

PEMAHAMAN UNGKAPAN ALGEBRA DALAM  
KALANGAN MURID TINGKATAN DUA

AZIZAH BINTI HAMID

FAKULTI PENDIDIKAN  
UNIVERSITI MALAYA  
KUALA LUMPUR

2020

PEMAHAMAN UNGKAPAN ALGEBRA DALAM KALANGAN MURID  
TINGKATAN DUA

AZIZAH BINTI HAMID

TESIS DISERAHKAN SEBAGAI MEMENUHI KEPERLUAN BAGI IJAZAH  
DOKTOR FALSAFAH

FAKULTI PENDIDIKAN  
UNIVERSITI MALAYA  
KUALA LUMPUR

2020

**UNIVERSITI MALAYA**  
**PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN**

Nama: Azizah Binti Hamid

No. Matrik: PHA120001

Nama Ijazah: Doktor Falsafah

Tajuk Disertasi (“Hasil Kerja ini”): PEMAHAMAN UNGKAPAN ALGEBRA  
DALAM KALANGAN MURID TINGKATAN DUA

Bidang Penyelidikan: Pendidikan Matematik

Saya dengan sesungguhnya dan sebenarnya mengaku bahawa:

- (1) Saya adalah satu-satunya pengarang/penulis Hasil Kerja ini;
- (2) Hasil Kerja ini adalah asli;
- (3) Apa-apa penggunaan mana-mana hasil kerja yang mengandungi hakcipta telah dilakukan secara urusan yang wajar dan bagi maksud yang dibenarkan dan apa-apa petikan, ekstrak, rujukan atau pengeluaran semula daripada atau kepada mana-mana hasil kerja yang mengandungi hakcipta telah dinyatakan dengan se jelasnya dan secukupnya dan satu pengiktirafan tajuk hasil kerja tersebut dan pengarang/penulisnya telah dilakukan di dalam Hasil Kerja ini;
- (4) Saya tidak mempunyai apa-apa pengetahuan sebenar atau patut semunasabahnya tahu bahawa penghasilan Hasil Kerja ini melanggar suatu hakcipta hasil kerja yang lain;
- (5) Saya dengan ini menyerahkan kesemua dan tiap-tiap hak yang terkandung di dalam hakcipta Hasil Kerja ini kepada Universiti Malaya (“UM”) yang seterusnya mula dari sekarang adalah tuan punya kepada hakcipta di dalam Hasil Kerja ini dan apa-apa pengeluaran semula atau penggunaan dalam apa jua bentuk atau dengan apa juga cara sekalipun adalah dilarang tanpa terlebih dahulu mendapat kebenaran bertulis dari UM;
- (6) Saya sedar sepenuhnya sekiranya dalam masa penghasilan Hasil Kerja ini saya telah melanggar suatu hakcipta hasil kerja yang lain sama ada dengan niat atau sebaliknya, saya boleh dikenakan tindakan undang-undang atau apa-apa tindakan lain sebagaimana yang diputuskan oleh UM.

Tandatangan Calon

Tarikh:

Diperbuat dan sesungguhnya diakui di hadapan,

Tandatangan Saksi

Tarikh:

Nama:

Jawatan:

## **ABSTRAK**

Pemahaman tentang konsep ungkapan algebra penting bagi murid sekolah menengah kerana ia merupakan asas kepada pembelajaran matematik di peringkat menengah dan peringkat pengajian tinggi memandangkan kesukaran dalam pembelajaran algebra menjadi semakin kritikal. Kajian ini adalah untuk mengenal pasti pemahaman murid Tingkatan Dua tentang ungkapan algebra dengan berlandaskan konstruktivisme radikal. Penyelidikan ini menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian, yang membabitkan data berbentuk kualitatif. Peserta kajian membabitkan enam murid dari tiga kategori pencapaian akademik dengan menggunakan teknik persampelan bertujuan. Data kajian terkumpul melalui tiga sesi temu duga klinikal dengan menggunakan perakam video, catatan murid dan pengkaji. Data kajian dianalisis dengan menggunakan teknik analisis kualitatif yang merangkumi penyediaan data, penentuan unit makna, pengkodan, kajian rintis, pengkodan sebenar, semak semula, membuat kesimpulan dan menulis laporan. Perbincangan data bertumpu kepada tujuh aspek membabitkan gambaran mental, perwakilan, makna, hubung kait, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah bagi ungkapan algebra. Dapatan kajian mendapati pemahaman murid dalam kajian ini tentang ungkapan algebra dibina sendiri dengan adaptasi pengalaman mereka melalui pengetahuan yang telah dipelajari dan perkara yang berada di persekitaran semasa murid.

**Keywords:** Pemahaman, Ungkapan Algebra, Pembelajaran Matematik, dan Konstruktivisme Radikal.

# **FORM TWO STUDENTS' UNDERSTANDING OF ALGEBRAIC EXPRESSION**

## **ABSTRACT**

Understanding of algebraic expressions is important for high school students because it is fundamental to the learning of mathematics in schools and higher education, due to the difficulty in learning algebra is becoming increasingly critical. This study is to identify the Form Two students' understanding of algebraic expressions based on radical constructivism. This research design uses a case study design, which involves qualitative data. The sample includes six students from three categories of academic achievements by using purposive sampling technique. Data was collected through three clinical interview sessions using a video recorder. Data was analyzed by using a qualitative analysis techniques that include the provision of data, determination of the meaning, coding, pilot study, the actual coding, review, make conclusions and write a report. The discussion of data focuses on seven aspects involving mental image, representation, meaning, connection, communication, reasoning, and problem solving of algebraic expressions. This research found that students' understanding of algebraic expression was built on their own by adapting their own experience through the knowledge they had learned and what was in students' real life environment.

Keywords: Understanding, Algebraic Expressions, Learning Mathematics, and Radical Constructivism.

## **PENGHARGAAN**

Pertama sekali, saya bersyukur ke hadrat Ilahi atas kurniaan dan limpahanNya, kajian dan penulisan tesis ini telah sampai ke penghujung. Semoga segala dapatan dan ilmu yang didapati daripada penulisan kajian ini diberkati dan memberi jalan serta dorongan buat yang lain.

Seterusnya, ucapan jutaan terima kasih yang tidak terhingga buat ahli keluarga yang tercinta. Buat suami, Mohd Tamizi Bin Abdullah, terima kasih kerana sentiasa di sisi dan memberikan semangat sepanjang kajian dijalankan. Khas untuk anak-anak mama; Muhammad Danish Hakim, Nur Dhaniyah Humaira, Muhammad Daniel Haris, dan Dhia Husna, kamulah kekuatan dan kekentalanku. Kepada kedua orang tua saya, Haji Hamid Bin Haji Ahmad dan Hajah Fatimah Binti Ali, terima kasih atas doa dan nasihat yang tidak pernah putus. Buat adik-adikku, terima kasih atas segala pertolongan yang dihulurkan dalam menyiapkan tesis ini.

Jutaan terima kasih juga buat Profesor Madya Datin Dr. Sharifah Norul Akma Binti Syed Zamri atas tunjuk ajar beliau sepanjang penulisan tesis ini sehingga siap. Segala dorongan dan motivasi yang tidak pernah putus diberikan oleh beliau dalam menyiapkan kajian ini merupakan satu rahmat daripada Allah swt dalam mengirinkan seorang penyelia yang berdedikasi.

Penghargaan ini turut ditujukan kepada Professor Dr. Nik Aziz Bin Nik Pa selaku pemangkin dan guru yang memberi dorongan dalam menyambung pengajian di peringkat PhD ini. Jasa beliau dalam memberikan galakkan dan tunjuk ajar dari peringkat awal kajian sehingga akhir hanya Allah swt dapat membalasnya. Prof. Dr. Nik Aziz, 'dikau ku ibarat seperti bapa yang tidak pernah mengenal penat dan tidak lokek ilmu' dalam mendidik anak didik mu ini.

## ISI KANDUNGAN

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Perakuan Keaslian Penulisan ..... | ii   |
| Abstrak.....                      | iii  |
| Abstract.....                     | iv   |
| Penghargaan.....                  | v    |
| Isi Kandungan .....               | vi   |
| Senarai Rajah .....               | xvi  |
| Senarai Jadual .....              | xvii |
| Senarai Lampiran.....             | xix  |

## BAB 1: PENGENALAN

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1.1 Latar Belakang .....             | 1  |
| 1.2. Pernyataan Masalah.....         | 7  |
| 1.3 Kerangka Teori.....              | 13 |
| 1.4 Tujuan Dan Objektif Kajian ..... | 18 |
| 1.5 Soalan Kajian .....              | 19 |
| 1.6 Definisi Istilah .....           | 20 |
| 1.6.1 Pemahaman .....                | 20 |
| a. Gambaran mental .....             | 20 |
| b. Perwakilan.....                   | 20 |
| c. Makna.....                        | 20 |
| d. Hubung kait.....                  | 20 |
| e. Komunikasi .....                  | 21 |
| f. Penaakulan .....                  | 21 |
| g. Penyelesaian masalah.....         | 21 |

|       |                               |    |
|-------|-------------------------------|----|
| 1.6.2 | Ungkapan Algebra .....        | 21 |
| a.    | Pemboleh ubah .....           | 21 |
| b.    | Pekali .....                  | 21 |
| c.    | Pemalar .....                 | 21 |
| d.    | Simbol .....                  | 22 |
| e.    | Ungkapan monomial .....       | 22 |
| f.    | Sebutan algebra .....         | 22 |
| 1.7   | Limitasi Dan Delimitasi ..... | 22 |
| 1.8   | Signifikan Kajian.....        | 25 |
| 1.9   | Rumusan.....                  | 26 |

## **BAB 2: TINJAUAN LITERATUR**

|       |                                                           |    |
|-------|-----------------------------------------------------------|----|
| 2.1   | Konstruktivisme Radikal .....                             | 28 |
| 2.2   | Konstruk Pemahaman.....                                   | 39 |
| 2.3   | Kajian tentang Pemahaman .....                            | 45 |
| 2.4   | Konsep Ungkapan Algebra .....                             | 52 |
| 2.5   | Kajian Tentang Ungkapan Algebra.....                      | 58 |
| 2.5.1 | Kajian Kes sebagai Reka Bentuk Kajian .....               | 59 |
| 2.5.2 | Pembentukan Instrumen.....                                | 65 |
| 2.5.3 | Soalan Kajian membabitkan Pemahaman Ungkapan Algebra..... | 70 |
| 2.6   | Rumusan .....                                             | 81 |

## **BAB 3: METODOLOGI KAJIAN**

|      |                                   |    |
|------|-----------------------------------|----|
| 3.1  | Reka Bentuk Kajian.....           | 83 |
| 3.2. | Populasi Dan Peserta kajian ..... | 88 |
| 3.3  | Kaedah Pengumpulan Data .....     | 90 |
| 3.4  | Instrumentasi .....               | 96 |



|         |                                                 |     |
|---------|-------------------------------------------------|-----|
| 3.4.1   | Instrumen Kajian .....                          | 96  |
| 3.4.2   | Kesahan dan Kebolehpercayaan Instrumen .....    | 102 |
| 3.4.2.1 | Kredibiliti .....                               | 103 |
| 3.4.2.2 | Kebolehpindahan .....                           | 104 |
| 3.4.2.3 | Kebolehharapan .....                            | 104 |
| 3.4.2.4 | Kebolehpastian .....                            | 105 |
| 3.5     | Kajian Rintis.....                              | 105 |
| 3.6     | Kaedah Analisis Data .....                      | 111 |
| 3.6.1   | Transkripsi Maklumat Ke Protokol Bertulis ..... | 112 |
| 3.6.2   | Pembersihan Data .....                          | 113 |
| 3.6.3   | Analisis Kes Setiap Peserta Kajian .....        | 113 |
| 3.6.4   | Pengekoden, Kategori, Dan Tema .....            | 113 |
| 3.6.5   | Analisis Merentasi Kes .....                    | 116 |
| 3.7     | Rumusan.....                                    | 117 |

#### **BAB 4: HASIL KAJIAN**

|         |                                          |     |
|---------|------------------------------------------|-----|
| 4.1     | Gambaran Mental .....                    | 118 |
| 4.1.1   | Gambaran Mental Ungkapan .....           | 118 |
| 4.1.1.1 | Kategori notasi bersimbol .....          | 119 |
| 4.1.1.2 | Kategori naratif .....                   | 120 |
| 4.1.2   | Gambaran Mental Algebra .....            | 123 |
| 4.1.2.1 | Kategori notasi bersimbol .....          | 124 |
| 4.1.2.2 | Kategori sebarang nilai .....            | 128 |
| 4.1.2.3 | Kategori unit asas ungkapan algebra..... | 129 |
| 4.1.3   | Gambaran Mental Ungkapan .....           | 131 |
| 4.1.3.1 | Kategori notasi bersimbol.....           | 132 |

|         |                                           |     |
|---------|-------------------------------------------|-----|
| 4.1.3.2 | Kategori penyelesaian nilai .....         | 136 |
| 4.1.3.3 | Kategori ayat matematik .....             | 137 |
| 4.1.3.4 | Kategori unit asas ungkapan algebra ..... | 138 |
| 4.1.4   | Gambaran Mental Sebutan Algebra .....     | 140 |
| 4.1.4.1 | Kategori notasi bersimbol .....           | 141 |
| 4.1.4.2 | Kategori kuantiti .....                   | 145 |
| 4.1.5   | Gambaran Mental Pemboleh Ubah .....       | 148 |
| 4.1.5.1 | Kategori notasi bersimbol .....           | 149 |
| 4.1.5.2 | Kategori abstraksi .....                  | 151 |
| 4.1.5.3 | Kategori kuantiti .....                   | 154 |
| 4.1.5.4 | Kategori grafik .....                     | 155 |
| 4.1.6   | Gambaran Mental Operasi Asas .....        | 157 |
| 4.1.6.1 | Kategori naratif.....                     | 158 |
| 4.1.6.2 | Kategori notasi bersimbol .....           | 159 |
| 4.1.7   | Gambaran Mental Pekali .....              | 162 |
| 4.1.7.1 | Kategori notasi bersimbol.....            | 162 |
| 4.1.7.2 | Kategori pendaraban nilai.....            | 164 |
| 4.1.8   | Gambaran Mental Ungkapan Simbolik .....   | 165 |
| 4.1.8.1 | Kategori operasi asas aritmetik.....      | 166 |
| 4.1.8.2 | Kategori perwakilan nilai .....           | 168 |
| 4.1.8.3 | Kategori unit asas ungkapan algebra ..... | 170 |
| 4.1.8.4 | Kategori grafik .....                     | 172 |
| 4.1.8.5 | Kategori rumus .....                      | 174 |
| 4.1.9   | Rumusan Gambaran Mental .....             | 176 |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2. Perwakilan .....                                                    | 179 |
| 4.2.1 Perwakilan Kuantiti Yang Tidak Diketahui .....                     | 179 |
| 4.2.1.1 Kategori notasi bersimbol.....                                   | 180 |
| 4.2.1.2 Kategori nilai berangka .....                                    | 182 |
| 4.2.1.3 Kategori pemboleh ubah.....                                      | 183 |
| 4.2.1.4 Kategori naratif bahasa .....                                    | 185 |
| 4.2.1.5 Kategori grafik .....                                            | 186 |
| 4.2.2 Perwakilan Dua Kuantiti Berbeza yang Tidak Diketahui Nilainya..... | 188 |
| 4.2.2.1 Kategori ungkapan algebra .....                                  | 189 |
| 4.2.2.2 Kategori nilai berangka .....                                    | 191 |
| 4.2.2.3 Kategori naratif bahasa.....                                     | 192 |
| 4.2.2.4 Kategori pemboleh ubah .....                                     | 193 |
| 4.2.2.5 Kategori grafik .....                                            | 195 |
| 4.2.2.6 Kategori operasi asas aritmetik .....                            | 196 |
| 4.2.3 Perwakilan Dua Kuantiti Berbeza Yang Tidak Diketahui Nilainya      |     |
| Dengan Satu Nilai Tetap .....                                            | 198 |
| 4.2.3.1 Kategori ungkapan algebra .....                                  | 199 |
| 4.2.3.2 Kategori nilai berangka .....                                    | 202 |
| 4.2.3.3 Kategori naratif bahasa.....                                     | 203 |
| 4.2.3.4 Kategori grafik .....                                            | 205 |
| 4.2.4 Perwakilan Ke Atas Ungkapan Algebra.....                           | 208 |
| 4.2.4.1 Kategori naratif bahasa .....                                    | 208 |
| 4.2.4.2 Kategori pemboleh ubah .....                                     | 210 |
| 4.2.4.3 Kategori bentuk simbolik .....                                   | 211 |
| 4.2.4.4 Kategori grafik .....                                            | 212 |

|         |                                                             |     |
|---------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.4.5 | Kategori rumus .....                                        | 213 |
| 4.2.5   | Perwakilan Ungkapan Algebra Ke Atas Bentuk Segi Empat ..... | 215 |
| 4.2.5.1 | Kategori rumus .....                                        | 216 |
| 4.2.5.2 | Kategori operasi asas aritmetik .....                       | 218 |
| 4.2.5.3 | Kategori ukuran .....                                       | 219 |
| 4.2.5.4 | Kategori simbolik .....                                     | 220 |
| 4.2.6   | Perwakilan Ungkapan Algebra Ke Atas Graf .....              | 222 |
| 4.2.6.1 | Kategori naratif bahasa .....                               | 223 |
| 4.2.6.2 | Kategori hubung kait dua pemboleh ubah .....                | 225 |
| 4.2.6.3 | Kategori notasi bersimbol .....                             | 226 |
| 4.2.6.4 | Kategori grafik .....                                       | 228 |
| 4.2.7   | Rumusan Perwakilan .....                                    | 230 |
| 4.3     | Makna .....                                                 | 232 |
| 4.3.1   | Makna Pemboleh Ubah .....                                   | 232 |
| 4.3.1.1 | Kategori nilai berubah-ubah .....                           | 233 |
| 4.3.1.2 | Kategori naratif bahasa .....                               | 234 |
| 4.3.1.3 | Kategori pendaraban nilai .....                             | 237 |
| 4.3.2   | Makna Pemalar .....                                         | 240 |
| 4.3.2.1 | Kategori nilai tetap .....                                  | 241 |
| 4.3.2.2 | Kategori pemboleh ubah dimalarkan .....                     | 243 |
| 4.3.2.3 | Kategori naratif bahasa .....                               | 245 |
| 4.3.3   | Makna Menilai Ungkapan .....                                | 246 |
| 4.3.3.1 | Kategori penggantian nilai .....                            | 247 |
| 4.3.3.2 | Kategori operasi asas aritmetik.....                        | 248 |

|         |                                                                          |     |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.4   | Makna Operasi Asas Ke Atas Ungkapan Algebra .....                        | 251 |
| 4.3.4.1 | Kategori penggabungan sebutan .....                                      | 252 |
| 4.3.4.2 | Kategori operasi tambah .....                                            | 254 |
| 4.3.4.3 | Kategori operasi tolak .....                                             | 256 |
| 4.3.4.4 | Kategori operasi darab .....                                             | 260 |
| 4.3.4.5 | Kategori operasi bahagi .....                                            | 263 |
| 4.3.5   | Rumusan Makna .....                                                      | 267 |
| 4.4     | Hubung Kait .....                                                        | 269 |
| 4.4.1   | Hubung Kait antara Bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' .....                | 269 |
| 4.4.1.1 | Kategori sebutan .....                                                   | 270 |
| 4.4.1.2 | Kategori operasi asas aritmetik .....                                    | 275 |
| 4.4.2   | Hubung Kait antara Bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' ..... | 277 |
| 4.4.2.1 | Kategori sebutan .....                                                   | 277 |
| 4.4.2.2 | Kategori operasi asas aritmetik .....                                    | 282 |
| 4.4.3   | Hubung Kait antara ' $5a$ ' dan Bentuk Seumpama .....                    | 283 |
| 4.4.3.1 | Kategori sebutan .....                                                   | 283 |
| 4.4.3.2 | Kategori operasi asas aritmetik .....                                    | 289 |
| 4.4.4   | Hubung Kait antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' .....    | 291 |
| 4.4.4.1 | Kategori sebutan .....                                                   | 291 |
| 4.4.4.2 | Kategori operasi asas aritmetik .....                                    | 301 |
| 4.4.4.3 | Kategori kaedah pengiraan .....                                          | 303 |
| 4.4.5   | Rumusan Hubung Kait .....                                                | 306 |
| 4.5     | Komunikasi .....                                                         | 308 |
| 4.5.1   | Komunikasi Ungkapan Dengan Sebutan Tunggal .....                         | 308 |
| 4.5.1.1 | Kategori kaedah pengiraan aritmetik.....                                 | 309 |

|         |                                                                                 |     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.5.1.2 | Kategori simbol dan tatatanda .....                                             | 310 |
| 4.5.1.3 | Kategori grafik .....                                                           | 312 |
| 4.5.2   | Komunikasi Ungkapan Satu Pemboleh Ubah .....                                    | 313 |
| 4.5.2.1 | Kategori prosedur penyelesaian .....                                            | 314 |
| 4.5.2.2 | Kategori kaedah pengiraan aritmetik .....                                       | 316 |
| 4.5.2.3 | Kategori grafik .....                                                           | 319 |
| 4.5.3   | Komunikasi Ungkapan Dua Pemboleh Ubah Berbeza .....                             | 321 |
| 4.5.3.1 | Kategori prosedur penyelesaian .....                                            | 321 |
| 4.5.3.2 | Kategori kaedah pengiraan aritmetik .....                                       | 324 |
| 4.5.3.3 | Kategori grafik .....                                                           | 325 |
| 4.5.4   | Rumusan Komunikasi .....                                                        | 328 |
| 4.6     | Penaakulan.....                                                                 | 330 |
| 4.6.1   | Perbandingan antara ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' .....                     | 330 |
| 4.6.1.1 | Kategori simbol .....                                                           | 331 |
| 4.6.1.2 | Kategori unit asas ungkapan algebra .....                                       | 336 |
| 4.6.2   | Perbandingan antara ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}h^2$ ' .....        | 338 |
| 4.6.2.1 | Kategori simbol .....                                                           | 339 |
| 4.6.2.2 | Kategori unit asas ungkapan algebra .....                                       | 345 |
| 4.6.3   | Perbandingan antara ' $0 = 2y + 1$ ' Dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' ..... | 350 |
| 4.6.3.1 | Kategori simbol .....                                                           | 351 |
| 4.6.3.2 | Kategori unit asas ungkapan algebra .....                                       | 357 |
| 4.6.4   | Rumusan Hubung Kait .....                                                       | 363 |
| 4.7     | Penyelesaian Masalah.....                                                       | 365 |
| 4.7.1   | Kuantiti Yang Berubah-Ubah Nilainya .....                                       | 365 |
| 4.7.1.1 | Kategori naratif bahasa .....                                                   | 366 |

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 4.7.1.2 Kategori notasi bersimbol .....                | 369 |
| 4.7.1.3 Kategori grafik .....                          | 370 |
| 4.7.2 Kuantiti Berubah Dengan Satu Nilai Tetap .....   | 373 |
| 4.7.2.1 Kategori naratif bahasa .....                  | 374 |
| 4.7.2.2 Kategori simbolik .....                        | 376 |
| 4.7.2.3 Kategori corak dan pola susunan .....          | 377 |
| 4.7.2.4 Kategori grafik .....                          | 379 |
| 4.7.3 Ungkapan Simbolik Dengan Operasi Bercampur ..... | 381 |
| 4.7.3.1 Kategori sebutan .....                         | 382 |
| 4.7.3.2 Kategori operasi asas aritmetik .....          | 384 |
| 4.7.3.3 Kategori simbol .....                          | 395 |
| 4.7.4 Rumusan Penyelesaian Masalah .....               | 398 |

## **BAB 5: RINGKASAN, PERBINCANGAN DAN IMPLIKASI KAJIAN**

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 5.1 Ringkasan Kajian .....                      | 401 |
| 5.2 Rumusan Hasil Kajian Dan Perbincangan ..... | 405 |
| 5.2.1 Gambaran Mental .....                     | 405 |
| 5.2.2 Perwakilan .....                          | 413 |
| 5.2.3 Makna .....                               | 419 |
| 5.2.4 Hubung Kait .....                         | 425 |
| 5.2.5 Komunikasi .....                          | 428 |
| 5.2.6 Penaakulan .....                          | 433 |
| 5.2.7 Penyelesaian Masalah .....                | 438 |
| 5.3 Kesimpulan.....                             | 444 |
| 5.4 Tema Baru .....                             | 450 |
| 5.5 Implikasi Kajian .....                      | 454 |

|                                     |                                          |     |
|-------------------------------------|------------------------------------------|-----|
| 5.5.1                               | Implikasi kepada Amalan Pendidikan ..... | 454 |
| 5.5.1.1                             | Amalan bilik darjah .....                | 454 |
| 5.5.1.2                             | Kurikulum matematik .....                | 456 |
| 5.5.2                               | Implikasi kepada Kajian Lanjutan .....   | 458 |
| 5.6                                 | Sumbangan Kajian .....                   | 461 |
| 5.7                                 | Penutup .....                            | 465 |
| Rujukan                             | .....                                    | 466 |
| Senarai Penerbitan dan Pembentangan | .....                                    | 481 |
| Lampiran                            | .....                                    | 482 |



## **SENARAI RAJAH**

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Rajah 2.1: Rangka Konseptual Pemahaman Ungkapan Algebra Dalam Kalangan Murid Tingkatan Dua ..... | 37  |
| Rajah 3.1: Susun Atur Bilik Temu Duga.....                                                       | 92  |
| Rajah 3.2 : Carta Alir Proses Pengekoden, Kategori, Dan Tema .....                               | 114 |

## SENARAI JADUAL

|                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Jadual 3.1: Temu Duga Bagi Mengenal Pasti Pemahaman Ungkapan Algebra.....                                                                   | 97  |
| Jadual 3.2: Penambahbaikan Instrumen.....                                                                                                   | 107 |
| Jadual 3.3: Pengekoden dan Tema Pemahaman Ungkapan Algebra Dalam Kalangan Murid Tingkatan Dua .....                                         | 115 |
| Jadual 4.1.1: Gambaran Mental Tentang Ungkapan.....                                                                                         | 119 |
| Jadual 4.1.2: Gambaran Mental Tentang Algebra .....                                                                                         | 123 |
| Jadual 4.1.3: Gambaran Mental Tentang Ungkapan Algebra.....                                                                                 | 132 |
| Jadual 4.1.4: Gambaran Mental Tentang Sebutan Algebra .....                                                                                 | 140 |
| Jadual 4.1.5: Gambaran Mental Tentang Pemboleh Ubah .....                                                                                   | 148 |
| Jadual 4.1.6: Gambaran Mental Tentang Operasi Asas.....                                                                                     | 158 |
| Jadual 4.1.7: Gambaran Mental Tentang Pekali .....                                                                                          | 162 |
| Jadual 4.1.8: Gambaran Mental Tentang Ungkapan Simbolik.....                                                                                | 169 |
| Jadual 4.2.1: Perwakilan Ke Atas Masalah Ayat algebra Membabitkan ‘Kuantiti Yang Tidak Diketahui Nilainya’ .....                            | 180 |
| Jadual 4.2.2: Perwakilan Ke Atas Masalah Ayat algebra Membabitkan ‘Dua Kuantiti Yang Tidak Diketahui Nilainya’ .....                        | 189 |
| Jadual 4.2.3: Perwakilan Ke Atas Masalah Ayat algebra Membabitkan ‘Dua Kuantiti Yang Tidak Diketahui Nilainya Dan Satu Kuantiti Tetap ..... | 199 |
| Jadual 4.2.4: Perwakilan Tentang Ungkapan Algebra.....                                                                                      | 208 |
| Jadual 4.2.5: Perwakilan Ungkapan Algebra Membabitkan Segi Empat .....                                                                      | 216 |
| Jadual 4.2.6: Perwakilan Ungkapan Algebra Membabitkan Graf .....                                                                            | 222 |
| Jadual 4.3.1: Makna Suatu Pemboleh Ubah .....                                                                                               | 232 |
| Jadual 4.3.2: Makna Suatu Pemalar.....                                                                                                      | 240 |
| Jadual 4.3.3: Makna Menilai Ungkapan Algebra .....                                                                                          | 247 |

|                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Jadual 4.3.4: Makna Operasi Asas Ke Atas Ungkapan Algebra .....                                                            | 251 |
| Jadual 4.4.1: Hubung Kait Antara Bentuk ' $5a$ ' Dan ' $a + 4a$ ' .....                                                    | 270 |
| Jadual 4.4.2: Hubung Kait Antara Bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ' Dan ' $2a + 3a$ ' .....                                     | 277 |
| Jadual 4.4.3: Hubung Kait Antara Bentuk ' $5a$ ' Dan Seumpama .....                                                        | 283 |
| Jadual 4.4.4: Hubung Kait Antara Bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' Dengan ' $5m - 2m$ ' .....                              | 291 |
| Jadual 4.5.1: Komunikasi Tentang Ungkapan Tunggal.....                                                                     | 309 |
| Jadual 4.5.2: Komunikasi Tentang Ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' .....                                                | 314 |
| Jadual 4.5.3: Komunikasi Tentang Ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' .....                                                   | 321 |
| Jadual 4.6.1: Perbandingan Antara Bentuk ' $y = 3x + 2$ ' Dan ' $3x + 2$ ' .....                                           | 330 |
| Jadual 4.6.2: Perbandingan Antara Bentuk ' $h < 2 - 1$ ' Dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k$ ' .....                                | 339 |
| Jadual 4.6.3: Perbandingan Antara Bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' Dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' ...                         | 350 |
| Jadual 4.7.1: Penyelesaian Masalah Ayat algebra Membabitkan Kuantiti Berubah-ubah .....                                    | 366 |
| Jadual 4.7.2: Penyelesaian Masalah Ayat algebra Membabitkan Kuantiti Berubah-ubah Dengan Satu Nilai Tetap .....            | 374 |
| Jadual 4.7.3: Penyelesaian Masalah Membabitkan Ungkapan Simbolik<br>' $2(x - 4) + 6 \frac{(4x+6y)}{2} - 3(1 - 4y)$ ' ..... | 381 |
| Jadual 5.2.1: Rumusan Keseluruhan Gambaran Mental Ungkapan Algebra .....                                                   | 405 |
| Jadual 5.2.2: Rumusan Keseluruhan Perwakilan Ungkapan Algebra .....                                                        | 413 |
| Jadual 5.2.3: Rumusan Keseluruhan Tafsiran Ungkapan Algebra .....                                                          | 419 |
| Jadual 5.2.4: Rumusan Keseluruhan Hubung Kait Ungkapan Algebra.....                                                        | 425 |
| Jadual 5.2.5: Rumusan Keseluruhan Komunikasi Ungkapan Algebra.....                                                         | 428 |
| Jadual 5.2.6: Rumusan Keseluruhan Penaakulan Ungkapan Algebra .....                                                        | 433 |
| Jadual 5.2.7: Rumusan Keseluruhan Penyelesaian Masalah Ungkapan Algebra .....                                              | 439 |

## **SENARAI LAMPIRAN**

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran A: Protokol Temu Duga Pertama (Gambaran Mental) .....           | 482 |
| Lampiran B: Protokol Temu Duga Pertama (Perwakilan).....                 | 484 |
| Lampiran C: Protokol Temu Duga Kedua (Makna) .....                       | 486 |
| Lampiran D: Protokol Temu Duga Kedua (Hubung kait) .....                 | 488 |
| Lampiran E: Protokol Temu Duga Kedua (Komunikasi) .....                  | 490 |
| Lampiran F: Protokol Temu Duga Ketiga (Penaakulan) .....                 | 491 |
| Lampiran G: Protokol Temu Duga Ketiga (Penyelesaian Masalah) .....       | 494 |
| Lampiran H: Surat Kelulusan Menjalankan Kajian Dari EPRD .....           | 496 |
| Lampiran I: Surat Kelulusan Menjalankan Kajian Dari JPN Terengganu ..... | 497 |
| Lampran J: Surat Kebenaran Menjalankan Kajian Di Sekolah .....           | 498 |

## BAB 1: PENGENALAN

### 1.1 Latar Belakang

'*Al-jabr*' atau Aljabar telah diasaskan oleh Al-Khawarizmi sekitar tahun 833M (Mat Rofa, 1995). Kitab beliau, '*Al-jabr Wa'l-muqābala*' menerangkan secara terperinci tentang perkaedahan yang sistematik bertujuan untuk mencari nilai '*majhūl*' atau anu (Mat Rofa, 1995). Kaedah bagi membantu pelbagai permasalahan masyarakat harian pada ketika itu seperti masalah kadar dan nisbah, masalah keluasan yang melibatkan pelbagai bentuk geometri, masalah pembahagian harta pusaka dan dan banyak lagi. Dengan kata lain, algebra merupakan suatu rujukan masyarakat ketika itu dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi. Bertitik tolak dari itu, ilmu ini dikembangkan dari semasa ke semasa oleh para cendekiawan dan ilmuan Matematik.

Algebra berupaya membantu murid dalam memodelkan permasalahan yang sebenar dan seterusnya menyelesaikan masalah tersebut (Carraher & Schliemann, 2002; Gregg & Yakel, 2002; Filloy, Rajano & Solares, 2004; Stewart & Thomas, 2009; Booth & Koedinger, 2010; Rystedt, 2015; Wang, 2015; Ncube, 2016; Reyhan, 2017). Kini algebra digunakan dengan meluas sekali, bukan sahaja dalam menyelesaikan kehidupan seharian malah turut digunakan dalam sektor penting seperti pembangunan, perindustrian, kewangan, teknologi dan banyak lagi. Oleh itu, ia merupakan bidang yang harus dikuasai oleh murid dari peringkat sekolah sehingga ke peringkat pengajian tinggi. Pembelajaran dan pendedahan konsep algebra wajar diberi keutamaan kepada murid seawal mungkin (Gan, 2007; Carraher, Martinez & Schlieman, 2008; Blanton, Stephen, Knuth, Gardiner, Isler, & Kim, 2015; Rystedt, 2015). Malah, ada yang berpendapat pemikiran algebra patut diberikan seawal usia

dua tahun kerana pendedahan awal kepada konsep algebra memberi asas yang kukuh untuk pembelajaran matematik yang berterusan (Taylor-Cox, 2003).

Di Malaysia, algebra mula diperkenalkan di peringkat sekolah menengah. Konsep pemboleh ubah, sebutan, ungkapan, dan operasi asas dalam ungkapan seperti tambah, tolak, darab dan bahagi mula diajar di Tingkatan Satu (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2017). Kesenambungan konsep algebra yang membabitkan pengembangan kurungan dan pemfaktoran dalam ungkapan didedahkan dalam Tingkatan Dua dan Tiga. Aplikasi algebra pula mula diajar di Tingkatan Empat dan Lima dalam dua cabang matematik yang berbeza, iaitu matematik moden dan matematik tambahan (KPM, 2018).

Merujuk kepada pembelajaran matematik sahaja, pengetahuan asas dalam ungkapan algebra banyak berkait rapat dengan konsep lain dari pelbagai bidang dan topik antaranya, persamaan algebra yang membabitkan ungkapan linear, kuadratik dan polinomial yang lain (KPM, 2017). Dalam topik persamaan linear terdapat kepelbagaian penggunaan ke atas konsep pemboleh ubah, pemalar dan operasi ungkapan yang diperlukan bagi membantu ungkapan dan menyelesaikan permasalahan topik tersebut. Selain bidang algebra, perkara asas ungkapan algebra turut banyak perkaitan dan perwakilan ke atas topik lain yang terdapat dalam kurikulum matematik sekolah menengah, antaranya persamaan dan fungsi kuadratik, nisbah, kadar dan perkadaran, sudut dan garisan, bulatan, trigonometri, graf, dan banyak lagi. Dalam hampir semua isu berkaitan dengan bidang matematik dan bidang lain, antara punca yang diutarakan membabitkan konsep asas dalam ungkapan algebra.

Isu kesukaran dalam pembelajaran prinsip dan konsep asas algebra antara masalah yang banyak dibincangkan, dibahaskan, dan dibuktikan oleh pelbagai golongan ilmuan dan pendidik. Bagaimana untuk memahami, mengaplikasi dan menyelesaikan masalah algebra antara fokus persoalan ramai pihak seperti guru, pengajar, penyelidik dan penggubal kurikulum. Isu kesukaran dalam pembelajaran algebra di kelompok kepada beberapa aspek yang empat daripadanya adalah berkaitan dengan salah konsep, analisis kesilapan, proses dan prosedur, dan pemahaman.

Masalah salah konsep dalam pembelajaran algebra merangkumi pelbagai aras dan umur murid. Stacey, Price, Pierce, Steinle dan Gvozdenko (2009) menjalankan kajian tentang salah konsep tentang makna huruf dalam algebra yang membabitkan murid tahun tujuh dan lapan. Egodawatte (2011) pula, menjalankan kajian tentang salah konsep algebra dalam kalangan murid sekolah menengah membabitkan pemboleh ubah, struktur ungkapan algebra dari segi peraturan dan prosedur, dan terjemahan bahasa algebra. Manakala kajian Bush (2011) pula, menganalisis hubungan kait antara salah konsep dan kesalahan dalam pembelajaran algebra membabitkan murid sekolah menengah. McGinn dan Booth (2013) menjalankan kajian tentang pembinaan pengetahuan yang betul melalui contoh yang salah tentang sebagai satu usaha untuk memberi penamat kepada isu salah konsep dalam algebra. Dalam kajian lain Booth, McGin, Barberi, dan Laura (2017), menjelaskan tentang beberapa salah konsep dalam pembelajaran algebra yang membabitkan simbol dan tatanda, pemboleh ubah, penggunaan huruf dan sebutan.

Seterusnya, kesukaran pembelajaran algebra turut ditangani dengan menganalisis kesalahan yang kerap dilakukan dalam kalangan murid sekolah. Kajian

Marlina dan Azrul (2007) membabitkan penganalisan kesilapan berkaitan dengan tajuk ungkapan algebra dalam kalangan murid Tingkatan Empat. Lim (2010) menjalankan suatu kajian deskriptif tentang analisis kesilapan dalam mempermudah ungkapan algebra yang membabitkan murid Tingkatan Dua. Analisis kesalahan dalam menyelesaikan masalah ayat algebra dalam kalangan pelajar pengajian tinggi turut dilaksanakan oleh Ragma (2014) bagi mengenal pasti kelemahan dan kurang faham murid dalam beberapa perkara membabitkan gambarajah Venn, nombor nyata, dan anu atau pemboleh ubah. Kajian Ncube (2016) turut mengenal pasti jenis kesilapan yang kerap dilakukan oleh murid dalam memudahkan ungkapan algebra.

Selain itu, proses dan prosedur pengiraan yang betul juga amat dititikberatkan dalam pembelajaran algebra. Kajian lepas banyak memaparkan tentang kaedah dan prosedur yang difokuskan dalam algebra. Demby (1997) menjalankan kajian tentang prosedur algebra yang digunakan oleh murid berusia 13 hingga 15 tahun. Hall (2004) menjalankan kajian untuk mengenal pasti proses dan strategi yang digunakan oleh murid sekolah menengah semasa memudahkan ungkapan algebra. Carraher (2001) menjalankan kajian tentang bagaimana murid menjalankan operasi ke atas anu. Kajian beliau membabitkan murid berusia sembilan tahun. Usiskin (1988) melaporkan penggunaan pemboleh ubah yang berbeza mengikut konteks.

Aspek pemahaman juga turut diberi penekanan dalam kajian lepas yang melibatkan kesukaran pembelajaran algebra. Knuth dan Stephen (2006) menjalankan kajian tentang pemahaman ke atas tanda persamaan yang membabitkan murid Gred Enam, Tujuh dan Lapan. Warren (1998) pula menjalankan kajian tentang pemahaman konsep pemboleh ubah yang melibatkan murid 12 tahun dan 15 tahun.



Kajian Fuji (2003) turut menekan aspek dan fokus yang sama tetapi menggunakan pendekatan konflik kognitif membabitkan murid sekolah menengah rendah. McGregor dan Stacey (1997) pula melaporkan kajian tentang pemahaman tentang notasi algebra dalam kalangan murid berusia 15 tahun. Manakala Panasuk (2010) menjalankan kajian tentang pemahaman konseptual dalam algebra dengan memberi tumpuan kepada kepelbagaian perwakilan. Kajian Blanton, Stephens, Knuth, Gardiner, Isler, dan Kim (2015) memberikan tumpuan tentang pembelajaran algebra yang komprehensif ke atas pemahaman kanak-kanak terhadap konsep asas algebra.

Dalam menjadi pembelajaran matematik seiringan dengan pembelajaran abad ke-21, kesukaran pembelajaran algebra di atasi dengan mempertimbangkan penggunaan teknologi seperti komputer dan kalkulator grafik bagi memberi impak yang besar dalam membantu pembelajaran algebra. Pelbagai kajian dijalankan bagi menunjukkan keberkesanan penggunaan teknologi dalam meningkatkan pemahaman murid dan pelajar kolej tentang konsep algebra. Kwon (2002) menjalankan kajian tentang kesan penggunaan kalkulator grafik ke atas pemahaman persamaan linear dan graf membabitkan murid gred tujuh yang berusia 13 tahun di Seoul, Korea. Pugalee (2001) menjalankan kajian tentang penggunaan kalkulator grafik dalam persekitaran konstruktivis dalam kursus algebra yang membabitkan murid sekolah menengah yang terlibat dengan Algebra I. Manakala Tat dan Fook (2005) pula, menjalankan kajian tentang kesan Geometer Sketchpad dan kalkulator grafik di dalam kelas matematik di Malaysia yang membabitkan murid Tingkatan Empat. Penggunaan teknologi ini memberi kesan ke atas prestasi murid dalam pembelajaran fungsi kuadratik. Kajian Norhaida (2017) pula memberikan perhatian tentang pendekatan gamifikasi dalam pengajaran dan pembelajaran murid Tingkatan Dua ke

atas topik ungkapan algebra bagi meningkatkan pencapaian dan kemahiran berfikir murid dalam topik tersebut.

Aspek sikap, kepercayaan dan prestasi murid turut merupakan antara isu yang turut diberi tumpuan oleh pengkaji. Norton dan Windsor (2008) menjalankan kajian tentang sikap murid terhadap penggunaan bahan aktiviti dalam pembelajaran algebra yang membabitkan murid tujuh tahun. Manakala Alejo, Escalante dan Hussain (2012) menjalankan kajian tentang kepercayaan dan sikap pelajar yang ditunjukkan ketika mereka menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan persamaan, fungsi, pemboleh ubah, dan anu. Kajian mereka membabitkan pelajar kolej yang berumur 18 tahun. Bautista (2012) juga menjalankan kajian yang membabitkan pelajar kolej. Beliau menjalankan kajian tentang kesan arahan individu ke atas sikap dan prestasi pelajar terhadap penyelesaian masalah ayat algebra.

Kepelbagaian isu dan masalah pembelajaran algebra sekolah menengah wujud dari peringkat asas sehingga ke peringkat yang kompleks dan abstrak banyak bersangkutan dengan pengetahuan dan kemahiran ungkapan algebra. Topik ungkapan algebra merangkumi konsep dan prinsip yang perlu difahami dan diaplikasikan ke dalam peringkat algebra yang lebih tinggi. Dalam setiap kajian tentang kesukaran pembelajaran algebra yang dijalankan, topik ungkapan algebra merupakan antara perkara yang diutarakan dalam kajian tersebut. Hal ini dimaklumi oleh semua warga pendidik dan pengkaji matematik dalam menangani isu kesukaran pembelajaran algebra (Girit & Akyuz, 2017; Elisabeth, 2015; Wang, 2015; Egodawatte, 2011; Bush, 2011; Panasuk, 2010; Hackenberg, 2005; Hall, 2004; MacGregor & Stacey, 1997; dan Booth, 1988).

Ungkapan algebra merupakan perkara paling asas dalam pembelajaran algebra, membabitkan satu pernyataan matematik yang terbentuk daripada pemboleh ubah atau anu yang diwakili oleh huruf dan simbol, sebutan serta operasi asas seperti tambah, tolak, darab dan bahagi. Justeru itu, konsep ungkapan algebra merupakan pengetahuan asas yang perlu dikuasai oleh murid sebelum konsep algebra yang lebih kompleks diperkenalkan (Welder, 2006; Noorlela & Masitah, 2015; Reyhan 2017). Pemahaman ke atas konsep ungkapan membantu murid membina dan menguasai konsep algebra yang lain dengan mudah dan cepat (Pierce dan Stacey, 2007; Wang, 2015). Namun begitu ungkapan algebra hanya selitan dalam kajian berkaitan, yang merupakan antara perkara yang diberi tumpuan dan pemahaman konsep ungkapan algebra tidak dibincangkan secara terperinci dan mendalam. Oleh kerana kurangnya kajian yang memberi fokus ke atas pemahaman ungkapan algebra maka pengkaji memilih untuk menjalankan kajian tersebut.

## **1.2     Pernyataan Masalah**

Kajian ini memberi fokus kepada isu kesukaran murid dalam pembelajaran ungkapan algebra di peringkat sekolah menengah. Justifikasi bagi pemilihan isu kesukaran pembelajaran dalam ungkapan algebra diberi tumpuan antaranya, topik ini merangkumi banyak konsep asas algebra. Topik ungkapan algebra mula diperkenalkan di peringkat menengah rendah. Pengetahuan asas tentang ungkapan algebra yang kukuh amat penting dalam memastikan kesinambungan yang baik bagi pembelajaran murid ke peringkat yang lebih tinggi. Ungkapan algebra merupakan antara topik yang penting dalam sukatan matematik sekolah menengah dan hampir satu per empat tajuk dalam sukatan menengah rendah adalah melibatkan topik ini (KPM, 2017). Namun begitu, topik lain seperti bulatan, trigonometri, index, garis

dan sudut, fungsi graf, statistik dan banyak lagi turut menggunakan konsep ungkapan algebra dalam penyelesaian masalah semua topik tersebut. Dengan kata lain, kebanyakan topik yang dipelajari di peringkat menengah mempunyai hubung kait dengan konsep ungkapan algebra. Justeru itu, penguasaan konsep algebra di peringkat ini menjadi asas atau tapak kepada pembelajaran algebra yang lebih abstrak dan kompleks, dan juga topik lain yang berkaitan. Pengetahuan ini juga penting kerana akan digunakan untuk peringkat yang lebih tinggi iaitu kolej dan universiti (Stewart, 2008).

Seterusnya, isu kesukaran pembelajaran ungkapan algebra diberi tumpuan dalam kajian ini kerana keperluan pengetahuan dan kemahiran dalam memodelkan masalah matematik. Menurut Usisikin (2005), terdapat empat perkara mengapa pembelajaran algebra harus diberi tumpuan. Pertama, tanpa pengetahuan algebra murid terhalang daripada membuat pelbagai kerja atau sukar untuk memasuki kursus yang membolehkan mereka untuk mendapat peluang pekerjaan. Kedua, murid tidak dapat mengawal sebahagian kehidupan dan bergantung kepada orang lain untuk melakukannya. Ketiga, kurang bijak untuk membuat keputusan tentang hal yang berkaitan dengan kewangan. Dan keempat, tanpa pengetahuan algebra murid tidak akan dapat memahami banyak perkara yang dibincangkan dalam kimia, fizik, sains gunaan, ekonomi, perniagaan, psikologi dan banyak lagi.

Selain itu, isu kesukaran pembelajaran ungkapan algebra diberikan perhatian kerana menjadi antara punca penurunan prestasi matematik murid di peringkat antarabangsa dan kebangsaan yang membimbangkan banyak pihak. Di peringkat antarabangsa, berdasarkan Laporan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025, penyertaan Malaysia pada tahun 20018 bagi *Trends in International*

*Mathematics and Sciences Study (TIMSS)* dan tahun 2018 bagi *Programme for International Students Assessment (PISA)* baru-baru ini menunjukkan prestasi murid telah menurun di bawah purata antarabangsa bagi mata pelajaran matematik khususnya. Manakala di peringkat Kebangsaan, keputusan peratus lulus matematik dalam PT3 (2018) secara umumnya menurun. Selain itu, hasil kupasan mutu jawapan pada tahun 2018 oleh bahagian peperiksaan Kementerian Pelajaran Malaysia menunjukkan 10 daripada 20 soalan subjektif yang diberikan berkaitan dengan ungkapan algebra. Topik algebra juga didapati antara yang banyak soal di dalam peperiksaan peringkat antarabangsa seperti PISA (OECD, 2018) dan TIMSS (2018). Ini menunjukkan konsep ungkapan algebra antara yang diutamakan dalam penentuan prestasi murid dalam bidang matematik di peringkat kebangsaan mahu pun peringkat antarabangsa.

Pemahaman konsep ungkapan algebra pada peringkat menengah rendah memerlukan murid untuk menguasai pengetahuan tentang pemboleh ubah, pemalar, pekali, operasi asas membabitkan ungkapan, mempermudah ungkapan algebra, melakukan pemfaktoran mudah, menyelesaikan persamaan linear yang melibatkan satu atau dua anu, penggantian ke atas rumus dan sebagainya. Manakala pembelajaran konsep ungkapan algebra menengah atas pula, melibatkan persamaan dan fungsi kuadratik, melakar graf ketaksamaan dan persamaan, pemfaktoran algebra yang membabitkan bentuk bukan linear, dan banyak lagi.

Kesukaran murid dalam pembelajaran algebra dalam kalangan murid sekolah menengah kebanyakannya berpunca dari kurang faham tentang konsep asas ungkapan algebra (Kieran, 2004; Booth, 2011; Macgregor, and Stacey, 1997; Stewart, 2008; Coleman, 2008, Emily, 2010 & Bush, 2011; Ncube, 2016; Wang,

2015; Reyhan, 2017). Justeru itu, ungkapan algebra antara perkara asas yang terlebih dahulu perlu difahami dengan baik kerana murid harus membentuk ungkapan yang betul dan berupaya menulisnya dalam bentuk termudah untuk menyelesaikan sebarang masalah algebra. Pemahaman konsep ungkapan algebra membabitkan pemboleh ubah, simbol dan huruf, serta olahan operasi tambah, tolak, darab dan bahagi memberi impak yang besar kepada pencapaian matematik murid, khususnya dalam bidang algebra.

Akgün dan Özdemir (2006) menjalankan kajian tentang pemahaman murid graduan terhadap konsep pemboleh ubah sebagai suatu nombor umum dan anu. Hasil kajian pengkaji tersebut mendapati murid yang tidak dapat membuat hubungan kait antara pemboleh ubah dengan suatu set nombor termasuklah nombor bulat dan integer, gagal membentuk ungkapan algebra dengan tepat. Knuth, Alibali, Mc Neil, Weinberg dan Stephen (2005) menjalankan kajian tentang pemahaman kesetaraan dan pemboleh ubah, teras kepada konsep algebra dalam kalangan murid sekolah menengah. Instrumen kajian dibina untuk menilai tafsiran murid tentang simbol literal, dan menilai kebolehan murid untuk menggunakan konsep pemboleh ubah ke atas dua kuantiti yang berbeza masing-masing. Kajian Rysted (2015) pula menjelaskan tentang pengetahuan algebra membabitkan huruf, ungkapan dan persamaan diperkenalkan pada murid sekolah. Wang (2015) pula membuat satu tinjauan tentang kesukaran dalam pembelajaran algebra berkaitan rapat dengan pemahaman murid dari segi bahasa dalam masalah ayat algebra, konsep dan strategi memudahkan ungkapan, dan tanda persamaan.

Pemahaman tentang proses dan prosedur operasi asas seperti tambah, tolak, darab dan bahagi penting dalam memahami konsep ungkapan algebra. Ini kerana

murid harus faham peraturan tertentu dalam menjalankan operasi tersebut semasa memudahkan ungkapan algebra. Cooper, Baturo dan William (1999) menjalankan kajian tentang pemahaman ungkapan algebra dengan memberi tumpuan ke atas struktur dan prosedur empat operasi asas, pengenalan kepada notasi ungkapan, pengembangan notasi pemboleh ubah dan lanjutan fungsi pemboleh ubah kepada ungkapan yang lebih kompleks. Manakala kajian Carraher, Barbara dan Brizuela (2000) pula, memberi fokus tentang pemahaman ke atas prosedur operasi tambah dan tolak dalam membentuk ungkapan algebra yang betul. Hoch dan Dreyfus (2004) turut memberi fokus tentang kepekaan struktur dalam kalangan murid sekolah menengah dengan memberi tumpuan ke atas kesan kurungan dalam pengiraan ungkapan algebra. Norlelawati dan Masyitah (2015) pula, menjalankan kajian tentang penggunaan strategi dalam penyelesaian algebra oleh murid ulangan sekolah menengah.

Penggunaan pelbagai pendekatan teori dan reka bentuk kajian oleh pengkaji lepas yang bertujuan untuk mendapatkan data yang kaya dan cukup untuk menjelaskan pemahaman murid tentang konsep algebra. Kieran (1987) menggunakan kognitivisme dan Lian, Yew dan Noraini (2009) menggunakan model SOLO dalam kajian mereka, masing-masing membabitkan proses penyelesaian persamaan algebra dan persamaan linear. Manakala Hackenberg (2005), Tillma (2007) dan Pekkan (2008) menggunakan konstruktivisme radikal dalam kajian mereka yang berkaitan dengan penaakulan algebra. Akgü dan Özdemir (2006) menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian, data terkumpul dan dianalisis daripada jawapan bertulis murid dalam ujian yang diberikan. Manakala Cooper (1999), Zwetzschler dan Prediger (2013) menggunakan eksperimen pengajaran yang bertujuan untuk mendapat maklum balas terhadap pengalaman murid dalam memahami konsep

ungkapan algebra. Girit dan Akyuz (2017) pula menggunakan beberapa kajian kes dalam menyiasat tentang latihan mengajar ke atas ungkapan algebra.

Secara keseluruhan, kajian ini memberikan tumpuan khusus kepada isu pembelajaran ungkapan algebra atas beberapa sebab, antaranya; sangat kurang kajian yang bertumpukan pemahaman murid tentang topik ini dan kebanyakan kajian tentang ungkapan membabitkan analisis kesalahan. Bagi kajian lepas tentang pemahaman ungkapan algebra pula banyak tertumpu pada murid sekolah rendah (pengetahuan awal algebra membabitkan corak dan susunan nombor) dan pelajar pengajian tinggi.

Selain itu, adanya pengkaji lepas yang menjalankan kajian tentang pemahaman konsep algebra menggunakan pendekatan dan reka bentuk kajian yang berbeza. Pemahaman ke atas konsep ungkapan algebra yang melibatkan gambaran mental, perwakilan, makna, hubung kait, komunikasi, dan penaakulan masih kurang dibincang secara menyeluruh. Pengetahuan tentang pemahaman ungkapan algebra amat terhad dan kurang di dapati terutamanya yang melibatkan kajian di Malaysia. Ini kerana kebanyakan kajian di Malaysia memberi fokus tentang jenis kesilapan dan salah konsep murid dalam menyelesaikan masalah ungkapan algebra. Justeru itu, pengkaji memilih untuk mengkaji pemahaman murid tentang ungkapan algebra yang merangkumi tujuh indikator tersebut. Konstruktivisme radikal merupakan satu-satunya teori yang membincangkan pemahaman dari segi gambaran mental, perwakilan, makna, hubung kait, komunikasi, penaakulan dan penyelesaian masalah. Maka teori ini sesuai untuk dijadikan landasan kajian ini.



### **1.3 Kerangka Teori**

Kajian ini menggunakan konstruktivisme radikal sebagai teori kajian. Konstruktivisme radikal merupakan teori yang bertumpu kepada proses mengetahui secara rasional. Menurut teori ini, mengetahui merupakan satu proses yang membabitkan interaksi antara persekitaran yang diasimilasikan dengan manusia yang mempunyai matlamat yang khusus. Pengalaman, kematangan, interaksi sosial, dan keseimbangan merupakan empat faktor yang mempengaruhi proses tersebut.

Selain itu, teori ini berpendapat pengetahuan kognitif manusia bersifat aktif secara intrinsik. Manusia berupaya melakukan proses adaptasi dan organisasi demi kelangsungan hidup dan pembangunan diri. Dengan kata lain, konstruktivisme radikal melihat individu sebagai manusia epistemologi, iaitu manusia berkognisi atau berpengetahuan yang bersifat aktif dan mereka mengetahui sesuatu perkara melalui proses pembinaan yang aktif, rekursif dan berterusan (Nik Azis, 1999). Konsep pembinaan yang aktif terdiri daripada dua perkara: struktur asas yang menjadi landasan memulakan sesuatu pembinaan dan proses transformasi atau pengubahsuaian bahan binaan itu sendiri (von Glasersfeld, 1996).

Dua prinsip asas diutarakan oleh von Glasersfeld mendasari konstruktivisme radikal. Prinsip pertama ialah pengetahuan tidak diterima secara pasif sama ada melalui deria atau melalui cara komunikasi, dan pengetahuan dibina oleh individu yang berfikir secara aktif. Seterusnya, prinsip kedua ialah fungsi kognisi adalah adaptif dan cenderung ke arah kesesuaian atau berdaya maju, dan kognisi berperanan dalam mengorganisasikan pengalaman seseorang dan bukan dalam menemui realiti ontologi yang objektif (von Glasersfeld, 1996).

Menurut prinsip pertama konstruktivisme radikal, aktiviti mengetahui sesuatu perkara bukan dengan cara mereplika atau menciptak maklumat tertentu dari persekitaran luar ke dalam mental tetapi ia perlu dibina secara aktif berdasarkan pengetahuan sedia ada dan pengalaman oleh setiap individu dan proses pembinaan itu bersifat berulang-ulang. Pengetahuan yang dibina adalah dari apa yang dibentuk dan ditafsirkan oleh individu tersebut. Manakala bagi prinsip yang kedua, konstruktivisme radikal merujuk kepada pengetahuan atau pemikiran manusia berkembang secara perlahan-lahan melalui satu siri transformasi. Dalam proses ini, satu struktur konsepsi yang ada akan diubah secara perlahan-lahan untuk membentuk struktur konsepsi yang lebih kompleks. Dengan kata lain, sebarang struktur konsepsi yang baru adalah terbentuk daripada organisasi (penyusunan) atau pengubahsuaian struktur yang terdahulu (Nik Azis, 1999).

Selain itu, konstruktivisme radikal adalah teori yang sekular. Terdapat enam aspek utama yang menjadi asas kepada pembentukan prinsip teori ini perlu difahami dengan jelas, iaitu metafizik, epistemologi, aksiologi, logik, pedagogi, dan metodologi. Metafizik memberi fokus kepada teori kejadian, kewujudan dan realiti yang membabitkan status alam seagat serta yang mendiami alam ini. Dalam aspek ini konstruktivisme radikal bersifat neutral secara ontologi (von Glasersfeld, 1996). Alam yang dimaksudkan adalah alam pengalaman. Realiti adalah pengalaman yang wujud daripada interaksi manusia dengan persekitaran dan ia sentiasa berubah. Oleh itu, wujud kepelbagaian dalam realiti berdasarkan pengalaman manusia yang berbeza-beza.

Seterusnya, aspek epistemologi merujuk teori pengetahuan dan perihal mengetahui. Aspek ini digunakan dalam dua konteks, iaitu konteks psikologi yang

memberi tumpuan kepada teori tentang asal usul dan ciri asas pengetahuan, termasuklah pembelajaran; dan konteks falsafah yang memberi tumpuan kepada pengelasan pengetahuan secara logik dan asas justifikasi bagi pengelasan tersebut. Dalam kajian ini, pengetahuan tidak diterima secara pasif sama ada melalui deria atau melalui cara berkomunikasi tetapi murid perlu membina pengetahuan baru sendiri berdasarkan pengetahuan sedia ada dan pengalamannya. Ini bermakna, semua pengetahuan yang dibina oleh murid itu sendiri dan pengetahuan itu terdiri daripada apa yang dibentuk dan ditafsirkan oleh mereka (Steffe, 2007). Pengetahuan itu terbina apabila murid berjaya mengatasi halangan dan cabaran semasa proses pembelajaran berlaku.

Aksiologi merujuk teori umum tentang nilai yang merujuk kepada kualiti positif tentang sebarang perkara yang di anggap berguna, menarik, penting, berharga, berfaedah, dan menjadi idaman (Nik Azis, 2008). Teori ini termasuklah pandangan tentang etika, estetika, kerapian matematik, dan berhubungan. Etika berkait dengan pengalaman masyarakat yang sudah teruji, manakala estetika mencerminkan cita rasa umum (Nik Azis, 2008). Dalam kajian ini, nilai seperti tidak putus asa dalam mencuba menyelesaikan masalah yang diberikan, menggunakan prosedur atau cara kerja yang sistematik dan kemas, tekun dan sabar ketika ditemu duga, memberi kerjasama yang baik, dan sanggup berkongsi pandangan serta sanggup menerima teguran dan cadangan yang diberikan, merupakan antara nilai yang akan diperlihatkan oleh murid semasa sesi temu duga dijalankan.

Aspek pedagogi pula merujuk kepada teori tentang pengajaran iaitu cara memupuk pembelajaran mengikut epistemologi tertentu. Ia memberi tumpuan kepada peranan guru dan murid semasa kajian ini dilakukan. Dalam kajian ini,

pengkaji berperanan sebagai penemu duga, pembina model tentang pengetahuan matematik yang dimiliki oleh murid, dan juga sebagai guru yang menyediakan aktiviti pembelajaran yang relevan, soalan yang kritis yang hendak diutarakan, jenis refleksi yang perlu dilakukan, dan jenis pembelajaran yang perlu digalakkan (Nik Azis, 1999). Oleh itu, pengkaji bertanggungjawab mencipta persekitaran yang bermasalah atau menyediakan situasi yang mencabar yang mana memberi motivasi atau penggalak kepada murid untuk memberi jawapan. Pengkaji juga harus bijak dalam memberi masalah tersebut, iaitu masalah itu harus menjadi pencetus untuk murid terus berusaha mencari penyelesaian dan bukan masalah yang menjadikan murid terus berputus asa memberi jawapan.

Aspek terakhir ialah metodologi yang merujuk teori tentang kaedah dan teknik yang sesuai dan sah untuk digunakan bagi menjanakan dan menjustifikasikan pengetahuan dalam konteks epistemologi tertentu. Dalam kajian ini, pengetahuan yang dimiliki oleh murid boleh dikenal pasti dengan menggunakan teknik temu duga klinikal. Menurut konstruktivisme radikal, teknik temu duga klinikal membabitkan tiga komponen, iaitu pemerhatian, pertanyaan dan penilaian. Semua kajian yang melibatkan pemikiran murid perlu pemerhatian khusus kerana setiap tingkah laku mereka sama ada dalam bentuk lisan atau bertulis merupakan data (Piaget, 1929; von Glasersfeld, 1996). Data kajian penting kerana pengkaji membuat inferens tentang kemungkinan yang berlaku dalam pemikiran murid. Bagi memudahkan pemerhatian dan penganalisan data, sesi temu duga dirakam menggunakan kamera video. Persoalan yang diutarakan dalam temu duga juga penting kerana ia membolehkan pengkaji merumus dan menguji andaian tentang pengetahuan matematik yang dimiliki oleh murid. Penilaian pula membolehkan pengkaji menyemak dan mempertimbangkan respons yang diberi oleh murid (Nik Azis, 1999).

Kelima-lima aspek tersebut merupakan tapak pembentukan konstruktivisme radikal. Sehubungan dengan itu, terdapat beberapa andaian yang mendasari kajian pemahaman ungkapan algebra dalam kalangan murid Tingkatan Dua dengan berlandaskan konstruktivisme radikal yang mana tujuh daripadanya adalah:

1. Realiti bagi murid Tingkatan Dua di anggap sebagai sebahagian pembinaan mental mereka.
2. Pengetahuan ungkapan algebra perlu dibina oleh setiap murid berdasarkan pengalaman sendiri.
3. Murid Tingkatan Dua telah mempelajari konsep asas ungkapan algebra sebelum kajian ini dijalankan.
4. Pengetahuan yang dibina adalah merupakan apa yang dibentuk dan ditafsirkan oleh murid tersebut.
5. Asal atau akar umbi kepada pengetahuan tentang ungkapan algebra boleh di susur galur kepada aktiviti motor deria dan unsur asas kepada pemahaman pengetahuan tersebut terdiri daripada apa yang dibentuk dan ditafsirkan oleh murid itu.
6. Murid Tingkatan Dua menjawab secara jujur dan benar dalam kesemua tugas yang diberikan semasa temu duga klinikal.
7. Pemahaman terdiri daripada aktiviti mental yang digunakan oleh murid sebagai bahan bagi refleksi dan abstraksi.

Andaian yang dibuat oleh pengkaji adalah bertujuan untuk memperkecilkan skop kajian, melicinkan proses dan memudahkan perlaksanaan kajian, serta membantu pembaca menilai hasil kajian yang dijalankan.

#### **1.4 Tujuan Dan Objektif Kajian**

Pengetahuan asas tentang ungkapan algebra yang kukuh amat penting dalam memastikan kesinambungan yang baik bagi pembelajaran murid ke peringkat yang lebih tinggi (KPM, 2017). Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti pemahaman murid Tingkatan Dua tentang ungkapan algebra. Selaras dengan tujuan kajian, objektif kajian ini adalah seperti berikut:

1. Menenal pasti gambaran mental yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua tentang ungkapan.
2. Mengkaji cara murid Tingkatan Dua mewakili ungkapan algebra.
3. Meneroka makna yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua tentang ungkapan algebra.
4. Mengkaji cara murid Tingkatan Dua membuat hubung kait konsep berkaitan dengan ungkapan algebra.
5. Mengkaji cara murid Tingkatan Dua berkomunikasi tentang ungkapan algebra.
6. Mengkaji cara murid Tingkatan Dua menaakul ke atas situasi membabitkan ungkapan algebra.
7. Mengkaji cara murid Tingkatan Dua menyelesaikan masalah yang melibatkan.

Objektif ini menjadi panduan bagi membentuk soalan kajian ini untuk mencapai tujuan kajian dalam mengenal pasti pemahaman murid Tingkatan Dua tentang ungkapan algebra. Pemilihan dan pembentukan instrumen yang bersesuaian bagi soalan kajian untuk mencapai objektif kajian ini.

## 1.5 Soalan Kajian

Kajian ini telah direka bentuk untuk meneroka dan mendapat kefahaman yang mendalam tentang pemikiran murid tentang ungkapan algebra. Secara khusus, kajian ini memberi tumpuan kepada tujuh soalan kajian yang berikut:

1. Apakah gambaran mental murid Tingkatan Dua tentang konsep asas ungkapan algebra?
2. Bagaimanakah murid Tingkatan Dua mewakili ungkapan algebra dalam masalah ayat algebra?
3. Apakah makna yang dipunyai oleh murid Tingkatan Dua dalam memberi nilai kuantitatif kepada ungkapan algebra?
4. Bagaimanakah murid Tingkatan Dua membuat hubung kait antara konsep berkaitan dengan ungkapan algebra?
5. Bagaimanakah murid Tingkatan Dua berkomunikasi tentang ungkapan algebra?
6. Bagaimanakah murid Tingkatan Dua membuat penaaakulan dalam situasi membabitkan ungkapan algebra?
7. Bagaimanakah murid Tingkatan Dua menyelesaikan masalah melibatkan ungkapan algebra?

Kajian ini menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian dan temu duga klinikal sebagai teknik untuk mengumpul data bagi menjawab soalan kajian. Pandangan, idea, dan pengalaman murid ketika temu duga dijalankan membantu pengkaji untuk meneroka pemikiran mereka tentang ungkapan algebra. Data kualitatif yang diperolehi melalui pemerhatian dan catatan pengkaji, tingkah laku, serta jawapan bertulis murid dianalisis mengikut tujuh subkonstruk pemahaman.

## 1.6 Definisi Istilah

Terdapat beberapa istilah asas yang digunakan dalam kajian ini, yang dua daripadanya adalah pemahaman dan ungkapan algebra. Selain itu terdapat tujuh istilah bagi subkonstruk pemahaman, dan lima istilah bagi subkonstruk ungkapan algebra. Berikut adalah definisi bagi istilah tersebut.

### 1.6.1 Pemahaman.

Pemahaman merujuk keupayaan murid untuk membina pengetahuan yang berdaya maju (Von Glaserfeld, 1996).

- (a) ***Gambaran mental.*** Gambaran mental merupakan imej tentang sesuatu yang terbentuk secara spontan apabila murid menggunakan pengetahuan yang khusus pada waktu tertentu untuk mentafsirkan perkataan atau simbol yang diberikan (Steffe, 2007; Nik Azis, 1999).
- (b) ***Pewakilan.*** Pewakilan merujuk cara murid membuat perwakilan simbol terhadap pemboleh ubah dalam ungkapan algebra serta cara mereka mentafsirkan perwakilan ungkapan yang diberikan (Von Glaserfeld, 1996; Nik Azis, 2008).
- (c) ***Makna.*** Makna merujuk keupayaan murid membuat tafsiran tentang beberapa perkara yang berkaitan dengan ungkapan algebra seperti, anu, pemboleh ubah, sebutan, simbol, huruf dan operasi-operasi asas yang digunakan (Von Glaserfeld, 1996; Nik Azis, 1999).
- (d) ***Hubung Kait.*** Hubung kait merujuk keupayaan murid membuat hubung kait antara anu, pemboleh ubah, sebutan, simbol, operasi tambah, operasi tolak, operasi bahagi dan operasi darab, dan kurungan (Nik Azis, 2008).



- (e) **Komunikasi.** Komunikasi merujuk kepada kemampuan murid membuat komunikasi secara lisan atau pun secara bertulis tentang pemboleh ubah, pemalar, pekali, simbol, dan manipulasi operasi dalam ungkapan algebra kepada orang lain (Nik Azis, 2008).
- (f) **Penaakulan.** Penaakulan merujuk kepada kemampuan murid menghujahkan penyelesaian dalam bahasa matematik yang tepat dan menterjemahkan ke dalam model matematik yang bersesuaian (Steffe, 2007; Nik Azis, 2008).
- (g) **Penyelesaian masalah.** Penyelesaian masalah merujuk kepada kemampuan murid untuk berfikir secara kritis, cekap dalam menentukan pengetahuan yang diperlukan mengikut situasi dan teliti dalam mencapai matlamat yang diharapkan (Von Glaserfeld, 1987; Steffe, 2007; Nik Azis, 2008).

### 1.6.2 Ungkapan Algebra

Ungkapan algebra merujuk kepada sebarang kombinasi nombor, simbol, dan operasi asas, dan mungkin pasang kurungan yang bermakna secara logik atau matematik (Nik Azis, 2008; Wheeler, 2015).

- (a) **Pemboleh ubah.** Pemboleh ubah adalah kuantiti yang boleh mengambil nilai di atas satu kontinum (Wheeler, 2015). **Anu** merujuk kepada satu kuantiti yang nilainya tidak diketahui dan perlu untuk ditentukan (Nik Azis, 2008).
- (b) **Pekali.** Pekali adalah suatu nombor tetap yang bergabung dengan sebarang simbol atau huruf (Baratto & Bergman, 2008).
- (c) **Pemalar.** Pemalar adalah nilai angka yang tetap (Wheeler, 2015)

- (d) **Simbol.** Simbol mewakili nombor atau ahli set yang khusus dan digunakan untuk mewakili kuantiti dan menyatakan hubungan umum bagi semua ahli set (Nik Azis, 2008).
- (e) **Ungkapan monomial.** Ungkapan monomial merupakan ungkapan yang mengandungi satu sebutan. **Ungkapan binomial** merupakan ungkapan yang mengandungi dua sebutan. **Ungkapan polinomial** pula merujuk kepada ungkapan yang mengandungi satu himpunan ungkapan monomial yang dicantumkan menggunakan tanda tambah dan/atau tanda tolak (Baratto & Bergman, 2008).
- (f) **Sebutan algebra.** Sebutan algebra terdiri daripada pemalar, hasil darab satu nombor (pekali) dengan satu atau lebih pemboleh ubah, atau hasil darab dua atau lebih pemboleh ubah (Wheater, 2015).
- (g) **Sebutan sama** merujuk kepada sebutan yang mengandungi pemboleh ubah (anu) yang sama. **Sebutan tidak sama.** Sebutan yang mengandungi dua atau lebih pemboleh ubah (anu) yang berbeza (Baratto & Bergman, 2008).

## 1.7 Limitasi dan Delimitasi

Bahagian ini menjelaskan tentang beberapa limitasi dan delimitasi yang terdapat dalam kajian ini. Bahagian ini juga membincangkan kesan kelemahan dan kekangan ini ke atas kesahan dalaman dan luaran kajian serta cara menanganinya.

Kajian ini mempunyai beberapa limitasi, yang mana tiga daripadanya berkaitan dengan reka bentuk, instrumen dan teknik pengumpulan data. Reka bentuk kajian yang digunakan dalam kajian ini adalah kajian kes. Reka bentuk kajian ini

menggunakan data kualitatif yang terkumpul melalui pemerhatian pengkaji secara langsung terhadap peserta kajian. Oleh itu, kelemahan reka bentuk kajian ini melibatkan penggunaan masa yang panjang bagi memastikan data kajian yang terkumpul cukup untuk menjawab soalan kajian. Ini akan menyebabkan peserta kajian berasa jemu dan tertekan dalam memberi jawapan dan memberi kesan kepada data yang terkumpul. Oleh itu, pengkaji membuat perancangan yang teratur dan sistematik semasa temu duga dijalankan. Pengkaji juga membuat beberapa latihan temu duga bagi mendapat jarak masa yang sesuai bagi setiap temu duga yang akan dilakukan.

Limitasi seterusnya berkaitan dengan instrumen kajian yang mana ia dibina merujuk kepada instrumen kajian lepas. Kajian ini mengkaji pemahaman murid tentang ungkapan algebra. Oleh itu, mungkin terdapat instrumen kajian lepas yang tidak bersesuaian untuk digunakan bagi mengukur kriteria yang diperlukan dalam untuk mengukur pemahaman murid. Jadi pengkaji membuat rujukan kepada penyelia dan juga pakar matematik untuk mendapat pandangan tentang kesesuaian instrumen yang digunakan. Beberapa kajian rintis juga dijalankan untuk membuat pengubahsuaian ke atas instrumen tersebut sehingga ia menepati kriteria yang dikehendaki.

Limitasi yang ketiga berkaitan dengan teknik pengumpulan data. Data kajian terkumpul adalah melalui protokol temu duga dengan dibantu oleh protokol soal selidik. Maka kredibiliti kajian ini sangat bergantung kepada kekayaan data yang terkumpul dan kebolehan pengkaji untuk menganalisis secara analitis. Namun begitu sejauh mana kejujuran peserta kajian menjawab segala butiran dalam protokol temuduga dan protokol soal selidik tidak dapat dipastikan. Oleh itu, pengkaji

membentuk dan mengemukakan soalan yang tidak meragukan. Di samping pengkaji perlu peka kepada data tanpa bahasa, memberi perhatian kepada peserta kajian secara menyeluruh, memproses data dengan serta-merta, meneliti respons beranomali, dan membuat penjelasan dan rumusan semasa kajian berjalan. Jadi pengkaji menggunakan perakam video bagi membantu melaksanakan tugas tersebut.

Seterusnya, dalam kajian ini terdapat beberapa delimitasi yang mana tiga daripadanya berkaitan dengan aspek psikologi, topik kajian, dan peserta kajian. Kajian ini tidak memilih aspek psikologi seperti sikap dan kepercayaan kerana aspek tersebut adalah dari domain afektif yang memberi tumpuan kepada tingkah laku murid dalam pembelajaran. Namun begitu, indikator dalam pemahaman seperti gambaran mental, perwakilan, makna, hubung kait, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah juga sesuai untuk membantu kajian dari domain psikologi yang berbeza seperti sikap atau kepercayaan murid dalam pembelajaran algebra.

Delimitasi kedua berkaitan dengan topik kajian. Kajian tidak mengkaji topik persamaan algebra yang juga penting dalam silibus sekolah menengah. Persamaan algebra kerap digunakan dalam menyelesaikan masalah berkaitan mencari nilai kepada anu atau pemboleh ubah. Walau pun begitu, ungkapan algebra diguna pakai dalam topik persamaan algebra. Ini kerana ungkapan algebra perlu dibentuk terlebih dahulu sebelum menyelesaikan masalah persamaan algebra.

Delimitasi yang ketiga melibatkan peserta kajian. Kajian tidak memilih murid Tingkatan Dua sekolah berasrama penuh kerana murid sekolah tersebut adalah dari kategori cemerlang. Semua murid sekolah berasrama penuh merupakan murid yang terpilih di atas kecemerlangan akademik mereka. Data kajian yang diperolehi mungkin hanya melibatkan satu atau dua kategori sahaja iaitu kategori cemerlang

dan sederhana. Walau pun begitu, pandangan dan pemikiran murid Tingkatan Dua sekolah asrama penuh masih relevan dan selari dengan murid Tingkatan Dua sekolah harian biasa kerana corak dan tahap pemikiran mereka masih dalam kelompok usia empat belas tahun.

Ketiga-tiga delimitasi ini memberi kesan ke atas kesahan luaran kajian ini. Generalisasi statistik hasil kajian dari sampel ke populasi adalah mustahil dilakukan kerana data yang diperolehi adalah secara deskriptif hanya melibatkan istilah pemahaman, topik ungkapan algebra dan murid Tingkatan Dua. Namun pengkaji menggunakan generalisasi analitis dan naturalistik terhadap ketiga-tiga perkara tersebut. Generalisasi ini dibuat oleh pembaca berdasarkan maklumat yang dibekalkan dalam laporan kajian (Nik Azis seperti dirujuk dalam Stake, 1995). Pembaca yang terdiri daripada guru dan pensyarah yang mendapati istilah psikologi, topik kajian dan peserta kajian ini banyak persamaan dengan perkara lain, jadi mereka membuat generalisasi bahawa hasil kajian ini boleh diaplikasikan kepada perkara tersebut.

### **1.8 Signifikan Kajian**

Hasil kajian ini dijangka boleh memberi manfaat kepada guru, guru pelatih, penggubal kurikulum, penulis buku dan juga silibus matematik sekolah menengah. Pertama, hasil kajian ini dijangka membantu guru dalam menyediakan rancangan pengajaran yang lebih berkesan, serta merangka teknik pengajaran yang sesuai bagi menjalankan aktiviti pembelajaran yang baik dan menarik. Hasil kajian ini, antara lain memberikan impak kepada pengajaran dan pembelajaran algebra dalam memudahkan ungkapan membabitkan operasi campuran, kemahiran dalam membuat perwakilan ungkapan ke atas masalah ayat algebra, dan pengembangan unsur dalam

ungkapan. Selain itu, hasil kajian ini juga dijangka bermanfaat dalam program latihan guru, sebagai panduan kepada guru-guru pelatih atau guru yang sedang dalam percubaan dari segi prinsip dan prosedur dalam menyelesaikan masalah ungkapan.

Seterusnya, hasil kajian ini dijangka memberi petunjuk dan panduan kepada penggubal kurikulum sekolah menengah tentang cara-cara untuk meningkatkan pemahaman murid dalam pembelajaran tentang ungkapan algebra khususnya. Tambahan pula, penulis buku teks sekolah dan juga buku rujukan matematik sekolah menengah dapat gambaran dan idea baru dalam merangka aktiviti pengajaran dan pembelajaran yang terancang, serta membentuk soalan-soalan kemahiran aras tinggi yang dapat membantu guru dan murid memahami konsep ungkapan algebra dengan lebih jelas.

Hasil kajian ini juga dijangka dapat membantu dalam penambahbaikan silibus matematik sekolah menengah yang ada. Pihak-pihak berkenan di Kementerian Pendidikan Malaysia dapat merancang dan merangka kursus atau program yang berkaitan dengan peningkatan kualiti pengajaran dan pembelajaran matematik umumnya dan algebra khususnya untuk guru atau pun murid. Kursus atau program ini memberi suatu pengalaman yang murid tidak perolehi di sekolah. Akhir sekali, dapatan kajian diharap dapat membuktikan kerelevanan teori konstruktivisme radikal dalam meningkatkan mutu pendidikan matematik.

## **1.9 Rumusan**

Bab ini mengandungi tujuh bahagian penting iaitu latar belakang, pernyataan masalah, kerangka teori, tujuan dan soalan kajian, definisi istilah, limitasi dan delimitasi dan signifikan kajian. Latar belakang kajian dan pernyataan masalah

membincangkan beberapa isu kritikal dalam pembelajaran algebra. Pemilihan satu daripada isu kesukaran dalam pembelajaran algebra sebagai fokus kajian dihuraikan dan justifikasinya diberi dalam pernyataan masalah. Penggunaan konstruktivisme radikal sebagai teori, ciri-ciri asasnya dan andaian terhadap teori tersebut dijelaskan di dalam kerangka teori.

Seterusnya, tujuan dan tujuh soalan kajian dinyatakan, dan definasi istilah dipaparkan di bahagian masing-masing. Beberapa limitasi dan delimitasi serta perkara yang perlu dilakukan untuk mengatasinya dihuraikan. Akhir sekali, signifikan kajian membincangkan manfaat dan kegunaan hasil kajian kepada beberapa individu, kumpulan dan organisasi tertentu.

Laporan kajian ini merangkumi lima bab. Bab Satu meletakkan asas bagi laporan kajian ini. Berdasarkan asas ini, laporan kajian maju ke hadapan untuk menjelaskan secara terperinci tinjauan literatur dalam Bab Dua, metodologi kajian dalam Bab Tiga, hasil kajian dalam Bab Empat, dan perbincangan, kesimpulan dan implikasi kajian dalam Bab Lima. Seterusnya, semua rujukan disenaraikan di bawah tajuk Rujukan, manakala bahan sokongan dan tambahan pula di lampirkan di bawah tajuk Appendix.

## **BAB 2: TINJAUAN LITERATUR**

Bab Dua mengandung enam bahagian utama, iaitu pengenalan, konstruktivisme radikal, konsep pemahaman, konsep ungkapan algebra, kajian relevan tentang ungkapan algebra, dan rumusan. Bahagian kedua menjelaskan tentang kekuatan teori yang digunakan berbanding teori lain. Bahagian ini turut membincangkan kerangka konseptual yang menjadi panduan bagi kajian yang dijalankan. Bahagian ketiga membincangkan tentang konstruk pemahaman menurut konstruktivisme radikal. Bahagian keempat dan kelima pula menjelaskan tentang istilah, definasi dan komponen penting yang terdapat dalam ungkapan algebra dan kajian relevan yang berkaitan. Bahagian terakhir adalah rumusan tentang Bab Dua dan pengenalan kepada Bab Tiga.

### **2.1 Konstruktivisme Radikal**

Konstruktivisme radikal adalah satu teori yang menjadikan pengalaman seseorang individu sebagai asas kepada proses mengetahui, pengetahuan yang dimilikinya, dan komunikasi yang dilakukan oleh individu tersebut. Menurut teori ini, sifat asas pengetahuan manusia dan proses untuk membina pengetahuan adalah saling berkait antara satu sama lain (von Glasersfeld, 1985). Paling utama ialah pendekatan ini meletakkan tanggungjawab untuk bertindak, berfikir dan membina pengetahuan di atas bahu individu itu sendiri.

Konstruktivisme radikal merupakan pendekatan psikologi yang mana aspek epistemologinya dikembangkan oleh von Glasersfeld, manakala metodologi yang berkaitan dengan pengetahuan matematik dikembangkan oleh Steffe daripada idea yang dimajukan oleh Piaget (Nik Azis, 1999). Menurut von Glasersfeld (1996),



konstruktivisme radikal adalah satu teori mengetahui, bukan epistemologi konvensional yang menganggap pengetahuan sebagai penjelmaan kebenaran yang menggambarkan dunia "itu sendiri" bebas mengetahui atau lebih dikenali dengan epistemologi boleh silap. Metodologi penyelidikan berlandaskan teori ini pula memberi penekanan dan tumpuan kepada dua perkara asas, iaitu bentuk pengetahuan matematik yang dimiliki oleh murid (aspek pengetahuan semasa) dan cara murid membina pengetahuan tersebut (aspek perkembangan) (Steffe, 1988 seperti yang dirujuk dalam Nik Azis, 1999).

Pemilihan konstruktivisme radikal sebagai landasan untuk kajian kerana kekuatan teori ini dalam beberapa aspek yang mana enam daripadanya berkaitan dengan soalan kajian, pemilihan peserta kajian, pemilihan reka bentuk kajian, pemilihan teknik pengumpulan data, cara menganalisis, dan mentafsirkan data. Teori konstruktivisme radikal membantu pengkaji dalam membentuk kerangka konseptual yang menjadi panduan pengkaji dalam membentuk dan memperincikan soalan kajian. Kerangka konseptual kajian ini memaparkan saling hubungan antara subkonstruk pemahaman dan juga subkonstruk ungkapan algebra dalam membentuk fokus kajian dan diperincikan melalui tujuh soalan kajian untuk mencapai tujuan kajian, iaitu mengenal pasti pemahaman murid tentang konsep ungkapan algebra (Nik Azis, 2014).

Aspek pemilihan peserta kajian melibatkan cara murid memproses pengetahuan. Konstruktivisme radikal memberi fokus kepada proses pembinaan dan pengembangan pengetahuan secara rasional yang mana murid membina pengetahuan dengan sendiri berdasarkan pengalaman sedia ada. Teori tersebut melihat pemikiran murid sebagai organisma adaptif iaitu berupaya mengadaptasi pengetahuan baru

yang diterima melalui asimilasi dan akomodasi. Konstruktivisme radikal juga menganggap murid sebagai satu organisma yang aktif, tetapi tidak mempunyai kebolehan untuk mengetahui realiti ontologi (Steffe & Kieren, 1994; Nik Azis, 1999). Metafora pemikiran murid berlandaskan teori pemprosesan maklumat pula mengadaikan sesetengah pengetahuan yang dipelajari oleh murid membabitkan maklumat yang dimasukkan ke dalam mental daripada persekitaran luar dan maklumat itu tidak dibina dari dalam.

Penyelidikan ini merupakan kajian konsepsi yang mana fokus kajian adalah terhadap pengalaman murid membina pengetahuan dan usaha mereka untuk memberi makna kepada pengalaman tersebut (Nik Azis, 1999). Tinjauan literasi berkaitan dengan kajian konsepsi (Nik Azis 1987; Charles dan Nason, 2000; Steffe, 2002; Zelha 2008; Stewart dan Thomas, 2009; Lee dan Hackenberg, 2013; Hoi, 2017) memandu pengkaji dalam pemilihan kajian kes sebagai reka bentuk kajian. Dalam aspek pengumpulan data, konstruktivisme radikal mengesyorkan temu duga klinikal sebagai teknik pengumpulan data dan data terkumpul berdasarkan tujuh subkonstruk pemahaman, iaitu gambaran mental, perwakilan, makna, hubungan kait, komunikasi, penaaakulan, dan penyelesaian masalah yang diberikan oleh murid (von Glasersfeld 1996; Nik Azis, 1999). Data yang diperolehi dari perspektif murid adalah untuk membina pengetahuan matematik yang dimiliki oleh mereka dan memahami bagaimana mereka menggunakan, membentuk dan mengembangkan pengetahuan tersebut. Data kualitatif yang diperolehi daripada pemerhatian pengkaji, catatan bertulis, tingkah laku dan perbualan murid, membantu dalam menjawab soalan kajian ini.

Selain itu, konstruktivisme radikal membantu pengkaji dalam menganalisis dan mentafsirkan data menggunakan analisis model-susunan-kedua (Steffe, 2002, 2006, & 2007). Analisis model-susunan-kedua melibatkan tafsiran tentang pengetahuan yang dimiliki oleh murid tentang keadaan atau aktiviti yang dilakukan oleh murid tersebut berdasarkan pengetahuan dan pengalaman pengkaji. Penggunaan hubungan timbal-balik antara analisis peringkat pertama dan kedua adalah asas dalam program penyelidikan konstruktivisme radikal kerana memberikan gambaran tentang pengkaji dan cara mereka melaksanakan kajian tersebut (Steffe, 2006). Analisis data dibuat berdasarkan panduan pengkelasan kes mengikut tujuh indikator pemahaman. Setiap laporan kes yang dibentangkan oleh pengkaji adalah berdasarkan pemikiran dan pengalaman pengkaji sendiri.

Terdapat beberapa pengkaji lepas menggunakan konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian mereka. Kajian Hackenberg (2005) turut menggunakan konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian beliau untuk memahami dua perkara utama. Pertama, kajian beliau adalah untuk menjejaki evolusi pemikiran pendaraban murid dengan kuantiti pecahan sebagai asas untuk penyelesaian masalah yang boleh diselesaikan dengan persamaan linear asas. Pandangan konstruktivis ini merangkumi kesinambungan pengetahuan dan pengalaman murid dalam melaksanakan matematik sepanjang tempoh eksperimen pengajaran dijalankan. Perkara kedua pula berkaitan dengan interaksi dalam matematik yang mana melibatkan hubungan antara pembelajaran matematik dan nilai matematik, hubungan kognitif dan kesan ke atas proses pembelajaran dan nilai tersebut, dan hubungan antara guru dan murid yang masing-masing sedang belajar daripada dan membantu pembelajaran untuk lain.

Zelha (2008) turut menjalankan kajian yang melibatkan penaakulan algebra tetapi memberi fokus kepada pembinaan model skim pendaraban pecahan dan operasi algebra dalam kalangan murid Gred Lapan. Kajian beliau pula bertujuan untuk mengetahui bagaimana murid menggunakan skim tersebut dalam membina pengetahuan persamaan linear dan sumbangan skim itu ke atas pembinaan penaakulan songsang. Kedua-dua pengkaji ini menggunakan eksperimen pengajaran sebagai teknik pengumpulan data untuk memahami dan menerangkan skim dan operasi yang dimiliki oleh murid ketika kajian dijalankan. Pengkaji menggunakan model-susunan-kedua dalam mentafsir data kajian dan analisis retrospektif konsep digunakan untuk analisis data kajian. Pemilihan peserta kajian pula menggunakan persampelan bertujuan melalui pemerhatian dalam kelas sepanjang minggu eksperimen pengajaran dilakukan dan beberapa siri temu duga dijalankan. Pemilihan peserta kajian berdasarkan cara mereka berfikir ketika perbincangan dalam kelas dan proses kognitif dalam menyelesaikan persamaan yang diberikan bertujuan untuk mendapatkan kepelbagaian maklumat dari semua aspek pemikiran.

Dalam kajian lain yang berkaitan dengan kajian tentang hubung kait antara pengetahuan pecahan dan penaakulan algebra, kajian Lee dan Hackenberg (2013) turut memberi tumpuan khusus kepada skim pecahan berbalik murid dan penggunaan pecahan sebagai pekali. Seterusnya bagaimana pengetahuan ini berupaya mempengaruhi murid tersebut menulis persamaan untuk mewakili berhubung pendaraban antara dua kuantiti yang tidak diketahui. Sebagai tambahan kajian ini meneliti pemikiran murid dari aspek hubung kait yang dibuat antara penaakulan kuantitatif dengan penaakulan algebra murid dalam domain menulis dan penyelesaian persamaan. Kajian ini juga mengenal pasti perkembangan pengetahuan murid dalam membina persamaan untuk menyelesaikan masalah algebra yang

melibatkan anu. Reka bentuk kajian yang digunakan adalah kajian kes dan temu duga klinikal digunakan sebagai teknik pengumpulan data. Namun tumpuan kes diberi kepada seorang murid yang dikenali sebagai Willa. Data kajian dianalisis dalam dua fasa. Fasa pertama, pengkaji membentuk model operasi pecahan, skim dan penulisan persamaan. Rakaman video dan nota analitis digunakan sebagai rujukan. Fasa kedua, pengkaji menggunakan penaakulan resiprokal untuk menyatakan perhubungan antara pengetahuan pecahan dan algebra. Hasil kajian mendapati bahawa pengetahuan yang mendalam tentang pecahan menjadi asas kepada pembinaan pengetahuan algebra terutama dalam membentuk atau menulis ungkapan algebra.

Panasuk (2010) pula menggunakan konstruktivisme radikal dalam kajian yang berkaitan dengan pemahaman konseptual dalam algebra. Pengkaji memberi fokus terhadap peranan kepelbagaian perwakilan, pengurangan peringkat abstraksi, dan adaptasi abstraksi dalam menilai pemahaman tersebut. Namun pengkaji menggunakan metodologi triangulasi dengan beberapa kaedah pengumpulan data, iaitu tinjauan dan temu duga. Penganalisan data tinjauan dan temu duga diberi tumpuan kepada pembinaan makna penaakulan algebra, bagaimana murid menggunakan perwakilan secara lisan, gambaran dan simbol, dan bagaimana murid dapat mengatasi aras pengabstrakan yang dipaparkan dalam persamaan linear melibatkan satu anu.

Pugalee (2001) pula menggunakan persekitaran pembelajaran konstruktivisme dalam membantu pembelajaran algebra ke atas murid yang bermasalah (prestasi akademik yang lemah). Pengkaji memberi tumpuan aspek perwakilan yang melibatkan penggunaan teknologi dalam melakarkan graf dan pembentukan makna terhadap seunit graf yang dibentuk. Kajian ini mempertimbangkan dua perkara dalam

pembentukan persekitaran pembelajaran murid yang mana pengetahuan dibina oleh individu yang berfikir secara aktif dan seseorang memperoleh pengetahuan melalui proses adaptasi pengalaman mereka. Kedua-dua perkara tersebut menjadi panduan kepada guru-pengkaji dalam melaksanakan metodologi pengajaran untuk membolehkan murid berinteraksi dalam persekitaran pembelajaran dan membina makna tentang matematik. Perkara tersebut juga membantu pengkaji dalam mengumpul data untuk menjawab soalan kajian iaitu bagaimana persekitaran konstruktivisme (yang digalakkan melalui penggunaan teknologi) menyumbang kepada perkembangan pemahaman algebra murid sekolah menengah ketika meneroka unit graf dalam persamaan linear. Kajian ini memberi tumpuan ke atas perkembangan pengetahuan dan pembinaan idea matematik mengenai graf persamaan linear menggunakan kalkulator grafik. Pengkaji menganalisis data kualitatif yang diperolehi daripada hasil kerja murid dan nota anekdot berdasarkan kandungan homogeniti dan heterogeniti mengikut kategori tema tertentu.

Kajian Hoi (2018) turut menggunakan teori konstruktivisme radikal dalam menjalankan kajian tentang pecahan dalam kalangan guru sekolah rendah. Pengkaji memberi tumpuan aspek gambaran mental, perwakilan, makna dan penaakulan dalam mengenal pasti kefahaman guru tentang konsep pecahan. Kajian ini mempertimbangkan pengetahuan dibina oleh individu yang berfikir secara aktif dan proses adaptasi yang diperolehi daripada pengalaman mereka. Perkara tersebut membantu pengkaji dalam mengumpul data untuk menjawab soalan kajian tentang persekitaran konstruktivisme radikal menyumbang kepada perkembangan pemahaman guru sekolah rendah ketika meneroka tentang topik pecahan. Pengkaji membentuk menganalisis data kualitatif yang diperolehi daripada rakaman video, aoudio, catatan murid, dan nota penkaji berdasarkan kategori tertentu.

Tillema (2007 & 2016) pula menjalankan kajian eksperimen pengajaran berlandaskan teori konstruktivisme untuk memahami bagaimana murid Gred 8 menggunakan simbol dalam interaksi dengan guru-pengkaji untuk memulakan pembentukan sistem simbol algebra. Fokus kajian beliau melibatkan dua perkara iaitu, untuk memahami penggunaan notasi, rajah, dan bahasa ibunda dari segi operasi, skim, dan konsep; dan untuk membentuk asas tentang sistem simbol algebra dalam perwakilan perkara tersebut. Tillema menggunakan eksperimen pengajaran konstruktivis ke atas tiga orang murid yang direkodkan setiap hari aktiviti pembelajaran yang dilaksanakan. Data kajian dianalisis menggunakan dua kaedah, iaitu analisis berterusan dan analisis retrospektif. Analisis berterusan dilaksanakan melalui tontonan video rakaman bagi episode pengajaran, debat, dan perancangan episode seterusnya. Manakala analisis retrospektif merupakan peringkat kedua selepas data dikutip oleh pengkaji untuk membentuk model cara murid melaksanakan matematik dan menjelaskan cara murid menyelesaikan situasi secara matematik, abstraksi, dan perubahan yang dilakukan dalam proses itu.

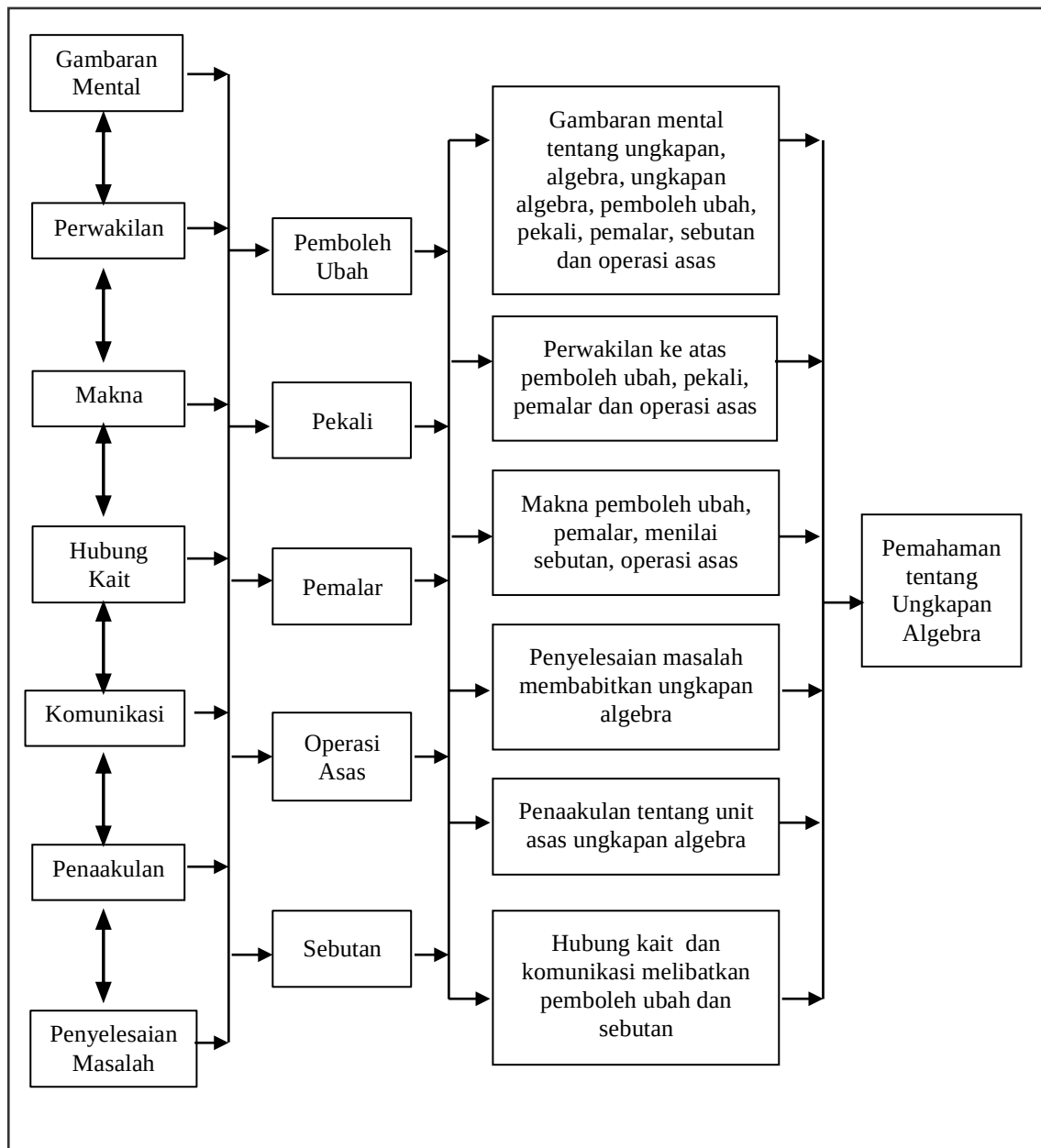
Kajian Alabdulaziz dan Higgin (2017) pula, menggunakan strategi konstruktivisme radikal bersama dengan teknologi dalam mengatasi masalah pembelajaran matematik murid sekolah rendah. Kajian mereka memfokuskan tentang cara untuk menangani kesukaran pembelajaran matematik dengan mengaitkan penggunaan teknologi dan strategi pengajaran berlandaskan radikal konstruktivisme. Data terkumpul melalui temuduga separa struktur dan pemerhatian. Hasil dapatan kajian yang mereka dapati menjelaskan bahawa teknologi dan teori yang digunakan membantu murid tentang salah konsep dalam matematik.

Kesimpulannya penyelidikan berlandaskan oleh konstruktivisme radikal memberi tumpuan kepada dua perkara asas, iaitu bentuk pengetahuan matematik yang dimiliki oleh murid dan cara mereka membina pengetahuan tersebut. Oleh kerana kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti pemahaman murid secara mendalam tentang ungkapan algebra, konstruktivisme radikal merupakan teori yang lebih sesuai digunakan dibandingkan dengan teori lain. Konstruktivisme radikal membantu pengkaji mengumpul data yang diperlukan untuk menjawab soalan kajian. Satu kerangka konseptual dibina sebagai panduan untuk pengkaji menjalankan kajian ini.

Kerangka konseptual mengandungi himpunan tujuh subkonstruk pemahaman, tujuh subkonstruk konsep ungkapan algebra, dua konteks yang berkaitan dengan aplikasi konsep ungkapan algebra, tiga fokus kajian, dan satu tujuan kajian. Ia menunjukkan saling hubungan antara subkonstruk pemahaman dengan subkonstruk ungkapan algebra dalam memberi tumpuan kepada tiga perkara bagi mencapai satu tujuan. Hubungan unsur-unsur ini dipaparkan dalam Rajah 1.1.

Subkonstruk pemahaman merangkumi gambaran mental, perwakilan, makna, hubungan kait, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah. Subkonstruk konsep ungkapan algebra pula terdiri daripada pemboleh ubah, pemalar, pekali, operasi asas, dan sebutan. Seterusnya, fokus kajian berkaitan dengan tujuh perkara tentang gambaran mental, perwakilan, makna, hubungan kait, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah ke atas pemboleh ubah, pekali, pemalar, dan sebutan dalam ungkapan algebra.





Rajah 2.1 Rangka konseptual pemahaman ungkapan algebra dalam kalangan murid Tingkatan Dua

Pemahaman konsep pemboleh ubah, pekali, pemalar, dan sebutan ditafsirkan melalui gambaran mental dan pembinaan makna. Konsep pemboleh ubah, pemalar dan pekali turut dilihat dari segi perwakilan, hubung kait dan komunikasi yang dinyatakan oleh murid. Pemahaman manipulasi operasi asas dalam ungkapan algebra turut dilihat dari segi pembinaan makna, hubung kait, penaakulan, dan

penyelesaian masalah. Dalam konteks yang sama, pemahaman konsep sebutan dan manipulasi operasi asas antara sebutan pula ditafsirkan melalui aspek perwakilan, hubung kait, komunikasi dan penaakulan. Namun, konsep operasi asas turut dilihat dari segi gambaran mental dan makna yang diberikan oleh murid. Konsep ungkapan algebra yang diberi tumpuan dalam kajian ini adalah bentuk linear yang merangkumi ungkapan monomial dan binomial.

Kajian ini mengandungi enam fokus yang berkaitan dengan semua subkonstruk pemahaman dan lima konsep dalam memahami ungkapan algebra. Fokus kajian yang berkaitan dengan gambaran mental merangkumi lapan perkara yang digambarkan oleh murid. Perwakilan dalam ungkapan algebra pula, merangkumi sebarang gambaran yang dibuat atau digunakan untuk mewakili konsep ungkapan algebra terhadap gambaran tersebut. Fokus kajian bagi pembinaan makna merangkumi tafsiran ke atas idea pemboleh ubah, pemalar, menilai sebutan dan operasi asas dalam ungkapan algebra. Seterusnya, fokus kajian turut melihat hubung kait dan komunikasi tentang pemboleh ubah dan sebutan dari segi penggunaan konsep, prosedur dan langkah-langkah yang betul serta sistematik. Penaakulan tentang unit asas ungkapan algebra merangkumi pemilihan tentang kriteria suatu ungkapan berdasarkan ciri-ciri asas dalam ungkapan membabitkan pemboleh ubah, pekali dan operasi asas. Fokus kajian seterusnya melibatkan penyelesaian masalah dalam ungkapan pula merangkumi proses dan prosedur dalam menukarkan dan membentuk masalah ayat algebra ke model atau ayat matematik, pendaraban ungkapan, penyelesaian ungkapan dalam bentuk pecahan, dan penggunaan kurungan dalam ungkapan. Enam fokus kajian ini membantu dalam memahami pemikiran murid tentang konsep ungkapan algebra.

## **2.2 Konstruk Pemahaman**

Pemahaman secara umumnya berkaitan dengan kualiti pengetahuan dalam fikiran seseorang mengenai sesuatu perkara, apa yang difahami oleh seseorang tentang sesuatu perkara atau sejauh mana sesuatu itu difahami seseorang (Nik Azis, 2014). Ia adalah hasil yang diperolehi apabila seseorang individu berjaya mengatasi gangguan yang dialaminya dengan menggunakan pengetahuan sedia ada yang relevan dan mengubah suai pengetahuan sedia ada (Nik Azis, 2014). Secara khusus, konsep pemahaman yang dibincangkan dalam kajian ini melibatkan keupayaan murid untuk menggunakan pengetahuan yang berdaya maju (von Glasersfeld, 1996, 2013). Ia memberi tumpuan terhadap pengetahuan yang dimiliki oleh murid pada sesuatu masa mengenai konsep ungkapan algebra.

Definisi pemahaman yang digunakan dalam kajian ini selaras dengan idea tentang struktur kognisi atau struktur mental (pemikiran) dalam teori mengetahui yang dianjurkan oleh konstruktivisme radikal. Menurut pendekatan ini, kognisi (proses yang digunakan oleh murid untuk membina dan mengembangkan pengetahuan) berkembang melalui pembaikan dan pengubahsuaian struktur mental (von Glasersfeld, 1996). Oleh kerana pengetahuan matematik bersifat operatif, konstruktivisme radikal mengaitkan konsep pemahaman dengan proses abstraksi reflektif. Ini kerana semakin abstrak konsep atau operasi yang hendak difahami atau dibina semakin banyak aktiviti refleksi yang diperlukan. Konsep dan operasi yang terkandung dalam pengetahuan matematik melibatkan beberapa tahap abstraksi yang membabitkan aktiviti refleksi yang dilakukan secara berturut-turut (von Glasersfeld seperti dirujuk dalam Nik Azis, 1999).

Selain itu, proses yang melibatkan apa yang difahami oleh murid tentang sesuatu perkara berlaku dalam fikiran mereka dan tidak dapat dilihat secara langsung. Justeru itu, pendekatan ini memberi fokus kepada tingkah laku murid yang boleh dilihat hanya sebagai asas untuk membina pemahaman tentang apa yang berlaku dalam pemikiran mereka (Steffe & Kieren, 1994). Dengan kata lain, pengkaji membuat inferens tentang pemahaman murid berdasarkan tingkah laku lisan dan bukan lisan yang diperhatikan semasa kajian dilakukan.

Pengkaji lepas menggunakan indikator berbeza untuk mengenal pasti pemahaman murid tentang sesuatu konsep yang dikaji, yang mana lima daripada perkara yang sering dibincangkan berkaitan dengan gambaran mental, hubungan kait, makna, perwakilan, dan penyelesaian masalah (Hoi, 2018; Rystedt, 2015; Norlelawati & Masitah, 2015; Pierce & Stacey, 2007; Barmby, Harries, Higgins & Sugate, 2007; Tilma, 2007; Greg, Yackel & Erna, 2002; Hiebert, Carpenter, Fennema, Fuson, Diana Wearne, Murray, Oliver, & Human, 2000). Namun begitu, kajian ini turut memberi tumpuan dua perkara lain membabitkan komunikasi dan penaakulan yang diberikan oleh murid bagi membina pengetahuan matematik yang dimiliki olehnya dan bagaimana murid itu menggunakan, membentuk atau mengembangkan pengetahuan tersebut. Tujuh aspek ini membantu pengkaji untuk menjalankan siasatan yang mendalam berdasarkan pengetahuan matematik yang pengkaji miliki (KPM, 2018). Semua indikator pemahaman yang digunakan bukan sahaja membantu pengkaji memahami pengetahuan yang dimiliki oleh murid malah boleh mempengaruhi pemahaman pengkaji tentang pengetahuan matematik yang dimilikinya sendiri (Steffe, 1994; Nik Azis, 1999).

Penggunaan gambaran mental sebagai subkonstruk pemahaman dalam kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti gambaran mental murid tentang perkara asas yang terkandung dalam ungkapan algebra seperti anu, pemboleh ubah, simbol dan lain-lain. Ia merujuk tindakan membentuk sesuatu perkara secara persepsi berdasarkan pengalaman lepas atau perkara yang telah dipelajari. Pembentukan gambaran mental membabitkan kebolehan seseorang murid untuk menggambarkan sesuatu yang dikaitkan dengan perkataan khusus yang dilafazkan, apabila dia mendengar pola bunyi perkataan (Nik Azis, 1999; Mason, 2002; Pierce & Stacey, 2007; Norma, 2006; Reyes, 2018). Gambaran mental ini merangkumi pelbagai perkara yang murid gambarkan berdasarkan soalan yang diutarakan padanya, yang mana boleh dipaparkan secara bertulis mahupun lisan (Pirie & Kieren, 1989). Menurut beberapa pengkaji lepas, gambaran mental murid tentang ungkapan algebra terungkap dalam pelbagai bentuk membabitkan bentuk simbolik, konseptual, konkrit dan grafik (Gregg & Erna, 2002; Iris, 2007; Pierce & Stacey, 2007; Rystedt, 2015; Reyhan, 2017).

Seterusnya tumpuan diberikan kepada perwakilan matematik. Perwakilan merangkumi pembentukan model dan pentafsiran fenomena fizikal, sosial, dan matematik; membentuk dan menggunakan perwakilan untuk menyusun, merekodkan, dan membuat komunikasi tentang idea matematik; dan memilih mengaplikasi, dan menterjemahkan satu mod perwakilan ke mod lain dalam penyelesaian masalah (Nik Azis, 2008;). Kajian ini menggunakan perwakilan bertujuan untuk mengenal pasti cara murid membuat perwakilan ke atas anu, pemboleh ubah, sebutan dan ungkapan algebra serta cara mereka mentafsirkan perwakilan dalam bentuk simbol atau rajah yang diberikan. Kajian lepas (Krebs, 2003; Celia, 2008; Booth & Koedinger, 2010; Neusa Cristina & João Pedro, 2012;

Schlieman, Carraher & Brizuela, 2012; Lee, Kiat, Swee & Jeremy, 2013; Hulse, 2013; Andam, Oktopi, Obey-Danteh, & Atteh, 2015; Jupri, 2016) memaparkan tentang kepelbagaian bentuk perwakilan berkaitan dengan ungkapan algebra.

Makna pula berkaitan dengan struktur konsepsi yang digunakan oleh murid dalam mentafsirkan dan menyusun pengalaman mereka dan struktur tersebut sentiasa terdedah untuk dipinda atau diubah oleh pengalaman yang ditafsirkan atau disusun itu (von Glasersfeld, 1996). Dalam konteks ini, makna bagi anu, pemboleh ubah, simbol, dan sebutan dalam ungkapan algebra terdiri daripada pentafsiran seseorang murid tentang perkara tersebut berdasarkan pengetahuan sedia ada (Ursini & Trigue, 2001; Usiskin, 1988; Demby, 1997; Carraher, Schliemann, & Brizuela, 2000; Christou, Vosniadu, & Vamvakoussi, 2006; Rystedt, 2015; Akpali, Adobah, & S. Boateny, 2018). Untuk memantapkan dan mengembangkan makna ini, penggunaan pengetahuan yang relevan adalah penting. Semakin canggih pengetahuan matematik yang dipunyai oleh seseorang murid maka semakin mantap makna matematik yang dipunyai oleh murid tersebut (Nik Azis, 1999).

Subkonstruk pemahaman kajian seterusnya melibatkan hubung kait. Ia merujuk kebolehan murid membuat hubung kait matematik. Kebolehan tersebut termasuklah mengenal pasti dan menggunakan hubung kait dalam kalangan idea matematik, mengenal pasti dan mengaplikasikan matematik dalam konteks di luar bidang matematik, mendemonstrasikan cara idea matematik saling berkaitan antara satu sama lain dan membina satu idea matematik lain untuk menghasilkan keseluruhan yang koheran (Hiebert & Carpenter, 1992; Usiskin, 1988, 2005; Stacey & MacGregor, 1999; Mousley, 2004; Booth & Koedinger, 2010; Kerry et al, 2013; Chimoni & Pitta-Patani, 2015).

Selain itu, komunikasi pula merujuk kepada kemampuan murid membuat komunikasi secara lisan atau pun secara bertulis. Ia melibatkan aktiviti bercakap, mendengar, menulis, mendemonstrasi, menonton dan sebagainya. Kemampuan berkomunikasi merangkumi membuat komunikasi tentang pemikiran matematik dengan jelas dan koheren kepada rakan dan orang lain; menggunakan bahasa matematik yang betul dan tepat untuk menyatakan idea; menyusun pemikiran matematik melalui komunikasi; dan menganalisis dan mempertimbang dan strategi matematik orang lain (von Glasersfeld, 1996; Nik Azis, 2008; Indah, Rosidah & Yuhana Sumiyati, 2015). Sebagai tambahan Hiebert, Carpenter, Fennema, Fuson, Diana Wearne, Murray, Oliver, dan Human, (2000) berpendapat komunikasi menggalakkan murid untuk berfikir dengan lebih luas dalam menggambarkan sesuatu dan berupaya memberikan hujah tentang idea tersebut. Menurut Hiebert et. al lagi, gabungan komunikasi dan refleksi membantu membentuk suatu hubungan baru dan hubung kait. Ini kerana murid yang membuat refleksi dalam apa yang mereka lakukan dan berkomunikasi dengan orang lain tentang hal itu mempunyai potensi yang lebih baik untuk membentuk hubung kait dalam matematik. David (2004), mendapati bahawa menulis dan penerangan lisan berfungsi sebagai alat untuk memahami proses pemikiran murid. Kajian Paridjo (2017) ke atas pembelajaran matematik sekolah rendah, mendapati bahawa murid yang mempunyai kemahiran komunikasi matematik yang baik, akan mempunyai kemampuan untuk menyelesaikan masalah dengan baik juga.

Seterusnya, penaklukan pula merujuk sebarang penghujahan atau alasan yang logik yang diberikan oleh murid. Secara amnya, ia termasuklah membuat dan meneliti konjektur, membuat dan mempertimbang hujah dan bukti matematik, memilih dan menggunakan pelbagai jenis penaklukan dan kaedah pembuktian, mengiktiraf penaklukan dan bukti sebagai aspek asas matematik, mengutamakan

kebolehan untuk berhujah secara logik, mementingkan kebolehan untuk memahami jenis penghujahan dan menentukan kebenaran sesuatu hujah, dan mengembangkan pendapat kepada siasatan dan kedalaman konsep matematik (Kaput, 2000; Diana Underwood & Erna Yackel, 2002; Fujii, 2003; Carraher, Schlieman, & Schwartz, 2008; Booth, 2011; Branco & Pedro, 2012; Chimoni & Pitta-Patani, 2015). Namun, secara khusus untuk kajian ini, penaakulan murid bermaksud mementingkan kemampuan untuk membuat inferens dan pengitlakan yang munasabah daripada maklumat yang diberikan, memberi fokus kepada kebolehan untuk menghujahkan penyelesaian dalam bahasa matematik yang tepat dan kebolehan untuk menterjemahkan sesuatu perkara ke dalam model matematik (Hackenberg, 2005; Chimoni & Pitta-Patani, 2015).

Subkonstruk pemahaman membabitkan penyelesaian masalah pula, merujuk proses pemikiran yang berlaku dalam usaha mengatasi halangan atau gangguan antara keadaan yang diberikan dengan keadaan matlamat yang diharapkan melalui satu urutan kognitif dan afektif serta respons tingkah laku yang tertentu (Nik Azis, 2014). Pemahaman murid dalam konsep ungkapan algebra akan diukur berdasarkan kualiti penyelesaian masalah yang mana bergantung kepada bentuk gangguan kognitif yang dihadapi oleh murid semasa mereka menangani masalah yang diutarakan. Murid digalakkan menggunakan pelbagai strategi penyelesaian masalah yang berkesan yang lebih berorientasikan aktiviti penerokaan dan penjanaan pengetahuan (Lim, 2010; Usiskin, 1988; Hitt & Morasse, 2009; Schliemann, Carraher, Goodrow, Caddle, dan Porter, 2013; Andam et al, 2015 ).



### **2.3 Kajian Tentang Pemahaman**

Takrifan dan penerangan tentang pemahaman adalah luas dan berbeza. Steffe dan Kieren (1994) menjelaskan pemahaman berlandaskan konstruktivisme radikal sebagai skim tindakan dan operasi yang terbina melalui pengetahuan dan pengalaman pengkaji tentang tingkah laku murid yang dikaji. Menurut mereka, pemahaman murid dapat dikembangkan dan ditingkatkan menerusi pemerhatian dan pendengaran ke atas aktiviti matematik murid. Dua pengkaji ini membentuk satu model yang mengandungi dua unsur penting dalam menjelaskan tentang isu pemahaman iaitu; maklumat yang di dapati cukup umum untuk menjelaskan tentang perkembangan matematik murid lain dan cukup khusus untuk menjelaskan perkembangan pengetahuan tentang penetapan kaedah tertentu.

Nik Azis (1999 & 2014) turut menjelaskan istilah pemahaman sebagai hasil yang diperolehi daripada aktiviti mentafsirkan, tanda, simbol, ungkapan, percakapan, interaksi sosial, atau pengalaman baru yang dilakukan oleh seseorang berlandaskan radikal konstruktivisme. Menurut Nik Azis (2014), terdapat beberapa perkara yang boleh menjelaskan tentang pemahaman seseorang individu, antaranya paparan gambaran mental, pembentukan perwakilan, huraian bagi tafsiran dan hubung kait, cara dan jenis komunikasi, penaaakulan, dan pelaksanaan penyelesaian masalah yang merangkumi pelbagai konsep, prosedur atau prinsip. Semua perkara yang digunakan berkait rapat dengan pengetahuan dan pengalaman yang telah dialami oleh individu tersebut.

Manakala Panasuk (2010) pula merujuk istilah pemahaman sebagai kuasa logik ditunjukkan oleh pemikiran abstrak. Takrifan ini berlandaskan tafsiran Piaget tentang pemahaman (seperti dirujuk dalam Panasuk, 2010) yang mana menerangkan

pemahaman secara umum dan matematik secara khusus sebagai proses abstraksi yang sangat kompleks. Pengabstarakan reflektif turut diutamakan dalam memperkembangkan pemahaman dari segi konseptual.

Pirie dan Kieran (1994) pula membentuk satu model pemahaman yang berevolusi daripada definasi konstruktivisme radikal yang memfokuskan pemahaman sebagai satu proses berterusan dalam mengorganisasikan struktur pengetahuan seseorang. Pemahaman murid tentang sesuatu konsep atau perkara dikembangkan menerusi lapan peringkat, iaitu pengetahuan primitif; pembinaan gambaran; penghasilan gambaran; mengenal pasti kriteria; formulasi; pemerhatian; penstrukturan; dan cipta. Peringkat pertama ialah pengetahuan primitif yang mana merupakan maklumat awal yang dibawa oleh pengalaman murid itu sendiri ke dalam situasi pembelajaran. Peringkat kedua merupakan pembinaan gambaran yang berkaitan dengan keupayaan murid membentuk makna bagi apa jua gambaran mental yang wujud. Peringkat ketiga ialah penghasilan imej, iaitu gambaran mental yang berorientasikan proses. Peringkat keempat merujuk mengenal pasti kriteria dalam gambaran mental yang membolehkan murid berupaya membezakan, menggabungkan dan membuat hubung kait antara pelbagai gambaran mental. Peringkat kelima dikenali sebagai formulasi yang merujuk keupayaan murid kesimpulan definasi konsep matematik daripada abstraksi beberapa kelas gambaran mental. Peringkat seterusnya ialah pemerhatian yang melibatkan keupayaan untuk mempertimbangkan dan merujuk pemikiran formal seseorang itu sendiri. Penstrukturan merupakan peringkat selepas pemerhatian yang melibatkan keupayaan seseorang mengorganisasikan pemerhatiannya bagi mengesahkan kebenaran pemerhatian tersebut. Peringkat terakhir ialah cipta yang merujuk keupayaan untuk menghuraikan

pengetahuan berstruktur yang mewakili suatu pemahaman lengkap dan mewujudkan persoalan baru yang akan menghasilkan perkembangan satu konsep baru.

Monoranjana (2015), turut menggunakan pendekatan konstruktivisme radikal dalam menjelaskan tentang pemahaman yang mana diperolehi daripada hasil tingkah laku dan proses tindakan. Dalam menjelaskan tentang kepentingan pemahaman dalam pembinaan pengetahuan matematik, beliau memberi tumpuan terhadap perkara yang perlu dalam menilai sesuatu pemahaman. Antaranya ialah mengetahui keperluan murid dalam pembelajaran seperti minat, pengalaman lepas, konsep alternatif, dan soalan yang mempunyai persamaan. Perkara lain yang turut dicadangkan dalam menilai pemahaman murid ialah; mendapatkan petunjuk tentang hubungan kait pengetahuan baru dibina dengan pengetahuan lepas, mengetahui tentang apa yang difikirkan daripada meneliti tentang jawapan yang dinyatakan kerana ia membawa kepada pembinaan makna berbanding hanya kepastian tentang kebenaran jawapan, dan ukur pemahaman dan bukan hanya sekadar latihan. Ukuran pemahaman dijelaskan melalui satu contoh dengan mengukur keupayaan murid untuk menggunakan idea yang ringkas dalam situasi yang bukan rutin dan tidak dikenali daripada keupayaan mengingat fakta dan prosedur dalam setting yang rutin dan dikenali. Monoranjana turut menjelaskan tentang tiga peringkat pemahaman membabitkan konkrit, perwakilan, dan abstrak. Hasil daripada perbincangan, beliau membuat kesimpulan bahawa murid yang berupaya memaparkan pemahaman pada peringkat abstrak jelas menunjukkan mereka telah mahir dalam dua peringkat yang lain.

Konsep pemahaman turut dilihat dari konteks teori dan sudut yang berbeza oleh pengkaji lepas. Sierpinska (1996, cetakan terbaru 2013) turut menjelaskan tentang

isu pemahaman dari segi tafsiran tingkah laku melalui pelbagai pandangan teori. Pandangan beliau tentang pemahaman dalam konteks umum, ia digunakan dalam pelbagai bentuk dan ungkapan yang merangkumi kepelbagaian cara untuk menjelaskan tentang perkara tersebut. Pemahaman dalam konteks matematik khususnya merangkumi penerangan berkaitan dengan konsep matematik membabitkan corak dan susunan, notasi, prosedur, hubung kait, perwakilan, tafsiran, makna, bahasa, dan gambaran secara matematik (Sierpiska, 2013). Dubinsky (2001) pula berpandukan perspektif APOS, menerangkan pemahaman sebagai proses pembinaan pengetahuan yang berterusan melalui pengabstrakan reflektif yang melibatkan proses kognitif yang mana tindakan fizikal dan mental dibina dan disusun mengikut tahap pemikiran murid.

Hiebert et al. (2000) pula menjelaskan pemahaman dari segi jenis hubungan atau hubung kait yang telah dibina antara idea, fakta, prosedur, dan sebagainya. Penjelasan pemahaman berlandaskan kognitif membabitkan dua proses kognitif yang berkaitan dengan refleksi dan komunikasi memainkan peranan utama dalam memahami hubungan atau hubung kait tersebut. Pengkaji ini mendapati lima dimensi yang memainkan peranan penting dalam pembelajaran di bilik darjah untuk membantu murid untuk berefleksi dan berkomunikasi tentang matematik bagi membina pemahaman matematik murid; sifat atau ciri tugas yang diberikan kepada murid untuk diselesaikan, peranan guru, budaya sosial bilik darjah, alatan matematik yang boleh didapati, dan sejauh mana semua murid dapat melibatkan diri sepenuhnya untuk kelas matematik tersebut.

Penyelidikan Bambarby, Harries, Hinggin dan Suggate (2007) tentang konsep pemahaman turut merangkumi aspek hubung kait tetapi menggabungkan aspek

perwakilan sekali. Ini kerana pengkaji tersebut untuk memahami sesuatu konsep matematik tertentu adalah dengan membuat hubung kait antara perwakilan dalam sesuatu konsep matematik, dan pemahaman terhasil daripada rangkaian perwakilan yang berkaitan dengan konsep tersebut. Aspek perwakilan dibahagi kepada perwakilan dalaman (*internal*) yang mana merujuk kepada perwakilan mental dan luaran (*external*) pula merujuk kepada bahasa, gambar dan objek fizikal. Penggunaan indikator seperti ralat atau kesilapan murid, hubungan antara simbol dan simbolik prosedur, hubungan antara simbolik prosedur dan penyelesaian masalah yang tidak formal, dan hubungan antara sistem simbol yang berbeza, membantu menilai pemahaman murid. Pengkaji menggunakan perwakilan berbentuk peta konsep dan peta minda sebagai strategi untuk meningkatkan pemahaman murid tentang sesuatu konsep matematik.

Kreb (2003) yang menjalankan kajian tentang pemahaman turut memberi tumpuan aspek hubung kait antara perwakilan. Kajian beliau berdasarkan teori konstruktivisme memberi tumpuan tentang kepentingan dimensi pemahaman algebra dalam pembaharuan kurikulum baru sekolah menengah. Namun pengkaji ini menggunakan perwakilan yang melibatkan jadual, simbol dan graf. Konsep pemahaman murid pula dikaji dari segi hubung kait antara bentuk perwakilan yang digunakan, hubung kait antara tugas dan masalah yang dihadapi, dan keupayaan membuat generalisasi. Oleh itu, pengkaji membentuk empat tugas yang melibatkan sempadan, keratan atau potongan, dominos dan pencungkil gigi. Tugas tersebut untuk mengesan keupayaan murid mengenal pasti beberapa kekerapan, membuat jangkaan atau andaian bagi nilai dan membuat generalisasi tentang penemuan mereka.

Kajian Jin dan Wong (2014) turut menggunakan aspek hubung kait dan perwakilan dalam mengkaji pemahaman murid sekolah menengah tentang konsep algebra. Namun aspek hubung kait kajian ini merujuk kepada pautan antara konsep, manakala aspek perwakilan melibatkan bentuk rajah atau lukisan peta konsep (peta minda) yang dibentuk. Pautan tersebut melibatkan hubung kait antara konsep individu, konsep berpasangan dan hubung kait antara semua konsep. Pemahaman murid dinilai berdasarkan bilangan pautan yang dibuat dan penggunaan frasa dalam membuat pautan tersebut. Selain itu, kajian ini memberi tumpuan kepada konsep ungkapan dan persamaan linear yang melibatkan satu anu sahaja.

Knuth, Alibali, McNeil, Weinberg dan Stephens (2005) turut mengkaji tentang pemahaman murid sekolah menengah melibatkan teras konsep algebra, tetapi memberi fokus kepada konsep kesetaraan dan pemboleh ubah. Walau bagaimana pun aspek pemahaman yang diberi penekanan melibatkan cara murid membuat tafsiran tentang penggunaan perwakilan simbol 'tanda sama'. Peserta kajian terdiri daripada 373 murid sekolah menengah daripada pelbagai jenis sekolah di Amerika Barat. Instrumen kajian pula direka dengan memberi tumpuan kepada empat perkara iaitu tanda sama dan pemboleh ubah serta prestasi mereka pada dua penyelesaian masalah yang memerlukan penggunaan idea tanda sama dan pemboleh ubah.

Kajian MacGregor dan Stacey (1997) turut melihat pemahaman murid dari aspek tafsiran yang dibuat oleh murid tetapi tumpuan konsep algebra adalah terhadap notasi atau huruf algebra. Pemahaman murid dilihat dari segi tafsiran tentang makna dan kegunaan simbol dalam sesuatu masalah yang diajukan. Pengkaji tersebut menggunakan dua kaedah pengumpulan data yang berbeza yang melibatkan ujian pra

dan pos, dan temu duga (selari dengan tugas asal) untuk mengenal pasti kesalahan yang tidak terdapat dalam kajian literatur.

Kajian Marlina dan Nurulhuda (2011) yang mana antara kajian yang berkaitan dengan pemahaman konsep algebra di Malaysia pula memberi penekanan kepada mengenal pasti tahap pemahaman murid dalam menyelesaikan masalah ungkapan, membandingkan tahap pemahaman merentas jantina dan menentukan pertalian antara minat dan tahap pemahaman murid dalam tajuk tersebut. Konsep algebra yang diberi tumpuan dalam kajian ini melibatkan konsep ungkapan algebra yang merangkumi mempermudah ungkapan, mentafsir ungkapan dengan menggantikan abjad kepada nombor, pendaraban dan pembahagian ungkapan dengan nombor, serta penambahan dan penolakan dua ungkapan. Hasil kajian tersebut mendapati tahap pemahaman murid sekolah menengah tentang konsep ungkapan algebra berada pada tahap sederhana.

Kesimpulannya, pendefinisian dan penggunaan pemahaman adalah berbeza-beza bergantung kepada pendekatan psikologi yang digunakan dalam kajian. Justeru pelbagai pencirian pemahaman telah dikaitkan dengan pengetahuan, hubungan yang dibina daripada operasi matematik, perbuatan, atau pun hanya sebagai makna. Namun dalam kajian ini yang mana berlandaskan konstruktivisme radikal, pemilihan pendefinisian pemahaman sebagai keupayaan murid untuk membina pengetahuan yang berdaya maju adalah paling sesuai. Definisi ini secocok dengan perkara utama dalam konstruktivisme radikal yang meletakkan tanggungjawab untuk berfikir, bertindak dan membina pengetahuan di atas bahu setiap murid itu sendiri (Nik Azis, 1999). Penggunaan gambaran mental, perwakilan, makna, hubungan, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah sebagai subkonstruk pemahaman dalam

kajian ini merangkumi pelbagai aspek berbanding dengan kajian lepas yang mana hanya mengambil kira satu atau dua subkonstruk sahaja. Selain itu, tujuh subkonstruk ini membantu pengkaji untuk mentafsir pemikiran murid daripada temu duga klinikal yang dijalankan bagi mendapat data yang mencukupi untuk menjawab soalan kajian.

## **2.4 Konsep Ungkapan Algebra**

Ungkapan algebra merupakan sebarang urutan nombor, simbol operasi atau simbol kumpulan yang terbentuk selaras dengan kaedah atau peraturan algebra (Barato & Bergman, 2004). Angka yang terlibat dalam ungkapan merupakan nombor nyata dan huruf mewakili pemboleh ubah kebiasaannya membabitkan huruf  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . Gabungan nombor dan pemboleh ubah ini membentuk suatu sebutan yang dikenali sebagai sebutan algebra.

Ungkapan algebra boleh terdiri daripada satu atau lebih sebutan yang mana terpisah antara satu sama lain oleh simbol operasi seperti  $+$ ,  $-$ ,  $\times$  dan  $\div$ . Antara contoh ungkapan algebra ialah;  $x$ ,  $3x^2$ ,  $6xy$ ,  $5x+1$ , dan  $2x + 3y^2 + 7xy + 5$ . Bagi ungkapan algebra seperti  $x$ ,  $3x^2$ , dan  $6xy$ , merupakan ungkapan yang hanya mempunyai satu sebutan sahaja atau lebih dikenali sebagai ungkapan monomial. Manakala ungkapan algebra pula, terdiri daripada dua sebutan dikenali sebagai ungkapan binomial dan ungkapan yang terdiri daripada tiga sebutan merupakan ungkapan trinomial. Bagi ungkapan yang mempunyai lebih daripada tiga sebutan pula, dikenali sebagai polinomial.

Pembinaan sesuatu konsep matematik melibatkan tiga perkara utama, iaitu bahan mentah, manipulasi dan akhir sekali produk yang terhasil (Nik Azis, 2008).



Bagi algebra, bahan mentahnya terdiri daripada simbol yang mewakili operasi dan huruf abjad yang mewakili kuantiti atau unsur set. Manakala manipulasi utama pula membabitkan pembentukan pernyataan matematik seperti sebutan, ungkapan dan persamaan. Pernyataan matematik adalah untuk menjelaskan hubungan antara benda yang berubah merentasi masa. Akhir sekali produk yang terhasil adalah kuantiti, hubungan, atau struktur algebra (Nik Azis, 2008). Justeru itu, pemahaman konsep ungkapan algebra merangkumi simbol operasi dan abjad yang mewakili sesuatu kuantiti sebagai bahan mentah, dan hubungan atau struktur sebagai produk yang terhasil. Selain itu, sebutan yang juga merupakan salah satu jenis manipulasi dalam konsep algebra turut terlibat dalam pembentukan ungkapan algebra.

Sebutan algebra terdiri daripada pemalar, pekali atau hasil darab dengan satu atau lebih pemboleh ubah, atau hasil darab dua atau lebih pemboleh ubah (Nik Azis, 2008). Beberapa contoh sebutan algebra seperti  $x$ ,  $1+h$ ,  $3xx^2y$ , dan  $10pqr$ . Pemalar, pekali, pemboleh ubah atau anu, dan perwakilan simbol atau huruf adalah aset kepada pembentukan sebutan algebra. Pemalar dan pekali merupakan suatu nilai berangka yang tetap (Nik Azis, 2008).

Pemboleh ubah pula merupakan satu entiti matematik yang boleh digunakan untuk mewakili sebarang nombor dalam julat bilangan (Cristou, Vosniadou & Vamvakoussi, 2006). Dengan kata lain, pemboleh ubah adalah kuantiti yang boleh mengambil lebih dari satu nilai di atas satu kontinum (Nik Azis, 2008). Ini bermakna, sebarang huruf abjad contohnya,  $p$  dan  $q$  boleh digantikan menggunakan satu atau lebih nombor untuk menandakan pemboleh ubah. Walau bagaimanapun, tafsiran dan cara penggunaan pemboleh ubah dalam sesuatu masalah algebra perlu jelas. Penggunaan konsep pemboleh ubah dalam algebra sangat luas dan berbeza-

beza, bergantung bagaimana konsep algebra ditakrifkan. Ini kerana istilah pemboleh ubah yang digunakan merujuk perkara yang berbeza dalam konteks yang berbeza. Berdasarkan kajian lepas, pemboleh ubah boleh merujuk generalisasi corak, anu, pemalar, parameter, hujah, kuantiti yang berbeza dan simbol yang abstrak (Usiskin, 1988; Warren, 1998, Ursini & Trigueros, 2001; Akgün & Özdemir, 2006 dan Sarah, 2011). Justeru itu, murid mungkin keliru dan sukar dalam menyelesaikan masalah algebra umumnya dan ungkapan algebra khususnya.

Secara umumnya, istilah ‘ungkapan’ sendiri mempunyai pelbagai maksud yang berbeza mengikut keperluan bidang yang berbeza. Namun dalam bidang matematik, ungkapan bermaksud suatu himpunan bermakna ke atas nombor, huruf dan tanda-tanda operasi seperti tambah, tolak, darab dan bahagi (Streeter, 2001). Terdapat beberapa definisi ungkapan algebra digunakan dalam rujukan ilmiah algebra dan kajian literatur. Vance (1969) mendefinisikan ungkapan algebra sebagai sebarang kombinasi simbol dan nombor yang berkaitan dengan operasi asas algebra. Manakala Janowitz (1976) menghuraikan ungkapan algebra sebagai himpunan angka yang bererti, pemalar, pemboleh ubah dan tanda operasi. Definisi ungkapan algebra menurut Sabah dan Scoot (1979) pula berkaitan dengan himpunan simbol yang mewakili nombor nyata tertentu atau nombor nyata yang tidak ditentukan. Namun kebanyakan pengkaji lepas memberi maksud atau penerangan yang merangkumi perkara yang sama tentang ungkapan algebra. Ia adalah gabungan simbol (yang mewakili pemboleh ubah atau anu), nombor (mewakili pemalar dan pekali) serta operasi asas seperti tambah, tolak, bahagi dan darab, yang membabitkan peraturan dan prosedur tertentu (Booth, 1998; Mahayon, 2005; Nik Azis, 2008; Mashooque, 2009; Lim, 2009; Marlina & Nurulhuda, 2011 dan Sarah 2011).

Beberapa pengkaji lepas menjalankan kajian membabitkan pembelajaran algebra dan konsep ungkapan algebra, merupakan antara kajian yang mengutamakan dan mempertimbangkan kesukaran murid terhadap perkara tersebut. Papaieronymou (2007) menjalankan kajian tentang kesukaran murid dalam memahami perbezaan antara ungkapan algebra dan konsep persamaan linear dalam kalangan murid Gred 9. Dalam usaha untuk menangani soalan kajian, tumpuan pengkaji adalah bagaimana dan sejauh mana murid menggunakan istilah ungkapan dan persamaan. Pengkaji juga memberi tumpuan sama ada penggunaan struktur permukaan dan struktur sistemik dalam ungkapan menyelesaikan masalah yang diberikan. Pemerhatian diberikan kepada tindakan seperti langkah atau prosedur murid ambil ketika berhadapan dengan istilah ungkapan dan perkataan ‘mempermudah’ ungkapan.

Cooper, Baturo dan Williams (1999) menjalankan eksperimen pengajaran untuk menghuraikan pemahaman murid tentang ungkapan dan persamaan algebra melalui penggunaan anu, corak, hubungan dan alat bantu mengajar dalam kalangan murid Tingkatan Dua. Kajian yang telah dijalankan memberi tumpuan tentang penggunaan empat operasi asas dalam ungkapan, pengenalan kepada notasi ungkapan, penggunaan pemboleh ubah sebagai anu, corak, hubungan dan bahan. Pengkaji membuat beberapa kesimpulan daripada hasil kajian yang mana pengetahuan aritmetik merupakan asas kepada konsep algebra dan pemahaman tentang konsep pendaraban adalah prosedur penting dalam pembentukan ungkapan algebra.

Penggunaan langkah tertentu atau prosedur yang betul membantu dalam meningkatkan dan memperkembangkan pengetahuan murid tentang konsep ungkapan. Demby (1997) mengenal pasti tujuh jenis prosedur yang digunakan oleh murid dalam menyelesaikan tugas yang diberikan yang mana dikenali sebagai

*'automasi', 'formula', 'gantian cuba teka', 'modifikasi penyediaan', 'konkrit', 'peraturan', dan 'peraturan-kuasi'*. Kajian memberi tumpuan bagaimana prosedur tersebut digunakan oleh murid berusia 13 hingga 15 tahun dalam memudahkan ungkapan algebra. Hasil kajian mendapati pemahaman tentang penggunaan prosedur dan langkah yang sesuai dalam memudahkan ungkapan membantu mengurangkan kesukaran pembelajaran algebra dalam kalangan murid sekolah menengah. Dalam menitik beratkan prosedur dan langkah yang betul, Ayes (2000) memberi tumpuan kepada penggunaan mental aritmetik ke atas pengembangan kurungan. Analisis data dibuat berdasarkan kesalahan yang dilakukan ketika menyelesaikan tugas tersebut.

Selain itu, penekanan terhadap prosedur dan langkah yang sesuai dalam mempermudah ungkapan algebra diberi keutamaan. Hall (2004) menitik beratkan kelogikan sebalik penyelesaian masalah tersebut. Penyelidikan yang dijalankan bertujuan untuk mengenal pasti hujah atau penaaakuan murid di sebalik penggunaag strategi ketika memudahkan suatu sebutan algebra yang kompleks. Peserta kajian melibatkan 180 orang murid sekolah menengah yang terdiri daripada murid Tahun 9, 10 dan 11 dan lima orang daripadanya dipilih untuk ditemu duga bagi mengetahui proses pemikiran mereka semasa mempermudah ungkapan algebra. Walau bagaimana pun, analisis kajian dibuat berdasarkan kesalahan yang dilakukan ketika memudahkan soalan pecahan algebra kompleks seperti  $(\frac{x^2+3x-10}{x^2+2x-8})$ .

Kajian Gregg dan Yackel (2002) pula menekankan konsep perwakilan empirikal yang berkaitan dengan *'kedai gula-gula'* dalam ungkapan algebra, yang melibatkan gula-gula sebagai satu unit komposit. Kajian tersebut memberi tumpuan ke atas penggunaan unit komposit untuk membantu pemahaman konseptual ungkapan algebra dan operasi. Pengkaji menjelaskan tentang maksud unit komposit dan

bagaimana konstruk ini membantu dalam membentuk suatu kerangka atau panduan bagi membantu murid memahami makna ungkapan algebra dan operasi pada ungkapan algebra. Hasil penggunaan urutan '*kedai gula-gula*' ke atas beberapa pelajar kolej mendapati kebanyakan mereka berupaya untuk menambah dan menolak sebutan dalam ungkapan algebra. Kajian mereka turut memberi justifikasi terhadap tindakan yang dibuat oleh pelajar dalam melaksana aktiviti tersebut.

Selain itu, aspek bahasa atau linguistik turut diberi penekanan dalam meningkatkan pemahaman murid dalam membentuk ungkapan algebra yang betul. McGregor dan Price (2002) meneliti aspek penguasaan bahasa dalam pembelajaran algebra. Pengkaji memberi tumpuan hubungan antara gabungan tiga komponen kognitif penguasaan bahasa yang mana berkaitan dengan kepekaan metalinguistik terhadap simbol, sintaksis, dan kekaburan dengan kejayaan murid dalam pembelajaran notasi algebra. Ujian pensel dan kertas digunakan untuk menilai kesedaran metalinguistik murid terhadap keupayaan untuk menggunakan notasi algebra.

Manakala Capraro dan Joffrion (2006) pula melihat dari segi penterjemahan bahasa. Pengkaji menjalankan kajian tentang keupayaan murid sekolah menengah menterjemahkan secara bermakna dari bahasa ke bentuk simbol matematik dalam persamaan algebra. Ini kerana salah satu kesukaran dalam pembelajaran algebra ialah membentuk perwakilan atau model daripada situasi yang terkandung dalam suatu masalah. Pengkaji turut menggunakan ujian pensel dan kertas untuk mengumpul data bagi menjawab dua soalan kajian yang mana berkaitan dengan keupayaan murid dalam menterjemahkan perkataan ke dalam bentuk persamaan algebra menggunakan

indikator konseptual untuk mengukur kefahaman dan perbendaharaan kata, dan memodel persamaan dari masalah yang diberikan secara lisan.

Kesimpulan daripada perbincangan tentang istilah dan tumpuan pengkaji lepas yang melibatkan konsep algebra mendapati penggunaan istilah dan subkonstruk ungkapan algebra dalam kajian ini paling sesuai. Penggunaan istilah tersebut memberi panduan kepada pengkaji terhadap pemilihan subkonstruk ungkapan algebra yang perlu diberi keutamaan dalam mengumpul data kajian. Penentuan subkonstruk tersebut pula memperincikan tujuan kajian dan membantu pengkaji dalam membentuk soalan kajian. Di samping itu, istilah dan subkonstruk ungkapan algebra yang digunakan dalam kajian ini membantu pengkaji dalam memberi fokus tentang perkara yang perlu utara dalam temu duga klinikal untuk mendapat data yang kaya dengan maklumat bagi kajian.

## **2.5 Kajian Tentang Ungkapan Algebra**

Kajian lepas tentang ungkapan algebra merangkumi beberapa perkara yang berkaitan dengan penggunaan konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian, kesukaran yang sering murid mengalami dalam ungkapan algebra, pembentukan instrumen dan beberapa soalan kajian yang telah terjawab dan belum terjawab. Perbincangan kajian lepas lebih memberi fokus kepada metodologi kajian, kaedah kajian, dan teknik kajian (Nik Azis, 2014). Fokus tersebut merangkumi, reka bentuk kajian, penggunaan kaedah pengumpulan data, kaedah persampelan dan kaedah analisis dalam setiap kajian. Perumusan fokus kajian lepas samada ada membantu pengkaji menjalankan kajian atau menjadi bukti kepada kekurangan kajian lepas yang dijalankan tentang ungkapan algebra.

### **2.5.1 Kajian Kes Sebagai Reka Bentuk Kajian**

Kajian kes digunakan sebagai reka bentuk kajian yang memerlukan perincian data tentang sesuatu dengan mendalam yang mana kebanyakan berkaitan dengan proses pemikiran murid. Menurut Baxter dan Jack (2008), kajian kes kualitatif adalah satu pendekatan untuk penyelidikan yang memudahkan penerokaan fenomena dalam sesuatu konteks dengan menggunakan pelbagai sumber data. Ini memastikan bahawa penerokaan isu itu tidak melalui satu pandangan atau pemikiran sahaja, malah pelbagai pandangan yang membolehkan fahaman dan pendedahan isu tersebut dari segi banyak aspek dan fenomena. Beberapa pengkaji lepas menggunakan kajian kes dalam kajian yang memberi tumpuan tentang penerokaan kepada proses pemikiran murid dalam pembelajaran sesuatu konsep dalam kajian yang berkaitan pembelajaran algebra (Filloy, Rajano & Solares 2004; Eraslan 2005; Hackenberg 2005; Akgun & Ozdemir 2006; Tillema 2007; Pekkan 2008; Stewart & Thomas 2009; Lian, Yew & Noraini 2009; dan Hackenberg & Lee, 2013). Pengkaji tersebut menggunakan landasan teori kajian yang berbeza.

Kajian Akgün dan Özdemir (2006) menggunakan kognitivism untuk mengenal pasti salah konsep dan kesukaran pembelajaran murid Gred Lapan tentang kegunaan konsep pemboleh ubah. Kajian kes dipilih sebagai reka bentuk yang memandu kajian mereka dan teknik pengumpulan data melibatkan ujian bertulis dan temu duga. Pengkaji menggunakan kaedah pensampelan kebarangkalian dalam pemilihan 158 orang peserta kajian untuk ujian bertulis dan beberapa orang yang lain untuk ditemu duga (yang mana pemilihan sampel untuk temu duga adalah berdasarkan kesesuaian pengkaji). Penganalisisan data yang terkumpul oleh pengkaji ini bertujuan untuk mengenal pasti peringkat atau tahap pengetahuan murid, proses pemikiran, salah konsep, dan kesukaran pembelajaran yang berkaitan dengan konsep yang dikaji.

Pengkaji mengelaskan hasil kajian dalam dua kategori yang melibatkan pemboleh ubah sebagai bilangan umum dan pemboleh ubah sebagai anu.

Kajian berlandaskan teori pemprosesan maklumat turut menggunakan kajian kes. Mashooque (2009), menumpukan kajiannya untuk mengenal pasti persepsi murid tentang simbol, huruf dan tanda dalam algebra dan bagaimana ia mempengaruhi pembelajaran mereka. Pengkaji tersebut turut menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian yang membantunya dalam mengumpul data kajian. Penggunaan teknik pengumpulan data melibatkan temu duga berkumpulan ke atas murid dan dua orang guru, namun murid merupakan data utama kajian. Persampelan bertujuan digunakan sebagai teknik pemilihan peserta kajian. Analisis data kajian mengkategorikan persepsi murid kepada matematik, algebra, kegunaan huruf dalam algebra, kegunaan huruf sebagai ringkasan objek, pemboleh ubah dan anu tertentu, kegunaan pemboleh ubah untuk generalisasi, sebutan dan ungkapan, dan persamaan.

Fillooy, Rojano dan Solares (2004) dan Lian, Yew dan Noraini (2009) turut menggunakan kajian kes dalam kajian mereka yang berlandaskan kognitivism. Fillooy dan rakan menjalankan kajian tentang penyelesaian masalah aritmetik, algebra dan perwakilan dua kuantiti anu dalam kalangan murid yang berusia antara 13 hingga 14 tahun. Manakala kajian Lian dan rakan pula bertujuan untuk membentuk satu kerangka berdasarkan model SOLO untuk mencirikan kebolehan penyelesaian masalah persamaan linear dalam kalangan murid Tingkatan Empat. Pengkaji menjalankan kajian tersebut dengan menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian dan temu duga klinikal sebagai kaedah pengumpulan data kajian. Data kajian terkumpul dalam bentuk kualitatif melalui rakaman video dan dokumen bertulis pengkaji dan peserta kajian. Fillooy et al. (2004) menggunakan analisis antara kes



dengan mengelaskan kepada tiga kes individu. Kes ini menganalisis kesukaran peserta kajian dalam masalah yang berkaitan dengan dua anu. Manakala analisis merentasi kes melibatkan masalah perimeter dan masalah pengiraan umur. Lian et. al (2009) pula, membahagikan proses analisis data bagi kajian kepada empat tahap. Pada tahap pertama pengkaji mengtranskripsikan rakaman audio dan video temu duga klinikal kepada bentuk bertulis. Tahap kedua pengkaji meneliti dan memahami transkripsi tersebut dan prosedur pengkodan menggunakan Miles dan Hubert. Pada tahap ketiga, pengkaji membentuk kajian kes bagi setiap individu berdasarkan maklumat protokol bertulis. Tahap keempat pengkaji membuat analisis merentasi subjek yang mana bertujuan untuk merumuskan proses penyelesaian yang ditunjukkan oleh peserta kajian. Pelaksanaan analisis merentasi subjek ini oleh pengkaji berdasarkan kerangka kajian mereka.

Selain itu, beberapa pengkaji lepas yang menggunakan konstruktivisme sebagai landasan kajian turut menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian yang memandu arah metodologi kajian masing-masing. Stewart dan Thomas (2009) menjalankan kajian tentang pemikiran pelajar tentang konsep asas linear algebra dalam kalangan pelajar tahun satu dan dua di salah sebuah universiti di Auckland. Pengkaji menggunakan teori APOS sebagai landasan kajian mereka untuk menerangkan proses pemikiran murid tentang konsep vektor dan pendaraban skalar. Pengkaji tersebut menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian mereka dan teknik pengumpulan data kajian mereka melibatkan temu duga, ujian bertulis dan penggunaan peta konsep. Pemilihan peserta kajian yang terdiri daripada 11 hingga 260 orang pelajar secara rawak dan suka rela. Analisis hasil kajian berdasarkan pemikiran pelajar tentang vektor dan pendaraban skala, kombinasi linear dan span

vektor, konsep linear bersandar dan tak bersandar, asas dan subruang, dan vektor eigen dan nilai eigen.

Walau bagaimana pun, terdapat juga kajian lepas menggunakan konstruktivisme radikal sebagai landasan kajian turut menggunakan kajian kes. Hackenberg (2005) menjalankan kajian yang bertujuan untuk memahami bagaimana murid Gred Enam membina penaakulan algebra dalam interaksi bersama guru-penyelidik. Kajian Tillema (2007) pula bertujuan untuk memahami interaksi murid Gred Lapan dalam aktiviti pembelajaran bersama pengkaji bagi membina sistem simbol algebra. Manakala kajian Pekkan (2008) bertujuan untuk menyiasat pembinaan pengetahuan murid Gred Lapan tentang persamaan linear dengan menggunakan skim pendaraban pecahan dan sumbangan skim ini ke atas pembinaan penaakulan songsang. Ketiga-tiga pengkaji ini menggunakan kajian kes dalam memandu metodologi kajian mereka. Pengkaji tersebut menggunakan eksperimen mengajar dan temu duga secara individu sebagai teknik pengumpulan data. Menurut Hackenberg penggunaan eksperimen pengajaran bertujuan untuk mengambil kira bagaimana skim dan operasi murid perubahan semasa pengkaji melibatkan murid dalam situasi matematik yang direka untuk pembinaan skim dan operasi yang lebih mantap. Pemilihan sampel untuk temu duga adalah melalui persampelan bertujuan yang mana melibatkan keupayaan memberi hujah atau justifikasi yang berbeza. Kesemua pengkaji tersebut menggunakan cara analisis yang sama. Penganalisan data dibahagikan kepada dua tahap yang mana melibatkan analisis berterusan (sepanjang episod pengajaran) dan analisa retrospektif (selepas data terkumpul). Oleh kerana ketiga-tiga pengkaji berpanduan konstruktivism, mereka menggunakan analisis pengetahuan matematik peringkat pertama mereka dan peringkat kedua mengenai murid. Penganalisan konsep

berkaitan dengan tindakan atau tingkah laku murid yang mana menggambarkan pemikiran mereka.

Kajian Eraslan (2005), Lee dan Hackenberg (2013) turut menggunakan konstruktivisme radikal sebagai teori yang memandu dalam pemilihan metodologi kajian yang mana membantu pengkaji dalam memilih kajian kes sebagai reka bentuk kajian masing-masing. Eraslan (2005) menjalankan kajian yang bertujuan untuk mengenal pasti halangan kognitif tentang konsep fungsi kuadratik dalam kalangan dua murid berprestasi tinggi dalam kelas algebra. Manakala Lee dan Hackenberg (2013) menjalankan kajian tentang hubung kait antara pengetahuan pecahan dan penaakulan algebra dalam kalangan murid Gred Tujuh. Kedua-dua kajian tersebut menggunakan temu duga klinikal sebagai kaedah pengumpulan data kajian. Perolehan data kajian dalam bentuk kualitatif melalui rakaman video dan dokumen bertulis pengkaji dan peserta kajian.

Walau bagaimanapun, Lee dan Hackenberg (2013) mentafsir data kajian yang terkumpul melalui rakaman video, catatan pengkaji dan lakaran murid (merangkumi tindakan dan tingkah laku peserta kajian) menggunakan model susunan kedua. Pengkelasan tafsiran data bagi peserta kajian tersebut mengikut pengetahuan pecahan, pengetahuan algebra dan penaakulan timbal balik (*reciprocal reasoning*).

Eraslan (2005) pula menggunakan persampelan bertujuan dalam memilih peserta kajian yang terdiri daripada dua murid yang berprestasi tinggi. Pemilihan teknik persampelan bertujuan ini berasaskan andaian pengkaji (yang mana seperti dirujuk dalam Merriam, 1998) bahawa "pengkaji yang mahu menemui, memahami, dan mendapatkan gambaran mendalam tentang sesuatu, maka mesti memilih sampel dari mana yang paling banyak boleh dipelajari". Proses analisis dan pengumpulan

data kajian dilakukan secara berterusan dan serentak sepanjang kajian. Oleh kerana kajian kes beliau adalah jenis kes berganda, analisis data melibatkan antara kes dan merentasi kes. Bagi analisis antara kes, setiap kes ditafsir sebagai satu kes yang lengkap berdasarkan data yang terkumpul bagi mendapat pemahaman yang koheran atau logik. Pelaksanaan analisis merentasi kes selepas analisis antara kes, bertujuan untuk membina sebuah penjelasan umum yang sesuai dengan setiap kes individu, walaupun kes-kes tersebut secara terperinci adalah berbeza.

Secara keseluruhan, perbincangan rumusan dalam himpunan kajian mendapati reka bentuk kajian kes merupakan reka bentuk yang paling sesuai dan kerap digunakan ke atas kajian yang memberi tumpuan dan fokus kajian yang melibatkan penerokaan pemikiran murid tentang pemahaman mereka tentang sesuatu konsep. Oleh kerana kajian ini memberi tumpuan khusus terhadap proses pemikiran murid dalam memahami konsep ungkapan algebra, maka kajian kes kualitatif akan menjadi reka bentuk yang memandu arah metodologi kajian ini.

Selain itu, kajian lepas juga jelas menunjukkan reka bentuk kajian kes melibatkan pelbagai kaedah pengumpulan dan analisis data kajian digunakan. Oleh kerana kajian ini berpandukan konstruktivisme radikal, terdapat dua kaedah pengumpulan data yang mana melibatkan teknik temu duga klinikal dan eksperimen pengajaran. Menurut Hackenberg (2005) satu eksperimen pengajaran konstruktivis adalah sama dengan kajian temu duga klinikal kerana penyelidik berusaha untuk memahami dan menjelaskan skim (pengetahuan) dan operasi semasa murid. Menurut Steffe dan Thompson (2000), temu duga klinikal bertujuan untuk memahami pengetahuan semasa murid, manakala eksperimen pengajaran bertujuan untuk memahami perkembangan pengetahuan yang murid lakukan atau tunjukkan dalam

jangka masa tertentu. Dengan kata lain, eksperimen pengajaran memberi tumpuan penggunaan suatu model atau teknik baru yang mana mampu meningkatkan pemahaman atau membantu murid dalam pembelajaran dan merentasi satu sela masa yang panjang.

Oleh kerana kajian ini lebih memberi tumpuan untuk melanjutkan kajian tentang ungkapan algebra yang ada dari kedalaman skop dan konteks kajian tentang pemahaman murid pada satu masa tertentu dan bukan untuk menguji sesuatu model atau teknik pengajaran baru, maka temu duga klinikal lebih sesuai digunakan sebagai teknik pengumpulan data kajian ini. Justeru itu, penggunaan analisis data protokol bertulis dan tafsiran data menggunakan model susunan kedua adalah secocok dengan kaedah pengumpul data tersebut. Tambahan lagi, hasil kajian lepas yang membincangkan kajian kes antara subjek dan merentasi subjek membantu dan memandu pengkaji dalam penganalisan data, tafsiran dan perbincangan data kajian dalam Bab 3, 4 dan 5 kelak.

### **2.5.2 Pembentukan Instrumen**

Pembentukan instrumen penting dalam pengumpulan data. Tugasan yang terbentuk mencakupi pelbagai perkara dan maklumat yang mana membantu pengkaji menjawab soalan kajian. Dalam kajian literatur algebra, terdapat pelbagai bentuk dan cara pembinaan instrumen. Carreher, Martinez dan Schlieman (2008) mengkaji tentang pengenalan algebra dan generealisasi matematik dalam kalangan murid berusia sembilan tahun. Pengkaji tersebut menjalankan eksperimen mengajar yang memberi fokus tentang cara murid membuat hubung kait apabila mereka berdepan dengan pemboleh ubah. Mereka menggunakan masalah yang berkaitan dengan penempatan tetamu di meja makan dalam satu majlis makan malam yang mana

tetamu hanya boleh meletakkan seorang di setiap sisi meja dengan pengecualian pada sudut meja. Terdapat dua versi masalah dibincangkan; iaitu pengasingan meja dan cantuman meja. Persoalan kepada murid tentang bagaimana penyusunan meja makan dan bagaimana kedudukan sekeliling meja, dan kedudukan tersebut hanya boleh mengisi seorang tetamu sahaja. Penggunaan huruf seperti  $n$  untuk mewakili bilangan meja, dan fungsi ' $f(n)$  dan  $g(n)$ ' merujuk kepada bilangan orang yang menduduki  $n$  meja tersebut. Tugas ini memberi fokus kepada cara membuat hubungan kait dan penaakulan (murid memberi alasan logik dan munasabah dalam setiap cara penyusunan meja dan tetamu).

Kajian Panasuk (2010) pula menggunakan kerangka tiga fasa berperingkat yang bertujuan untuk membantu pemahaman konseptual murid sekolah menengah dalam persamaan linear dengan satu anu. Tiga perkara yang menjadi landasan kajian mereka berkait dengan peranan perwakilan pelbagai, penggunaan teori pengurangan pengabstrakan dan adaptasi kepada pengabstrakan. Pengkaji tersebut menggunakan perwakilan visual untuk mewakili kuantiti yang tidak diketahui. Perwakilan tersebut melibatkan segmen garisan dan kepingan empat segi tepat yang mewakili kuantiti yang tidak diketahui. Beliau turut menggunakan segmen garisan untuk mewakili 1 (suatu nombor atau kuantiti tetap). Selain itu, pengkaji mewakili satu segmen garisan sebagai 1 unit dan gabungan dua segmen garisan membentuk 2 unit, dan aktiviti menjumlahkan dua nombor iaitu '1' dan '2' turut menggunakan perwakilan yang sama untuk membentuk 3 unit. Bagi mengaitkan tugas dengan keabstrakan, penggunaan unit ditukarkan kepada ' $x$ ' untuk mewakili kuantiti yang tidak diketahui (anu). Pembentukan instrumen menggunakan perwakilan segmen ini sesuai untuk rujukan kajian yang dijalankan, yang mana melibatkan konsep abstraksi reflektif.

Booth dan Pare'-Blagoev (2011) menjalankan kajian tentang salah konsep melalui penggunaan contoh dan penghujahan. Pengkaji membentuk instrumen yang berkaitan dengan tanda sama, nombor negatif dan pemboleh ubah (sebutan sama). Tugas pertama melibatkan beberapa soalan yang berkaitan dengan tanda sama. Apakah nama simbol ini? Apakah maksud simbol ini? Bolehkah simbol tersebut mempunyai maksud lain? Kalau boleh tolong jelaskan. Tugas kedua, murid hanya perlu menyatakan paparan pemilihan jawapan yang sama dengan ungkapan ' $-4x + 3$ '. Soalan ketiga pula berkaitan dengan prosedur, langkah pertama yang perlu untuk memudahkan ungkapan ' $2d + 7 + 5$ '. Pengkaji membentuk instrumen yang sedemikian untuk mengkaji salah konsep murid terhadap tanda sama, ungkapan bernombor negatif dan cara mempermudah ungkapan. Walau pun pembentukan instrumen ini berorientasikan salah konsep, soalan tersebut boleh menjadi rujukan kajian ini yang membabitkan pemahaman konsep ungkapan algebra.

Kajian Gregg dan Yackel (2002) pula menggunakan konsep unit komposit yang mana bertujuan untuk membantu murid memahami secara logik dan makna tentang konsep ungkapan algebra serta operasi yang terlibat. Kaedah 'kedai gula-gula' ('*candy shop*') digunakan oleh pengkaji yang mana mengaitkan aktiviti matematik murid dalam imej dunia sebenar. Pembentukan instrumen yang melibatkan konsep unit komposit dirujuk kepada Steffe (1992). Pengkaji menggunakan ikon seperti bungkusan, kotak, batang, dan biji, yang mana mewakili anu dan operasi dalam ungkapan algebra. Pengkaji membentuk beberapa tugas yang mana melibatkan gambaran mental, perwakilan, makna, penaakulan, hubungan kait dan penyelesaian masalah. Contoh soalan pengenalan; 3 batang dan 4 biji gula dalam kedai di permulaan hari, kemudian penambahan jumlah sebanyak 4 batang dan kurang 4 biji gula-gula dibuat. Soalan mengehendaki murid menentukan jawapan tersebut

bertujuan untuk menyediakan beberapa imej visual bagi kegunaan murid untuk membuat penaaakulan dan transaksi di kedai gula-gula. Instrumen yang dibentuk dan digunakan oleh Gregg dan Yackel menjadi rujukan kepada pembentukan instrumen kajian ini membabitkan gambaran mental, makna dan hubung kait.

Seterusnya, kajian MacGregor dan Stacey (1994) memberi fokus tentang pengembangan pemahaman murid tentang beberapa idea asas algebra yang mana memaparkan prestasi mereka dalam beberapa siri ujian. Pengkaji membentuk instrumen berdasarkan kemahiran asas yang penting dalam algebra yang mana empat daripadanya berkaitan dengan operasi yang melibatkan dua kuantiti, penggunaan notasi algebra untuk menulis ungkapan, tafsiran suatu persamaan, dan menulis persamaan. Namun tumpuan kepada pembentukan instrumen yang melibatkan penggunaan notasi algebra dalam menulis ungkapan kerana ia berkaitan dengan kajian yang dijalankan. Pengkaji menggunakan beberapa tugas yang berbeza yang mana berkaitan dengan ukuran dan geometri. Contohnya, soalan pertama adalah 'David mempunyai ketinggian 10cm lebih daripada Con. Tinggi Con ialah  $h$  cm, gunakan algebra untuk menulis ketinggian David. Soalan kedua melibatkan penentuan jarak atau perimeter tiga setiga yang berbeza sisi. Soalan ketiga pula, melibatkan penentuan bentuk yang betul dengan ungkapan ' $x + x + x + x$ '. Soalan seterusnya melibatkan penulisan ungkapan dengan menggunakan simbol matematik berdasarkan pernyataan berikut; 'tambah 5 kepada  $x$ , kemudian jawapan yang didapati didarabkan dengan 3'. Pembentukan instrumen atau tugas tersebut adalah untuk membantu pengkaji ini mengenal pasti kesilapan yang dilakukan oleh murid. Namun instrumen ini mengandungi aspek yang boleh menjadi rujukan untuk kajian ini.



Siti (2019) turut menjalankan kajian berkaitan dengan topik ungkapan algebra dalam kalangan murid Tingkatan Dua, namun memberikan fokus kepada pendekatan gamifikasi dalam pengajaran dan pembelajaran topik tersebut. Tujuan kajian ini adalah untuk menganalisis kesan pendekatan gamifikasi terhadap pengajaran dan pembelajaran Ungkapan Algebra. Reka bentuk kajian pengkaji ini adalah kuasi eksperimen yang menggunakan ujian pra dan ujian pasca ke atas 60 orang peserta kajian yang terdiri daripada murid Tingkatan Dua. Data yang terkumpul dianalisis melalui ujian-T tentang tahap pencapaian dan kemahiran berfikir ke atas kesan gamifikasi dalam pengajaran dan pembelajaran. Dapatan kajian Siti mendapati bahawa pencapaian skor murid dalam Ungkapan Algebra lebih tinggi dengan pendekatan gamifikasi berbanding kaedah tradisional kerana kaedah ini dapat membantu pelajar lebih aktif, yakin diri dan meningkatkan kemahiran berfikir. Dalam kajian ini Siti menggunakan instrumen kajian membabitkan konsep pemboleh ubah, pemalar, dan manipulasi operasi dalam ungkapan algebra.

Kajian Rystedt (2015) turut menyentuh tentang pemahaman ungkapan algebra secara umum, namun memberikan fokus kepada pembinaan makna ke atas pemboleh ubah dan bentuk yang sesuai dalam memperkenalkan algebra. Reka bentuk kajian yang digunakan adalah kajian kes yang dijalankan ke atas kumpulan perbincangan yang kecil dalam kalangan murid berusia 12 tahun (Gred 7) dalam menyelesaikan tugas algebra. Dapatan kajian murid mentafsirkan huruf algebra ' $n$ ' dan menyediakan jawapan yang ditransformasikan sebagai ungkapan algebra. Murid yang dikaji didapati menggunakan pelbagai sumber kontekstual samada secara matematik atau tidak apabila cuba memahami peranan pemboleh ubah. Hal ini memaparkan tentang pembinaan makna membabitkan tafsiran tentang suatu perkara bukan statik atau sehalu, tetapi memerlukan jaringan dan hubung kait pengetahuan sedia ada

murid itu sendiri. Dapatan kajian ini turut menjelaskan tentang permasalahan dalam memahami konsep pemboleh ubah dalam pembentukan ungkapan bagi mentafsir masalah ayat algebra. Pengkaji membuat kesimpulan bahawa tafsiran murid tentang huruf algebra boleh bersifat dinamik dan maknanya boleh ubah dengan cepat bergantung pada sumber persekitaran mereka yang bukan hanya sekadar pengetahuan yang statik tetapi lebih kepada rangkaian pengetahuan tersebut. Kesimpulan lain yang didapati daripada kajian ini, pengkaji mendapati bahawa pembelajaran matematik secara umum adalah mengenai cara khusus berkomunikasi tentang objek matematik dan hubung kait antara perkara tersebut.

Sebagai kesimpulan, terdapat penggunaan pelbagai bentuk instrumen bagi membantu mengesan dan meningkatkan pemahaman murid dalam pembelajaran algebra. Walau pun tidak dinyatakan secara langsung, instrumen yang digunakan mengandungi beberapa unsur atau ciri yang berkaitan dengan kajian ini yang mana lima daripadanya ialah gambaran mental, perwakilan, hubung kait, penaakulan dan penyelesaian masalah. Oleh yang demikian pembentukan tugas oleh pengkaji lepas menjadi rujukan pengkaji dalam membina tugas yang sesuai dan padat bagi mendapatkan data yang mencukupi untuk menjawab soalan kajian.

### **2.5.3 Soalan Kajian membabitkan Pemahaman Ungkapan Algebra**

Soalan kajian yang diutarakan oleh pengkaji lepas yang mana berkaitan dengan kajian ini turut diberi tumpuan dalam bahagian kajian literatur. Soalan kajian lepas merangkumi struktur, prosedur dan peraturan dalam memanipulasi ungkapan algebra, salah konsep yang terdapat dalam menyelesaikan ungkapan algebra, dan peringkat umur yang sesuai untuk pemilihan peserta bagi kajian pemahaman

ungkapan algebra. Ini adalah untuk membincangkan dan menganalisis hasil kajian lepas bagi membantu serta menyokong kajian yang dijalankan.

Kajian Subramaniam dan Banerjee (2004) yang bertujuan untuk meneroka hubung kait antara peningkatan pemahaman ungkapan aritmetik dengan algebra permulaan dalam kalangan murid Gred Enam. Pengkaji membahagikan perbincangan hasil kajian berdasarkan beberapa kategori yang mana tiga daripadanya berkaitan dengan struktur ungkapan dan konsep sebutan, penggunaan simbol, dan ungkapan algebra. Pengkaji memberi tumpuan tentang prosedur dan peraturan yang dijalankan oleh murid dan mendapati murid berupaya memberi alasan yang munasabah (penaakulan) dalam menyelesaikan masalah yang hanya melibatkan ungkapan dua sebutan. Hasil kajian juga mendapati murid berupaya memilih huruf yang sesuai untuk membuat perwakilan terhadap anu atau pemboleh ubah dalam permainan teka nombor tetapi tidak dalam soalan yang berkaitan dengan perimeter dan luas. Namun pengkaji berpendapat hubung kait antara konsep dan peraturan dalam konteks manipulasi ungkapan algebra memerlukan penerokaan lanjut. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa perwakilan dan penaakulan penting bagi meningkatkan pemahaman murid dalam pembelajaran konsep ungkapan algebra, yang mana berkaitan dengan soalan kajian yang dilakukan. Namun soalan kajian yang berkaitan dengan hubung kait konsep dalam ungkapan algebra masih belum terjawab dalam kajian pengkaji ini.

Kajian Demby (1997) turut memberi tumpuan terhadap jenis prosedur yang digunakan oleh murid yang berusia dalam lingkungan antara 13 hingga 15 tahun ketika menyelesaikan tugas yang diberikan. Hasil kajian mendapati terdapat tujuh jenis prosedur yang mana dikenali sebagai '*automasi*', '*formula*', '*gantian cuba*

*teka*', '*modifikasi penyediaan ungkapan*', '*konkrit*', '*peraturan*', dan '*peraturan-kuasi*'. Hasil kajian ini jelas menunjukkan penerapan unsur penaakulan dalam kajian kerana murid perlu memberi ulasan atau alasan bagi setiap jawapan diutarakan atau penggunaan prosedur dalam menyelesaikan masalah. Selain itu hasil kajian juga mendapati murid menggunakan gambaran mental ketika melaksanakan tugas yang melibatkan operasi abstrak (penggunaan frasa seperti sama dengan) dan membentuk hubung kait dengan objek konkrit dalam kehidupan seharian ( $3x$  dan  $6x$  membentuk ' $9x$ ' yang mana dikaitkan dengan 3 biji epal dan 6 biji epal digabungkan menjadi 9 biji epal). Hasil kajian juga mengesan kewujudan aspek sintaksis dan semantik algebra yang mana aspek ini berkaitan dengan makna dalam ungkapan algebra. Pengkaji merumuskan bahawa pembinaan sesuatu pengetahuan bergantung kepada pengumpulan pengalaman, perbandingan hasil, dan perlaksanaan generalisasi. Hasil kajian ini menjawab beberapa soalan kajian yang berkaitan dengan gambaran mental, perwakilan, makna, dan penaakulan.

Hall (2004) menjalankan kajian yang berkaitan dengan proses pemikiran murid ketika memudahkan ungkapan algebra. Pengkaji tersebut mengemukakan beberapa soalan semasa menemu duga murid untuk meneroka pemikiran mereka ketika memudahkan ungkapan berbentuk pendaraban pecahan kompleks. Hasil kajian menunjukkan murid yang tidak berupaya memudahkan ungkapan kerana keliru dengan konsep pempfaktoran dan konsep pembatalan ungkapan. Kajian ini mengaitkan beberapa konsep yang berkaitan dengan konsep pendaraban, pempfaktoran, konsep sebutan, dan konsep pendaraban pecahan dalam ungkapan tersebut. Pengkaji ini juga memberi keutamaan konsep penaakulan dalam kajian ini yang mana setiap alasan yang diutarakan ketika menyelesaikan soalan yang diberikan oleh peserta kajian menggambarkan cara dan corak pemikiran mereka.

Namun pengkaji ini mahu pengkaji lain pada masa akan datang untuk meneroka pemikiran murid melalui penaklukan tentang dua perkara yang mana murid yang memilih untuk mengakhiri jawapan dengan suatu nilai, dan pembentukan makna huruf bagi murid yang memberi jawapan yang betul.

Kajian Jin dan Wong (2013) juga berkaitan dengan struktur dan peraturan yang melibatkan konsep asas algebra. Analisis data kajian melalui pembinaan peta konsep oleh murid Gred Lapan adalah untuk menjawab soalan yang kajian berikut: apakah kesemulajadian pemahaman konseptual murid Gred Lapan tentang asas algebra ketika membentuk peta konsep? Kajian ini memberi fokus tentang cara murid membentuk hubungan kait dalam konsep asas algebra. Kecekapan dan pemahaman murid dilihat dari segi bilangan hubungan kait yang dibina oleh mereka yang melibatkan satu, dua atau keseluruhan konsep yang berkaitan dengan algebra. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa semakin banyak pembinaan hubungan kait antara konsep oleh murid, maka pemahaman murid terhadap konsep asas algebra makin bertambah. Dengan ini, kajian ini memberi bukti atau maklumat yang jelas yang mana membuat hubungan kait dan penggunaan perwakilan gambarajah (peta konsep) membantu murid dalam meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep algebra.

Kajian Warren (1998) pula berkaitan dengan pemahaman konsep pemboleh ubah dalam kalangan murid sekolah menengah lingkungan usia 12 tahun hingga 15 tahun. Kajian beliau melibatkan dua teknik pengumpulan data yang mana setiap satunya mempunyai fokus yang berbeza. Perolehan hasil kajian daripada teknik pengumpulan data yang melibatkan ujian bertulis, memberi fokus terhadap keupayaan murid dalam membuat generalisasi daripada corak visual dan data berjadual. Hasil kajian daripada temu duga berstruktur bagi mendapatkan maklumat mengenai keupayaan murid

untuk mentafsir makna huruf apabila merujuk kepada situasi kehidupan sebenar dan menjalankan operasi pada pemboleh ubah berangka tanpa mengetahui nilai-nilai tersebut. Selain itu, hasil kajian menunjukkan murid berupaya membuat hubungan yang berbeza ke atas dua pemboleh ubah yang diwakili oleh dua huruf yang berlainan.

Kajian lepas yang berkaitan dengan kesukaran pembelajaran pembelajaran algebra dalam kalangan murid sekolah menengah turut merangkumi kajian yang memberi fokus tentang salah konsep dan analisis kesalahan. Kajian Egodawatte (2011) bertujuan untuk mengkaji salah konsep tentang algebra dalam kalangan murid sekolah menengah. Pengkaji ini mengemukakan beberapa soalan kajian yang mana empat daripadanya berkaitan dengan ungkapan algebra. Apakah kategori kesalahan dan salah konsep murid sekolah menengah dalam penyelesaian masalah yang berkaitan dengan pemboleh ubah? Apakah kategori kesalahan dan salah konsep murid sekolah menengah dalam penyelesaian masalah yang berkaitan dengan ungkapan algebra? Apakah kategori kesalahan dan salah konsep murid sekolah menengah dalam penyelesaian masalah ayat algebra? Apakah yang boleh dipelajari daripada proses penyelesaian masalah dan penaakulan murid? Pengkaji ini menggunakan kaedah temu duga sebagai teknik pengumpulan data untuk meneroka proses pemikiran murid dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan. Walau pun perbincangan hasil kajian ini lebih menjurus kepada kesalahan dan salah konsep, namun unsur penyelesaian masalah dan penaakulan dalam kajian ini membantu dalam menjawab soalan kajian yang akan dilakukan. Selain itu, terdapat beberapa tugas yang diberikan mempunyai ciri yang berkaitan dengan pembentukan makna (Apakah makna  $5y$  dan  $yz$ ? Tulis dalam perkataan anda sendiri), membuat hubung

kait dan justifikasi ( $\frac{1}{n}$  atau  $\frac{1}{n+1}$ ), yang mana lebih besar nilainya (bagaimana anda tahu), dan gambaran mental (tolak  $2b$  daripada 7, dan darabkan ' $e + 2$ ' dengan 3). Ringkasnya tugas dan soalan kajian ini menjadi rujukan bagi menjawab soalan kajian yang dilakukan.

Kajian Lim (2010) turut memberi tumpuan tentang jenis kesalahan yang dilakukan oleh murid dalam memudahkan ungkapan algebra. Pengkaji menggunakan peserta kajian seramai 265 orang murid Tingkatan Dua. Hasil kajian beliau mendapati terdapat dua belas jenis kesalahan yang dilakukan oleh murid dalam melaksanakan tugas yang mana berkaitan dengan memudahkan ungkapan algebra. Kesalahan tersebut melibatkan pemboleh ubah yang mempunyai kuasa dua, sebutan yang tidak sama, tanda negatif pada pemboleh ubah, prosedur dan peraturan dalam melakukan operasi asas terhadap pemboleh ubah, dan pengembangan kurungan. Hasil kajian ini menjadi rujukan dalam membentuk instrumen dengan memberi tumpuan khusus ke atas perkara tersebut supaya pemahaman murid tentang konsep ungkapan algebra dipertingkatkan. Selain itu, hasil kajian ini mengandungi beberapa aspek yang membantu pengkaji menjawab soalan kajian yang melibatkan hubungan kait, perwakilan (membuat tafsiran), dan penyelesaian masalah dalam ungkapan algebra.

MacGregor dan Stacey (1997) menjalankan kajian tentang pemahaman murid tentang notasi algebra. Hasil kajian mendapati murid salah guna notasi algebra. Pengkaji mendapati murid menggunakan notasi eksponen sebagai perwakilan pendaraban. Dalam konteks geometri, pengkaji mendapati murid lebih suka menghafal rumus yang berkaitan dengan luas kawasan dan Teorem Pythagoras. Oleh yang demikian hafalan tanpa disertai dengan makna dan konteks (hubungan kait),

murid berupaya mengingat beberapa ciri asas sahaja. Namun begitu, apabila sesuatu konsep dan notasi baru diperkenalkan murid tidak berupaya membuat hubung kait atau membezakan dengan apa yang telah dipelajari sebelum ini. Kesimpulannya hasil kajian ini menunjukkan bahawa pembentukan makna dan hubung kait membantu murid dalam mentafsir perwakilan huruf algebra dan menulis ungkapan algebra. Hasil kajian ini membantu pengkaji dalam menjawab soalan kajian yang berkaitan dengan makna, hubung kait dan perwakilan yang mana unsur ini membantu meningkatkan pemahaman murid tentang ungkapan algebra.

Carraher, Schlieman dan Brizuela (2001) pula menjalankan kajian tentang operasi terhadap anu dalam kalangan murid sekolah rendah. Kajian ini memberi fokus terhadap pemikiran murid tentang perwakilan fungsi dan anu. Pengkaji menggunakan teknik eksperimen mengajar (penggunaan garis nombor algebra dalam menyelesaikan masalah berkaitan dengan anu) sebagai teknik pengumpulan data. Hasil kajian mendapati murid seawal usia lapan dan sepuluh tahun berupaya menggunakan perwakilan algebra dan garis nombor untuk menerangkan hubung kait dalam sesuatu cerita. Pengkaji ini mendapati murid menggunakan huruf bagi mewakili nilai yang tidak diketahui dan berupaya menjalankan operasi ke atas perwakilan yang melibatkan huruf tersebut. Dalam hasil kajian mereka yang lain yang mana dijalankan pada tahun 2012 turut menunjukkan penggunaan perwakilan yang melibatkan bahasa, jadual dan graf membantu meningkatkan pemahaman murid dalam pembelajaran algebra. Ringkasnya kajian ini membuktikan bahawa murid seawal usia lapan tahun berupaya membuat perwakilan dan tafsiran untuk membantu pemahaman mereka terhadap anu. Hasil kajian ini membantu dan menyokong pemilihan murid sekolah menengah sebagai peserta kajian, yang mana merujuk



kepada keupayaan murid membuat dan menggunakan perwakilan, mentafsir perwakilan, dan membuat hubung kait dalam memahami konsep ungkapan algebra.

Kajian Hulse (2013) mengkaji tentang pengaruh struktur masalah ayat algebra ke atas pembentukan ungkapan algebra. Tujuan kajian beliau adalah untuk mengetahui bagaimana pelajar pengajian tinggi mengintegrasikan sistem simbol berganda dalam mewakili maklumat yang sama. Kajian dilakukan ke atas lapan pelajar institut pengajian tinggi berusia 18 tahun hingga 28 tahun. Tugas kajian melibatkan perkara yang diketahui dan tidak diketahui dalam masalah ayat algebra, yang dipaparkan secara naratif teks dan gambar. Pengkaji memanipulasikan susunan dan corak ayat yang mana pemboleh ubah dikenal pasti. Analisis data menggunakan kod tertentu daripada ungkapan algebra yang dibentuk oleh murid dan bahan pengajaran dalam masalah ayat algebra. Kajian ini mendapati pelajar lebih terpengaruh kepada kedudukan pemboleh ubah dalam teks, yang mana mereka menunjukkan kebergantungan kepada struktur teks daripada struktur gambar ketika menulis ungkapan algebra.

Kajian A'lvarez, Chacón, dan Ursini (2015) pula melibatkan perbandingan ke atas pemahaman tentang pemboleh ubah algebra dalam kalangan murid sekolah menengah. Pengkaji ini menggunakan teori pemprosesan maklumat dan model 3UV sebagai alat untuk menganalisis pemahaman murid tentang pemboleh ubah algebra dan penggunaan (anu yang khusus, anu sebagai nombor umum, dan anu sebagai satu fungsi) unsur tersebut. A'lvarez, Chacón, dan Ursini menggunakan soal selidik mengikut tahap dan umur peserta kajian merentasi tiga jenis etnik yang berbeza. Dapatan kajian pengkaji tertumpu kepada keupayaan dan kesukaran murid melaksanakan pemboleh ubah dalam situasi berbeza. Pengkaji mendapati bahawa

murid dari kelompok menengah atas berupaya membentuk simbol bagi masalah ayat algebra yang mengandung satu anu, menyelesaikan persamaan membabitkan satu anu, menterjemahkan ayat yang ringkas dalam bentuk ke bahasa algebra, membuat hubung kait ke atas variasi pemboleh ubah, mengenal pasti dan mengaplikasikan hubung kait fungsi yang ringkas. Namun begitu, pengkaji murid sekolah menengah masih menghadapi kesukaran dalam memanipulasi ungkapan kuadratik, mentafsir huruf sebagai anu dalam ungkapan, membentuk simbol dan persamaan daripada masalah ayat algebra yang mengandung lebih daripada satu anu, melaksanakan ungkapan linear yang mengandung lebih daripada satu anu, dan mentafsir pemboleh ubah yang wujud lebih daripada satu kali dalam persamaan.

Ncube (2016) juga menjalankan kajian membabitkan ungkapan algebra. Tumpuan kajian ini adalah menyiasat kesilapan yang dilakukan oleh murid dalam memudahkan ungkapan algebra. Reka bentuk kajian yang digunakan oleh pengkaji ialah kajian penjelasan (*sequential explanatory*), yang merangkumi data gabungan membabitkan kualitatif dan kuantitatif. Data terkumpul melalui temuduga dan ujian. Pengkaji mengenal pasti enam kesilapan biasa dan kerap dilakukan berhubung dengan memudahkan ungkapan algebra. Berdasarkan dapatan kajian, pengkaji membuat kesimpulan bahawa kesilapan yang dilakukan oleh murid dalam memudahkan ungkapan algebra berkait rapat dengan latar belakang aritmetik yang lemah, masalah dengan notasi algebra, dan salah penggunaan peraturan.

Kajian Reyhan (2017) turut membabitkan ungkapan algebra, yang mana fokus diberikan kepada persepsi murid tentang huruf yang terkandung dalam ungkapan tersebut. Penggunaan reka bentuk kajian oleh pengkaji adalah kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui temu duga separa berstruktur. Peserta kajian

membabitkan 12 orang murid sekolah Gred 7. Penganalisan data kajian oleh pengkaji ini adalah menggunakan teknik analisis kandungan. Dapatan kajian menunjukkan bahawa ramai murid mentafsir huruf yang terkandung dalam ungkapan algebra sebagai simbol yang mewakili huruf pertama suatu objek atau sebarang nombor. Kesimpulan yang dibuat oleh pengkaji berdasarkan dapatan kajian ialah kebanyakan murid Gred 7 (menengah rendah) mempunyai kesukaran untuk memahami makna huruf dalam ungkapan algebra.

Kajian Girit (2017) turut membabitkan ungkapan algebra, namun memberi tumpuan kepada amalan pengajaran yang berkesan bagi menyokong pembelajaran murid dalam topik tersebut. Tujuan kajian ini adalah untuk mengekstrak amalan yang berfokus pada tindakan guru dalam melaksanakan ungkapan algebra semasa pengajaran mereka. Menurut beliau amalan pengajaran amat penting dalam mengurangkan kesukaran pembelajaran murid dalam topik ungkapan algebra. Pengkaji menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian. Dua orang guru sekolah menengah dipilih secara rawak sebagai peserta kajian. Pembinaan item untuk tugas kajian merangkumi definisi konsep sebutan, sebutan sama, pemalar, pekali, penggunaan simbol 'sama dengan', penggunaan analogi tatanda '+' dan '-', penggunaan kaedah 'jubin algebra', dan prinsip pembahagian ungkapan algebra. Penganalisan data kualitatif melalui kaedah banding beza (*compare and contrast method*). Pengkaji merumuskan dapatan kajian bahawa pengetahuan konseptual guru mempengaruhi amalan pengajaran mereka.

Kajian Akpalu dan rakan (2018) yang bertajuk ke arah meningkatkan pemahaman konseptual murid sekolah menengah tentang sistem dua persamaan linear turut meletakkan tumpuan kajian tentang konsep ungkapan algebra. Kajian

mereka bertujuan mengkaji tentang penggunaan ‘jubin algebra’ (*algebraic tiles*) dalam meningkatkan pemahaman murid tentang sistem persamaan linear dengan pemboleh ubah. Kajian ini menggunakan teknik persampelan rawak ke atas 70 orang murid menengah atas. Reka bentuk kajian yang digunakan ialah gabungan kuantitatif dan kualitatif. Kaedah pengumpulan data melalui ujian pra dan pasca menggunakan Ujian-T. Antara perkara diberi tumpuan dalam tugas kajian ialah pemboleh ubah berbeza dalam satu ungkapan linear, menilaikan ungkapan, dan pembentukan makna bagi pemboleh ubah. Dapatan kajian menunjukkan penggunaan jubin algebra membantu meningkatkan pemahaman murid dan tingkah laku yang positif terhadap pembelajaran persamaan linear secara khusus dan matematik secara keseluruhannya. Kesimpulan yang didapati oleh pengkaji berdasarkan dapatan kajian bahawa jubin algebra membantu dalam pembinaan makna tentang unit asas algebra. Justeru itu, murid memahami dengan jelas tentang konsep pemboleh ubah, menilai ungkapan, konsep operasi tambah dan tolak dua pemboleh ubah yang berbeza. Penggunaan jubin algebra dilihat sebagai suatu perwakilan untuk menggambarkan unit asas bagi persamaan linear dengan dua pemboleh ubah.

Kesimpulannya, soalan atau hasil kajian lepas membantu dan menyokong pengkaji dalam mengumpul data yang diperlukan untuk menjawab soalan kajian ini. Ini kerana kajian lepas tersebut mengandungi beberapa perkara yang berkaitan dengan subkonstruk pemahaman dan subkonstruk ungkapan algebra yang penting dalam menjawab soalan kajian. Namun begitu, masih terdapat beberapa perkara penting yang berkaitan dengan kajian ini tidak diberi tumpuan khusus atau dibincang dengan mendalam oleh pengkaji lepas.

## 2.6 Rumusan

Berdasarkan himpunan perbincangan kajian lepas dapat dirumuskan beberapa perkara penting yang berkaitan dengan pemilihan teori, reka bentuk dan metodologi yang digunakan dalam kajian, pembentukan instrumen, dan kepentingan kajian ini dijalankan. Pertama, beberapa kajian yang memberi tumpuan tentang proses pemikiran murid menjadikan pemilihan konstruktivisme radikal sebagai teori yang memandu kajian ini paling sesuai digunakan berbanding teori lain. Kedua yang dapat dirumuskan daripada reka bentuk dan metodologi yang digunakan dalam kajian lepas, kajian kes merupakan reka bentuk kajian yang sesuai digunakan untuk mengkaji atau meneroka pemikiran murid secara mendalam dan holistik. Bersesuaian dengan fokus kajian tersebut, menjadikan temu duga klinikal dan pengetahuan susunan kedua dipilih sebagai teknik pengumpulan dan kaedah menganalisis data dalam kajian ini.

Seterusnya, himpunan kajian lepas menunjukkan pelbagai kajian dijalankan bagi membantu dan meningkatkan pemahaman murid sekolah menengah tentang konsep algebra. Namun kebanyakan kajian tersebut memberi penekanan kepada mengenal pasti jenis kesalahan yang dilakukan, salah tafsir atau salah konsep, dan hubungan tingkah laku dengan pencapaian murid. Tambahan lagi, penyelidikan berkaitan ungkapan algebra khususnya dalam kalangan murid sekolah menengah yang dijalankan di Malaysia juga lebih memberi tumpuan kepada mengenal pasti kesalahan langkah kerja yang ditunjukkan oleh murid berbanding dengan mengetahui apa yang murid fikirkan tentang konsep tersebut (Marlina & Nurulhuda, 2011; Effandi, Ibrahim & Siti Mistima, 2010; Lim, (2010); dan Azrul & Marlina, 2007). Kajian yang memberi fokus tentang apa yang berlaku dalam pemikiran murid

sekolah menengah dalam memahami konsep ungkapan algebra kurang diberi perhatian.

Walau pun terdapat segelintir kajian lepas yang memberi tumpuan tentang pemahaman murid sekolah menengah khususnya yang berkaitan dengan konsep ungkapan algebra, namun hasil kajian tidak membincangkan konteks pemahaman secara konsisten dan menyeluruh. Kebanyakan pengkaji lepas membincangkan pemahaman murid hanya melihat dari aspek perwakilan, hubungan, penaakulan dan penyelesaian masalah sahaja, yang mana perbincangan tersebut tidak secara mendalam. Justeru itu kajian ini yang bertujuan untuk membekalkan jawapan tentang proses pemikiran murid tentang apa yang mereka faham tentang konsep ungkapan algebra mempunyai alasan yang kukuh untuk dijalankan.

### **BAB 3: METODOLOGI KAJIAN**

Bab Tiga membincangkan metodologi bagi kajian ini yang mana merangkumi lapan bahagian utama. Bahagian pengenalan menerangkan secara ringkas kandungan dalam Bab Tiga. Bahagian kedua menjelaskan reka bentuk kajian yang digunakan dan justifikasi terhadap pemilihan reka bentuk tersebut. Selain itu, kekuatan dan limitasi reka bentuk kajian dan strategi bagi meminimumkan impak limitasi tersebut diuraikan dalam bahagian ini.

Bahagian ketiga pula akan membincangkan tentang populasi dan peserta kajian yang dipilih. Bahagian seterusnya, kaedah pengumpulan data membincangkan tentang jenis data yang terkumpul, prosedur dan rangka masa yang digunakan untuk mengumpul data dan peralatan yang digunakan untuk mengumpul data. Bahagian kelima membincangkan beberapa perkara berkaitan dengan instrumentasi, seperti pemboleh ubah dan konstruk yang menjadi tumpuan, jenis instrumen dan tujuan penggunaan instrumen tersebut. Tiga bahagian terakhir akan membincangkan tentang kajian rintis, kaedah analisis data dan rumusan.

#### **3.1 Reka Bentuk Kajian**

Penyelidikan ini menggunakan reka bentuk kajian kes yang mana melibatkan data kualitatif. Kajian kes merupakan satu pendekatan penyelidikan yang sesuai bagi kajian yang memberi fokus tentang pemahaman yang mendalam tentang suatu entiti atau peristiwa tertentu pada masa tertentu. Ia melibatkan penerokaan yang mendalam berdasarkan berapa banyak data yang boleh terkumpul mengenai sesuatu sistem yang disempadani, seperti aktiviti, acara, proses yang berlaku dan individu, (Creswell, 2014). Dengan kata lain, metodologi kajian kes merupakan alat untuk membantu

penyelidik mengkaji fenomena yang kompleks dalam konteks yang dipilih (Baxter & Jack, 2008).

Stake (1995) merujuk kajian kes sebagai proses pembelajaran tentang kes yang dipilih dan hasil atau produk yang didapati daripada pembelajaran kes tersebut. Proses pembelajaran tersebut mengiktiraf kepentingan pembentukan makna manusia yang subjektif tetapi tidak menolak secara terang-terangan beberapa tanggapan objektiviti. Stake (1978) turut menekankan penglibatan pengalaman dan pengetahuan peserta kajian dalam kajian kes. Cerita atau penerangan tentang sesuatu perkara daripada peserta kajian dapat menggambarkan pandangan mereka terhadap realiti dan ini membolehkan penyelidik untuk lebih memahami tindakan mereka. Menurut beliau lagi, kajian kes ini menjadi pemilihan kaedah penyelidikan kerana mungkin epistemologi secocok dengan pengalaman pembaca dan ini menjadi asas kepada generalisasi kepada kajian.

Selain itu, terdapat empat ciri utama kajian kes yang diutarakan oleh Stake (2012) sesuai penggunaan dalam membantu metodologi kajian ini. Pertama, kajian kes bersifat holistik yang mana berkaitan dengan hal ehwal manusia seperti yang dilihat dari pandangan yang berbeza. Ciri yang kedua adalah pengalaman yang bersifat empirikal, berorientasikan bidang tertentu yang melibatkan akal manusia. Ciri yang lain mengiktiraf keunikan masa, tempat dan penyebutan perkataan tertentu. Ciri keempat kajian kes pula berkaitan dengan keindividuan. Ia berfungsi untuk memahami persepsi individu yang lebih mementingkan keunikan daripada kebiasaan dan kepelbagaian.

Seterusnya, terdapat empat faktor penting yang berkaitan dengan tujuan kajian, andaian, kawalan terhadap peserta kajian, dan sumber data yang menjadikan kajian



kes sebagai reka bentuk pilihan bagi penyelidikan ini. Secocok dengan tujuan kajian ini untuk mengenal pasti pemahaman murid tentang konsep ungkapan algebra, reka bentuk ini membantu memahami pemikiran peserta kajian yang hanya menggunakan bahasa pertuturan yang kebiasaannya untuk menerangkan pengalaman mereka. Siasatan empirikal yang dianjurkan oleh reka bentuk ini pula membantu pengkaji memahami tentang peserta kajian dan persekitarannya yang merangkumi suasana, keadaan dan konteks kehidupan sebenar (Yin, 2009). Selain itu, reka bentuk kajian ini mencadangkan data kualitatif sebagai paling sesuai untuk menangani masalah penyelidikan membabitkan pemboleh ubah yang tidak diketahui dan perlu diterokai dengan lebih mendalam (Creswell, 2014). Kesemua ini secara tidak langsung membantu pengkaji dalam mengumpul data yang mencukupi untuk menjawab soalan dan seterusnya mencapai tujuan kajian ini.

Faktor kedua bagi pemilihan kajian kes dalam memandu metodologi kajian ini pula, dengan mengandaikan bahawa reka bentuk kajian ini berupaya membekalkan maklumat yang kaya dan mendalam, serta bersifat subjektif dalam meneroka dan mentafsir makna data yang terkumpul secara terperinci (Meriam, 2009). Ini kerana reka bentuk kajian ini membenarkan pengkaji mengumpul maklumat dari pelbagai jenis dan bentuk sumber data kualitatif. Justeru itu, penggunaan reka bentuk ini secocok dengan tujuan kajian untuk mengkaji pemahaman murid tentang ungkapan algebra yang hanya boleh dilakukan secara deskriptif.

Faktor ketiga bagi penggunaan kajian kes sebagai reka bentuk kajian melibatkan kawalan terhadap peserta kajian. Kajian ini memberi tumpuan tentang proses pemikiran murid dalam memahami konsep ungkapan yang mana pengkaji tidak dapat mengawal atau menentukan tingkah laku murid dalam memberi jawapan atau

pandangan terhadap perkara tertentu. Oleh kerana kawalan tidak dapat dibuat terhadap murid dalam kondisi atau seting natural peserta kajian, justeru itu reka bentuk yang paling sesuai digunakan merupakan kajian kes.

Seterusnya kajian bertujuan mengkaji fenomena kontemporari atau semasa yang mana melibatkan pemahaman murid Tingkatan Dua pada masa yang tertentu memerlukan pelbagai sumber data yang berupaya membekalkan maklumat yang cukup (Stake, 2012 dan Yin, 2009). Oleh itu, kajian kes berguna dalam membantu pengkaji yang berusaha untuk membangunkan pemahaman yang mendalam tentang kajian ini dengan mengumpul pelbagai bentuk data seperti pemerhatian, temu duga, pita video, dan dokumentasi bertulis. Jadi, penggunaan kajian kes merupakan reka bentuk kajian yang paling sesuai dalam mengenal pasti pemahaman murid tentang ungkapan algebra dan berharap pengumpulan data dalam pelbagai bentuk cukup luas untuk menjawab semua soalan kajian yang diutarakan.

Beberapa orang pengkaji lepas menggunakan kajian kes sebagai reka bentuk kajian yang membantu mereka mengumpul data yang cukup untuk menjawab soalan kajian dan mencapai tujuan kajian tersebut. Zwetzschler dan Prediger (2013) menggunakan kajian kes bagi memahami pemikiran murid tentang pemahaman konseptual mereka tentang pemboleh ubah dan persamaan. Filloy et al. (2004) pula menggunakan kajian kes bagi membincangkan kesukaran yang dihadapi oleh murid apabila melibatkan kesamaan anu dalam permulaan pembelajaran algebra. Manakala Hackenberg (2005) menggunakan kajian kes dalam kajian yang bertujuan untuk memahami bagaimana murid Gred Enam membina penaakulan algebra semasa interaksi guru dan murid. Kajian Akgün dan Özdemir (2006) yang bertujuan untuk mengenal pasti salah konsep dan kesukaran pembelajaran murid Gred Lapan tentang

kegunaan konsep pemboleh ubah turut menggunakan kajian kes dalam metodologi kajian mereka.

Setiap reka bentuk kajian mempunyai kekuatan dan kelemahan masing-masing. Kekuatan kajian kes tertumpu kepada teknik pengumpulan data yang mana melibatkan pemerhatian tingkah laku murid dibuat dalam realiti sebenar. Oleh itu reka bentuk ini membekalkan pemahaman yang mendalam tentang perspektif, pengalaman, dan tafsiran murid dalam keadaan semula jadi (Stake, 2013; Merriam, 2009; dan Yin, 2009). Tambahan lagi, kajian kes boleh dijalankan dibawah kawalan seorang pengkaji tanpa memerlukan sepasukan penyelidik untuk mendapatkan hasil kajian yang dikehendaki. Kajian kes memberi maklumat yang mendalam kepada pengkaji lain, yang mempunyai situasi dan kes yang sama jadi ia membantu memberi interpretasi kepada kes lain yang serupa (Stake, 1978 dan Merriam, 2009).

Kelemahan dalam kajian kes berkait rapat dengan kebolehan membuat generalisasi statistik. Namun, dapatan kajian ini boleh digeneralisasi kepada populasi murid Tingkatan Dua sekolah yang dipilih untuk kajian ini. Ini adalah kerana, tahap pemikiran umur bagi murid tingkatan dua hampir sama, latar belakang ekonomi keluarga dan seting tempat belajar serta diajar oleh guru yang sama, dan bahasa pertuturan yang digunakan menggunakan loghat yang sama. Oleh itu proses pemikiran yang digambarkan oleh murid yang dikaji, boleh digeneralisasikan kepada seluruh populasi murid Tingkatan Dua sekolah tersebut.

Selain itu, oleh kerana reka bentuk kajian ini memerlukan hubungan rapat antara pengkaji dan peserta kajian, pengkaji dikatakan bias terhadap peserta kajian, iaitu berupaya bertindak sebagai guru pembimbing yang membimbing peserta kajian untuk menjawab soalan sebagai mana yang dikehendaki. Ini mengganggu dapatan

dalam tafsiran data. Jadi, untuk menangani limitasi ini, pengkaji menjalankan beberapa siri kajian rintis bagi mengelak penggunaan ayat atau pertanyaan yang bersifat bias.

Walau pun reka bentuk kajian kes mempunyai kelemahan, namun kelemahan tersebut merupakan kelemahan yang boleh ditangani dan diperbaiki, dan tidak mendatangkan kesan yang besar terhadap dapatan hasil kajian. Tambahan lagi, kekuatan reka bentuk ini lebih banyak membantu pengkaji dalam menjalankan metodologi kajian ini terutama dalam mengumpul data yang kaya dan mendalam. Kajian kes juga merupakan reka bentuk kajian yang paling sesuai dalam mendapatkan data dalam seting semula jadi peserta kajian atau dalam situasi kehidupan sebenar. Dengan itu, ia menawarkan pandangan dan makna yang berupaya mengembangkan pengalaman pembaca. Pandangan ini boleh ditafsirkan sebagai gambaran awal yang membantu pengkaji lain menstrukturkan kajian akan datang. Oleh itu, kajian kes memainkan peranan penting dalam memajukan pengetahuan tentang kajian ungkapan algebra ini (Merriam, 2009).

### **3.2 Populasi Dan Peserta Kajian**

Populasi kajian ini terdiri daripada murid sekolah menengah rendah di salah sebuah sekolah di Terengganu. Murid sekolah menengah ini terbahagi kepada menengah atas dan menengah rendah yang merangkumi murid lelaki dan perempuan. Murid menengah rendah dibahagikan kepada empat aliran berbeza, iaitu aliran Arab, aliran Perdagangan, dan aliran Kemahiran. Manakala menengah atas pula, dikategorikan kepada sains tulen, sastera, dan sains sosial. Keseluruhan status-sosio ekonomi murid sekolah ini adalah dari golongan sederhana dan miskin. Kebanyakan ibu bapa murid

yang belajar di sekolah ini berkerja sebagai penjawat awam, peruncit kecil-kecilan, petani, dan juga membuat kerja-kerja kampung.

Lokasi sekolah ini di kawasan luar bandar Kuala Terengganu. Sekolah ini dikategorikan sebagai sekolah harian biasa yang mana merupakan sekolah bantuan penuh kerajaan. Sistem persekolahan tersebut adalah dua sesi, iaitu sesi pagi dan petang. Sekolah ini mempunyai prasarana infrastruktur yang cukup dan moden bagi membantu proses pengajaran dan pembelajaran. Kemudahan teknologi seperti makmal komputer turut disediakan oleh pihak pengurusan sekolah untuk meningkatkan kualiti pembelajaran murid sekolah tersebut.

Kajian ini memilih peserta kajian seramai enam orang murid yang terdiri daripada murid lelaki dan perempuan Tingkatan Dua dari sekolah ini. Pemilihan peserta kajian membabitkan tahap akademik yang berbeza. Dua murid dipilih dari kategori berprestasi tinggi, dua murid dari kategori berprestasi sederhana dan dua orang lagi dari kategori berprestasi rendah. Pemilihan murid ini dicadangkan dan dilakukan oleh guru matematik yang mengajar murid tersebut berdasarkan prestasi mereka dalam peperiksaan.

Penglibatan murid yang berbeza dari segi jantina dan pencapaian akademik dalam pemilihan peserta kajian adalah kerana untuk mendapatkan kepelbagaian dalam peserta kajian ini. Tambahan lagi, dengan andaian bahawa peserta kajian yang mempunyai tahap pemikiran yang berbeza akan memaparkan proses membina dan mengembangkan pengetahuan tentang ungkapan algebra adalah berbeza. Andaian ini penting supaya pengkaji dapat mengumpul maklumat yang menyeluruh dan seterusnya menyumbang kepada kesahan alat pengukuran bagi kajian ini.

Pemilihan peserta kajian ini menggunakan persampelan bertujuan dari jenis variasi maksimum. Kaedah persampelan ini digunakan oleh pengkaji dengan sengaja memilih individu yang mempunyai ciri atau kategori tertentu untuk memahami sesuatu kes yang berlaku (Creswell, 2012). Penggunaan kaedah jenis variasi maksimum bersifat heterogenisis melibatkan kepelbagaian sumber data dalam menjalankan penyelidikan. Kaedah persampelan ini bertujuan untuk mengesan sesuatu perubahan ketara daripada kebiasaan (dalam dimensi suasana atau fenomena yang sama) yang mana mempunyai kepentingan dan nilai tertentu dalam memahami teras pengalaman (Patton seperti dirujuk dalam Merriam, 2009). Maklumat ini boleh membantu pengkaji mengenal pelbagai gambaran mental, perwakilan yang digunakan, pemberian makna, perhubungan, penaaakulan, komunikasi dan cara menyelesaikan masalah yang berbeza. Dengan itu, maklumat yang didapati membantu menjawab soalan kajian sekali gus mencapai tujuan kajian ini dijalankan.

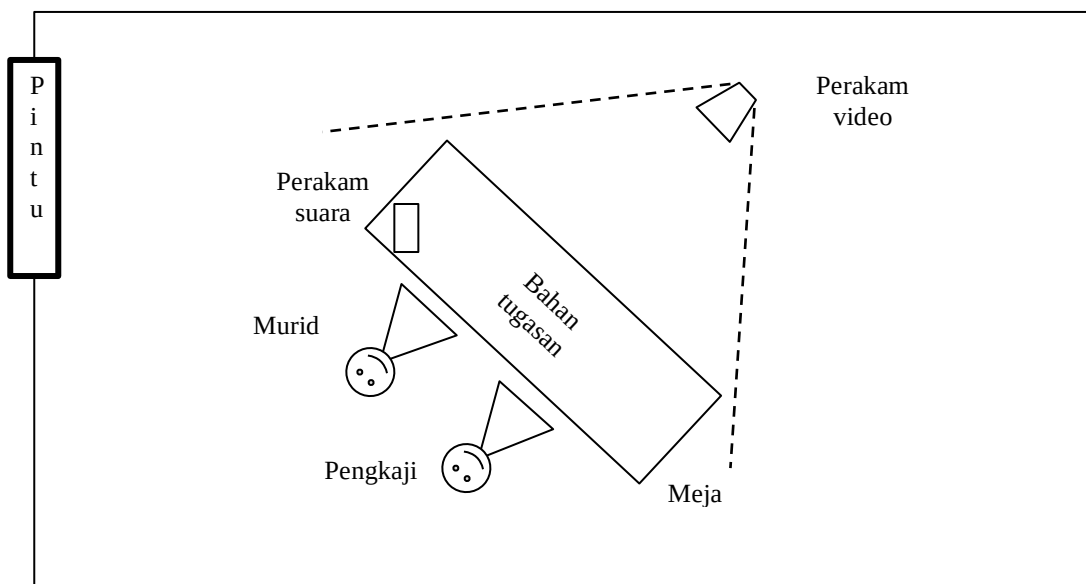
### **3.3 Kaedah Pengumpulan Data**

Data kajian ini adalah dari jenis data kualitatif yang mana bersumberkan pemerhatian pengkaji, catatan pengkaji, rakaman video, borang soal selidik dan catatan peserta kajian. Data tersebut merangkumi petikan secara langsung dari seseorang tentang pengalaman mereka, pendapat, perasaan, dan pengetahuan yang diperolehi melalui temu bual; penerangan terperinci aktiviti seseorang, tingkah laku, catatan tindakan melalui pemerhatian; dan pengekstrakan petikan dari pelbagai jenis dokumen (Merriam, 2009). Tingkah laku pula merangkumi segala perbuatan fizikal yang ditunjukkan oleh murid seperti gerak kaki, gelang kepala, angkat bahu, diam sejenak, kerdipan mata dan sebagainya.

Justeru itu, teknik temu duga merupakan teknik pengumpulan data paling sesuai untuk memperolehi data kualitatif tersebut. Teknik temu duga klinikal dalam kajian ini disyorkan oleh Piaget (Nik Azis, 1999) merangkumi tiga perkara asas, iaitu pemerhatian; penyoalan; dan penilaian. Pemerhatian merupakan perkara pertama yang harus diberi perhatian bagi kajian yang memberi tumpuan kepada pemikiran murid, kerana setiap tingkah laku murid, sama ada dalam bentuk lisan atau bukan lisan adalah data bagi kajian ini. Tambahan pula, pemerhatian secara langsung membantu pengkaji mengawal corak interaksi dengan murid semasa temu duga dijalankan. Aspek penyoalan pula bersifat fleksibel, mencungkil, meneroka dan intensif. Ini akan memberi kebebasan, motivasi dan membantu murid menyelesaikan masalah yang diutarakan semasa ditemu duga. Manakala aspek penilaian berkait dengan menyemak respons, mendapatkan penjelasan, dan mentafsirkan respons tersebut.

Penetapan lokasi temu duga oleh pihak sekolah di bilik yang sesuai, selesa dan jauh dari gangguan yang boleh menggugat konsentrasi atau tumpuan peserta kajian. Bilik tersebut juga dilengkapi alatan yang diperlukan untuk tujuan temu duga. Pemilihan lokasi di dalam kawasan sekolah yang sama bertujuan untuk memudahkan perjalanan kajian dalam waktu persekolahan. Selain itu, proses pembelajaran peserta kajian juga tidak terjejas.

Pengkaji menyusun meja, kerusi dan menetapkan perakam video sebelum menjalankan sesi temu duga. Penempatan perakam video menghadap meja supaya dapat memberi merakam gambaran, tingkah laku dan percakapan yang jelas di antara pengkaji dan peserta kajian. Secara fizikal, gambaran susun atur bilik temu duga adalah seperti di rajah 3.1.



Rajah 3.1 Susun atur bilik temu duga

Selain itu, alatan seperti pen, pensel, pemadam, kertas kosong, kertas kjang dan pembaris disediakan untuk kemudahan peserta kajian dan melicinkan proses temu duga. Temu duga telah dijalankan dalam lima siri tugas yang berbeza pada September 2014. Setiap siri melibatkan semua peserta kajian secara berasingan, iaitu satu peserta ditemu duga pada satu masa. Masa yang diperuntukan kepada setiap peserta kajian dalam satu siri temu duga adalah antara 40 minit hingga 50 minit sahaja. Ini untuk mengelakkan rasa bosan dan tekanan peserta kerana terlalu lama ditemu duga. Namun jumlah masa yang digunakan oleh setiap peserta kajian akan berbeza dari satu peserta ke peserta kajian yang lain.

Teknik temu duga klinikal membantu pengkaji mengumpul sebarapa banyak data yang berkaitan dengan proses pemikiran murid yang hanya boleh dilihat melalui tingkah laku yang ditunjukkan semasa temu duga dijalankan (von Glasersfeld, 1996). Oleh itu, kamera video merupakan alat yang paling sesuai digunakan merekod data tersebut. Ia dapat merakam semua perkara sama ada dalam bentuk lisan mahu pun



bukan lisan. Jadi alat ini memudahkan pengkaji semasa membuat pemerhatian dan penganalisan data. Di samping itu juga, pengkaji turut mencatatkan perkara penting yang dapat diperhatikan semasa proses temu duga dijalankan. Catatan pengkaji penting dalam membantu pengkaji membentuk soalan spontan dan memudahkan proses menganalisis data.

Semasa proses temu duga dijalankan, pengkaji terlebih dahulu akan memaklumkan kepada peserta kajian tentang kegunaan perakam video. Kemudian pengkaji akan berbual secara ringkas tentang latar belakang, subjek kesukaan, atau hobi peserta sebagai pengenalan untuk memulakan sesi temu duga. Ini membantu pengkaji dan peserta kajian menyesuaikan diri dan berasa selesa terhadap suasana temu duga. Tambahan lagi sesi pengenalan ini dapat mengurangkan rasa takut dan cemas peserta kajian sebelum temu duga. Seterusnya, temu duga sebenar dijalankan oleh pengkaji dengan mengemukakan soalan tugasan satu demi satu. Peserta kajian diberi masa yang secukupnya untuk menjawab semua soalan. Setiap soalan yang diutarakan oleh pengkaji bertindak mencungkil dan meneroka apa yang ada dalam pemikiran peserta kajian. Namun bergantung kepada jawapan yang diberikan oleh mereka ketika ditemu duga, soalan seterusnya mungkin sama tetapi menggunakan perspektif yang berbeza. Pengkaji mungkin membuat pengubahsuaian atau mengemukakan soalan baru kepada soalan yang diutarakan bagi memperolehi jawapan murid yang kaya dengan maklumat.

Soalan kajian yang diutarakan oleh pengkaji melibatkan perkataan seperti ‘apakah’, ‘mengapa anda kata begitu’, ‘bagaimanakah ia terjadi’, dan ‘beri penjelasan anda’. Soalan yang sedemikian membolehkan murid menggunakan pemikiran yang kritis dalam merefleksi aktiviti tugasan diberikan untuk memahami

konsep ungkapan algebra. Secara tidak langsung peserta kajian berupaya membina pengetahuan berdaya maju tentang konsep tersebut.

Semua peserta yang dipilih adalah di atas kerelaan mereka sendiri untuk melibatkan diri dalam kajian ini. Setelah mendapat kebenaran daripada pihak EPRD, Kementerian Pelajaran Malaysia, dan Jabatan Pelajaran Negeri, pengkaji mendapat keizinan dari pihak sekolah, guru, ibu bapa dan murid tersebut sebelum proses temu duga. Semua maklumat peserta kajian adalah sulit dan rahsia. Pengkaji juga memaklumkan kepada semua peserta bahawa segala percakapan dan perbuatan yang direkodkan hanya akan digunakan oleh pengkaji sebagai rujukan informasi, dan tidak akan didedahkan kepada mana-mana pihak. Jawapan bertulis yang diutarakan oleh peserta kajian juga tidak memberi kesan ke atas pemberian markah murid di peringkat sekolah.

Pemilihan teknik pengumpulan data melalui temu duga klinikal dalam kajian ini berlandaskan tiga matlamat utama. Pertama, ia berupaya mencungkil aktiviti intelektual yang digunakan oleh murid dalam pelbagai konteks berbeza. Kedua, teknik ini membantu memperincikan sifat dan organisasi pengetahuan murid dari segi tindakan dan operasi yang mendasari intelektual tersebut. Seterusnya, teknik ini membantu membina pengetahuan berdaya maju tentang konsep dan operasi matematik semasa yang dipunyai oleh peserta kajian (Nik Azis, 2009). Teknik ini bukan sahaja dapat menganalisis konsep penting dalam pembinaan pengetahuan, tetapi fungsi adaptif berperanan menyusun realiti yang dialami oleh pengkaji dan murid yang dikaji. Justeru itu, teknik ini adalah paling sesuai untuk mengenal pasti konsep ungkapan algebra yang dimiliki oleh murid.

Namun begitu, terdapat kelemahan dalam teknik ini yang mana data yang diperolehi dikata berat sebelah atau bias oleh sesetengah pengkaji. Untuk menangani bias dalam data yang terkumpul bagi melicinkan proses pemerhatian, penyoalan dan penilaian dilakukan, beberapa pengkaji lepas (Nik Azis, 2013; Merriam, 2009; dan Yin, 2009) mencadangkan beberapa perkara untuk diberi perhatian, iaitu:

1. Temu duga dirancang dengan mengambil kira sebanyak mungkin perlakuan murid dalam menyelesaikan masalah.
2. Masalah matematik dibentuk sedemikian rupa untuk memberi peluang kepada murid untuk menggunakan cara pemikiran yang paling canggih.
3. Latar belakang masalah matematik dibentuk dengan teliti untuk meningkatkan daya motivasi supaya murid berminat mencuba setiap masalah yang diberikan.
4. Murid diberi peluang secukupnya untuk mencuba setiap masalah yang diberikan.
5. Mengelakkan penggunaan perkataan '*value loaded*'.
6. Menyediakan satu pelan temu duga yang terperinci beserta pelan tindakan kedua.
7. Berbincang dengan penyelia dari masa ke semasa tentang rakaman kamera video yang telah dijalankan.

Dengan ini, data yang didapati bersih dan boleh dipercayai.

### **3.4 Instrumentasi**

Kajian ini membentuk tujuh tugas untuk temu duga yang di ubah suai dan diadaptasi daripada beberapa kajian lepas (Nik Azis, 1987; Greg & Yackel, 2002; Lee & Hackenberg, 2013; Panasuk, 2011; Pekkan, 2008; Seng, 2010; Akgün & Özdemir, 2006 dan Fujii, 2003) serta beberapa laman sesawang ilmiah. Tugas dalam kajian ini merangkumi: (1) imiginasi unit ungkapan, (2) masalah ayat algebra membabitkan unit asas ungkapan algebra, (3) kotak pemprosesan, (4) sebutan melawan ungkapan, (5) ungkapan simbolik, (6) contoh melawan bukan contoh, dan (7) masalah ungkapan secara ayat algebra dan simbolik.

#### **3.4.1 Instrumen Kajian**

Tugas gambaran mental, perwakilan dan makna unit asas ungkapan di adaptasi dari kajian Greg dan Yackel (2002) tentang membantu murid memahami ungkapan algebra. Bagi tugas untuk makna operasi, memberi nilai ungkapan, simbol dan pemboleh ubah di adaptasi dari kajian Akgün dan Özdemir (2006), Mcgregor dan Satcey (1997), dan Panasuk (2011). Tugas penaakulan, perwakilan dan penyelesaian masalah di adaptasi dari kajian Lee dan Hackenberg (2013), Panasuk (2011), Pekkan (2008), Seng (2010) dan Fuji (2003). Tugas untuk melihat komunikasi tentang ungkapan algebra di adaptasi dari Wilhelm (2001), Mcgregor dan Satcey (1997), Graham dan rakan (2016), dan NCTM (2000).

Protokol temu duga dibahagikan oleh pengkaji kepada tiga sesi dan setiap sesi mengambil masa 45 hingga 50 minit. Secara amnya, temu duga sesi pertama dibentuk sedemikian rupa bagi mengenal pasti pemahaman murid tentang perkara asas yang penting dalam membentuk sesuatu ungkapan algebra. Temu duga kedua pula terkandung tugas yang bertujuan untuk mengenal pasti makna ungkapan

algebra dan temu duga ketiga merangkumi tugas yang mendedahkan pemahaman murid tentang operasi asas dalam ungkapan algebra. Protokol temu duga diletakkan di Appendix A dan penerangan ringkas tentang tugas adalah seperti Jadual 3.1 di bawah.

Jadual 3.1

*Temu duga untuk Mengenal Pasti Pemahaman Ungkapan Algebra*

| Protokol Tugas                                                                          | Subtugasan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Penerangan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Temu duga Pertama :</b><br>1. Imiginasi Unit Ungkapan                                | 1.1 'Ungkapan'<br>1.2 'Algebra'<br>1.3 'UngkapanAlgebra'<br>1.4 'Sebutan Algebra'<br>1.5 'Pemboleh Ubah'<br>1.6 'Operasi Asas'<br>1.7 'Pekali'<br>1.8 'Pemalar'<br>1.9 'Ungkapan 6x'                                                                                                                                                     | Peserta kajian diminta untuk memberi seberapa banyak gambaran mental tentang subkonstruk / unit asas ungkapan algebra.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Temu duga Pertama :</b><br>2. Masalah ayat algebra membabitkan unit ungkapan algebra | 2.1 Situasi membabitkan ' <i>kuantiti yang tidak diketahui nilainya</i> '.<br>2.2 Situasi membabitkan ' <i>dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya</i> '.<br>2.3 Situasi membabitkan ' <i>dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu kuantiti tetap</i> '.<br>2.4 Sebarang situasi membabitkan ungkapan algebra. | Peserta kajian diminta mewakili ayat yang diberikan ke unit asas ungkapan membabitkan pemboleh ubah, pemalar, pekali, dan operasi asas.<br><br>Tugas 2.1:<br>Ayat: Beberapa rambut dalam bakul<br>Tugas 2.2:<br>Ayat: Beberapa rambut hijau dan kuning dalam bakul.<br>Tugas 2.3:<br>Ayat: Beberapa rambut hijau, kuning dan dua biji rambut merah di dalam bakul.<br><br>Peserta kajian diminta menyatakan kepelbagaian ungkapan membabitkan situasi yang pernah dialami. |

Jadual 3.1 (sambungan)

| Protokol<br>Tugasan                                                                     | Subtugasan                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Penerangan                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Temu duga Pertama :</b><br>2. Masalah ayat algebra membabitkan unit ungkapan algebra | 2.5 Gambarajah membabitkan ungkapan algebra<br>a) Bentuk segi empat<br>b) Paksi mencancang dan mengufuk.                                                                                                                                                                                                     | Peserta kajian diminta membuat perwakilan dan tafsiran berdasarkan gambarajah yang diberikan. Mereka juga diminta menceritakan dan menerangkan bagaimana ungkapan itu dibentuk dan perwakilan yang digunakan.                                                                                      |
| <b>Temu duga Kedua:</b><br>3. Kotak Pemprosesan                                         | 3.1 Kotak Pemprosesan A:<br>- kotak mengandungi bentuk ' $3x$ '<br>3.2 Kotak Pemprosesan B:<br>- kotak mengandungi angka ' $3$ '<br>3.3 Kotak Pemprosesan C:<br>- kotak mengandungi bentuk $(3 + 3x)$<br>3.4 Kotak Pemprosesan D:<br>- kotak mengandungi pelbagai bentuk ungkapan                            | Peserta kajian diminta untuk menentukan fungsi pemboleh ubah, pemalar, dan menilai kotak kosong berpandu maklumat yang diberikan.<br><br>Mereka juga diminta menerangkan bagaimana operasi yang dapat dijalankan terhadap sebutan dalam ungkapan dan operasi asas ke atas dua atau lebih ungkapan. |
| 4. Sebutan algebra melawan ungkapan algebra                                             | 4.1 Hubung kait antara: Sebutan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '<br>4.2 Hubung kait antara: Sebutan ' $5a$ ', ungkapan ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ '<br>4.3 Hubung kait antara: Sebutan ' $5a$ ' dan ungkapan lain yang seumpama.<br>4.2 Hubung kait antara: Dua Ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m)$ ' dan ' $5m - 2m$ '. | Peserta kajian diminta menjelaskan tentang persamaan dan perbezaan antara sebutan dan ungkapan algebra. Tumpuan soalan untuk mendapatkan kepelbagaian cara yang dapat mengaitkan sebutan dengan ungkapan.                                                                                          |

Jadual 3.1(sambungan)

| Protokol<br>Tugasan                                        | Subtugasan                                                                                                                                                                                                                                                        | Penerangan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Temu duga Kedua:</b><br>5. Ungkapan Linear              | 5.1 Ungkapan tunggal<br>5.2 Ungkapan linear dengan satu pemboleh ubah:<br>$'2q + 1 - 2(q - 1) - q'$<br>5.2 Ungkapan linear dengan dua pemboleh ubah:<br>$'3h + 5l - (h + 2l)'$                                                                                    | Peserta kajian diminta untuk berkomunikasi tentang ungkapan algebra membabitkan sebutan pemboleh ubah, pekali, pemalar dan operasi asas dalam tiga bentuk berbeza.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Temu duga Ketiga:</b><br>6. Contoh melawan bukan contoh | 6.1<br>$'Bukan Ungkapan'$ vs $'Ungkapan'$ :<br>$y = 3x + 2$ vs $3x + 2$<br>6.2<br>$'Bukan Ungkapan'$ vs $'Ungkapan'$ :<br>$h < 2 - i$ vs $2.5 - \frac{1}{2}k$<br>6.3<br>$'Bukan Ungkapan'$ vs $'Ungkapan'$ :<br>$0 = 2xy - y + 1$ vs $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ | Peserta kajian diberi beberapa bentuk algebra yang berbeza dan diminta untuk menentukan yang mana merupakan ungkapan algebra atau bukan. Mereka juga diminta memberikan penjelasan ke atas setiap pemilihan dan menghujahkan pemilihan tersebut. Subjek juga diminta mencari perbezaan dan persamaan yang terdapat dalam bentuk tersebut, dan membuat kesimpulan tentang kriteria umum bagi suatu ' <i>ungkapan algebra</i> '. |
| 7. Masalah ayat algebra dan simbolik                       | 7.1 Masalah ayat algebra membabitkan 'kuantiti yang tidak diketahui nilainya'<br>7.2 Masalah ayat algebra membabitkan 'kuantiti yang berubah dengan satu nilai tetap'<br>7.3 Mempermudahkan<br>$'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$                   | Peserta kajian diminta menyelesaikan situasi bermasalah membabitkan pemboleh ubah dan pemalar.<br>Peserta kajian diminta membuat pelbagai bentuk perwakilan dan tafsiran bagi menyelesaikan masalah membabitkan pemboleh ubah, pekali, pemalar, dan operasi asas .<br>Peserta kajian diminta memudahkan ungkapan simbolik yang diberikan.                                                                                      |

Tugasan 1 merangkumi sembilan perkara yang membabitkan perkataan ‘ungkapan’, ‘algebra’, ‘ungkapan algebra’, ‘sebutan algebra’, ‘pemboleh ubah’, ‘pekali’, ‘pemalar’, operasi asas’, dan bentuk ‘ $6x$ ’ bagi mendapatkan sebanyak mungkin gambaran mental murid tentang ungkapan algebra dan subkonstruk yang terlibat. Murid diminta menerangkan gambaran tersebut dengan terperinci samada secara lisan, lukisan atau gambarajah. Pengkaji mengandaikan pemahaman murid tentang subkonstruk ungkapan algebra dapat difahami dengan cara bagaimana ungkapan tersebut dibentuk dalam minda mereka.

Tugasan 2 merangkumi lima perkara membabitkan masalah ayat algebra dan gambarajah yang meminta murid membentuk perwakilan dan tafsiran tentang ungkapan algebra daripada situasi yang diberikan. Murid diminta menyatakan pelbagai jenis perwakilan dan tafsiran ke atas situasi ayat algebra dan gambarajah yang merangkumi subkonstruk bagi ungkapan algebra. Tugasan ini adalah untuk memahami bagaimana murid membuat perwakilan dan tafsiran tentang subkonstruk ungkapan algebra membabitkan pemboleh ubah, pekali, pemalar dan operasi asas. Jika tugasan ini berjaya, penyelidik mengandaikan murid menggunakan pengetahuan lepas untuk menyelesaikan masalah dalam konteks ayat algebra.

Tugasan 3 pula, meminta murid menentukan makna bagi subkonstruk bagi suatu ungkapan algebra dengan menggunakan konsep kotak pemprosesan. Dalam tugasan ini, murid diminta mentafsirkan tentang beberapa perkara yang terkandung dalam kotak pemprosesan membabitkan pemboleh ubah, pemalar, dan menilai ungkapan dan operasi dalam ungkapan. Beberapa contoh hasil dinyatakan bagi pelbagai jenis angka dan simbol dimasukkan dalam kotak pemprosesan. Murid juga diminta mentafsirkan makna operasi asas terhadap ungkapan algebra. Rasional



tugas ini untuk memahami makna beberapa subkonstruk bagi ungkapan algebra membabitkan pemboleh ubah, pemalar, operasi asas, dan menilai ungkapan bagi murid. Penyelesaian tugas ini, memberi andaian bahawa murid memahami tentang idea kepelbagaian dalam pemboleh ubah, nilai tetap dalam pemalar, dan konsep operasi asas boleh dijalankan ke atas ungkapan.

Tugas 4 meminta murid membuat hubung kait tentang sebutan dan ungkapan algebra. Murid diminta menjelaskan tentang persamaan dan perbezaan antara sebutan dan ungkapan algebra. Tumpuan soalan untuk mendapatkan kepelbagaian cara yang dapat mengaitkan sebutan dengan ungkapan algebra. Ia bertujuan untuk memahami ciri umum suatu ungkapan algebra. Penyelidik mengandaikan jawapan yang diberikan oleh murid menunjukkan pemahaman mereka tentang idea kepelbagaian dalam pemboleh ubah, pekali, sebutan, dan ungkapan.

Tugas 5 meminta murid menceritakan secara terperinci tentang ungkapan yang dibina berdasarkan gambarajah dan pernyataan yang diberikan. Murid turut diminta membanding bezakan setiap pernyataan yang diberi dengan bentuk ungkapan yang terhasil daripadanya. Seterusnya, murid diminta menentukan ciri penting untuk pembentukan suatu ungkapan. Tugas ini untuk memahami bagaimana murid menyebarkan dan menyampaikan maklumat dalam bentuk simbolik. Dalam tugas ini, penyelidik mengandaikan pemahaman murid apabila mereka menggunakan maklumat yang ada untuk berkomunikasi tentang konsep ungkapan dan keupayaan mereka menentukan kata kunci tertentu dalam membentuk sesuatu ungkapan.

Tugas 6 meminta murid untuk mengenal pasti bentuk umum ungkapan algebra dan subkonstruknya, serta kepelbagaian bentuk ungkapan yang ada. Murid diminta membanding beberapa bentuk algebra yang membabitkan ungkapan dan bukan

ungkapan algebra. Dalam tugas ini murid diminta memberikan hujah, analisis, kesimpulan, dan implikasi dalam membandingkan antara bentuk yang dipilih sebagai ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’. Rasionalnya adalah untuk memahami penaklukan murid tentang ungkapan algebra dalam tafsiran mereka terhadap perwakilan dan alasan logik bagi jawapan yang tersebut. Dalam tugas ini pula, penyelidik mengandaikan murid gunakan tanda ‘=’ atau ‘<’ dalam membezakan ungkapan dan bukan ungkapan. Pemberian maksud terhadap simbol atau huruf, dan nombor dalam setiap bentuk ungkapan yang diberikan oleh peserta kajian membantu pengkaji memahami pemahaman mereka tentang ungkapan algebra membabitkan pemboleh ubah, pemalar, pekali, dan operasi asas dalam ungkapan tersebut.

Tugas 7 meminta murid menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan algebra dalam situasi ayat algebra dan juga simbolik. Bagi penyelesaian ke atas situasi ayat algebra bertujuan untuk memahami perwakilan dan tafsiran yang dibina oleh murid ke atas situasi yang melibatkan pemboleh ubah, pemalar, dan operasi asas. Manakala penyelesaian bentuk simbolik bertujuan untuk memahami langkah, prosedur, dan konsep yang diaplikasikan oleh murid dalam menyelesaikan masalah ungkapan algebra. Penyelesaian tugas ini memberi andaian pemahaman murid ditunjukkan melalui fleksibiliti penggunaan pelbagai pengetahuan tentang konsep ungkapan dan sebagai penunjuk kekuatan pengetahuan tentang ungkapan yang dimiliki.

### **3.4.2 Kesahan dan Kebolehpercayaan Instrumen**

Pemilihan dan pembentukan kandungan instrumen adalah berdasarkan kajian literatur. Ciri utama menentukan kesesuaian dan kebolegunaan sesuatu instrumen ialah kesahan dan kebolehpercayaan. Kesahan digunakan untuk mengukur sejauh

mana ketepatan, ketahanan, kesesuaian, bererti, dan kebolehgunaan ukuran dalam kajian ini (Creswell, 2014). Manakala kebolehpercayaan pula merujuk ketekalan dan kestabilan kajian ini. Kesahan dan kebolehpercayaan instrumen kajian ini menggunakan empat kriteria bagi untuk kebolehyakinan, iaitu kredibiliti, kebolehpindahan, dan kebolehharapan.

#### **3.4.2.1 Kredibiliti**

Kredibiliti merujuk sejauh mana kebenaran dan keyakinan tentang keupayaan instrumen yang digunakan dapat mengumpulkan data menumpukan perhatian kepada fokus kajian. Beberapa perkara dilakukan oleh pengkaji untuk menjadikan data kajian mempunyai kepercayaan yang tinggi. Berikut adalah perkara yang dilakukan untuk meningkatkan kredibiliti kajian ini:

- (a) Penyetigaan (triangulasi) data: Pengkaji menggunakan pelbagai sumber yang berbeza, seperti pemerhatian, rakaman suara, rakaman video, catatan pengkaji dan peserta kajian. Pengkaji melakukan triangulasi data temu bual dengan pemerhatian dan analisis dokumen untuk membentuk tema dan kategori bagi menyokong hasil kajian.
- (b) Semakan oleh pakar Matematik: Pengkaji meminta dua orang pakar matematik, masing-masing merupakan profesor dan profesor madya yang berpengalaman dalam bidang matematik dan juga psikologi pendidikan. Setiap kali semakan, beberapa penambahbaikan dibuat sehingga instrumen ini benar-benar dapat mengukur semua subkonstruk pemahaman dan ungkapan algebra.
- (c) Penilaian oleh rakan penyelidik dan rakan pendidik: Pengkaji memberikan instrumen yang dibina kepada tiga rakan penyelidik yang merupakan doktor falsafah dalam bidang pendidikan matematik dan dua rakan

pendidik yang berpengalaman lebih daripada 20 tahun mengajar subjek matematik untuk menilai ketepatan dan kualiti instrumen tersebut. Ini bagi memastikan instrumen ini bersesuaian dan relevan dari segi kesukaran dan bahasa yang digunakan dengan peringkat umur sekolah menengah.

#### **3.4.2.2 Kebolehpindahan**

Pengkaji membekalkan pemikiran peserta kajian ini berdasarkan kepercayaan yang diberikan oleh guru Matematik dan pengetua sekolah terhadap mereka yang boleh mengaktifkan diri ketika di temu bual. Pemikiran enam peserta kajian adalah berdasarkan kesediaan dan keaktifan mereka dalam menyelesaikan tugas yang diutarakan oleh pengkaji. Pengkaji turut memanjangkan masa bagi penyelesaian tugas bagi setiap instrumen untuk membolehkan peserta kajian memberikan kepercayaan terhadap pengkaji dan pemahaman yang mendalam tentang perkara yang disoalkan.

Selain itu, rakaman temu bual yang dijalankan oleh pengkaji dalam dua bentuk, iaitu video dan audio, hanya dibuat setelah mendapat keizinan dari semua peserta kajian. Tujuan rakaman adalah untuk melihat ekspresi muka dan tingkah laku terhadap soalan pengkaji. Kedua-dua jenis rakaman bagi setiap peserta kajian ditranskripkan supaya semua data yang menyokong rakaman dapat dilaporkan. Penyemakan semula transkrip dilakukan oleh peserta kajian dan rakan pendidik untuk membetulkan kesilapan maklumat.

#### **3.4.2.3 Kebolehharapan**

Bagi memastikan kestabilan instrumen ini, satu siri ujian dilakukan ke atas kumpulan peserta kajian yang sama. Setiap tugas diuji sebanyak dua kali pada masa yang berbeza. Jawapan yang diberi oleh peserta kajian ini adalah sama bagi

semua tugas tersebut. Selain itu, semakan tingkah laku dari rakaman video, audio, dan dokumen bertulis daripada peserta kajian dilakukan beberapa kali dan didokumentasikan oleh pengkaji.

#### **3.4.2.4 Kebolehpastian**

Keneutralan instrumen kajian ini dari segi isi kandungan dinilai oleh tiga rakan penyelidik yang merupakan doktor falsafah dalam bidang pendidikan matematik dan dua rakan pendidik yang berpengalaman lebih daripada 20 tahun mengajar subjek matematik. Penyemakan kedua ke atas instrumen dilakukan oleh penyelia kajian merupakan pensyarah Matematik yang berpengalaman bagi mengesahkan penggunaan instrument tersebut digunakan pengkaji bagi mengumpul data kajian.

### **3.5 Kajian Rintis**

Kajian rintis dijalankan oleh pengkaji di salah sebuah sekolah di Petaling Jaya. Pemilihan sekolah yang tersebut untuk kajian rintis kerana memiliki sistem persekolahan dan ciri-ciri murid yang sama dengan peserta kajian. Pengkaji menemu duga dua orang murid tingkatan dua dari kelas dan pencapaian akademik yang berbeza, iaitu seorang dari pencapaian tinggi dan seorang lagi dari pencapaian rendah. Kedua-dua murid ini dipilih oleh pengkaji atas kesanggupan mereka sendiri untuk terlibat dalam kajian ini. Selain itu, kebenaran untuk menjalankan kajian rintis dipohon oleh pengkaji terlebih dahulu dari pihak Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (BPPDP), Kementerian Pelajaran Malaysia, Jabatan Pelajaran Selangor, pengetua sekolah, guru dan juga murid yang terlibat dalam kajian rintis.

Kajian rintis ini bertujuan meningkatkan kemahiran dan menyesuaikan pengkaji dengan teknik temu duga klinikal yang digunakan dalam kajian sebenar. Ia juga membantu pengkaji mendapatkan gambaran sebenar terhadap masalah yang bakal dihadapi dalam proses pengumpulan data. Perkara pertama, pengkaji dapat memperbaiki dan memperkemaskan rancangan temu duga dari segi pembinaan item dan arahan yang diutarakan. Temu duga yang dijalankan dalam kajian rintis memberi maklumat tentang bagaimana maklum balas peserta kajian terhadap soalan bermasalah yang diutarakan. Ini dapat membantu dalam penyediaan soalan tambahan serta memurnikan soalan yang telah dirancang oleh pengkaji.

Perkara kedua, kajian rintis turut membantu pengkaji dari segi logistik yang berkaitan dengan anggaran masa dan penstrukturan ayat. Melalui kajian rintis pengkaji berupaya menganggarkan jangka masa yang diambil oleh setiap peserta kajian dalam satu sesi temu duga. Selain itu, pengkaji juga dapat memastikan kesesuaian soalan bermasalah yang diutarakan dari segi istilah, struktur ayat yang digunakan mudah difahami atau mengelirukan, tahap kesukaran dan cara menyoal peserta kajian. Dengan itu, pengkaji dapat membuat penambahbaikan soalan bermasalah serta proses temu duga yang dirancang untuk kajian ini.

Kajian rintis ini merangkumi tiga siri temu duga bagi setiap peserta kajian. Selepas temu duga, rakaman video dan rancangan temu duga diserahkan kepada penasihat akademik bagi penambahbaikan. Beberapa perubahan telah dilakukan bagi pemurnian instrumen seperti dalam Jadual 3.2.

*Penambahbaikan instrumen*

107

Jadual 3.2 (sambungan)

| Tugasan/Soalan Asal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tugasan/ Soalan diubah suai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>3.1: Ayat algebra</b></p> <p>3.1.1</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0; text-align: center;"> <p>Suatu nombor ditambah lima</p> </div> <p>3.1.2 Sekarang saya tukar suatu nombor kepada tinggi seseorang, bolehkah kamu bentukkan dalam bentuk algebra?</p> <p>3.1.3 Sekarang saya bagi kamu ayat berikut:</p> <p style="padding-left: 40px;">“Ketinggian Ahmad adalah dua kali ketinggian Siti”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jika <math>S_2</math> bersamaan dengan 5, apakah yang terjadi pada <math>S_1</math>?</li> <li>• Jika saya bagi nilai <math>S_1=30</math>, bolehkah kamu cari nilai <math>S_2</math>?</li> <li>• Bolehkah kamu ceritakan bagaimana kamu menukarkan frasa ayat algebra ke bentuk algebra?</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengkaji perlu mencetak pernyataan ini di kad.</li> <li>- Perubahan pada situasi 3.1.1 kepada tiga situasi berbeza membabitkan bilangan rambut di dalam bakul.</li> <li>- Tugas ayat algebra 3.1.1 dipinda menjadi 2.1.1, 2.1.2, dan 2.1.3</li> <li>- Pernyataan algebra ditambah jika peserta kajian masih tidak memahami ungkapan algebra.</li> <li>- Bentuk dan cara soalan yang diutarakan pada murid berubah mengikut situasi dan keadaan.</li> <li>- Soalan ini dikeluarkan dari protokol ini.</li> <li>- Soalan diubah dan dimasukkan dalam protokol penyelesaian masalah</li> <li>- Soalan digantikan dengan gambarajah segi empat dengan saiz sisi yang tidak diketahui dan graf.</li> </ul> |
| <p><b>4.1: Kotak Pemprosesan</b></p> <p>4.1.1 Kotak A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada pendapat kamu apakah yang kotak A buat?</li> </ul> <p>4.1.2 Kotak B</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada pendapat kamu apakah yang kotak A buat?</li> </ul> <p>4.1.3 Kotak C</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apakah perbezaan antara Kotak A dan kotak C?</li> <li>• Apakah perbezaan antara kotak B dan kotak C?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Pengkaji membuat lukisan kotak di atas kertas lebih difahami berbanding kotak sebenar.</p> <p>Semua tugas 4.1.1 hingga 4.1.4 dipinda menjadi tugas 3.1.1 hingga 3.1.4</p> <p>Perubahan soalan 4.1.3 ke memberi nilai kepada ungkapan yang dibentuk oleh peserta kajian daripada sebutan dalam Kotak A dan Kotak B.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



Jadual 3.2 (sambungan)

| Tugasan/Soalan Asal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Tugasan/ Soalan diubah suai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>4.1: Kotak Pemprosesan</b></p> <p>4.1.4 Adakah terdapat perlaksanaan operasi dalam kotak A, B,dan C?</p> <p>4.1.5 Kotak D</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apakah operasi yang boleh dijalankan ke atas kotak A, B, C, dan D?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Tugasan 4.1.5 disingkirkan.</p> <p>Perlu menambah banyak contoh menggunakan nombor bulat untuk murid kategori lemah.</p> <p>Bentuk dan cara soalan yang diutarakan pada murid berubah mengikut situasi dan keadaan.</p> <p>Semua tugasan 4.1 menjadi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1.1 Hubung kait antara: '<math>5a</math>' dan '<math>a + 4a</math>'</li> <li>4.1.2 Hubung kait antara: Sebutan '<math>5a</math>', ungkapan '<math>a + 4a</math>' dan '<math>2a + 3a</math>'.</li> <li>4.1.3 Hubung kait antara: Sebutan '<math>5a</math>' dan ungkapan lain yang seumpama.</li> <li>4.1.4 Hubung kait antara: Ungkapan '<math>3m + 2(4m - 3m)</math>' dan '<math>5m - 2m</math>'.</li> </ul> |
| <p><b>5.1: Masalah Pizza</b></p> <p>Situasi : Murid diberi/ ditunjukkan sekeping kad.</p> <p>5.1.1 Kes 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kawan kamu ingin menghasilkan satu bentuk algebra daripada gambar ini, bolehkah kamu ceritakan kepadanya?</li> </ul> <p>5.1.2 Kes 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Jika terdapat dua orang untuk pizza tersebut dan perlu diberi sama rata, ceritakan hasil yang terbentuk?</li> </ul> <p>5.1.3 Kes 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Jika terdapat dua biji pizza yang sama untuk diberikan kepada beberapa orang, bagaimana pula kamu ceritakan bentuk algebra yang terhasil?</li> </ul> <p>5.1.4 Kes 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Jika harga tiga pizza yang berbeza saiz perlu dibayar adalah RM35, ceritakan bentuk algebra yang terhasil daripada kes ini?</li> </ul> | <p>Semua soalan disingkirkan</p> <p>Soalan bagi tugasan ini tukarkan kepada bentuk simbolik merangkumi:</p> <p>5.1.1<br/>Ungkapan linear dengan satu pemboleh ubah:<br/><math>'2q + 1 - 2(q - 1) - q'</math></p> <p>5.1.2<br/>Ungkapan linear dengan dua pemboleh ubah:<br/><math>'3h + 5l - (h + 2l)'</math></p> <p>Bentuk dan cara soalan yang diutarakan pada murid berubah mengikut situasi dan keadaan</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Jadual 3.2 (sambungan)

| Tugasan/Soalan Asal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Tugasan/ Soalan diubah suai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>6.1: Nilai suatu ungkapan</b></p> <p>6.1.1 Nilaikan ungkapan ini :<br/> <math>(a + b) - 3(k + 6j)</math> diberi <math>a = 2</math>, <math>b = 3</math>, <math>k = 4</math> dan <math>j = -1</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apakah hasil yang kamu dapati?</li> <li>• Bagaimana kamu dapat hasil tersebut?</li> </ul> <p>6.1.2 Nilaikan ungkapan ini pula:<br/> <math>(m + n) - 3(b + 6l)</math> diberikan <math>m = 2</math>, <math>n = 3</math>, <math>b = 4</math> dan <math>l = -1</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apakah hasil yang kamu dapati?</li> <li>• Bagaimana kamu dapat hasil tersebut?</li> <li>• Adakah jawapan ini sama dengan jawapan ungkapan sebelum ini?</li> </ul> <p>6.1.3 Nilaikan ungkapan ini pula:<br/> <math>3(x + y) - (p + q)</math> diberikan <math>x = 2</math>, <math>y = 3</math>, <math>p = 4</math> dan <math>q = -1</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apakah hasil yang kamu dapati?</li> <li>• Bagaimana kamu dapat hasil tersebut?</li> <li>• Adakah jawapan ini sama dengan jawapan ungkapan sebelum ini?</li> </ul> | <p>Semua soalan dalam tugasan ini dibubarkan.</p> <p>Soalan digantikan ke dalam</p> <p>- 2.1.1:<br/> ‘<i>Bukan Ungkapan</i>’ vs ‘<i>Ungkapan</i>’:<br/> <math>y = 3x + 2</math> vs <math>3x + 2</math></p> <p>- 2.1.2:<br/> ‘<i>Bukan Ungkapan</i>’ vs ‘<i>Ungkapan</i>’:<br/> <math>h &lt; 2 - i</math> vs <math>2.5 - \frac{1}{2}k</math></p> <p>- 2.1.3:<br/> ‘<i>Bukan Ungkapan</i>’ vs ‘<i>Ungkapan</i>’:<br/> <math>0 = 2xy - y + 1</math> vs<br/> <math>1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p</math></p> <p>Bentuk dan cara soalan yang diutarakan pada peserta kajian berubah mengikut situasi dan keadaan</p> |
| <p><b>7.1 Pemudahan ungkapan algebra</b></p> <p>7.1.1 Permudahkan ungkapan dibawah:<br/> <math>2(x - 4) + 6 - (x + y) + 3(1 - 4y)</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bolehkah kamu mudahkan ungkapan ini kepada bentuk yang paling ringkas?</li> <li>• Bolehkah kamu tunjukkan bagaimana kamu lakukan?</li> <li>• Apakah langkah terawal kamu lakukan?</li> <li>• Apakah operasi yang kamu jalankan untuk langkah tersebut?</li> <li>• Adakah langkah itu perlu dilakukan kamu buat apa?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Pengkaji perlu mencetak ungkapan dalam kad.</p> <p>Soalan tugasan ditambah kepada situasi ayat algebra yang membabitkan unit asas kepada ungkapan algebra:</p> <p>7.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masalah ayat algebra membabitkan kuantiti yang tidak diketahui nilainya.</li> </ul> <p>7.1.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti yang berubah dengan satu nilai tetap’</li> <li>- Bentuk dan cara soalan yang diutarakan pada murid berubah mengikut situasi</li> </ul>                                                         |

Kesimpulannya kajian rintis ini membantu menangani beberapa isu logistik yang membabitkan kebolehbacaan, kecekapan, kebolehan, kejelasan, bias dan kepraktisan. Ini bagi menjamin kualiti dan keefisienan kajian yang dijalankan oleh pengkaji (Nik Azis, 2014; Creswell, 2016).

### **3.6 Kaedah Analisis Data**

Kajian ini menggunakan kaedah analisis kualitatif dari jenis sumatif. Pemilihan kaedah ini bagi membantu pengkaji mengenal pasti tema dan kategori dalam sesuatu himpunan kandungan atau data tekstual bagi dan membekalkan penjelasan yang kaya tentang realiti yang dijanakan oleh tema tersebut (Creswell, 2016). Kaedah analisis kualitatif tergolong dalam jenis sumatif kerana pengkaji memulakan analisis dengan membilang perkataan, kandungan objektif atau makna tersurat daripada teks yang mana telah diterjemah dari rakaman audio video dan dokumen bertulis. Analisis ini kemudiannya diperluaskan dengan melibatkan makna, pola dan tema yang terpendam (Saldana, 2016).

Selain itu, kaedah analisis data ini turut menggunakan gagasan model susunan pertama dan model susunan kedua yang berlandaskan konstruktivisme radikal (Steffe, 1996, 2002 & 2006). Model susunan pertama merujuk model yang dibina oleh peserta kajian dalam menyusun, memahami dan mengawal pengalaman mereka sendiri. Analisis dalam model susunan pertama membabitkan pengetahuan yang dimiliki oleh peserta kajian tentang ungkapan algebra yang dapat diperhatikan oleh pengkaji. Proses analisis data kajian ini dalam model susunan pertama melibatkan transkripsi maklumat kepada protokol bertulis bagi dan kajian kes setiap peserta kajian. Seterusnya, analisis data membabitkan model susunan kedua merujuk model yang dibina oleh pengkaji tentang pengetahuan yang dimiliki oleh peserta kajian,

untuk menjelaskan pemerhatian dan pengalamannya ke atas aktiviti yang dilakukan setiap peserta kajian. Dalam kajian ini model susunan kedua digunakan dalam analisis merentasi kes.

Proses analisis data kajian ini membabitkan lima tahap, iaitu transkripsi maklumat kepada protokol bertulis bagi setiap peserta kajian, pembersihan data, membuat kajian kes bagi setiap peserta kajian (menjelaskan tindakan lisan dan bukan lisan bagi setiap tugas, membuat inferens tentang cara berfikir yang digunakan dalam menangani setiap tugas, dan mengenal pasti pola berfikir), pengekodan dan tema, dan analisis merentasi kes kajian. Setelah temu duga keenam-enam peserta kajian selesai, proses analisis di mulai dengan transkripsi data.

### **3.6.1 Transkripsi Maklumat ke Protokol Bertulis**

Pada tahap pertama, data yang diperolehi dari rakaman audio dan video temu duga klinikal ditranskripsikan ke dalam protokol bertulis. Tingkah laku pelajar yang tidak membabitkan lisan seperti mengangkat bahu, mengerut dahi, menggelengkan kepala, dan mengetuk pencil semasa menyelesaikan tugas turut ditranskripsikan ke bentuk bertulis. Data dari pemerhatian dan catatan oleh pengkaji semasa temu duga dijalankan diteliti dan dianalisis bagi memastikan maklumat penting tidak terlepas pandang. Namun begitu, hanya data yang relevan dengan soalan kajian diambil dan ditulis. Artifak fizikal seperti pen, pencil, kertas, dan kalkulator juga dicatatkan. Ini adalah untuk menunjukkan gambaran yang jelas kepada pembaca tentang situasi dan keadaan ketika data diperolehi. Catatan dan hasil kerja murid turut dilampirkan bersama bagi melihat pemahaman mereka tentang ungkapan algebra.

### **3.6.2 Pembersihan Data**

Pada tahap kedua, data dari pelbagai sumber (audio, video, catatan pengkaji dan peserta kajian) yang telah ditranskripsikan kepada bentuk tulisan dilakukan pembersihan dan penapisan data. Pengkaji meneliti dan memilih data yang sesuai serta penting. Semua aspek yang berkaitan dengan soalan kajian dipilih dan dicatatkan oleh pengkaji. Ini kerana terdapat data dari catatan dan tingkah laku murid yang tidak berkaitan dengan soalan kajian.

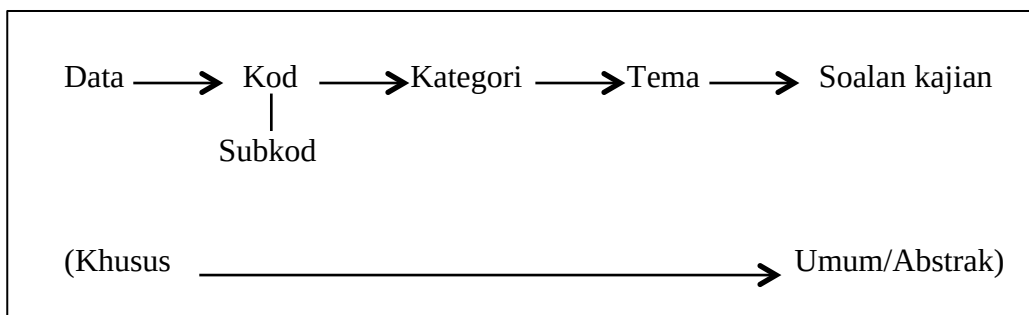
### **3.6.3 Analisis Kes bagi Setiap Peserta Kajian**

Pada tahap ketiga, pengkaji menulis kajian kes bagi setiap peserta kajian setelah pembersihan data telah siap. Seluruh teks temu duga dikodkan mengikut corak dan pola tafsiran setiap peserta kajian. Bagi transkrip yang sudah siap diletakkan seperti dalam jadual P1 hingga P6, untuk memudahkan proses pengekodan dan tema dalam tahap keempat. Pengkaji memutarakan kembali rakaman audio dan video beberapa kali untuk memastikan tiada maklumat penting yang tertinggal semasa murid menjawab soalan yang diutarakan semasa temu duga.

### **3.6.4 Pengekodan, Kategori, dan Tema**

Pada tahap keempat, pengekodan dibuat ke atas setiap kajian kes secara manual. Berdasarkan kajian literatur (Steffe, 2002 & 2006; Hackenberg, 2005; Saldana, 2016), pengkaji membentuk suatu set kod yang berkaitan dengan konstruk pemahaman dan konsep ungkapan algebra seperti yang ditunjukkan dalam kerangka konseptual. Proses pengekodan dibentuk daripada pola susunan dan corak jawapan yang kerap dipaparkan oleh peserta kajian. Corak merupakan ulangan, kebiasaan, atau konsistensi data yang muncul lebih daripada dua kali (Saldana, 2016). Proses pengekodan membenarkan data dibahagikan, terkumpulkan dan dikaitkan untuk

menyatukan makna dan membentuk penjelasan (Grbich, 2013 seperti yang dinyatakan dalam Saldana, 2016) bagi soalan kajian ini. Satu carta alir dibentuk dalam Rajah 3.2 dibawah bagi menunjukkan perlaksanaan proses pengekodan.



*Rajah 3.2* Carta alir bagi proses pengekodan, kategori dan tema

Pembentukan kod, katagori dan tema dilakukan secara berperingkat. Apabila murid memberi gambaran tentang pemboleh ubah semasa temu duga jawapan yang diberi oleh peserta kajian (P1) diberi 1.1.1 merujuk kepada tugas pertama, kod V merujuk kepada pemboleh ubah, dan gambaran mental diberi kod MI. Jika jawapan subjek mengandungi subkonstruk perwakilan dalam tugas yang sama, jawapan tersebut dikategorikan 1.1.1 (menunjukkan jenis tugas), V (menunjukkan subkonstruk pemboleh ubah) dan W (menunjukkan subkonstruk perwakilan). Jadual 3.3 memaparkan pembentukan set kod bagi kajian ini.

Apabila murid memberi gambaran tentang pemboleh ubah semasa temu duga jawapan yang diberi oleh peserta kajian (P1) diberi 1.1.1 merujuk kepada tugas pertama, kod V merujuk kepada pemboleh ubah, dan gambaran mental diberi kod MI. Jika jawapan subjek mengandungi subkonstruk perwakilan dalam tugas yang sama, jawapan tersebut dikategorikan 1.1.1 (menunjukkan jenis tugas), V (menunjukkan subkonstruk pemboleh ubah) dan W (menunjukkan subkonstruk perwakilan).

Jadual 3.3

*Pengekodan Dan Tema untuk Pemahaman Ungkapan Algebra dalam Kalangan Murid Tingkatan Dua*

| Peserta kajian | Protokol temu duga                                               | Subkonstruk pemahaman                                                                                                                                            | Subkonstruk ungkapan algebra |
|----------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| P1             | 1.1 Imiginasi unit ungkapan algebra<br>1.1.1 - 1.1.9             | Gambaran mental (MI)<br><br>Perwakilan (W)<br><br>Makna (M)<br><br>Hubung kait (HK)<br><br>Komunikasi (K)<br><br>Penaakulan (P)<br><br>Penyelesaian masalah (PM) | Pemboleh ubah (V)            |
| P2             | 2.1 Ayat Algebra<br>2.1.1 - 2.1.6                                |                                                                                                                                                                  | Pemalar (L)                  |
|                | 3.1 Kotak Pemprosesan<br>3.1.1 - 3.1.4                           |                                                                                                                                                                  | Pekali (C)                   |
| P3             | 4.1 Sebutan vs Ungkapan<br>4.1.1 - 4.1.4                         |                                                                                                                                                                  | Operasi asas (O)             |
| P4             | 5.1 Ungkapan simbolik<br>5.1.1- 5.1.3                            |                                                                                                                                                                  | Operas tambah (O+)           |
| P5             | 6.1 Ungkapan vs Bukan Ungkapan<br>6.1.1 - 6.1.3                  |                                                                                                                                                                  | Operasi tolak (O-)           |
|                |                                                                  |                                                                                                                                                                  | Operasi darab (Ox)           |
|                |                                                                  |                                                                                                                                                                  | Operasi bahagi (O÷)          |
|                |                                                                  |                                                                                                                                                                  | Sebutan (S)                  |
| P6             | 7.1 Situasi ayat algebra dan simbolik<br>7.1.1<br>7.1.2<br>7.1.3 |                                                                                                                                                                  | Ungkapan Linear (LE)         |

Kesahan dan kebolehyakinan bagi pengkodan kajian ini dilakukan melalui beberapa perkara membabitkan penyetigaan, semakan semula oleh pakar, dan penilaian. Pengkaji menggunakan pelbagai sumber dan bukti, antaranya ialah kajian literatur, untuk membentuk kod, kategori, dan tema dalam kajian ini. Semakan semula ke atas pemilihan kategori dan tema disemak oleh penyelia kajian yang merupakan professor madya dalam bidang pendidikan matematik. Dua rakan

pengkaji turut menyumbang dalam membuat semakan ke atas pemilihan kod dan kategori data kajian ini. Penilaian ke atas kod, kategori dan tema dilakukan oleh pengkaji secara berterusan, dengan menyediakan penjelasan yang terperinci dan kaya untuk dinilai oleh pembaca.

### **3.6.5 Analisis Merentas Kes**

Pada tahap kelima, analisis merentas subjek dibuat untuk melihat pemahaman murid tentang ungkapan algebra. Ini adalah untuk mendapat gambaran yang lebih luas tentang pemahaman murid. Untuk membantu pengkaji menjawab soalan kajian, pengkaji mengumpulkan setiap kajian kes dibawah tema yang sama. Pengkaji akan mengenal pasti sama ada terdapat pola atau corak tertentu wujud dalam setiap kajian kes. Pola pola tingkah laku juga dikenal pasti berdasarkan tingkah laku semua subjek dalam kajian dan dirumuskan bagi mendapat pemahaman murid tentang konsep ungkapan algebra yang dikaji.

Oleh yang demikian, untuk menjawab soalan kajian tentang gambaran mental murid tentang pemboleh ubah, pengkaji meletakkan semua kajian kes di bawah MI. Keenam-enam jawapan peserta kajian akan dianalisis bagi mengetahui tentang gambaran yang terhasil daripada enam peserta kajian yang berbeza tahap pencapaian mereka. Seterusnya, untuk menjawab soalan kajian yang lain, cara yang sama akan diulang mengikut tema kajian yang telah dinyatakan, iaitu W, M, HK, K, P dan PM. Dengan ini, pengkaji dapat mewujudkan satu perspektif yang berbeza dan menarik mengenai pemahaman murid tentang ungkapan algebra.

Jawapan yang diberikan oleh murid merujuk kepada pemahaman mereka tentang ungkapan algebra. Namun, tindak balas atau respons murid terhadap soalan bermasalah yang diutarakan perlu dianalisis secara mendalam dan berhati-hati. Oleh



itu, semasa proses analisis data, pengkaji mengandaikan bahawa respons terhadap soalan yang diberikan oleh murid adalah menunjukkan pemahaman mereka tentang ungkapan algebra.

### **3.7 Rumusan**

Kesimpulannya Bab Tiga membincangkan secara mendalam tentang metodologi bagi kajian ini yang merangkumi pemilihan kajian kes sebagai reka bentuk yang mendasari kaedah pengumpulan data. Pemilihan kajian kes kualitatif adalah kerana memudahkan penerokaan fenomena tertentu dan melibatkan satu proses inkuiri yang membantu pengkaji memahami tentang pengetahuan yang dimiliki oleh murid melalui pembentukan konsepsi seperti tafsiran, pandangan dan gambaran yang kompleks, menyeluruh dan kontekstual dengan menggunakan pelbagai sumber data (Stake, 2008 dan Nik Azis, 2009). Peserta kajian terdiri daripada murid Tingkatan Dua sekolah harian biasa yang dipilih melalui teknik persampelan bertujuan.

Selain itu, Bab Tiga juga membincangkan tentang pembentukan instrumen, prosedur pengumpulan data, dan prosedur analisis data. Bagi pembentukan instrumen bab ini menerangkan bagaimana soalan dan protokol temu duga dibentuk dan dirancang, serta beberapa siri kajian rintis dibuat untuk pengesahan dan kebolehpercayaan instrumen tersebut. Bab Tiga turut membincangkan prosedur analisis data melalui kaedah analisis kualitatif, yang mana merangkumi penyediaan data, penentuan unit makna, pengkodan, kajian rintis, pengkodan sebenar, semak semula, membuat kesimpulan dan menulis laporan. Hasil kajian diperjelaskan dan dibincang dalam Bab Empat.

## **BAB 4: HASIL KAJIAN**

Bab ini mengandungi analisis merentasi kes dan hasil kajian pemahaman murid Tingkatan Dua di sebuah sekolah luar bandar di Terengganu tentang ungkapan algebra. Hasil kajian ini diperolehi daripada enam peserta kajian melalui temu duga klinikal yang dijalankan. Perincian mengenai hasil kajian ini dibahagikan kepada tujuh tema utama, iaitu hasil kajian tentang gambaran mental, perwakilan, makna, hubung kait, penaakulan, komunikasi dan penyelesaian masalah ungkapan algebra.

### **4.1 Gambaran Mental**

Gambaran mental merupakan imej spontan yang dinyatakan oleh murid tentang sesuatu perkara berdasarkan pemahaman beliau pada masa tertentu dalam mentafsirkan perkataan atau simbol yang dipaparkan. Dibawah adalah gambaran mental yang diberikan oleh enam peserta kajian. Gambaran mental yang dinyatakan membabitkan ungkapan, algebra, ungkapan algebra, sebutan algebra, pemboleh ubah, operasi, pekali, pemalar, dan ungkapan simbolik.

#### **4.1.1 Gambaran Mental tentang Ungkapan**

Dalam kajian ini, gambaran mental tentang '*ungkapan*' dikelaskan kepada dua kategori, iaitu notasi bersimbol (*symbolic notation*) dan naratif dalam konteks bahasa. Jadual 4.1.1 menunjukkan ringkasan gambaran mental tentang perkataan '*ungkapan*' yang diberikan oleh keenam-enam peserta kajian.

#### Jadual 4.1.1

##### *Gambaran mental tentang ungkapan*

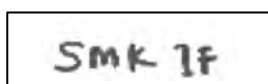
| Kategori                                         | Huraian                                                                                                                                      | Peserta kajian            |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Notasi bersimbol<br>( <i>symbolic notation</i> ) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pernyataan yang dinyatakan dengan huruf atau simbol</li> </ul>                                      | Hana                      |
| Naratif dalam konteks bahasa                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pernyataan dalam bentuk perkataan atau ayat pendek</li> <li>• Peribahasa dan perumpamaan</li> </ul> | Afiq, Nani, Hana<br>Sofea |

#### 4.1.1.1 Gambaran mental ungkapan dalam kategori simbolik

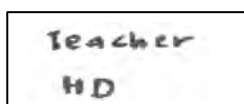
Gambaran mental tentang ‘ungkapan’ dalam kategori simbolik dalam kajian ini membabitkan huruf. Seorang peserta kajian, iaitu Hana memberikan gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Hana dalam Petikan 4.1.1.1A menunjukkan gambaran mental mengenai ungkapan dalam kategori notasi bersimbol.

##### ***Petikan 4.1.1.1A (Hana): Gambaran mental tentang ungkapan***

- P: Apakah yang tergambar difikiran kamu jika saya sebut ‘ungkapan’?  
 R: Huruf.  
 P: Boleh kamu jelaskan?  
 R: Ungkapan itu mesti ada huruf, seperti ‘x’.  
 P: Boleh kamu jelaskan dengan lebih lanjut ?  
 R: Seperti perkataan, (murid diam seketika, kemudiannya menulis di atas kertas).



- P: Boleh kamu jelaskan apa yang ditulis?  
 R: Singkatan bagi nama sekolah?  
 P: Baik, ada lagi gambaran lain?  
 R: (Murid menulis).



- P: Boleh jelaskan?  
 R: Apa saja yang melibatkan huruf.

Berdasarkan petikan 4.1.1.1A, peserta kajian menyatakan gambaran tentang perkataan '*ungkapan*' dalam kategori notasi bersimbol. Dalam gambaran secara simbolik, huruf digunakan oleh peserta kajian bagi menggambarkan perkataan '*ungkapan*'. Peserta kajian menggunakan contoh 'x', 'SMKIF', dan 'HD' dalam menggambarkan tentang perkataan '*ungkapan*' sebagai huruf. Hanya seorang sahaja peserta kajian terlibat memberikan gambaran tentang '*ungkapan*' dalam kategori ini. Gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian ini menunjukkan pengetahuan yang sangat primitif, yang mana gambaran tersebut hanya dalam satu konteks umum.

#### **4.1.1.2 Gambaran mental '*ungkapan*' dalam kategori naratif**

Gambaran mental bagi perkataan '*ungkapan*' yang lain tergolong dalam kategori naratif melibatkan konteks bahasa, membabitkan gambaran yang secara ayat algebra dan peribahasa. Gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori ini merangkumi suatu pernyataan ringkas, perkataan, dan peribahasa. Pernyataan ringkas membabitkan menerangkan sesuatu, benda yang dicakup, perkara yang disampaikan, dan meluahkan. Manakala gambaran peribahasa pula, membabitkan beberapa perumpamaan dalam konteks bahasa. Bagi kategori naratif terdapat empat peserta kajian memberikan gambaran dalam kategori ini, iaitu Afiq, Nani, Hana, dan Sofea. Tingkah laku Nani dan Afiq masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.1.2A dan 4.1.1.2B bagi menunjukkan contoh gambaran mental tentang perkataan '*ungkapan*' dalam kategori naratif dalam konteks bahasa membabitkan ayat ringkas dan perkataan.

##### ***Petikan 4.1.1.2A (Nani): Gambaran mental tentang ungkapan***

- P: Apakah yang tergambar difikiran kamu jika saya sebut '*ungkapan*'?  
R: Sebutan.  
P: Boleh kamu jelaskan gambaran tersebut?  
R: Apa yang disebut oleh seseorang, seperti perkataan atau pernyataan pendek.  
P: Ada lagi gambaran lain?  
R: Tidak ada.

**Petikan 4.1.1.2B (Afiq):** *Gambaran mental tentang ungkapan*

P: Apakah yang tergambar difikiran kamu tentang ‘ungkapan’?

R: Berkata-kata.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Benda yang dicakapkan oleh seseorang.

P: Boleh kamu jelaskan lagi dengan lebih terperinci?

R: Apa sahaja yang keluar dari percakapan.

P: Boleh kamu berikan contoh, gambaran tersebut?

R: .....seperti saya mahu ke kantin.

P: Baik, ada lagi gambaran lain?

R: Untuk menerangkan sesuatu.

Berdasarkan dua petikan di atas, terdapat tiga peserta kajian yang memberikan gambaran tentang perkataan ‘ungkapan’ dalam kategori naratif membabitkan satu pernyataan ringkas. Peserta kajian menggambarkan perkataan ‘ungkapan’ dengan penggunaan perbendaharaan kata yang tertentu berdasarkan pengetahuan sedia mereka tentang perkataan tersebut. Antara perkara digunakan untuk menggambarkan ungkapan, ialah ‘berkata-kata’, ‘meluahkan’, ‘benda yang dicakap’, ‘perkara yang disampaikan’, dan ‘menerangkan sesuatu’. Gambaran peserta kajian ini memaparkan gambaran mental tentang ungkapan yang berfokus kepada satu pernyataan ringkas yang mengandungi maklumat tertentu. Hal sedemikian menunjukkan peserta kajian mempunyai gambaran yang sangat terhad dalam satu konteks sahaja.

Selain itu, gambaran peserta kajian tentang perkaataan ‘ungkapan’ bagi kategori naratif dalam konteks bahasa turut merangkumi peribahasa. Bagi kategori naratif dalam huraian ini terdapat hanya seorang peserta kajian memberikan gambaran dalam kategori ini. Tingkah laku Sofea dalam Petikan 4.1.1.2C, menunjukkan gambaran mental tentang ‘ungkapan’ dalam kategori naratif bahasa membabitkan peribahasa.

**Petikan 4.1.1.2C (Sofea):** *Gambaran mental tentang ungkapan*

P: Apakah gambaran kamu jika saya sebut ungkapan?

R: Seperti, (murid diam seketika) katak di bawah tempurung.

P: Boleh kamu jelaskan perkara tersebut?

- R: Macam perumpamaan dalam bahasa melayu.  
P: Baik, ada gambaran lain lagi?  
R: (Murid diam seketika) bagaikan ayam bertelur sebiji riuh sekampung.  
P: Boleh jelaskan gambaran yang kamu berikan ini dengan ungkapan?  
R: Ungkapan itu macam peribahasa.  
P: Ada lagi gambaran lain tentang ‘ungkapan’?  
R: Itu sahaja.

Berdasarkan petikan di atas, peserta kajian yang memberikan gambaran tentang ‘*ungkapan*’ dalam peribahasa. Didapati hanya seorang sahaja peserta kajian menggambarkan ‘*ungkapan*’ dengan penggunaan peribahasa. Gambaran peserta kajian tentang ungkapan sebagai peribahasa memaparkan kelompok kata yang tetap susunannya dan mempunyai maksud tertentu. Dua peribahasa digunakan bagi menggambarkan tentang ‘ungkapan’, iaitu ‘*seperti katak bawah tempurung*’ dan ‘*bagaikan ayam bertelur sebiji riuh sekampung*’. Penggunaan kata bidalan bagi menggambarkan perkataan ‘*ungkapan*’ menunjukkan peserta kajian menggunakan pengetahuan lepas yang mempunyai hubung kait dengan luar bidang matematik. Hal ini menunjukkan peserta kajian ini mempunyai gambaran yang unik dan spesifik tentang ungkapan, dan mengaitkan perkataan tersebut dalam konteks yang berbeza.

Secara keseluruhan, gambaran mental tentang ‘*ungkapan*’ oleh peserta kajian ini tertumpu kepada kategori naratif dalam konteks bahasa. Empat peserta kajian mempunyai gambaran berfokuskan penjelasan secara ayat algebra, yang menggambarkan ‘*ungkapan*’ sebagai kelompok perkataan yang mempunyai maklumat atau makna tertentu. Hanya seorang sahaja peserta kajian yang mempunyai gambaran secara simbolik. Manakala dua peserta kajian yang lain, iaitu Farid dan Alias, tidak mempunyai sebarang gambaran tentang perkataan ‘*ungkapan*’. Sebagai kesimpulan, gambaran peserta kajian ini tentang ungkapan tertumpu kepada kategori naratif dalam konteks bahasa berbanding kategori notasi bersimbol (*symbolic notation*). Kategori naratif dalam konteks bahasa didapati mendominasi

gambaran mental tentang perkataan ‘*ungkapan*’. Selain itu, berdasarkan gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian yang terlibat, didapati pengetahuan mereka tentang perkataan ‘*ungkapan*’ adalah bersifat primitif dan terhad kepada satu konteks sahaja.

#### 4.1.2 Gambaran Mental tentang Algebra

Dalam kajian ini, gambaran mental tentang perkataan ‘*algebra*’ dikelaskan kepada tiga kategori, iaitu notasi bersimbol, sebarang nilai, dan unit asas. Gambaran dalam kategori notasi bersimbol membabitkan dua keadaan, iaitu gabungan huruf dan simbol, dan gabungan angka, huruf dan simbol. Manakala dua lagi kategori yang lain pula, membabitkan satu huraian sahaja. Jadual 4.1.2, menunjukkan ringkasan gambaran mental tentang perkataan ‘*algebra*’ yang diberikan oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.1.2

*Gambaran mental tentang algebra*

| Kategori                                         | Huraian                                                                | Peserta Kajian     |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Notasi bersimbol<br>( <i>symbolic notation</i> ) | • Sebarang bentuk yang mengandungi huruf dan simbol                    | Nani               |
|                                                  | • Sebarang bentuk yang mengandungi gabungan angka, huruf, dan simbol   | Hana, Alias, Sofea |
|                                                  | • Ayat matematik yang terdiri daripada angka, huruf dan simbol operasi | Faris              |
| Sebarang nilai                                   | • Sesuatu yang digunakan untuk menentukan nilai                        | Nani               |
| Unit asas ungkapan                               | • Bentuk yang mengandungi pemboleh ubah dan pekali.                    | Afiq, Hana         |

#### 4.1.2.1 Gambaran mental 'algebra' dalam kategori notasi bersimbol

Gambaran mental tentang perkataan '*algebra*' dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori notasi bersimbol (*symbolic notation*) merangkumi bentuk gabungan huruf dan simbol, dan gabungan angka, huruf dan simbol. Kategori notasi bersimbol dalam keadaan gabungan huruf dan simbol dipaparkan oleh seorang peserta kajian sahaja. Manakala kategori ini dalam keadaan gabungan huruf, angka dan simbol dipaparkan oleh empat peserta kajian. Gambaran mental dalam bentuk simbolik dinyatakan oleh peserta kajian secara lisan dan bertulis. Tingkah laku Nani dipaparkan dalam Petikan 4.1.2.1A menunjukkan gambaran mental mengenai algebra dalam kategori gabungan huruf dan simbol.

**Petikan 4.1.2.1A (Nani):** Gambaran mental tentang algebra

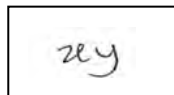
...

P: Ada lagi gambaran lain tentang algebra?

R: Ada juga kategori yang tidak ada nilai.

P: Boleh jelaskan atau tuliskan?

R: Kalau tidak ada nilai seperti ' $xy$ ' (sambil menulis di atas kertas).



P: Adakah kategori ini tidak ada nilai?

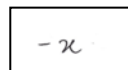
R: Ada, oleh kerana nilai itu bersamaan dengan satu, tidak perlu tulis atau dinyatakan.

P: Boleh kamu jelaskan nilai apa yang kamu maksudkan?

R: Nilai satu, tapi tidak perlu dinyatakan, sebab tidak ada kesan, contoh ' $1xy$ ', maksudnya ' $xy$ ' saja.

P: Baik, ada lagi gambaran lain di fikiran kamu tentang algebra?

R: (Murid mengambil pen dan menulis lagi di atas kertas, sambil menulis murid diam seketika).



P: Adakah kategori yang kamu gambarkan hanya membabitkan huruf ' $x$ ' dan ' $y$ ' sahaja?

R: Huruf lain juga boleh, apa-apa huruf daripada huruf ' $a$ ' sampai ' $z$ '.

Berdasarkan Petikan 4.1.2.1A, gambaran mental tentang perkataan '*algebra*' yang dipaparkan peserta kajian dalam notasi bersimbol membabitkan huruf dan



simbol. Dalam petikan ini, peserta kajian menggambarkan algebra sebagai satu kategori simbolik yang terdiri daripada huruf dan simbol. Peserta kajian menggambarkan huruf yang terbabit dalam algebra merangkumi sebarang huruf dari 'a' sehingga 'z'. Gambaran ke atas simbol yang terkandung dalam algebra pula, peserta kajian hanya membabitkan simbol '-'. Tiada gambaran atau penjelasan secara lisan atau bertulis tentang simbol lain. Dua contoh berbeza dipaparkan, iaitu kategori 'xy' dan '-x'. Didapati hanya seorang peserta kajian yang memberikan gambaran bentuk simbolik yang membabitkan huruf dan simbol '-'.

Selain itu, gambaran lain mengenai algebra dalam kategori notasi bersimbol turut merangkumi bentuk yang terdiri daripada gabungan angka dan huruf. Tingkah laku Alias dipaparkan dalam Petikan 4.1.2.1B bagi menjelaskan gambaran dalam huraian yang berbeza dipaparkan.

***Petikan 4.1.2.1B (Alias): Gambaran mental tentang algebra***

- P: Jika saya sebut algebra apakah yang kamu bayangkan?  
R: Algebra itu seperti satu 'a' dan dua 'b'.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Ia seperti ayat matematik yang mengandungi huruf dan angka.  
P: Ada lagi gambaran lain tentang algebra?  
R: Dua 'b'.

Berdasarkan Petikan 4.1.2.1B, gambaran dinyatakan oleh peserta kajian tentang algebra dalam kategori notasi bersimbol. Perkara yang digambarkan membabitkan bentuk simbolik yang mengandungi gabungan angka, huruf dan simbol operasi asas. Gambaran lain dalam bentuk notasi bersimbol turut dipaparkan peserta kajian sebagai 'ayat matematik'. Dalam gambaran 'ayat matematik', perkara yang dijelaskan ialah algebra merupakan satu pernyataan yang terdiri daripada satu angka dan satu huruf. Berdasarkan gambaran yang dipaparkan dalam Petikan 4.1.2.1B didapati peserta kajian menggunakan pengetahuan sedia berkaitan dengan huruf, konsep nilai dan perkara yang telah dipelajari di dalam kelas tentang algebra. Gambaran peserta

kajian dalam Petikan 4.1.2.1B turut memaparkan pengetahuan beliau tentang algebra sangat terhad dan primitif .

Seterusnya, gambaran mental algebra dalam kategori notasi bersimbol turut merangkumi huraian membabitkan ayat matematik. Gambaran mental tentang ‘algebra’ sebagai ayat matematik dipaparkan oleh seorang peserta kajian yang terdiri daripada angka, huruf dan simbol operasi asas. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.1.2.1C bagi menjelaskan gambaran mental dalam kategori ini.

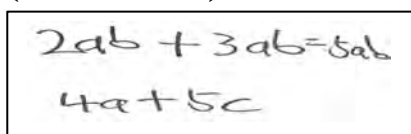
**Petikan 4.1.2.1C (Faris): Gambaran mental tentang algebra**

P: Jika saya sebut ‘algebra’ apakah yang kamu bayangkan?

R: (Murid diam seketika) ayat matematik yang mengandungi nilai dan ada huruf di belakang.

P: Boleh kamu jelaskan apa maksudkan?

R: (Murid menulis).



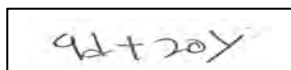
$$2ab + 3ab = 5ab$$

$$4a + 5c$$

.

P: Ada gambaran lain lagi?

R: (Murid menulis) banyak lagi boleh tulis, tapi cukup dulu yang ini.



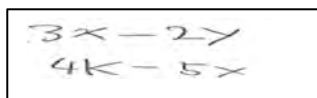
$$9d + 20y$$

P: Adakah gambaran algebra ini hanya membabitkan simbol tambah ?

R: Ada lagi, simbol tolak, darab, dan bahagi.

P: Boleh kamu jelaskan gambarannya?

R: (Murid menulis di atas kertas).

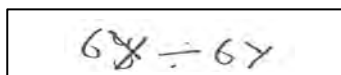


$$3x - 2y$$

$$4k - 5x$$

P: Ada lagi gambaran yang melibatkan simbol selain ini?

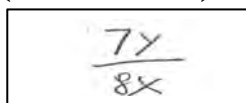
R: Simbol bahagi seperti (murid menulis).



$$6y \div 6y$$

P: Ada gambaran lain lagi?

R: (Murid menulis).



$$\frac{7y}{8x}$$

Berdasarkan Petikan 4.1.2.1C, peserta kajian menggambarkan algebra sebagai satu ayat matematik yang mempunyai maklumat yang terkandung dalam suatu nilai dan simbol. Peserta kajian memaparkan pelbagai bentuk simbolik dalam beberapa keadaan, antaranya gabungan angka dan huruf, dan gabungan angka, huruf dan simbol. Gambaran nilai berangka yang dipaparkan oleh peserta kajian merujuk sebarang angka yang tergolong dalam integer positif. Penggunaan huruf dalam menggambarkan algebra tertumpu kepada beberapa huruf tertentu membabitkan huruf ' $a$ ', ' $b$ ', ' $c$ ', ' $x$ ', dan ' $y$ '. Peserta kajian turut menggunakan simbol operasi yang berbeza membabitkan simbol '+', '-', ' $\times$ ', ' $\div$ ', dan '/', bagi menggambarkan kepelbagaian kategori algebra yang diketahui. Gambaran peserta kajian dalam Petikan 4.1.2.1C turut memaparkan pengetahuan beliau tentang algebra lebih abstrak.

Secara keseluruhan, gambaran mental tentang perkataan 'algebra' dalam kategori notasi bersimbol tertumpu kepada penggunaan huruf ' $x$ ', dan ' $y$ ' dalam semua gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian. Selain itu, gambaran notasi bersimbol tentang algebra oleh semua peserta kajian dalam aspek angka dan huruf turut dijelaskan dengan perkataan yang membabitkan 'angka dan pemboleh ubah', 'angka yang belakangnya mengandungi huruf', 'ada huruf dibelakang angka', dan 'mesti dalam kategori angka di depan dan huruf dibelakang'. Antara contoh yang dinyatakan oleh semua peserta kajian bagi menggambarkan algebra dalam gabungan angka dan huruf ialah ' $2xy$ ', ' $1a$ ', ' $2b$ '. Manakala gambaran peserta kajian tentang algebra dalam gabungan angka, huruf dan simbol pula, membabitkan huraian seperti 'ada angka dan simbol', 'angka yang ada huruf dibelakangnya' dan 'angka yang mengandungi operasi asas'. Beberapa contoh kategori simbolik dinyatakan bagi menggambarkan gabungan angka, huruf, dan simbol ialah kategori ' $4a + 5c$ ', ' $3x - 3y$ ', ' $9d \times 20y$ ', dan ' $6x \div 6y$ '. Namun begitu, didapati hanya seorang

peserta kajian, Faris menyatakan gambaran algebra yang berbeza secara terperinci mengikut operasi asas. Lima peserta kajian yang lain hanya memberikan gambaran algebra membabitkan satu sahaja. Selain itu, dalam menggambarkan algebra, didapati semua peserta kajian tertumpu menggunakan nilai bulat sahaja. Tiada seorang peserta kajian memberikan gambaran angka yang membabitkan nilai perpuluhan atau nilai integer.

#### **4.1.2.2 Gambaran mental ‘algebra’ dalam kategori sebarang nilai**

Gambaran lain tentang algebra dipaparkan oleh peserta kajian dikelompok dalam kategori sebarang nilai. Hanya peserta kajian terlibat dalam memberi gambaran konseptual dengan menyatakan beberapa perkara berdasarkan pengetahuan yang telah dipelajari tentang algebra. Gambaran tentang algebra dalam kategori konseptual dipaparkan dalam satu huraian sahaja oleh seorang peserta kajian. Tingkah laku Nani dipaparkan dalam Petikan 4.1.2.2A, bagi menjelaskan gambaran tentang algebra dalam kategori konseptual.

##### ***Petikan 4.1.2.2A (Nani): Gambaran mental tentang algebra***

- P: Apa lagi yang kamu terbayang tentang algebra?  
R: Ia nak tentukan nilai.  
P: Boleh kamu jelaskan gambaran tersebut?  
R: Macam bagi nilai pada perkara yang tidak diketahui.  
P: Ada lagi gambaran lain?  
R: Tiada.

Berdasarkan Petikan 4.1.2.2A, gambaran yang dinyatakan oleh peserta kajian tentang algebra dalam kategori konseptual, membabitkan penentuan nilai. Perkara yang dirujuk kepada satu nilai yang tidak diketahui dan perlu ditentukan. Peserta kajian menjelaskan nilai yang maksudkan adalah suatu nilai yang berangka. Berdasarkan gambaran yang dipaparkan dalam Petikan 4.1.2.2A, peserta menggunakan pengetahuan lepas berkaitan dengan konsep nilai dan aritmetik, dan

perkara yang telah dipelajari di dalam kelas tentang algebra. Dalam gambaran secara konseptual, peserta kajian membabitkan perkara yang dikaitkan dengan pengalaman lepas bagi mengkategorikan satu gambaran yang dikira sesuai dengan perkataan algebra. Gambaran peserta kajian dalam ini, turut memaparkan pengetahuan beliau tentang algebra masih primitif dan tidak abstrak.

#### **4.1.2.3 Gambaran mental ‘algebra’ dalam kategori unit asas ungkapan algebra**

Gambaran mental tentang algebra turut dipaparkan dalam kategori unit asas ungkapan algebra. Gambaran mental dalam kategori ini membabitkan pernyataan yang terdiri daripada unit asas ungkapan algebra. Dua peserta kajian terbabit dalam memberikan gambaran mental dalam kategori unit asas ungkapan. Tingkah laku Afiq dan Hana, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.2.3A. dan Petikan 4.1.2.3B bagi menjelaskan gambaran dalam kategori ini.

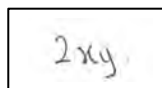
##### ***Petikan 4.1.2.3A (Afiq): Gambaran mental tentang algebra***

P: Apakah yang terlintas difikiran kamu bila saya sebut algebra?

R: Ada angka, ada pemboleh ubah, pekali.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: (Murid terus mengambil pen dan menulis sesuatu di kertas)



P: Boleh jelaskan tentang angka ‘2’?

R: Pekali, sebarang angka yang didarabkan dengan pemboleh ubah.

P: Bagaimana pula dengan huruf ‘x’?

R: Pemboleh ubah.

P: ‘y’ pula untuk apa?

R: Pemboleh ubah.

##### ***Petikan 4.1.2.3B (Hana): Gambaran mental tentang algebra***

P: Jika saya sebut ‘algebra’ apakah yang kamu bayangkan?

R: Algebra seperti satu kategori yang mengandungi nilai dan pemboleh ubah.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Kategori yang ada satu daripada angka, satu daripadanya huruf.

P: Boleh kamu jelaskan tentang angka dan huruf yang bagaimana?

R: Macam-macam nilai dan huruf boleh digunakan.

Berdasarkan Petikan 4.1.2.3A dan Petikan 4.1.2.3B, peserta kajian memaparkan gambaran tentang 'algebra' dalam unit asas ungkapan. Tiga perkataan membabitkan '*angka*', '*pekali*', dan '*pemboleh ubah*' digunakan oleh peserta kajian bagi menggambarkan algebra. Perkataan '*pekali*' dirujuk kepada angka yang didarabkan dengan pemboleh ubah. Berdasarkan Petikan 4.1.2.3A, penggunaan angka dalam gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian tertumpu kepada nilai bulat. Namun peserta kajian menjelaskan bahawa '*angka*' yang digunakan bagi menggambarkan algebra boleh mengambil sebarang nilai. Seterusnya, huraian gambaran mengenai algebra turut mengandungi perkataan '*pemboleh ubah*'. Dalam gambaran membabitkan perkataan '*pemboleh ubah*', peserta kajian menggunakan huruf '*x*' dan '*y*' sebagai contoh. Menurut peserta kajian seperti yang dipaparkan dalam Petikan 4.1.2.3B, penggunaan huruf dalam gambaran mengenai algebra merangkumi sebarang abjad. Terdapat dua peserta kajian, iaitu Afiq dan Hana memberikan gambaran algebra dengan perkataan '*pemboleh ubah*'. Kesimpulannya, gambaran yang dipaparkan oleh dua peserta kajian dalam Petikan 4.1.2.3A dan Petikan 4.1.2.3B menjelaskan gambaran tentang algebra membabitkan sebarang bentuk yang terdiri daripada gabungan angka dan huruf sahaja. Selain itu, gambaran yang dipaparkan oleh dua peserta kajian dalam huraian ini memaparkan pengetahuan mereka tentang algebra tertakluk dalam perkara yang membentuk suatu ungkapan matematik.

Secara keseluruhan, gambaran mental tentang 'algebra' oleh enam peserta kajian terdiri daripada gambaran secara notasi bersimbol, ayat matematik, sebarang nilai, dan unit asas ungkapan. Tiga peserta kajian, masing masing memberikan gambaran dalam kategori ayat matematik dan sebarang nilai. Dua peserta kajian memaparkan

gambaran dalam kategori unit asas ungkapan. Dalam setiap kategori, didapati huraian yang bebeza dipaparkan oleh peserta kajian yang terlibat dalam menggambarkan algebra berdasarkan pengalaman yang dialami dan persekitaran peserta tersebut. Manakala gambaran notasi bersimbol pula, dipaparkan oleh semua peserta kajian membabitkan dua keadaan, iaitu gabungan angka dan huruf, dan gabungan angka, huruf dan simbol. Berdasarkan gambaran yang dipaparkan oleh semua peserta kajian, gambaran secara notasi bersimbol mendominasi gambaran mental tentang perkataan '*algebra*'.

Selain itu, seorang peserta kajian didapati memberikan lebih daripada satu gambaran tentang perkataan algebra' iaitu Nani, yang menyatakan dua gambaran berbeza tentang 'algebra' secara notasi simbol dan sebarang nilai. Namun gambaran yang dipaparkan Nani agak primitif dan terhad kepada satu konteks sahaja. Dua peserta kajian yang lain, iaitu Afq dan Hana pula didapati memberikan gambaran secara notasi bersimbol dan unit asas ungkapan yang mempunyai kepelbagai dari segi konteks. Manakala peserta kajian bernama Faris pula, memaparkan gambaran simbolik yang lebih khusus dan pelbagai konteks. Justeru itu, Faris mempunyai pengetahuan yang lebih khusus tentang algebra berbanding peserta kajian lain. Manakala Nani pula, mempunyai pengetahuan yang lebih abstrak.

#### **4.1.3 Gambaran Mental tentang Ungkapan Algebra**

Dalam kajian ini, gambaran mental tentang ungkapan algebra dikelaskan kepada empat kategori, iaitu notasi bersimbol, penyelesaian nilai, ayat matematik, dan unit asas. Jadual 4.1.3, menunjukkan ringkasan gambaran mental tentang perkataan '*ungkapan algebra*' yang diberikan oleh enam peserta kajian.

### Jadual 4.1.3

#### Gambaran mental tentang ungkapan algebra

| Kategori                                | Huraian                                                                                                                                                       | Peserta kajian                          |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Notasi bersimbol<br>(symbolic notation) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bentuk membabitkan gabungan angka dan huruf.</li> <li>Bentuk membabitkan gabungan angka, huruf, dan simbol.</li> </ul> | Faris, Hana, Sofea<br>Nani, Afiq, Alias |
| Penyelesaian nilai                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan penyelesaian ke atas satu nilai.</li> </ul>                                                   | Nani                                    |
| Ayat matematik                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan ayat matematik yang mengandungi maklumat tertentu.</li> </ul>                                 | Afiq                                    |
| Unit asas ungkapan                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan perkataan 'pekali', 'pemboleh ubah', 'sebutan serupa', dan 'sebutan tidak serupa'.</li> </ul> | Afiq, Sofea                             |

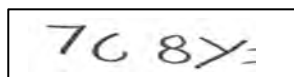
#### 4.1.3.1 Gambaran mental 'ungkapan algebra' dalam kategori notasi bersimbol

Gambaran tentang ungkapan algebra dalam kategori notasi bersimbol membabitkan gabungan angka dan huruf dipaparkan oleh tiga peserta kajian. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.1.3.1A, menunjukkan contoh gambaran mental tentang ungkapan algebra dalam kategori simbolik membabitkan gabungan angka dan huruf.

##### **Petikan 4.1.3.1A (Faris):** Gambaran mental tentang ungkapan algebra

P: Apakah yang kamu gambarkan bila saya sebut ungkapan algebra?

R: (Murid diam seketika kemudian menulis sesuatu di atas kertas).



P: Boleh kamu jelaskan?

R: Ungkapan algebra saya gambarkan bentuk yang ada nilai dan huruf.

P: Ada lagi gambaran lain?

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Dalam peperiksaan kadang-kadang ada juga bentuk seperti ini.



P: Baik, ada lagi gambaran lain?

R: (Murid menulis di atas kertas).



P: Kenapa kamu tulis bentuk macam ini?

R: Kalau ungkapan algebra, bentuk sebegini yang saya bayangkan.

P: Boleh kamu jelaskan dengan lebih lanjut tentang semua bentuk yang kamu tulis ini?

R: Semua bentuk ini ungkapan algebra, contohnya ' $5b$ ' ini satu bentuk dan ' $6x$ ' satu bentuk, dua-dua bentuk ini didarabkan.

P: Boleh kamu jelaskan tentang nilai dan huruf ini?

R: (Murid diam seketika) macam-macam nilai dan huruf boleh digunakan.

Berdasarkan Petikan 4.1.3.1A, peserta kajian menggambarkan algebra dalam kategori notasi bersymbol. Perkara yang digambarkan membabitkan suatu bentuk yang mengandungi gabungan angka dan huruf. Didapati tiga peserta kajian memberi gambaran simbolik dalam bentuk yang terdiri daripada gabungan angka dan huruf, yang dinyatakan secara lisan dan bertulis. Antara contoh yang dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan gambaran simbolik yang terdiri daripada gabungan angka dan huruf, ialah ' $2x$ ', ' $3y$ ', dan ' $8c11y12x$ '. Selain itu, peserta kajian turut memaparkan beberapa huraian lain secara naratif membabitkan gabungan angka dan huruf. Antara gambaran yang dinyatakan dalam gabungan tersebut, seperti '*macam sebutan algebra*', '*ada angka dan pemboleh ubah*', '*sebutan tidak serupa dan sebutan serupa*' dan '*ada huruf dan angka*'. Dalam gambaran tentang ungkapan algebra, peserta kajian menjelaskan bahawa '*angka*' yang digunakan dalam gambaran tersebut boleh mengambil sebarang nilai, dan '*huruf*' boleh mengambil sebarang abjad dari '*a*' sehingga '*z*'. Berdasarkan gambaran yang dipaparkan oleh tiga peserta kajian yang terlibat menunjukkan kepelbagaian dalam pengetahuan tentang ungkapan algebra.

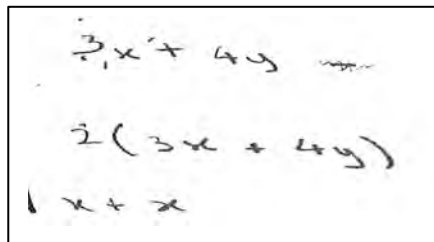
Selain itu, gambaran tentang ungkapan algebra dalam kategori notasi bersymbol turut membabitkan bentuk yang terdiri daripada gabungan angka, huruf, dan simbol

dipaparkan oleh tiga peserta kajian. Tingkah laku Afiq dalam Petikan 4.1.3.1B, menunjukkan contoh gambaran mental tentang ungkapan algebra dalam kategori notasi bersymbol membabitkan bentuk yang terdiri daripada gabungan angka, huruf, dan symbol.

**Petikan 4.1.3.1B (Afiq):** *Gambaran mental tentang ungkapan algebra*

P: Baiklah, bolehkah kamu nyatakan yang tergambar difikiran kamu tentang ungkapan algebra?

R: (Murid menulis di atas kertas).



P: Boleh jelaskan apa yang kamu gambarkan ini?

R: Ungkapan algebra adalah dalam bentuk ini.

P: Adakah maksud kamu ungkapan algebra mesti dalam bentuk ini?

R: Bentuk ini adalah antara contohnya, maksudnya perkara yang harus ada ialah pemboleh ubah dan operasi. Kadang kala ada symbol kurungan.

P: Baik, ada gambaran lain lagi?

R: (Murid diam lama).

P: Bagaimana jika kamu diberikan kategori ' $1 + x$ ', apakah yang kamu fikirkan kamu?

R: Kategori ini adalah ungkapan algebra.

P: Kenapa kamu kata sedemikian?

R: Kerana ada pemboleh ubah dan operasi. Kategori ini lain daripada yang saya berikan kerana ada pemalar. Tapi masih lagi satu ungkapan algebra.

:

P: Bagaimana dengan ' $1 + 1$ ', apakah gambaran kamu?

R: Ini bukan ungkapan algebra.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Sebab tidak ada pemboleh ubah.

P: Boleh kamu berikan gambaran lain tentang ungkapan?

R: (Murid diam dalam jangka masa yang lama).

P: Bagaimana dengan bentuk ' $2\square + 3\square$ ', apakah gambaran kamu?

R: Ini ungkapan algebra.

P: Kenapa kamu kata bentuk ini ungkapan?

R: Sebab ada pekali, pemboleh ubah, dan operasi tambah. Dalam kategori ini symbol kotak ini adalah pemboleh ubah sebab boleh digantikan dengan apa saja nilai dalamnya.

Berdasarkan Petikan 4.1.3.1B, peserta kajian menggambarkan algebra dalam kategori notasi bersymbol. Perkara yang digambarkan membabitkan kategori ini mengandungi gabungan angka, huruf, dan symbol. Didapati tiga peserta kajian memberi gambaran simbolik tentang ungkapan algebra dalam kategori ini, yang dinyatakan secara lisan dan bertulis. Dalam gambaran yang dinyatakan oleh peserta kajian, ungkapan algebra merupakan satu pernyataan yang terdiri daripada tiga perkara membabitkan angka, huruf dan symbol. Penggunaan symbol dalam gambaran mengenai ungkapan algebra oleh peserta kajian tertumpu kepada empat symbol dalam operasi asas, iaitu symbol '+', symbol '-', symbol 'x', dan symbol '÷'. Namun, didapati dua peserta kajian turut menggunakan symbol '( )' dalam gambaran yang dinyatakan tentang ungkapan algebra.

Selain itu, didapati peserta kajian turut menggunakan beberapa penjelasan membabitkan '*sama seperti algebra tetapi mengandungi tambah dan tolak*', '*mesti ada simbol tambah, tolak, darab dan bahagi*', '*mempunyai operasi darab dengan pelbagai angka dan huruf boleh digunakan*', dan '*lebih kurang sama dengan algebra tetapi berbeza sebab mengandungi simbol negatif dan positif*' untuk menggambarkan ungkapan algebra sebagai kategori yang terdiri daripada angka, huruf dan symbol. Beberapa contoh dalam kategori simbolik dinyatakan oleh semua peserta kajian secara bertulis membabitkan ' $8xy - xy$ ', ' $14n \div 7n$ ', ' $2(3x + 4y)$ ', ' $2\square + 3\square$ ', dan ' $1(a) + 15(b)$ ' bagi menjelaskan gambaran tentang kategori yang terdiri daripada gabungan angka, huruf dan symbol. Dalam hal penggunaan symbol, hanya seorang peserta kajian menjelaskan tentang penggunaan symbol ' $\square$ ', yang mempunyai tujuan sama dengan huruf dalam ungkapan algebra. Peserta kajian turut merujuk symbol ' $\square$ ' kepada sebarang nilai yang diwakili.

Secara ringkasnya, gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam Petikan 4.1.3.1B dan dua peserta kajian yang lain tertumpu kepada sebarang nilai simbolik yang mengandungi gabungan angka, huruf, dan simbol. Penggunaan angka dan huruf, masing-masing dirujuk dengan sebarang nilai dan abjad. Manakala penggunaan simbol pula, peserta kajian membabitkan simbol operasi asas dan simbol '( )'. Gambaran yang dipaparkan oleh tiga peserta kajian yang terlibat menunjukkan kepelbagaian dalam pengetahuan mereka tentang 'ungkapan algebra' dalam penggunaan simbol dari konteks yang berbeza.

#### **4.1.3.2 Gambaran mental 'ungkapan algebra' dalam kategori penyelesaian nilai**

Gambaran mental tentang ungkapan algebra bagi kategori penyelesaian nilai merangkumi huraian tentang '*perkara yang perlu diselesaikan*'. Terdapat seorang peserta kajian memberikan gambaran tentang ungkapan dalam kategori ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.1.3.2A, menggambarkan ungkapan algebra dalam huraian membabitkan '*perkara yang perlu diselesaikan*'.

##### ***Petikan 4.1.3.2A (Nani): Gambaran mental tentang ungkapan algebra***

- P: Bolehkah kamu terangkan apa yang kamu tahu tentang ungkapan algebra?  
R: Ia macam kena selesaikan.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Huruf itu perlu dinyatakan nilai tertentu, contoh kategori ' $2n + 3$ ' kena selesaikan untuk dapatkan nilai bagi ' $n$ ' ini.

Berdasarkan Petikan 4.1.3.2A, peserta kajian memaparkan gambaran mental tentang ungkapan algebra sebagai '*perkara yang perlu diselesaikan*'. Hanya seorang peserta kajian terlibat dalam menggambarkan ungkapan algebra membabitkan sesuatu yang perlu diselesaikan. Peserta kajian menjelaskan bahawa penyelesaian didapati dengan meletakkan suatu nilai tertentu ke atas huruf dalam suatu sebutan simbolik. Nilai yang ditentukan ke atas huruf yang diwakilkan merangkumi sebarang

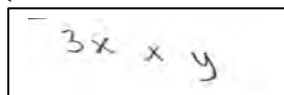
nilai. Ringkasnya, gambaran mental peserta kajian tentang ungkapan algebra dalam huraian '*perkara yang perlu diselesaikan*' memfokuskan penggantian sebarang nilai dalam bentuk yang mengandungi perwakilan huruf dan simbol operasi asas. Dalam hal ini peserta kajian melihat penyelesaian dalam nilai berangka.

#### 4.1.3.3 Gambaran mental 'ungkapan algebra' dalam kategori ayat matematik

Gambaran mental dalam kategori ayat matematik, yang dipaparkan oleh peserta kajian membabitkan pernyataan ayat algebra yang mengandungi maklumat tentang penukaran dari satu bentuk ke bentuk yang lebih mudah. Hanya seorang peserta kajian yang memberikan gambaran dalam kategori ini, iaitu Afiq. Tingkah laku beliau dalam Petikan 4.1.3.3A merupakan contoh gambaran mental mengenai ungkapan algebra dalam huraian membabitkan penukaran ke bentuk mudah.

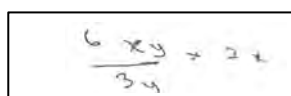
##### ***Petikan 4.1.3.3A (Afiq): Gambaran mental tentang 'ungkapan algebra'***

- P: Apakah yang terlintas di fikiran kamu perkara yang ada dalam ungkapan algebra?  
 R: Macam ayat matematik.  
 P: Ayat matematik tu macam mana pula?  
 R: Ayat matematik,(sambil senyum dan mengetap bibir dan mata memandang ke sudut lain), macam ada cerita atau maklumat.  
 P: Boleh terangkan macam mana?  
 R: Maksudnya kena tukarkan ke bentuk lebih mudah.  
 P: Bolehkah kamu bagi contoh?  
 R: (Murid terus menulis sesuatu di atas kertas).



$$3x \times y$$

- P: Boleh kamu jelaskan?  
 R: Maksudnya kena jadikan bentuk lebih mudah, jadi bentuk ini akan tukar kepada tiga ' $xy$ '.  
 P: Ada lagi yang lain?  
 R: (Murid tulis lagi dengan perlahan lahan).



$$\frac{6xy + 2x}{3x}$$

Bentuk ini perlu diringkaskan lagi.

Berdasarkan petikan 4.1.3.3A, peserta kajian menggambarkan ungkapan algebra sebagai '*ayat matematik*'. Peserta kajian menjelaskan '*ayat matematik*' merujuk satu pernyataan yang mengandungi maklumat tentang penukaran bentuk yang mudah. Dalam gambaran tentang ungkapan algebra sebagai '*ayat matematik*', peserta kajian menjelaskan bahawa gambaran tersebut mempunyai arahan dan perkara yang perlu dilakukan bagi meringkaskan bentuk yang diberikan. Peserta kajian turut memberi contoh dalam bentuk simbolik, seperti ' $3x \times y$ ' dan ' $\frac{6xy}{3y} \times 2x$ ' dan menerangkan bentuk yang dipermudahkan. Berdasarkan gambaran yang dinyatakan oleh peserta kajian dalam Petikan 4.1.3.3A, pengetahuan beliau tentang ungkapan algebra adalah terhad dan primitif.

#### **4.1.3.4 Gambaran mental 'ungkapan algebra' dalam kategori unit asas ungkapan**

Gambaran mental tentang ungkapan algebra yang dipaparkan oleh peserta kajian turut merangkumi kategori unit asas ungkapan. Gambaran mental dalam kategori ini membabitkan perkataan '*pekali*', '*pemboleh ubah*', '*sebutan serupa*', dan '*sebutan tidak serupa*'. Hanya seorang peserta kajian yang memberikan gambaran dalam kategori ini, iaitu Sofea. Tingkah laku beliau dalam Petikan 4.1.3.4A merupakan contoh gambaran mental mengenai ungkapan algebra dalam huraian membabitkan perkataan tertentu.

##### ***Petikan 4.1.3.4A (Sofea): Gambaran mental tentang ungkapan algebra***

- P: Apakah yang tergambar difikiran kamu jika saya sebut 'ungkapan'?
- R: Pekali.
- P: Boleh kamu jelaskan?
- R: (Murid diam seketika), nilai dan huruf yang digabungkan.
- P: Baik, ada lagi gambaran lain tentang ungkapan algebra?
- R: Sebutan tidak serupa.
- P: Boleh kamu jelaskan yang digambarkan sebutan tidak serupa?
- R: Dalam ungkapan algebra pasti ada sebutan yang tidak serupa sebab mengandungi dua atau tiga pemboleh ubah tidak sama.

- P: Ada lagi gambaran lain?  
 R: Sebutan serupa.  
 P: Bagaimana pula sebutan serupa?  
 R: Ungkapan algebra itu mengandungi huruf yang sama dalam semua sebutan.  
 P: Baik, ada lagi gambaran lain?  
 R: Tidak ada.

Berdasarkan petikan 4.1.3.4A, peserta kajian menggambarkan ungkapan algebra sebagai perkara yang mengandungi beberapa perkataan membabitkan '*pekali*', '*pemboleh ubah*', '*sebutan serupa*', dan '*sebutan tidak serupa*'. Peserta kajian menjelaskan '*pekali*' sebagai perkataan yang berkaitan dengan angka dan huruf yang terkandung dalam suatu ungkapan algebra. Penggunaan perkataan '*sebutan serupa*', dan '*sebutan tidak serupa*' oleh peserta kajian bagi menggambarkan variasi kategori ungkapan algebra berdasarkan jenis pemboleh ubah yang terkandung di dalam ungkapan tersebut. Berdasarkan gambaran yang dinyatakan oleh peserta kajian dalam Petikan 4.1.3.4A, pengetahuan beliau tentang ungkapan algebra menunjukkan kepelbagaian dan memaparkan kedalaman tentang perkara tersebut.

Secara keseluruhan, gambaran mental tentang ungkapan algebra oleh enam peserta kajian terdiri daripada empat gambaran berbeza membabitkan kategori notasi bersimbol, penyelesaian nilai, ayat matematik, dan unit asas ungkapan. Gambaran dalam kategori notasi bersimbol, dipaparkan oleh semua peserta kajian dalam dua keadaan membabitkan bentuk yang terdiri daripada gabungan angka dan huruf, dan gabungan angka, huruf dan simbol. Berbanding dengan kategori lain yang mana setiap satunya hanya dipaparkan oleh seorang peserta kajian sahaja. Kesimpulannya, gambaran dalam kategori notasi bersimbol mendominasi gambaran mental tentang ungkapan algebra.

Selain itu, tiga peserta kajian didapati memberikan lebih daripada satu gambaran tentang ungkapan algebra iaitu Nani, Afiq, dan Sofea. Nani memberikan gambaran

mental dalam kategori notasi bersimbol dan penyelesaian nilai. Afiz pula, menyatakan gambaran dari segi notasi bersimbol dan ayat matematik. Sofea juga memberikan dalam kategori notasi bersimbol dan unit asas ungkapan. Gambaran mental yang dipaparkan oleh tiga peserta kajian ini mempunyai kepelbagaian dari segi konteks, yang menunjukkan mereka mempunyai pengetahuan yang luas tentang ungkapan algebra.

#### 4.1.4 Gambaran Mental tentang Sebutan Algebra

Dalam kajian ini, gambaran mental tentang sebutan algebra dikelaskan kepada dua kategori, iaitu notasi bersimbol dan kuantiti. Bagi kategori notasi bersimbol, gambaran dihuraikan dalam dua keadaan berbeza berdasarkan huruf dan simbol. Gambaran kategori kuantiti pula, mengandungi satu huraian tentang perkara yang membabitkan bilangan sebutan dalam satu ungkapan. Jadual 4.1.4 menunjukkan ringkasan gambaran mental tentang sebutan algebra yang diberikan oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.1.4

*Gambaran mental tentang sebutan algebra*

| Kategori                                         | Huraian                                                                  | Peserta Kajian                        |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Notasi bersimbol<br>( <i>symbolic notation</i> ) | • Perkara yang membabitkan gabungan angka dan huruf.                     | Nani, Hana, Afiz, Faris, Sofea, Alias |
|                                                  | • Perkara yang membabitkan gabungan angka, huruf, dan simbol.            | Nani, Alias                           |
| Kuantiti                                         | • Perkara yang membabitkan bilangan sebutan dalam satu ungkapan algebra. | Nani, Hana, Faris                     |

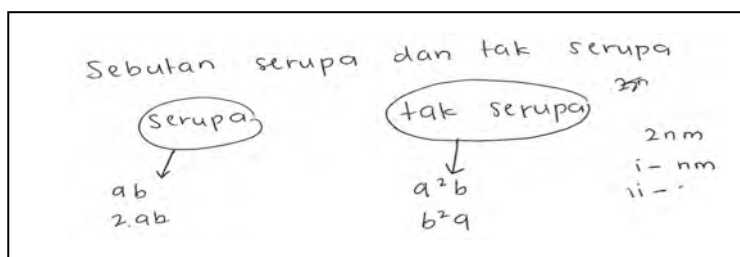


#### 4.1.4.1 Gambaran mental 'sebutan algebra' dalam kategori notasi bersimbol

Gambaran simbolik dinyatakan peserta kajian secara lisan bagi menjelaskan gambaran awal tentang sebutan algebra. Manakala gambaran simbolik secara bertulis pula, dipaparkan oleh peserta kajian untuk membezakan dan menjelaskan kepelbagaian bagi sebutan algebra yang didapati. Semua peserta kajian ini didapati memberikan gambaran mental dalam huraian membabitkan gabungan angka dan huruf. Tingkah laku Nani dan Afiq, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.4.1A dan Petikan 4.1.4.1B bagi menunjukkan contoh gambaran mental mengenai sebutan algebra melibatkan kategori notasi bersimbol dalam gabungan angka dan huruf.

##### **Petikan 4.1.4.1A(Nani):** Gambaran mental tentang sebutan algebra

- P: Jika saya sebut sebutan algebra, apakah yang kamu gambarkan?  
R: Sama seperti ungkapan algebra.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Kategori sebutan algebra sama seperti ungkapan algebra (sambil melukis bulatan pada kategori ' $8xy$ ' dan ' $2n$ ').  
:  
P: Jika sebutan sama, apakah kamu gambarkan?  
R: Sebutan serupa.  
P: Boleh jelaskan?  
R: Pemboleh ubah sama.  
P: Pemboleh ubah sama itu macam mana?  
R: Huruf yang sama.  
P: Boleh kamu bagi contoh?  
R: (Murid menulis di kertas).



- P: Kalau sebutan tidak sama, apa pula gambaran kamu?  
R: Sebutan tidak serupa, huruf pemboleh ubah tidak sama.

**Petikan 4.1.4.1B (Afiq):** Gambaran mental tentang sebutan algebra

- P: Jika saya sebut sebutan algebra, apakah yang kamu gambarkan?  
R: Dua 'x', empat 'z'.  
P: Boleh kamu jelaskan gambaran ini?  
R: Sama seperti ungkapan algebra, ada angka dan huruf.  
P: Boleh kamu jelaskan kenapa gambaran sebutan algebra sama dengan gambaran yang kamu berikan dalam ungkapan algebra?  
R: Kerana sebutan algebra adalah sebahagian daripada ungkapan algebra..  
P: Baik, ada gambaran lain?  
R: Tidak ada.  
P: Apakah gambaran kamu dengan tentang sebutan serupa?  
R: Tidak pernah dengar.  
P: Baik, jika saya sebut sebutan algebra yang sama?  
R: Itu saya pernah dengar, seperti dua 'x' dan tiga 'x'.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Sebutan sama, mesti mempunyai pemboleh ubah yang sama.  
P: Yang manakah kamu maksudkan pemboleh ubah?  
R: Huruf 'x' ini.  
P: Baik, jika sebutan tidak sama, apakah gambaran kamu?  
R: Sebutan tidak sama seperti dua 'x' dan tiga 'z'.  
P: Boleh jelaskan?  
R: Pemboleh ubah tidak sama.

Berdasarkan Petikan 4.1.4.1A dan 4.1.4.1B, peserta kajian menggambarkan algebra dalam kategori notasi bersimbol. Perkara yang digambarkan membabitkan kategori yang mengandungi gabungan angka dan huruf. Didapati semua peserta kajian memberikan gambaran awal tentang sebutan algebra dengan memaparkan kategori simbolik yang terdiri daripada gabungan angka dan huruf, yang dinyatakan secara lisan dan bertulis. Antara contoh yang dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan gambaran simbolik yang terdiri daripada gabungan angka dan huruf, ialah '8yx', '2n', dan '8c11y12x'. Peserta kajian turut menggunakan perkataan 'dua x' dan 'empat z' dalam huraian gambaran membabitkan gabungan angka dan huruf.

Dalam kajian ini, peserta kajian turut memaparkan kepelbagaian gambaran sebutan algebra dalam kategori notasi bersimbol, yang berbeza mengikut huruf. Penggunaan huruf yang sama, dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan tentang sebutan algebra yang sama. Perkataan '*sebutan sama*' atau '*sebutan serupa*'

digambarkan oleh peserta kajian dengan menulis bentuk simbolik dalam gabungan angka dan huruf yang sama, dan menyatakan contoh seperti ' $ab$  dan  $2ab$ ' dan 'dua  $x$  dan tiga  $x$ '. Bagi menggambarkan 'sebutan tidak serupa', peserta kajian menggunakan huruf yang berbeza. Antara contoh yang dipaparkan bagi menjelaskan gambaran sebutan tidak serupa, ialah ' $a^2b$  dan  $b^2a$ ' dan 'dua  $x$  dan tiga  $z$ '. Selain itu, peserta kajian juga menggunakan perkataan '*pemboleh ubah sama*' bagi menggambarkan sebutan algebra yang sama. Perkataan '*pemboleh ubah berbeza*' pula digunakan bagi menggambarkan sebutan algebra yang tidak sama.

Berdasarkan Petikan 4.1.4.1A dan Petikan 4.1.4.1B, semua peserta kajian memberi gambaran sebutan algebra dalam bentuk simbolik, dengan menyebut sebagai '*sama seperti algebra*' dan '*sama seperti ungkapan algebra*'. Perkataan '*sama*' digunakan peserta kajian bagi menggambarkan bahawa semua perkara tentang sebutan algebra mengandungi perkara yang sama dengan gambaran mereka tentang '*algebra*' dan '*ungkapan algebra*', membabitkan sebarang bentuk dalam gabungan angka dan huruf. Berdasarkan gambaran dan penjelasan yang dipaparkan oleh semua peserta kajian yang terlibat, didapati mereka menunjukkan kepelbagaian konteks dalam pengetahuan tentang sebutan algebra.

Seterusnya, gambaran tentang sebutan algebra dalam kategori notasi bersimbol membabitkan gabungan angka, huruf, dan simbol dipaparkan oleh dua peserta kajian sahaja. Tingkah laku Nani dan Alias, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.4.1C dan Petikan 4.1.4.1D, bagi menunjukkan contoh gambaran mental tentang ungkapan algebra dalam kategori notasi bersimbol membabitkan gabungan angka, huruf, dan simbol.

**Petikan 4.1.4.1C (Nani):** Gambaran mental tentang sebutan algebra

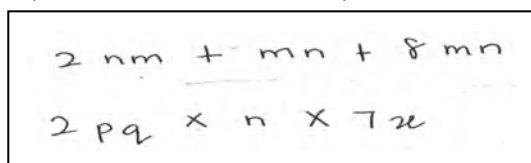
...

P: Kalau sebutan tidak sama, apa pula gambaran kamu?

R: Sebutan tidak serupa, huruf pemboleh ubah tidak sama.

P: Boleh jelaskan?

R: (Murid menulis di kertas).



The image shows two handwritten algebraic expressions. The first expression is  $2nm + mn + 8mn$  and the second expression is  $2pq \times n \times 7x$ . Both are written in a simple, slightly messy cursive style on a piece of paper.

P: Ada gambaran lain lagi tentang sebutan algebra?

R: Tidak ada.

**Petikan 4.1.4D (Alias):** Gambaran mental tentang sebutan algebra

...

R: Sebutan serupa maksudnya, huruf dalam setiap sebutan mesti sama, jika 'a' maka sebutan lain juga 'a'.

P: Boleh beri gambaran lain bagi sebutan serupa?

R: ' $b + b$ ', ' $c + c$ ', ' $d + d$ '.

P: Okay, bagaimana pula dengan sebutan tidak serupa?

R: Tida serupa, macam ' $b$ ', ' $c$ '.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Setiap sebutan ada beberapa huruf yang berbeza.

P: Ada lagi gambaran lain tentang sebutan tidak serupa?

R: ' $y$ ' dengan ' $x$ '.

...

Berdasarkan Petikan 4.1.4.1C dan 4.1.4.1D, peserta kajian menggambarkan sebutan algebra dalam kategori notasi bersimbol. Perkara yang digambarkan membabitkan kategori yang mengandungi gabungan angka, huruf, dan simbol. Didapati hanya dua peserta kajian memberi gambaran simbolik tentang sebutan algebra dalam kategori ini, yang dinyatakan secara lisan dan bertulis. Antara contoh yang dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan gambaran simbolik yang terdiri daripada gabungan angka, huruf, dan simbol, ialah ' $2nm + mn + 8mn$ ' dan ' $2pq \times n \times 7x$ '. Peserta kajian turut menggunakan perkataan '*a tambah a*', '*b tambah b*', dan '*c tambah c*' dalam huraian gambaran membabitkan gabungan angka, huruf, dan simbol. Penggunaan simbol dalam gambaran mengenai sebutan

algebra oleh peserta kajian tertumpu kepada dua simbol dalam operasi asas, iaitu simbol '+' dan simbol '×'.

Selain itu, peserta kajian turut memberi gambaran tentang sebutan algebra dalam dua kategori berbeza berdasarkan perkataan '*sebutan serupa*' dan '*sebutan tidak serupa*'. Bagi '*sebutan serupa*', peserta kajian memberi beberapa contoh dengan gabungan huruf yang sama, angka dan simbol operasi membabitkan bentuk ' $ab + 2ab$ ' dan ' $2nm + mn + 8mn$ '. Manakala '*sebutan tidak serupa*' pula, digambarkan oleh peserta kajian dengan menggunakan angka, huruf yang berbeza, dan simbol operasi. Antara contoh yang dipaparkan bagi menggambarkan '*sebutan tak serupa*' seperti ' $2pq \times n \times 7x$ '. Berdasarkan gambaran dan penjelasan yang dipaparkan oleh peserta kajian yang terlibat, didapati mereka menunjukkan kepelbagaian konteks dalam pengetahuan tentang sebutan algebra.

#### 4.1.4.2 Gambaran mental '*sebutan algebra*' dalam kategori kuantiti

Gambaran mental tentang sebutan algebra bagi kategori kuantiti dalam kajian ini merangkumi satu huraian sahaja, yang dinyatakan secara lisan dan bertulis. Tiga peserta kajian yang terlibat dalam kajian ini memberikan gambaran mental tentang sebutan algebra dalam kategori kuantiti. Tingkah laku Faris dan Nani, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.4.2A dan Petikan 4.1.4.2B menunjukkan contoh gambaran mental mengenai sebutan algebra dalam kategori ini.

##### ***Petikan 4.1.4.2A(Faris): Gambaran mental tentang sebutan algebra***

P: Jika saya sebut sebutan algebra, apakah yang kamu gambarkan?

R: (Murid termenung seketika) dalam peperiksaan ada perkara ini, melibatkan tanya berapa sebutan.

P: Boleh jelaskan?.

R: Tulis saja bilangan sebutan yang ada.

P: Boleh kamu tuliskan macam mana yang kamu maksudkan?

R: Contoh seperti kategori ' $5b\ 6x$ ', dua kali sebutan, jadi ada dua sebutan (sambil menulis angka '2' bersebelahan kategori tersebut).

P: Ada lagi gambaran lain?

R: Kategori ' $2c\ 8y$ ' ni dua juga dan kategori ' $8c\ 11x\ 12y$ ' ini pula ada tiga (sambil menulis angka '2' dan '3' masing-masing bersebelahan kategori yang dinyatakan).

Handwritten mathematical expressions:  $7c\ 8y = 2$  and  $8c\ 11x\ 12y = 3$

:

**Petikan 4.1.4.2B(Nani):** Gambaran mental tentang 'sebutan algebra'

P: Jika saya sebut sebutan algebra, apakah yang kamu gambarkan?

R: Sama seperti ungkapan algebra.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Kategori sebutan algebra sama seperti ungkapan algebra (sambil melukis bulatan pada kategori ' $8xy$ ' dan ' $2n$ ').

P: Apakah yang dimaksudkan kategori sebutan algebra sama dengan ungkapan algebra?

R: Kategori seperti ini (sambil menulis), ia akan tanya berapa sebutan yang ada, jawapanya ada dua sebutan.

Handwritten mathematical expressions:  $8xy \times 2n$  | sebutan 2

P: Macam mana kamu dapat dua sebutan?

R: Kategori ini (murid tunjuk kepada  $8xy$ ) satu sebutan dan ini satu lagi sebutan (murid tunjuk kepada  $2n$ ).

Berdasarkan Petikan 4.1.4.2A dan Petikan 4.1.4.2B, didapati tiga peserta kajian terlibat dalam menggambarkan sebutan algebra sebagai kuantiti. Dalam gambaran yang dirujuk sebagai kuantiti, peserta kajian menjelaskan bahawa sebutan algebra adalah perkara yang membabitkan bilangan unsur yang terkandung dalam sebarang kategori algebra yang dipaparkan. Antara contoh gambaran peserta kajian yang terlibat membabitkan perkara yang harus di hitung ialah '*dalam soalan peperiksaan ditanya ada berapa sebutan*'. Contoh lain yang turut digunakan bagi menggambarkan sebutan algebra sebagai kuantiti, seperti ' $5b\ 6x = 2$ ' dan '*bentuk  $8xy \times 2n$  adalah bersamaan dengan dua*'. Dalam gambaran yang dipaparkan

sebagai sebutan algebra, peserta kajian turut menggunakan simbol '=' bagi menjelaskan bahawa kuantiti yang dinyatakan sebelah kiri setara bilangan unsur yang terkandung dalam kategori itu. Selain itu, peserta kajian juga memaparkan pengiraan bilangan sebutan dilakukan dalam setiap kategori. Berdasarkan gambaran yang dinyatakan oleh peserta kajian dalam Petikan 4.1.4.2A dan Petikan 4.1.4.2B, pengetahuan peserta kajian tentang sebutan algebra dalam kategori konseptual adalah primitif dan terhad dalam satu konteks sahaja.

Secara keseluruhan, gambaran mental tentang sebutan algebra oleh enam peserta kajian terdiri daripada gambaran secara notasi bersimbol dan kuantiti. Gambaran dalam kategori simbolik, dipaparkan oleh semua peserta kajian membabitkan dua keadaan, iaitu gabungan angka dan huruf, dan gabungan angka, huruf dan simbol. Manakala kategori kuantiti pula, gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian merangkumi satu huraian sahaja. Didapati semua peserta kajian memaparkan gambaran mengenai sebutan algebra dalam kategori notasi bersimbol dan tiga peserta kajian memaparkan gambaran secara kuantiti. Oleh itu, gambaran dalam kategori simbolik mendominasi gambaran mental tentang sebutan algebra.

Selain itu, gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Tiga peserta kajian didapati memberikan lebih daripada satu gambaran tentang sebutan algebra iaitu Nani, Hana, dan Faris. Namun hanya peserta kajian, iaitu Nani dan Faris menyatakan gambaran sebutan algebra secara notasi bersimbol dan kuantiti. Gambaran yang dipaparkan mempunyai kepelbagaian dari segi konteks. Ini menunjukkan dua orang peserta kajian terbabit mempunyai pengetahuan lebih mendalam berbanding peserta kajian yang lain tentang sebutan algebra.

#### 4.1.5 Gambaran Mental tentang Pemboleh Ubah

Dalam kajian ini, gambaran mental mengenai pemboleh ubah dikelaskan kepada empat kategori, iaitu notasi bersimbol, abstraksi, kuantiti, dan grafik. Kategori notasi bersimbol merangkumi dua huraian berbeza, kategori abstraksi mengandungi lima huraian berbeza membabitkan ‘anu’, ‘nilai yang tidak diketahui’, ‘sesuatu yang dimanipulasikan’, dan ‘perwakilan suatu benda’. Manakala dua lagi kategori lain pula, masing-masing mengandungi satu huraian sahaja. Jadual 4.1.5, menunjukkan ringkasan gambaran mental tentang pemboleh ubah yang diberikan oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.1.5

*Gambaran mental tentang pemboleh ubah*

| Kategori         | Huraian                                                                                                                                                                                                                                                                            | Peserta Kajian                                                |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Notasi bersimbol | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkara yang membabitkan huruf</li> <li>• Perkara yang membabitkan angka dan simbol</li> </ul>                                                                                                                                            | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias                         |
| Abstraksi        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkara yang membabitkan perkataan ‘anu’</li> <li>• Perkara membabitkan nilai yang tidak diketahui</li> <li>• Perkara yang membabitkan sesuatu yang dimanipulasikan</li> <li>• Perkara yang membabitkan perwakilan suatu benda</li> </ul> | <p>Nani</p> <p>Nani</p> <p>Hana, Sofea</p> <p>Afiq, Faris</p> |
| Kuantiti         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkara yang membabitkan bilangan</li> </ul>                                                                                                                                                                                              | Hana                                                          |
| Grafik           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkara yang membabitkan sebarang lukisan</li> </ul>                                                                                                                                                                                      | Sofea                                                         |



#### **4.1.5.1 Gambaran mental ‘pemboleh ubah’ dalam kategori notasi bersimbol**

Gambaran mental tentang pemboleh ubah bagi kategori notasi bersimbol dalam kajian ini merangkumi dua gambaran berbeza yang dinyatakan secara lisan dan bertulis. Lima peserta kajian memberi gambaran awal dalam kategori simbolik yang tertumpu kepada sebarang huruf membabitkan huruf ‘a’ hingga ‘z’. Gambaran lain dalam kategori ini tentang pemboleh ubah membabitkan angka dan simbol ‘kuasa dua’ dipaparkan oleh seorang peserta kajian sahaja. Didapati semua peserta kajian yang terlibat dalam kajian ini memberikan gambaran mental tentang pemboleh ubah dalam kategori simbolik. Tingkah laku Nani, Hana dan Alias masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.5.1A, Petikan 4.1.5.1B, dan Petikan 4.1.5.1C bagi menunjukkan contoh gambaran mental mengenai pemboleh ubah secara simbolik.

##### ***Petikan 4.1.5.1A (Nani): Gambaran tentang pemboleh ubah***

- P: Jika saya sebut pemboleh ubah, apakah yang terbayang di fikiran kamu?  
R: Pemboleh ubah, macam huruf itu (sambil menunjuk ke arah kategori simbol yang telah ditulis)...huruf atau simbol.  
P: Boleh jelaskan apa maksud huruf atau simbol?  
R: Huruf dari a sampai z.  
P: Simbol bagaimana pula, boleh jelaskan?  
R: Simbol itu sama seperti huruf, tapi guna kategori lain.  
P: Boleh jelaskan lagi?  
R: Boleh guna simbol tanda tanya atau kotak.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Huruf ini digantikan dengan simbol tanda soal atau kotak, contoh ‘ $2x$ ’, tapi guna ‘?’ atau ‘ $2$ ’.

##### ***Petikan 4.1.5.1B (Hana): Gambaran tentang pemboleh ubah***

- P: Jika saya sebut ‘pemboleh ubah’, apakah yang tergambar difikiran kamu?  
R: Seperti huruf.  
P: Huruf yang bagaimana, kebiasaanya kamu gambarkan sebagai pemboleh ubah?  
R: Huruf ‘x’.  
P: Adakah dua huruf kamu gambarkan sebagai pemboleh ubah?  
R: Huruf lain boleh juga.  
P: Boleh kami jelaskan?  
R: Sebarang huruf boleh.  
:

**Petikan 4.1.5.1C (Alias):** Gambaran tentang pemboleh ubah

P: Apakah yang tergambar difikiran kamu tentang ‘pemboleh ubah’?

R: Kuasa tiga, kuasa empat.

P: Boleh kamu jelaskan tentang kuasa tiga, kuasa empat itu?

R: Kuasa tu macam ini (sambil menulis di atas kertas).

A rectangular box containing the handwritten mathematical expression  $2^2 + 3^2 =$ .

P: Bolehkah kamu jelaskan?

R: (Murid menganggukkan kepala sambil menulis)

A rectangular box containing the handwritten mathematical expression  $4 + 6 = 10$ .

P: Baik, ada lagi gambaran lain?

R: Kalau macam ini juga sama (sambil menulis).

A rectangular box containing the handwritten mathematical expression  $3 \sqrt{21} = 3$ .

:

Berdasarkan Petikan 4.1.5.1A, Petikan 4.1.5.1B, dan Petikan 4.1.5.1C, gambaran semua peserta kajian tentang pemboleh ubah dalam kategori notasi bersimbol membabitkan angka, huruf dan simbol. Lima peserta kajian menggambarkan perkataan ‘*pemboleh ubah*’ sebagai huruf seperti yang dipaparkan dalam Petikan 4.1.5.1A dan Petikan 4.1.5.1B. Setiap peserta kajian menggunakan perkataan dan ayat yang berbeza dalam menyatakan gambaran pemboleh ubah sebagai huruf, antaranya ialah ‘*pemboleh ubah adalah huruf*’, dan ‘*huruf atau simbol*’. Namun begitu, semua peserta kajian memaparkan beberapa contoh membabitkan huruf ‘*x*’ dan ‘*y*’ dalam menjelaskan gambaran yang dinyatakan. Selain itu, peserta kajian turut menyatakan bahawa penggunaan huruf sebagai pemboleh ubah boleh mengambil sebarang abjad dari ‘*a*’ hingga ‘*z*’.

Gambaran lain tentang pemboleh ubah dalam kategori notasi bersimbol seperti dipaparkan dalam Petikan 4.1.5.1A dan Petikan 4.1.5.1C, yang menggambarkan pemboleh ubah sebagai angka dan simbol. Dua peserta kajian, iaitu Nani dan Alias

menggunakan simbol tertentu dalam menggambarkan pemboleh ubah. Nani menggunakan simbol '?' dan simbol ' ', dan menjelaskan dua simbol tersebut merupakan contoh kategori bukan huruf yang boleh digunakan dalam menggambarkan tentang pemboleh ubah. Alias pula menggunakan simbol kuasa dua dan punca kuasa dua dalam menggambarkan pemboleh ubah. Selain itu, Alias merupakan satu-satunya peserta kajian yang menggambarkan pemboleh ubah sebagai angka dalam suatu gandaan. Ringkasnya, gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori notasi bersimbol mempunyai kepelbagaian konteks.

#### **4.1.5.2 Gambaran mental 'pemboleh ubah' dalam kategori abstraksi**

Gambaran mental tentang pemboleh ubah bagi kategori unit asas ungkapan dalam kajian ini merangkumi beberapa gambaran berbeza. Antara gambaran mental peserta kajian tentang pemboleh ubah sebagai '*anu*', '*nilai yang tidak diketahui*', '*sesuatu yang dimanipulasikan*', dan '*perwakilan suatu benda*'. Gambaran pemboleh ubah sebagai '*anu*' dan '*nilai tidak diketahui*' dipaparkan oleh seorang peserta kajian sahaja. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.1.5.2A menunjukkan contoh gambaran mengenai pemboleh ubah sebagai '*anu*' dan '*nilai yang tidak diketahui*'.

##### ***Petikan 4.1.5.2A (Nani): Makna pemboleh ubah***

P: Apakah yang kamu gambarkan panggil semua benda ini?

R: Anu.

P: Boleh kamu jelaskan tentang anu?

R: Pemboleh ubah.

P: Boleh kamu nyatakan yang mana lebih sesuai untuk menjelaskan perkara ini?

R: Dua-dua pun boleh, anu untuk menggambarkan nilai yang tidak diketahui, pemboleh ubah untuk menggambarkan huruf atau simbol.

P: Kenapa kamu kata '*x*' boleh letak dalam kotak ini.

R: Sebab pemboleh ubah, macam macam benda boleh letak.

Berdasarkan Petikan 4.1.5.2A, peserta kajian menggambarkan pemboleh ubah dalam dua huraian yang berbeza. Gambaran awal, peserta kajian menyamakan gambaran tentang pemboleh ubah dengan perkataan 'anu'. Dalam gambaran membabitkan perkataan 'anu', peserta kajian yang menjelaskan pemboleh ubah sebagai '*nilai yang tidak diketahui*'. Selain itu, peserta kajian turut menggambarkan pemboleh ubah sebagai sebarang benda yang tidak diketahui nilainya dalam perkara yang diwakili dengan huruf atau simbol. Gambaran peserta kajian dalam petikan 4.1.5.2A menunjukkan pengetahuan dalam konteks yang berbeza tentang pemboleh ubah.

Seterusnya, gambaran lain tentang pemboleh ubah dalam abstraksi membabitkan perkara yang boleh dimanipulasikan. Huraian gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian yang terlibat memfokuskan pemboleh ubah sebagai satu perkara yang berubah keadaan dan kategori mengikut masa. Tingkah laku Hana dalam Petikan 4.1.5.2B dan tingkah laku Sofea dalam Petikan 4.1.5.2C, menunjukkan contoh gambaran mental mengenai pemboleh ubah dalam kategori abstraksi yang membabitkan huraian tentang perkara yang dimanipulasikan.

***Petikan 4.1.5.2B(Hana): Gambaran tentang pemboleh ubah***

- P: Baik, ada lagi yang terbayang di fikiran tentang pemboleh ubah?  
R: Seperti dalam eksperimen, apakah yang berlaku.  
P: Boleh jelaskan perkara yang kamu maksudkan?  
R: Macam, bila tanam pokok, apakah yang terjadi selepas seminggu.  
:

***Petikan 4.1.5.2C (Sofea): Gambaran tentang pemboleh ubah***

- P: Apakah yang tergambar difikiran kamu tentang pemboleh ubah?  
R: Sesuatu yang diubah dari masa ke masa.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Contohnya, anak pokok.  
P: Boleh kamu jelaskan yang dimaksudkan dengan anak pokok?  
R: Di awal pertumbuhan, anak pokok tanpa daun, kemudian ia akan berubah selepas dua minggu, anak pokok itu mempunyai dua helai daun.

P: Yang manakah dalam gambaran ini yang kamu gambarkan sebagai pemboleh ubah?

R: Anak pokok.

:

Berdasarkan Petikan 4.1.5.2B dan Petikan 4.1.5.2C, peserta kajian menggambarkan pemboleh ubah sebagai '*perkara yang dimanipulasikan*'. Didapati dua peserta kajian menyatakan gambaran mengenai pemboleh ubah dalam huraian membabitkan perkara yang dimanipulasikan. Gambaran peserta kajian membabitkan perkara yang bergerak balas dengan masa. Peserta kajian menggunakan perkataan dan ayat yang berbeza dalam menyatakan gambaran pemboleh ubah sebagai perkara yang dimanipulasikan, antaranya ialah '*sesuatu yang berubah dari masa ke masa*' dan '*eksperimen*'. Bagi menjelaskan gambaran pemboleh ubah sebagai perkara yang berubah-ubah, peserta kajian memberi contoh perubahan dalam tumbesaran pokok mengikut sela masa tertentu. Berdasarkan Petikan 4.1.5.2B dan Petikan 4.1.5.2C, gambaran peserta kajian tentang pemboleh ubah tertumpu kepada pemboleh ubah yang dimanipulasikan dalam bidang sains. Gambaran yang dipaparkan oleh dua peserta kajian yang terlibat menunjukkan pengetahuan yang unik dalam konteks yang berbeza.

Seterusnya, gambaran lain tentang pemboleh ubah bagi kategori abstraksi membabitkan perwakilan suatu benda. Gambaran membabitkan perkara yang tidak diketahui nilainya merujuk kepada perwakilan ke atas suatu nilai. Dua peserta kajian terlibat dalam menyatakan gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Afiq dan Faris, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.5.2D dan Petikan 4.1.5.2E, menunjukkan contoh gambaran mental mengenai pemboleh ubah dalam huraian membabitkan perwakilan sesuatu benda.

***Petikan 4.1.5.2D (Afiq): Gambaran tentang pemboleh ubah***

- P: Jika saya sebut pemboleh ubah, apakah yang tergambar difikiran kamu?  
:  
R: (Murid diam seketika), digunakan untuk mewakili objek yang tidak diletakkan nilai.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Contohnya, objek itu adalah pen atau sebarang benda, diwakilkan dengan huruf, sebab tidak tahu nilainya.  
:

***Petikan 4.1.5.2E (Alias): Gambaran tentang pemboleh ubah***

- :  
P: Baiklah, ada lagi gambaran lain?  
R: ..... Jika tidak tahu nilai itu mewakili apa, maka harus wakilkan dengan huruf 'x'.  
P: Baik, ada lagi gambaran?  
R: Tidak ada lagi.

Berdasarkan Petikan 4.1.5.2D dan Petikan 4.1.5.2E, dua peserta kajian didapati menggambarkan pemboleh ubah membabitkan perkara yang mewakili suatu benda. Gambaran peserta kajian tentang pemboleh ubah tertumpu kepada perwakilan ke atas satu perkara kerana nilainya tidak diketahui dan merujuk penggunaan sebarang abjad dalam mewakili nilai yang tidak dipaparkan dalam masalah yang diberikan. Dalam menjelaskan gambaran yang dinyatakan, peserta kajian memberi contoh benda yang diwakili adalah sebatang pen yang tidak diketahui nilai harga. Peserta kajian turut menggambarkan huruf yang kerap digunakan bagi mewakili pemboleh ubah. Berdasarkan Petikan 4.1.5.2D dan Petikan 4.1.5.2E, gambaran yang dipaparkan oleh dua peserta kajian terhad dalam konteks perwakilan nilai berangka ke atas simbol tertentu sahaja.

**4.1.5.3 Gambaran mental 'pemboleh ubah' dalam kategori kuantiti**

Gambaran mental tentang pemboleh ubah kategori 'kuantiti' hanya memaparkan satu gambaran sahaja. Gambaran pemboleh ubah dalam dalam huraian ini membabitkan bilangan benda yang boleh diubah. Terdapat hanya seorang peserta

kajian terlibat dalam memberikan gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Hana dalam Petikan 4.1.5.3A menunjukkan contoh gambaran mental mengenai pemboleh ubah dalam huraian ini.

***Petikan 4.1.5.3A (Hana): Gambaran tentang ‘pemboleh ubah’***

- P: Baiklah, apakah yang tergambar difikiran kamu tentang pemboleh ubah?  
R: Pemboleh ubah adalah kuantiti sesuatu benda.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Contohnya, satu ayat menyatakan Amirul menjaringkan gol, katakan 2 gol. Bilangan gol itu adalah pemboleh ubah.  
P: Boleh jelaskan yang kamu maksudkan bilangan gol itu pemboleh ubah?  
R: Sebab bilangan gol ini boleh berubah-ubah, kadangkala dua gol, kadangkala satu gol, kadangkala tiada jaringan gol.  
:  
:

Berdasarkan Petikan 4.1.5.3A, peserta kajian yang terlibat menggambarkan pemboleh ubah sebagai ‘*kuantiti*’. Gambaran tentang pemboleh ubah yang dipaparkan oleh peserta kajian tertumpu kepada benda yang berubah-ubah bilangannya. Contoh yang dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan gambaran pemboleh ubah dalam kategori kuantiti, ialah bilangan gol yang dinyatakan dengan angka ‘2’. Peserta kajian turut menggambarkan beberapa kuantiti lain secara berangka yang difikirkan logik bagi bilangan gol. Berdasarkan Petikan 4.1.5.3A, gambaran peserta kajian mengenai pemboleh ubah dalam konteks yang berbeza, menunjukkan variasi dalam pengetahuan tentang perkara tersebut.

**4.1.5.4 Gambaran mental ‘pemboleh ubah’ dalam kategori grafik**

Gambaran mental lain tentang pemboleh ubah turut dipaparkan oleh peserta kajian secara grafik yang membabitkan huraian dalam bentuk lukisan. Gambaran pemboleh ubah dalam kategori grafik membabitkan paparan yang dilukis dalam bilangan tertentu. Hanya seorang peserta kajian terlibat dalam memberikan gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Sofea dalam Petikan 4.1.5.4A menunjukkan contoh gambaran mental mengenai pemboleh ubah secara grafik.

**Petikan 4.1.5.4A (Sofea):** Gambaran tentang pemboleh ubah

P: Apakah yang gambaran lain kamu tentang pemboleh ubah?

R: (Murid melukis di atas kertas).



P: Boleh kamu jelaskan lukisan ini?

R: Contoh '*h*' macam nilainya lima biji ceri dan '*i*' mungkin lima biji ais krim. Huruf '*h*' dan '*i*' adalah pemboleh ubah.

Berdasarkan Petikan 4.1.5.4A, peserta kajian yang terlibat menggambarkan pemboleh ubah dengan melukis dua perkara dalam bilangan tertentu. Perkara yang digambarkan oleh peserta kajian sebagai pemboleh ubah dilukis dalam dua kategori berbeza membabitkan buah ceri dan ais krim. Peserta kajian melukis dua perkara yang menggambarkan pemboleh ubah sebanyak lima kali berdasarkan angka lima dalam kategori '*5hi*'. Berdasarkan Petikan 4.1.5J, gambaran peserta kajian tentang pemboleh ubah tertumpu kepada perkara yang tidak diketahui kuantitinya, yang digambarkan dengan huruf '*h*' dan '*i*'. Dalam gambaran peserta kajian terlibat, kuantiti itu harus dinyatakan dalam nilai berangka.

Secara keseluruhan, gambaran mental tentang pemboleh ubah oleh enam peserta kajian terdiri daripada kategori notasi bersimbol, abstraksi, kuantiti, dan grafik. Gambaran mental dalam kategori notasi bersimbol, dipaparkan oleh semua peserta kajian membabitkan dua keadaan, iaitu huruf, dan gabungan angka dan simbol. Manakala kategori abstraksi pula, gambaran dipaparkan oleh peserta kajian dalam lima huraian yang berbeza. Bagi kategori kuantiti dan grafik, masing-masing memaparkan satu huraian daripada seorang peserta kajian sahaja. Ringkasnya, gambaran mental tentang pemboleh ubah oleh semua peserta kajian yang terlibat



lebih tertumpu kepada kategori notasi bersimbol berbanding dengan kategori lain. Oleh itu, kategori notasi bersimbol mendominasi gambaran mental tentang pemboleh ubah. Namun begitu, kategori abstraksi mengandungi kepelbagaian pengetahuan mengenai pemboleh ubah berbanding kategori simbolik yang hanya melibatkan pengetahuan membabitkan huruf dan angka sahaja.

Selain itu, gambaran tentang pemboleh ubah yang dipaparkan oleh peserta kajian berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Lima peserta kajian didapati memberikan lebih daripada satu gambaran tentang pemboleh ubah iaitu Nani, Afiq, Hana, Faris, dan Sofea. Dua peserta kajian peserta kajian, iaitu Nani dan Hana menyatakan tiga gambaran berbeza tentang pemboleh ubah membabitkan kategori notasi bersimbol dan abstraksi. Manakala Hana dan Sofea pula, menyatakan tiga gambaran berbeza dalam tiga kategori membabitkan notasi bersimbol, abstraksi, kuantiti, dan grafik. Ringkasnya, gambaran yang dipaparkan mempunyai kepelbagaian dari konteks yang berbeza. Ini menunjukkan tiga orang peserta kajian terbabit mempunyai pengetahuan lebih mendalam berbanding peserta kajian yang lain tentang pemboleh ubah.

#### **4.1.6 Gambaran Mental tentang Operasi Asas**

Dalam kajian ini, gambaran mental tentang operasi asas dikelaskan kepada dua kategori, iaitu notasi bersimbol dan naratif berkaitan dengan operasi dalam aritmetik. Jadual 4.1.6 menunjukkan ringkasan gambaran mental tentang sebutan algebra yang diberikan oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.1.6

*Gambaran mental tentang operasi asas*

| Kategori                | Huraian                                                               | Peserta Kajian                        |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Naratif dalam aritmetik | • Perkara yang membabitkan perkataan tambah, tolak, darab dan bahagi. | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
| Notasi bersimbol        | • Perkara yang membabitkan gabungan angka, huruf, dan simbol.         | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |

#### 4.1.6.1 Gambaran mental ‘operasi asas’ dalam kategori naratif dalam aritmetik

Gambaran mental tentang operasi asas bagi kategori naratif dalam kajian ini merangkumi gambaran yang dinyatakan oleh peserta kajian secara lisan. Kategori ini memaparkan gambaran peserta kajian tentang operasi asas dalam huraian melibatkan perkataan. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.1.6.1A bagi menunjukkan contoh gambaran mental mengenai operasi asas dalam kategori ini.

**Petikan 4.1.6A (Faris):** *Gambaran mental tentang ‘operasi asas’*

- P: Jika saya sebut operasi asas, apakah yang kamu gambarkan?  
R: Tambah.  
P: Boleh jelaskan?  
R: Operasi tambah, contohnya sebutan ‘a’ tambah ‘a’ menghasilkan dua ‘a’.  
P: Ada gambaran lain lagi?  
R: Tolak, darab, dan bahagi.  
P: Boleh jelaskan?  
R: Maksudnya operasi tolak, operasi darab, dan operasi bahagi.  
P: Ada lagi gambaran lain?  
R: Tiada.

Berdasarkan Petikan 4.1.6.1A, peserta kajian memberikan gambaran operasi asas secara naratif yang berkaitan dengan bidang Aritmetik. Semua peserta kajian menggambarkan operasi asas dalam empat perkataan, iaitu tambah, tolak, darab, dan bahagi. Kategori naratif dipaparkan oleh semua peserta kajian sebagai gambaran awal mereka tentang operasi asas. Penggunaan perkataan ‘operasi’ turut dipaparkan

oleh semua peserta kajian. Namun begitu, tiada seorang peserta kajian menggambarkan empat operasi asas dalam aritmetik dalam perkataan ‘kurungan’, prosedur ‘BODMAS’ atau seumpama. Oleh itu, gambaran mental tentang operasi asas dalam ungkapan algebra semua peserta kajian yang terlibat terhad pada empat perkara asas dalam operasi asas, iaitu tambah, tolak, darab, dan bahagi.

#### 4.1.6.2 Gambaran mental ‘operasi asas’ dalam kategori notasi bersimbol

Gambaran mental tentang operasi asas bagi kategori notasi bersimbol dalam kajian ini membabitkan angka, huruf, dan simbol. Beberapa simbol operasi asas digunakan oleh peserta kajian membabitkan simbol ‘+’, ‘-’, ‘×’, ‘÷’, dan ‘/’. Semua peserta kajian terlibat dalam memberikan gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Nani dan Sofea, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.6.2A dan Petikan 4.1.6.2B menunjukkan contoh gambaran mental mengenai operasi asas dalam kategori notasi bersimbol.

**Petikan 4.1.6.2A (Nani): Operasi asas ke atas Kotak A dan Kotak B**

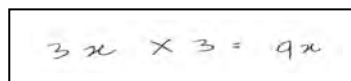
:

P: Apakah operasi yang kamu gambarkan ke atas unsur Kotak A dan Kotak B?

R: Darab.

P: Macam mana, boleh kamu terangkan?

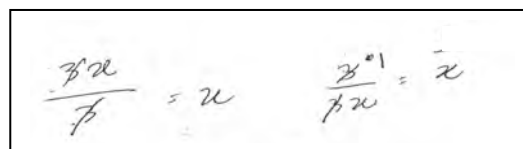
R: (Murid terus menulis di kertas).



$$3x \times 3 = 9x$$

P: Ada lagi gambaran lain?

R: Bahagi (murid menulis atas kertas).



$$\frac{3x}{3} = x \quad \frac{3x^1}{3x} = x$$

P: Ada lagi cara lain untuk gabungkan Kotak A dan Kotak B?

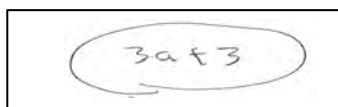
:

:

**Petikan 4.1.6.2B (Sofea): Operasi asas ke atas Kotak A dan Kotak B**

...

R: (Murid menulis). Tiga 'a' tambah tiga.



A rectangular box containing the handwritten expression  $3a + 3$ . The expression is enclosed in a hand-drawn oval, and there is a small arrow pointing from the oval back to the expression.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Dua sebutan ini digabungkan dengan operasi tambah. Tapi disebabkan dua sebutan berbeza, maka ditinggakan dalam bentuk ini sahaja.

...

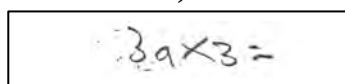
...

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Operasi tolak bagi dua kategori berbeza sama seperti tambah. Maka jawapan adalah dalam kategori ini juga.

P: Baik, bagaimana dengan cara lain pula?

R: (Murid menulis).



A rectangular box containing the handwritten expression  $3a \times 3$ .

Berdasarkan Petikan 4.1.6.2A dan Petikan 4.1.6.2B, peserta kajian memaparkan gambaran mental mengenai operasi asas dalam kategori notasi bersimbol membabitkan angka huruf, dan simbol. Didapati semua peserta kajian memberikan gambaran dalam kategori ini dan mempunyai pelbagai kategori huraian yang berbeza berdasarkan simbol operasi asas yang digunakan. Penggunaan simbol operasi asas yang dipaparkan semua peserta kajian membabitkan operasi tambah, operasi tolak, operasi darab, dan operasi bahagi. Gambaran operasi tambah oleh semua peserta kajian dengan menggunakan simbol '+', dan kategori ' $3a + 3$ ' antara contoh dipaparkan oleh mereka untuk menjelaskan gambaran tersebut. Bagi operasi tolak, peserta kajian menggunakan simbol '-' dan menyatakan kategori ' $3a - 3$ ' sebagai contoh. Manakala operasi darab pula, simbol ' $\times$ ' dan ' $( )$ ' digunakan bagi menggambarkan operasi tersebut. Antara contoh yang digunakan oleh peserta kajian dalam gambaran adalah kategori ' $3a \times 3$ ' dan ' $2(3x + 4y)$ '. Bagi operasi bahagi pula, semua peserta kajian menggunakan simbol ' $\div$ '. Dua daripada peserta kajian turut menggunakan simbol '/' dan kategori pecahan dalam memberi gambaran

operasi bahagi. Antara contoh yang dipaparkan bagi memberi gambaran mengenai operasi bahagi adalah dalam kategori ' $3a \div 3$ ', ' $3a/3$ ', dan ' $\frac{3x}{3}$ '. Kesimpulannya, gambaran mental mengenai operasi asas membabitkan ungkapan algebra dalam kategori simbolik yang dipaparkan oleh peserta kajian mempunyai lebih variasi dan tidak terhad empat simbol asas dalam operasi sahaja.

Secara keseluruhan, gambaran mental tentang operasi asas membabitkan ungkapan oleh enam peserta kajian terdiri daripada kategori notasi bersimbol dan naratif. Bagi kategori notasi bersimbol, semua peserta kajian memaparkan gambaran pekali dalam angka, huruf dan simbol. Huraian dalam kategori notasi bersimbol yang dipaparkan oleh semua peserta kajian mempunyai kepelbagaian dari segi simbol operasi asas dan maksud operasi tersebut. Manakala gambaran operasi asas dalam kategori naratif pula, dipaparkan oleh semua peserta kajian merangkumi perkataan '*tambah*', '*tolak*', '*darab*', dan '*bahagi*'. Ringkasnya, gambaran mental tentang operasi asas oleh semua peserta kajian didapati lebih tertumpu kepada kategori notasi bersimbol berbanding dengan kategori naratif. Oleh itu, kategori notasi bersimbol mendominasi gambaran mental tentang operasi asas membabitkan ungkapan algebra.

Selain itu, gambaran tentang operasi asas yang dipaparkan oleh peserta kajian berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Semua peserta kajian didapati memberikan lebih daripada satu gambaran tentang operasi asas membabitkan ungkapan algebra. Setiap gambaran yang dipaparkan peserta kajian mempunyai kepelbagaian dari konteks yang berbeza. Ini menunjukkan semua peserta kajian terbabit mempunyai pengetahuan lebih mendalam dan abstrak tentang operasi asas membabitkan ungkapan algebra.

#### 4.1.7 Gambaran Mental tentang Pekali

Dalam kajian ini, gambaran mental tentang pekali dikelaskan kepada dua kategori, iaitu notasi bersimbol dan pendaraban nilai. Gambaran mental tentang pekali dalam kategori notasi bersimbol membabitkan angka dan huruf. Empat peserta kajian memberikan gambaran dalam notasi bersimbol. Manakala gambaran dalam kategori pendaraban nilai membabitkan nilai yang didarabkan dan nilai yang mendarabkan suatu nilai lain. Dua peserta kajian memberikan gambaran dalam huraian ini. Jadual 4.1.7, menunjukkan ringkasan gambaran mental tentang pekali yang dipaparkan oleh enam peserta kajian yang terlibat dalam kajian ini.

Jadual 4.1. 7

*Gambaran mental tentang pekali*

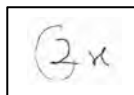
| Kategori                                       | Huraian                                                              | Peserta Kajian          |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Notasi bersimbol                               | • Perkara yang membabitkan angka dan huruf                           | Nani, Hana, Afiq, Sofea |
| Pendaraban nilai (multiplier and multiplicand) | • Perkara yang membabitkan suatu nilai didarabkan dan nilai pendarab | Nani, Afiq              |

##### 4.1.7.1 Gambaran mental ‘pekali’ dalam kategori notasi bersimbol

Gambaran mental tentang pekali bagi kategori notasi bersimbol dalam kajian ini dinyatakan dalam lisan dan bertulis. Pekali digambarkan oleh peserta kajian sebagai perkara yang membabitkan angka dan huruf. Angka yang digunakan oleh peserta kajian bagi menggambarkan pekali membabitkan sebarang nilai integer positif. Empat peserta kajian terlibat dalam memberi gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Afiq dipaparkan dalam Petikan 4.1.7.1A bagi menunjukkan contoh gambaran mental mengenai pekali membabitkan kategori notasi bersimbol.

**Petikan 4.1.7A(Afiq):** Gambaran tentang pekali

- P: Apakah gambaran kamu tentang pekali?  
R: Angka, (murid terdiam seketika) yang nak terangkan jumlah.  
P: Bolehkah kamu jelaskan?  
R: (Murid menulis di atas kertas).



- P: Yang manakah kamu gambarkan sebagai pekali?  
R: (Murid mengambil pen dan melukis satu bulatan di angka dua pada kategori '2x' di atas kertas).  
P: Adakah lagi gambaran lain?  
R: Nilai-nilai.  
P: Adakah pekali mesti nilai, bolehkah ia dalam bentuk lain?  
R: Boleh, macam satu.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Macam huruf 'x' sahaja (sambil tulis di atas kertas), jadi pekalinya ialah satu.  
P: Baik, ada lagi gambaran lain?  
R: Semua nilai.

Berdasarkan Petikan 4.1.7.1A, empat peserta kajian memaparkan gambaran mental mengenai pekali dalam kategori notasi bersimbol. Gambaran mengenai pekali oleh peserta kajian yang terlibat membabitkan angka yang digabungkan dengan huruf. Antara contoh bentuk simbolik digunakan oleh peserta kajian bagi menjelaskan gambaran tentang pekali, ialah '2x' dan '2xy'. Peserta kajian merujuk sebarang angka dengan keadaan angka tersebut bergabung dengan huruf sebagai pekali. Seorang peserta kajian turut menjelaskan bentuk algebra yang hanya terdiri daripada huruf 'x' mengandungi pekali, iaitu angka satu. Dalam kategori notasi bersimbol bagi kajian ini, gambaran peserta kajian tentang pekali hanya tertumpu kepada angka, yang digambarkan dengan sebarang nilai integer positif. Gambaran peserta kajian menunjukkan pengetahuan tentang pekali adalah terhad kepada nilai berangka sahaja.

#### 4.1.7.2 Gambaran mental ‘pekali’ dalam kategori pendaraban nilai

Gambaran mental tentang pekali bagi kategori pendaraban nilai dalam kajian ini merujuk sebarang nilai pendarab dan mendarabkan. Gambaran pendaraban nilai dinyatakan oleh peserta kajian secara lisan dan bertulis. Dalam kategori ini, pekali digambarkan sebagai satu perkara yang digabungkan dengan sebarang angka atau simbol melalui operasi darab. Dua daripada enam peserta kajian yang terlibat dalam kajian ini memberikan gambaran dalam kategori ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.1.7.1A menunjukkan contoh gambaran tentang pekali dalam kategori pendaraban nilai.

***Petikan 41.7.2A (Nani): Gambaran mental tentang pekali***

P: Apakah gambaran kamu tentang pekali?

R: Perkara yang didarabkan dengan suatu angka atau huruf?

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Pekali, contohnya kategori ‘ $2xy$ ’, jika disebut pekali bagi ‘ $xy$ ’, maka pekalnya ialah dua. Kalau ditanya pekali bagi ‘ $x$ ’, maka pekalnya ialah dua ‘ $y$ ’. Kalau disebut pekali bagi ‘ $y$ ’, jadi pekalnya ialah dua ‘ $x$ ’ (sambil menulis).

P: Apa lagi yang kamu bayangkan tentang pekali?

R: Pekali bagi suatu huruf.

Berdasarkan Petikan 4.1.7.2B, peserta kajian menggambarkan pekali sebagai perkara yang didarabkan dengan sebarang angka atau huruf. Gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian yang terlibat, merujuk pekali pada sebarang nilai yang didarabkan dengan satu nilai yang lain. Nilai yang digambarkan sebagai pekali tertakluk kepada cara sebutan itu dirujuk. Sebagai contoh kategori ‘ $2xy$ ’, jika disebut ‘pekali bagi 2’, maka gambarannya adalah sebutan ‘ $xy$ ’. Sebaliknya, jika disebut ‘pekali bagi  $xy$ ’, maka gambarannya adalah angka ‘2’. Jika disebut ‘pekali bagi  $2x$ ’, maka gambarannya adalah abjad ‘ $y$ ’. Ringkasnya, gambaran mental peserta kajian mengenai pekali tertumpu kepada sebarang nilai dalam gabungan simbolik tertakluk kepada perkara yang dirujuk.



Secara keseluruhannya, gambaran mental tentang pekali dipaparkan dalam kategori notasi bersimbol dan pendaraban nilai. Gambaran simbolik dipaparkan oleh empat peserta kajian tentang pekali membabitkan nilai berangka yang digabungkan dengan huruf. Gambaran sebagai pendaraban nilai pula merangkumi huraian tentang satu nilai yang didarabkan dan mendarab dengan nilai yang lain. Didapati dua orang peserta kajian lagi, iaitu Faris dan Alias tidak memberikan sebarang gambaran tentang pekali. Oleh itu, gambaran dalam kategori notasi bersimbol mendominasi gambaran mental tentang pekali.

Selain itu, gambaran tentang pekali yang dipaparkan oleh empat peserta kajian berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Dua peserta kajian, iaitu Nani dan Afiq, didapati memberikan gambaran lebih daripada satu konteks tentang pekali yang membabitkan notasi bersimbol dan pendaraban nilai. Ini menunjukkan peserta kajian terbabit mempunyai pengetahuan lebih mendalam tentang pekali berbanding peserta kajian yang lain.

#### **4.1.8      Gambaran Mental tentang Ungkapan Simbolik ' $6x$ '**

Dalam kajian ini, gambaran mental tentang ungkapan ' $6x$ ' tergolong dalam lima kategori, iaitu operasi asas arithmetik, perwakilan nilai, unit asas ungkapan algebra, grafik, dan rumus. Jadual 4.1.8, menunjukkan ringkasan gambaran mental tentang ungkapan ' $6x$ ' yang dipaparkan oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.1. 8

*Gambaran mental tentang ungkapan simbolik '6x'*

| Kategori                   | Huraian                                                  | Peserta Kajian     |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------|
| Operasi asas aritmetik     | • Pendaraban antara satu angka dan huruf                 | Faris, Sofea       |
|                            | • Penambahan berulang                                    | Afiq, Hana, Alias  |
| Perwakilan Nilai           | • Huruf sebagai unit pengukuran                          | Hana               |
|                            | • Penggantian huruf dengan objek dalam kuantiti tertentu | Nani, Hana, Alias, |
|                            | • Penggantian nilai berangka                             | Sofea              |
| Unit asas ungkapan algebra | • Angka sebagai penyebut dan huruf sebagai pemboleh ubah | Afiq               |
|                            | • Sebutan algebra                                        | Faris              |
|                            | • Ungkapan mengandungi huruf dan angka                   | Sofea, Alias       |
| Grafik                     | • Lukisan merangkumi objek dalam bilangan tertentu.      | Alias, Sofea       |
| Rumus                      | • Rumus luas bagi segi empat                             | Nani               |
|                            | • Rumus isipadu bagi kuboid                              |                    |

#### 4.1.8.1 Gambaran mental bentuk ' $6x$ ' dalam kategori operasi asas aritmetik

Gambaran mental tentang bentuk simbolik ' $6x$ ' dalam kategori operasi asas aritmetik bagi kajian ini dinyatakan secara lisan dan bertulis. Perkara yang digambarkan oleh semua peserta kajian tentang bentuk ' $6x$ ' merangkumi pendaraban dan penambahan ke atas angka dan huruf. Antara gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori simbolik ialah ' $6x$ ', ' $x + x + x + x + x + x$ ', dan ' $6 + x$ '. Dua peserta kajian yang terlibat dalam kajian ini memberikan gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Afiq dan Faris masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.8.1A dan Petikan 4.1.8.1B, menunjukkan contoh gambaran mental tentang ungkapan ' $6x$ ' dalam kategori simbolik.

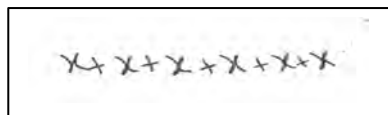
**Petikan 4.1.8.1A(Afiq):** Gambaran mental tentang ' $6x$ '

P: Jika saya sebut ' $6x$ ', apakah yang tergambar di fikiran kamu?

...

P: Baik, apakah yang kamu gambarkan pada bentuk ' $6x$ '?

R: Ia seperti (sambil menulis di kertas ).



P: Ada lagi gambaran lain tentang ' $6x$ '?

R: (Murid diam seketika), tidak ada.

**Petikan 4.1.8.1B (Faris):** Gambaran mental tentang ' $6x$ '

P: Jika saya sebut ' $6x$ ', apakah yang tergambar di fikiran kamu?

...

P: Jadi kalau ' $6x$ ', apa gambaran kamu?

R: Enam tambah ' $x$ ' jadi ' $6x$ '.

P: Adakah kamu pasti enam tambah dengan huruf ' $x$ '?

R: Ya, enam ditambah dengan huruf ' $x$ ' ialah ' $6x$ '.

P: Baik, ada lagi gambaran lain?

R: (Murid menggelengkan kepala) tiada.

Berdasarkan Petikan 4.1.8.1A dan Petikan 4.1.8.1B, peserta kajian menggambarkan ungkapan ' $6x$ ' dalam kategori operasi asas aritmetik yang membabitkan operasi darab dan tambah ke atas angka '6' dan huruf 'x'. Peserta kajian yang terlibat memberikan gambaran mengenai bentuk ' $6x$ ' dalam kategori ini merangkumi dua keadaan, iaitu gabungan angka dan abjad secara pendaraban, dan penambahan berulang abjad 'x' sebanyak 6 kali. Contoh bagi gambaran operasi darab ke atas bentuk ' $6x$ ' ialah angka '6' didarabkan dengan 'x'. Manakala gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam operasi tambah bagi ' $6x$ ' terdiri daripada ' $x + x + x + x + x + x$ ' dan ' $6 + x$ '. Gambaran dua peserta kajian menunjukkan pengetahuan tentang ungkapan membabitkan bentuk ' $6x$ ' adalah terhad kepada gabungan angka dan huruf melalui operasi darab dan tambah sahaja.

#### **4.1.8.2 Gambaran mental bentuk '6x' dalam kategori perwakilan nilai**

Gambaran mental peserta kajian tentang bentuk '6x' dalam kategori perwakilan nilai yang mana gambaran mereka tertumpu kepada mewakili sesuatu nilai dan benda ke atas huruf 'x'. Gambaran kategori ini terdiri daripada tiga keadaan berbeza membabitkan huruf sebagai unit pengukuran, penggantian sesuatu objek atau benda dalam bilangan tertentu, dan nilai. Lima peserta kajian yang terlibat memberikan gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Nani, Hana, dan Afiq masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.8.2A, Petikan 4.1.8.2B, dan Petikan 4.1.8.2C menunjukkan contoh gambaran mental mengenai bentuk '6x' dalam kategori ini membabitkan perwakilan benda dan nilai.

##### ***Petikan 4.1.8.1A (Nani): Gambaran mental tentang '6x'***

- P: Apakah yang tergambar difikiran kamu bila saya sebut '6x'  
R: Seperti benda.  
P: Bolehkah kamu jelaskan ?  
R: Contohnya Enam kek.  
P: Boleh jelaskan maksud kamu enam kek ini?  
R: Ada enam biji kek.  
P: Adakah enam biji kek yang sama atau berbeza?  
R: Maksudnya ada enam biji kek yang sama.

##### ***Petikan 4.1.8.2B (Hana): Gambaran mental tentang '6x'***

:

- P: Ada lagi gambaran lain?  
R: Enam biji buah epal.  
P: Adakah gambaran kamu tentang '6x' ini hanya buah epal dan unit kilogram saja?  
R: Boleh guna benda lain, tapi banyak.  
P: Banyak yang macam mana kamu maksudkan?  
R: Enam pen.  
P: Bagi semua yang kamu sebut, apakah yang kamu gambarkan bagi 'x' itu?  
R: Huruf 'x' ini perlu digantikan dengan sesuatu benda.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: (Murid diam seketika) 'x' ini boleh digambarkan dengan apa saja benda disekeliling kita.  
P: Baik, bagaimana pula dengan angka 6?  
R: Angka enam, (murid termenung seketika) saya tidak pasti.  
P: Bolehkah kamu terangkan tentang enam biji epal dan enam pen itu?

- R: Macam (diam seketika) bilangan benda.  
 P: Boleh kamu jelaskan maksudnya bilangan benda?  
 R: Kena tambah satu per satu semua benda ini.

***Petikan 4.1.8.2C (Afiq): Gambaran mental tentang '6x'***

- P: Jika saya sebut '6x', apakah yang tergambar di fikiran kamu?  
 R: Letak suatu nilai didalamnya.  
 P: Boleh kamu jelaskan?  
 R: Gantikan nilai atau huruf lain.

Berdasarkan Petikan 4.1.8.2A, Petikan 4.1.8.2B, dan Petikan 4.1.8.2C gambaran mental tentang bentuk '6x' dalam kategori perwakilan nilai kajian ini merangkumi penggantian nilai dan benda ke atas huruf 'x' dalam kuantiti yang diwakilkan dengan angka '6'. Didapati empat peserta kajian memberikan gambaran dalam konteks ini. Perwakilan ke atas sebarang nilai yang membabitkan objek tertentu terdiri daripada benda yang kebiasaan digunakan dan yang terdapat di persekitaran peserta kajian. Gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian tertumpu pada abjad 'x' sebagai objek tertentu. Antara perkara yang dipaparkan oleh peserta kajian bagi abjad 'x' ialah pen, kek, dan epal. Manakala gambaran peserta kajian tentang angka '6' pula, memfokuskan pada kuantiti yang dinyatakan secara berulang ke atas perkara yang diwakilkan. Antara contoh yang digunakan bagi memaparkan gambaran 'kuantiti' ialah buah epal yang dikira satu demi satu sehingga enam.

Selain itu, terdapat satu lagi bentuk gambaran lain yang turut dipaparkan oleh seorang peserta kajian (Petikan 4.1.8.2B) dalam kategori perwakilan nilai yang membabitkan pengantian sebarang nilai ke atas bentuk '6x'. Dalam konteks ini, peserta kajian menggambarkan huruf 'x' sebagai satu medium untuk memasukkan sebarang nilai. Nilai yang dinyatakan bagi menggunakan huraian ke dalam membabitkan menunjukkan pengetahuan tentang ungkapan membabitkan kategori '6x' adalah abstrak dan mempunyai kepelbagaian. Namun tiada seorang peserta

kajian didapati memberikan gambaran ' $6x$ ' sebagai berat atau harga barang yang tidak diketahui dalam gambaran yang dinyatakan.

Tingkah laku Hana dipaparkan dalam Petikan 4.1.8.2D menunjukkan contoh gambaran mental bagi bentuk ' $6x$ ' dalam kategori perwakilan nilai membabitkan unit pengukuran .

***Petikan 4.1.8.2D (Hana): Gambaran mental tentang ' $6x$ '***

P: Jika saya sebut ' $6x$ ', apakah yang tergambar di fikiran kamu?

R: Enam ' $x$ ' seperti enam kilogram.

P: Boleh kamu jelaskan perkara yang dimaksudkan?

R: Enam Kilogram gula.

⋮

Berdasarkan Petikan 4.1.8.2D, gambaran mental tentang ungkapan ' $6x$ ' yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori perwakilan merangkumi penggunaan unit pengukuran bagi menggambarkan huruf ' $x$ '. Hanya seorang peserta kajian memberikan gambaran dalam konteks ini. Gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian yang membabitkan gambaran ke atas abjad ' $x$ ' tertumpu pada perkara yang boleh menggantikan abjad tersebut. Perkara yang dipaparkan oleh peserta kajian membabitkan penggantian abjad ' $x$ ' ialah kilogram yang merupakan unit standard pengukuran jisim. Gambaran dalam konteks ini menunjukkan pengetahuan peserta kajian tidak terbatas dalam kelompok algebra, tetapi mempunyai hubung kait dengan ilmu di luar bidang algebra dan konteks yang berbeza.

**4.1.8.3 Gambaran mental bentuk ' $6x$ ' dalam kategori unit asas ungkapan**

Gambaran mental lain tentang ungkapan ' $6x$ ' dalam kategori unit asas ungkapan algebra membabitkan tiga perkara yang membabitkan 'penyebut' dan pemboleh ubah, sebutan algebra, dan unsur asas yang terdiri daripada angka dan

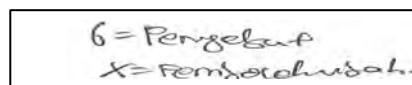
huruf. Tiga peserta kajian yang terlibat dalam kajian ini memberikan gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Alias, Faris, dan Sofea masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.1.8.3A, Petikan 4.1.8.3B, dan Petikan 4.1.8.3C menunjukkan contoh gambaran mental tentang ungkapan ' $6x$ ' dalam kategori unit asas ungkapan.

**Petikan 4.1.8F (Alias):** Gambaran mental tentang ' $6x$ '

- P: Jika saya sebut ' $6x$ ', apakah yang tergambar di fikiran kamu?  
 R: Ungkapan algebra.  
 P: Boleh kamu jelaskan?  
 R: Ada angka enam dan huruf ' $x$ '.  
 P: Kenapa kamu kata bentuk ini ungkapan algebra?  
 R: Sebab ungkapan algebra mesti ada angka dan huruf .

**Petikan 4.1.8G (Faris):** Gambaran mental tentang ' $6x$ '

- P: Baik, jika saya sebut ' $6x$ ', apakah yang tergambar di fikiran kamu?  
 R: (Murid diam seketika) penyebut dan pemboleh ubah (sambil menulis sesuatu di atas kertas).



- P: ' $x$ ' itu apa?  
 R: Pemboleh ubah.

**Petikan 4.1.8H (Sofea):** Gambaran mental tentang ' $6x$ '

- P: Jika saya sebut ' $6x$ ', apakah yang tergambar di fikiran kamu?  
 R: Sebutan algebra.  
 P: Boleh kamu jelaskan?  
 R: Gabungan angka dan huruf sahaja, adalah sebutan algebra.  
 :

Berdasarkan Petikan 4.1.8.3A, Petikan 4.1.8.3B, dan Petikan 4.1.8C, peserta kajian menggambarkan bentuk ' $6x$ ' sebagai unit asas ungkapan algebra. Didapati tiga peserta kajian memberikan gambaran dalam kategori ini. Gambaran mengenai ungkapan ' $6x$ ' oleh peserta kajian dalam kategori ini dinyatakan dalam beberapa keadaan membabitkan perkataan penyebut, pemboleh ubah, sebutan, dan ungkapan algebra. Seorang peserta kajian (Petikan 4.1.8.3A) menggambarkan ' $6x$ ' sebagai

ungkapan algebra kerana melihat huruf dan angka sebagai unit asas kepada satu ungkapan tersebut. Gambaran lain tentang ' $6x$ ' dalam kategori ini turut dipaparkan oleh seorang lagi peserta kajian yang lain dengan menyatakan bahawa bentuk tersebut sebagai sebutan algebra. Peserta kajian turut menjelaskan bahawa gambaran yang dinyatakan berdasarkan pembentukan satu sebutan algebra dari huruf dan angka.

Selain itu, gambaran lain yang turut dipaparkan dalam kategori unit asas ungkapan algebra membabitkan perikataan. Seorang lagi peserta kajian yang lain menggambarkan ' $6x$ ' dengan dua perkara berbeza, iaitu angka ' $6$ ' digambarkan sebagai '*penyebut*' dan huruf ' $x$ ' digambarkan sebagai '*pemboleh ubah*'. Gambaran peserta kajian menunjukkan pengetahuan tentang ungkapan membabitkan ungkapan ' $6x$ ' dalam kategori unit asas terbatas dalam konteks angka dan huruf sahaja.

#### 4.1.8.4 Gambaran mental bentuk ' $6x$ ' dalam kategori grafik

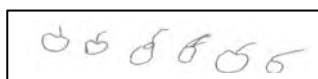
Gambaran mental tentang bentuk ' $6x$ ' bagi kategori grafik membabitkan perkara yang dilukis dalam menggambarkan ungkapan tersebut. Gambaran yang dipaparkan oleh peserta kajian tertumpu pada lukisan benda pada kuantiti tertentu. Dua peserta kajian terlibat memberikan gambaran dalam kategori ini, iaitu Sofea dan Alias. Tingkah laku Alias dipaparkan dalam Petikan 4.1.8.4A menunjukkan contoh gambaran mental tentang ungkapan ' $6x$ ' dalam kategori grafik.

##### **Petikan 4.1.8.4A (Alias):** Gambaran mental tentang ' $6x$ '

P: Jika saya sebut ' $6x$ ', apakah yang tergambar di fikiran kamu?

:

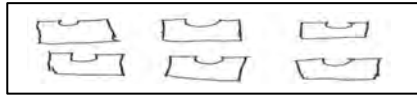
R: (Murid melukis di atas kertas).



P: Bolehkah ' $6x$ ' digambarkan dengan perkara lain?



R: Boleh, saya lukis senang sikit.



P: Boleh jelaskan apa yang kamu lukiskan ini?

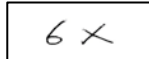
R: Enam helai baju.

P: Boleh jelaskan maksud kamu enam helai baju ini?

R: Maksudnya ada enam baju yang sama.

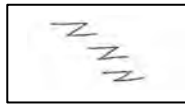
P: Baik, ada gambaran lain lagi tentang '6x'?

R: (Murid melukis lagi).



P: Baiklah, jika kategori '3z' bagaimana kamu gambarkan?

R: Kategori '3z' (murid terus melukis).

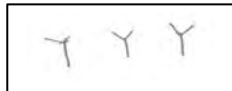


P: Boleh kamu jelaskan?

R: Ada tiga huruf 'z'.

P: Jika '3y' pula macam mana?

R: (Murid melukis)



P: Boleh kamu jelaskan tentang tiga 'y' yang kamu lukis ini?

R: Tambah semua 'y' ini.

Berdasarkan Petikan 4.1.8.4A, gambaran mental tentang ungkapan '6x' dalam kategori grafik bagi kajian ini mengandungi dua aspek yang membabitkan angka '6' dan abjad 'x'. Didapati hanya dua orang peserta kajian yang terlibat dalam memberikan gambaran tentang ungkapan '6x' dalam kategori grafik. Peserta kajian yang terlibat memberi gambaran mengenai ungkapan '6x' sebagai sesuatu yang boleh digantikan dengan sebarang benda, yang dilukis sebanyak enam kali. Gambaran lain yang turut dilukis ialah kategori '6x'. Selain itu, peserta kajian menggambarkan beberapa ungkapan lain seperti '3x', '3z', dan '3y' dengan cara melukis perkara yang digambarkan tentang semua ungkapan tersebut. Semua abjad yang terkandung dalam ungkapan yang dinyatakan, dilukis oleh peserta kajian secara

berulang mengikut kuantiti angka yang terkandung dalam ungkapan itu. Penggunaan beberapa kategori simbolik dan benda yang dilukis oleh peserta kajian memaparkan gambaran yang diberikan adalah selari dan tetap dengan gambaran yang dinyatakan oleh dua peserta kajian ke atas ungkapan ' $6x$ '. Ringkasnya, gambaran mental yang dipaparkan oleh peserta kajian merujuk ungkapan ' $6x$ ' sebagai benda dalam kuantiti membabitkan pekali ungkapan tersebut. Gambaran peserta kajian menunjukkan pengetahuan tentang ungkapan membabitkan kategori ' $6x$ ' dalam kategori grafik mempunyai kepelbagaian konteks dan abstrak.

#### **4.1.8.5 Gambaran mental bentuk ' $6x$ ' dalam kategori rumus**

Gambaran mental tentang ungkapan ' $6x$ ' dalam kategori rumus bagi kajian ini membabitkan perkara yang berkaitan dengan rumus luas dan isipadu. Dalam gambaran kategori rumus, ungkapan ' $6x$ ' dipaparkan oleh peserta kajian sebagai panjang sisi bagi kategori segi empat. Hanya seorang peserta kajian yang terlibat dalam kajian ini memberikan gambaran mental dalam kategori ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.1.8.5A menunjukkan contoh gambaran mental mengenai ungkapan ' $6x$ ' kategori rumus.

##### ***Petikan 4.1.8.5A (Nani): Gambaran mental tentang ' $6x$ '***

P: Apakah yang tergambar difikiran kamu bila saya sebut ' $6x$ '.

R: Boleh jadi kira luas dan isipadu.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Bentuk ini boleh digunakan sebagai sisi sebuah segi empat, untuk kira luas, hasil darab bagi dua sisi atau isipadu darab tiga sisi. Contohnya satu sisi ialah 6 dan satu sisi lagi tidak diketahui letakkan huruf ' $x$ ', maka luas segi empat ialah ' $6x$ '.

P: Ada lagi gambaran lain tentang ' $6x$ '?

R: Boleh juga bentuk ini menjadi salah satu sisi dalam segi empat. Contohnya kategori segi empat sama, yang panjang sisinya adalah ' $6x$ '. Jadi luas dikira dengan mendarabkan dua sisi ini, jadi ' $6x$ ' darab ' $6x$ '. Isipadu pula darab ' $6x$ ' ini sebanyak tiga kali.

P: Ada lagi gambaran lain tentang ' $6x$ '?

R: Tiada.

Berdasarkan Petikan 4.1.8.5A, hanya seorang peserta kajian menggambarkan ungkapan ' $6x$ ' dalam kategori rumus. Gambaran mengenai ungkapan ' $6x$ ' oleh peserta kajian terlibat membabitkan ' $6x$ ' dengan rumus luas dan isipadu kategori segi empat. Peserta kajian menggambarkan tentang ' $6x$ ' sebagai sisi bagi kategori segi empat, dalam dua keadaan, iaitu angka '6' dan 'huruf ' $x$ '' sebagai dua sisi berbeza bagi segi empat tepat, dan ' $6x$ ' sebagai sisi bagi segi empat sama. Dalam gambaran membabitkan ' $6x$ ' sebagai panjang sisi, peserta kajian menyatakan rumus luas dengan mendarabkan dua sisi segi empat dan isipadu dengan mendarabkan tiga sisi dalam sebutan algebra. Gambaran peserta kajian menunjukkan pengetahuan tentang ungkapan membabitkan bentuk ' $6x$ ' mempunyai kepelbagaian konteks.

Secara keseluruhannya, gambaran mental tentang ungkapan ' $6x$ ' dipaparkan oleh peserta kajian dalam empat kategori membabitkan operasi asas dalam arithmetik, perwakilan nilai, unit asas ungkapan algebra, grafik, dan rumus. Gambaran tentang ungkapan ' $6x$ ' bagi kategori operasi asas aritmetik dan kategori perwakilan nilai dipaparkan oleh lima orang peserta kajian berbanding kategori lain. Oleh itu, gambaran dalam kategori operasi asas aritmetik dan perwakilan nilai mendominasi gambaran mental tentang ungkapan ' $6x$ '. Semua kategori gambaran memaparkan kepelbagaian pengetahuan peserta kajian tentang ungkapan ' $6x$ '.

Selain itu, gambaran tentang ungkapan ' $6x$ ' yang dipaparkan oleh setiap peserta kajian berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Semua peserta kajian didapati memberikan gambaran lebih daripada satu konteks tentang ungkapan ' $6x$ ' membabitkan operasi asas dalam arithmetik, perwakilan nilai, unit asas ungkapan algebra, grafik, dan rumus. Seorang peserta kajian, iaitu Alias memberikan gambaran ungkapan ' $6x$ ' dalam empat kategori membabitkan operasi asas

arithmetik, perwakilan nilai, unit asas ungkapan, dan grafik. Manakala peserta kajian yang lain memberikan lebih daripada satu gambaran berbeza tentang ungkapan ' $6x$ ' dalam beberapa kategori yang membabitkan operasi asas dalam arithmetik, perwakilan nilai, unit asas ungkapan algebra, grafik, dan rumus. Ini menunjukkan empat orang peserta kajian terbabit mempunyai pengetahuan lebih abstrak tentang ungkapan ' $6x$ ' berbanding peserta kajian yang lain.

#### **4.1.9 Rumusan tentang Gambaran Mental**

Gambaran mental merentasi kes bagi enam peserta kajian merangkumi enam perkara, iaitu '*ungkapan*', '*algebra*', '*ungkapan algebra*', '*sebutan algebra*', '*pemboleh ubah*', '*pekali*', '*operasi asas membabitkan ungkapan algebra*', dan '*ungkapan ' $6x$ '*'. Berikut adalah rumusan bagi gambaran mental merentasi kes:

1. Ungkapan merangkumi dua bentuk gambaran, iaitu notasi bersimbol dan naratif dalam konteks bahasa. Gambaran naratif mendominasi gambaran mental mengenai perkataan '*ungkapan*'.
2. Algebra merangkumi tiga kategori gambaran, iaitu notasi bersimbol, sebarang nilai, dan unit asas ungkapan. Berdasarkan gambaran yang dipaparkan oleh semua peserta kajian, gambaran secara notasi bersimbol mendominasi gambaran mental tentang perkataan '*algebra*'.
3. Ungkapan Algebra mengandungi empat bentuk gambaran, iaitu notasi bersimbol, ayat matematik, penyelesaian nilai, dan unit asas ungkapan. Gambaran mental tentang '*ungkapan algebra*' oleh enam peserta kajian lebih tertumpu kepada bentuk notasi bersimbol yang membabitkan berbanding bentuk lain. Oleh itu, bentuk simbolik mendominasi gambaran mental tentang perkataan '*ungkapan algebra*'.

4. Sebutan Algebra merangkumi dua bentuk gambaran, iaitu gambaran mental mengenai sebutan algebra dikelaskan kepada dua kategori, iaitu notasi bersimbol dan kuantiti. Gambaran mental tentang 'sebutan algebra' oleh enam peserta kajian didapati lebih banyak tertumpu kepada kategori notasi bersimbol yang membabitkan 'gabungan angka dan simbol' berbanding kategori lain. Oleh itu, kategori bersimbol mendominasi gambaran mental tentang perkataan 'sebutan algebra'.
5. Pemboleh ubah merangkumi gambaran mental mengenai pemboleh ubah dikelaskan kepada empat kategori, iaitu notasi bersimbol, unit asas ungkapan, kuantiti, dan grafik. Gambaran mental tentang 'pemboleh ubah' oleh enam peserta kajian lebih banyak tertumpu kepada notasi bersimbol berbanding kategori lain. Oleh itu, kategori notasi bersimbol mendominasi gambaran mental tentang perkataan 'pemboleh ubah'.
6. Operasi asas merangkumi dua bentuk gambaran, iaitu kategori notasi bersimbol dan naratif. Huraian gambaran operasi asas dalam kategori notasi bersimbol yang dipaparkan oleh semua peserta kajian mempunyai kepelbagaian dari segi simbol operasi asas dan maksud operasi tersebut. Manakala gambaran operasi asas dalam kategori naratif pula, dipaparkan oleh semua peserta kajian merangkumi satu huraian sahaja, yang tertumpu kepada perkataan '*tambah*', '*tolak*', '*darab*', dan '*bahagi*'. Kategori notasi bersimbol mendominasi gambaran tentang 'operasi asas'.
7. Pekali merangkumi dua bentuk gambaran, iaitu notasi bersimbol dan pendaraban nilai. Kategori notasi bersimbol merangkumi gambaran tentang angka atau abjad yang digabungkan dengan operasi darab. Manakala gambaran pendaraban nilai merangkumi gambaran yang lebih spesifik

membabitkan nilai yang didarab (multiplicand) dengan nilai pendarab (multiplier). Namun begitu, gambaran mental tentang ‘pekali’ oleh enam peserta kajian lebih banyak tertumpu kepada kategori notasi bersimbol berbanding kategori pendaraban nilai. Oleh itu, kategori notasi bersimbol mendominasi gambaran mental tentang perkataan ‘pekali’.

8. Ungkapan bentuk simbolik, ‘ $6x$ ’ merangkumi lima kategori membabitkan operasi asas dalam arithmetik, perwakilan nilai, unit asas ungkapan algebra, grafik, dan rumus. Gambaran tentang ungkapan ‘ $6x$ ’ bagi kategori operasi asas aritmetik dan kategori perwakilan nilai dipaparkan oleh lima orang peserta kajian berbanding kategori lain. Oleh itu, gambaran dalam kategori operasi asas aritmetik dan perwakilan nilai mendominasi gambaran mental tentang ungkapan ‘ $6x$ ’. Semua kategori gambaran memaparkan kepelbagaian pengetahuan peserta kajian tentang ungkapan ‘ $6x$ ’.

Secara keseluruhan, gambaran semua peserta kajian tentang beberapa aspek yang terkandung dalam ungkapan algebra merangkumi beberapa kategori membabitkan notasi bersimbol, naratif dalam bidang luar matematik, unit asas ungkapan, perwakilan nilai, pendaraban nilai, operasi asas dalam aritmetik, kuantiti, grafik, dan rumus. Namun begitu, tiada seorang peserta kajian dapat menggambarkan tentang ‘*pemalar*’. Gambaran sebilangan besar peserta kajian tentang ungkapan algebra tertumpu dalam kategori notasi bersimbol. Oleh itu, kategori notasi bersimbol didapati mendominasi gambaran mental tentang semua aspek yang terkandung dalam ungkapan algebra.

## 4.2 Perwakilan

Konstruksi perwakilan merujuk proses yang digunakan oleh individu untuk menggambarkan suatu konsep atau saling hubungan matematik dalam kategori tertentu, atau merujuk produk dan kategori itu sendiri (Nik Azis, 2014; Kaput et al, 2008; Barmby, Harries, Higgins & Suggate, 2007). Tugas perwakilan bertujuan untuk mengenal pasti cara murid mewakili masalah ayat algebra dengan menggunakan ungkapan algebra dan cara mereka menjelaskan perwakilan ke atas gambarajah segi empat serta graf yang mengandungi dua palang yang berbeza. Perkara yang murid gambar, terjemah, dan berkomunikasi adalah berdasarkan pemahaman beliau pada masa tertentu dalam menyatakan perkataan atau simbol yang diberikan. Di bawah adalah perwakilan yang diberikan oleh enam peserta kajian. Tugas perwakilan ke atas proses dalam ungkapan membabitkan situasi ayat algebra yang melibatkan '*kuantiti yang tidak diketahui nilainya*', '*dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya*', '*kuantiti yang tidak diketahui dengan satu nilai tetap*', dan '*ungkapan algebra*'. Manakala perwakilan ke atas produk pula, membabitkan kategori sisi segi empat yang tidak diketahui dan graf yang mengandungi palang mencancang dan mengufuk.

### 4.2.1 Perwakilan tentang Kuantiti yang Nilainya Tidak Diketahui.

Dalam kajian ini, perwakilan ke atas masalah ayat algebra membabitkan '*kuantiti yang nilainya tidak diketahui*' dapat dikelaskan kepada lima kategori, iaitu notasi bersimbol, nilai berangka, pemboleh ubah, naratif berkaitan dengan bahasa, dan grafik. Jadual 4.2.1, menunjukkan ringkasan perwakilan tentang masalah ayat algebra yang mengandungi '*kuantiti yang tidak diketahui nilainya*' yang diberikan oleh semua peserta kajian.

#### Jadual 4.2.1

*Perwakilan bagi masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’*

| Kategori             | Huraian                                                                                                                                                      | Peserta Kajian                 |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Notasi bersimbol     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sebarang abjad dan angka digunakan dalam wakikan sesuatu nilai</li> <li>Simbol tanda soal</li> </ul>                  | Nani, Afiq, Faris, Sofea, Afiq |
| Nilai berangka       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sebarang angka yang dinyatakan sebagai andaian seperti 50 biji</li> </ul>                                             | Faris, Sofea, Alias            |
| Pemboleh ubah        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Beberapa biji rambut</li> <li>Bilangan yang tidak diketahui</li> <li>Perkara yang tidak diketahui nilainya</li> </ul> | Afiq, Hana, Afiq, Nani         |
| Naratif dalam bahasa | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan perkataan atau ayat tertentu</li> </ul>                                                      | Nani, Hana, Afiq, Faris        |
| Grafik               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan sebarang lukisan</li> </ul>                                                                  | Hana, Alias                    |

##### 4.2.1.1 Perwakilan masalah ayat algebra membabitkan situasi ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dalam kategori notasi bersimbol

Aktiviti perwakilan dalam kategori simbolik membabitkan masalah ayat algebra ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dinyatakan oleh peserta kajian secara lisan dan bertulis. Perwakilan dalam kategori ini merangkumi dua huraian membabitkan abjad dan angka. Lima peserta kajian didapati memaparkan perwakilan simbolik dalam huraian ini. Tingkah laku Afiq dan Faris masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.2.1.1A dan Petikan 4.2.1.1B, contoh bagi menunjukkan perwakilan dalam kategori simbolik membabitkan gabungan abjad dan angka.

##### **Petikan 4.2.1.1A (Afiq): Perwakilan bilangan rambut tanpa kriteria**

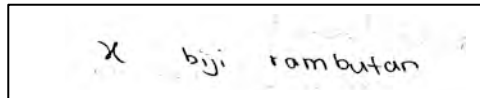
P: Okay, sekarang ni saya bagi kamu satu situasi. Ada beberapa biji rambut dalam sebuah bakul. Bolehkah kamu wakikan situasi ini?

.

P: Baik, bolehkah kamu jelaskan bagaimana?



R: (Murid menulis).



x biji rambutan

P: Ada lagi perwakilan lain?

R: Semua huruf.

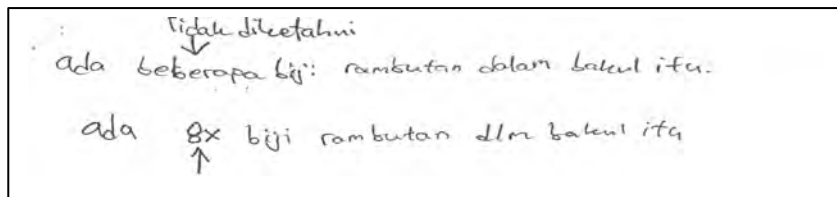
P: Baik, ada perwakilan lain?

R: Tanda soal.

**Petikan 4.2.1.1B (Faris):** Perwakilan bilangan rambutan tanpa kriteria

P: Baik, sekarang saya bagi kamu satu situasi, ‘ada beberapa biji rambutan dalam sebuah bakul’. Bolehkah kamu wakikan situasi ini?

R: (Murid menulis sesuatu di atas kertas).



tidak diketahui  
ada beberapa biji rambutan dalam bakul itu.  
ada 8x biji rambutan dlm bakul itu

P: Kenapa tulis nilai ‘8’, dalam soalan ini tahu ke berapa biji rambutan dalam bakul?

R: Sebab terfikir angka lapan.

Berdasarkan Petikan 4.2.1.1A dan Petikan 4.2.1.1B, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra tentang kuantiti yang nilainya tidak diketahui secara simbolik. Dalam konteks ini didapati empat peserta kajian mewakilkan perkataan ‘*beberapa biji rambutan*’ dengan menggunakan gabungan abjad dan angka. Peserta kajian menggunakan abjad dan angka tertentu bagi mewakilkan konsep pemboleh ubah atau ‘*anu*’ dalam suatu ungkapan algebra. Dalam perwakilan ini, peserta kajian menggambarkan perkataan ‘beberapa biji rambutan’ sebagai kuantiti rambutan yang tidak diketahui nilainya, yang nilai tersebut perlu diwakilkan secara berangka. Peserta kajian menggunakan huruf sebagai menggantikan sembarangan nilai berangka yang sesuai untuk menggambarkan kuantiti rambutan. Selain itu, peserta kajian turut menggunakan angka bagi mewakilkan perkara yang membabitkan ‘*kuantiti yang tidak diketahui*’. Walaupun angka yang dinyatakan merupakan satu andaian nilai bagi kuantiti yang tidak diketahui, sebarang angka yang digunakan di anggap munasabah dalam menyatakan kuantiti tersebut. Oleh itu, perwakilan

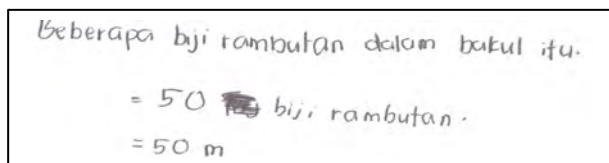
membabitkan angka merupakan perwakilan dalam unit asas algebra digunakan oleh peserta kajian sebagai gambaran awal tentang perkara yang tidak diketahui nilainya. Perwakilan yang dipaparkan oleh peserta kajian menunjukkan pengetahuan tentang ungkapan algebra dalam masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ adalah terhad dan primitif.

#### 4.2.1.2 Perwakilan masalah ayat algebra membabitkan situasi ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dalam kategori nilai berangka

Perwakilan tentang masalah ayat algebra bagi ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ turut dinyatakan oleh peserta kajian dalam kategori nilai berangka. Kategori ini membabitkan sebarang angka yang dinyatakan sebagai andaian yang munasabah bagi mewakili perkataan ‘beberapa’. Tiga daripada enam peserta kajian memberikan gambaran dalam konteks ini. Tingkah laku Sofea dalam Petikan 4.2.1.2A menunjukkan contoh perwakilan bagi kategori simbolik melibatkan nilai berangka.

##### **Petikan 4.2.1.2A (Sofea): Perwakilan bilangan rambutan tanpa kriteria**

- P: Sekarang saya bagi kamu satu situasi, ‘ada beberapa biji rambutan dalam sebuah bakul’. Bolehkah kamu wakikan situasi ini?
- R: Dua puluh ‘ $m$ ’
- P: Boleh jelaskan yang kamu maksudkan dua puluh ‘ $m$ ’?
- R: Bilangan rambutan dalam bakul ini.
- P: Boleh kamu jelaskan tentang huruf ‘ $m$ ’?
- R: Buah rambutan.
- P: Bagaimana kamu wakikan situasi ini?
- R: Jangkakan satu nilai.
- P: Boleh kamu jelaskan?
- R: (Murid terus menulis sesuatu di atas kertas). Anggapkan 50 biji.



Beberapa biji rambutan dalam bakul itu.  
 $= 50$  biji rambutan.  
 $= 50 m$

- P: Ada perwakilan lain.
- R: Boleh saja gantikan dengan nilai lain, macam 100 biji atau 200 biji rambutan.

Berdasarkan Petikan 4.2.1.2A, peserta kajian mewakili situasi ayat algebra melibatkan ‘*beberapa rambutan di dalam bakul*’ dalam nilai berangka. Tiga peserta kajian ini terbabit dalam perwakilan yang menggunakan nilai berangka bagi menggambarkan ‘*kuantiti yang tidak diketahui*’. Beberapa nilai berangka membabitkan angka ‘8’, ‘50’, ‘100’, dan ‘200’ bagi mewakili suatu kuantiti yang nilainya tidak diketahui. Penggunaan angka yang dipaparkan peserta kajian terlibat dalam perwakilan ke atas ayat ‘beberapa biji rambutan’ merupakan satu andaian bagi nilai bagi kuantiti yang tidak diketahui, dan dianggap munasabah dalam menyatakan kuantiti tersebut. Perwakilan dalam konteks ini merupakan perwakilan primitif yang turut digunakan oleh peserta kajian sebagai gambaran awal dalam menyelesaikan masalah ayat algebra membabitkan ‘*kuantiti yang tidak diketahui*’.

#### **4.2.1.3 Perwakilan masalah ayat algebra membabitkan situasi ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dalam kategori pemboleh ubah**

Perwakilan ke atas ‘*kuantiti yang tidak diketahui nilainya*’ turut dinyatakan oleh peserta kajian dalam kategori pemboleh ubah. Dalam kategori ini, peserta kajian menggambarkan perkataan ‘beberapa’ sebagai satu perkara yang tidak diketahui nilainya atau sebarang nilai. Tiga daripada enam peserta kajian memberikan gambaran dalam konteks ini. Tingkah laku Afiq dan Hana dalam Petikan 4.2.1.3A dan Petikan 4.2.1.3B menunjukkan contoh perwakilan bagi kategori simbolik melibatkan nilai berangka.

##### ***Petikan 4.2.1.3A (Afiq): Perwakilan bilangan rambutan tanpa kriteria***

- P: Baik, sekarang ni saya bagi kamu satu situasi. Ada beberapa biji rambutan dalam sebuah bakul. Bolehkah kamu wakikan situasi ini?  
 :  
 P: Dalam situasi ini apakah yang kamu perlu wakikan?  
 R: Beberapa biji rambutan.  
 P: Kenapa kata beberapa biji?

- R: Sebab tidak tahu berapa jumlah dia.  
 P: Jadi bagaimana kamu wakilkkan?  
 R: Pemboleh ubah.

**Petikan 4.2.1.3B (Hana): Perwakilan bilangan rambutan tanpa kriteria**

- P: Sekarang saya bagi kamu satu situasi, iaitu '*ada beberapa biji rambutan dalam sebuah bakul*'. Bolehkah kamu wakilkkan situasi ini?  
 R: Bilangan ' $x$ ' dalam bakul.  
 P: Apakah yang kamu maksudkan dengan ' $x$ '?  
 R: Buah rambutan yang ada dalam bakul itu.  
 P: Baik, bolehkah kamu jelaskan situasi ini?  
 R: ..... seperti tidak terkira bilangannya.  
 P: Bagaimana kamu tahu nilai rambutan ini?  
 R: Macam, bahagikan setiap rambutan ni dalam bakul lain, supaya boleh dikira.  
 P: Baik, kenapa kamu sebut ' $x$ ' dalam bakul?  
 R: Sebab kita tidak tahu kuantiti, bilangan rambutan yang terkandung di dalam bakul.  
 P: Jadi, apakah yang kamu perlu nyatakan tentang situasi ini.  
 R: Macam, ' $x$ ' rambutan.  
 P: Apakah yang ' $x$ ' gambarkan?  
 R: Bilangan.  
 P: Bilangan yang bagaimana?  
 R: Bilangan yang tidak diketahui.

Berdasarkan Petikan 4.2.1.3A dan Petikan 4.2.1.3B, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan '*beberapa rambutan di dalam bakul*' dalam konsep pemboleh ubah. Tiga peserta kajian yang memaparkan perwakilan dalam kategori ini, menggunakan konsep pemboleh ubah membabitkan perkara yang tidak diketahui nilainya. Beberapa keadaan dinyatakan oleh peserta kajian bagi menjelaskan perwakilan dalam kategori ini, iaitu '*bilangan yang tidak diketahui*', '*jumlah yang tidak diketahui*', dan '*sebarang nilai boleh digunakan*' bagi mewakilkan satu kuantiti yang nilainya tidak diketahui. Perwakilan dalam konteks ini merupakan perwakilan yang abstrak digunakan oleh peserta kajian sebagai gambaran ke atas '*kuantiti yang tidak diketahui*'.

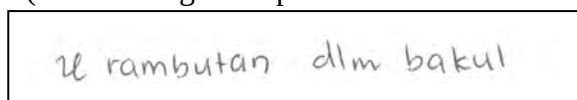
#### 4.2.1.4 Perwakilan masalah ayat algebra membabitkan situasi ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dalam kategori naratif bahasa

Perwakilan masalah ayat algebra melibatkan ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ membabitkan perkara yang dijelaskan secara naratif dalam bahasa melibatkan perkataan ‘nilai’, ‘beberapa’, ‘bilangan  $x$ ’ dan ‘bilangan yang tidak diketahui’. Terdapat empat peserta kajian yang memberikan gambaran dalam kategori ini, iaitu Nani, Afiq, Hana, dan Faris. Tingkah laku Nani dipaparkan dalam Petikan 4.2.2.4A bagi menjelaskan contoh perwakilan dalam kategori naratif.

**Petikan 4.2.1.4A (Nani): Perwakilan bilangan rambutan tanpa kriteria**

P: Bolehkah kamu kategorikan perwakilan bagi ayat ini?

R: (Murid mengambil pen dan terus menulis ayat di baca oleh guru).



26 rambutan dlm bakul

P: Apa maksud ‘ $x$ ’ dalam ayat ini?

R: Nilai yang ada dalam bakul.

P: Boleh kamu jelaskan nilai apa?

R: Nilai rambutan yang ada dalam bakul.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Sebarang nilai boleh digunakan bagi menggantikan perkataan ‘beberapa’.

Berdasarkan Petikan 4.2.1.4A, peserta kajian mewakilkan situasi membabitkan ‘beberapa rambutan di dalam bakul’ secara naratif berkaitan bahasa. Empat peserta kajian terbabit dalam menyatakan perwakilan menggunakan perkataan seperti ‘beberapa’, ‘kuantiti’, ‘bilangan yang tidak diketahui’, dan ‘nilai’. Beberapa ayat turut digunakan untuk menggambarkan konsep anu atau pemboleh ubah, membabitkan ‘nilai rambutan di dalam bakul’, ‘bilangan yang tidak diketahui’, ‘tidak terkira bilangannya’, dan ‘beberapa biji’. Penggunaan naratif bagi mewakilkan sesuatu yang tidak dapat dipaparkan oleh peserta kajian secara simbolik. Dalam konteks ini, peserta kajian membabitkan pengetahuan tentang konsep bagi perkara yang telah dipelajari dan pengalaman lepas untuk mewakilkan beberapa

aspek yang terkandung dalam masalah ayat algebra yang melibatkan '*kuantiti yang tidak diketahui*'. Perwakilan naratif digunakan oleh peserta kajian bagi memberikan gambaran awal tentang masalah yang wujud. Perkara yang digunakan oleh peserta kajian untuk mewakili masalah ayat algebra membabitkan '*kuantiti yang tidak diketahui nilainya*' menunjukkan pengetahuan mereka tentang ungkapan algebra adalah abstrak dan mempunyai kepelbagai konteks.

#### 4.2.1.5 Perwakilan masalah ayat algebra membabitkan situasi '*kuantiti yang tidak diketahui nilainya*' dalam kategori grafik

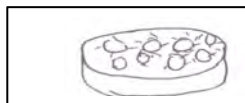
Perwakilan ke atas '*kuantiti yang tidak diketahui*' secara grafik dalam kajian ini membabitkan lukisan rambutan di dalam sebuah bakul. Dua orang peserta kajian memberikan perwakilan secara grafik, iaitu Hana dan Alias. Tingkah laku Hana yang dipaparkan dalam Petikan 4.2.1.5A menunjukkan contoh perwakilan tentang '*kuantiti yang tidak diketahui nilainya*' dalam kategori grafik.

##### **Petikan 4.2.1.5A:** Perwakilan bilangan rambutan tanpa kriteria

P: Sekarang saya bagi kamu satu situasi, '*ada beberapa biji rambutan dalam sebuah bakul*'. Bolehkah kamu wakilkkan situasi ini?

:

R: (Murid melukis sesuatu), macam tidak terkira bilanganya.



Berdasarkan Petikan 4.2.1.5A, peserta kajian mewakili situasi membabitkan '*beberapa rambutan di dalam bakul*' secara grafik. Situasi ayat algebra yang mengandungi perkaataan '*beberapa biji rambutan*' diwakilkan oleh peserta kajian dengan melukis beberapa biji rambutan di dalam sebuah bakul. Didapati dua orang peserta kajian memberikan gambaran tentang rambutan yang tidak diketahui nilainya menggunakan lukisan buah rambutan dalam kuantiti yang tidak terkira. Perkara yang

diwakilkan oleh peserta kajian dalam keadaan buah rambutan dilukis berulang kali dan tidak boleh dikira. Kemudiannya, peserta kajian memaparkan tingkah laku seperti melakukan pengiraan ke atas buah rambutan yang dilukiskan. Kategori grafik turut digunakan oleh peserta kajian bagi memberikan gambaran awal tentang masalah yang dihadapi oleh mereka. Perwakilan yang dipaparkan oleh peserta kajian menunjukkan pengetahuan tentang ungkapan algebra dalam masalah ayat algebra membabitkan '*kuantiti yang tidak diketahui nilainya*' adalah abstrak dan mempunyai kepelbagaian.

Secara keseluruhan, aktiviti perwakilan oleh semua peserta kajian ke atas situasi ayat algebra '*ada beberapa biji rambutan dalam sebuah bakul*' bagi menggambarkan tentang konsep kuantiti yang nilainya tidak diketahui membabitkan lima kategori, iaitu kategori notasi bersimbol, nilai berangka, pemboleh ubah, naratif, dan grafik. Perwakilan notasi bersimbol dipaparkan oleh lima peserta kajian dalam angka dan huruf. Manakala tiga orang peserta kajian lain, memaparkan perwakilan dalam nilai berangka membabitkan penggunaan angka yang dianggap munasabah bagi menggambarkan kuantiti rambutan yang tidak diketahui. Perwakilan dalam kategori pemboleh ubah dipaparkan oleh tiga peserta kajian merangkumi tiga cara yang berbeza. Bagi kategori naratif, perwakilan ke atas situasi yang sama membabitkan perkataan dan ayat tertentu dinyatakan oleh empat peserta kajian. Perwakilan secara grafik pula, hanya dipaparkan oleh dua orang peserta kajian sahaja dengan melukis rambutan dalam kuantiti yang tidak terkira dalam sebuah bakul. Oleh itu, kategori notasi bersimbol mendominasi perwakilan ke atas situasi ayat algebra tentang kuantiti yang nilainya tidak diketahui. Namun begitu, kategori pemboleh ubah memaparkan kepelbagai konteks perwakilan.

Selain itu, perkara yang digunakan oleh semua peserta kajian bagi mewakili situasi ayat algebra tentang kuantiti yang nilainya tidak diketahui, berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Lima peserta kajian didapati memberikan perwakilan lebih daripada satu konteks membabitkan kategori notasi bersimbol, nilai berangka, pemboleh ubah, naratif, dan grafik. Nani, Afiq, Hana, Faris, dan Alias memberikan tiga kategori perwakilan yang berbeza ke atas situasi ayat algebra ini. Sofea pula menyatakan dua perwakilan yang notasi bersimbol dan nilai berangka. Ini menunjukkan lima peserta kajian mempunyai pelbagai konteks pengetahuan tentang ungkapan algebra dalam situasi ayat algebra yang membabitkan kuantiti yang nilainya tidak diketahui. Namun begitu dua daripada enam peserta kajian mempunyai pengetahuan yang primitif tentang perwakilan kuantiti yang tidak diketahui.

#### **4.2.2 Perwakilan tentang Dua Kuantiti Berbeza yang Nilainya Tidak Diketahui**

Dalam kajian ini, perwakilan perwakilan ke atas situasi ayat algebra membabitkan '*dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui*' dapat dikelaskan kepada enam kategori, iaitu ungkapan algebra, nilai berangka, pemboleh ubah, naratif, grafik, dan operasi asas dalam aritmetik. Semua peserta kajian mewakili masalah ayat algebra lebih daripada satu kategori perwakilan. Jadual 4.2.2 menunjukkan ringkasan perwakilan bagi situasi ayat algebra membabitkan '*dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya*' oleh semua peserta kajian.



#### Jadual 4.2.2

*Perwakilan bagi situasi ayat algebra membabitkan ‘dua kuantiti yang nilainya’ tidak diketahui*

| Kategori                        | Huraian                                                                                                                                                                                                        | Peserta Kajian                        |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Ungkapan algebra                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan gabungan sebarang abjad, angka, dan simbol</li> </ul>                                                                                          | Nani, Afiq, Hana, Faris, Sofea, Alias |
| Nilai berangka                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Satu angka dinyatakan sebagai andaian munasabah bagi kuantiti rambut seperti 50 biji</li> </ul>                                                                         | Alias                                 |
| Naratif berkaitan dengan bahasa | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan perkataan atau ayat tertentu</li> </ul>                                                                                                        | Nani, Afiq, Hana, Faris, Sofea, Alias |
| Pemboleh ubah                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan konsep tentang nilai yang tidak diketahui nilainya dalam dua keadaan berbeza</li> <li>Perkara yang perlu ada dalam ungkapan algebra</li> </ul> | Nani, Afiq, Hana, Faris               |
| Grafik                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lukisan rajah anak panah</li> </ul>                                                                                                                                     | Nani                                  |
| Operasi asas dalam aritmetik    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan penambahan angka dalam bentuk lazim</li> </ul>                                                                                                 | Sofea                                 |

##### 4.2.2.1 Perwakilan tentang ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui’ dalam kategori ungkapan algebra

Aktiviti perwakilan ke atas situasi ayat algebra ‘dua kuantiti yang nilainya tidak diketahui’ dalam kategori ungkapan algebra merangkumi perkara yang membabitkan gabungan abjad, angka, dan simbol. Semua peserta kajian didapati memaparkan perwakilan simbolik dalam konteks ini. Tingkah laku Afiq dalam Petikan 4.2.21A dan Petikan 4.2.2.1B, menunjukkan contoh perwakilan tentang situasi ayat algebra melibatkan ‘dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dalam kategori ungkapan algebra.

**Petikan 4.2.2.1A (Afiq):** Masalah ayat algebra melibatkan dua kriteria berbeza

P: Jika dalam bakul ada beberapa biji rambutan hijau dan beberapa biji rambutan kuning, bagaimanakah kamu wakikan situasi ini? Kamu boleh guna algebra bagi perwakilan tersebut.

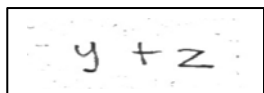
R: (Murid termenung sambil mengedip-ngedipkan matanya).

P: Baik, dalam situasi ini ada apakah maklumat yang penting?

R: Rambutan.

P: Bagaimana kamu wakikan rambutan hijau dengan rambutan kuning itu dalam satu bakul?

R: (Murid termenung seketika kemudian menulis sesuatu di atas kertas).


$$y + z$$

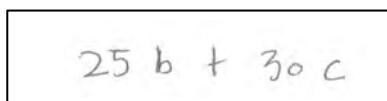
P: Apakah yang kamu maksudkan dengan bentuk ' $y + z$ ' ini?

R: Jumlah semua rambutan.

**Petikan 4.2.2.1B (Alias):** Masalah ayat algebra melibatkan dua kriteria berbeza

P: Jika dalam bakul ada 'beberapa biji rambutan hijau dan beberapa biji rambutan kuning', bagaimanakah kamu wakikan situasi ini?

R: (Murid menulis).


$$25b + 30c$$

P: ' $b$ ' dan ' $c$ ' itu wakikan apa?

R: ' $b$ ' dan ' $c$ ' itu untuk rambutan hijau dengan kuning.

Berdasarkan Petikan 4.2.2.1A dan Petikan 4.2.2.1B, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui secara simbolik. Perwakilan yang dipaparkan oleh peserta kajian secara simbolik membabitkan dua abjad berbeza, angka, simbol '+' dan '-'. Penggunaan abjad yang berbeza oleh peserta kajian bagi mewakilkan dua rambutan yang berbeza jenis dengan tidak diketahui nilainya. Simbol '+' pula bagi mewakilkan jumlah keseluruhan yang terdiri daripada dua rambutan berbeza. Manakala simbol '-' pula, menggambarkan tentang saling hubungan antara huruf yang digunakan dengan perkara yang diwakili. Semua peserta kajian memaparkan perwakilan bersimbol dengan pelbagai cara berbeza. Perwakilan dalam kategori ini menunjukkan

pengetahuan peserta kajian tentang situasi ayat algebra melibatkan ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui’ mempunyai kepelbagaian.

#### **4.2.2.2 Perwakilan tentang ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui’ dalam kategori nilai berangka**

Perwakilan ke atas situasi ayat algebra melibatkan dua perkara berbeza dengan kuantiti yang tidak diketahui nilainya turut dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori nilai berangka membabitkan suatu nilai andaian dalam angka tertentu. Hanya seorang peserta kajian memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Alias dalam Petikan 4.2.2.2A menunjukkan contoh perwakilan melibatkan ‘dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dalam nilai berangka.

***Petikan 4.2.2.2A (Alias): Masalah ayat algebra melibatkan dua kriteria berbeza***

P: Boleh kamu jelaskan kategori algebra yang kamu tulis ini?

:

P: Boleh jelaskan tentang angka ‘25’ dan ‘30’?

R: Nilai ‘25’ dan ‘30’, anggapkan bilangan rambutan.

P: Baik, ada lagi perwakilan lain?

R: Tidak ada.

Berdasarkan Petikan 4.2.2.2A, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dalam kategori nilai berangka. Peserta kajian menggunakan nilai berangka untuk mewakilkan kuantiti yang tidak diketahui. Antara contoh nilai yang digunakan ialah angka ‘25’ dan angka ‘30’ bagi mewakilkan dua kuantiti yang berbeza, dan menganggap nilai tersebut munasabah dalam memberikan gambaran tentang kuantiti rambutan yang tidak diketahui. Peserta kajian turut menyatakan huruf berbeza dengan merujuk perkataan rambutan kuning dan rambutan hijau bagi mewakilkan membezakan dua perkara berbeza. Perwakilan dalam konteks ini memaparkan perwakilan yang primitif.

#### 4.2.2.3 Perwakilan tentang ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui’ dalam kategori naratif bahasa

Perwakilan ke atas situasi ayat algebra ini turut dinyatakan dalam naratif yang berkaitan dengan bahasa merangkumi perkataan dan ayat tertentu. Hanya empat daripada enam peserta kajian menyatakan perwakilan secara simbolik membabitkan konsep bilangan dan pemboleh ubah. Tingkah laku Hana dan Faris masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.2.2.3A dan Petikan 4.2.2.3B bagi menunjukkan perwakilan tentang ‘dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dalam konteks ini.

**Petikan 4.2.2.3A (Hana):** Masalah ayat algebra melibatkan dua kriteria berbeza

- P: Jika dalam bakul ada beberapa biji rambutan hijau dan beberapa biji rambutan kuning, bagaimanakah kamu wakulkan situasi ini?  
:  
R: Ikut bilangan warna.  
P: Baiklah, sekarang bolehkah kamu pejam mata dan cuba bayangkan satu bakul, dalam bakul itu ada beberapa biji rambutan hijau dan ada beberapa biji rambutan kuning. Apakah yang tergambar difikiran kamu?  
R: Bilangan rambutan.  
P: Baik, ada dua jenis rambutan, bagaimana kamu wakulkan?  
R: Macam, ‘x’ jenis rambutan hijau, dan ‘y’ jenis rambutan kuning.  
:  
R: Sebab ada dua pemboleh ubah sebab itu kena tambah.  
P: Boleh kamu jelaskan bentuk ‘ $x + y$ ’ mewakili apa?  
R: 2 jenis rambutan yang tidak diketahui.

**Petikan 4.2.2.3B (Faris):** Masalah ayat algebra melibatkan dua kriteria berbeza

- P: Jika dalam bakul ada beberapa biji rambutan merah dan beberapa biji rambutan kuning, bagaimanakah kamu wakulkan situasi ini?  
R: (Murid menulis sesuatu di atas kertas).

A rectangular box containing handwritten text in black ink. The text reads: "ada 9y biji rambutan merah dan 10x rambutan kuning". The 'x' and 'y' are written as superscripts.

- P: Kenapa tulis sembilan ‘y’?  
R: Pada ketika ini saya terfikir nilai sembilan.  
:

Berdasarkan Petikan 4.2.2.3A dan Petikan 4.2.2.3B, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui

secara naratif dalam bahasa. Perwakilan yang dipaparkan oleh peserta kajian membabitkan perkataan '*rambutan*', '*hijau*', '*kuning*', '*ungkapan algebra*', dan '*dua jenis rambutan yang tidak diketahui*'. Penggunaan perkataan '*rambutan*', '*hijau*' dan '*kuning*' bagi mewakili perkara yang berbeza jenis dalam kuantiti yang tidak diketahui oleh peserta kajian bagi perkara yang tidak dapat diwakilkan dengan sebarang simbol. Konsep bilangan dan pemboleh ubah digunakan oleh peserta kajian untuk mewakili dua kuantiti berbeza jenis yang nilainya tidak diketahui. Perwakilan secara naratif merangkumi perkataan dan konsep tertentu menunjukkan pengetahuan peserta kajian tentang situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui mempunyai kepelbagaian.

#### **4.2.2.4 Perwakilan tentang 'dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui' dalam kategori pemboleh ubah**

Perwakilan ke atas situasi ayat algebra dalam kategori pemboleh ubah merangkumi huraian tentang konsep '*nilai tidak diketahui*' dan '*unsur asas*' kepada ungkapan algebra. Hanya empat daripada enam peserta kajian menyatakan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dan Faris dalam Petikan 4.2.2.4A dan Petikan 4.2.2.4B menunjukkan perwakilan tentang 'dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya' dalam kategori pemboleh ubah.

***Petikan 4.2.2.4A (Hana): Masalah ayat algebra dengan dua kriteria berbeza***

- :  
 P: ..... Apakah yang tergambar difikiran kamu?  
 R: Bilangan rambutan.  
 P: .....bagaimana kamu wakulkan?  
 R: Macam, '*x*' jenis rambutan hijau, dan '*y*' jenis rambutan kuning.  
 :  
 R: Sebab ada dua pemboleh ubah sebab itu kena tambah.  
 P: Boleh kamu jelaskan bentuk ' $x + y$ ' mewakili apa?  
 R: 2 jenis rambutan yang tidak diketahui.

**Petikan 4.2.2.4B (Faris):** Masalah ayat algebra melibatkan dua kriteria berbeza

.

P: Kenapa tulis sembilan, bolehkah tulis 'y' saja?

R: Kalau tulis 'y' saja, tidak ada kuantiti.

P: Baiklah, '9y' ini menggambarkan apa?

R: Rambutan merah.

P: Jadi, adakah nilai sembilan ini mewakili 9 biji rambutan atau benda lain?

R: Bukan, nilai rambutan ini tidak tahu berapa kuantitinya.

P: Jika tidak tahu berapa, angka sembilan ini kamu wakikan untuk apa?

R: Sebab dalam ungkapan algebra perlu macam ini.

Berdasarkan Petikan 4.2.2.4A dan Petikan 4.2.2.4B, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dengan menggunakan konsep pemboleh ubah. Perwakilan yang dipaparkan oleh peserta kajian membabitkan jenis dan bilangan rambutan yang tidak diketahui nilainya. Penggunaan ayat '*dua jenis rambutan yang tidak diketahui*', 'ikut bilangan warna', 'ungkapan algebra perlu ada angka dan huruf', dan 'dua pemboleh ubah' bagi mewakili perkara yang berbeza jenis dalam kuantiti yang tidak diketahui.

Dalam hal ini, konsep pemboleh ubah digunakan oleh peserta kajian terbabit bagi merujuk satu kuantiti yang tidak diketahui nilainya dan boleh mengambil sebarang nilai untuk mewakili keadaan dua jenis rambutan yang berbeza dalam nilainya tidak diketahui. Peserta kajian (Faris) turut memaparkan perwakilan ke atas dua kuantiti berbeza jenis yang nilainya tidak diketahui dengan angka dan huruf. Menurut peserta kajian, angka dan huruf merupakan unsur asas yang perlu ada dalam suatu ungkapan algebra. Perwakilan dalam kategori pemboleh ubah membabitkan konsep tertentu ke atas situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui menunjukkan kepelbagaian pengetahuan yang dimiliki oleh peserta kajian.

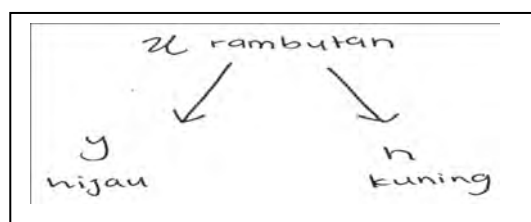
#### 4.2.2.5 Perwakilan tentang ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui’ dalam kategori grafik

Perwakilan grafik dalam kajian ini ke atas situasi ‘dua perkara berbeza dengan kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ membabitkan lukisan gambarajah anak panah. Seorang peserta kajian memberikan perwakilan dalam kategori ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.2.2.5A menunjukkan contoh perwakilan ke atas situasi ayat algebra melibatkan ‘dua kuantiti berbeza yang tidak diketahui nilainya’ secara grafik.

**Petikan 4.2.2.5A (Nani):** Masalah ayat algebra melibatkan dua kriteria berbeza

P: Bagaimana pula kamu wakikan situsi ini?

R: (Murid menulis sambil menceritakan apa yang diwakilkan oleh simbol yang ditulis). Huruf ‘y’ untuk nilai yang hijau.



P: Ada lagi cara lain yang kamu boleh wakilkan?

R: Tiada.

Berdasarkan Petikan 4.2.2.5A peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui secara grafik yang membabitkan lukisan rajah pokok. Hanya seorang peserta kajian menyatakan perwakilan dalam kategori ini. Peserta kajian melukis rajah pokok yang mengandungi tiga abjad berbeza, dan dua anak panah bagi mewakilkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui. Abjad ‘x’ dilukis untuk mewakili bilangan rambutan keseluruhan, abjad ‘y’ dan ‘n’ pula bagi mewakilkan kuantiti dua jenis rambutan yang berbeza berdasarkan warna. Peserta kajian menulis perkataan ‘kuning’ dan ‘hijau’ bagi mewakilkan warna rambutan. Selain itu, lukisan dua anak panah yang berbeza arah bagi menjelaskan tentang konsep pembahagian ke atas

kuantiti keseluruhan yang diwakilkan oleh peserta kajian dengan abjad 'x' kepada dua kuantiti berbeza berdasarkan warna. Perwakilan dalam kategori grafik menunjukkan pengetahuan peserta kajian tentang situasi ayat algebra melibatkan 'dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui' adalah unik dan abstrak.

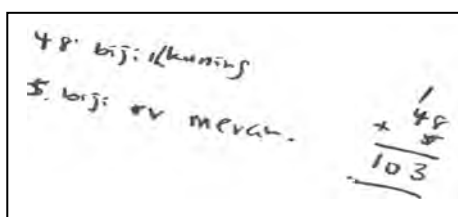
#### 4.2.2.6 Perwakilan tentang 'dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui' dalam kategori operasi asas aritmetik

Perwakilan ke atas situasi melibatkan 'dua perkara berbeza dengan kuantiti yang tidak diketahui nilainya' turut dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori operasi dalam aritmetik yang membabitkan penambahan angka dalam bentuk lazim. Seorang peserta kajian memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Sofea dalam Petikan 4.2.2.6A menunjukkan contoh perwakilan ke atas situasi ayat algebra melibatkan 'dua kuantiti berbeza yang tidak diketahui nilainya' dalam kategori operasi asas dalam aritmetik.

**Petikan 4.2.2.6A (Sofea):** Masalah ayat algebra melibatkan dua kriteria berbeza

P: Bagaimana pula kamu wakikan situasi ini?

R: (Murid menulis sambil menceritakan apa yang diwakilkan oleh simbol yang ditulis).



Handwritten notes: 48 biji: kuning, 5 biji: merah.

$$\begin{array}{r} 48 \\ + 5 \\ \hline 53 \end{array}$$

Andaikan ada rambutan kuning ada 48 biji dan rambutan merah ada 5 biji. Jadi jumlah semua rambutan di dalam bakul, 48 tambah 5, maka semua rambutan adalah 53 biji. (murid memaparkan pengiraan di atas kertas).

P: Kenapa kamu guna angka 48 untuk rambutan kuning dan 5 untuk rambutan merah?

R: Kerana kedua-dua rambutan itu tidak diketahui bilangannya, jadi sebarang angka boleh digunakan.

P: Ada lagi cara lain yang kamu boleh wakikan?

R: Tiada.



Berdasarkan Petikan 4.2.2.6A, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui secara operatif yang membabitkan penambahan angka dalam bentuk lazim. Hanya seorang peserta kajian menyatakan perwakilan dalam kategori ini. Perwakilan dalam konteks ini, peserta kajian menyatakan dua nilai andaian berlainan bagi menggambarkan dua perkara yang berbeza nilainya. Bagi mewakilkan kuantiti keseluruhan, peserta kajian menjalankan operasi tambah ke atas dua nilai berangka yang digunakan dengan cara penambahan bentuk lazim. Peserta kajian turut memaparkan cara pengiraan penambahan dua nilai berangka, iaitu '48' dan '5', dan menghasilkan satu nilai bagi mewakilkan jumlah keseluruhan bagi situasi '*rambutan yang terdapat dalam bakul*'. Perwakilan secara operatif menunjukkan pengetahuan peserta kajian tentang situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui adalah unik dan mempunyai kepelbagaian konteks.

Secara keseluruhan, aktiviti perwakilan oleh semua peserta kajian ke atas situasi ayat algebra '*ada beberapa biji rambutan merah dan kuning dalam sebuah bakul*' bagi menggambarkan tentang konsep dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui merangkumi enam kategori, iaitu ungkapan algebra, nilai berangka, naratif dalam bahasa, pemboleh ubah, grafik, dan operasi asas dalam aritmetik. Perwakilan ke atas situasi ayat algebra lebih tertumpu dalam kategori notasi bersimbol dan naratif dalam bahasa berbanding kategori lain. Semua peserta kajian didapati memberikan perwakilan dalam kategori ungkapan algebra dan naratif dalam bahasa. Oleh itu, kategori ungkapan algebra dan naratif dalam bahasa mendominasi perwakilan ke atas situasi ayat algebra tentang kuantiti yang nilainya tidak diketahui. Namun begitu, kategori naratif memaparkan kepelbagaian konteks perwakilan.

Selain itu, perkara yang digunakan oleh semua peserta kajian bagi mewakili situasi ayat algebra tentang dua kuantiti yang nilainya tidak diketahui, berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Semua peserta kajian didapati memberikan perwakilan lebih daripada satu konteks membabitkan kategori notasi bersymbol, nilai berangka, naratif dalam bahasa, pemboleh ubah, grafik, dan operasi asas dalam aritmetik. Semua peserta kajian memaparkan tiga cara mewakili situasi ayat algebra yang melibatkan dua kuantiti berbeza setiap seorang. Ini menunjukkan semua peserta kajian mempunyai pelbagai konteks pengetahuan tentang ungkapan algebra dalam situasi ayat algebra yang membabitkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui. Semua peserta kajian memaparkan pengetahuan berdaya maju, yang mana pengetahuan awal yang primitif berubah ke kepelbagaian konteks dan hubung kait.

#### **4.2.3 Perwakilan tentang Dua Kuantiti Berbeza yang Nilainya Tidak Diketahui dengan Satu Kuantiti Tetap**

Dalam kajian ini, aktiviti perwakilan yang diberikan ke atas ‘dua kuantiti berbeza yang tidak diketahui nilainya dan satu kuantiti dengan nilai tetap’ dapat dikelaskan kepada empat kategori, iaitu ungkapan algebra, nilai berangka, naratif dalam bahasa, dan grafik. Perwakilan dalam kategori ungkapan algebra merangkumi gabungan angka, huruf, dan simbol. Kategori naratif dalam bahasa pula membabitkan perwakilan dalam perkataan atau ayat tertentu. Perwakilan dalam kategori nilai berangka terdiri daripada satu angka yang di anggap munasabah bagi kuantiti. Manakala perwakilan dalam kategori grafik pula, merangkumi sebarang lukisan yang dipaparkan oleh peserta kajian. Jadual 4.2.3 menunjukkan ringkasan perwakilan bagi situasi ayat algebra melibatkan ‘*dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu kuantiti tetap*’ oleh semua peserta kajian.

### Jadual 4.2.3

*Perwakilan bagi situasi ayat algebra melibatkan ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu kuantiti tetap’*

| Kategori             | Huraian                                                 | Peserta Kajian                        |
|----------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Ungkapan Algebra     | • Perkara membabitkan gabungan angka, abjad, dan simbol | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
| Nilai berangka       | • Satu angka sebagai nilai andaian bagi kuantiti        | Alias, Faris, Sofea                   |
| Naratif dalam bahasa | • Perkara yang membabitkan perkataan dan ayat tertentu  | Nani, Hana, Faris, Sofea              |
| Grafik               | • Perkara yang membabitkan sebarang lukisan             | Nani                                  |

#### 4.2.3.1 Perwakilan masalah ayat algebra melibatkan situasi ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu kuantiti tetap’ bagi kategori ungkapan algebra

Aktiviti perwakilan ke atas situasi ayat algebra melibatkan ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu kuantiti tetap’ dalam kategori ungkapan algebra merangkumi perkara yang membabitkan gabungan abjad, angka dan simbol, dan nilai andaian. Semua peserta kajian didapati memaparkan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Afiq dan Hana, masing-masing dalam Petikan 4.2.3.1A dan Petikan 4.2.3.1B, menunjukkan contoh perwakilan ke atas situasi ayat algebra melibatkan ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu nilai tetap’ dalam kategori ungkapan algebra.

**Petikan 4.2.3.1A (Afiq):** *Perwakilan situasi ayat algebra melibatkan tiga kriteria berbeza*

P: Jika situasi melibatkan beberapa biji rambut hijau, beberapa biji rambut kuning dan dua biji rambut merah, bagaimanakah kamu wakikan situasi ini?

:

R: Tiga jenis rambut.

P: Baiklah, jadi bagaimana kamu wakikan tiga jenis di dalam bakul itu terdapat rambutan?

R: 'x' tambah 'y' tambah 'f' (sambil menulis) jenis rambutan.

$$x + y + f$$

P: Jadi, 'x' tu mewakili apa?

R: 'x' mewakili satu jenis.

P: Bolehkah kamu jelaskan gambaran bagi setiap huruf yang kamu tulis?

R: 'r' mewakili rambutan merah, lepas tu 'y' rambutan hijau, dan 'f' rambutan kuning (sambil menulis di atas kertas).

$$x + y + f = \text{rambutan}$$

merah    hijau    kuning

P: Baiklah, apakah pula yang kamu maksudkan dengan 'x + y + f' dan 'xyf'?

R: Maksudnya bilangan semua rambutan yang ada.

P: Adakah semua huruf yang kamu tulis ini, menggambarkan tentang jenis atau bilangan bagi rambutan yang terdapat di dalam bakul?

R: Dua-dua.

P: Apakah maksud kamu dua-dua ini?

R: Jenis dan bilangan.

**Petikan 4.2.3.1B (Hana):** Perwakilan situasi ayat algebra melibatkan tiga kriteria berbeza

:

R: (Murid menulis di atas kertas).

$$q - \text{merah}$$

(Murid berhenti seketika, kemudian menyambung menulis).

$$yz + 2q$$

P: Apakah maksud 'yz'?

R: Maksudnya dua jenis rambutan yang digabung kuantitinya.

P: Apakah yang angka dua dan abjad 'q' ini wakikan?

R: Dua biji rambutan merah.

P: Adakah angka ini boleh diubah bagi situasi ini, contohnya nak tulis tiga?

R: Tidak boleh, sebab nilai ini dinyatakan dalam soalan.

P: Adakah angka ini tetap?

R: Ya, angka dua ini tidak boleh berubah.

P: Baik, jika saya kata lima biji rambutan merah, bagaimana pula kamu wakikan?

R: (Murid diam seketika) sebutan ini perlu ubah (sambil menunjuk ke arah huruf 'q' yang telah ditulis dan kemudian mula menulis sesuatu di atas kertas).

$$yz + 5q$$

P: Baiklah, bagaimana pula kamu wakikan bagi situasi yang membabitkan dua biji kuning, dua biji hijau, dan dua biji merah,?

R: (Murid menulis sesuatu di atas kertas).

$$2y + 2z + 2q$$

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Angka dua ini wakikan bilangan rambutan, abjad ini mewakili jenis rambutan.

Berdasarkan Petikan 4.2.3.1A dan Petikan 4.2.3.1B, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra ungkapan algebra. Semua peserta kajian menyatakan perwakilan dalam konteks ini. Perwakilan yang dinyatakan dalam kategori ini merangkumi tiga abjad berbeza, angka, dan simbol '+'. Penggunaan huruf yang berbeza oleh semua peserta kajian terlibat bagi menggambarkan tiga jenis rambutan yang berbeza. Angka pula, digunakan oleh peserta kajian bagi mewakili kuantiti yang diketahui nilainya. Bagi kuantiti yang tidak diketahui nilainya, angka turut digunakan oleh peserta kajian untuk menggambarkan kuantiti tersebut sebagai suatu nilai berangka. Manakala simbol '+' dan bentuk 'yz' pula, masing-masing mewakili jumlah semua rambutan dan gabungan dua jenis rambutan berbeza yang bilangannya tidak diketahui terkandung dalam bakul. Ringkasnya, perwakilan dalam konteks ini, angka mewakili satu nilai yang diketahui dan huruf mewakili nilai yang tidak diketahui. Perwakilan dalam kategori simbolik menunjukkan pengetahuan peserta kajian tentang situasi ayat algebra melibatkan '*dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu kuantiti tetap*' sangat terhad dan primitif.

#### 4.2.3.2 Perwakilan masalah ayat algebra melibatkan situasi ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu kuantiti tetap’ bagi kategori nilai berangka

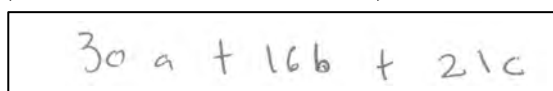
Perwakilan ke atas situasi ini dalam kategori nilai berangka membabitkan suatu nilai andaian dalam angka tertentu. Tiga peserta kajian didapati memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Alias dalam Petikan 4.2.3.2A menunjukkan contoh perwakilan melibatkan ‘dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya dengan satu nilai tetap’ secara simbolik membabitkan nilai andaian.

**Petikan 4.2.3.2A (Alias):** Perwakilan situasi ayat algebra melibatkan tiga kriteria berbeza

:

P: Tambah macam mana, boleh kamu jelaskan?

R: (Murid menulis di atas kertas).


$$30a + 16b + 21c$$

P: Boleh kamu jelaskan tentang angka yang kamu nyatakan ini?

R: Andaikan sebarang angka yang sesuai bagi bilangan setiap jenis rambutan. Seperti angka ‘30’, ‘16’, dan ‘21’ ini adalah nilai yang di anggap sesuai bagi semua rambutan yang tidak diketahui.

P: Bagaimana kamu wakikan dua biji rambutan merah pula?

R: Tulis dua ‘c’, sebab nilai rambutan merah sudah diketahui.

:

Berdasarkan Petikan 4.2.3.2A, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dalam nilai berangka. Tiga orang peserta kajian menyatakan perwakilan dalam kategori ini. Peserta kajian menggunakan nilai berangka untuk mewakilkan kuantiti yang tidak diketahui. Antara contoh nilai yang digunakan ialah angka ‘30’, ‘16’, ‘21’ dan ‘10’ bagi mewakilkan kuantiti yang berbeza dan angka tersebut di anggap munasabah dalam memberikan gambaran tentang kuantiti rambutan yang tidak diketahui. Peserta kajian turut menyatakan huruf berbeza dengan merujuk perkataan rambutan kuning dan rambutan hijau bagi mewakilkan membezakan tiga perkara berbeza. Perwakilan dalam konteks ini memaparkan perwakilan yang agak primitif .

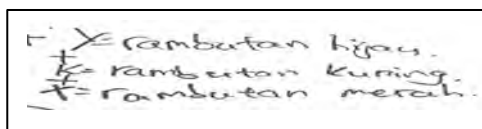
#### 4.2.3.3 Perwakilan masalah ayat algebra melibatkan situasi ‘dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dengan satu kuantiti tetap’ bagi kategori naratif bahasa

Perwakilan dalam kategori naratif bahasa dipaparkan oleh peserta kajian dalam ini bagi menggambarkan tentang ‘dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya dengan satu kuantiti yang tetap’ dengan perkataan. Peserta kajian menggunakan perkataan dan konsep tertentu membabitkan nilai rambutan yang tidak diketahui, kuantiti yang berbeza mengikut warna, bilangan rambutan, dan jenis rambutan. Empat peserta kajian memberikan perwakilan dalam kategori ini. Tingkah laku Faris dan Alias, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.2.3.3A dan Petikan 4.2.3.3B bagi menunjukkan perwakilan ke atas situasi ayat algebra melibatkan ‘dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya dan satu kuantiti dengan nilai tetap’ dalam naratif dalam bahasa.

**Petikan 4.2.3.3A (Faris):** Perwakilan situasi ayat algebra melibatkan tiga kriteria berbeza

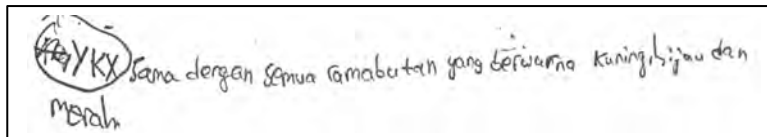
:

R: (Murid termenung seketika kemudiannya menulis sesuatu di atas kertas).



P: Adakah ini menggambarkan situasi dalam bakul itu?

R: (Murid menulis bentuk lain di atas kertas).



P: Nilai ‘10’ ini kamu wakulkan apa?

R: ‘10y + xz’ kiranya ni semua rambutan yang ada dalam bakul.

P: Adakah nilai ‘10’ ini menggambarkan bilangan rambutan?

R: Tidak, nilai semua rambutan ini tidak diketahui.

P: Boleh jelaskan tentang bentuk ‘y + xz’ ini?

R: Kalau tambah semua rambutan di dalam bakul sama maka dapat bentuk ini sebab gabungkan semua jenis rambutan.

:

**Petikan 4.2.3.3B (Alias):** Masalah ayat algebra melibatkan tiga kriteria berbeza

...

P: Baik, ada lagi perwakilan yang lain?

R: Kotak.

P: Kotak yang macam mana kamu maksudkan?

R: Macam 'a', 'b', 'c'.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Abjad 'a' wakikan botol air.

P: Apakah maksud kamu 'a' itu mewakili botol air?

R: Kotak 'a' mengandungi beberapa botol air.

P: Baik, bagaimana pula dengan 'b' dan 'c'?

R: (Murid menganggukkan kepala beberapa kali) 'b' itu adalah roti dan 'c' kotak yang mengandungi pencuci mulut.

P: Adakah bilangan air botol, roti, dan pencuci mulut diketahui?

R: (Murid mengangguk) andaikan saja.

Berdasarkan Petikan 4.2.3.3A dan Petikan 4.2.3.3B, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan 'dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dengan satu kuantiti yang tetap' secara naratif yang berkaitan dengan bahasa. Perwakilan dalam konteks ini dipaparkan oleh majoriti peserta kajian bagi meringkaskan situasi ayat algebra yang diberikan. Dalam konteks ini, peserta kajian menggunakan perkataan seperti 'merah', 'hijau' dan 'kuning' bagi mewakilkan jenis rambut yang berbeza. Selain itu, beberapa konsep matematik turut digunakan oleh peserta kajian untuk menggambarkan situasi yang dipaparkan berdasarkan pengalaman lepas, seperti 'ungkapan  $10yx$ ', 'tambah semua jenis' dan pemboleh ubah berbeza ditentukan mengikut warna rambut. Antara perkara yang diwakilkan oleh peserta kajian dalam kategori naratif yang berkaitan dengan konsep persamaan dan ungkapan ialah ' $a = \text{rambutan merah}$ ', ' $b = \text{rambutan kuning}$ ', ' $c = \text{rambutan hijau}$ ', ' $30a$ ', ' $16b$ ' dan ' $21c$ '.

Dalam konteks ini, peserta kajian mewakilkan tiga kuantiti berbeza jenis dalam keadaan dua kuantiti nilainya tidak diketahui dan satu kuantiti lagi mempunyai nilai yang tetap dengan bentuk ungkapan algebra membabitkan angka dan huruf.



Penggunaan perkataan bersamaan dengan simbol '=' oleh peserta kajian sebagai hubung kait antara huruf dengan jeins kuantiti yang diwakilkan. Manipulatif sebarang angka dan huruf merupakan perwakilan primitif yang digunakan oleh peserta kajian sebagai gambaran awal. Kategori naratif juga didapati kerap digunakan oleh mereka yang terlibat bagi menggambarkan perkara tertentu yang tidak dapat dinyatakan secara simbolik dan merangkumi pengetahuan sedia ada tentang konsep bilangan yang telah dipelajari di dalam kelas. Kesimpulannya, kategori naratif dalam bahasa digunakan oleh peserta kajian bagi mewakili suatu ayat yang spesifik berdasarkan pengetahuan mereka.

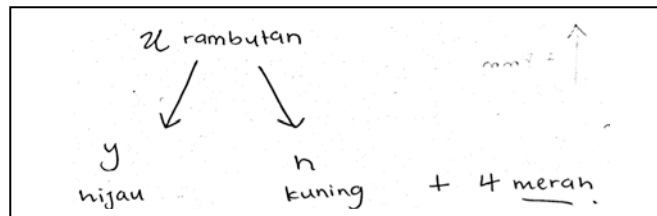
#### **4.2.3.4 Perwakilan masalah ayat algebra melibatkan situasi 'dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dengan satu kuantiti tetap' bagi kategori grafik**

Perwakilan secara grafik digunakan oleh peserta kajian dalam kajian ini bagi menggambarkan tentang '*dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya dengan satu kuantiti yang tetap*' dengan membuat lakaran tertentu. Peserta kajian menggunakan lukisan anak panah membabitkan nilai rambutan keseluruhan, kuantiti yang berbeza mengikut warna, dan bilangan rambutan yang diketahui. Hanya seorang peserta kajian memberikan perwakilan dalam kategori ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.2.3.4A menunjukkan perwakilan ke atas situasi ayat algebra melibatkan '*dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya dengan satu kuantiti tetap*' dalam konteks ini.

**Petikan 4.2.3.4A (Nani):** Perwakilan situasi ayat algebra melibatkan tiga kriteria berbeza

P: Sekarang kalau situasi ni (guru membaca ayat berbunyi *jika ditambah empat biji rambutan merah ke dalam bakul ini*), bagaimana pula kamu mewakilkannya?

R: Empat merah (sambil menulis).



P: Kenapa kamu tulis angka empat merah?

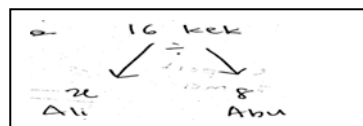
R: Sebab kita dah tahu nilai dia.

P: Apakah yang angka empat ini wakikan ?

R: Untuk bilangan buah rambutan yang telah diketahui nilainya

P: Ada lagi perwakilan lain?

R: Ada ...macam (sambil menulis dan melukis rajah di atas kertas).



Kek yang dibahagikan kepada dua orang budak.

P: Ada lagi perwakilan lain?

R: Tidak ada.

Berdasarkan Petikan 4.2.3.4A, peserta kajian mewakilkan situasi ayat algebra melibatkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui secara grafik yang membabitkan lukisan rajah pokok. Peserta kajian melukis rajah pokok yang mengandungi tiga abjad berbeza, dua anak panah, simbol '+' dan perkataan '4 merah'. Abjad 'x' dilukis oleh peserta kajian bagi mewakili bilangan rambutan keseluruhan. Manakala abjad 'y' dan 'n' pula bagi mewakili kuantiti dua jenis rambutan yang berbeza berdasarkan warna. Peserta kajian menulis perkataan 'kuning', 'hijau', dan 'merah' bagi mewakili warna rambutan. Angka '4' ditulis dalam rajah pokok bagi mewakili kuantiti rambutan merah yang diketahui nilainya. Selain itu, lukisan dua anak panah yang berbeza arah bagi menggambarkan tentang konsep pembahagian ke atas kuantiti keseluruhan yang diwakilkan oleh

peserta kajian dengan abjad 'x' kepada dua kuantiti berbeza berdasarkan warna. Perwakilan secara grafik menunjukkan pengetahuan peserta kajian tentang situasi ayat algebra melibatkan '*dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu nilai tetap*' adalah unik serta mempunyai hubung kait dengan konsep bahagi dan algebra.

Secara keseluruhan, aktiviti perwakilan oleh semua peserta kajian ke atas situasi ayat algebra melibatkan '*beberapa biji rambutan merah dan kuning dalam bakul itu ditambah bersama 2 biji rambutan merah*' bagi menggambarkan tentang konsep dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dan satu nilai tetap terdapat tiga kategori, membabitkan kategori ungkapan algebra, nilai berangka, naratif dalam bahasa, dan grafik. Perwakilan dalam kategori ungkapan algebra dipaparkan oleh semua peserta kajian berbanding kategori yang lain. Oleh itu, kategori ungkapan algebra mendominasi perwakilan ke atas situasi ayat algebra tentang dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dengan satu nilai tetap dan mempunyai kepelbagaian pengetahuan berbanding kategori lain.

Selain itu, perwakilan ke atas situasi ayat algebra tentang dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dengan satu nilai tetap adalah berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh peserta kajian. Dalam kajian ini, didapati tiga peserta kajian memaparkan tiga cara mewakili situasi ayat algebra. Manakala dua peserta kajian yang lain, memaparkan dua cara mewakili situasi ini. Peserta kajian yang lain iaitu, Afiq memaparkan satu cara perwakilan sahaja ke atas situasi ayat algebra yang sama. Ini menunjukkan lima daripada enam peserta kajian mempunyai pelbagai konteks pengetahuan tentang situasi ayat algebra yang membabitkan dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui dengan satu nilai tetap.

#### 4.2.4 Perwakilan membabitkan Ungkapan Algebra

Dalam kajian ini, perwakilan yang diberikan ke atas sebarang perkara yang membabitkan ungkapan algebra dikelaskan kepada lima kategori, iaitu naratif dalam bahasa, bentuk simbolik, grafik, dan rumus. Jadual 4.2.4, menunjukkan ringkasan perwakilan tentang perkara yang membabitkan ungkapan algebra, yang diberikan oleh keenam-enam peserta kajian.

Jadual 4.2.4

*Perwakilan membabitkan ungkapan algebra*

| Kategori                    | Huraian                                                                     | Peserta Kajian           |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Naratif dalam bidang bahasa | • Perkara yang membabitkan perkataan dan ayat tertentu                      | Faris, Hana              |
| Pemboleh ubah               | • Kuantiti yang boleh mengambil sebarang nilai atau nilai yang berubah-ubah | Hana                     |
| Bentuk simbolik             | • Perkara yang membabitkan gabungan angka, abjad, dan simbol                | Nani, Afiq, Alias, Sofea |
| Grafik                      | • Perkara yang membabitkan sebarang lukisan                                 | Nani, Afiq, Sofea        |
| Rumus                       | • Rumus luas segi empat dan isipadu kuboid                                  | Nani, Afiq               |

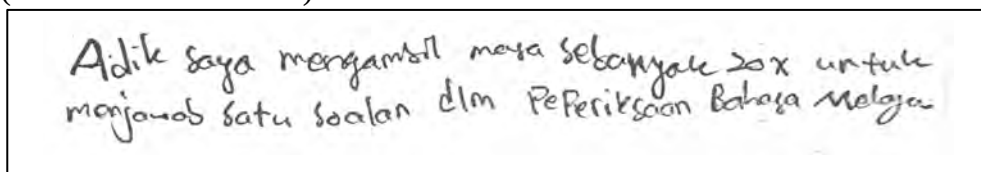
##### 4.2.4.1 Perwakilan ungkapan algebra bagi kategori naratif dalam bahasa

Perwakilan membabitkan ungkapan algebra bagi kategori naratif dalam bahasa kajian ini merangkumi ayat dan perkataan tertentu yang digunakan oleh peserta kajian untuk menerangkan suatu perkara yang spesifik. Ayat dinyatakan secara bertulis dan lisan bagi mewakili tentang perkara yang boleh dikaitkan dengan ungkapan algebra. Tingkah laku Faris dan Hana masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.2.4.1A dan Petikan 4.2.4.1B bagi menunjukkan perwakilan ‘ungkapan algebra’ secara naratif bahasa.

**Petikan 4.2.4.1A (Faris):** Perwakilan ke atas ‘ungkapan algebra’

P: Bolehkah kamu bentukkan sebarang perwakilan yang melibatkan ungkapan algebra?

R: (Murid menulis sesuatu).



Adik saya mengambil masa sebanyak  $20x$  untuk menjawab satu soalan dlm Peperiksaan Bahasa Melayu

P: Baik, boleh kamu jelaskan yang manakah yang kamu gambarkan sebagai ungkapan?

R: ' $20x$ '.

P: Apakah yang diwakili oleh ' $20x$ '?

R: Masa.

**Petikan 4.2.4.1B (Hana):** Perwakilan melibatkan ‘ungkapan algebra’

P: Bolehkah kamu bentukkan sebarang perwakilan yang melibatkan algebra?

...

R: Macam bilangan guli dalam bakul. Contohnya seseorang ingin tahu berapa bilangan guli, boleh gantikan dengan ' $x$ ' guli.

P: Ada lagi bentuk lain?

R: Situasi membabitkan perempuan dengan lelaki, contoh bilangan 48 orang lelaki dan perempuan. Bilangan lelaki separuh, lepas itu bilangan perempuan. Jadi bilangan perempuan, kita boleh jadikan pemboleh ubah.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Tulis bilangan perempuan.

...

Berdasarkan Petikan 4.2.4.1A dan Petikan 4.2.4.1B, dua peserta kajian ini mewakilkan situasi membabitkan ‘ungkapan algebra’ secara naratif dalam bahasa. Perwakilan dalam bentuk ayat dan perkataan yang dipaparkan oleh peserta kajian secara lisan dan bertulis. Dalam konteks ini, peserta kajian menggunakan pengetahuan sedia ada dan perkara yang berada di persekitaran mereka seperti jenis rumah sukan, masa, bilangan benda, dan bilangan orang dalam membentuk situasi yang melibatkan ungkapan algebra. Semua perkara yang digunakan oleh peserta kajian dalam mewakili situasi membabitkan konsep asas ungkapan algebra, iaitu kuantiti yang tidak diketahui nilainya diwakilkan dengan suatu simbol tertentu.

#### 4.2.4.2 Perwakilan ungkapan algebra bagi kategori pemboleh ubah

Perwakilan ke atas ungkapan algebra dalam kategori pemboleh ubah kajian ini membabitkan perkara yang berkaitan dengan nilai yang berubah-ubah. Perwakilan dalam konteks ini dinyatakan oleh peserta kajian sebagai bilangan atau kuantiti benda yang boleh mengambil sebarang nilai. Hanya seorang orang peserta kajian didapati memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dalam Petikan 4.2.4.2A menunjukkan perwakilan ungkapan algebra dalam kategori pemboleh ubah.

***Petikan 4.2.4.2A (Hana): Perwakilan melibatkan ‘ungkapan algebra’***

- P: Bolehkah kamu bentukkan sebarang perwakilan yang melibatkan algebra?  
:  
:  
R: (Murid diam seketika), jaringan gol.  
P: Baik, ada lagi bentuk lain yang membabitkan ungkapan algebra?  
R: Bilangan guli.  
P: Baik, boleh jelaskan?  
R: Macam bilangan guli dalam bakul. Contohnya seseorang ingin tahu berapa bilangan guli, boleh gantikan dengan ‘ $x$ ’ guli.  
P: Ada lagi bentuk lain?  
R: Situasi membabitkan perempuan dengan lelaki, contoh bilangan 48 orang lelaki dan perempuan. Bilangan lelaki separuh, kemudian mencari bilangan perempuan. Jadi bilangan perempuan itu, merupakan pemboleh ubah.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Tulis bilangan perempuan.  
P: Bilangan perempuan bagaimana kamu wakikan?  
R: Letak ‘ $u$ ’.  
P: Boleh kamu jelaskan huruf ‘ $u$ ’ ini yang hendak dicari, atau kuantiti yang tidak tahu atau nilai yang berubah?  
R: Bilangan yang perlu dicari.  
:  
:

Berdasarkan Petikan 4.2.4.2A, peserta kajian membuat perwakilan ke atas situasi membabitkan ‘ungkapan algebra’ dalam kategori pemboleh ubah. Dalam konteks ini, peserta kajian membuat perwakilan tentang ungkapan algebra dari segi konsep konsep pemboleh ubah, yang merujuk pada sebarang nilai dan nilai yang boleh berubah. Peserta kajian menggunakan perkara yang berada di persekitaran seperti jenis rumah sukan, masa, bilangan benda, dan bilangan orang dalam mewakilkan

situasi yang melibatkan ungkapan algebra dari segi perubahan nilai. Hal ini menunjukkan peserta kajian mempunyai pengetahuan yang abstrak tentang ungkapan algebra.

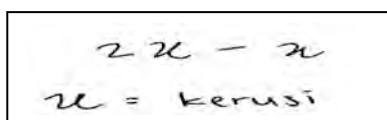
#### 4.2.4.3 Perwakilan ungkapan algebra bagi kategori bentuk simbolik

Perwakilan ke atas ungkapan algebra kajian ini turut dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori bentuk simbolik. Empat peserta kajian memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dan Alias, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.2.4.3A dan Petikan 4.2.4.3B menunjukkan perwakilan dalam kategori bentuk simbolik.

**Petikan 4.2.4.3A (Nani):** Perwakilan membabitkan ‘ungkapan algebra’

P: Bolehkah kamu beri contoh perwakilan lain yang melibatkan ungkapan algebra?

R: (Murid menulis di kertas).



A rectangular box containing handwritten text. The top line shows the algebraic expression  $2x - x$ . The bottom line shows the equation  $x = \text{kerusi}$ .

P: Apakah yang kamu wakikan sebagai ‘ $2x$ ’?

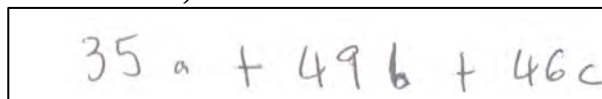
R: Kerusi.

P: Simbol tolak ini untuk apa?

R: Tolak satu kerusi, dua kerusi tolak satu kerusi.

**Petikan 4.2.4.3B (Alias):** Masalah ayat algebra melibatkan tiga kriteria berbeza

R: (Murid menulis).



A rectangular box containing handwritten text showing the algebraic expression  $35a + 49b + 46c$ .

P: Bentuk yang kamu tulis ini mewakili apa pula?

R: ‘ $a$ ’, ‘ $b$ ’, ‘ $c$ ’ ini, macam ‘ $a$ ’ wakikan botol air.

P: Bagaimana pula dengan huruf ‘ $b$ ’?

R: Huruf ‘ $b$ ’ itu mewakili kumpulan roti.

P: Huruf ‘ $c$ ’ pula menunjukkan apa?

R: ‘ $c$ ’ itu pencuci mulut.

P: Adakah bilangan air botol, roti, dan pencuci mulut diketahui?

R: (Murid mengangguk) andaikan saja.

Berdasarkan Petikan 4.2.4.3A dan Petikan 4.2.4.3B, peserta kajian mewakikan ungkapan algebra dalam bentuk simbolik. Perwakilan yang dipaparkan oleh peserta

kajian secara simbolik membabitkan abjad berbeza, angka, simbol '+', dan '='. Penggunaan abjad berbeza digunakan oleh peserta kajian bagi mewakili perkara berlainan jenis yang tidak diketahui nilainya. Simbol '+' bagi mewakili jumlah keseluruhan yang terdiri daripada perkara berbeza. Manakala simbol '=' pula, menggambarkan tentang saling hubungan antara huruf yang digunakan dengan perkara yang diwakili. Peserta kajian memaparkan perwakilan secara simbolik tentang ungkapan algebra merangkumi situasi yang melibatkan kuantiti yang tidak diketahui nilainya dengan pelbagai cara berbeza. Perwakilan dalam kategori ini menunjukkan pengetahuan peserta kajian tentang ungkapan algebra adalah abstrak dan pelbagai.

#### 4.2.4.4 Perwakilan ungkapan algebra bagi kategori grafik

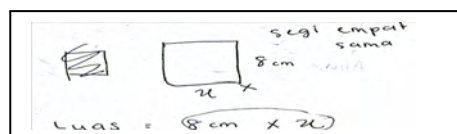
Perwakilan membabitkan ungkapan algebra juga dijelaskan oleh peserta kajian dalam kategori grafik dengan melukis sebuah bentuk segi empat dan kuboid. Tiga peserta kajian memberikan perwakilan dalam bentuk ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.2.4.4A menunjukkan perwakilan membabitkan ungkapan algebra.

**Petikan 4.2.4.4A (Nani):** Perwakilan membabitkan 'ungkapan algebra'

P: Bolehkah kamu beri contoh perwakilan lain yang melibatkan ungkapan algebra?

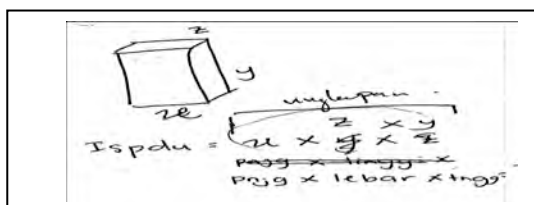
:

R: (Murid terus melukis di kertas)



P: Ada lagi perwakilan lain?

R: Isipadu (sambil melukis dikertas)



:



Berdasarkan Petikan 4.2.4.4A di atas, terdapat dua bentuk perwakilan grafik yang membabitkan lakaran berasaskan bentuk segi empat. Tiga orang peserta kajian terlibat dalam memberikan perwakilan dalam konteks ini. Satu daripada lakaran yang dipaparkan oleh peserta kajian membabitkan bentuk segi empat sama dengan dua daripada sisi berlabel ' $x$ ' dan ' $8$ '. Manakala lakaran lain pula, merangkumi satu bentuk kuboid dengan tiga sisi bertulis ' $x$ ', ' $y$ ', dan ' $z$ '. Selain itu, ungkapan ungkapan algebra dinyatakan sebagai satu kesimpulan di akhir lakaran yang dibuat oleh semua peserta kajian yang terlibat dalam perwakilan bentuk ini. Perwakilan secara grafik menunjukkan pengetahuan peserta kajian tentang ungkapan algebra adalah unik serta mempunyai hubung kait dengan bentuk segi empat.

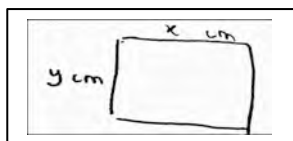
#### 4.2.4.5 Perwakilan ungkapan algebra bagi kategori rumus

Perwakilan tentang ungkapan algebra dalam kategori rumus kajian ini membabitkan perkara yang berkaitan dengan luas dan isipadu. Perwakilan dalam konteks ini dinyatakan oleh peserta kajian sebagai luas yang membabitkan panjang sisi yang tidak diketahui nilainya. Dua orang peserta kajian didapati memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Afiq dan Nani masing-masing dalam Petikan 4.2.4.5A dan Petikan 4.2.4.5B menunjukkan perwakilan ungkapan algebra dalam kategori rumus.

**Petikan 4.2.4.5A (Afiq):** Perwakilan membabitkan 'ungkapan algebra'.

P: Bolehkah kamu bentukkan sebarang perwakilan yang melibatkan ungkapan algebra?

R: (Murid melukis rajah segi empat dan menulis sesuatu di atas rajah tersebut).



P: Boleh kamu jelaskan tentang rajah ini?

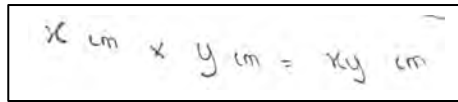
R: Seperti (murid diam seketika) jumlah.

P: Bolehkah kamu jelaskan bagaimana bentuk ini menggambarkan jumlah?

R: Kira luas.

P: Baik, boleh kamu tulis atau lukiskan?

R: (Murid menulis).



A handwritten equation in a rectangular box:  $x \text{ cm} \times y \text{ cm} = xy \text{ cm}$ .

P: 'x darab y sama dengan xy' mewakili apa?

R: Untuk cari luas.

P: Baik, selain daripada luas, ada lagikah perwakilan lain?

R: (Murid termenung dan kemudiannya menggelangkan kepala).

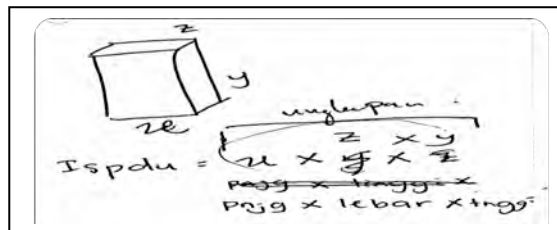
**Petikan 4.2.4.5B (Nani):** Perwakilan membabitkan 'ungkapan algebra'

P: Boleh kamu beri contoh perwakilan yang melibatkan ungkapan algebra?

R: Luas.

P: Ada lagi perwakilan lain?

R: Isipadu (sambil melukis dikertas).



P: Boleh kamu tunjukkan yang mana satu ungkapan algebra dalam perwakilan ini?

R: Yang ini (sambil melukis bulatan pada bentuk ' $x \times z \times y$ ').

Berdasarkan Petikan 4.2.4.5A dan Petikan 4.2.4.5B, dua orang peserta kajian membentuk perwakilan membabitkan ungkapan algebra dalam kategori rumus. Perwakilan dalam konteks ini membabitkan rumus luas dan isipadu bagi segi empat. Peserta kajian menngambarkan sisi bentuk segi empat sebagai satu nilai yang tidak diketahui dan mewakili perkara tersebut dengan suatu simbol tertentu. Dalam perwakilan membabitkan ungkapan algebra, peserta kajian melibatkan sisi yang tidak diketahui nilainya dalam rumus perimeter, luas, dan isipadu. Penggunaan rumus perimeter melibatkan penambahan dua sisi berbeza bagi segi empat. Manakala rumus luas dan isipadu pula, masing-masing melibatkan pendaraban dua sisi segi empat dan tiga sisi yang berbeza bagi sebuah kuboid. Perwakilan situasi melibatkan ungkapan

algebra dalam konteks ini menunjukkan pengetahuan peserta kajian yang luas dan pelbagai.

Secara keseluruhan, aktiviti perwakilan oleh semua peserta kajian tentang ungkapan algebra bagi menggambarkan tentang konsep kuantiti yang nilainya tidak diketahui kategori naratif dalam bahasa, pemboleh ubah, bentuk simbolik, grafik, dan rumus. Empat peserta kajian memaparkan perwakilan dalam kategori bentuk simbolik. Oleh itu, kategori simbolik mendominasi perwakilan tentang ungkapan algebra.

Selain itu, perkara yang digunakan oleh semua peserta kajian bagi mewakili ungkapan algebra adalah berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Empat peserta kajian didapati memberikan perwakilan lebih daripada satu konteks membabitkan kategori naratif dalam bahasa, pemboleh ubah, bentuk simbolik, grafik, dan rumus. Peserta kajian yang selebihnya hanya memaparkan satu kategori perwakilan sahaja. Ini menunjukkan sebahagian besar peserta kajian mempunyai pelbagai konteks pengetahuan tentang ungkapan algebra dalam pelbagai situasi. Peserta kajian memaparkan pengetahuan berdaya maju, yang mana pengetahuan awal yang primitif berubah ke kepelbagaian konteks dan hubung kait.

#### **4.2.5 Perwakilan Ungkapan Algebra ke atas Sebuah Segi Empat**

Dalam kajian ini, satu gambarajah yang mengandungi bentuk segiempat tanpa sebarang nilai tetap. Perkara yang diwakilkan oleh peserta kajian ke atas gambar rajah tersebut dikelaskan kepada empat kategori, iaitu rumus, operasi asas, ukuran, dan bentuk simbolik. Jadual 4.2.5, menunjukkan ringkasan perwakilan ke atas sebuah segi empat yang dinyatakan oleh semua peserta kajian.

#### Jadual 4.2.5

*Perwakilan ungkapan algebra ke atas sebuah segi empat*

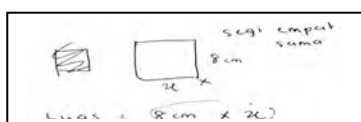
| Kategori                      | Huraian                                                                                                                      | Peserta Kajian                                |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Rumus                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan rumus perimeter, luas, dan isi padu.</li> </ul>              | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea         |
| Operasi asas dalam arithmetik | <ul style="list-style-type: none"> <li>Melibatkan pengiraan operasi tambah dan pendaraban sebutan</li> </ul>                 | Nani, Afiq, Faris, Sofea                      |
| Ukuran                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ukuran sisi yang tidak diketahui</li> <li>Ukuran panjang, lebar dan tinggi</li> </ul> | Nani, Hana, Sofea<br>Hana, Alias, Faris, Afiq |
| Bentuk simbolik               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan gabungan angka, abjad, dan simbol.</li> </ul>                | Nani, Hana, Afiq, Faris, Alias, Sofea         |

#### 4.2.5.1 Perwakilan ungkapan algebra ke atas sebuah segi empat bagi kategori rumus

Perwakilan dan tafsiran ke atas gambarajah segi empat yang mengandungi dua sisi yang tidak diketahui dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori dalam kategori rumus. Terdapat tiga rumus yang digambarkan oleh peserta kajian yang terlibat tentang gambar rajah segi empat, iaitu perimeter, luas, dan isipadu. Tingkah laku Nani dan Sofea masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.2.5.1A dan Petikan 4.2.5.1B bagi menunjukkan perwakilan ungkapan algebra membabitkan bentuk segi empat secara rumus.

**Petikan 4.2.5.1A (Nani):** *Perwakilan ‘ungkapan algebra’ dalam rajah segi empat*

- P: Bolehkah kamu beri contoh perwakilan lain melibatkan ungkapan algebra?  
 R: Luas.  
 P: Boleh kamu jelaskan, macam mana yang kamu maksudkan dengan ‘luas’?  
 R: (Murid terus melukis di kertas)



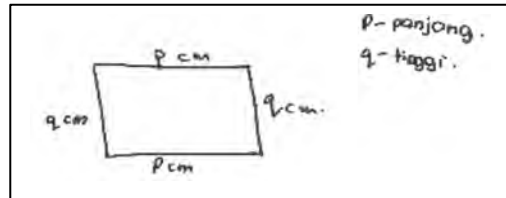
**Petikan 4.2.5.1B (Sofea):** Perwakilan ungkapan algebra dalam rajah segi empat

P: Ini adalah bentuk segi empat, apakah yang kamu boleh jelaskan tentang perkara yang diwakili ke atas rajah ini?

R: Panjang sisi tidak diketahui.

R: Boleh kamu wakikan perkara tersebut?

R: (Murid menulis) ditandakan ' $p$ ' dan ' $q$ '.



P: Boleh kamu jelaskan, perwakilan kamu lakukan ke atas bentuk segi empat ini?

R: Perimeter.

:

P: Ada lagi perkara lain yang kamu boleh wakikan ke atas bentuk ini?

R: Luas, darabkan dua sisi yang berbeza, contohnya ' $p$  cm' darab ' $q$  cm' dapat ' $pq$  cm' kuasa dua.

Berdasarkan Petikan 4.2.5.1A dan Petikan 4.2.5.1B, peserta kajian menggunakan tiga rumus dengan mewakilkan panjang sisi dengan huruf tertentu bagi menjelaskan tentang perwakilan yang membabitkan bentuk segi empat yang dipaparkan. Semua peserta kajian didapati terlibat dalam menjelaskan perwakilan dalam kategori rumus membabitkan rumus perimeter dan luas. Perimeter dinyatakan oleh semua peserta kajian sebagai jumlah sisi bagi segiempat. Manakala rumus luas pula, diwakilkan oleh semua peserta kajian dengan pendaraban ke atas panjang dan lebar segi empat . Bagi rumus isipadu, hanya tiga orang peserta kajian sahaja yang terlibat iaitu Nani, Afiq, dan Faris yang mengaitkan bentuk segi empat dengan kubus dan menyatakan sebagai hasil pendaraban tiga sisi berbeza kubus membabitkan panjang, lebar, dan tinggi. Semua rumus yang dipaparkan oleh peserta kajian merangkumi sisi yang tidak diketahui nilainya. Secara keseluruhan, semua peserta kajian ini membuat perwakilan ke atas bentuk segi empat dengan ungkapan algebra dalam kategori rumus.

#### 4.2.5.2 Perwakilan ungkapan algebra ke atas sebuah segi empat bagi kategori operasi asas aritmetik

Perwakilan ke atas gambar rajah segi empat turut dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori operasi asas dalam aritmetik. Terdapat dua operasi asas membabitkan operasi darab dan tambah ke atas sebutan bagi mewakili hubungan antara sisi segi empat. Empat peserta kajian didapati memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Sofea dipaparkan dalam Petikan 4.2.5.2A bagi menunjukkan perwakilan ungkapan algebra ke atas bentuk segi empat dalam kategori operasi asas dalam aritmetik.

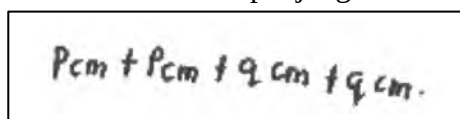
**Petikan 4.2.5.2A (Sofea):** *Perwakilan ungkapan algebra dalam rajah segi empat*

P: Ini adalah bentuk segi empat, apakah yang kamu boleh jelaskan tentang rajah ini?

R: Panjang sisi tidak diketahui.

:

R: Tambahkan semua panjang dua sisi ini, (sambil menulis di atas kertas).


$$p\text{ cm} + p\text{ cm} + q\text{ cm} + q\text{ cm}.$$

P: Ada lagi perkara lain yang kamu boleh jelaskan tentang bentuk ini?

R: ..... contohnya ' $p\text{ cm}$ ' darab ' $q\text{ cm}$ ' dapat ' $pq\text{ cm}$ ' kuasa dua.

:

:

Berdasarkan Petikan 4.2.5.2A, peserta kajian mewakili bentuk segi empat dengan operasi asas dalam aritmetik membabitkan operasi tambah dan darab. Peserta kajian menggunakan penambahan ke atas sisi yang tidak diketahui bagi segi empat bagi menjelaskan pengiraan ke atas perimeter bentuk tersebut. Selain itu, peserta kajian turut memaparkan pendaraban dua sisi segi empat yang tidak diketahui nilainya bagi mewakili luas bentuk segi empat. Perwakilan rajah segi empat membabitkan isipadu, peserta kajian memaparkan pendaraban nilai yang tidak diketahui membabitkan tiga sisi bentuk segi empat.

#### 4.2.5.3 Perwakilan ungkapan algebra ke atas sebuah segi empat bagi kategori ukuran

Perwakilan ke atas gambar rajah segi empat turut dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori ukuran. Semua peserta kajian terbabit dalam memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dan Alias masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.2.5.3A dan Petikan 4.2.5.3B bagi menunjukkan perwakilan ke atas bentuk segi empat dalam kategori nilai ukuran.

**Petikan 4.2.5.3A (Hana):** *Perwakilan ungkapan algebra dalam rajah segi empat*

- P: Ini adalah bentuk segi empat dengan ditandakan ' $x$ ' dan ' $2x$ ', apa yang kamu boleh jelaskan tentang rajah ini?
- :
- R: Tentukan ukuran.
- P: Apakah yang kamu maksudkan dengan ' $2\text{ cm}$ '?
- R: Nilai ini maksudnya panjang sisi bagi bentuk segi empat ini.
- P: Baik, jika bagaimana dengan ' $2x\text{ cm}$ ' dan ' $x\text{ cm}$ ', apakah yang diwakilkan?
- R: Mewakili ukuran bagi sisi ini.
- P: Apa yang kamu boleh cari daripada gambar rajah ini?
- R: Bilangan ukuran, ukuran untuk sisi yang ditandakan dengan huruf ' $x$ '.
- :
- P: Baik, boleh kamu jelaskan lagi?
- R: Sebab huruf ' $x$ ' ni mewakili satu, jadi darabkan dengan nilai 2 ini (sambil menunjuk pada sebutan ' $2x$ '), jadi dapat dua, kemudian ' $x$ ' darab dengan ' $x$ ', jadilah dua ' $x$ ' kuasa dua.

**Petikan 4.2.5.3B (Alias):** *Perwakilan ungkapan algebra dalam rajah segi empat*

- :
- R: Ukur keliling.
- P: Boleh jelaskan ukur keliling bagaimana?
- R: Macam tiga sisi ini, tambah dua sisi ini, (sambil tunjuk kertas), dua sentimeter di tepi, dan tiga sentimeter di bahagian bawah.
- P: Baik, huruf ' $x$ ' ini menggambarkan apa?
- R: Ukuran sisi tepi.
- P: Bagaimana, dengan huruf ' $y$ ' ini?
- R: Ukuran bagi panjang sisi bawah.
- P: Ada lagi yang kamu boleh jelaskan berkaitan dengan gambarajah ini?
- R: Panjang darab lebar darab tinggi.
- :

Berdasarkan Petikan 4.2.5A dan Petikan 4.2.5B peserta kajian membuat perwakilan ke atas bentuk segi empat dalam ungkapan algebra sebagai ukuran sisi yang tidak diketahui nilainya. Penggunaan beberapa perkataan membabitkan ‘panjang’, ‘lebar’ dan ‘tinggi’ bagi menggambarkan ukuran sisi yang berbeza bagi segi empat. Peserta kajian turut menggunakan sebutan algebra dalam mewakili setiap sisi, contohnya ‘ $x$ ’ dan ‘ $2x$ ’. Dalam perwakilan yang dipaparkan oleh peserta kajian, ungkapan algebra digunakan dalam bentuk segi empat bagi menerangkan tentang konsep nilai yang tidak diketahui dan boleh mengambil sebarang nilai berangka menjelaskan tentang ukuran panjang dan lebar bentuk tersebut. Oleh itu, sebarang perkara yang tidak diketahui nilainya, peserta kajian mewakilkan perkara tersebut menggunakan pemboleh ubah, yang boleh digantikan dengan sebarang nilai. Secara keseluruhan, perwakilan ke atas bentuk segi empat tertumpu pada penggunaan nilai sebagai panjang sisi yang tidak diketahui, yang boleh mengambil sebarang nilai.

#### **4.2.5.4 Perwakilan ungkapan algebra ke atas sebuah segi empat bagi kategori bentuk simbolik**

Perwakilan ungkapan algebra dalam rajah segi empat dengan sisi yang tidak diketahui juga dipaparkan dalam kategori bentuk simbolik. Semua peserta kajian memberikan penjelasan dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.2.54A menunjukkan penjelasan tentang perwakilan ungkapan algebra ke atas rajah segi empat dalam bentuk simbolik.

***Petikan 4.2.5.4A (Faris): Perwakilan ungkapan algebra dalam rajah segi empat***

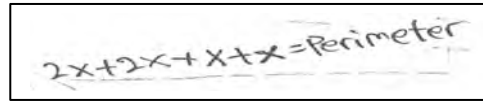
- P: Ini adalah bentuk segi empat dengan ditandakan ‘ $x$ ’ dan ‘ $2x$ ’. Apa yang kamu boleh jelaskan tentang rajah ini?
- R: Huruf ‘ $x$ ’ ini untuk panjang bagi sisi ini (sambil menunjuk ke arah garisan menegak).
- P: Baik, bagaimana pula dengan ‘ $2x$ ’?
- R: Lebar (sambil menunjuk pada garisan melintang).
- P: Bolehkah kamu jelaskan perkara yang kamu dapati daripada gambar rajah ini?



R: Perimeter.

P: Cuba kamu jelaskan bagaimana?

R: (Murid menulis).



A rectangular box containing the handwritten equation  $2x + 2x + x + x = \text{Perimeter}$  in cursive script.

P: Selepas itu, apakah yang perlu dilakukan?

R: Tambah semua ini.

P: Apakah yang kamu maksudkan dengan tambah semua itu ?

R: Dua 'x' tambah dua 'x' tambah 'x' tambah 'x'.

:

Berdasarkan petikan di atas, bentuk simbolik digunakan oleh peserta kajian bagi mewakili dua perkara yang terdapat pada rajah segi empat, iaitu kuantiti yang tidak diketahui nilainya dan hubungan antara dua atau lebih kuantiti. Semua peserta kajian menyatakan perwakilan dan penjelasan dalam bentuk simbolik. Tafsiran peserta kajian ke atas perwakilan ungkapan algebra bagi rajah segi empat membabitkan hubung kait antara huruf yang digunakan dengan konsep ukur keliling, luas, dan isipadu. Bentuk simbolik yang dinyatakan dalam tafsiran ini merangkumi huruf, angka, dan simbol '+', '×', dan simbol '='. Selain itu, huruf 'cm' turut digunakan peserta kajian, dan dinyatakan sebagai unit standard bagi pengukuran panjang. Penjelasan dalam bentuk simbolik yang dinyatakan oleh peserta kajian merangkumi angka, huruf, simbol '+', '×', dan simbol '='.

Secara keseluruhan, perwakilan ungkapan algebra membabitkan bentuk segi empat yang dinyatakan oleh semua peserta kajian terdiri daripada tiga bentuk yang berbeza, iaitu rumus, operasi asas dalam aritmetik, nilai sebagai ukuran, dan bentuk simbolik. Didapati semua peserta kajian memaparkan perwakilan dan penjelasan ungkapan algebra ke atas rajah segi empat dalam tiga kategori, iaitu rumus, ukuran sisi, dan bentuk simbolik. Oleh itu, dua bentuk ini mendominasi perwakilan rajah segi empat dengan menggunakan perkara yang berkaitan ungkapan algebra.

Selain itu, perwakilan yang dipaparkan oleh semua peserta kajian ke atas rajah segi empat dalam cara berbeza berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Setiap peserta kajian didapati memberikan perwakilan melebihi daripada satu konteks membabitkan kategori rumus, ukuran, operasi dalam aritmetik, bentuk simbolik. Nani, Faris, Sofea, dan Alias memaparkan semua kategori perwakilan. Manakala dua peserta kajian yang lain, iaitu Hana dan Afiq memaparkan tiga kategori mewakili ungkapan algebra dalam bentuk segi empat membabitkan kategori rumus, ukuran, dan bentuk simbolik. Hal ini menunjukkan semua peserta kajian mempunyai pelbagai konteks pengetahuan tentang perwakilan rajah segi empat membabitkan ungkapan algebra.

#### 4.2.6 Perwakilan Ungkapan Algebra membabitkan Graf

Dalam kajian ini, satu gambar rajah yang mengandungi palang menegak dan mengufuk tanpa sebarang nilai diberikan. Perwakilan yang dipaparkan oleh peserta kajian ke atas gambar rajah tersebut dikelaskan kepada empat bentuk, iaitu naratif bahasa, hubung kait antara dua pemboleh ubah, grafik, dan notasi bersimbol. Jadual 4.2.6, menunjukkan ringkasan perwakilan dan penjelasan ke atas graf yang diberikan oleh semua peserta kajian.

Jadual 4.2.6

*Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf*

| Kategori                             | Huraian                                                                                                                       | Peserta kajian                        |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Naratif bahasa                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan perkataan dan ayat tertentu.</li> </ul>                       | Nani, Afiq, Hana, Faris, Sofea, Alias |
| Hubung kait antara dua pemboleh ubah | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan hubungan saling bersandar antara dua pemboleh ubah</li> </ul> | Nani, Afiq, Hana, Faris, Sofea, Alias |

Jadual 4.2.6 (sambungan)

| Kategori         | Huraian                                                                                                       | Peserta Kajian     |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Grafik           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan lukisan tertentu.</li> </ul>                  | Nani, Faris        |
| Notasi bersimbol | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan gabungan angka, abjad, dan simbol.</li> </ul> | Nani, Hana, Faris, |

#### 4.2.6.1 Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf dalam kategori naratif bahasa

Perwakilan ke atas rajah berpalang yang dipaparkan oleh peserta kajian ini secara naratif merangkumi ayat atau perkataan tertentu yang mana sukar untuk digambarkan secara simbolik. Beberapa perkara yang berkaitan dengan persekitaran peserta kajian, antaranya; bas, basikal, motosikal, kuantiti barang digunakan oleh mereka dalam mewakili rajah berpalang. Tingkah laku Alias dan Hana masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.2.6.1A dan Petikan 4.2.6.1B, menunjukkan contoh perwakilan dalam konteks ini.

##### ***Petikan 2.4.2A (Alias): Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf***

- :
- P: Apakah yang kamu boleh wakikan dengan graf ini?
- R: Sebab ada dua garisan yang ada anak panah ini, pelbagai perkara boleh lukis pada garisan ini.
- P: Baik, boleh kamu tunjukkan satu contoh?
- R: (Murid menulis huruf 'h' dan 'l' pada paksi mencancang dan menegak).
- P: Boleh kamu jelaskan tentang perkara ini?
- R: (Murid menulis).
- P: Baik, ada lagi perkara lain yang hendak kamu wakil di rajah ini?
- R: ..... tunjukkan bilangan dan tahun.
- :

**Petikan 4.2.6B (Hana):** Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf

- P: Sekarang saya bagi kamu gambar rajah ini (sambil memberi rajah graf seperti di bawah), boleh kamu jelaskan apakah rajah ini?
- R: Yang ini (sambil menunjuk ke paksi menegak dan menulis huruf yang disebut) adalah 'x', yang ini pula (menunjuk ke arah paksi melintang dan menulis huruf yang disebut) adalah 'u'?
- P: Boleh jelaskan 'x' mewakili apa?
- R: 'x' adalah bilangan (sambil menulis sesuatu di kertas), seperti jenis suatu benda.
- P: Boleh kamu bagi contoh?
- R: Bagi 'x' ini, wakikan jenis pen, manakala bagi 'u' pula mewakili warna, tapi dua-dua ini berkait sebenarnya.
- :

Berdasarkan Petikan 4.2.6.1A dan Petikan 4.2.6.1B, peserta kajian membuat perwakilan ke atas rajah berpalang dalam kategori naratif dalam bahasa. Semua peserta kajian didapati menggunakan perkataan khusus dalam perwakilan rajah berpalang. Beberapa perkataan membabitkan jenis pen, warna, tahun, kuantiti barang, bas, basikal, motosikal dan banyak lagi, digunakan oleh peserta kajian bagi mewakili dua palang yang terdapat dalam rajah. Perwakilan yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam perkataan khusus menggambarkan tentang konsep sebarang benda yang boleh berubah nilainya.

Selain itu, peserta kajian turut menjelaskan beberapa hubungan ke atas perwakilan yang dinyatakan bagi dua palang yang terkandung dalam rajah membabitkan perubahan suhu setiap bulan, kuantiti barangan, bilangan pekerja setiap tahun, pengangkutan murid ke sekolah, dan bilangan harimau terancam dalam setiap tahun. Ringkasnya, kategori naratif digunakan oleh semua peserta kajian dalam menjelaskan idea secara konseptual tentang perkara yang diwakilkan oleh paksi menegak dan mengufuk serta saling hubungan antara dua perkara tersebut.

#### 4.2.6.2 Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf dalam kategori hubung kait dua pemboleh ubah

Perwakilan ke atas rajah berpaling yang turut dipaparkan oleh peserta kajian ini dalam kategori hubung kait antara dua pemboleh ubah yang merangkumi pemboleh bersandar dan tidak bersandar. Peserta kajian ini menggunakan konsep dalam bidang luar matematik bagi menjelaskan tentang hubung kait antara pemboleh ubah yang mewakili palang menegak dan mengufuk yang diberikan dalam rajah berpaling. Semua peserta kajian memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Hana masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.2.6.2A, menunjukkan contoh perwakilan ungkapan algebra membabitkan paksi menegak, dan mengufuk dalam bentuk konseptual.

**Petikan 4.2.6.2A (Hana):** Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf

:

P: Boleh jelaskan kaitan yang bagaimana?

R: Dua palang ini saling bersandarkan antara satu sama lain. Contohnya paksi melintang ini mewakili bulan dan jadi paksi tegak ini mewakili suhu.

P: Adakah kedua-dua huruf ini mewakili benda yang diketahui nilainya atau yang berubah?

R: Benda yang berubah.

P: Apakah yang kamu maksudkan berubah itu?

R: Contohnya beberapa darjah celsius.

P: Bagaimana pula dengan bulan?

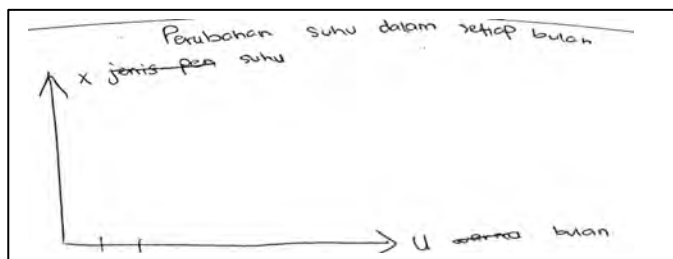
R: Ia mewakili setiap bulan. Contohnya apa yang terjadi pada bulan pertama, berapa suhu dicatatkan kemudian bulan kedua pula.

P: Baik, pada pendapat kamu apakah yang gambar rajah ini wakilkkan?

R: Perubahan suhu.

P: Perubahan suhu bagaimana?

R: Dalam setiap bulan (sambil menulis tajuk di bahagian atas graf yang diberikan).



Berdasarkan Petikan 4.2.6.2A, peserta kajian menggunakan pemboleh ubah dalam menjelaskan perkara yang diwakilkan ke atas paksi menegak dan mengufuk. Didapati semua peserta kajian membuat perwakilan ungkapan algebra ke atas rajah berpaling dengan menggunakan konsep pemboleh ubah bersandarkan. Penjelasan semua peserta kajian secara naratif merujuk pengetahuan sedia ada tentang pemboleh ubah yang dimanipulasi dan bergerak balas tentang perkara yang mewakili kedua-dua paksi, dan hubung kait antara dua paksi. Peserta kajian juga menjelaskan rajah graf berpaling berdasarkan pengalaman sedia yang telah dipelajari oleh mereka semasa di dalam kelas dan perkara yang terdapat di persekitaran. Beberapa perkara yang dinyatakan oleh peserta kajian bagi menjelaskan tentang hubungan antara paksi menegak dan mengufuk membabitkan perubahan suhu setiap bulan, kuantiti barangan, bilangan pekerja setiap tahun, pengangkutan murid ke sekolah, dan bilangan harimau terancam dalam setiap tahun. Kesimpulannya, perwakilan dalam kategori hubung kait antara dua pemboleh ubah dipaparkan oleh semua peserta kajian dalam menjelaskan idea tentang konsep hubungan yang saling bersandarkan membabitkan pemboleh ubah bergerak balas dan pemboleh ubah yang dimanipulasikan.

#### **4.2.6.3 Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf dalam kategori notasi bersimbol**

Perwakilan garis menegak dan mengufuk dalam rajah berpaling juga dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori notasi bersimbol. Dua huruf yang berlainan digunakan bagi mewakili dua palang yang berbeza dan menjelaskan yang perkara yang wakilkkan itu berubah-berubah dan boleh mengambil sebarang nilai. Tiga peserta kajian memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku

Faris dalam Petikan 4.2.6.3A menunjukkan contoh perwakilan dan penjelasan membabitkan paksi menegak dan mengufuk.

**Petikan 4.2.6.3A (Faris): Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf**

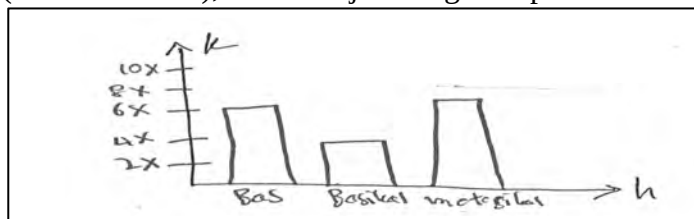
...

P: Baik, apakah boleh diwakili oleh dua palang ini?

R: Ada bilangan dekat sini, contoh bilangan pelajar.

P: Baiklah kamu tunjukkan bagaimana?

R: (Murid menulis), baru sahaja buat graf seperti ini.



P: Adakah graf yang kamu pernah lukis membabitkan bahagian tengah ini yang kosong sahaja?

R: Bentukkan graf daripada tanda titik yang diletakkan.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Contohnya bilangan menaiki bas berapa orang ditanda pada ruangan bas dan bilangan murid, kemudian bilangan menaiki basikal pula ditandakan, dan akhir sekali bilangan manaiki kereta. Selepas itu sambung semua titik itu dan menghasilkan graf.

P: Baik, ada lagi perkara lain kamu ingin jelaskan?

R: Tiada.

Berdasarkan Petikan 4.2.6E, peserta kajian menggunakan bentuk simbolik yang membabitkan angka dan huruf dalam perwakilan ke atas paksi menegak dan mengufuk. Penggunaan huruf yang berlainan oleh peserta kajian ini bagi mewakili paksi menegak dan mengufuk menjelaskan saling hubung antara dua paksi tersebut. Huruf yang digunakan oleh peserta kajian juga bagi menjelaskan tentang kuantiti yang tidak diketahui nilainya dan boleh digantikan dengan sebarang nilai. Dalam kes tertentu (iaitu Faris), perwakilan dalam bentuk sebutan algebra membabitkan huruf dan angka bagi menjelaskan tentang bilangan murid dalam gandaan khusus bersandarkan dengan jenis pengangkutan yang dinaiki untuk ke sekolah. Penggunaan angka khusus (dalam kes Nani) pada paksi mengufuk menggambarkan tentang tahun tertentu yang menjelaskan tentang nilai tetap.

#### 4.2.6.4 Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf dalam kategori grafik

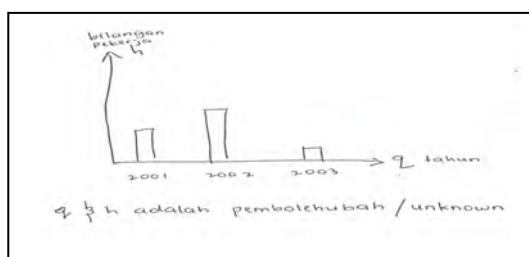
Perwakilan ke atas garis menegak dan mengufuk dalam rajah berpalang juga dijelaskan oleh peserta kajian dalam kategori grafik, yang membabitkan lukisan beberapa bentuk segi empat di antara dua garisan tersebut. Dua peserta kajian memberikan perwakilan dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dipaparkan dalam Petikan 4.2.6.4A menunjukkan perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf dalam kategori grafik.

**Petikan 4.2.6.4A (Nani):** Perwakilan ungkapan algebra membabitkan graf

:

P: Apakah yang kamu wakikan kamu pada graf ini?

R: (Murid menulis di rajah tersebut).



P: Adakah nama khusus bagi perkara yang kamu wakikan dengan huruf 'q' dan 'h'?

R: Pemboleh ubah.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Sebab boleh wakikan dengan pelbagai perkara, yang boleh berubah-ubah.

P: Kenapa kamu kata begitu, boleh jelaskan?

R: Sebab nilai bagi perkara yang diwakikan tidak di ketahui dan boleh berubah-ubah dari satu nilai ke satu nilai yang lain.

P: Baik, ada lagi penjelasan lain tentang perwakilan ke atas graf ini?

R: Tidak ada.

Berdasarkan Petikan 4.2.6.4A, peserta kajian membentuk perwakilan ke atas rajah berpalang secara grafik membabitkan lakaran berbentuk segi empat di antara dua paksi. Dalam perwakilan tersebut, peserta kajian yang terlibat bagi menjelaskan tentang hubungan saling bersandar antara paksi tegak dan paksi mengufuk membabitkan bilangan pekerja dengan tahun dan bilangan murid dengan jenis pengangkutan yang dinaiki ke sekolah. Perwakilan ke atas paksi menegak dan



mengufuk dengan dua perkara berbeza yang saling bersandarkan dirujuk oleh peserta kajian dengan suatu sebarang nilai yang berubah-ubah. Bentuk segi empat dilukis oleh peserta kajian bagi menjelaskan tentang perbezaan bilangan antara perkara yang diwakilkan.

Secara keseluruhan, perwakilan dan penjelasan oleh semua peserta kajian tentang rajah yang mengandungi garis menegak dan mengufuk merangkumi empat kategori yang berbeza, iaitu naratif dalam bahasa, hubungan kait antara dua pemboleh ubah, notasi bersimbol dan grafik. Penjelasan yang diberikan oleh semua peserta kajian ke atas perwakilan tertumpu pada konsep pemboleh ubah, dan saling hubungan antara dua pemboleh ubah tersebut. Dua kategori ini mendominasi perwakilan ke atas rajah berpaling yang mengandungi garisan menegak dan mengufuk.

Semua peserta kajian didapati memberikan penjelasan ke atas perwakilan yang dilakukan melebihi daripada satu konteks membabitkan kategori naratif dalam bahasa, hubungan kait antara dua pemboleh ubah, notasi bersimbol dan grafik. Nani memaparkan perwakilan dalam semua kategori. Hana dan Faris memaparkan tiga perwakilan dan penjelasan ke atas perwakilan tersebut dalam kategori naratif, hubungan kait antara dua pemboleh ubah, dan notasi bersimbol. Manakala tiga peserta kajian yang lain, iaitu Sofea, Afiq, dan Alias memaparkan dua cara mewakili ungkapan algebra dalam rajah berpaling iaitu naratif dan hubungan kait antara dua pemboleh ubah. Ini menunjukkan semua peserta kajian mempunyai pelbagai konteks pengetahuan tentang perwakilan ungkapan algebra membabitkan rajah yang mengandungi garisan menegak dan mengufuk.

#### 4.2.7 Rumusan tentang Perwakilan

Perwakilan merentasi kes bagi enam peserta kajian membabitkan masalah ayat algebra yang mengandungi tiga situasi yang berbeza membabitkan '*bilangan yang tidak diketahui*', '*dua perkara yang bilangan tidak diketahui*' dan '*tiga perkara berbeza dengan satu daripadanya adalah nilai tetap*'. Peserta kajian turut mewakilkan ungkapan algebra dalam situasi yang rawak. Selain itu, perwakilan juga membabitkan gambar rajah yang mengandungi bentuk segi empat dan graf yang hanya mengandungi paksi menegak dan mengufuk pula, masing-masing merangkumi lima dan empat kategori yang berbeza. Berikut adalah rumusan perwakilan dan tafsiran merentasi kes kajian ini:

1. Situasi ayat algebra '*kuantiti yang tidak diketahui nilainya*' merangkumi lima kategori perwakilan, iaitu notasi bersimbol, nilai berangka, pemboleh ubah, naratif dalam konteks bahasa, dan grafik. Kategori naratif dalam konteks bahasa, pemboleh ubah, dan notasi bersimbol mendominasi perwakilan ke atas situasi ini.
2. Situasi ayat algebra '*dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya*' merangkumi enam kategori perwakilan, iaitu ungkapan algebra, nilai berangka, pemboleh ubah, naratif dalam konteks bahasa, grafik, dan operasi asas. Kategori naratif dalam konteks bahasa dan ungkapan algebra mendominasi perwakilan ke atas situasi ini.
3. Situasi ayat algebra '*dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya bersama satu nilai tetap*' merangkumi empat kategori perwakilan, iaitu ungkapan algebra, nilai berangka, naratif dalam konteks bahasa, dan grafik. Kategori ungkapan algebra mendominasi perwakilan ke atas situasi ini.

4. Perwakilan membabitkan ungkapan algebra secara rawak merangkumi lima kategori, iaitu naratif dalam konteks bahasa, pemboleh ubah, bentuk simbolik, grafik, dan rumus. Kategori bentuk simbolik mendominasi perwakilan ke atas situasi ini.
5. Perwakilan membabitkan ungkapan algebra dalam rajah segi empat merangkumi empat kategori, iaitu operasi asas dalam aritmetik, ukuran, bentuk simbolik, dan rumus. Kategori rumus, ukuran, dan bentuk simbolik mendominasi perwakilan ke atas situasi ini.
6. Perwakilan membabitkan ungkapan algebra dalam rajah berpaling merangkumi empat kategori, iaitu naratif dalam konteks bahasa, hubungan antara dua pemboleh ubah, notasi bersimbol, dan grafik. Kategori bentuk simbolik mendominasi perwakilan ke atas situasi ini.

Secara keseluruhannya, perwakilan dan tasiran membabitkan ungkapan algebra sama ada dalam masalah algebra berayat atau rajah dinyatakan oleh semua peserta kajian dalam cara yang berbeza. Dalam semua perwakilan yang dipaparkan oleh peserta kajian ini, kategori secara naratif dalam bahasa banyak digunakan sebagai gambaran awal yang tentang sesuatu masalah dan menjelaskan masalah tersebut dalam bentuk yang lebih ringkas berdasarkan maklumat dari pengetahuan sedia ada mereka. Perwakilan dalam kategori notasi bersimbol, bentuk simbolik, ungkapan algebra, dan pemboleh ubah pula tertumpu kepada penggunaan angka, huruf dan simbol operasi oleh semua peserta kajian bagi mewakili masalah yang dipaparkan dalam bentuk yang lebih mudah dan mengandungi konsep tertentu. Manakala perwakilan dalam kategori grafik dan rumus oleh peserta kajian, didapati lebih tertumpu untuk menjelaskan tentang saling hubungan antara dua dan lebih pemboleh ubah yang diwakili.

### 4.3 Makna

Konstruk makna merujuk struktur konsepsi yang digunakan oleh murid dalam mentafsirkan dan menyusun pengalaman mereka, dan struktur tersebut sentiasa terdedah untuk dipinda atau diubah oleh pengalaman yang ditafsirkan atau disusun itu (von Glasersfeld, 1996). Aktiviti membabitkan makna bertujuan untuk mengenal pasti tafsiran yang dibuat oleh peserta kajian tentang beberapa perkara yang berkaitan dengan ungkapan algebra, yang mana empat daripadanya ialah pemboleh ubah, pemalar, menilai ungkapan, dan operasi asas dalam ungkapan. Empat kotak pemprosesan dibina untuk mengenal pasti tafsiran peserta kajian tentang perkara terbabit, iaitu Kotak A, Kotak B, Kotak C, dan Kotak D. Secara khusus, kajian ini bertumpu kepada perkara yang digambarkan, diterjemahkan, dan dihuraikan oleh peserta kajian berdasarkan pemahamannya pada masa tertentu dalam mentafsirkan perkataan atau simbol yang diberikan. Berikut adalah tafsiran yang diberikan oleh enam peserta kajian tentang makna tentang pemboleh ubah, pemalar, nilai ungkapan, dan operasi asas dalam ungkapan.

#### 4.3.1 Makna tentang Pemboleh Ubah

Dalam kajian ini, idea pemboleh ubah yang ditafsirkan oleh enam peserta kajian ke atas 'Kotak A' dikelaskan kepada tiga kategori, iaitu nilai yang berubah-ubah, naratif dalam konteks bahasa, dan pendaraban nilai. Jadual 4.3.1 menunjukkan ringkasan tafsiran tentang 'Kotak A' yang diberikan oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.3.1

*Idea tentang pemboleh ubah*

| Kategori                | Huraian                                                                                                                      | Peserta Kajian                        |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Nilai yang berubah-ubah | <ul style="list-style-type: none"><li>Perkara yang membabitkan sebarang nilai dinyatakan secara simbol dan naratif</li></ul> | Nani, Afiq, Hana, Faris, Sofea, Alias |

Jadual 4.3.1 (sambungan)

| Kategori                               | Huraian                                                                                                                                                                                   | Peserta Kajian                                   |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Nilai yang berubah-ubah                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan benda yang berubah-ubah.</li> <li>Perkara yang membabitkan perkataan '<i>Pemboleh Ubah</i>' atau '<i>Anu</i>'.</li> </ul> | Hana<br><br>Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias Sofea |
| Naratif dalam konteks bahasa           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sebarang benda yang membabitkan perkataan tertentu.</li> </ul>                                                                                     | Hana, Sofea                                      |
| Pendaraban nilai ( <i>multiplier</i> ) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan sebarang benda yang didarabkan dengan tiga'.</li> </ul>                                                                   | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias Sofea             |

#### 4.3.1.1 Idea pemboleh ubah dalam kategori nilai berubah-ubah

Tafsiran tentang ‘Kotak A’ yang dinyatakan oleh peserta kajian dalam kategori nilai yang berubah-ubah membabitkan sebarang nilai yang terdiri daripada angka, huruf dan simbol. Peserta kajian menjelaskan pelbagai perkara membabitkan gambaran, penjelasan, dan hubung kait ke atas proses yang berlaku dalam Kotak A secara simbol dan naratif. Semua peserta kajian memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tingkah laku Sofea dipaparkan dalam Petikan 4.3.1.1A menunjukkan contoh tafsiran tentang ‘Kotak Pemprosesan A’ dalam kategori nilai yang berubah-ubah.

**Petikan 4.3.1.1B (Sofea):** *Idea yang menggambarkan pemboleh ubah.*

$$\begin{array}{c} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ F \\ F \\ F \\ F \\ F \\ F \\ \vdots \end{array}$$

P: Baiklah, pada pendapat kamu apakah yang diproses oleh oleh kotak ini?

R: Semua nilai boleh.

P: Boleh kamu jelaskan yang kamu maksudkan semua nilai?

R: Nilai, huruf dan simbol.

P: Adakah nilai, huruf dan simbol ini atau yang tertentu saja yang boleh dimasukkan?

R: Semua nilai boleh diproseskan.

Berdasarkan Petikan 4.3.1A di atas, peserta kajian mentakrifkan idea tentang Kotak Pemprosesan A sebagai nilai yang berubah-ubah. Semua peserta kajian terlibat dalam memberikan tafsiran tentang Kotak A dalam konteks ini. Tafsiran peserta kajian sebagai nilai yang berubah-ubah merangkumi angka, huruf, dan simbol. Gambaran dan perbandingan nilai dalam mentakrifkan idea 'Kotak A' yang diberikan oleh peserta kajian membabitkan sebarang nilai boleh diproses bergantung kepada perkara yang dimasukkan, yang mana jika angka dimasukkan hasilnya adalah angka. Manakala apabila huruf pula yang diproses, hasilnya adalah gabungan huruf dan angka, contohnya '3p' dan '3q'. Seterusnya, jika simbol pula diproses, hasilnya adalah gabungan angka dan simbol, contohnya '3γ'. Oleh itu, tafsiran ke atas hasil yang didapati daripada Kotak Pemprosesan A merujuk sebarang nilai.

#### **4.3.1.2 Idea pemboleh ubah dalam kategori naratif bahasa**

Tafsiran tentang idea Kotak A yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori naratif dalam konteks bahasa merangkumi perkataan '*pemboleh ubah*' dan '*anu*'. Tafsiran tentang idea sebarang nilai dijelaskan oleh peserta kajian dengan perkataan '*pemboleh ubah*' dan '*anu*'. Semua peserta kajian memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dan Afiq dalam Petikan 4.3.1.2A dan Petikan 4.3.1.2B menunjukkan contoh tafsiran tentang 'Kotak Pemprosesan A' dalam kategori naratif dalam konteks dalam bahasa.

***Petikan 4.3.1.2A (Nani): Idea yang menggambarkan pemboleh ubah.***

- P: Apakah pendapat kamu tentang nilai yang boleh di masukkan ke dalam kotak ini?  
R: Macam macam nilai boleh.  
P: Bagaimana dengan huruf dan simbol?  
R: Huruf dan simbol juga boleh diproses.  
P: Adakah nama khusus untuk semua nilai, huruf, dan simbol?  
R: Anu.  
P: Boleh kamu jelaskan maksud anu?  
R: Pemboleh ubah.  
P: Anu atau pemboleh ubah?

- R: Sama.  
P: Jadi mana yang lebih sesuai digunakan?  
R: Dua-dua pun boleh, anu untuk nilai yang kita tidak tahu, pemboleh ubah untuk huruf dan simbol.  
:  
:  
R: Macam macam benda boleh diletakkan.  
P: Boleh kamu tafsirkan apakah yang kotak A ini proses?  
R: Pemboleh ubah.

**Petikan 4.3.1.2B (Afiq):** *Idea yang menggambarkan pemboleh ubah.*

- :  
:  
P: Apakah nama khusus untuk semua nilai, huruf dan simbol ini?  
R: Anu.  
P: Boleh jelaskan maksud 'anu' itu?  
R: Nilai yang tidak diketahui.  
P: Bagaimana pula dengan pemboleh ubah?  
R: (Murid termenung lama).  
P: Bolehkah semua nilai, huruf, dan simbol ini dipanggil pemboleh ubah atau hanya 'anu' sahaja?  
R: Pemboleh ubah boleh juga.  
P: Boleh jelaskan kenapa?  
R: Pemboleh ubah itu, seperti untuk menggantikan sesuatu objek atau benda  
P: Kamu gantikan macam mana?  
R: Guna huruf atau simbol.  
P: Pada pendapat kamu yang mana sesuai untuk menggambarkan Kotak A, anu atau pemboleh ubah?  
R: Dua-dua boleh.

Berdasarkan Petikan 4.3.1.2A dan Petikan 4.3.1.2B, tafsiran peserta kajian tentang idea Kotak A dinyatakan secara naratif dalam konteks bahasa membabitkan perkataan '*pemboleh ubah*' atau '*anu*'. Semua peserta kajian menyatakan tafsiran tentang Kotak A dalam kategori ini. Tafsiran peserta kajian ke atas Kotak A sebagai pemboleh ubah membabitkan idea yang difokuskan kepada perkara yang berubah-ubah nilainya. Manakala anu pula, ditafsirkan oleh peserta kajian tentang nilai yang tidak diketahui. Gambaran dan perbandingan yang diberikan oleh peserta kajian menjelaskan bahawa sebarang perkara yang dihasilkan daripada 'Kotak Pemprosesan A' bersandarkan dengan perkara yang dimasukkan ke dalam kotak tersebut. Berdasarkan hasil dan perkara yang dimasukkan, peserta kajian mentafsirkan perkara tersebut sebagai perkara yang boleh diubah bentuk dan nilai. Peserta kajian turut

menjelaskan bahawa perkara yang dimasukkan ke dalam ‘Kotak A’ boleh mengambil sebarang nilai, yang mana nilai tersebut tidak diketahui. Oleh itu, semua peserta kajian tafsirkan idea tentang ‘Kotak A’ sebagai pemboleh ubah dan anu.

Selain itu, tafsiran peserta kajian tentang idea Kotak A dalam kategori naratif dalam konteks bahasa turut merangkumi perkataan lain. Tafsiran peserta kajian ke atas idea ‘Kotak A’ terdiri daripada gambaran, penjelasan, dan hubung kait mengenai suatu perkara yang berubah-ubah dengan menggunakan perkataan tertentu. Dua orang peserta kajian memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dalam Petikan 4.3.1.2C menunjukkan tafsiran tentang ‘Kotak Pemprosesan A’ secara naratif membabitkan perkataan tertentu.

***Petikan 4.3.1.2C (Hana): Idea yang menggambarkan pemboleh ubah.***

:

P: Apakah lagi yang kotak ini boleh proses?

R: Mungkin keropok.

P: Boleh jelaskan kenapa kamu kata keropok pun boleh?

R: Sebab sebarang perkara boleh diproses.

P: Ada lagi perkara lain daripada tu?

R: (Murid termenung seketika), baju.

P: Apakah yang kamu maksudkan dengan proses keropok dan baju?

R: Maksudnya 3 kali keropok atau 3 kali baju.

P: Boleh kamu jelaskan perkara yang diproses dalam kotak A Adakah maksudnya Dalam Kotak A?

R: Semua benda boleh diproses, benda itu boleh jadi nilai, huruf, simbol, atau apa-apa sahaja.

P: Boleh kamu bagi satu nama untuk semua perkara yang boleh diproses?

R: Pemboleh ubah.

P: Kenapa kamu kata pemboleh ubah?

R: Benda yang ini (sambil menunjuk perkara yang dimasukkan ke dalam Kotak A) boleh berubah.

P: Boleh kamu jelaskan yang kamu maksudkan?

R: Sebab 1 bertukar 3, jadi berubah.

Berdasarkan Petikan 4.3.1.2C di atas, tafsiran peserta kajian tentang idea Kotak A dinyatakan secara naratif membabitkan perkataan tertentu. Beberapa perkataan seperti ‘keropok’ dan ‘baju’ digunakan oleh peserta kajian bagi menggambarkan



konsep '*benda yang berubah-ubah*'. Dua peserta kajian didapati menyatakan tafsiran dalam kategori ini. Tafsiran peserta kajian ke atas Kotak A menggunakan perkataan seperti keropok, topi, buah epal, dan baju bagi menggambarkan idea ke atas perkara yang diproses dalam Kotak A berubah-ubah bentuk. Gambaran dan hubung kait yang diberikan oleh peserta kajian menjelaskan bahawa sebarang perkara yang dihasilkan daripada 'Kotak Pemprosesan A' bersandarkan dengan perkara yang dimasukkan ke dalam kotak tersebut. Berdasarkan hasil dan perkara yang dimasukkan, peserta kajian mentafsirkan perkara tersebut sebagai perkara yang boleh diubah bentuk. Oleh itu, semua peserta kajian tafsirkan idea tentang perkara yang diproses 'Kotak A' sebagai 'keropok' dan 'baju', yang dianggap munasabah bagi menjelaskan tentang perkara yang boleh berubah bentuk.

#### **4.3.1.3 Idea pemboleh ubah dalam kategori pendaraban nilai**

Tafsiran lain peserta kajian tentang idea 'Kotak A' dalam kategori pendaraban nilai (*multiplier*) yang membabitkan huraian '*satu benda yang didarabkan dengan tiga*'. Tafsiran peserta kajian tentang 'Kotak A' yang membabitkan gambaran, penjelasan, dan hubung kait mengenai kotak tersebut dengan sebarang perkara dalam gandaan tiga. Penjelasan yang dipaparkan oleh peserta kajian tentang 'Kotak A' dalam bentuk simbolik, grafik, dan naratif. Semua peserta kajian memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dan Faris masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.3.1.3A dan Petikan 4.3.1.3B, menunjukkan contoh tafsiran tentang 'Kotak Pemprosesan A' dalam kategori pendaraban nilai.

***Petikan 4.3.1.3A (Hana): Idea yang menggambarkan pemboleh ubah.***

P: Baik, pada pendapat kamu, apakah yang kotak A lakukan?

R: Ia darab.

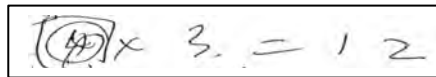
P: Boleh kamu jelaskan maksud 'ia darab'?

R: Darab, macam sifir 3.

- P: Baik, sifir 3 itu macam mana pula?  
 R: Macam, gandaan tiga.  
 P: Selain gandaan tiga, ada nama lain?  
 R: Darab 3.  
 .  
 P: Pada pendapat kamu, apakah perkara yang diproses oleh Kotak A?  
 R: Sebarang nilai boleh di proses dalam Kotak A.  
 P: Bagaimana dengan '0', bolehkah diproses juga?  
 R: Kosong tidak boleh.  
 P: Kenapa kosong tidak boleh?  
 R: Sebab kosong itu seperti tiada benda apa yang dimasukkan.  
 P: Pada pendapat kamu jika masukkan '0', apa yang didapati?  
 R: Dapat kosong.

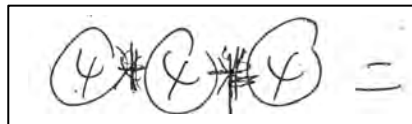
**Petikan 4.3.1.3 (Faris):** Idea yang menggambarkan pemboleh ubah.

- .  
 P: Jadi, kalau masukkan 'x', apakah yang kamu fikir akan berlaku?  
 R: 'x' ada tiga kali.  
 .  
 P: Baiklah, bolehkah kamu jelaskan bagaimana dapat 12?  
 R: Empat darab tiga, dapat dua belas.  
 P: Boleh kamu jelaskan bagaimana?  
 R: (Murid menulis), empat darabkan dengan tiga.



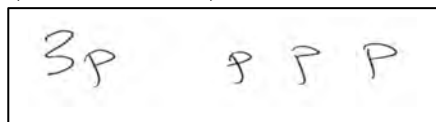
A handwritten equation inside a rectangular box:  $4 \times 3 = 12$ . The number 4 is circled, and the multiplication symbol is written as a cross.

- P: Apakah yang kamu maksudkan dengan darab tiga?  
 R: (Murid menulis nilai empat sebanyak tiga kali).



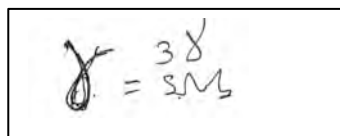
A handwritten equation inside a rectangular box:  $4 * 4 * 4 =$ . Each '4' is circled, and the multiplication symbols are written as asterisks.

- .  
 P: Baik, sekarang bagaimana pula dengan huruf 'p'?  
 R: (Murid angkat 3 jari) tiga 'p'.  
 P: Boleh kau jelaskan?  
 R: (Murid menulis).



A handwritten equation inside a rectangular box:  $3p \quad p \quad p \quad p$ . The '3' is written as a cursive '3' and the 'p's are also written in a cursive style.

- P: Bagaimana dengan simbol 'γ' pula?  
 R: Berdasarkan semua nilai dan huruf ini, hasilnya tiga kali simbol 'γ' (sambil menulis nilai tersebut di atas kertas).



A handwritten equation inside a rectangular box:  $\gamma = 38$ . The Greek letter gamma is written in a cursive style, and the number 38 is written above the equals sign.

Berdasarkan Petikan 4.3.1.3A dan Petikan 4.3.1.3B di atas, peserta kajian mentafsir 'Kotak A' dalam kategori pendaraban nilai dengan memaparkan '*benda yang didarabkan dengan tiga*'. Tafsiran yang dipaparkan oleh peserta kajian melibatkan gambaran dan penjelasan dalam bentuk simbolik dan naratif tentang perkara yang diproses 'Kotak A' berkaitan dengan sesuatu dalam gandaan tiga. Oleh itu, semua peserta kajian memaparkan penjelasan yang berkaitan dengan beberapa perkara membabitkan angka, huruf, simbol, keropok, baju, dan buah epal, dalam gandaan tiga. Peserta kajian turut menyatakan kepelbagaian cara dalam tafsir '*benda yang didarabkan dengan tiga*' membabitkan penambahan berulang dan pendaraban suatu nilai. Dalam penjelasan tentang idea 'Kotak A', seorang peserta kajian mengaitkan konsep pendaraban suatu nilai dengan penambahan berulang, gandaan tiga, dan perkataan 'sifar 3'. Seorang peserta kajian yang lain menyatakan tentang konsep sifar dengan menjelaskan nilai '0' bermaksud tiada sebarang benda atau nilai yang dimasukkan untuk diproses dalam 'Kotak A'.

Secara keseluruhan, tafsiran tentang idea 'Kotak A' oleh semua peserta kajian terdiri daripada tiga kategori yang berbeza, iaitu naratif dalam konteks bahasa, nilai yang berubah-ubah, dan pendaraban nilai. Kategori nilai yang berubah-ubah membabitkan huraian berkaitan dengan sebarang nilai yang boleh berubah-ubah bentuk. Manakala kategori naratif pula, mengandungi huraian dalam perkataan tertentu. Kategori pendaraban nilai merangkumi benda yang berubah-ubah dan '*didarabkan dengan tiga*'. Tafsiran semua peserta kajian didapati tertumpu pada kategori nilai yang berubah-ubah dan pendaraban nilai. Oleh itu, dua kategori ini mendominasi tafsiran tentang idea Kotak A.

Selain itu, perkara yang dijelaskan oleh semua peserta kajian tentang Kotak A berdasarkan pengalaman yang dialami oleh mereka. Semua peserta kajian didapati memberikan penjelasan dan gambaran ke atas Kotak A melebihi daripada satu konteks membabitkan kategori naratif dalam bahasa, nilai yang berubah, dan pendaraban nilai. Hana memaparkan tafsiran dalam lima konteks yang berbeza. Manakala Sofea pula dalam empat cara dalam semua kategori. Empat peserta kajian yang lain mentafsir Kotak A dalam tiga cara membabitkan semua kategori.

#### 4.3.2 Makna tentang Pemalar

Dalam kajian ini, tafsiran tentang idea yang dipaparkan ‘Kotak Pemprosesan B’ hanya tergolong dalam tiga kategori, iaitu nilai tetap, pemboleh ubah yang dimalarkan, dan naratif dalam bahasa. Jadual 4.3.2, menunjukkan ringkasan tafsiran oleh semua peserta kajian tentang idea yang dipaparkan ‘Kotak B’.

Jadual 4.3.2

*Idea tentang pemalar*

| Kategori                      | Huraian                                                       | Peserta Kajian                       |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Nilai yang tetap              | • Perkara yang membabitkan nilai berangka yang tidak berubah. | Afiq, Hana, Sofea, Alias             |
|                               | • Perkara yang membabitkan nilai sama.                        | Hana, Nani, Afiq, Faris,             |
| Pemboleh ubah yang dimalarkan | • Perkara yang membabitkan suatu yang dimalarkan.             | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias Sofea |
| Naratif dalam konteks bahasa  | • Perkara membabitkan perkataan ‘pemalar’.                    | Hana                                 |
|                               | • Perkara yang membabitkan perkataan ‘pekali’.                | Faris                                |

#### 4.3.2.1 Idea pemalar dalam kategori nilai tetap

Tafsiran peserta kajian tentang 'Kotak B' dalam kajian ini membabitkan gambaran, penjelasan, dan hubung kait tentang kotak tersebut dalam huraian 'nilai tetap'. Idea 'Kotak B' dinyatakan oleh peserta kajian dalam bentuk simbolik dan ayat algebra membabitkan angka '3'. Empat peserta kajian memberikan tafsiran dalam kategori ini. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.3.2.1A menunjukkan contoh tafsiran tentang 'Kotak Pemprosesan B' dalam kategori 'nilai tetap' membabitkan huraian nilai tetap dan tidak berubah.

**Petikan 4.3.2.1A (Faris):** Idea yang menggambarkan pemalar

:

P: Baik, saya bagi contoh '*vending mechine*', ..... hasil yang dapati masih lagi air yang sama, iaitu 'teh bunga'. Pada pendapat kamu jika masukkan nilai lima, apakah yang diapati?

R: Keluar air teh juga.

P: Jadi apakah yang kamu fikirkan akan keluar dari Kotak B?

R: Tiga.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Ada hanya ada angka itu dalam Kotak B, seperti teh bunga dalam '*vending mechine*'.

P: Kalau mesin air rosak adakah keluar air kotak akan keluar dari mesin itu?

R: Tidak, mesin ini ada air di dalamnya, tapi air bahagian lain tu dia tak keluar.

P: Maksudnya, secara logik, mesin itu rosak atau pun dalam mesin itu tidak di letak air yang lain perisa?

R: Mereka letak gambar yang berbeza sahaja, tetapi air di dalam mesin adalah air dari jenis yang sama.

P: Jadi pada pendapat kamu apakah yang didapati daripada Kotak B jika masuk simbol ini?

R: Sama sahaja, tetap dapat tiga.

P: Jadi pada pendapat kamu, jika sebarang nilai dimasukkan ke dalam Kotak B, apakah yang didapati?

R: Tiga.

P: Baiklah, apakah yang kamu boleh jelaskan tentang penghasilan angka tiga bagi nilai yang berbeza dimasukkan ke dalam Kotak B?

R: Nilai yang sama.

P: Adakah nama khusus bagi perkara ini?.

R: Nilai tetap.

P: Apakah yang kamu maksudkan dengan nilai tetap?

R: Nilai yang tidak berubah.

P: Boleh kamu jelaskan maksudnya?

R: Tidak berubah maksudnya nilai itu saja, tidak ada nilai lain.

:

:

Berdasarkan Petikan 4.3.2.1A di atas, empat peserta kajian memberikan tafsiran membabitkan gambaran dan penjelasan tentang idea ‘Kotak B’ dalam kategori ‘nilai tetap’. Idea yang dipaparkan oleh peserta kajian menjelaskan pelbagai nilai yang diproses dalam Kotak B menghasilkan angka ‘3’ sahaja. Gambaran dan tafsiran yang diberikan oleh peserta kajian menjelaskan bahawa hanya satu nilai tetap yang diproses oleh ‘Kotak B’. Namun begitu, penggunaan beberapa contoh membabitkan sebarang angka, simbol, dan ‘vending machine’ bagi menjelaskan idea tentang pemalar. Berdasarkan contoh, peserta kajian membuat perbandingan dan menggambarkan hasil yang didapati merupakan satu angka tetap. Oleh itu, peserta kajian yang terbabit dalam kategori ini membuat tafsiran tentang pemalar atau idea yang digambarkan melalui ‘Kotak B’ sebagai ‘angka yang tetap’ atau ‘tidak berubah’.

Seterusnya, kajian ini turut memaparkan tafsiran peserta kajian tentang ‘Kotak B’ dalam kategori pemalar membabitkan huraian ‘nilai sama’. Tafsiran dalam konteks ini membabitkan gambaran, penjelasan, dan hubung kait mengenai Kotak B. Empat peserta kajian memberikan tafsiran dalam huraian ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.3.2.1B menunjukkan tafsiran tentang ‘Kotak Pemprosesan B’ dalam huraian ‘nilai sama’.

***Petikan 4.3.2.1B (Nani): Idea yang menggambarkan pemalar***

P: Berdasarkan contoh yang saya sudah berikan, pada pendapat kamu apakah hasil yang keluar, jika saya masukkan nilai satu?

R: Nilai tiga.

P: Kalau masukkan ‘0’ pula?

R: Dapat kosong juga .

P: Bagaimana dengan nilai dua, apa pula hasilnya?

⋮

P: Sekarang kembali kepada situasi Kotak B, jika masukkan nilai dua apakah hasil yang didapati?

R: Nilai tiga juga.

P: Jadi kalau masukkan ‘0’, apa hasil yang keluar?

R: Tidak keluar apa-apa, kerana '0' ini ibarat tidak masukan sebarang nilai.  
P: Bagaimana pula jika masukkan nilai  $-4$ , apa hasilnya?  
R: Keluar tiga juga.  
P: Kalau saya masukkan ' $p$ '?  
R: Tiga.  
P: Bagaimana pula dengan simbol ' $\gamma$ '?  
R: Tiga.  
P: Bagi pendapat kamu apakah yang kotak ini proses?  
R: Benda yang sama  
P: Boleh kamu jelaskan maksud '*benda yang sama*' itu?  
R: Nilai 3 sahaja.  
P: Adakah nilai ini akan berubah-ubah?  
R: Tidak, nilai tetap sama.

Berdasarkan Petikan 4.3.2.1B di atas, peserta kajian memberikan penjelasan tentang 'idea Kotak B' dalam kategori pemalar membabitkan 'nilai sama'. Empat peserta kajian didapati memaparkan tafsiran dalam konteks ini. Tafsiran merangkumi gambaran dan penjelasan ke atas hasil daripada pelbagai nilai membabitkan angka, huruf, dan simbol, diproses dalam 'Kotak B' hanya angka '3' sahaja. Justeru itu, peserta kajian mentafsirkan bahawa angka '3' yang terhasil adalah satu 'nilai yang sama'. Penggunaan contoh '*vendy machine*' terpaksa diperkenalkan pada semua peserta kajian bagi menjelaskan idea tentang Kotak B. Berdasarkan contoh yang dipaparkan, peserta kajian membuat perbandingan dan menggambarkan hasil yang didapati satu angka yang sama terdapat dalam Kotak B. Peserta kajian membuat tafsiran bahawa 'nilai sama' merupakan tafsiran yang sesuai bagi idea yang digambarkan ke atas Kotak B .

#### **4.3.2.2 Idea pemalar dalam kategori pemboleh ubah dimalarkan**

Tafsiran lain peserta kajian tentang 'Kotak B dalam kategori pemboleh ubah yang dimalarkan. Semua peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dalam Petikan 4.3.2.2A menunjukkan contoh tafsiran tentang 'Kotak Pemprosesan B' dalam kategori pemboleh ubah yang dimalarkan.

**Petikan 4.3.2.2A (Hana):** *Idea yang menggambarkan pemalar*

- P: Baik pada pendapat kamu apakah yang Kotak B ini lakukan?  
R: Pelbagai, macam-macam.  
P: Boleh kamu jelaskan tentang perkara yang kamu maksudkan dengan ‘pelbagai’ dan ‘macam-macam’ merujuk perkara yang dihasilkan atau yang dimasukkan?  
R: Maksudnya boleh masukkan pelbagai perkara dalam kotak ini (sambil menunjuk ke arah semua perkara yang dimasukkan ke dalam Kotak B).  
P: Baik, apakah yang didapati daripadanya?  
R: Tiga.  
P: Apakah nama khusus bagi perkara ini?  
R: Nilai yang sama, nilai yang tetap.  
P: Pada pendapat kamu apakah nama yang sesuai untuk gambarkan situasi ini?  
R: Tidak ingat.  
P: Apakah yang lebih sesuai untuk jelaskan nilai ‘3’ ini?  
R: Pemalar, pemboleh ubah yang dimalarkan.  
P: Apakah yang kamu maksudkan dengan pemboleh ubah yang dimalarkan?  
R: Pemboleh ubah itu seperti benda yang berubah-ubah.  
P: Adakah nilai ‘3’ ini suatu benda yang berubah?  
R: Tidak, tetapi perlu ada perkataan pemboleh ubah, contohnya pemboleh ubah dimanipulasikan dan pemboleh ubah dimalarkan.  
P: Baik, apakah gambaran yang sesuai untuk perkara ini?  
R: Pemalar.  
P: Boleh kamu jelaskan maksud pemalar?  
R: Pemboleh ubah yang sama, yang tetap.  
P: Ada lagi penjelasan lain?  
R: Nilai yang sama atau tetap.

Berdasarkan Petikan 4.3.2.2A di atas, tafsiran peserta kajian tentang ‘idea Kotak B’ membabitkan suatu perkara yang dimalarkan. Semua peserta kajian didapati dalam memberikan tafsiran dalam kategori ini. Peserta kajian mentafsirkan hasil yang didapati daripada perkara yang diproses oleh Kotak B, yang membababitkan pelbagai nilai seperti angka, huruf, dan simbol. Tafsiran yang dinyatakan oleh peserta kajian ke atas angka ‘3’ sebagai suatu nilai yang tetap dan tidak berubah. Penggunaan ayat ‘pemboleh ubah’ merujuk konsep kepelbagaian nilai dan perkataan ‘dimalarkan’ merujuk nilai tetap dan tidak berubah. Perkataan ‘pemalar’ dinyatakan oleh semua peserta kajian sebagai rumusan kepada perkara yang tafsir tentang Kotak Pemprosesan B.



#### 4.3.2.3 Idea pemalar dalam kategori naratif bahasa

Kajian ini memaparkan tafsiran peserta kajian tentang ‘Kotak B dalam kategori naratif bahasa. Tafsiran yang dinyatakan oleh peserta kajian membabitkan gambaran, penjelasan, dan hubung kait dengan perkataan tertentu ke atas nilai 3 yang dihasilkan dalam Kotak B. Semua peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.3.2.3A menunjukkan contoh tafsiran tentang ‘Kotak Pemprosesan B’ dalam kategori ini.

***Petikan 4.3.2.3A (Faris): Idea yang menggambarkan pemalar***

- P: Apakah yang sentiasa dihasilkan oleh Kotak B?  
R: Nilai tiga.  
P: Pada pendapat kamu, apakah nama yang sesuai menjelaskan tentang nilai ‘3’ ini?  
R: Pekali.  
P: Boleh jelaskan apakah yang dimaksudkan sebagai pekali itu?  
R: Pekali ini macam nilai tidak berubah (kemudiannya murid termenung seketika).  
P: Baiklah, apakah yang kamu boleh jelaskan tentang penghasilan nilai tiga bagi nilai yang berbeza dimasukkan ke dalam Kotak B?  
R: Nilai yang sama.  
P: Adakah hasilnya suatu nilai yang tetap atau nilai berubah-ubah atau nilai sama.  
R: Nilai tetap.  
:  
:  
P: Pada kamu yang mana satu difikirkan sesuai untuk menjelaskan tentang Kotak B?  
R: Pekali, (murid termenung seketika) pemalar, tidak ingat antara dua ini perkara ini.  
P: Pada pendapat kamu yang mana lebih sesuai menggambarkan nilai 3 ini?  
R: Pekali.  
P: Boleh kamu jelaskan?  
R: Maksudnya nilai yang sama.  
P: Baik.

Berdasarkan petikan 4.3.2.3A di atas, gambaran dan tafsiran tentang idea ‘Kotak B’ membabitkan perkataan ‘pekali’. Hanya seorang peserta kajian terlibat dalam memberikan tafsiran tentang ‘Kotak B’ sebagai ‘pekali’. Namun begitu, berdasarkan contoh yang dipaparkan, peserta kajian terlibat membuat perbandingan dan menggambarkan pekali yang dimaksudkan dengan suatu nilai yang sama. Dalam hal

ini penggunaan perkataan ‘pekali’ oleh peserta kajian adalah merujuk kepada konsep nilai tetap. Oleh itu, kesimpulan yang didapati oleh peserta kajian bagi setiap gambaran dan penjelasan yang dibuat tentang idea ‘Kotak Pemprosesan B’ merujuk angka yang sama.

Secara keseluruhan, gambaran, tafsiran tentang idea ‘Kotak B’ oleh semua peserta kajian terdiri daripada satu kategori dalam empat huraian berbeza membabitkan ‘nilai tetap’, ‘nilai sama’, ‘perkara yang dimalar’, dan ‘pekali’. Namun begitu, kebanyakan peserta kajian memberikan gambaran, tafsiran dan perbandingan tentang ‘Kotak B’ dalam kategori ‘nilai tetap’, ‘nilai sama’ dan ‘pemalar’. Hanya seorang peserta kajian menyatakan tafsiran membabitkan ‘pekali’. Walau bagaimanapun, penjelasan diberikan tentang ‘pekali’ merujuk kepada maksud yang sama dengan huraian yang lain iaitu satu nilai tetap atau nilai yang sama. Manakala tafsiran membabitkan huraian ‘pemalar’ pula, merupakan kesimpulan ke atas semua gambaran dan tafsiran bagi semua peserta kajian, yang dinyatakan di penghujung temu bual yang dijalankan. Oleh itu, tafsiran dalam huraian ‘perkara yang dimalar’ dan perkataan ‘pemalar’ mendominasi tafsiran tentang ‘Kotak B’.

#### **4.3.3 Makna dalam Menilai Ungkapan**

Dalam kajian ini, tafsiran ke atas ‘Kotak Pemprosesan C’ membabitkan idea menilai suatu ungkapan algebra. Tafsiran dipaparkan oleh peserta kajian merangkumi gambaran dan penjelasan tentang menilai ungkapan dikelaskan kepada dua kategori, iaitu penggantian nilai dan operasi asas dalam aritmetik. Jadual 4.3.3, menunjukkan ringkasan tafsiran tentang idea menilai ungkapan yang dipaparkan dalam ‘Kotak Pemprosesan C’ oleh semua peserta kajian.

### Jadual 4.3.3

*Idea tentang menilai suatu ungkapan*

| Kategori                     | Huraian                                                                                                                  | Peserta Kajian                        |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Penggantian nilai            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan satu nilai digantikan ke dalam pemboleh ubah.</li> </ul> | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias        |
| Operasi asas dalam aritmetik | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan langkah pengiraan operasi asas.</li> </ul>               | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |

#### 4.3.3.1 Idea tentang menilai suatu ungkapan dalam kategori penggantian nilai

Kajian ini memaparkan tafsiran peserta kajian tentang ‘Kotak Pemprosesan C’ dalam kategori penggantian nilai. Dalam konteks ini, tafsiran merangkumi gambaran, penjelasan, dan hubung kait tentang Kotak C membabitkan nilai yang dimasukkan ke dalam pemboleh ubah. Tingkah laku Afiq dalam Petikan 4.3.3.1A menunjukkan contoh tafsiran tentang ‘Kotak Pemprosesan C’ dalam kategori penggantian nilai.

**Petikan 4.3.3.1A (Afiq):** *Menilai satu ungkapan algebra.*

- P: Baiklah nilaikan Kotak C ini dengan nilai ‘1’ ke dalam kotak ini, apakah yang kamu dapati?
- R: Tiga.
- P: Boleh kamu jelaskan bagaimana kamu dapat tiga,?
- R: Nilai satu dimasukkan pada huruf ‘ $x$ ’, jadi hasilnya ialah 9.
- P: Macam mana jadi sembilan?
- R: Jika satu masuk pada ‘ $3x$ ’, ia dimasukkan pada pemboleh ubah ‘ $x$ ’?
- P: Jadi berapa nilainya?
- R: Sini tiga (sambil menunjukkan ke arah Kotak A yang mengandungi sebutan ‘ $3x$ ’).
- P: Bagaimana pula bagi jika satu yang masukkan dalam Kotak B, apakah nilai ini berubah?
- R: (Murid menggelengkan kepala) tiga juga.
- P: Apakah nilai bagi ungkapan dalam Kotak C ini?
- R: Enam.
- P: Baiklah, bagaimana pula jika saya masukkan nilai ‘2’ ke dalam Kotak C?
- R: Dapat Sembilan.

⋮

P: Kenapa kamu tidak tambah '3b' dengan '3' dan hasil akhir yang didapati tidak dalam nilai berangka?

R: Sebab sebutan '3b' ada pemboleh ubah, yang ini (sambil tunjuk pada angka tiga) tiada, jadi tak boleh ditambah. Hasil tinggalkan dalam bentuk ini (sambil tunjuk ' $3b + 3$ ') saja.

Berdasarkan Petikan 4.3.3.1A di atas, peserta kajian mentafsirkan Kotak C dengan idea penggantian nilai. Lima peserta kajian didapati menjelaskan tentang penggantian beberapa nilai yang membabitkan angka dan huruf ke dalam sebutan yang mengandungi '*pemboleh ubah*'. Dalam menjelaskan tentang idea penggantian nilai, peserta kajian menggunakan simbol kurungan dan simbol 'x' bagi menjelaskan tentang konsep pendaraban ke atas nilai yang digantikan dalam pemboleh ubah. Peserta kajian mentafsirkan idea menilaikan ungkapan Kotak C dalam dua keadaan. Bagi nilai yang melibatkan sebarang angka, peserta kajian mendarabkan angka tersebut dengan nilai '3' dan hasil yang didapati ditambahkan dengan nilai bagi pemalar yang terkandung dalam ungkapan tersebut. Nilai akhir yang didapati oleh peserta kajian bagi penggantian nilai berangka membabitkan satu bentuk tunggal dalam '*nilai berangka*'. Manakala nilai yang melibatkan simbol dan huruf pula, peserta kajian menyatakan dalam gandaan tiga dan menulis dalam bentuk ungkapan secara simbolik.

#### **4.3.3.2 Idea tentang menilai suatu ungkapan dalam kategori operasi asas aritmetik**

Tafsiran lain tentang 'Kotak C' bagi menilai ungkapan turut dipaparkan peserta kajian dalam kategori operasi asas dalam aritmetik. membabitkan pendaraban dan penambahan sebutan. Semua peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.3.3.2A menunjukkan contoh tafsiran tentang 'Kotak Pemprosesan C' dalam kategori operasi asas dalam aritmetik.

**Petikan 4.3.3.1A (Nani):** *Idea tentang menilai ungkapan.*

P: Kotak C merupakan hasil yang terbentuk daripada gabungan unsur daripada Kotak A dan Kotak B, bolehkah kamu nyatakan hasil tersebut?

R: (Murid menulis  $3x + 3$  di atas kertas).

P: Jika saya masukkan nilai 1 ke dalam Kotak C, apakah yang kamu dapati?

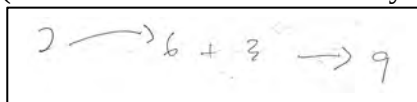
R:  $7x$  (sambil menulis di kertas).

P: Bagaimana dapat  $7x$ ?

R: Sebab tambah 1, jadi campurkan ' $3x$ ', ' $3$ ' dan ' $1$ '.

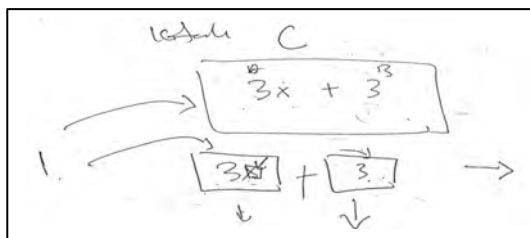
P: Bagaimana jika saya masukkan nilai 2, apa hasilnya?

R: (sambil menulis di atas kertas yang sama) 9.


$$2 \rightarrow 6 + 3 \rightarrow 9$$

P: Kalau saya masukkan nilai 3 pula, apa hasilnya?

R: Pada sebutan yang mengandungi pemboleh ubah (sambil menunjuk pada sebutan ' $3x$ ' dan menulis nilai tersebut di bawahnya) hasilkan nilai '9'. Bagi sebutan yang mengandungi pemalar pula, nilai tetap '3' (sambil menulis angka '3' di bahagian bawah ungkapan tersebut).


$$\begin{array}{c} \text{Kotak C} \\ 3x + 3 \\ \downarrow \quad \downarrow \\ 9 \quad + \quad 3 \end{array}$$

P: Boleh jelaskan kenapa sebutan ini bernilai sembilan?

R: Sebab nilai '3' digantikan dalam huruf 'x' didarabkan dengan pekali yang bernilai tiga. Dua angka ini didarabkan, iaitu tiga darab tiga menghasilkan nilai sembilan.

P: Baik, bagaimana pula nilai ' $q$ ' dimasukkan dalam Kotak C, apakah hasilnya?

R: Bagi sebutan yang pertama, hasilnya adalah  $3q$ . Manakala sebutan kedua ini pula tetap dapat nilai 3.

P: Bagaimana dengan huruf ' $p$ ', apa hasil yang kamu dapati?

R:  $3p$  (sambil merujuk pada kotak A).

P: Apa yang terjadi pada kotak B?

R: Nilai ini adalah tetap 3.

⋮

Berdasarkan Petikan 4.3.3.2A di atas, peserta kajian menyatakan tafsiran tentang Kotak C secara pengiraan dengan menjalankan operasi asas ke atas sebutan yang terkandung dalam ungkapan yang terkandung dalam kotak tersebut. Semua peserta kajian didapati memberikan idea menilaikan ungkapan dalam kategori ini. Dalam menilai ungkapan, semua peserta kajian memasukkan suatu nilai dalam sebutan yang

mengandungi pemboleh ubah dan mendarabkan nilai tersebut dengan tiga dan menambahkan hasil pendaraban sebutan pertama dengan sebutan kedua. Namun langkah pengiraan yang dipaparkan oleh peserta kajian berbeza bagi nilai yang melibatkan huruf dan simbol, yang membabitkan nilai akhir dalam bentuk simbolik.

Lima peserta kajian menjelaskan bahawa sebutan pertama yang nilainya dalam simbol tidak ditambah dengan angka '3' yang merupakan nilai tetap bagi ungkapan yang dinilai. Hanya seorang peserta kajian memaparkan penambahan bagi sebutan yang mengandungi pemboleh ubah dengan pemalar. Contohnya, peserta kajian memaparkan tingkah laku menambahkan nilai satu ke atas kategori ' $3x + 3$ ', dan menyatakan hasil yang didapati dalam kategori ' $7x$ '. Tafsiran lain yang dipaparkan oleh peserta kajian apabila dinyatakan menilai ungkapan, mereka menjalankan operasi pendaraban ke atas nilai yang diberikan dengan angka '3'. Ringkasnya, peserta kajian memaparkan tingkah laku yang berbeza berdasarkan nilai yang dimasukkan. Bagi nilai berangka, peserta kajian menggambarkan operasi pendaraban dengan angka '3' dan seterusnya menambah nilai tersebut dengan sebutan lain yang dalam nilai berangka. Manakala simbol pula, peserta kajian memaparkan operasi pendaraban ke atas nilai yang dinyatakan dengan angka tiga.

Secara ringkas, tafsiran tentang idea '*menilai ungkapan*' oleh enam peserta kajian merangkumi dua kategori, iaitu penggantian nilai dan secara operasi asas dalam aritmetik. Dalam memberi tafsiran tentang Kotak C, semua peserta kajian lebih tertumpu menjelaskan idea menilai ungkapan dari segi operasi asas berbanding penggantian nilai. Oleh itu, kategori operasi asas dalam aritmetik mendominasi tafsiran tentang idea '*menilai ungkapan*'.

#### 4.3.4 Makna Operasi Asas membabitkan Ungkapan Algebra

Idea tentang operasi asas membabitkan ungkapan mengandungi penjelasan tentang ‘Kotak Pemprosesan D’. Tafsiran yang dipaparkan oleh peserta kajian dikelaskan kepada lima kategori, iaitu penggabungan sebutan, operasi tambah, tolak, darab, dan bahagi. Jadual 4.3.4, menunjukkan ringkasan tafsiran tentang idea menilai ungkapan yang dipaparkan dalam ‘Kotak Pemprosesan D’ oleh semua peserta kajian dalam lima kategori yang berbeza.

Jadual 4.3.4

*Idea tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra*

| Kategori             | Huraian                                                                                                                                                                                                                                                                | Peserta Kajian                                                 |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Penggabungan sebutan | <ul style="list-style-type: none"> <li>Penggunaan operasi asas bagi menggabungkan dua dan lebih sebutan menjadi ungkapan.</li> </ul>                                                                                                                                   | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea                          |
| Operasi tambah       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan penambahan nilai bagi sebutan dalam satu ungkapan.</li> <li>Penambahan sebutan yang mengandungi pemboleh ubah yang sama.</li> </ul>                                                                    | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias                          |
| Operasi tolak        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan pengurangan nilai sebutan.</li> <li>Nilai sebutan ditolak mengikut pemboleh ubah yang sama.</li> <li>Penolakan sebutan yang sama dari segi pemboleh ubah dan pekali menghasilkan nilai ‘0’.</li> </ul> | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias<br><br>Nani, Hana, Sofea |
| Operasi darab        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan penggandaan nilai sebutan.</li> <li>Pendaraban nilai pekali dan pemboleh ubah.</li> <li>Pendaraban sebarang angka dengan sebarang sebutan.</li> </ul>                                                  | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias                          |

Jadual 4.3.4 (sambungan)

| Kategori       | Huraian                                                                                                                                                                                                                                             | Peserta Kajian                        |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Operasi bahagi | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara membabitkan pengurangan gandaan bagi nilai sebutan dengan mengambil kira pekali dan pemboleh ubah.</li> <li>Pembahagian sebutan ke atas gandaan angka dan huruf dalam kelompok yang sama.</li> </ul> | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |

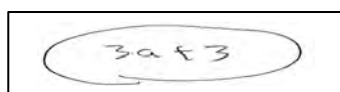
#### 4.3.4.1 Idea tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra dalam kategori penggabungan sebutan

Tafsiran tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra melalui aktiviti ‘Kotak Pemprosesan D’ dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori penggabungan sebutan. merangkumi gabungan dua sebutan dan lebih dengan menggunakan operasi tambah. Peserta kajian mentafsirkan operasi asas ke atas ungkapan algebra dengan menjelaskan bahawa operasi tambah menggabungkan dua sebutan menjadi satu ungkapan tunggal. Semua peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.3.4.1A, menunjukkan contoh tafsiran tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra dalam kategori penggabungan sebutan.

##### **Petikan 4.3.41A (Faris):** Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra

P: Bolehkah kamu jelaskan tentang operasi asas ke atas mana-mana dua kotak, sama ada Kotak A dengan Kotak B, atau Kotak A dengan Kotak C atau Kotak B dengan Kotak C ke?

R: (Murid menulis).



P: Adakah kedua-dua unsur ini boleh ditambahkan?

R: Tidak boleh.



P: Kenapa kamu kata 'tidak boleh', apakah yang kamu maksudkan 'tidak boleh'?

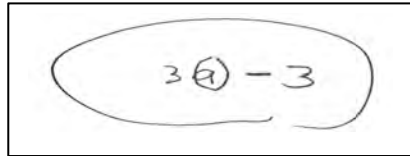
R: Sebab tiada jawapan.

P: Boleh kamu jelaskan maksud tiada jawapan?

R: Jawapan mesti ada satu nilai akhir dalam angka.

.

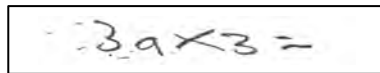
R: Operasi tolak (sambil menulis di atas kertas).


$$3(9) - 3$$

.

P: Ada lagi operasi lain yang kamu boleh gunakan untuk menggabungkan dua ungkapan?

R: (Murid menulis).


$$3a \times 3 =$$

Berdasarkan Petikan 4.3.4.1A di atas, semua peserta kajian menggambarkan idea tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra sebagai penggabungan dua dan lebih ungkapan menjadi bentuk tunggal. Tiga operasi asas membabitkan operasi tambah, tolak dan darab dinyatakan oleh semua peserta kajian dalam menggabungkan dua ungkapan menjadi satu sebutan tunggal. Peserta kajian memaparkan tingkah laku menggunakan operasi asas dengan simbol '+', '-', dan '×'. Selain itu, peserta kajian turut menggunakan perkataan 'operasi tambah', 'operasi tolak', dan 'operasi darab' ke atas dua ungkapan yang berbeza apabila diminta menggabungkan ungkapan tersebut. Penggabungan ungkapan menjadi satu sebutan membabitkan dua atau lebih ungkapan yang mengandungi sebutan yang sama jenis. Manakala bentuk tunggal dengan beberapa sebutan pula, membabitkan penggabungan dua ungkapan yang mengandungi sebutan yang berbeza. Tingkah laku ini menunjukkan, peserta kajian mentafsirkan operasi asas ke atas ungkapan algebra sebagai penggabungan sebutan menjadi satu ungkapan yang terdiri dari lebih daripada satu sebutan.

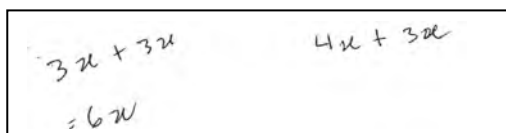
#### 4.3.4.2 Idea tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra dalam kategori operasi tambah

Tafsiran lain tentang Kotak D yang membabitkan idea operasi asas ke atas ungkapan algebra turut dipaparkan peserta kajian dalam kategori operasi tambah. Dalam kategori ini, peserta kajian menjelaskan operasi asas dari konteks konsep penambahan nilai dalam sebutan dan prosedur pengiraan membabitkan penambahan sebutan mengikut pemboleh ubah. Semua peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dipaparkan dalam Petikan 4.3.4.2A menunjukkan contoh tafsiran dalam kategori operasi tambah membabitkan konsep penambahan nilai dalam sebutan.

**Petikan 4.3.4.2A (Nani):** Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra

P: Pada pendapat kamu, ungkapan algebra yang bagaimana yang boleh ditambah atau ditolak?

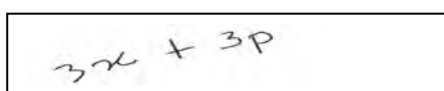
R: Yang mempunyai sama pemboleh ubah (sambil menulis beberapa contoh di atas kertas).



A rectangular box containing handwritten algebraic expressions. On the left, it shows  $3x + 3x = 6x$ . On the right, it shows  $4x + 3x$ .

P: Bagaimana pula jika pemboleh ubah tidak sama?

R: (Murid menulis di kertas).



A rectangular box containing the handwritten algebraic expression  $3x + 3p$ .

P: Bolehkah ditambah dua ungkapan ini?

R: Tidak boleh.

P: Boleh kamu jelaskan yang boleh dijalankan, dan apa yang tidak boleh dijalankan?

R: Sebutan yang sama boleh ditambah, sebutan berbeza tidak boleh ditambahkan.

P: Bagaimana pula kalau dua sebutan berbeza seperti ini ' $3x + 4x$ '?

R: Operasi tambah boleh dijalankan sebab pemboleh ubah sama.

P: Boleh kamu tafsirkan operasi tambah ke atas bentuk ini?

R: Bagi bentuk seperti ' $3x + 4x$ ', penambahan nilai boleh dilaksanakan ke atas angka tiga dan empat, hasilkan satu sebutan iaitu ' $7x$ '.

Berdasarkan Petikan 4.3.4.2A di atas, peserta kajian mentafsirkan Kotak D dalam kategori operasi tambah membabitkan penambahan nilai bagi sebutan. Semua peserta kajian didapati menggunakan perkataan ‘tambah’ dan simbol ‘+’ dalam menjelaskan tentang penambahan nilai yang dilakukan ke atas sebutan yang terdapat dalam setiap ungkapan algebra. Selain itu, peserta kajian turut menjelaskan bahawa operasi tambah hanya dapat ‘dilaksanakan’ ke atas dua atau lebih sebutan yang sama dengan menambahkan nilai pekali bagi sebutan tersebut. Penggunaan perkataan ‘pemboleh ubah’ dan ‘huruf’ yang sama bagi membuat perbandingan antara ungkapan yang boleh dijalankan operasi tambah atau tidak. Tingkah laku semua peserta kajian tentang operasi tambah ‘boleh’ dijalankan atau tidak berdasarkan sebutan memaparkan tafsiran operasi tambah berbeza mengikut sebutan dalam suatu ungkapan. Antara contoh yang digunakan untuk menggambarkan operasi tambah boleh dijalankan ke atas ungkapan algebra, ialah ‘ $3x + 4x$ ’ dan ‘ $3x + 3x$ ’, yang mana hasil yang didapati membabitkan pembentukan satu sebutan tunggal. Manakala gambaran peserta kajian tentang operasi tambah ‘tidak boleh’ dijalankan pula, merujuk sebutan yang berbeza seperti ‘ $3a + 3$ ’ dan ‘ $3x + 3p$ ’ membabitkan pembentukan bentuk tunggal dengan dua sebutan.

Selain itu, tafsiran tentang operasi asas ke atas ungkapan dalam kategori operasi tambah turut dinyatakan oleh peserta kajian dengan memaparkan langkah pengiraan yang melibatkan prosedur tertentu. Tingkah laku Sofea dalam Petikan 4.3.4.2B menunjukkan contoh tafsiran tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra dalam kategori operasi tambah membabitkan pengiraan operasi tambah ke atas sebutan.

***Petikan 4.3.4.2B (Sofea): Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra***

P: Baik sekarang, bolehkah kamu lakukan sebarang operasi membabitkan ketiga-tiga kotak ini?

R: (Murid menulis) operasi tambah.

$$\begin{aligned}
 &3a + 3 + 3a + 3 \\
 &= 3a + 3a + 3 + 3 \\
 &= 6a + 6
 \end{aligned}$$

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Susun ikut kategori sama, macam '3a' tambah tiga '3a' dapat '6a', nilai tiga tambah dengan nilai tiga yang satu lagi ini dapat enam.

P: Baik, bagaimana pula dengan kategori akhir yang kamu tulis sebagai '6a + 6' ini?

R: Kalau macam itu, tidak boleh tambah (sambil menggelengkan kepala) sebab satu ada huruf, yang satu lagi tidak ada huruf, jadi tinggalkan macam ini sahaja (sambil menunjuk ke arah kategori '6a + 6').

Berdasarkan Petikan 4.3.4.2B, peserta kajian mentafsirkan operasi asas dalam kategori operasi tambah yang membabitkan prosedur tertentu dalam pengiraan penambahan sebutan. Peserta kajian memaparkan langkah kerja yang perlu dilakukan dalam menjalankan operasi tambah ke atas ungkapan yang mengandungi lebih daripada dua sebutan. Langkah kerja dalam menjalankan operasi tambah dipaparkan oleh semua peserta kajian dengan mengumpul sebutan yang mengandungi huruf yang serupa dan sebutan tanpa huruf (pemalar). Selain itu, peserta kajian turut memaparkan pengiraan membabitkan penambahan ke atas sebutan yang mengandungi pemboleh ubah yang sama dan angka secara berasingan. Hasil pengiraan dinyatakan oleh peserta kajian dalam bentuk ringkas dengan penambahan nilai ke atas sebutan yang terkandung dalam ungkapan algebra. Dalam mentafsirkan operasi tambah, peserta kajian kerap menggunakan simbol '+' dalam semua langkah pengiraan yang dijalankan.

#### 4.3.4.3 Idea tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra dalam kategori operasi tolak

Tafsiran tentang Kotak D juga dinyatakan oleh peserta kajian dalam kategori operasi tolak. Peserta kajian menjelaskan makna operasi asas dalam beberapa keadaan, iaitu pengurangan nilai dalam sebutan, nilai sebutan ditolak

mengikut pemboleh ubah yang sama, dan penolakan sebutan yang sama dari segi pemboleh ubah dan pekali menghasilkan nilai '0'. Semua peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam kategori ini. Tingkah laku Hana dipaparkan dalam Petikan 4.3.4.3A, menunjukkan contoh tafsiran tentang operasi tolak ke atas ungkapan algebra membabitkan '*pengurangan nilai dalam sebutan*' dan '*penolakan sebutan sama pemboleh ubah dan pekali menghasilkan nilai 0*'.

**Petikan 4.3.4.3A (Hana):** Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra

:

R: Tidak boleh sebab sebutan tiga ' $a$ ' ada pemboleh ubah, tidak boleh dijalankan operasi tolak dengan nilai tiga.

P: Boleh kamu jelaskan kenapa tidak boleh dijalankan operasi tambah dan tolak ke atas unsur Kotak A dan Kotak B?

R: Angka ini (sambil menunjuk ke arah angka '3' dalam Kotak B) tidak ada huruf algebra.

P: Bagaimana pula dengan operasi tolak ke atas unsur Kotak A dengan unsur Kotak C.

R: Boleh, jawapan dia macam ' $x + 3$ '.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Contohnya, ' $3x$ ' tolak dengan ' $3x$ ' tambah tiga (sambil menulis di atas kertas).

$$\boxed{3x} - \boxed{3x + 3}$$

Jadi ni ada pemboleh ubah sama, jadi kita boleh tolak dan jawapannya adalah ' $x$ '.

P: Bagaimanakah ' $x$ ' daripada ' $3x - 3x$ '?

R: (Murid termenung seketika), jawapan adalah tambah tiga.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: ' $3x$ ' tolak ' $3x$ ', nilainya adalah kosong.

P: Kenapa?

R: Sebab pemboleh ubah dia sama.

P: Bagaimana jika Kotak C tolak Kotak A?

R: Boleh, situasi adalah sama juga (sambil menulis di atas kertas).

$$\boxed{3x + 3} - \boxed{3x}$$

P: Apakah yang kamu maksudkan sama?

R: Kategori yang sama.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Angka tiga ini tidak ada pemboleh ubah, nilai tetap tiga.

P: Baik, apakah hasilnya?

R: Dapat positif tiga

:

Berdasarkan Petikan 4.3.4.3A di atas, idea operasi tolak membabitkan ungkapan algebra digambarkan oleh semua peserta kajian dengan keadaan nilai sebutan dalam ungkapan tersebut dikurangkan. Tingkah laku yang dipaparkan oleh peserta kajian tentang ‘operasi tolak membabitkan ungkapan’ dengan mengurangkan nilai sebutan yang terkandung dalam ungkapan. Peserta kajian mentafsirkan bahawa ‘operasi tolak’ hanya dapat dijalankan ke atas dua atau lebih sebutan yang sama dengan menolak nilai ke atas sebutan tersebut. Penggunaan perkataan ‘pbolehkan ubah’ dan ‘huruf’ yang sama oleh peserta kajian dalam membuat perbandingan antara ungkapan yang boleh dijalankan ‘operasi tolak’ atau tidak. Gambaran peserta kajian tentang operasi tolak ‘boleh’ dilakukan memaparkan bentuk sebutan yang nilainya berkurangan daripada nilai awal, contohnya kategori ‘ $2q - q$ ’ menghasilkan ‘ $q$ ’. Gambaran peserta kajian tentang operasi tolak ‘tidak boleh’ dijalankan merujuk sebutan yang berbeza, seperti ‘ $3a - 3$ ’, ‘ $q - p$ ’, dan ‘ $3x - y$ ’.

Seterusnya, peserta kajian turut memaparkan operasi tolak ke atas yang ditafsirkan sebagai ‘*boleh dilaksanakan*’ ke atas dua ungkapan yang mengandungi sebutan yang sama. Penggunaan contoh ungkapan ‘ $3x$ ’ ditolak dengan ungkapan ‘ $3x + 3$ ’ dan sebaliknya, menunjukkan penolakan ke atas dua sebutan yang sama iaitu ‘ $3x$ ’ dipaparkan oleh peserta kajian sebagai nilai ‘kosong’. Namun begitu hanya 3 orang peserta sahaja yang terlibat dalam memaparkan tingkah laku sedemikian.

Selain itu, peserta kajian yang mentafsirkan operasi asas ke atas ungkapan dalam kategori operasi tolak turut membabitkan langkah pengiraan pengurangan sebutan dalam prosedur tertentu. Semua peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam konteks ini dalam bentuk simbol dan naratif. Tingkah laku Hana dipaparkan dalam

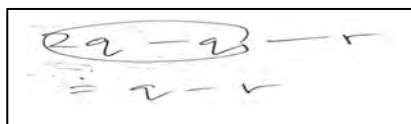
Petikan 4.3.4.3B menunjukkan contoh tafsiran yang membabitkan langkah pengiraan pengurangan sebutan.

**Petikan 4.3.4.3B (Hana):** Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra

:

P: Baik, bagaimana pula dengan ungkapan ' $2q - q - r$ '?

R: Dua ini ditolak (sambil melukis bulatan pada ' $2q - q$ '), jawapannya ialah ' $q - r$ '.



$$2q - q - r$$

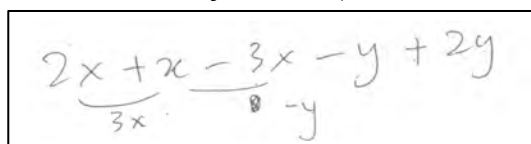
$$= q - r$$

P: Boleh kamu jelaskan bagaimana jalankan operasi tolak ini?

R: Operasi tolak dapat dijalankan ke atas huruf yang sama sahaja?

P: Bagaimana pula dengan bentuk ' $2x + x - 3x - y + 2y$ '?

R: ' $2x$ ' tambah ' $x$ ' jadi ' $3x$ ' (sambil melukis garisan lengkung pada ),



$$2x + x - 3x - y + 2y$$

$$\underbrace{2x + x}_{3x} - 3x - \underbrace{y}_{-y} + 2y$$

Selepas itu, ' $3x$ ' tolak ' $3x$ ' ni ' $x$ '. Lepas tu, ' $x$ ' tolak ' $y$ ' tak boleh, jadi ' $x - y$ ' tambah pula dengan ' $2y$ ', jadi ' $3y$ '. Jawapannya ' $x$ ' tolak ' $y$ '.

Berdasarkan Petikan 4.3.4.3B, semua peserta kajian mentafsir operasi tolak membabitkan ungkapan yang mengandungi lebih daripada dua sebutan dengan memaparkan langkah kerja yang perlu dilaksanakan melibatkan operasi tersebut. Langkah kerja dalam menjalankan operasi tolak dipaparkan oleh semua peserta kajian dengan mengumpul sebutan yang mengandungi huruf yang serupa dan sebutan tanpa huruf (pemalar). Kemudian, peserta kajian menjalankan operasi tolak ke atas sebutan yang mengandungi pemboleh ubah yang sama dan angka secara berasingan. Hasil dipaparkan dalam bentuk teringkas dengan pengurangan nilai ke atas sebutan yang terkandung dalam ungkapan. Ringkasnya, semua peserta kajian mentafsirkan operasi tolak ke atas ungkapan dengan memaparkan pengiraan yang dilakukan ke atas sebutan yang mengandungi pemboleh ubah yang serupa. Hasil

pengiraan dinyatakan dalam dua bentuk, iaitu bentuk tunggal yang mengandungi satu sebutan dan bentuk tunggal yang mengandungi dua atau lebih sebutan yang berbeza.

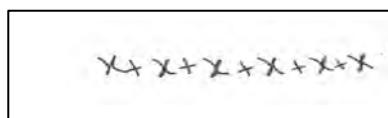
#### 4.3.4.4 Idea tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra dalam kategori operasi darab

Tafsiran peserta kajian tentang operasi asas ke atas ungkapan juga dinyatakan dalam kategori operasi darab. Dalam kategori ini terdapat tiga huraian, iaitu penggandaan nilai dalam sebutan, pendaraban nilai pekali dan pemboleh ubah, dan pendaraban sebarang angka dengan sebutan. Semua peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tafsiran tentang idea membabitkan operasi darab dinyatakan oleh peserta kajian dengan simbol dan naratif. Tingkah laku Afiq, Alias, dan Nani masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.3.4.4A, Petikan 4.3.4.4B, dan Petikan 4.3.4.4C menunjukkan contoh tafsiran dalam kategori operasi darab membabitkan penggandaan nilai dalam sebutan.

**Petikan 4.3.4.4A (Afiq):** *Gambaran mental tentang '6x'*

:

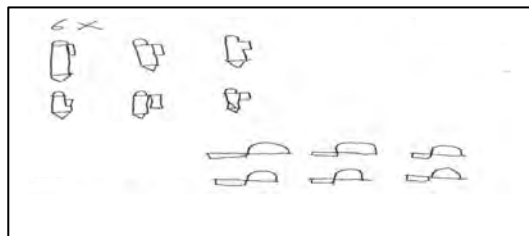
R: Bentuk '6x' seperti ini (sambil menulis di kertas ).



**Petikan 4.3.4.4B (Alias):** *Gambaran mental tentang '6x'*

:

R: Ia seperti (sambil menulis di kertas ).



P: Jika saya sebut '3x' pula, macam mana kamu gambarkan ungkapan ini ?

R: (Murid melukis tiga biji bakul).

P: Ada gambaran lain yang kamu fikirkan?

R: (Murid melukis huruf 'z' dan 'y' sebanyak tiga kali di atas kertas).



**Petikan 4.3.4.4C (Nani):** Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra

P: Bagaimana pula dengan operasi darab?

R: (Murid menulis di kertas).

$$\begin{array}{l} \overset{B}{3x} \overset{C}{3x} + 3 \\ = 6x + 3 \end{array} \quad \begin{array}{l} A \quad B \\ 3x \times 3 \\ = 6x \end{array} \quad \begin{array}{l} \overset{B}{3x} \overset{C}{3x} + 3 \\ = 6x + 3 \quad \# \end{array}$$

Bentuk ini terbalik juga boleh dilakukan.

P: Adakah semua kategori ungkapan algebra boleh dijalankan operasi darab?

R: Semua boleh.

:

Berdasarkan Petikan 4.3.4.4A, Petikan 4.3.4.4B, dan Petikan 4.3.4.4C di atas, peserta kajian mentafsirkan idea Kotak D dalam kategori operasi darab membabitkan penggandaan nilai sebutan dalam ungkapan. Tafsiran yang dipaparkan oleh semua peserta kajian tentang idea ‘operasi darab ke atas ungkapan algebra’ di kelompok dalam dua keadaan berbeza berdasarkan pemboleh ubah dan bilangan sebutan yang terkandung dalam ungkapan. Bagi pendaraban ungkapan yang membabitkan angka dan huruf, seperti ‘ $3x$ ’ dan ‘ $6x$ ’, peserta kajian menggambarkan operasi darab sebagai penambahan berulang. Penggunaan bentuk simbolik seperti ‘ $x + x + x + x + x + x$ ’ dan lukis huruf dan objek dalam ulangan nilai pekali antara contoh yang dinyatakan oleh peserta kajian dalam memberi gambaran tentang maksud operasi darab antara angka dan huruf.

Selain itu, operasi darab membabitkan ungkapan dengan angka, seperti kategori ‘ $3x$ ’ dengan angka ‘3’ ditafsirkan oleh semua peserta kajian dalam gandaan tiga. Penggunaan simbol ‘ $x$ ’ di antara dua ungkapan bagi menggambarkan operasi darab yang dijalankan ke atas dua ungkapan tersebut. Operasi darab yang dijalankan digambarkan dengan menggandakan nilai ‘3’ sebanyak tiga kali. Manakala pendaraban dua ungkapan dengan pemboleh ubah yang sama, peserta kajian tafsirkan

dalam dua aspek membabitkan gandaan angka dan pemboleh ubah yang terlibat. Peserta kajian turut menggambarkan operasi darab antara dua ungkapan yang membabitkan pemboleh ubah yang tidak serupa dalam keadaan gandaan angka dan huruf yang terkandung dalam ungkapan tersebut. Penggunaan kategori ' $3x$ ' dan ' $2y$ ' dipaparkan oleh segelintir peserta kajian bagi membandingkan pendaraban dua ungkapan yang berbeza dari segi pekali dan pemboleh ubah. Hasil yang didapati dalam kategori ' $6xy$ ' menggambarkan operasi darab yang dijalankan.

Peserta kajian turut mentafsirkan operasi asas ke atas ungkapan sebagai operasi darab membabitkan prosedur pendaraban sebutan. Semua peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam konteks ini. Tafsiran tentang idea pendaraban membabitkan langkah pengiraan dinyatakan oleh peserta kajian dengan simbol dan naratif. Tingkah laku Afiq dipaparkan dalam Petikan 4.3.4.4D menunjukkan contoh tafsiran operasi membabitkan penggandaan nilai dalam sebutan.

**Petikan 4.3.4.4D (Afiq):** Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra

P: Bagaimana pula dengan operasi darab, jika A darab B boleh?

R: Boleh (murid menulis di atas kertas).

$$3x \times 3$$

P: Apa hasilnya?

R:  $9x$ .

...

P: Baik, boleh kamu jelaskan satu persatu, pendaraban ' $3x$ ' dengan ' $3x + 3$ '?

R: (Murid menulis dengan melukis anak panah).

$$9x^2 + 9x$$

P: Pada pendapat kamu, ungkapan algebra yang bagaimana boleh dijalankan operasi darab?

R: Semua ungkapan boleh dijalankan operasi darab.

Berdasarkan Petikan 4.3.4.4D, peserta kajian mentafsirkan idea tentang operasi darab dengan melaksanakan pengiraan gandaan angka dan huruf yang terkandung dalam ungkapan. Peserta kajian menjelaskan tentang operasi darab ke atas dua ungkapan yang mengandungi bilangan sebutan berbeza dengan memaparkan langkah pengiraan pendaraban ke atas '*angka dengan huruf*', '*huruf dengan huruf*', dan '*angka dengan angka*'. Pendaraban ke atas angka dan huruf membentuk gabungan dua perkara tersebut, contohnya '3' darab 'x' dipaparkan sebagai '3x'. Manakala pendaraban ke atas '*huruf dengan huruf*' dan '*angka dengan angka*' pula, peserta kajian menyatakan dalam hasil pengiraan dalam bentuk gandaan huruf dan angka tersebut. Walaupun begitu, hampir semua peserta kajian mengalami kekeliruan dalam mentafsirkan operasi darab membabitkan ungkapan dengan satu sebutan dan ungkapan dengan dua sebutan. Penggunaan simbol kurungan tidak digunakan dalam pengiraan dua ungkapan yang mengandungi bilangan sebutan yang berbeza. Semua peserta kajian yang terlibat memerlukan beberapa langkah dan persoalan bagi menjelaskan gambaran operasi darab membabitkan dua ungkapan yang berbeza bilangan sebutan. Secara keseluruhan, semua peserta kajian mentafsirkan operasi darab membabitkan ungkapan sebagai penggandaan nilai yang merangkumi angka dan huruf.

#### **4.3.4.5 Idea tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra dalam kategori operasi bahagi**

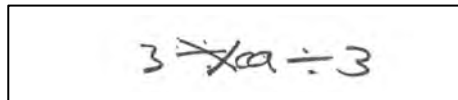
Tafsiran tentang Kotak D membabitkan idea operasi asas ke atas ungkapan juga dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori operasi bahagi. Dalam kategori ini, peserta kajian menjelaskan asas operasi matematik dengan pengurangan nilai gandaan dalam sebutan mengikut pekali dan pemboleh ubah, dan pembahagian sebutan ke atas gandaan angka dan huruf dalam kelompok yang sama. Semua peserta

kajian didapati memberikan tafsiran dalam konteks ini dengan simbol dan perkataan. Tingkah laku Afiq, dipaparkan dalam Petikan 4.3.4.5A, menunjukkan contoh tafsiran dalam kategori operasi bahagi membabitkan pengurangan nilai gandaan dalam sebutan.

**Petikan 4.3.4.5A (Afiq):** Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra

P: Baik, bagaimana pula dengan operasi bahagi?

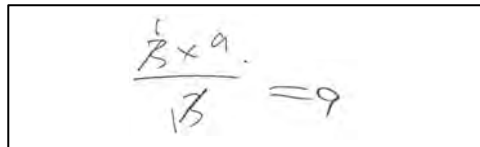
R: (Murid menulis) tiga darab 'a', bahagi tiga.



A rectangular box containing the handwritten expression  $3 \times a \div 3$ . The 'x' and '÷' symbols are written with a single stroke.

P: Bolehkah kamu tuliskan dalam bentuk lain?

R: (Murid menulis) darab dulu, baru bahagi.



A rectangular box containing the handwritten expression  $\frac{3 \times a}{3} = a$ . The fraction is written with a horizontal line, and the result 'a' is written to the right of the equals sign.

P: Adakah unsur Kotak A boleh dibahagikan dengan unsur Kotak B?

R: Boleh.

P: Apakah yang kamu boleh bahagikan pada kedua-dua unsur ini?

R: Nilai.

Berdasarkan Petikan 4.3.4.5A di atas, peserta kajian mentafsirkan operasi bahagi ke atas ungkapan algebra dengan keadaan nilai sebutan dalam ungkapan tersebut di susut gandaannya. Tafsiran yang dipaparkan oleh semua peserta kajian tentang 'operasi bahagi membabitkan ungkapan' di kelompok dalam dua keadaan berbeza dengan perkataan 'boleh dibahagi' dan 'tidak boleh dibahagi', berdasarkan pekali dan pemboleh ubah yang terkandung dalam ungkapan. Semua peserta kajian didapati menggambarkan operasi bahagi menggunakan perkataan 'bahagi', simbol ' $\div$ ', dan simbol '/'. Bentuk pecahan juga turut digunakan oleh semua peserta kajian bagi mentafsirkan tentang 'operasi bahagi' membabitkan ungkapan.

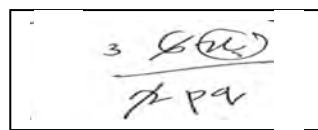
Seterusnya, peserta kajian turut mentafsirkan operasi bahagi ke atas ungkapan secara prosedural yang membabitkan langkah pengiraan operasi bahagi. Semua

peserta kajian didapati memberikan tafsiran dalam kategori ini. Tafsiran tentang idea membabitkan operasi bahagi dinyatakan oleh peserta kajian dengan simbol dan naratif. Tingkah laku Faris dan Nani masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.3.4.5B dan Petikan 4.3.4.5C menunjukkan contoh tafsiran membabitkan prosedur dan langkah pengiraan melibatkan pengurangan nilai gandaan dalam sebutan.

**Petikan 4.3.4.5B (Faris):** Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra

P: Baik, bagaimana kamu tafsirkan operasi bahagi?

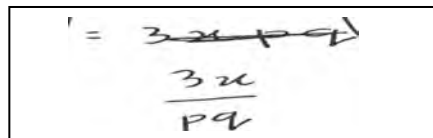
R: (Murid menulis di kertas).



$$\frac{3(6x)}{2pq}$$

P: Boleh kamu jelaskan perkara yang kamu tulis?

R: (Sambil menulis) kalau pembahagi adalah ungkapan dalam sebutan 'x', boleh dibahagi. Tetapi jika tidak serupa, maka nilai '6' dan '2' ini, merupakan kelompok sifar yang sama, jadi boleh dibahagikan. Hasil operasi bahagi adalah tiga 'x' per 'pq'.



$$\frac{3x}{pq}$$

P: Adakah syarat tertentu yang membolehkan operasi tersebut boleh dibuat ke atas ungkapan algebra?

R: Pemboleh ubah mesti sama

P: Ada lagi perkara lain yang kamu fikirkan operasi bahagi ke atas ungkapan?

R: Nilai mesti sifar atau gandaan yang sama bagi untuk bahagi.

**Petikan 4.3.4.5C (Nani):** Makna operasi asas membabitkan ungkapan algebra

:

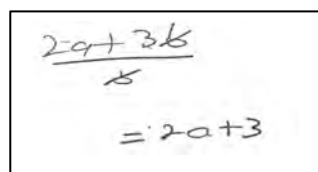
R: Semua ungkapan boleh dibahagi jika 'pekali' dan 'pemboleh ubah' sama.

P: Jadi adakah pemboleh ubah berbeza tidak boleh dijalankan operasi bahagi?

R: Pemboleh ubah tidak sama pun boleh juga, tetapi pekali mesti sama atau dari sifar yang sama.

P: Baik bagaimana jika kategori '2a' tambah '3b', bahagi dengan 'b' sahaja, boleh?

R: (Murid menulis).



$$\frac{2a + 3b}{b} = 2a + 3$$

:

- P: Apakah sebab bentuk ini boleh dan yang ini tak boleh pula?  
 R: Sebab angka '4' ini merupakan sifir '2'.  
 P: Apakah yang kamu boleh rumuskan tentang kategori ungkapan yang boleh dibahagikan?  
 R: Kalau bahagi ini kena tengok dua perkara, pemboleh ubah sama, tapi kalau tidak sama kena lihat pula nilai pekali, ia mesti nilai gandaan yang sama.  
 P: Baik.

Berdasarkan Petikan 4.3.4.5B dan Petikan 4.3.4.5C di atas, idea operasi bahagi membabitkan ungkapan algebra digambarkan oleh semua peserta kajian dengan keadaan nilai sebutan dalam ungkapan tersebut di susut gandaannya. Tingkah laku yang dipaparkan oleh semua peserta kajian tentang 'operasi bahagi membabitkan ungkapan' di kelompok dalam dua keadaan berbeza dengan perkataan 'boleh dibahagi' dan 'tidak boleh dibahagi', berdasarkan pekali dan pemboleh ubah yang terkandung dalam ungkapan. Semua peserta kajian menggambarkan operasi darab menggunakan perkataan 'bahagi', simbol ' $\div$ ', dan simbol '/'. Kategori pecahan juga turut digunakan oleh semua peserta kajian bagi tafsir 'operasi bahagi' membabitkan ungkapan.

Bagi operasi bahagi yang membabitkan dua ungkapan yang mengandungi pekali dalam gandaan sama, seperti ' $3x$ ' dan ' $6x$ ', peserta kajian mentafsirkan sebagai 'boleh dibahagi' dengan memaparkan penyusutan nilai gandan pekali dan juga pemboleh ubah. Penggunaan kategori simbolik dan grafik dengan melukis garisan serong ke atas angka dan huruf yang dipaparkan. Semua peserta kajian turut tafsir operasi bahagi sebagai boleh bahagi ke atas ungkapan yang mengandungi pekali dan pemboleh ubah berbeza. Namun begitu, pekali yang dipaparkan dalam gandaan angka yang sama. Selain itu, semua peserta kajian menggambarkan operasi bahagi sebagai 'tidak boleh dijalankan' ke atas ungkapan yang mengandungi pekali berbeza gandaan dan pemboleh ubah. Peserta kajian yang terlibat menggunakan bentuk

simbolik yang membabitkan angka dari gandaan yang tidak sama dan pemboleh ubah yang berbeza, seperti ' $3a \div 4b$ ' dan ' $3x \div pq$ '.

Secara keseluruhan, semua peserta kajian tafsirkan operasi bahagi sebagai 'penyusutan nilai gandaan' bagi setiap sebutan yang terkandung dalam ungkapan. Gambaran dengan perkataan 'boleh dijalankan' merujuk aktiviti pengurangan nilai gandaan ke atas pekali dan pemboleh ubah. Pengurangan nilai pekali membabitkan angka dari gandaan sifar yang sama. Manakala pengurangan nilai pemboleh ubah pula, membabitkan gandaan huruf yang sama. Bagi gambaran operasi bahagi sebagai 'tidak boleh dijalankan', peserta kajian merujuk ungkapan yang mengandungi pekali dari gandaan sifar yang berbeza dan pemboleh ubah yang tidak serupa.

#### **4.3.5 Rumusan tentang Makna**

Makna merentasi kes bagi enam peserta kajian membabitkan beberapa perkara yang berkaitan dengan ungkapan algebra, yang mana empat daripadanya ialah pemboleh ubah, pemalar, menilai ungkapan, dan operasi asas dalam ungkapan. Beberapa perkara yang digambarkan, diterjemahkan, dan dihuraikan oleh peserta kajian dalam mentafsirkan perkara terbabit. Berikut adalah rumusan bagi tafsiran ke atas pemboleh ubah, pemalar, menilai ungkapan dan operasi asas ke atas ungkapan merentasi kes bagi kajian ini:

1. Makna bagi pemboleh ubah merangkumi tiga kategori pentafsiran, iaitu nilai yang berubah-ubah, naratif dalam konteks bahasa, dan pendaraban nilai. Semua kategori mendominasi tafsiran tentang makna pemboleh ubah.

2. Makna bagi pemalar merangkumi tiga kategori tafsiran, iaitu nilai tetap, nilai pemboleh ubah yang dimalarkan, dan naratif dalam konteks bahasa. Kategori nilai tetap dan pemboleh ubah yang dimalarkan mendominasi tafsiran tentang pemalar.
3. Makna bagi menilai ungkapan algebra merangkumi dua kategori tafsiran, iaitu penggantian nilai dan operasi asas dalam aritmetik. Dua kategori ini mendominasi tafsiran tentang menilai ungkapan algebra. Kategori penggantian sebarang nilai dalam pemboleh ubah adalah tafsiran awal semua peserta kajian dalam menjelaskan tentang menilai ungkapan algebra. Manakala operasi asas pula, merupakan langkah berikut yang dilaksanakan oleh semua peserta kajian dalam menilai ungkapan algebra.
4. Makna operasi asas ke atas ungkapan algebra merangkumi lima kategori, iaitu penggabungan sebutan, operasi tambah, operasi tolak, operasi darab, dan operasi bahagi. Semua kategori dinyatakan oleh setiap peserta kajian dalam mentafsir operasi asas ke atas ungkapan algebra. Tafsiran yang dinyatakan oleh setiap peserta kajian tentang operasi asas mengandungi pelbagai cara dan teknik.

Secara keseluruhannya, tafsiran tentang beberapa perkara asas dalam ungkapan algebra yang membabitkan pemboleh ubah, pemalar, menilai, dan operasi asas ke atas ungkapan tersebut dinyatakan oleh semua peserta kajian dalam cara yang berbeza. Tafsiran tentang pemboleh ubah, tertumpu pada konsep sebarang nilai yang boleh diubah-ubah. Makna ke atas pemalar pula merangkumi tafsiran yang tertumpu pada nilai berangka yang tetap. Manakala makna menilai ungkapan pula, berfokuskan penggantian nilai dalam pemboleh ubah dan melaksanakan operasi asas yang terkandung dalam ungkapan tersebut. Tafsiran operasi asas ke atas ungkapan



pula tertumpu penggabungan nilai sebutan yang membabitkan penambahan, pengurangan, penggandaan, dan pembahagian ke atas sebutan tersebut. Setiap operasi asas ditafsir oleh setiap peserta kajian dengan mengambil kira pemboleh ubah dan pekali dari kelompok gandaan yang sama. Hal ini menunjukkan peserta kajian mempunyai pelbagai pengetahuan dari segi konsep dan prosedur pengiraan ke atas unit asas ungkapan algebra.

#### **4.4 Hubung Kait**

Konstruksi hubung kait merujuk merujuk keupayaan murid melaksanakan ungkapan algebra dalam konteks yang berbeza, menjelaskan struktur dalam seting yang berbeza, dan kepelbagaian gambaran konsep membabitkan pengetahuan nombor, konsep arithmetik, kaedah dan peraturan dalam pengiraan nombor dan simbol (Nik Azis, 2008; von Glasersfeld, 1996). Tugas hubung kait dalam kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti pertalian antara sesuatu fakta, konsep, prosedur, proses, dan prinsip yang dibuat oleh murid tentang perkara yang berkait dengan ungkapan algebra. Beberapa perkara dipaparkan untuk menjelaskan tentang hubung kait antara ungkapan algebra, yang tiga daripadanya membabitkan pengkelasan, perbandingan, dan penyepaduan (penggabungan). Di bawah adalah perkara yang dipaparkan oleh enam peserta kajian tentang hubung kait antara ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', ' $2a + 3a$ ', ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ', dan ' $5m - 2m$ '.

##### **4.4.1 Hubung Kait antara Bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '.**

Dalam kajian ini, hubung kait antara bentuk simbolik ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' dikelaskan kepada dua kategori, iaitu sebutan dan operasi asas. Setiap kategori mengandungi lebih daripada satu huraian berbeza. Semua peserta kajian didapati memaparkan hubung kait lebih daripada satu kategori. Jadual 4.4.1, menunjukkan

ringkasan hubung kait antara bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' yang diberikan oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.4.1

*Hubung kait antara bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '*

| Kategori     | Huraian                                                                                                                                                                                                                                           | Peserta Kajian                                                                                                            |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sebutan      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengenal pasti sebutan</li> <li>• Mengkelompokkan sebutan dari segi angka, simbol, dan huruf.</li> <li>• Menjelaskan perbezaan antara sebutan</li> <li>• Menjelaskan persamaan antara sebutan</li> </ul> | <p>Faris</p> <p>Nani, Hana, Faris, Afiq, Sofea, Alias</p> <p>Nani, Hana, Faris, Afiq, Sofea, Alias</p> <p>Afiq, Faris</p> |
| Operasi asas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggabungkan dua atau lebih sebutan menjadi ungkapan tunggal dengan simbol '+'. </li> <li>• Menjalankan penambahan sebutan yang mengandungi pemboleh ubah yang sama.</li> </ul>                         | <p>Hana, Afiq</p> <p>Faris</p>                                                                                            |

#### 4.4.1.1 Hubung kait antara bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' dalam kategori sebutan

Aktiviti hubung kait dalam kajian ini bagi kategori sebutan membabitkan pengenalan kepada bentuk ungkapan, pengkelasan, persamaan dan perbezaan dalam ungkapan tersebut. Kategori sebutan membabitkan pengenalan kepada ungkapan dinyatakan oleh peserta kajian dengan menentukan bentuk simbolik dipaparkan adalah ungkapan atau tidak. Hanya seorang peserta kajian memberikan hubung kait konteks ini. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.4.1.1A menunjukkan contoh pengenalan sebutan dan ungkapan.

**Petikan 4.4.1.1A (Faris):** *Hubung kait antara ' $5a$ ' dengan ' $a + 4a$ '*

P: Sekarang ada dua bentuk algebra, ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ', apakah hubung kait yang kamu dapati antara kedua bentuk ini?

:

R: Bentuk ' $5a$ ' adalah sebutan, bentuk ' $a + 4a$ ' pula ungkapan.

P: Boleh kamu jelaskan ?

R: Bentuk ' $5a$ ' tidak ada operasi tambah atau tolak, dan hanya da satu sebutan. Bentuk ' $a + 4a$ ' mengandungi hasil tambah antara dua sebutan, ini sesuai dengan gambaran ungkapan.

Berdasarkan Petikan 4.4.1.1A di atas, peserta kajian mengenal pasti bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' sebagai sebutan dan ungkapan. Pengenalan satu bentuk simbolik sebagai sebutan atau ungkapan bijelaskan berdasarkan ciri-ciri khas yang terdapat pada bentuk tersebut. Peserta kajian mengaitkan bentuk ' $5a$ ' dengan 'sebutan' berdasarkan ketiadaan simbol operasi antara sebutan dan bilangan sebutan dalam bentuk tersebut. Manakala bentuk ' $a + 4a$ ' pula, perkaitan dengan ungkapan, merujuk bilangan sebutan lebih daripada satu dan kewujudan simbol operasi tambah yang terkandung dalam bentuk tersebut. Dalam hal ini, peserta kajian menunjukkan hubung kait antara dua bentuk simbolik berdasarkan pengetahuan sedia ada tentang definisi dan konstruk asas dalam satu ungkapan.

Selain itu, hubung kait antara bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' kajian ini dalam kategori sebutan turut membabitkan pengkelasan ke atas bentuk tersebut. Peserta kajian mengkelaskan bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' ke dalam sesuatu kategori atau kumpulan tertentu. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.4.1.1B menunjukkan contoh pengkelasan sebutan ke atas bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '.

**Petikan 4.4.1.1B (Faris):** *Hubung kait antara ' $5a$ ' dengan ' $a + 4a$ '*

P: Sekarang ada dua bentuk algebra, ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ', apakah hubung kait yang kamu dapati antara kedua bentuk ini?

R: Dua bentuk ini berbeza.

P: Boleh kamu jelaskan tentang perbezaan yang kamu dapati?

- R: Bentuk ' $5a$ ' adalah sebutan, bentuk ' $a + 4a$ ' pula ungkapan.  
 :  
 P: Kenapakah kamu katakan ' $5a$ ' sebutan, manakala bentuk ' $a + 4a$ ' ungkapan?  
 R: Sebab bentuk ' $5a$ ' ada satu saja, bentuk ' $a + 4a$ ' ada dua.  
 P: Boleh yang kamu jelaskan tentang perkataan 'ada satu' dan 'ada dua'?  
 R: Maksudnya bentuk ' $5a$ ' satu sebutan, bentuk ' $a + 4a$ ' ada dua sebutan.  
 :  
 :

Berdasarkan Petikan 4.4.1.1B di atas, tiga peserta kajian membuat pengkelasan di antara ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' dengan merujuk bilangan sebutan dan hasil operasi tambah yang didapati ke atas sebutan yang terkandung di dalam ungkapan tersebut. Peserta kajian merujuk kesepadanan dari segi kehadiran nombor dan huruf di dalam bentuk ' $5a$ ' dan ' $4a$ ' untuk di kelompok dalam kategori yang sama. Peserta kajian mengkategorikan dua bentuk tersebut dalam ungkapan yang mengandungi sebutan yang mempunyai pekali dengan satu pemboleh ubah. Manakala seorang peserta kajian iaitu Faris pula, memaparkan hubung kait antara ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' dengan mengelaskan dua bentuk tersebut kepada dua kategori berbeza iaitu '*sebutan*' dan '*ungkapan*' berdasarkan bilangan sebutan. Peserta kajian mengkategorikan bentuk ' $5a$ ' dalam kelompok '*sebutan*'. Manakala bentuk ' $a + 4a$ ' pula, di kelompok dalam '*ungkapan*' kerana bentuk tersebut mengandungi dua sebutan dan simbol operasi.

Seterusnya, hubung kait dalam kategori sebutan kajian ini turut membabitkan perbandingan dari segi kesamaan, kesepadanan, dan perbezaan antara ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '. Perkara yang dibandingkan oleh peserta kajian antara dua ungkapan tersebut membabitkan pemboleh ubah, hasil operasi yang didapati, dan bentuk sebutan. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam bentuk '*perbandingan*'. Tingkah laku Hana dan Nani masing-masing dipaparkan dalam

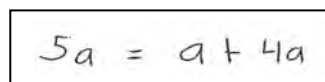
Petikan 4.4.1.1C dan Petikan 4.4.1.1D menunjukkan contoh persamaan dan kesepadanan yang terdapat antara ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '.

**Petikan 4.4.1.1C (Hana):** *Hubung kait antara ' $5a$ ' dengan ' $a + 4a$ '*

- P: Sekarang ada dua bentuk algebra, ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ', apakah hubung kait yang kamu dapati antara kedua bentuk ini?
- R: Pemboleh ubah sama.
- P: Boleh kamu jelaskan?
- R: Dua bentuk ini mengandungi huruf ' $a$ '.
- P: Ada lagi hubung kait lain?
- R: (Murid termenung seketika), bentuk ini ' $5a$ ' dan bentuk ini ' $4a$ ' sama.
- P: Boleh kamu jelaskan?
- R: Nombor adalah berlainan.
- P: Apakah yang kamu katakan sama antara dua bentuk ini?
- R: Ia sama seperti nombor, tapi bukan dari segi nombor yang ada, ia seperti ' $5a$ ' dan ' $4a$ ' ini adalah satu.
- P: Apakah yang kamu nama khusus bagi bentuk yang ada nombor dan huruf ini?
- R: Sebutan.

**Petikan 4.4.1.1D (Nani):** *Hubung kait antara ' $5a$ ' dengan ' $a + 4a$ '*

- P: Jika saya beri bentuk ' $5a$ ' dan bentuk ' $a + 4a$ ', adakah hubung kait antara bentuk tersebut?
- R: (Murid terus menulis di atas kertas).



A rectangular box containing the handwritten equation  $5a = a + 4a$  in black ink.

- P: Apakah yang kamu masudkan dengan simbol '=' ini?
- R: Macam persamaan linear.
- P: Persamaan linear itu bagaimana?
- R: Bentuk ' $5a$ ' itu sama dengan bentuk ' $a + 4a$ '.

Berdasarkan Petikan 4.41.1C dan Petikan 4.41.1D di atas, peserta kajian membuat hubung kait secara konseptual membabitkan persamaan dan kesepadanan yang terdapat di antara ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '. Semua peserta kajian memaparkan perbandingan dari segi persamaan dan kesepadanan yang terdapat di dalam dua ungkapan berbeza berdasarkan kehadiran pemboleh ubah di dalam ungkapan tersebut. Perkara lain membabitkan perkataan '*bentuk sama*', bilangan sebutan, dan hasil operasi ke atas sebutan turut dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan kesepadanan yang terdapat antara ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '.

Penggunaan perkataan ‘sama’ oleh peserta kajian bagi memaparkan tentang konsep kesamaan dan kesepadanan dalam membandingkan dua ungkapan berbeza. Peserta kajian menyatakan tentang perkara yang didapati mempunyai persamaan dari segi kehadiran angka dan huruf di dalam bentuk ‘ $5a$ ’ dan ‘ $4a$ ’. Cara lain dalam memaparkan tentang persamaan yang terdapat di antara ungkapan ‘ $5a$ ’ dengan ‘ $a + 4a$ ’ ialah ‘ $5a = a + 4a$ ’, dinyatakan oleh peserta kajian secara spontan. Bentuk ‘ $5a = a + 4a$ ’ disebut oleh peserta kajian sebagai ‘*persamaan linear*’ dan penggunaan simbol ‘ $=$ ’ yang dijelaskan sebagai ungkapan ‘ $5a$ ’ adalah sama dengan ungkapan ‘ $a + 4a$ ’, merupakan satu cara peserta kajian memaparkan perbandingan dari segi persamaan yang terkandung antara dua ungkapan tersebut.

Selain itu, peserta kajian turut memaparkan perbandingan dari segi perbezaan antara ungkapan ‘ $5a$ ’ dan ‘ $a + 4a$ ’. Perkara yang dibandingkan antara dua ungkapan tersebut membabitkan pemboleh ubah, hasil operasi, dan bentuk sebutan. Seorang peserta kajian memberikan hubung kait membabitkan perbezaan yang terdapat di antara ungkapan ‘ $5a$ ’ dan ‘ $a + 4a$ ’. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.4.1.1E menunjukkan contoh huraian perbandingan dari segi perbezaan yang terdapat antara ungkapan ‘ $5a$ ’ dan ‘ $a + 4a$ ’.

**Petikan 4.4.1.1E (Faris):** *Hubung kait antara ‘ $5a$ ’ dengan ‘ $a + 4a$ ’*

- P: Sekarang ada dua bentuk algebra, ‘ $5a$ ’ dan ‘ $a + 4a$ ’, apakah hubung kait yang kamu dapati antara kedua bentuk ini?  
 R: Dua bentuk ini berbeza.  
 P: Boleh kamu jelaskan tentang perbezaan yang kamu dapati?  
 R: Bentuk ‘ $5a$ ’ adalah sebutan, bentuk ‘ $a + 4a$ ’ pula ungkapan.  
 P: Kenapakah kamu katakan ‘ $5a$ ’ ungkapan, manakala bentuk ‘ $a + 4a$ ’ ungkapan?  
 R: Sebab bentuk ‘ $5a$ ’ ada satu saja, bentuk ‘ $a + 4a$ ’ ada dua.

Berdasarkan Petikan 4.4.1.1F di atas, peserta kajian membuat hubung kait secara konseptual membabitkan perbandingan dari segi perbezaan yang terdapat di antara

ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '. Hanya seorang peserta kajian terbabit dalam memaparkan tingkah laku membezakan ungkapan. Peserta kajian membandingkan bentuk dan bilangan sebutan, jenis pemboleh ubah yang terkandung dalam setiap sebutan, dan hasil bagi operasi yang dijalankan ke atas sebutan yang terkandung di dalam ungkapan. Perbandingan dari segi perbezaan yang terdapat antara ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' membabitkan bilangan sebutan yang terkandung antara dua bentuk tersebut. Peserta kajian menyatakan idea bahawa ungkapan ' $5a$ ' mengandungi satu sebutan sahaja, manakala ungkapan ' $a + 4a$ ' pula mengandungi dua sebutan. Selain itu, penggunaan angka berlainan sebagai pekali turut dinyatakan sebagai perbezaan yang terdapat antara ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '.

#### **4.4.1.2 Hubung kait antara bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' dalam kategori operasi asas aritmetik**

Aktiviti hubung kait dalam kajian bagi kategori operasi asas membabitkan penggabungan sebutan dalam ungkapan ' $a + 4a$ ' membentuk ' $5a$ '. Tingkah laku dipaparkan oleh peserta kajian dengan menjalankan operasi tambah bagi menggabungkan sebutan yang terkandung di dalam bentuk ' $a + 4a$ '. Perkara yang dikaitkan oleh peserta kajian antara dua ungkapan tersebut membabitkan hasil operasi dan bilangan sebutan. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam bentuk 'penggabungan'. Tingkah laku Hana dan Faris masing masing dipaparkan dalam Petikan 4.4.1.2A dan Petikan 4.4.1.2B menunjukkan contoh kategori prosedural yang membabitkan penggabungan melibatkan bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '.

**Petikan 4.4.1.2A (Hana):** Hubung kait antara ' $5a$ ' dengan ' $a + 4a$ '

:

R: Bentuk ' $a$ ' mempunyai sama dengan nilai ' $1$ ', tambah dengan ' $4a$ ' jadi nilainya ' $5a$ ', jadi sama dengan nilai bagi bentuk ' $5a$ ' ini (sambil menunjuk ke arah bentuk A).

P: Boleh jelaskan nilai apakah yang kamu maksudkan ?

- R: Nilai bagi hasil tambah bentuk ' $a + 4a$ '.
- P: Boleh kamu jelaskan hubung kait yang bagaimana kamu maksudkan?
- R: Hubung kait dua bentuk ini dari segi hasil tambah, iaitu hasil tambah bentuk ' $a + 4a$ ' adalah sama dengan bentuk ' $5a$ '.

**Petikan 4.4.1.2B (Faris):** Hubung kait antara ' $5a$ ' dengan ' $a + 4a$ '

- P: Sekarang ada dua bentuk algebra, ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ', apakah hubung kait yang kamu dapati antara kedua bentuk ini?
- :
- P: Ada lagi hubung kait lain?
- R: Bentuk ini jika ditambahkan jadi nombor sama juga.
- P: Boleh kamu jelaskan maksud 'tambah' itu?
- R: Huruf ' $a$ ' ini macam satu ' $a$ ', tambahkan dengan '*empat a*' jadi '*lima a*'.
- P: Apakah yang kamu maksudkan bila bentuk ' $a + 4a$ ' jadi ' $5a$ '?
- R: Maksudnya kedua-dua bentuk ' $5a$ ' dan ' $a$ ' tambah ' $4a$ ' adalah sama.
- P: Boleh kamu jelaskan tentang itu,?
- R: Hasil tambah dua sebutan bagi bentuk ' $a + 4a$ ', iaitu satu ' $a$ ' tambah dengan empat ' $a$ ' membentuk ' $5a$ '.

Berdasarkan Petikan 4.4.1.2A dan Petikan 4.4.1.2B di atas, peserta kajian menyatakan hubung kait antara ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' dalam kategori operasi asas membabitkan penggabungan sebutan. Dua peserta kajian memaparkan hubung kait dalam konteks ini dengan menggabungkan sebutan dalam suatu ungkapan. Dalam menjelaskan hubung kait antara ungkapan ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ', peserta kajian merujuk bilangan sebutan dan hasil operasi tambah ke atas sebutan yang terkandung di dalam ungkapan tersebut. Peserta kajian melakukan penambahan sebutan bagi ungkapan ' $a + 4a$ ' untuk disamakan dengan ungkapan ' $5a$ ' dari segi angka dan huruf. Hubung kait yang dipaparkan oleh peserta kajian membabitkan hasil daripada penggabungan bentuk ' $a + 4a$ ' menjadi bentuk ' $5a$ '. Dalam hal ini, peserta kajian memaparkan penyatuan bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ ' dalam satu kumpulan yang sama berdasarkan bilangan sebutan dan pemboleh ubah.



#### 4.4.2 Hubung Kait antara Bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ '.

Dalam kajian ini, hubung kait antara bentuk simbolik ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' dikelaskan kepada dua kategori, iaitu sebutan dan operasi asas dalam ungkapan. Jadual 4.4.2, menunjukkan ringkasan hubung kait antara ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' yang diberikan oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.4.2

*Hubung kait bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ '*

| Kategori                    | Huraian                                                                                                   | Peserta Kajian           |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Sebutan                     | • Mengkelaskan ungkapan berdasarkan angka, simbol, dan huruf.                                             | Nani, Hana, Afiq, Faris, |
|                             | • Membandingkan ungkapan dari segi:                                                                       | Nani, Hana, Faris, Afiq, |
|                             | - Persamaan sebutan                                                                                       | Sofea, Alias             |
|                             | - Perbezaan sebutan                                                                                       | Nani, Alias              |
| Operasi asas dalam ungkapan | • Menggabungkan ungkapan.<br>- Menjalankan penambahan sebutan yang mengandungi pemboleh ubah yang serupa. | Nani, Hana, Afiq, Faris, |

##### 4.4.2.1 Hubung kait bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' dalam kategori sebutan

Aktiviti hubung kait dalam kajian ini bagi kategori sebutan membabitkan pengkelasan dipaparkan oleh peserta kajian dengan menentukan sebutan yang terkandung di dalam bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' ke dalam sesuatu kategori atau kumpulan tertentu. Perkara yang dikategorikan antara tiga ungkapan tersebut membabitkan perkataan '*ungkapan algebra*', simbol operasi, nilai dan bilangan sebutan. Empat peserta kajian memberikan hubung kait dalam konteks ini. Tingkah

laku Nani dipaparkan dalam Petikan 4.4.2.1A, menunjukkan contoh pengkelasan ke atas ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '.

**Petikan 4.4.2.1A (Nani):** *Hubung kait antara ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '*

- P: Sekarang saya tambah bentuk ' $2a + 3a$ ', apakah hubung kait antara tiga bentuk ini?
- R: Ungkapan algebra.
- P: Bagaimana pula dengan bentuk ' $5a$ '?
- R: Bentuk ini adalah satu ungkapan tetapi sebutan berbeza, kerana hanya ada satu sebutan sahaja.
- P: Boleh nyatakan hubung kait bagi semua bentuk ini?
- R: Hasil serupa.
- P: Boleh kamu jelaskan maksud kamu tentang hasil serupa?
- R: Hasil tambah bagi sebutan untuk bentuk ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' adalah bersamaan dengan bentuk ' $5a$ '.
- P: Ada lagi hubung kait lain?
- R: Sebutan '*sama*'.
- P: Boleh jelaskan perkara yang dimaksudkan dengan sebutan '*sama*'?
- R: Bilangan sebutan dalam bentuk ' $a + 4a$ ' adalah dua dan bentuk ' $2a + 3a$ ' juga mengandungi dua sebutan (sambil melukis bulatan pada setiap sebutan yang terkandung dalam ungkapan).
- P: Baik, ada lagi hubung kait lain?
- R: Operasi juga serupa.
- P: Operasi yang bagaimana?
- R: Bentuk ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' mengandungi operasi tambah.
- :
- :

Berdasarkan Petikan 4.4.2.1A di atas, empat peserta kajian menyatakan hubung kait antara bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' dengan mengelaskan bentuk tersebut dalam kumpulan tertentu dengan merujuk bentuk, simbol dan hasil operasi tambah ke atas semua bentuk tersebut. Dalam menjelaskan hubung kait antara ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ', peserta kajian mengkategorikan bentuk tersebut dalam kategori '*bentuk yang mengandungi pemboleh ubah yang serupa*'. Selain itu, peserta kajian turut mengelompokkan bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' di bawah kumpulan '*ungkapan algebra*'. Bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' dikategorikan oleh peserta kajian sebagai '*ungkapan dengan dua sebutan*'. Manakala bentuk ' $5a$ ' pula, peserta kajian mengelompokkan dalam kategori '*ungkapan dengan satu sebutan*'. Seterusnya, penyatuan bentuk ' $a + 4a$ ' dan

' $2a + 3$ ' oleh peserta kajian dengan menggabungkan dua sebutan bagi bentuk tersebut menjadi satu sebutan. Oleh itu, bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' di kelompok oleh peserta kajian dalam kumpulan yang sama dengan bentuk ' $5a$ ' berdasarkan hasil tambah daripada dua bentuk tersebut.

Seterusnya, aktiviti hubung kait dalam kajian ini bagi kategori sebutan turut membabitkan perbandingan dari segi kesamaan, kesepadanan, atau perbezaan antara ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '. Perkara yang dibandingkan oleh peserta kajian antara dua ungkapan tersebut membabitkan pemboleh ubah, hasil operasi, dan bentuk sebutan. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam bentuk 'perbandingan'. Tingkah laku Hana dipaparkan dalam Petikan 4.4.2.1B, menunjukkan contoh persamaan dan kesepadanan yang terdapat antara ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '.

**Petikan 4.4.2.1B (Hana):** Hubung kait antara ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '

:

P: Baik, boleh kamu jelaskan apakah hubung kait antara ketiga-tiga bentuk ini?

R: Nilai '5', nilai bagi hasil tambah adalah sama.

P: Apakah yang dimaksudkan hasil tambah sama dengan lima?

R: Hasil tambah bentuk ' $a + 4a$ ' adalah ' $5a$ ', dan hasil tambah bentuk ' $2a + 3a$ ' juga adalah ' $5a$ ', jadi dua bentuk ini sebenarnya adalah sama nilai dengan bentuk ' $5a$ '.

P: Baik, ada lagi hubung kait yang lain bagi tiga bentuk ini?

R: Pemboleh ubah sama.

P: Boleh jelaskan?

R: Semua bentuk ini mengandungi pemboleh ubah yang sama, iaitu setiap sebutan mengandungi huruf ' $a$ '.

P: Ada lagi hubung kait lain?

R: Bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' ada hasil tambah, dan ada operasi tambah.

P: Apakah yang kamu maksud '*ada hasil tambah*' dan '*ada operasi tambah*'?

R: Dua-dua bentuk ini (sambil menunjuk bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ') mengandungi simbol operasi yang sama, iaitu operasi tambah.

Berdasarkan Petikan 4.4.2B di atas, peserta kajian membuat hubung kait secara perbandingan membabitkan persamaan dan kesepadanan yang terdapat di antara bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '. Semua peserta kajian didapati memaparkan

perbandingan dari segi persamaan dan kesepadanan yang terdapat di dalam tiga ungkapan berbeza berdasarkan kehadiran pemboleh ubah di dalam ungkapan tersebut. Beberapa perkara lain membabitkan perkataan '*sama*', '*serupa*', '*persamaan*', bilangan sebutan, dan hasil operasi ke atas sebutan turut dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan kesepadanan yang didapati antara ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '.

Semua peserta kajian membuat hubung kait di antara tiga ungkapan yang dipaparkan dengan merujuk bentuk, bilangan sebutan, pemboleh ubah yang terkandung dalam setiap sebutan, dan nilai sebutan yang terkandung di dalam ungkapan tersebut. Bagi perbandingan dari segi persamaan dan kesepadanan, semua peserta kajian menjelaskan dari segi pemboleh ubah yang terkandung dalam bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '. Peserta kajian turut menyatakan kesamaan yang membabitkan dari segi angka dan simbol di dalam bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '. Persamaan membabitkan angka '5' dijelaskan oleh peserta kajian sebagai nilai akhir bagi semua ungkapan. Manakala persamaan melibatkan simbol pula, membabitkan simbol operasi tambah yang terkandung di dalam bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ '.

Selain itu, dua peserta kajian lain turut memaparkan perbandingan dari segi perbezaan antara ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '. Perkara yang dibandingkan oleh peserta kajian membabitkan angka, bilangan sebutan dan simbol operasi yang terkandung di dalam bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '. Tingkah laku Alias dipaparkan dalam Petikan 4.4.2.1C, menunjukkan contoh perbandingan membabitkan perbezaan yang terdapat antara ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '.

**Petikan 4.4.2.1C (Alias):** Hubung kait antara ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '

P: Apakah hubung kait antara bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '?

R: Pemboleh ubah sama.

P: Ada lagi perkara lain yang boleh dikaitkan antara tiga bentuk ini?

R: Sebutan berbeza.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Bentuk ' $5a$ ' hanya ada satu sebutan, manakala bentuk ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' pula ada dua sebutan.

P: Ada lagi perkara lain yang boleh dikaitkan?

R: Bentuk ' $5a$ ' tidak ada operasi tambah tapi bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' mempunyai simbol tambah.

P: Ada lagi hubung kait lain?

R: Angka bagi semua bentuk adalah berbeza.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Bentuk ' $5a$ ' mempunyai lima di hadapan, bentuk ' $a + 4a$ ' pula mengandungi angka satu dan empat. Bentuk ' $2a + 3a$ ' pula, ada angka dua dan tiga.

P: Ada lagi yang lain?

R: Tidak ada.

Berdasarkan Petikan 4.4.2.1C di atas, peserta kajian membuat hubung kait dalam kategori sebutan membabitkan perbezaan yang terdapat di antara bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '. Dua seorang peserta kajian terbabit dalam memaparkan tingkah laku membezakan ungkapan. Peserta kajian membandingkan semua ungkapan dari angka, bilangan sebutan, dan simbol operasi yang terkandung di dalam ungkapan tersebut. Perbandingan dari segi perbezaan yang terdapat antara bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' membabitkan bilangan sebutan yang terkandung antara tiga bentuk tersebut. Dalam perbandingan membabitkan bilangan sebutan peserta kajian menyatakan bahawa ungkapan ' $5a$ ' mengandungi satu sebutan sahaja, manakala ungkapan ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' pula mengandungi dua sebutan. Selain itu, peserta kajian juga membincangkan perbezaan dari segi kehadiran angka dalam bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '. Dalam perbandingan membabitkan angka, peserta kajian merujuk nilai pekali bagi bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '.

#### 4.4.2.2 Hubung kait bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' dalam kategori operasi asas aritmetik

Hubung kait antara bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' dinyatakan oleh peserta kajian dalam kategori operasi asas dalam aritmetik membabitkan penggabungan sebutan yang membentuk ' $5a$ '. Tingkah laku yang dipaparkan oleh peserta kajian untuk menjelaskan penggabungan sebutan yang terkandung di dalam bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' dengan menjalankan operasi tambah. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.4.2.2A menunjukkan contoh hubung kait antara bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' dalam konteks ini.

**Petikan 4.4.2.2A (Faris):** Hubung kait antara ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '

P: Sekarang saya tambah bentuk ' $2a + 3a$ ', adakah terdapat sebarang hubung kait antara ketiga-tiga bentuk;- ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ '?

R: Ada, nilainya sama.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Bentuk ' $5a$ ' adalah tetap dan jadi rujukan bagi dua bentuk ini. Bagi bentuk ' $a + 4a$ ', huruf ' $a$ ' ditambahkan dengan empat ' $a$ ' hasilkan ' $5a$ '. Bentuk ' $2a + 3a$ ' sama juga, dua ' $a$ ' tambahkan dengan tiga ' $a$ ' pun hasilkan lima ' $a$ '. Jadinya hasil tambah bagi bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' adalah sama dengan lima ' $a$ ' yang mana bersamaan dengan nilai bentuk ' $5a$ '.

:

Berdasarkan Petikan 4.4.2.2A di atas, peserta kajian menyatakan hubung kait antara bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' membabitkan penggabungan sebutan. Empat peserta kajian memaparkan hubung kait semua bentuk dengan menggabungkan sebutan yang terkandung dalam setiap bentuk dan hasil tambah dirujuk oleh mereka antara hubung kait yang terdapat antara tiga bentuk tersebut. Dalam menjelaskan hubung kait antara ungkapan ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ', peserta kajian merujuk bilangan sebutan dan hasil operasi tambah ke atas sebutan yang terkandung di dalam ungkapan tersebut. Peserta kajian menjalankan penambahan sebutan bagi bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' untuk disamakan dengan

ungkapan ' $5a$ ' dari segi angka dan huruf. Dalam hal ini, peserta kajian memaparkan penyatuan bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ' dalam satu kumpulan yang sama dengan ' $5a$ ' berdasarkan bilangan sebutan dan pemboleh ubah.

#### 4.4.3 Hubung Kait Ungkapan ' $5a$ ' dan Bentuk Seumpama.

Dalam kajian ini, hubung kait antara ungkapan ' $5a$ ' dan bentuk yang seumpama dikelaskan kepada dua kategori, iaitu sebutan dan operasi asas. Jadual 4.4.3, menunjukkan ringkasan hubung kait antara bentuk ' $5a$ ' dengan ungkapan lain yang seumpama oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.4 3

*Hubung kait antara bentuk ' $5a$ ', dengan bentuk seumpama*

| Kategori     | Huraian                                                                   | Peserta kajian                        |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Sebutan      | • Mengkelaskan ungkapan berdasarkan angka, simbol, dan huruf.             | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
|              | • Membandingkan ungkapan dari segi:                                       | Nani, Hana, Faris, Afiq, Sofea, Alias |
|              | - Persamaan sebutan.                                                      |                                       |
|              | - Perbezaan sebutan.                                                      | Nani, Alias                           |
| Operasi Asas | • Menganalisis ungkapan dari segi:                                        |                                       |
|              | - Simbol yang terkandung dalam sebutan.                                   | Nani, Hana, Faris, Afiq, Sofea, Alias |
|              | - Bilangan sebutan.                                                       |                                       |
|              | • Menggabungkan ungkapan.                                                 |                                       |
|              | - Menjalankan operasi sebutan yang mengandungi pemboleh ubah yang serupa. | Nani, Hana, Afiq, Faris,              |

##### 4.4.3.1 Hubung kait antara bentuk ' $5a$ ', dengan bentuk seumpama dalam kategori sebutan

Aktiviti hubung kait dalam kajian ini bagi kategori sebutan membabitkan pengkelasan dipaparkan oleh peserta kajian dengan menentukan ungkapan dalam

satu kategori atau kumpulan tertentu. Perkara yang dihubung kaitkan antara ungkapan '5a' dengan ungkapan lain yang seumpama dalam kategori tertentu membabitkan simbol operasi, nilai dan bilangan sebutan. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam bentuk 'pengkelasan'. Tingkah laku Hana dipaparkan dalam Petikan 4.4.3.1A, menunjukkan contoh pengkelasan ke atas ungkapan '5a'.

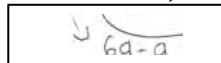
**Petikan 4.4.3.1A (Hana):** Hubung kait antara '5a' dengan ungkapan seumpama

P: Baiklah, jika dua bentuk ini (sambil menunjuk ke arah bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ') boleh dikaitkan dengan bentuk '5a', sekarang ni bolehkah kamu berikan hubung kait lain yang membabitkan '5a'?

R: Operasi tolak.

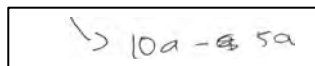
P: Operasi tolak yang macam mana?

R: Macam (murid termenung seketika dan mengambil pen untuk menulis sesuatu), ia macam enam 'a' tolak 'a' (sambil menulis bentuk yang disebut di atas kertas).



A rectangular box containing the handwritten equation  $6a - a$ . A small arrow points to the '6'.

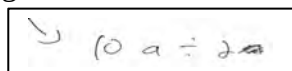
Selain itu, macam sepuluh 'a' tolak lima 'a' (sambil menulis bentuk yang disebut di atas kertas).



A rectangular box containing the handwritten equation  $10a - 5a$ . A small arrow points to the '10'.

:

R: Bahagikan dengan nilai dua sahaja, tidak ada 'a' (sambil membuat beberapa garisan di atas huruf 'a' pada bentuk ' $2a$ ').



A rectangular box containing the handwritten equation  $10a \div 2a$ . A small arrow points to the '10'.

P: Ada lagi hubung kait yang lain?

R: Ada, tapi ini nombor perdana (sambil menunjuk pada angka 5).

P: Jadi bagaimana operasi darab ini dapatkan kaitkan bentuk ini?

R: Jadi ini bukan 'a' tapi darabkan dengan '1' (sambil menggariskan huruf 'a' dan menulis nombor '1').

P: Jadi apakah hubung kait semua bentuk yang kamu berikan dengan '5a'?

R: Hubung kaitnya adalah operasi.

P: Boleh kamu jelaskan maksudkan hasil operasi yang berkaitan dengan '5a'?

R: Operasi berbeza tapi hasil yang di dapati adalah sama dengan nilai '5a'.

Berdasarkan Petikan 4.4.3.1A di atas, semua peserta kajian membuat pengkelasan ke atas bentuk ' $a + a + a + a + a$ ', ' $7a - 2a$ ', ' $6a - a$ ', ' $10a - 5a$ ',



dan ' $10a/2$ ' dengan merujuk huruf dan hasil operasi asas ke atas semua bentuk tersebut. Semua peserta kajian mengkategorikan bentuk yang dinyatakan dalam kategori bentuk yang mengandungi pemboleh ubah yang serupa dengan bentuk ' $5a$ '. Seterusnya, penyatuan bentuk yang dinyatakan oleh semua peserta kajian menjadi satu sebutan. Oleh itu, bentuk ' $a + a + a + a + a$ ', ' $7a - 2a$ ', ' $6a - a$ ', ' $10a - 5a$ ', dan ' $10a/2$ ' di kelompok oleh semua peserta kajian dalam kumpulan yang sama dengan bentuk ' $5a$ ' berdasarkan hasil tambah yang terdapat daripada semua bentuk tersebut. Peserta kajian mengkategorikan bentuk ' $a + a + a + a + a$ ', ' $7a - 2a$ ', ' $6a - a$ ', ' $10a - 5a$ ', dan ' $10a/2$ ' di bawah kumpulan '*hasil operasi adalah bersamaan dengan  $5a$* '.

Selain itu, hubung kait antara bentuk ' $5a$ ' dengan bentuk seumpama dalam kategori sebutan juga membabitkan perbandingan bentuk. Perbandingan antara bentuk ' $5a$ ' dan yang lain merangkumi mengenal pasti kesamaan, kecocokan atau kesepadanan antara ungkapan ' $5a$ ' dan bentuk lain yang seumpama. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam konteks ini. Tingkah laku Afiq dan Nani dalam Petikan 4.4.3.1B dan Petikan 4.4.3.1C, menunjukkan perbandingan yang dipaparkan antara ungkapan ' $5a$ ' dengan beberapa bentuk lain yang seumpama.

**Petikan 4.4.3.1B(Afiq):** *Hubung kait antara ' $5a$ ' dengan ungkapan seumpama*

P: Adakah hubung kait lain membabitkan ' $5a$ '?

R: (Murid termenung seketika kemudian menulis sesuatu bersebelahan anak panah yang pertama).

$$a + a + a + a + a$$

P: Ada lagi yang lain?

R: (Murid menganggukkan kepala kemudian menulis di bahagian bawah anak panah yang terakhir).

$$25a \div 5a$$

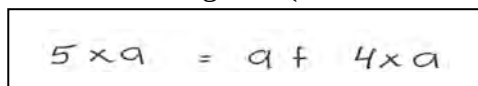
P: Bolehkah kamu jelaskan hubung kait bentuk '5a' dengan tiga bentuk yang kamu berikan ini?

R: Semua bentuk memberikan hasil akhir yang sama dengan '5a'.

**Petikan 4.4.3.1C(Nani):** Hubung kait antara '5a' dengan ungkapan seumpama

P: Sekarang bolehkah kamu buat hubung kait yang melibatkan 5a?

R: Lima darab dengan a, (kemudian murid menulis di kertas).


$$5 \times a = a + 4 \times a$$

:

P: Ada lagi hubung kait yang lain?

R: 'a' tambah 'a' tambah 'a' tambah 'a' tambah 'a' (sambil melukis anak panah dan menulis ' $a + a + a + a + a$ ' pada rajah di atas).

P: Baik, apakah kamu hubung kait antara semua bentuk ini dengan bentuk '5a'?

R: Hasil tambah semua bentuk ini adalah sama dengan '5a'.

Berdasarkan Petikan 4.4.3.1B dan Petikan 4.4.3.1C di atas, peserta kajian menyatakan perbandingan antara bentuk '5a' dengan beberapa bentuk lain antaranya bentuk ' $a + a + a + a + a$ ', ' $7a - 2a$ ', ' $25a^2 \div 5a$ ', dan ' $a + 4 \times a$ '. Hubung kait antara bentuk '5a' dengan pelbagai bentuk lain dipaparkan oleh peserta kajian dari segi persamaan dan perbezaan bentuk, bilangan sebutan, pemboleh ubah yang terkandung dalam setiap sebutan, dan hasil bagi operasi. Perbandingan dari segi persamaan, semua peserta kajian menjelaskan kesepadanan bentuk yang dinyatakan dengan ungkapan '5a' dari segi pemboleh ubah dan hasil operasi daripada setiap bentuk. Contohnya, bentuk ' $a + a + a + a + a$ ', peserta kajian menjelaskan bentuk tersebut sepadan dengan bentuk '5a' dari segi pemboleh ubah dan hasil bagi penambahan berulang huruf 'a' sebanyak lima kali membentuk '5a'. Begitu juga dengan bentuk ' $7a - 2a$ ', ' $6a - a$ ', ' $10a - 5a$ ', ' $10a/2$ ', ' $25a^2 \div 5a$ ', ' $a + 4 \times a$ ' dan bentuk lain seumpama yang dibandingkan mengikut persamaan pemboleh ubah.

Selain itu, semua peserta kajian turut menjelaskan hubung kait antara bentuk '5a' dengan bentuk lain dari segi perbezaan, yang membabitkan bilangan sebutan

dan operasi asas yang terkandung dalam setiap bentuk. Bagi bentuk ' $a + a + a + a + a$ ', peserta kajian menjelaskan bahawa bentuk tersebut mempunyai lima sebutan dengan operasi tambah. Begitu juga bentuk lain, yang membabitkan ' $7a - 2a$ ', ' $6a - a$ ', ' $10a - 5a$ ', dan ' $10a/2$ ' merangkumi bilangan sebutan dan simbol operasi yang berbeza. Namun begitu, semua sebutan yang terbentuk menghasilkan bentuk terakhir yang sepadan dengan ' $5a$ '.

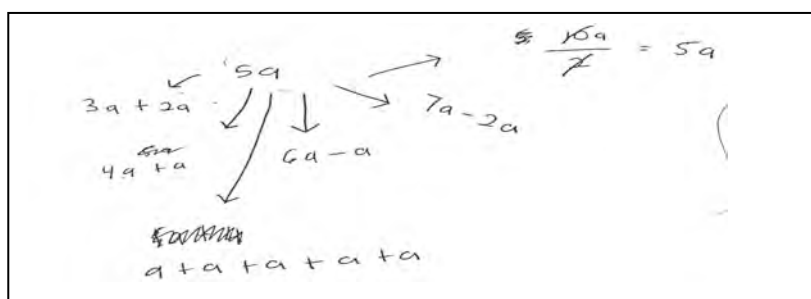
Seterusnya, hubung kait dalam kategori sebutan bagi kajian ini turut merangkumi penganalisan sebutan. Hubung kait yang dipaparkan oleh peserta kajian dengan membuat pemetaan pelbagai jenis ungkapan dengan pemboleh ubah yang sama dengan ungkapan ' $5a$ '. Perkara yang dianalisis oleh peserta kajian tentang ungkapan yang berbeza dari segi bilangan sebutan, hasil gabungan sebutan yang terkandung dalam ungkapan berbeza, dan kewujudan simbol operasi. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.4.3.1D, menunjukkan hubung kait antara bentuk ' $5a$ ' dengan bentuk lain dalam kategori sebutan yang membabitkan penganalisan bentuk.

**Petikan 4.4.3.1D(Nani):** Hubung kait antara ' $5a$ ' dengan ungkapan seumpama

P: Sekarang bolehkah kamu buat hubung kait yang melibatkan ' $5a$ '?

:

R: (Murid menulis di kertas).



:

P: Baik, bagaimana kamu kaitkan antara semua bentuk ini dengan ' $5a$ '?

R: Hasil tambah semua bentuk ini adalah sama dengan ' $5a$ '.

Berdasarkan Petikan 4.4.3.1D di atas, semua peserta kajian menyatakan hubungan kait antara ungkapan ' $5a$ ' dengan beberapa bentuk algebra lain dengan menganalisis sebutan yang membentuk ungkapan ' $5a$ '. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku membuat pertimbangan dan menganalisis sebutan yang terkandung dalam suatu ungkapan. Dalam menjelaskan hubungan kait antara ungkapan ' $5a$ ' dengan bentuk yang seumpama, peserta kajian menganalisis beberapa bentuk algebra yang berbeza membabitkan bentuk ' $a + a + a + a + a$ ', ' $7a - 2a$ ', ' $6a - a$ ', ' $10a - 5a$ ', dan ' $10a/2$ '. Peserta kajian menganalisis setiap sebutan dari segi jenis pemboleh ubah, bilangan sebutan, hasil gabungan sebutan dari setiap bentuk berbeza, dan simbol operasi. Beberapa proses membabitkan pemetaan dan penggabungan dijalankan oleh peserta kajian ketika menganalisis bentuk algebra yang dinyatakan sebagai '*sama dengan ungkapan  $5a$* '.

Selain itu, dua peserta kajian, iaitu Nani dan Hana menggunakan konsep pemetaan dengan melukis rajah anak panah yang menuju keluar dari bentuk ' $5a$ ' ke beberapa bentuk lain yang seumpama. Penggunaan simbol operasi yang berbeza dalam setiap bentuk algebra yang dinyatakan oleh peserta kajian, memaparkan tentang perbezaan bentuk menghasilkan nilai yang sama dengan ungkapan ' $5a$ '. Dalam hal sedemikian peserta kajian menjalankan penggabungan sebutan untuk membuktikan tentang hasil yang didapati daripada proses tersebut bersamaan dengan sebutan yang terkandung dalam ungkapan ' $5a$ '. Contohnya, bentuk ' $a + a + a + a + a$ ' mengandungi lima sebutan digabungkan oleh peserta kajian menjadi ' $5a$ ' dengan menggunakan operasi tambah. Begitu juga bentuk ' $7a - 2a$ ', ' $6a - a$ ', dan ' $10a - 5a$ ' yang disintesiskan oleh semua peserta kajian ke dalam kumpulan ' $5a$ '. Penggabungan beberapa bentuk yang berbeza oleh semua peserta kajian ke dalam

kumpulan yang sama dengan bentuk ' $5a$ ' berdasarkan hasil operasi yang dijalankan ke atas semua bentuk tersebut.

#### 4.4.3.2 Hubung kait antara bentuk ' $5a$ ', dengan bentuk seumpama dalam kategori operasi asas aritmetik

Hubung kait antara bentuk ' $5a$ ' dengan bentuk seumpama dalam kategori operasi asas dalam aritmetik bagi kajian ini merangkumi 'penggabungan' sebutan. Hubung kait dipaparkan oleh peserta kajian dalam menentukan sebutan yang terkandung di dalam ungkapan ' $5a$ ' dan bentuk lain yang seumpama ke dalam kumpulan yang mengandungi nilai sebutan yang sama. Perkara yang dicantumkan oleh peserta kajian ke atas sebutan yang terkandung dalam ungkapan berbeza membabitkan operasi tambah, tolak, darab, dan bahagi. Empat peserta kajian memberikan hubung kait dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.4.3.2A, menunjukkan hubung kait bentuk ' $5a$ ' dengan bentuk lain dalam penggabungan sebutan.

**Petikan 4.4.3.2A(Faris):** Hubung kait antara ' $5a$ ' dengan ungkapan seumpama

P: Baiklah, jika dua bentuk ini (sambil menunjuk ke arah bentuk ' $a + 4a$ ' dan ' $2a + 3a$ ') boleh dikaitkan dengan bentuk ' $5a$ ', sekarang ni bolehkah kamu berikan hubung kait lain yang membabitkan ' $5a$ '?

R: (Murid menulis).

$$5a - a = 4a$$

P: Boleh kamu jelaskan bentuk yang diberikan?

R: Maksudnya ' $5a$ ' ditolakan dengan ' $a$ ' dapat ' $4a$ '.

P: Apakah yang kamu kaitkan antara dua bentuk ini?

R: Satu bentuk lain digabungkan menjadi bentuk lain tetapi mempunyai hasil akhir yang sama.

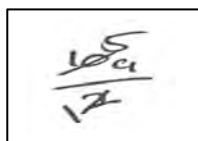
P: Apakah perkara lain yang boleh kamu kaitkan dengan bentuk ' $5a$ '.

R: Banyak bentuk boleh buat gunakan operasi tolak (murid menulis).

$$\begin{array}{l} 20a - 15a \\ 6a - a \\ 8a - 3a \\ 10a - 5a \end{array}$$

P: Baiklah, bagaimana dengan operasi lain?

R: (Murid menulis) banyak perkara yang boleh dikaitkan dengan ' $5a$ ', pembahagian dua sebutan.


$$\frac{10a}{2}$$

P: Baiklah, bolehkah kamu jelaskan apakah perkara yang kamu kaitkan antara semua bentuk yang kamu tulis dengan bentuk ' $5a$ '.

R: Hasil yang didapati lepas operasi tambah, tolak dan darab adalah bersamaan dengan ' $5a$ '.

Berdasarkan Petikan 4.4.3.2A di atas, semua peserta kajian menyatakan hubung kait antara ungkapan ' $5a$ ' dengan beberapa bentuk algebra lain secara prosedural merangkumi penggabungan sebutan ke atas bentuk tersebut bagi membentuk ungkapan ' $5a$ '. Semua peserta kajian memaparkan penggabungan beberapa sebutan dalam ungkapan dengan menjalankan pengiraan yang membabitkan penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian. Dalam menjelaskan hubung kait antara ungkapan ' $5a$ ' dengan bentuk yang seumpama, peserta kajian merujuk bilangan sebutan dan hasil operasi tambah ke atas sebutan yang terkandung di dalam ungkapan tersebut.

Pengiraan membabitkan operasi tambah, seperti ' $a + 4a$ ', dan ' $a + a + a + a + a$ ', yang membabitkan penambahan sebutan untuk disamakan dengan ungkapan ' $5a$ ' dari segi angka dan huruf. Manakala operasi tolak pula, membabitkan pengurangan nilai sebutan. Bagi operasi darab dan bahagi membabitkan penggandaan sebutan dan pengurangan gandaan nilai sebutan tersebut. Antara contoh penggabungan sebutan membabitkan operasi darab dan bahagi yang dinyatakan oleh peserta kajian, seperti ' $5 \times a$ ' dan ' $10a/2$ '. Dalam hal ini, semua peserta kajian memaparkan penyatuan bentuk berbeza untuk menghasikan bentuk ' $5a$ ' membabitkan prosedur pengiraan yang melibatkan bilangan sebutan dan pemboleh ubah.

#### 4.4.4 Hubung Kait Ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dengan ' $5m - 2m$ '

Dalam kajian ini, hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dengan ' $5m - 2m$ ' dikelaskan kepada tiga kategori, iaitu sebutan, operasi asas, dan kaedah pengiraan. Jadual 4.4.4 menunjukkan ringkasan hubung kait antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dengan ' $5m - 2m$ ' oleh enam peserta kajian.

Jadual 4.4.4

*Hubung kait ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dengan ' $5m - 2m$ '.*

| Kategori                     | Huraian                                                                                                                                                                             | Peserta Kajian                        |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Sebutan                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengelaskan ungkapan berdasarkan angka, simbol, dan huruf.</li> </ul>                                                                        | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
|                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Membandingkan ungkapan dari segi: <ul style="list-style-type: none"> <li>Persamaan sebutan</li> <li>Perbezaan sebutan</li> </ul> </li> </ul> | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
|                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menganalisis ungkapan: <ul style="list-style-type: none"> <li>Bilangan sebutan.</li> <li>Sintesis sebutan.</li> </ul> </li> </ul>            | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
| Operasi asas dalam aritmetik | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menambah sebutan.</li> <li>Menolak sebutan.</li> <li>Menggandakan sebutan.</li> </ul>                                                        | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
| Kaedah pengiraan             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan kaedah 'BODMAS'.</li> <li>Menggunakan kaedah pengiraan dari kiri ke kanan.</li> </ul>                                            | Nani, Hana, Faris, Afiq, Sofea        |

##### 4.4.4.1 Hubung kait ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dengan ' $5m - 2m$ ' dalam kategori sebutan

Aktiviti hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dipaparkan oleh peserta kajian ini dalam kategori sebutan membabitkan pengkelasan dengan mengelompokkan ungkapan dalam satu kategori atau

kumpulan tertentu. Pengkelasan yang dipaparkan oleh semua peserta kajian dengan menentukan sebutan yang terkandung di dalam ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' ke dalam satu kategori atau kumpulan tertentu. Perkara yang dikategorikan dua bentuk tersebut membolehkan pembaharuan serupa dan hasil operasi. Semua peserta kajian memberikan hubungan kait dalam konteks ini. Tingkahlaku Hana dalam Petikan 4.4.4.1A menunjukkan hubungan kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' membolehkan pengkelasan sebutan.

**Petikan 4.4.4.1A (Hana):** Hubungan kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

- P: Sekarang saya bagi bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan bentuk ' $5m - 2m$ ', apakah hubungan kait antara dua bentuk ini?
- R: (Murid termenung seketika) kedua-dua bentuk ini adalah ungkapan algebra dan mempunyai sama pembaharuan.
- P: Ada lagi hubungan kait lain?
- R: (Murid termenung), bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan bentuk ada tiga sebutan, tetapi bentuk ' $5m - 2m$ ' ada dua sebutan.
- P: Boleh kamu jelaskan bagaimana kamu mengira bilangan sebutan?
- R: Bagi bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ', bentuk ' $3m$ ' dikira sebagai satu sebutan, bentuk ' $2(4m - 3m)$ ' pula lagi satu sebutan dan bentuk ' $2m$ ' juga satu lagi sebutan, maka semua ada tiga sebutan. Manakala bentuk ' $5m - 2m$ ' pula, bentuk ' $5m$ ' dikira sebagai satu sebutan dan bentuk ' $2m$ ' juga dikira satu sebutan lagi. Jumlahnya ada dua sebutan.
- :

Berdasarkan Petikan 4.4.4.1A di atas, semua peserta kajian menyatakan hubungan kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan mengelompokkan dua bentuk tersebut. Perkara yang dirujuk bagi menghubungkan kaitkan dua bentuk algebra yang dipaparkan dalam satu kumpulan yang sama membolehkan simbol, angka, dan jenis. Semua peserta kajian mengkategorikan ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dalam kategori 'sebutan serupa' berdasarkan pembaharuan yang terkandung di dalam dua bentuk tersebut adalah serupa bagi semua sebutan. Selain itu, peserta kajian turut mengkategorikan bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' sebagai 'ungkapan'.



Perkara lain yang turut dirujuk oleh peserta kajian bagi mengelaskan bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dalam kumpulan yang sama adalah bentuk simbolik, yang membabitkan bentuk tunggal yang terhasil daripada operasi yang dijalankan ke atas dua bentuk tersebut. Semua peserta kajian mengelompokkan bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dalam kumpulan yang sama dengan bentuk ' $3m$ ' dan bentuk ' $5m - 2m$ '. Peserta kajian turut mengkategorikan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan menggunakan ayat '*hasil operasi dua bentuk adalah bersamaan dengan  $3m$* '.

Selain itu, aktiviti hubung kait dalam kategori sebutan turut dipaparkan oleh peserta kajian secara perbandingan untuk mengenal pasti kesamaan atau kesepadanan antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '. Beberapa perkara yang di banding antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' membabitkan pemboleh ubah, bilangan dan bentuk sebutan. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dan Afiq masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.4.4.1B dan Petikan 4.4.4.1C menunjukkan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' secara perbandingan sebutan.

**Petikan 4.4.4B (Nani):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

P: Sekarang saya beri bentuk D dan bentuk E. Apakah hubung kait antara kedua bentuk ini?

R: Pemboleh ubahnya sama.

P: Ada lagi hubung kait lain selain itu?

R: (Murid menulis di kertas).

The image shows a handwritten mathematical derivation. At the top, there is a boxed diagram of the expression  $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ . The expression is written with annotations: a circled '3m' at the start, a circled '2' before the parentheses, a circled '4m' inside the parentheses, and a circled '-3m' inside the parentheses. Above the diagram, there is a handwritten '14'. To the right of the diagram, there is a handwritten '-2m'. Below the diagram, the expression is simplified:  $3m - 2m + 2m = 3m$ . To the right of this, there is a handwritten '5m'.

- P: Jadi apakah hubung kait yang kamu dapati?  
 R: Hasil selepas semua operasi dijalankan ke atas dua bentuk ini, hasil akhir adalah sama.  
 P: Apa lagi hubung kait lain?  
 R: Kena selesaikan terlebih dahulu untuk lihat hubung kait antara dua ini.  
 P: Boleh kamu jelaskan hubung kait bagaimana?  
 R: Hasil selepas operasi.

**Petikan 4.4.4.1C (Afiq):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

- P: Sekarang saya bagi bentuk D dan bentuk E, apakah hubung kait antara dua bentuk ini?  
 :  
 P: Ada lagi hubung kait lain?  
 R: Pada langkah ini bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' mempunyai bentuk yang sama dengan bentuk ' $5m - 2m$ '. Angka, huruf dan operasi juga serupa bagi dua bentuk ini pada langkah pengiraan ini.  
 P: Baik, ada lagi hubung kait lain?  
 R: Nilai sama.  
 P: Boleh kamu jelaskan maksud nilai sama ?  
 R: Selepas ditambah dan ditolak bagi dua bentuk ini, hasil akhir pengiraan adalah sama.  
 P: Boleh kamu jelaskan bagaimana operasi tersebut ada kaitan kedua bentuk ini?  
 R: Kena jalankan operasi tambah dan tolak baru bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' sama dengan bentuk ' $5m - 2m$ '.  
 P: Berapakah langkah penyelesaian yang perlu dilakukan untuk bentuk D sama dengan bentuk E?  
 R: Tiga langkah.  
 P: Ada lagi hubung kait lain?  
 R: Nilai akhir sama.  
 P: Berapa nilai akhir bagi kedua bentuk ini?  
 R: Tiga ' $m$ '.

Berdasarkan Petikan 4.4.4.1B dan Petikan 4.4.4.1C di atas, peserta kajian menyatakan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan membuat perbandingan ke atas dua bentuk tersebut. Hubung kait yang di papar oleh semua peserta kajian membabitkan perbandingan dari segi persamaan dan perbezaan yang merangkumi angka, simbol operasi bilangan sebutan, pemboleh ubah yang terkandung dalam setiap sebutan, dan hasil operasi.

Dalam memaparkan kesepadanan antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ', semua peserta kajian menjelaskan padanan dua ungkapan tersebut dari segi pemboleh ubah dan hasil yang didapati daripada operasi yang dijalankan ke atas ungkapan itu. Bagi kesepadanan dari segi pemboleh ubah, semua peserta kajian menyatakan tentang penggunaan huruf ' $m$ ' dalam ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '. dengan menyebut 'pemboleh ubah sama'. Perbandingan membabitkan kesepadanan pemboleh ubah antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' merupakan perkara awal dijelaskan oleh semua peserta kajian.

Perkara lain membabitkan kesamaan antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' yang dipaparkan oleh peserta kajian ialah bentuk akhir selepas menjalankan operasi asas ke atas dua ungkapan tersebut, iaitu ' $3m$ '. Semua peserta kajian memaparkan langkah penyelesaian ke atas ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ', yang menjurus kepada hasil akhir dalam bentuk ' $3m$ '. Selain itu, lima peserta kajian menjelaskan tentang kesamaan antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' membabitkan bentuk ' $5m - 2m$ '. Langkah penyelesaian dipaparkan oleh peserta kajian di pertengahan langkah kerja bagi ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ', yang di permudah sehingga mendapat bentuk ' $5m - 2m$ '. Dalam hal sedemikian, peserta kajian yang terlibat menjelaskan bahawa ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' sepadan dengan ungkapan ' $5m - 2m$ ' pada langkah penyelesaian tertentu. Peserta kajian turut menyatakan persamaan dari segi angka dan simbol operasi yang terkandung dalam bentuk ' $5m - 2m$ '.

Seterusnya, tingkah laku Hana dan Alias masing-masing dalam Petikan 4.4.4.1D dan Petikan 4.4.4.1E menunjukkan perbandingan antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dari segi perbezaan.

**Petikan 4.4.4.1D (Hana):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

:

R: (Murid termenung), bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan bentuk ada tiga sebutan, tetapi bentuk ' $5m - 2m$ ' ada dua sebutan.

P: Boleh kamu jelaskan bagaimana kamu mengira bilangan sebutan?

R: Bagi bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ', bentuk ' $3m$ ' dikira sebagai satu sebutan, bentuk ' $2(4m - 3m)$ ' pula lagi satu sebutan dan bentuk ' $2m$ ' juga satu lagi sebutan, maka semua ada tiga sebutan. Manakala bentuk ' $5m - 2m$ ' pula, bentuk ' $5m$ ' dikira sebagai satu sebutan dan bentuk ' $2m$ ' juga dikira satu sebutan lagi. Jumlahnya ada dua sebutan.

:

:

**Petikan 4.4.4.1E (Alias):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

P: Sekarang bagi bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan bentuk ' $5m - 2m$ ', apakah hubung kait antara dua bentuk ini?

:

R: (Murid temenung seketika), bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' ada bilangan sebutan yang lebih banyak berbanding dengan bentuk ' $5m - 2m$ '.

P: Boleh kamu jelaskan bagaimana kamu mengira bilangan sebutan bagi dua bentuk ini?

R: Bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' mengandungi banyak sebutan, lebih kurang empat sebutan. Bentuk ' $5m - 2m$ ' ada dua sebutan sahaja. Nampak jelas yang bentuk kedua ini bilangan sebutannya adalah lebih sedikit.

P: Boleh kamu jelaskan bagaimana kamu dapatkan bilangan sebutan bagi dua bentuk ini?

R: Bagi bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ', setiap sebutan yang terpisah dengan operasi tambah dan tolak dikira sebagai satu sebutan, jumlah adalah empat sebutan. Bentuk ' $5m - 2m$ ' pula, mengandungi ada dua sebutan kerana mempunyai operasi tolak di antara sebutan. Bentuk ' $5m$ ' satu sebutan dan bentuk ' $2m$ ' satu sebutan lagi.

:

:

Berdasarkan Petikan 4.4.4.1D dan Petikan 4.4.4.1E di atas, peserta kajian menyatakan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan menjelaskan perbezaan membabitkan bilangan sebutan dan operasi asas yang terkandung dalam setiap bentuk tersebut. Secara umumnya, semua peserta kajian menyatakan bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' mengandungi bilangan sebutan yang lebih banyak daripada bentuk ' $5m - 2m$ '. Namun cara pengiraan bilangan sebutan bagi setiap peserta kajian berbeza antara satu sama lain. Dua peserta kajian

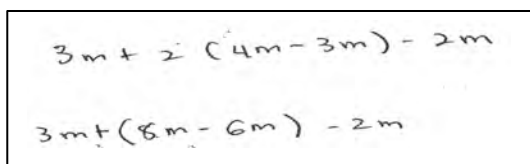
menjelaskan bahawa bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' mengandungi empat sebutan dengan setiap sebutan dipisahkan oleh simbol operasi dikira sebagai satu sebutan. Empat peserta kajian lain menyatakan bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' mengandungi tiga sebutan, dengan menjelaskan bahawa ' $3m$ ', ' $2(4m - 3m)$ ', dan ' $2m$ ' masing-masing dikira sebagai satu sebutan. Manakala bentuk ' $5m - 2m$ ' pula, semua peserta kajian menyatakan yang bentuk tersebut mengandungi dua sebutan dengan menyatakan bentuk ' $5m$ ' dan ' $2m$ ' masing-masing sebagai satu sebutan.

Selain itu, semua peserta kajian turut menjelaskan perbandingan antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dari segi simbol operasi yang terkandung dalam dua bentuk tersebut. Bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dinyatakan oleh semua peserta kajian sebagai ungkapan yang mengandungi dua simbol operasi yang berbeza, membabitkan simbol '+' dan simbol '-'. Manakala bentuk ' $5m - 2m$ ' pula, peserta kajian menjelaskan ungkapan tersebut hanya mengandungi satu simbol operasi, iaitu simbol '-'.

Seterusnya, aktiviti hubung kait ke atas bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dalam kajian ini turut membabitkan analisis. Perkara yang dianalisiskan oleh peserta kajian merangkumi bilangan sebutan, hasil gabungan sebutan yang terkandung dalam ungkapan berbeza, dan penggunaan simbol operasi. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dalam Petikan 4.4.4.1F, menunjukkan hubung kait antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dari penganalisan sebutan.

**Petikan 4.4.4.1F (Hana):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

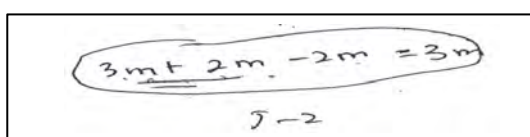
R: (Murid menulis di atas kertas sambil menjelaskan perkara yang ditulis secara lisan), jadi dapat tiga ' $m$ ' tambah lapan ' $m$ ' tolak enam ' $m$ ' tolak dua ' $m$ '.



$$3m + 2(4m - 3m) - 2m$$

$$3m + (8m - 6m) - 2m$$

Selesaikan dalam kurungan ini iaitu lapan tolak enam dapat dua ' $m$ ', jadi tiga ' $m$ ' tambah dua ' $m$ ' tolak dua ' $m$ ' dapat tiga ' $m$ '. Bagi bentuk ' $5m - 2m$ ' ini, lima tolak dua dapat tiga ' $m$ ' juga, jadi nilai adalah sama.



$$3m + 2m - 2m = 3m$$

5-2

P: Apakah yang kamu kaitkan?

R: Hubung kait dari segi bilangan dan bentuk. Bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' boleh jadi macam bentuk ' $5m - 2m$ '. Apabila tiga ' $m$ ' ini tambah dengan dua ' $m$ ' jadi lima ' $m$ ', kemudian tolak dengan dua ' $m$ ', jadi sama dengan bentuk ' $5m - 2m$ ' ini.

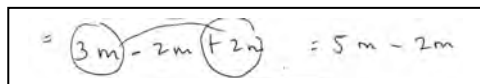
Berdasarkan Petikan 4.4.4.1F di atas, semua peserta kajian menyatakan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan menganalisis dua bentuk tersebut. Perkara yang di analisis oleh peserta kajian dengan mensintesis bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dalam dua kumpulan, iaitu bentuk ' $3m$ ' dan ' $5m - 2m$ '. Pada awalnya, semua peserta kajian menganalisis bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' untuk mengkategorikan dalam satu kumpulan ' $3m$ '. Dalam aktiviti ini, semua peserta kajian mensintesis bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dengan mencantumkan semua sebutan yang terkandung di dalam ungkapan tersebut menjadi ' $3m$ '. Begitu juga dengan ungkapan ' $5m - 2m$ ', yang turut dicantumkan oleh semua peserta kajian menjadi bentuk ' $3m$ '. Dalam hal ini, semua peserta kajian mensintesis

' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' mempunyai 'hasil operasi' dalam bentuk ' $3m$ '.

Selain itu, lima daripada enam peserta kajian terlibat menganalisis perkara membabitkan sebutan dalam kurungan, iaitu ' $2(4m - 3m)$ '. Perkara yang dianalisiskan adalah kaedah yang perlu untuk mengembangkan sebutan dengan mendarab angka '2' dengan ' $4m$ ' dan ' $-3m$ ', yang mana hasil dipaparkan oleh peserta kajian dalam bentuk ' $8m$ ' dan ' $-6m$ '. Tingkah laku Nani dan Faris dalam Petikan 4.4.4.1G dan Petikan 4.4.4.1H menunjukkan hubung kait antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dari segi bentuk ungkapan tunggal atau satu sebutan.

**Petikan 4.4.4G (Nani):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

- P: Bolehkah bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' jadi bentuk ' $5m - 2m$ '?  
 R: Boleh.  
 P: Boleh jelaskan bagaimana kamu kaitkan?  
 R: (Sambil melukis bulatan pada sebutan ' $3m$ ' dan ' $+2m$ ') tiga ' $m$ ' ni tambah dengan positif dua ' $m$ ', jadi lima ' $m$ ', kemudian tolak dengan dua ' $m$ 'ni, jadi bentuk yang sama (sambil menulis dikertas).

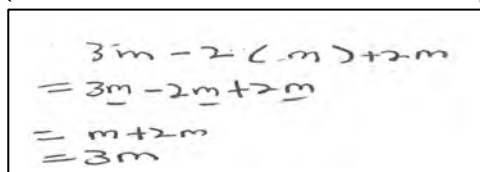


$$= 3m - 2m + 2m = 5m - 2m$$

- P: Bolehkah nyatakan langkah ke berapa bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' yang kamu jadikan sama dengan bentuk dan ' $5m - 2m$ ' .  
 R: Langkah ketiga.

**Petikan 4.4.4.1H (Faris):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

- P: Bolehkah kamu jadikan bilangan bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' menjadi sama dengan bilangan sebutan macam bentuk ' $5m - 2m$ ' ini?  
 R: (Murid menulis sesuatu di atas kertas).



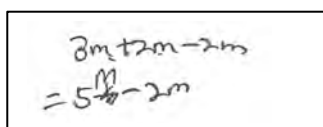
$$\begin{aligned} & 3m - 2(4m - 3m) + 2m \\ &= 3m - 2m + 2m \\ &= m + 2m \\ &= 3m \end{aligned}$$

- P: Baik, dalam langkah ini, adakah hubung kait yang ada?

R: (Murid termenung), hasil akhir kedua-dua bentuk ini adalah sama dengan ' $3m$ '.

P: Ada lagi hubung kait lain?

R: (Murid menulis).


$$\begin{array}{l} 3m + 2m - 2m \\ = 5m - 2m \end{array}$$

P: Boleh kamu jelaskan hubung kait yang kamu paparkan?

R: Bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ', jika di permudahkan menjadi sama seperti bentuk ' $5m - 2m$ ' pada langkah ketiga, iaitu tambahkan dua unsur dari kiri sekali menghasilkan lima ' $m$ ' kemudian tolak dengan dua ' $m$ '. Bila tulis semua, bentuk ini sama dengan bentuk ' $5m - 2m$ '.

Berdasarkan Petikan 4.4.4.1G dan Petikan 4.4.4.1H di atas, semua peserta kajian menyatakan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan menganalisis dua bentuk tersebut. Perkara yang dianalisis oleh peserta kajian dengan mensintesiskan bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dalam kumpulan berbentuk ' $5m - 2m$ '. Semua peserta kajian mensintesiskan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' ke dalam kumpulan yang berbentuk ' $5m - 2m$ '. Setiap peserta kajian memaparkan langkah penyelesaian yang berbeza dalam menggabungkan sebutan yang terkandung dalam ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' menjadi ungkapan ' $5m - 2m$ '. Peserta kajian yang terlibat turut menganalisis tentang perkara membabitkan sebutan dalam kurungan, iaitu ' $2(4m - 3m)$ '. Terdapat juga peserta kajian yang menjalankan operasi tolak ke atas sebutan dalam kurungan, contohnya bentuk ' $(4m - 3m)$ '. Dalam hal ini, peserta kajian terbabit menganalisis sebutan dalam kurungan harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melaksanakan pengembangan.

Selain itu, peserta kajian turut menganalisis kaedah yang sesuai untuk menggabungkan bentuk ' $3m + (2m) - 2m$ '. Berdasarkan analisis, peserta kajian memilih untuk melaksanakan kaedah pengiraan dari kiri ke kanan bagi membentuk



sebutan ' $5m - 2m$ '. Terdapat juga peserta kajian yang memaparkan hasil gabungan bentuk ' $(4m - 3m)$ ' dalam susunan ' $3m - 2m + 2m$ '. Kemudian menggabungkan sebutan positif, iaitu ' $3m$ ' dan ' $+2m$ ' menjadi ' $5m$ ', yang membentuk ' $5m - 2m$ '.

#### 4.4.4.2 Hubung kait ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m)$ ' dengan ' $5m - 2m$ ' dalam kategori operasi asas aritmetik

Hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' turut dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori operasi asas membabitkan penggabungan sebutan ke atas dua bentuk tersebut. Hubung kait yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam menggabungkan sebutan yang terkandung dalam bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' merangkumi aktiviti penambahan, penolakan dan penggandaan. Semua peserta kajian memaparkan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.4.4.2A, menunjukkan hubung kait dua bentuk tersebut dengan menjalankan penambahan dan penolakan sebutan.

**Petikan 4.4.4.2A (Afiq):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

:

R: (Murid termenung seketika, kemudian menulis sesuatu di atas kertas).

$$3m + 8m - 6m - 2m$$

P: Baik dalam langkah ini, apakah hubung kait yang kamu dapati antara dua bentuk ini?

R: (Murid menulis).

$$\begin{array}{l} 11m - 6m - 2m \\ 5m - 2m \end{array}$$

:

R: Selepas ditambah dan ditolak bagi dua bentuk ini, hasil akhir pengiraan adalah sama.

P: Boleh kamu jelaskan bagaimana operasi tersebut ada kaitan kedua bentuk ini?

R: Kena jalankan operasi tambah dan tolak baru bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' sama dengan bentuk ' $5m - 2m$ '.

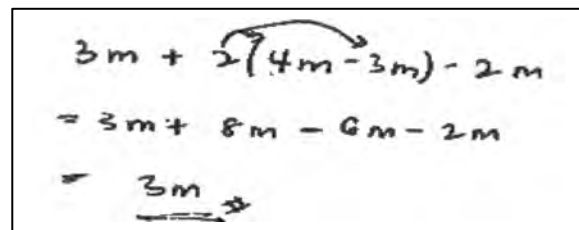
:

Berdasarkan Petikan 4.4.4.2A di atas, peserta kajian menyatakan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan melaksanakan operasi asas ke atas semua sebutan dalam bentuk tersebut. Semua peserta kajian menjalankan penambahan dan penolakan ke atas nilai sebutan. Dalam menjelaskan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ', peserta kajian merujuk bilangan sebutan dan hasil operasi tambah daripada penggabungan sebutan bentuk tersebut. Pelaksanaan operasi tambah ke atas ' $3m + 8m$ ' memaparkan penambahan nilai dalam sebutan, yang mana hasil operasi tersebut dipaparkan oleh peserta kajian sebagai ' $11m$ '. Manakala operasi tolak pula, melibatkan pengurangan nilai sebutan membabitkan sebutan ' $11m - 6m$ ' dan ' $5m - 2m$ '.

Selain itu, hubung kait antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' turut dipaparkan oleh peserta kajian dengan menggandakan sebutan. Tingkah laku Sofea dalam Petikan 4.4.4.2B, menunjukkan hubung kait dalam konteks ini.

**Petikan 4.4.4.2B (Sofea):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

- P: Bagaimanakah kamu samakan bilangan bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dengan ' $5m - 2m$ '?
- R: Perlu selesaikan sebutan yang ada dalam ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' (murid menulis sesuatu di atas kertas).



$$\begin{aligned}
 &3m + 2(4m - 3m) - 2m \\
 &= 3m + 8m - 6m - 2m \\
 &= 3m
 \end{aligned}$$

- P: Bolehkah kamu jelaskan?
- R: Dalam pengiraan yang ada kurungan, perlu diselesaikan dahulu. Buka kurungan dengan darabkan angka '2' dengan '4m' dan '- 3m'. Kemudian selesaikan pengiraan, untuk tambah dan tolak pula.
- :

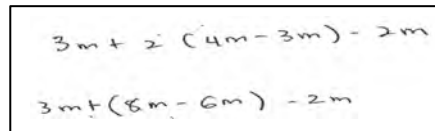
Berdasarkan Petikan 4.4.4.2B di atas, peserta kajian menyatakan hubung kait antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan menggandakan nilai sebutan dalam bentuk tersebut. Lima peserta kajian ini memaparkan pengabungan beberapa sebutan dengan melaksanakan pendaraban antara angka '2' dengan sebutan ' $4m - 3m$ '. Dalam menjelaskan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ', peserta kajian merujuk bilangan sebutan dan hasil operasi darab daripada penggabungan sebutan dalam bentuk tersebut. Pengiraan operasi darab ke atas angka '2' dan sebutan ' $4m - 3m$ ' memaparkan penggandaan nilai dalam sebutan, yang mana hasil operasi tersebut dipaparkan oleh peserta kajian sebagai ' $8m$ ' dan ' $6m$ '.

#### **4.4.4.3 Hubung kait ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m)$ ' dengan ' $5m - 2m$ ' dalam kategori kaedah pengiraan**

Hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dalam kajian ini turut merangkumi kategori kaedah pengiraan membabitkan kaedah 'BODMAS' dan strategi pengiraan dari kiri ke kanan. Peserta kajian memaparkan pengiraan dengan kaedah tertentu membabitkan penyelesaian dalam kurungan, penambahan dan penolakan dari kiri kanan. Semua peserta kajian memberikan hubung kait dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dan Sofea dalam Petikan 4.4.4.3A dan Petikan 4.4.4.3B menunjukkan hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' membabitkan kaedah pengiraan 'BODMAS'.

**Petikan 4.4.4.3A (Hana):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '.

- P: Apakah hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan bentuk ' $5m - 2m$ '?
- R: Dua darab dengan 4 dapat lapan, kemudian darab dengan tiga dapat enam (sambil tangan menunjuk ke angka '2' ke dalam setiap unsur yang terkandung di dalam kurungan).
- P: Bolehkah kamu jelaskan?
- R: (Murid menulis di atas kertas), hasil selepas buka kurungan ini ialah tiga ' $m$ ' tambah lapan ' $m$ ' tolak enam ' $m$ ' tolak dua ' $m$ '.



$$3m + 2(4m - 3m) - 2m$$

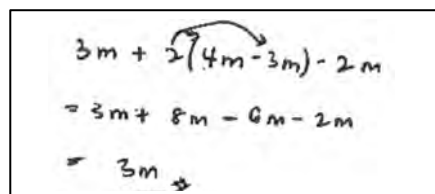
$$3m + 8m - 6m - 2m$$

Selesaikan dalam kurungan ini iaitu lapan tolak enam dapat dua ' $m$ ', hasilkan tiga ' $m$ ' tambah dua ' $m$ ' tolak dua ' $m$ ' dapat tiga ' $m$ '.

Bentuk ini (sambil menunjuk ke arah betuk ' $5m - 2m$ ') juga lima tolak dua dapat tiga ' $m$ ' juga, jadi nilai sama.

**Petikan 4.4.4.3B (Sofea):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

- P: Bagaimanakah kamu samakan bilangan bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dengan ' $5m - 2m$ '?
- R: Perlu selesaikan sebutan yang ada dalam ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' (murid menulis sesuatu di atas kertas).



$$3m + 2(4m - 3m) - 2m$$

$$= 3m + 8m - 6m - 2m$$

$$= 3m$$

- P: Bolehkah kamu jelaskan?
- R: Dalam pengiraan yang ada kurungan, perlu diselesaikan dahulu. Buka kurungan dengan darabkan angka '2' dengan '4m' dan '- 3m'. Kemudian selesaikan pengiraan , untuk tambah dan tolak pula.
- :

Berdasarkan Petikan 4.4.4.3A dan Petikan 4.4.4.3B di atas, empat peserta kajian menyatakan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan menjalankan kaedah 'BODMAS'. Peserta kajian yang terbabit dalam konteks ini, melaksanakan pendaraban ke atas sebutan dalam kurungan terlebih dahulu, iaitu bentuk ' $2(4m - 3m)$ ' dengan mendarab angka '2' dengan '4m' dan '- 3m' bagi

membentuk sebutan ' $8m$ ' dan ' $-6m$ '. Seorang sahaja peserta kajian menunjukkan kaedah pendaraban 'angka '2' dengan sebutan ' $(4m - 3m)$ ' dengan menggunakan anak panah. Hal ini menunjukkan peserta kajian menggunakan teknik pengiraan 'BODMAS' dalam menjelaskan hubung kait yang didapati antara ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '. Peserta kajian juga kerap menyatakan bahawa penyelesaian membabitkan sebutan dalam kurungan perlu dilaksanakan terlebih dahulu bagi sebarang masalah pengiraan.

Selain itu, hubung kait dalam kategori kaedah pengiraan turut membabitkan prosedur pengiraan dari kiri ke kanan. Tingkah laku Sofea dalam Petikan 4.4.4.3C menunjukkan hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan melaksanakan prosedur pengiraan dari kiri ke kanan.

**Petikan 4.4.4.3C (Sofea):** Hubung kait antara ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '

:

R: Hasil pengiraan seperti ini juga mempunyai persamaan dengan bentuk ' $5m - 2m$ ' (sambil menulis). Selepas selesaikan sebutan dalam kurungan, tulis kembali dan susun semua sebutan.

$$\begin{aligned}
 &= 3m + 8m - 6m - 2m \\
 &= 11m - 6m - 2m \\
 &= 5m - 2m
 \end{aligned}$$

P: Bolehkah kamu jelaskan?

R: Selepas selesaikan sebutan dalam kurungan, tulis kembali dan susun semua sebutan. Kemudian selesaikan dari kiri ke kanan. Hasil tambah sebutan ' $3m$ ' dengan ' $8m$ ' ditolak dengan sebutan ' $6m$ '. Kemudian hasil tersebut iaitu ' $5m$ ' ditolak dengan ' $2m$ '. Hasil dalam bentuk ini akan sama dengan bentuk D, iaitu bentuk ' $5m - 2m$ '.

:

Berdasarkan Petikan 4.4.4.3C di atas, semua peserta kajian menyatakan hubung kait antara bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' dengan pelaksanaan kaedah dan prosedur tertentu ke atas dua bentuk tersebut. Dalam menjelaskan

hubung kait antara dua bentuk yang berbeza, peserta kajian menggunakan strategi dan kaedah membabitkan penulisan semula sebutan yang baru dan sebutan lama. Peserta kajian menyusun semula sebutan yang ada dan menjalankan operasi asas ke atas semua sebutan dari kiri ke kanan. Hubung kait dinyatakan oleh peserta kajian ke atas hasil gabungan sebutan ' $8m$ ' dan ' $-6m$ ', iaitu bentuk ' $2m$ '. Langkah pengiraan membabitkan penggabungan bentuk ' $3m + (2m) - 2m$ ' dari kiri ke kanan bagi membentuk ' $5m - 2m$ ' juga dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan tentang strategi untuk menyamakan dua bentuk tersebut. Selain itu, terdapat juga pengiraan dari kiri ke kanan membabitkan sebutan dalam kurungan, dengan menyelesaikan operasi tolak ke atas bentuk ' $(4m - 3m)$ ' yang membentuk ' $m$ '. Terdapat juga peserta kajian yang memaparkan hasil gabungan bentuk ' $(4m - 3m)$ ' dalam susunan ' $3m - 2m + 2m$ '. Peserta kajian menggabungkan sebutan positif, iaitu ' $3m$ ' dan ' $+2m$ ' menjadi ' $5m$ ', yang membentuk ' $5m - 2m$ '.

#### 4.4.5 Rumusan tentang Hubung Kait

Secara keseluruhannya, kajian ini memaparkan hubung kait dua kumpulan bentuk algebra yang membabitkan bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', ' $2a + 3a$ ', dan beberapa bentuk yang seumpama. Manakala hubung kait bentuk lain pula, membabitkan ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ '. Berikut adalah rumusan bagi hubung kait antara ungkapan merentasi kes bagi kajian ini:

1. Hubung kait bagi bentuk ' $5a$ ', dan ' $a + 4a$ ' merangkumi dua kategori, iaitu sebutan dan operasi asas dalam aritmetik. Kategori sebutan mendominasi hubung kait tentang bentuk yang terdiri daripada '*sebutan*' dan '*ungkapan*'.

2. Hubung kait bagi bentuk ' $5a$ ', ' $a + 4a$ ', dan ' $2a + 3a$ ' merangkumi dua kategori, iaitu sebutan dan operasi asas dalam aritmetik. Kategori sebutan mendominasi hubung kait tentang bentuk yang terdiri daripada '*sebutan*' dan '*ungkapan*'.
3. Hubung kait bagi bentuk ' $5a$ ' dan beberapa bentuk lain yang seumpama merangkumi dua kategori, iaitu sebutan dan operasi asas dalam aritmetik. Kategori sebutan mendominasi hubung kait tentang bentuk yang terdiri daripada '*sebutan*' dan '*ungkapan*'.
4. Hubung kait bagi bentuk ' $3m + 2(4m - 3m) - 2m$ ' dan ' $5m - 2m$ ' merangkumi tiga kategori, iaitu sebutan, operasi asas dalam aritmetik, dan kaedah pengiraan. Dalam dua bentuk ini, semua peserta kajian memaparkan hubung kait dalam tiga kategori. Namun kepelbagaian pengetahuan dipaparkan oleh semua peserta kajian tertumpu pada kategori sebutan.

Secara keseluruhannya, hubung kait tentang beberapa bentuk yang terdiri daripada sebutan dan ungkapan algebra membabitkan pemboleh ubah, pemalar, dan operasi asas yang sama dan berbeza dinyatakan oleh semua peserta kajian dalam cara yang berbeza. Hubung kait antara bentuk dengan sebutan, pekali, dan operasi yang berbeza tertumpu pada kategori sebutan yang membabitkan pengkelasan, analisis, persamaan dan perbezaan ke atas sebutan yang terkandung dalam setiap bentuk itu.

Manakala hubung kait antara dua ungkapan yang mengandungi sebutan, pekali dan operasi berbeza pula, berfokuskan kategori sebutan, operasi asas aritmetik, dan kaedah pengiraan. Hubung kait dalam kategori sebutan tertumpu pada pengkelasan bentuk, analisis, dan perbandingan nilai ke atas sebutan yang terkandung dalam ungkapan. Dalam kategori operasi, hubung kait tertumpu pada operasi darab, tambah

dan bahagi. Manakala hubung kait dalam kategori kaedah pengiraan pula, berfokuskan kaedah pengiraan mengikut 'BODMAS' dan pelaksanaan kiraan dari kiri ke kanan. Hal ini menunjukkan peserta kajian mempunyai pelbagai pengetahuan dari segi konsep dan prosedur pengiraan ke atas ungkapan algebra.

#### **4.5 Komunikasi**

Dalam konstruk komunikasi kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti tingkah laku murid dalam menjelaskan sesuatu fakta, konsep, prosedur, proses, atau prinsip tentang beberapa perkara yang berkaitan dengan masalah ungkapan algebra secara lisan dan bertulis. Komunikasi yang dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan tentang perkara asas dan menerangkan penyelesaian masalah berkaitan ungkapan algebra. Di bawah adalah komunikasi yang dipaparkan oleh enam peserta kajian tentang ungkapan algebra membabitkan sebutan tunggal iaitu ' $6x$ ', ungkapan dengan satu pemboleh ubah dan pemalar; ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ', dan ungkapan dengan dua pemboleh ubah; ' $3h + 5l - (h + 2l)$ '.

##### **4.5.1 Ungkapan dengan Satu Sebutan Tunggal**

Dalam kajian ini, komunikasi tentang ungkapan algebra dalam bentuk tunggal dikelaskan kepada tiga kategori, iaitu pengiraan aritmetik, grafik dan rumus. Semua kategori mengandungi hanya satu huraian sahaja. Dua kategori dipaparkan oleh semua peserta kajian. Jadual 4.5.1, menunjukkan ringkasan komunikasi tentang ungkapan tunggal yang dipaparkan oleh semua peserta kajian.



Jadual 4.5.1

*Komunikasi tentang ungkapan tunggal*

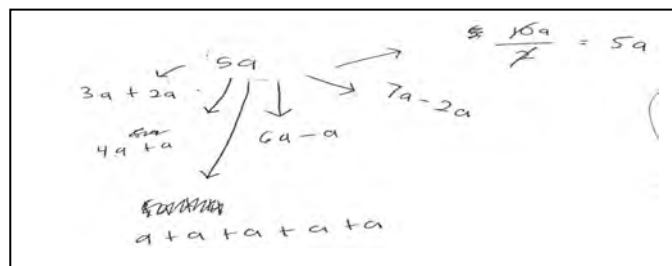
| Kategori            | Huraian                                                                                                     | Peserta Kajian                        |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Pengiraan aritmetik | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan tentang konsep dan kaedah pengiraan</li> </ul>           | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
| Simbol dan tatanda  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Memerihalkan langkah kerja membabitkan simbol dan tatanda</li> </ul> | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
| Grafik              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Melukis rajah</li> </ul>                                             | Nani, Faris, Alias, Sofea             |

**4.5.1.1 Komunikasi tentang ungkapan tunggal dalam kategori pengiraan aritmetik**

Aktiviti komunikasi yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori pengiraan aritmetik merangkumi penjelasan tentang kaedah pengiraan penambahan berulang, prosedur pendaraban dan pembahagian membabitkan angka dan huruf. Semua peserta kajian memaparkan komunikasi dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.5.1.1A menunjukkan komunikasi tentang ungkapan dalam kategori kaedah pengiraan aritmetik.

**Petikan 4.5.1.1A (Nani):** Komunikasi dalam membuat hubung kait antara ungkapan algebra

:  
R: (Murid menulis di kertas).



:

Berdasarkan Petikan 4.5.1.1A di atas, peserta kajian menjelaskan hubungan kait antara ungkapan tunggal dengan beberapa bentuk lain dalam kategori pengiraan aritmetik. Semua peserta kajian menerangkan tentang pengabungan beberapa sebutan bagi membentuk ungkapan tunggal dengan fakta, prinsip, dan prosedur pengiraan yang membabitkan penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian ungkapan tersebut. Dalam menjelaskan tentang ungkapan tunggal dengan bentuk yang seumpama, peserta kajian merujuk operasi asas yang terkandung di dalam suatu ungkapan.

Penjelasan tentang operasi tambah dalam ungkapan yang berbeza, seperti ' $a + 4a$ ', dan ' $a + a + a + a + a$ ', merangkumi prinsip penambahan sebutan untuk sama dengan ungkapan tunggal, iaitu ' $5a$ ' dari segi angka dan huruf. Manakala operasi tolak pula, membabitkan pengurangan nilai sebutan. Bagi operasi darab dan bahagi, masing-masing membabitkan penggandaan sebutan dan pengurangan gandaan nilai sebutan dalam ungkapan. Penjelasan tentang operasi darab dan bahagi ke atas ungkapan yang dinyatakan oleh peserta kajian dari segi prinsip dan prosedur pengiraan ke atas huruf dan angka, seperti ' $5 \times a$ ' dan ' $10a/2$ '. Dalam hal ini, semua peserta kajian memaparkan kepelbagaian komunikasi dalam penyatuan bentuk berbeza untuk menghasikan ungkapan tunggal membabitkan fakta dalam pengiraan aritmetik melibatkan angka dan huruf.

#### **4.5.1.2 Komunikasi tentang ungkapan tunggal dalam kategori simbol dan tatanda**

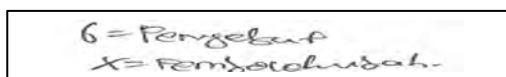
Aktiviti komunikasi yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori simbol dan tatanda merangkumi penggunaan simbol dan tatanda tertentu dalam menjelas dan mewakili ungkapan algebra. Semua peserta kajian memaparkan komunikasi dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dan Afiq, masing-masing dalam

Petikan 4.5.1.2A dan 4.5.1.2B menunjukkan komunikasi tentang ungkapan dalam kategori simbol dan tatanda.

**Petikan 4.5.1.2A (Faris): Komunikasi tentang gambaran ungkapan algebra**

:

R: (Murid diam seketika) penyebut dan pemboleh ubah (sambil menulis sesuatu di atas kertas).



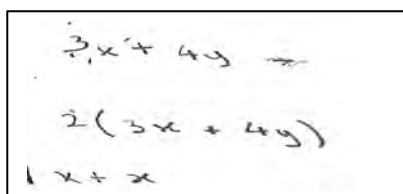
$b = \text{penyebut}$   
 $x = \text{pemboleh ubah}$

:

**Petikan 4.5.1.2B (Afiq): Komunikasi tentang gambaran ungkapan algebra**

P: Baiklah, bolehkah kamu nyatakan yang tergambar difikiran kamu tentang ungkapan algebra?

R: (Murid menulis di atas kertas).



$3x + 4y$   
 $2(3x + 4y)$   
 $1x + x$

P: Boleh jelaskan apa yang kamu gambarkan ini?

R: Ungkapan algebra adalah dalam bentuk ini.

:

P: Bagaimana dengan bentuk ' $2\square + 3\square$ ', apakah gambaran kamu?

R: Ini ungkapan algebra.

P: Kenapa kamu kata bentuk ini ungkapan?

R: Sebab ada pekali, pemboleh ubah, dan operasi tambah. Dalam kategori ini simbol kotak ini adalah pemboleh ubah sebab boleh digantikan dengan apa saja nilai dalamnya.

Berdasarkan Petikan 4.5.1.2A dan Petikan 4.5.1.2B, peserta kajian menjelaskan gambaran tentang ungkapan algebra dalam simbol dan tatanda tertentu. Perkara yang digambarkan dan dijelaskan sebagai ungkapan algebra merangkumi angka, huruf, simbol, dan tatanda. Semua peserta kajian memberi gambaran penjelasan simbolik tentang ungkapan algebra dalam lisan dan bertulis. Penggunaan simbol dalam menjelaskan ungkapan algebra tertumpu kepada empat simbol dalam operasi asas, iaitu simbol '+', simbol '-', simbol '×', dan simbol '÷'. Manakala penggunaan

tatanda pula, melibatkan simbol ' ( )', '/', dan '=' dalam menjelaskan gambaran tentang ungkapan algebra.

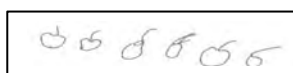
#### 4.5.1.3 Komunikasi tentang ungkapan tunggal dalam kategori grafik

Komunikasi tentang ungkapan tunggal bagi kategori grafik membabitkan perkara yang dilukis dalam menggambarkan dan menjelaskan ungkapan tersebut. Gambaran penjelasan yang dipaparkan oleh peserta kajian tertumpu pada lukisan objek pada kuantiti tertentu dan anak panah. Empat peserta kajian terlibat memberikan gambaran dalam kategori ini. Tingkah laku Alias dan Afiq, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.5.1.3A dan Petikan 4.5.1.3B menunjukkan contoh komunikasi tentang ungkapan algebra dalam kategori grafik.

**Petikan 4.5.1.3A (Alias):** Komunikasi tentang gambaran ungkapan algebra

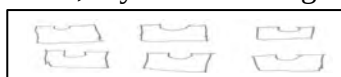
:

R: (Murid melukis di atas kertas).



P: Bolehkah ' $6x$ ' digambarkan dengan perkara lain?

R: Boleh, saya lukis senang sikit.



P: Boleh jelaskan apa yang kamu lukiskan ini?

R: Enam helai baju.

P: Boleh jelaskan maksud kamu enam helai baju ini?

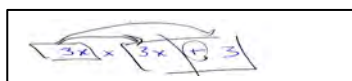
R: Maksudnya ada enam baju yang sama.

**Petikan 4.5.1.3B (Afiq):** Komunikasi tentang operasi asas ungkapan algebra

:

P: Baik, boleh kamu jelaskan satu persatu, pendaraban ' $3x$ ' dengan ' $3x + 3$ '?

R: (Murid menulis dengan melukis anak panah).



:

Berdasarkan Petikan 4.5.1.3A dan Petikan 4.5.1.3B peserta kajian menjelaskan tentang gambaran ungkapan ' $6x$ ' secara grafik. Empat orang peserta kajian yang

terlibat dalam memberikan gambaran tentang ungkapan tunggal dalam kategori grafik. Peserta kajian yang terlibat memberi gambaran mengenai ungkapan tunggal sebagai sesuatu yang boleh digantikan dengan sebarang benda, yang dilukis sebanyak enam kali. Selain itu, peserta kajian menggambarkan beberapa ungkapan lain seperti ' $3x$ ', ' $3z$ ', dan ' $3y$ ' dengan cara melukis perkara yang digambarkan tentang semua ungkapan tersebut. Semua abjad yang terkandung dalam ungkapan yang dinyatakan, dilukis oleh peserta kajian secara berulang mengikut kuantiti angka yang terkandung dalam ungkapan itu.

Selain itu, peserta kajian turut kerap melukis anak panah dan bulatan dalam menjelaskan tentang ungkapan yang hendak dirujuk atau digunakan. Antara perkara yang dijelaskan oleh peserta kajian dengan anak panah ialah jenis, kategori ungkapan dan prosedur pengiraan ke atas sebutan. Lukisan bulatan turut digunakan peserta kajian bagi menjelaskan tentang pemilihan sebutan yang dijalankan operasi asas ke atasnya untuk membentuk ungkapan tunggal. Ringkasnya, komunikasi peserta kajian berkaitan dengan ungkapan algebra dalam kategori grafik mempunyai kepelbagaian konteks dan abstrak.

#### **4.5.2 Ungkapan dengan Satu Pemboleh ubah**

Dalam kajian ini, komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' yang mengandungi satu pemboleh ubah dikelaskan kepada tiga kategori, iaitu prosedur penyelesaian, pengiraan aritmetik, dan grafik. Jadual 4.5.2, menunjukkan ringkasan komunikasi tentang ungkapan algebra dengan dua pemboleh ubah yang dipaparkan oleh semua peserta kajian.

## Jadual 4.5.2

*Komunikasi tentang situasi membabitkan ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ '*

| Kategori              | Huraian                                                                                                                                                                                     | Peserta Kajian                        |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Prosedur penyelesaian | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memerihai langkah penyelesaian secara lisan dan bertulis menggunakan bahasa matematik.</li> <li>• Menyemak semula langkah penyelesaian.</li> </ul> | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
| Pengiraan aritmetik   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan tentang konsep dan prinsip pengiraan.</li> </ul>                                                                                       | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
| Grafik                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melukis anak panah dalam penyelesaian.</li> </ul>                                                                                                  | Hana, Faris, Alias                    |

### 4.5.2.1 Komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' dalam kategori prosedur penyelesaian

Aktiviti komunikasi yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori prosedur penyelesaian merangkumi membaca dengan perlahan, memerihalkan setiap langkah dengan jelas, dan menyebut konsep asas pengiraan dengan kuat dalam memudahkan ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ '. Semua peserta kajian memaparkan komunikasi dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.5.2.1A menunjukkan komunikasi secara lisan tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' dengan memerihalkan langkah kerja.

**Petikan 4.5.2.1A (Nani):** Meringkaskan bentuk ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ '

- P: Saya ada satu masalah untuk meringkaskan soalan ini, bolehkah kamu ceritakan pada saya bagaimana nak buat?
- R: Mula-mula selesaikan yang ada kurungan dulu.
- P: Kenapa perlu didarabkan, bolehkah terus ditulis ' $2q - 1$ '?
- R: Tidak boleh, sebab ada kurungan.
- P: Apakah yang dimaksudkan dengan simbol kurungan ?
- R: Kalau ada kurungan, kena darab.
- P: Bolehkah kamu ceritakan bagaimana darab nombor dengan ungkapan dalam kurungan?

- R: Mula-mula darab negatif dua dengan  $q$  dapat negatif  $2q$ , kemudian darab pula negatif dua dengan negatif satu, dapat la dua.
- ...
- P: Selesaikan macam mana?
- R: ' $2q$ ' tolak ' $2q$ ' ni jadi kosong, lepas itu tolak dengan ' $q$ ' ni, jadi dapat tolak ' $q$ ', kemudian satu tambah dua dapat tiga, jadi dapat negatif ' $q$ ' tambah 3.
- P: Bolehkah saya tambah negatif ' $q$ ' dengan tiga?
- R: Tidak boleh sebab tiga tidak ada pemboleh ubah, jadi jawapan kena tinggal macam ni saja, kalau pemboleh ubah dia sama baru boleh tambah.
- P: Bolehkah kamu jelaskan tentang bentuk ini?
- R: Ungkapan algebra.
- ...
- R: Perlu dikira setiap sebutan yang ada dalam kurungan. Selesaikan dalam kurungan dahulu, kemudian tuliskan semula semua sebutan dan kira. Ini satu, dua, tiga, empat dan lima (sambil tunjuk penyelesaian yang telah ditulis di kertas), jadi ada lima sebutan.

Berdasarkan Petikan 4.5.2.1A di atas, peserta kajian memaparkan komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' dengan memerihalkan setiap langkah kerja yang perlu dilaksanakan untuk memudahkan ungkapan tersebut. Semua peserta kajian berkomunikasi secara lisan dalam menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ '. Dalam menerangkan bagaimana untuk menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan yang mengandungi sebutan dalam kurungan dan pelbagai operasi asas, semua peserta kajian ini memberitahu tentang pelaksanaan langkah kerja yang lebih awal membabitkan sebutan dalam kurungan. Peserta kajian memerihalkan tentang penyelesaian unsur dalam kurungan secara lisan dengan menyebut '*buka kurungan*' sebagai gambaran untuk melaksanakan pengembangan unsur dengan operasi darab. Dalam hal ini, peserta kajian didapati menghuraikan beberapa aktiviti '*buka kurungan*' membabitkan pendaraban ke atas sebutan yang terkandung dalam kurungan secara kuat dan lantang. Huraian langkah penyelesaian disebut oleh semua peserta kajian membabitkan pendaraban simbol negatif dan angka dua yang terdapat diluar kurungan dengan sebutan ' $q$ ' dan angka satu yang merupakan unsur di dalam kurungan. Peserta kajian turut memberitahu tentang hasil dapatan daripada operasi tersebut.

Selain itu, semua peserta kajian menceritakan tentang aktiviti menyalin semula setiap satu sebutan bermula dengan sebutan yang paling kiri sekali bagi menghuraikan tentang langkah yang perlu dilakukan selepas itu. Dalam menjelaskan tentang pelaksanaan penyelesaian, peserta kajian memberitahu tentang prosedur penambahan dan penolakan yang membabitkan sebutan ' $2q$ ' dengan nilai berangka. Peserta kajian turut menceritakan tentang pengumpulan sebutan mengikut kelompok pemboleh ubah dan nilai berangka berkaitan dengan prosedur bagi penambahan dan penolakan sebutan yang hanya dilaksanakan ke atas kelompok pemboleh ubah yang sama sahaja. Kemudian, peserta kajian memerihai tentang langkah kerja berikut dengan memberitahu bahawa perkara tersebut membabitkan penyusunan semua sebutan mengikut pemboleh ubah dan pengiraan dari kiri ke kanan.

#### **4.5.2.2 Komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' dalam kategori pengiraan aritmetik**

Aktiviti komunikasi peserta kajian dalam kajian ini bagi kategori pengiraan aritmetik menceritakan tentang prinsip, konsep, dan fakta pengiraan yang dilaksanakan dalam menyelesaikan masalah ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ '. Semua peserta kajian memaparkan komunikasi dalam kategori ini. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.5.2.2A, menunjukkan komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' dengan menjelaskan prinsip pengiraan.

**Petikan 4.5.2.2 (Faris):** Meringkaskan bentuk ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ '

:

R: Sebutan ini (sambil menunjuk ke arah ' $-3$ ' dan ' $q$ ') nilai tiga darabkan dengan ' $q$ ' dan 'negatif' darab 'positif' jadinya dapat negatif tiga ' $q$ '. Tapi bagi ' $-3$ ' dan ' $-p$ ' dapat positif tiga ' $p$ ' sebab negatif darabkan dengan negatif dapat positif.

:

P: Boleh kamu ceritakan bagaimana dapat semua ini?



- R: Selepas buka kurungan, susun semula semua sebutan mengikut huruf pemboleh ubah. Kemudian kirakan, dua ' $p$ ' tambah tiga ' $p$ ' tolak dua ' $p$ ' dapat ' $3p$ '. Selepas itu negatif tiga ' $q$ ' tambah ' $q$ ' dapat negatif dua ' $q$ '.
- P: Kenapa kamu tulis dan jalankan operasi dari kiri ke kanan, bolehkah ' $2p$ ' tolak ' $2q$ ' terus atau ' $3p$ ' tolak ' $2p$ ' kemudian tambah dengan ' $2p$ '?
- R: Tidak boleh, lakukan operasi ikut susunan dari kiri ke kanan satu demi satu.
- :
- P: Kenapa kamu tulis ' $-2q$ ', boleh jelaskan?
- R: Negatif tiga ' $q$ ' ni macam hutang orang tiga ringgit, pastu tambah ' $q$ ' macam bayar seringgit hutang ini, jadinya tinggal lagi hutang dua ringgit, itu sebab dapat ' $-2q$ '.

Berdasarkan Petikan 4.5.2.2A di atas, peserta kajian memaparkan komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' dengan menjelaskan prinsip dan konsep pengiraan untuk memudahkan ungkapan tersebut. Semua peserta kajian menjelaskan tentang perlaksanaan prinsip dan konsep pengiraan ke atas sebutan. Dalam menyelesaikan masalah tentang ungkapan yang mengandungi sebutan yang terdiri daripada satu pemboleh ubah dan pelbagai operasi asas, peserta kajian memberitahu tentang prosedur melaksanakan pengembangan sebutan lebih dahulu berbanding sebutan tanpa kurungan. Peserta kajian turut menjelaskan tentang konsep pendaraban ke atas angka, huruf dan simbol '-'. Prinsip pendaraban antara nombor negatif dengan huruf dan nombor negatif dengan nombor negatif yang lain. Peserta kajian menjelaskan pendaraban antara nombor negatif dengan sebutan positif menghasilkan sebutan negatif, dan pendaraban dua nombor negatif menghasilkan satu gandaan nombor positif.

Selain itu, peserta kajian juga memberitahu tentang kaedah penambahan dan penolakan ke atas sebutan algebra dan sebutan bukan algebra. Prinsip dan kaedah penambahan ke atas sebutan algebra dijelaskan oleh peserta kajian dengan memulakan penganalisan ke atas kelompok sebutan algebra yang serupa. Kemudian peserta kajian menyusun sebutan algebra dalam kelompok yang serupa

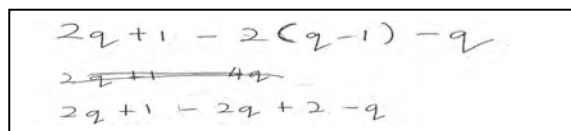
bagi menambah atau menolak sebutan tersebut berdasarkan simbol operasi asas yang terkandung dalam sebutan tersebut. Seterusnya, peserta kajian menjelaskan proses penambahan dan penolakan ke atas sebutan yang mengandungi pemboleh ubah ' $q$ ' dan angka yang terkandung dalam sebutan itu. Peserta kajian turut menjelaskan tentang kaedah pengiraan yang membabitkan operasi asas dari bahagian kiri ke kanan ungkapan. Dalam hal ini, peserta kajian berkomunikasi tentang masalah yang terdapat pada prosedur dan konsep pengiraan dalam menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ '.

Selain itu, aktiviti komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' dalam kategori pengiraan aritmetik turut dipaparkan oleh peserta kajian dengan menjelaskan prinsip dan kaedah pengiraan BODMAS, dan kaedah pengiraan dari kiri ke kanan. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.5.2.2B, menunjukkan komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' dalam konteks ini.

**Petikan 4.5.2.2B (Nani):** Meringkaskan bentuk  $2q + 1 - 2(q - 1) - q$

:

R: Kemudian tulis balik, semua ini ( sambil menulis di atas kertas).



$$2q + 1 - 2(q - 1) - q$$

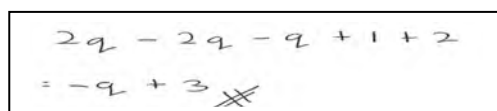
$$2q + 1 - 2q + 2 - q$$

$$-q + 3$$

Selepas itu, angka ini (sambil tunjuk ke nombor 2) kena darab dengan sebutan ini (sambil tunjuk ke  $q - 1$ ).

P: Apakah langkah seterusnya?

R: Ikut huruf yang sama, kalau huruf ' $q$ ', tulis semua ' $q$ ' (sambil menulis di kertas).



$$2q - 2q - q + 1 + 2$$

$$= -q + 3$$

Berdasarkan Petikan 4.5.2.2B, di atas, peserta kajian menerangkan konsep dan prinsip pengiraan 'BODMAS' yang dilakukan untuk meringkaskan ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' satu demi satu secara bertulis. Dalam memerihalkan

langkah penyelesaian bagi meringkaskan ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ', didapati semua peserta kajian memaparkan konsep operasi asas dalam ungkapan, BODMAS, dan prinsip pengiraan kiri ke kanan. Dalam menjelaskan tentang konsep operasi asas ke atas sebutan dalam ungkapan algebra, peserta kajian mengaplikasikan konsep penambahan, penolakan, dan pendaraban ke atas angka, huruf dan konsep 'negatif'.

Penggunaan prinsip 'BODMAS' bagi menjelaskan tentang kaedah pengiraan mengikut tertib dan susunan penyelesaian yang dilaksanakan oleh peserta kajian dalam meringkaskan ungkapan algebra. Prinsip pengiraan dari kiri ke kanan membabitkan penyusunan semula mengikut kelompok sebutan yang sama kategori, dijelaskan oleh hampir semua peserta kajian dalam bentuk lisan. Namun begitu, peserta kajian menulis semua perkara yang disebut secara simbolik dalam bentuk ' $2q - 2q - q + 1 + 2$ '. Kemudian, setiap peserta kajian memaparkan langkah penyelesaian dengan menulis hasil pengiraan mengikut pemboleh ubah dengan memulakan langkah dari arah kiri ke kanan. Peserta kajian turut mengenal pasti simbol dan tatatanda tertentu, serta membincangkan perkara yang harus diberi tumpuan seperti penyelesaian sebutan dalam kurungan, dan pelbagai pendekatan dalam meringkaskan ungkapan dengan menulis di atas kertas yang disediakan.

#### **4.5.2.3 Komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' dalam kategori grafik**

Komunikasi tentang ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' bagi kategori grafik membabitkan lukisan tertentu dalam menggambarkan dan menjelaskan ungkapan tersebut. Gambaran penjelasan yang dipaparkan oleh peserta kajian tertumpu pada lukisan anak panah dan bulatan. Tiga peserta kajian terlibat

memberikan gambaran dalam kategori ini. Tingkah laku Alias masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.5.2.3A menunjukkan contoh komunikasi tentang ungkapan algebra dalam kategori grafik.

**Petikan 4.5.2.3A (Alias):** Meringkaskan bentuk ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ '

P: Sekarang ada satu situasi, katakan saya rakan sekelas kamu yang tidak hadir hampir dua minggu ke sekolah. Cuba kamu ceritakan bagaimana untuk menyelesaikan masalah ini?

R: Mula-mulanya kita kena selesaikan yang dalam kurungan dulu, (murid terus menulis di atas kertas).

$$\begin{aligned}
 & 2q + 1 - 2(q - 1) - q \\
 \rightarrow & 2q + 1 - 2q + 2 - q \\
 \rightarrow & 2q - 2q = 0 \quad 1 + 2 \\
 \rightarrow & 0 - q + 3 \\
 \rightarrow & -q + 3 \\
 & 20 - 20
 \end{aligned}$$

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Selesaikan sebutan dalam kurungan dahulu. Kemudian tulis kembali semua sebutan asal dan sebutan yang baru dibentuk selepas dikembangkan.

⋮

Berdasarkan Petikan 4.5.2.3A, di atas, peserta kajian meringkaskan ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' secara grafik. Tiga orang peserta kajian yang terlibat dalam memberikan penjelasan dalam kategori ini. Peserta kajian melukis anak panah dan bulatan dalam menjelaskan tentang ungkapan yang hendak dirujuk atau digunakan. Antara perkara yang dijelaskan oleh peserta kajian dengan anak panah ialah prosedur pengiraan ke atas sebutan. Peserta kajian melakarkan anak panah dari angka di luar kurungan ke setiap sebutan di dalam kurungan bagi memaparkan tentang prosedur pendaraban yang dilakukan.

Selain itu, lukisan bulatan turut digunakan oleh peserta kajian bagi menjelaskan tentang pemilihan huruf, angka, simbol, dan sebutan yang dijalankan operasi asas ke atasnya perkara tersebut. Peserta kajian juga melukis dua garisan lurus bertindih berbentuk '=' di bahagian bawah sebutan yang merupakan hasil pelaksanaan

prosedur pengiraan yang didapati dan simbol ‘ # ’ untuk menggambarkan tentang penamat bagi penyelesaian yang dilakukan. Ringkasnya, komunikasi peserta kajian berkaitan dengan ungkapan algebra dalam kategori grafik mempunyai kepelbagaian konteks dan abstrak.

### 4.5.3 Ungkapan dengan Dua Pemboleh ubah

Dalam kajian ini, komunikasi tentang bentuk ‘ $3h + 5l - (h + 2l)$ ’, membabitkan aktiviti meringkaskan ungkapan algebra yang mengandungi dua pemboleh ubah berbeza dikelaskan kepada tiga kategori, iaitu prosedur penyelesaian, pengiraan aritmetik, dan grafik. Jadual 4.5.3, menunjukkan ringkasan komunikasi tentang ungkapan ‘ $3h + 5l - (h + 2l)$ ’ yang dipaparkan oleh keenam-enam peserta kajian.

Jadual 4.5.3

*Komunikasi tentang ungkapan ‘ $3h + 5l - (h + 2l)$ ’*

| Kategori              | Huraian                                                                                                                                                           | Peserta Kajian                        |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Prosedur penyelesaian | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memerihai langkah penyelesaian menggunakan bahasa matematik.</li> <li>• Menyemak semula langkah penyelesaian.</li> </ul> | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
| Pengiraan aritmetik   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan tentang konsep dan prinsip pengiraan.</li> </ul>                                                             | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
| Grafik                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lukisan garisan dan anak panah dalam penyelesaian</li> </ul>                                                             | Hana, Sofea, Alias,                   |

#### 4.5.3.1 Komunikasi tentang ungkapan ‘ $3h + 5l - (h + 3l)$ ’ dalam kategori prosedur penyelesaian

Aktiviti komunikasi yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori prosedur penyelesaian merangkumi membaca soalan dengan perlahan, memerihalkan

setiap langkah kerja dengan jelas, dan menyebut pengiraan dengan kuat. Semua peserta kajian didapati memaparkan komunikasi dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.5.3.1A menunjukkan komunikasi tentang ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' dalam kategori perosedur penyelesaian.

***Petikan 4.5.3.1A (Nani): Meringkaskan bentuk ' $3h + 5l - (h + 2l)$ '***

- P: Bagaimana pula untuk meringkaskan ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ', boleh kamu ceritakan?
- R: (Murid melihat soalan, kemudian termenung seketika) bentuk ini (sambil tunjuk ' $3h + 5l$ ') perlu tulis dulu dan bentuk ini (sambil tunjuk ke ' $-(h + 2l)$ ') kena buka kurungan dulu.
- P: Bolehkah kamu jelaskan?
- R: Jika ada kurungan dalam suatu ungkapan perlu buka kurungan terlebih dahulu (sambil menganggukkan kepala), jadi ini negatif darab ' $h$ ' dapat ' $-h$ '.
- P: Kenapa negatif darab positif ' $h$ ' dapat ' $-h$ '?
- R: Sebab ini, negatif darab positif ' $h$ ' dapat negatif ' $h$ ', selepas itu, negatif darab positif ' $2l$ ' dapat negatif ' $2l$ '. Kemudian ' $3h$ ' tolak ' $h$ ' hasilkan ' $2h$ ' dan ' $5l$ ' tolak ' $2l$ ' hasilkan ' $3l$ '.
- ⋮
- R: Pertama sekali, selesaikan dalam kurungan. Selepas itu tulis semula dan susun ikut pemboleh ubah yang sama. Selepas itu, permudahkan mengikut operasi yang ada.

Berdasarkan Petikan 4.5.3.1A di atas, peserta kajian memaparkan komunikasi tentang ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' dengan memerihalkan setiap langkah kerja yang perlu dilaksanakan untuk meringkaskan ungkapan yang mengandungi dua pemboleh ubah berbeza. Semua peserta kajian berkomunikasi secara lisan dan bertulis dalam menyelesaikan ungkapan dalam bentuk ' $3h + 5l - (h + 2l)$ '. Dalam memerihalkan langkah meringkaskan bentuk ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ', setiap peserta kajian memaparkan beberapa aktiviti membabitkan mendengar, melihat, dan menghubungkan konsep asas pengiraan. Peserta kajian mengenal pasti simbol dan tatatanda tertentu, serta membincangkan perkara yang harus diberi tumpuan seperti penyelesaian sebutan dalam kurungan, dan penggunaan pelbagai pendekatan dalam meringkaskan ungkapan.

Penjelasan tentang cara untuk meringkaskan ungkapan yang mengandung dua pemboleh ubah berbeza, sebutan dalam kurungan dan pelbagai operasi asas merangkumi beberapa langkah kerja yang dilakukan secara lisan. Semua peserta kajian memerihalkan tentang masalah membabitkan bentuk ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' dengan memberitahu bahawa perkara paling awal perlu dilakukan adalah menyingkirkan simbol kurungan yang terkandung di dalam ungkapan tersebut. Penyingkiran kurungan disebut oleh setiap peserta kajian cara yang berbeza, antaranya 'buang kurungan' dan 'buka kurungan', yang merujuk tentang pendaraban nombor di luar simbol '( )' dengan semua unsur yang terkandung di dalam simbol tersebut. Sebagai contoh bentuk ' $-(h + 2l)$ ', peserta kajian memberitahu bahawa simbol '-' didarabkan dengan huruf 'h' dan '+2h' yang terkandung dalam kurungan. Kemudian semua peserta kajian memberitahu hasil dalam bentuk ' $-h - 2l$ ' bagi menggambarkan bentuk ' $-(h + 2l)$ ' tanpa simbol kurungan.

Peserta kajian menceritakan tentang langkah berikut dalam menyelesaikan masalah meringkaskan ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' dengan menyebut 'susun semula'. Semua peserta kajian memerihalkan tentang penyusunan semula semua sebutan yang terkandung di dalam ungkapan termasuk sebutan baru yang membabitkan bentuk ' $-h - 2l$ ' mengikut pemboleh ubah. Penyusunan semula diceritakan oleh peserta kajian dengan memberitahu tentang pelaksanaan kelompok sebutan dengan pemboleh ubah 'h' terlebih dahulu, diikuti dengan kelompok sebutan dengan pemboleh ubah 'l'. Kemudian, peserta kajian memerihalkan tentang penambahan dan pengurangan sebutan mengikut kelompok pemboleh ubah.

#### 4.5.3.2 Komunikasi tentang ungkapan ' $3h + 5l - (h + 3l)$ ' dalam kategori pengiraan aritmetik

Aktiviti komunikasi tentang ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' dalam kategori pengiraan aritmetik kajian ini merangkumi penjelasan fakta, konsep, dan kaedah pengiraan. Semua peserta kajian memaparkan komunikasi dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.5.3.2A menunjukkan komunikasi tentang ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' dalam kategori pengiraan aritmetik.

**Petikan 4.5.3.2A (Faris):** Meringkaskan bentuk ' $3h + 5l - (h + 2l)$ '

- P: Sekarang ada satu situasi, katakan saya rakan sekelas kamu yang tidak hadir hampir dua minggu ke sekolah. Cuba kamu ceritakan bagaimana untuk menyelesaikan masalah ini?
- :
- R: Macam kes ini, nilainya dikira sebagai satu (sambil menunjukkan ke arah unsur yang mengandungi kurungan) darab dengan ' $h$ ', kemudian simbol ' $-$ ' pada satu ini darab dengan tambah jadinya dapat negatif ' $h$ '. Lepas itu darab pula dengan ' $2l$ ' dapat negatif dua ' $l$ '.
- :
- R: Tiga ' $h$ ' ini maksudnya ada tiga perkara, ' $h$ ' pula maksudnya ada nilai satu, jadi tiga ditolakan dengan satu makanya dapat dua. Sama juga dengan ' $5l$ ' tolak ' $l$ ', maksudnya nilai lima tolak dengan nilai dua jadi dapat nilai tiga ini.
- P: Jika kamu tolakan unsur ini berdasarkan nombor, bagaimana dengan huruf ' $h$ ' dan ' $l$ ' ini?
- R: Huruf ' $h$ ' dan ' $l$ ' ini kekalkan sebab pemboleh ubah nya.
- :
- R: Sebab ada nombor, jika ' $h$ ' tolak ' $h$ ' baru hilang sebab kedua-duanya huruf ini nilai sama dengan satu, jadi satu tolak satu jadi kosong.
- P: Baik kalau selain daripada nilai satu?
- R: Tolak macam biasa saja, tapi huruf masih kekalkan.
- P: Bagaimana jika dua-dua huruf yang sama, mempunyai nilai sama selain satu.
- R: Sama juga, dua ' $h$ ' tolak dua ' $h$ ' dapat kosong.
- P: Baik, jadi bagaimana dengan nilai akhir ' $2h$ ' dan ' $3l$ ' ini ?
- R: Tinggalkan saja dalam bentuk akhir ini sebab pemboleh ubah tidak sama tidak boleh ditambahkan.

Berdasarkan Petikan 4.5.3.2A di atas, peserta kajian menerangkan setiap langkah penyelesaian yang dilakukan dengan menyebut konsep dan kaedah pengiraan dalam meringkaskan ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' secara lisan. Dalam hal ini, peserta kajian memaparkan beberapa aktiviti membabitkan mendengar, membuat gambaran,



dan menyebut hubung kait dalam konsep asas pengiraan aritmetik. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku komunikasi membabitkan kaedah BODMAS, yang mana mengdahulukan sebutan dalam kurungan dan melaksanakan pengiraan dari kiri ke kanan. Selain itu, semua peserta kajian memaparkan konsep operasi penambahan dan penolakan dalam algebra dengan menyatakan nilai sebutan dalam bagi kelompok pemboleh ubah ' $h$ ' dan ' $l$ '.

Sehubungan itu, semua peserta kajian menceritakan tentang fakta bagi nilai dua bentuk ' $2h$ ' dengan memberitahu bahawa kaedah ' $3h - h$ ' digambarkan sebagai tiga kelompok benda yang ditolak satu kelompok daripadanya. Bentuk ' $5l - 2l$ ' dijelaskan secara lisan dengan kaedah pengiraan yang serupa oleh semua peserta kajian. Hasil operasi bagi dua kelompok pemboleh ubah ' $h$ ' dan ' $l$ ' dinyatakan dalam bentuk ' $2h + 3l$ ' oleh semua peserta kajian dengan memberitahu bahawa hasil tersebut dinyatakan dalam bentuk sedemikian sebab '*tidak boleh*' melaksanakan operasi penambahan ke atas unsur yang mengandungi pemboleh ubah tidak sama.

#### **4.5.3.3 Komunikasi tentang ungkapan ' $3h + 5l - (h + 3l)$ ' dalam kategori grafik**

Aktiviti komunikasi tentang ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' turut dipaparkan oleh peserta kajian secara grafik. Komunikasi dalam kategori grafik merangkumi lukisan simbol dan tatanda tertentu dalam perihal langkah kerja. Tiga peserta kajian memaparkan komunikasi dalam konteks ini. Tingkah laku Sofea dalam Petikan 4.5.3.3 menunjukkan komunikasi tentang ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' membabitkan grafik.

**Petikan 4.5.3.3 (Sofea):** Meringkaskan bentuk  $3h + 5l - (h + 2l)$

P: Baik, bagaimana pula saya nak ringkaskan bentuk ini, boleh kamu ceritakan satu per satu?

R: (Murid melihat soalan, kemudian termenung seketika) selesaikan sebutan dalam kurungan dulu, darab dengan simbol negatif di luar kurungan (murid menulis).

$$3h + 5l - (h + 2l)$$

$$-1h - 2l$$

P: Baik, bagaimana pula dengan angka satu dan simbol anak panah yang kamu lukis ini?

R: Angka satu ini sebagai gambaran tentang nilai bagi simbol negatif yang berada di luar simbol kurungan. Anak panah ini untuk tunjuk simbol negatif di darabkan dengan setiap sebutan dalam kurungan ini satu per satu.

P: Apakah maksud garisan yang dilukis dibawah sebutan dalam kurungan ini?

R: Sebagai gambaran bagi hasil setelah pendaraban dilakukan ke atas simbol negatif dengan sebutan 'h' dan '2l'.

P: Baik, apakah langkah seterusnya?

R: Tulis semula semua sebutan bersama dengan sebutan baru yang terbentuk dari pendaraban nilai negatif.

$$\rightarrow 3h + 5l - 1h - 2l$$

Kemudian, tulis ikut kumpulan sebutan dengan pemboleh ubah yang serupa (murid menulis).

$$\rightarrow 3h - 1h + 5l - 2l$$

$$\rightarrow 2h + 3l$$

P: Kenapa kamu lukis dua garisan berasingan bawah sebutan 'h' dan sebutan 'l'?

R: Bagi menggambarkan sebutan terkumpulan mengikut kelompok pemboleh ubah yang diwakilkan dengan 'h' dan 'l'. Kemudian baru boleh jalankan operasi tolak bagi dua kumpulan sebutan itu.

P: Boleh jelaskan simbol anak panah dan simbol '#' yang kamu lukis ini?

R: Simbol anak panah pada setiap baris ini menggambarkan urutan langkah kerja yang bersambungan daripada langkah sebelumnya. Garisan dan simbol '#' memberitahu tentang jawapan dan penamat bagi langkah kerja.

Berdasarkan Petikan 4.5.3.3A di atas, peserta kajian menjelaskan tentang ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' secara grafik. Dalam menjelaskan langkah meringkaskan ungkapan yang mengandungi dua pemboleh ubah dan operasi bercampur, peserta kajian memaparkan lukisan anak panah, bulatan, garisan dan penggunaan simbol tertentu secara bertulis. Peserta kajian mengesahkan simbol dan

tatatanda tertentu, serta membincangkan perkara yang harus diberi tumpuan seperti penyelesaian sebutan dalam kurungan, pendaraban simbol negatif, dan pelbagai pendekatan yang digunakan dalam meringkaskan ungkapan dengan menulis di atas kertas.

Semua langkah penyelesaian ditulis oleh peserta kajian dengan jelas menggunakan bentuk simbolik yang merangkumi huruf, angka, dan beberapa simbol tertentu membabitkan '+', '-', '( )', '#', dan lakaran anak panah. Penyelesaian sebutan yang mengandungi kurungan dipaparkan dengan mengaplikasikan konsep pendaraban yang melibatkan integer positif, integer negatif, dan huruf.

Dalam perihal langkah penyelesaian ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ', peserta kajian melukis anak panah untuk memberitahu tentang pelaksanaan langkah kerja. Bagi anak panah yang dilakarkan dari angka di luar kurungan ke setiap sebutan di dalam kurungan bagi memaparkan tentang prosedur pendaraban. Anak panah yang dilakarkan pada setiap baris pula, menggambarkan tentang kesinambungan langkah kerja. Selain itu, langkah kerja turut dipaparkan oleh peserta kajian dengan menulis hasil pendaraban di ruangan atas setiap sebutan atau pun pada ruangan bawah bentuk algebra yang tersebut. Dalam menjelaskan langkah pengiraan, terdapat seorang peserta kajian memaparkan hasil pengiraan membabitkan pendaraban nilai negatif yang salah.

Selain itu, lukisan bulatan turut digunakan peserta kajian bagi menjelaskan tentang pemilihan huruf, angka, simbol, dan sebutan yang dijalankan operasi asas ke atasnya perkara tersebut. Peserta kajian juga melukis garisan di bahagian bawah sebutan yang merupakan hasil pelaksanaan prosedur pengiraan dan simbol '# ' untuk menggambarkan tentang penamat bagi penyelesaian yang dilakukan. Hanya

seorang peserta kajian ini terlibat melukis garisan dan simbol '#' bagi memberitahu tentang jawapan dan penamatan langkah kerja. Peserta kajian yang lain hanya menjelaskan tentang sebutan akhir sebagai jawapan bagi penyelesaian ke atas ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' secara lisan. Ringkasnya, komunikasi peserta kajian berkaitan dengan ungkapan algebra dalam kategori grafik mempunyai kepelbagaian konteks dan abstrak.

#### **4.5.4 Rumusan Komunikasi**

Secara keseluruhannya, kajian ini memaparkan aktiviti komunikasi tentang ungkapan algebra yang mengandungi pemboleh ubah, pekali dan simbol operasi yang berbeza. Masalah melibatkan tiga bentuk keadaan, ungkapan tunggal, ungkapan ' $3h + 5l - (h + 2l)$ ', dan ungkapan ' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' untuk melihat komunikasi yang dipaparkan oleh peserta kajian tentang perkara tersebut. Berikut adalah rumusan bagi komunikasi tentang ungkapan algebra merentasi kes bagi kajian ini:

1. Dalam menjelaskan tentang ungkapan tunggal yang terdiri daripada satu sebutan, terdapat empat kategori komunikasi, iaitu prosedur penyelesaian, pengiraan aritmetik, simbol dan tatanda, dan grafik. Kategori prosedur penyelesaian dan pengiraan aritmetik mendominasi komunikasi tentang ungkapan tunggal. Semua peserta kajian memaparkan komunikasi lebih daripada satu kategori.
2. Dalam meringkaskan ungkapan yang mengandungi satu pemboleh ubah dan operasi bercampur, terdapat tiga kategori komunikasi, iaitu prosedur penyelesaian, pengiraan aritmetik, dan grafik. Kategori prosedur penyelesaian dan pengiraan aritmetik mendominasi komunikasi tentang

ungkapan dengan satu pemboleh ubah. Kategori grafik memaparkan corak komunikasi yang abstrak dan mengandungi maksud tertentu. Semua peserta kajian memaparkan komunikasi lebih daripada satu kategori.

3. Dalam meringkaskan ungkapan yang mengandungi dua pemboleh ubah berbeza dan operasi bercampur merangkumi, terdapat tiga kategori komunikasi, iaitu prosedur penyelesaian, pengiraan aritmetik, dan grafik. Kategori prosedur penyelesaian dan pengiraan aritmetik mendominasi komunikasi tentang ungkapan dengan satu pemboleh ubah. Semua peserta kajian memaparkan komunikasi lebih daripada satu kategori.

Secara keseluruhannya, komunikasi tentang ungkapan algebra merangkumi beberapa perkara asas yang membabitkan pemboleh ubah, pekali, pemalar, dan operasi asas. Dalam menjelaskan tentang ungkapan algebra, peserta kajian menggunakan pelbagai cara yang berbeza. Peserta kajian memaparkan aktiviti komunikasi tentang ungkapan algebra dengan memerihai langkah penyelesaian membabitkan pengelompokan pemboleh ubah, penambahan, penolakan, dan pendaraban sebutan yang perlu dilaksanakan dalam tertib dan susunan tertentu .

Komunikasi tentang ungkapan algebra turut dipaparkan oleh semua peserta kajian dengan menjelaskan tentang fakta, prinsip, dan kaedah dalam menyelesaikan ungkapan tersebut. Penggunaan simbol, tatatanda, dan lukisan anak panah banyak dijelaskan secara bertulis dan lisan. Namun begitu, komunikasi yang membabitkan prosedur pengiraan banyak dipaparkan oleh peserta kajian secara bertulis kerana nampak jelas langkah yang perlu dilaksanakan mengikut tertib dan susunan. Hal ini menunjukkan peserta kajian memiliki pelbagai pengetahuan dari segi konsep dan prosedur pengiraan ke atas unit asas ungkapan algebra.

## 4.6 Penaakulan

Dalam konstruk penakulaan kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti kebolehan peserta kajian memikirkan sesuatu secara logik dan munasabah, membuat inferens, kesimpulan, penghujahan berdasarkan sesuatu fakta yang berkait dengan ungkapan algebra. Di bawah adalah perkara yang dipaparkan oleh enam peserta kajian tentang penaakulan membabitkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', ' $0 = 2y + 1$ ', dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '.

### 4.6.1 Perbandingan antara Bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '

Dalam kajian ini, aktiviti penaakulan tentang bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ', yang dipaparkan oleh semua peserta kajian dikelaskan kepada dua kategori, iaitu simbol dan unit asas ungkapan. Jadual 4.6.1, menunjukkan ringkasan penaakulan membabitkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' yang diberikan oleh keenam-enam peserta kajian.

Jadual 4.6.1

*Perbandingan Antara Bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '*

| Kategori           | Huraian                                                                                | Peserta Kajian                        |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Simbol             | • Abstraksi ke atas bentuk 'ungkapan dan 'bukan ungkapan' berdasarkan simbol tertentu. | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
|                    | • Menjustifikasikan pemilihan simbol bagi kategori tertentu.                           | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
|                    | • Membuat implikasi tentang bentuk bukan ungkapan                                      | Hana, Afiq, Alias, Sofea              |
| Unit asas ungkapan | • Membezakan dan menyamakan bentuk berdasarkan unit asas ungkapan                      | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |

#### 4.6.1.1 Perbandingan antara ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' dalam kategori simbol

Aktiviti bagi konstruk penaakulan dalam kategori simbol membabitkan pengabstarakan ke atas bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' dalam 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan'. Abstraksi yang dipaparkan oleh peserta kajian ini dengan mengenal pasti simbol tertentu dan menentukan bentuk algebra yang berbeza sebagai 'ungkapan' atau 'bukan ungkapan'. Pengabstarakan yang dinyatakan oleh peserta kajian berdasarkan pertimbangan logik membabitkan fakta tertentu tentang ungkapan yang melibatkan angka dan simbol di anggap benar ketika aktiviti dijalankan. Perkara yang dipertimbangkan bagi mengesahkan sesuatu bentuk sebagai 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan' merangkumi pemboleh ubah, simbol operasi, dan simbol '='. Semua peserta kajian memaparkan penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dan Afiq masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.6.1.1A dan Petikan 4.6.1.1B, menunjukkan abstraksi terhadap bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '.

##### **Petikan 4.6.1.1A (Hana):** Perbandingan antara ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '

- P: Di sini saya ada dua bentuk algebra, iaitu ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ', bolehkah kamu tentukan yang mana satu merupakan ungkapan algebra?
- R: Bentuk ' $y = 3x + 2$ '.
- P: Kenapa kamu kata bentuk ' $y = 3x + 2$ ' adalah ungkapan?
- R: Sebab sini ada 'y'.
- P: Adakah hanya sebab huruf 'y' ini sahaja?
- R: Bentuk ' $3x$ ' dalam bentuk ' $3x + 2$ ' macam sebutan
- P: Boleh kamu jelaskan tentang sebutan bukan ungkapan, bagaimana dengan angka '3'?
- R: Sebutan bukan ungkapan. Angka tiga adalah pekali.
- P: Boleh kamu jelaskan tentang pekali itu?
- R: Nombor.
- P: Bagaimana dengan pemalar?
- R: Pemalar juga adalah nombor.
- P: Jadi angka '3' dalam bentuk ' $3x + 2$ ' ini pekali atau pemalar?
- R: Pemalar.
- P: Kenapa kamu pilih bentuk ' $y = 3x + 2$ '?
- R: Sebab bentuk ni 'y' sama dengan ' $3x$ ' tambah dua. Tapi yang ni (sambil menunjuk ke arah Bentuk B) cuma ada tiga 'x' tambah dua saja, yang ini ada 'y' sama dengan (sambil menunjuk ke arah huruf 'y' dan simbol '=').

P: Jadi bukan ungkapan yang mana?  
 R: Bentuk B.  
 P: Kenapa kamu kata bukan ungkapan?  
 R: Sebab bentuk B tidak ada huruf 'y' dan simbol '='.

**Petikan 4.6.1.1B (Afiq):** Perbandingan antara ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '

P: Di sini saya ada dua bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ', bolehkah kamu tentukan yang mana satu merupakan ungkapan algebra?  
 R: Bentuk ' $3x + 2$ '.  
 P: Kenapa kamu kata B ungkapan algebra?  
 R: Sebab simbol tambah.  
 P: Selain simbol apa lagi?  
 R: Pemboleh ubah.  
 P: Jadi yang manakah bukan ungkapan?  
 R: Bentuk ' $y = 3x + 2$ '.  
 P: Kenapa kamu kata A bukan ungkapan.  
 R: Sebab ada simbol ini (sambil menunjuk pada simbol '=').

Berdasarkan Petikan 4.6.1.1A dan Petikan 4.6.1.1B di atas, peserta kajian memaparkan penaakulan ke atas bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' membabitkan pengabstrakan. Dalam aktiviti ini, semua peserta kajian memilih dan mengenal pasti bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' sebagai 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan'. Oleh itu, peserta kajian membuat pengabstrakan dengan mengenal pasti ciri tertentu membabitkan sebutan, pemboleh ubah yang terkandung setiap bentuk, dan simbol yang terkandung di dalam bentuk tersebut. Dalam mengesahkan bentuk ' $3x + 2$ ' sebagai 'ungkapan', peserta kajian menjelaskan tentang kehadiran pekali, pemalar, pemboleh ubah, dan simbol '+'. Manakala pengabstrakan bentuk 'bukan ungkapan' pula, peserta kajian menjelaskan tentang kewujudan huruf 'y' dan simbol '='. Selain itu, peserta kajian turut mengenal pasti persamaan dan perbezaan antara bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' secara menyeluruh bagi mengesahkan dua bentuk ini dalam kategori yang berbeza.

Seterusnya, aktiviti penaakulan dalam kategori simbol turut memaparkan justifikasi oleh peserta kajian tentang ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '. Justifikasi yang



dipaparkan oleh peserta kajian ini merangkumi pendapat, hujah dan penjelasan tentang pemilihan ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’ ke atas bentuk algebra yang diberikan. Dalam aktiviti ini, peserta kajian menyatakan pendapat yang di anggap munasabah tentang bentuk algebra yang dipilih dan menghujahkan alasan bersesuaian dengan pendapat tersebut. Semua peserta kajian memaparkan penaakulan ke atas bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ dan ‘ $3x + 2$ ’ dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.6.1.1C menunjukkan justifikasi ke atas bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ dan ‘ $3x + 2$ ’.

**Petikan 4.6.1.1C (Faris): Perbandingan antara ‘ $y = 3x + 2$ ’ dan ‘ $3x + 2$ ’**

- P: Di sini saya ada dua bentuk algebra, iaitu bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ dan ‘ $3x + 2$ ’, bolehkah kamu tentukan yang mana satu merupakan ungkapan algebra?
- R: Bentuk ‘ $3x + 2$ ’.
- P: Boleh jelaskan pemilihan bentuk ini sebagai ungkapan algebra?
- R: Bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ ini adalah lebih kurang sama dengan ‘ $3x + 2$ ’ tapi huruf ‘y’ ini tidak pasti fungsinya.
- :
- R: Bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ tidak pernah lihat, tapi bentuk ‘ $3x + 2$ ’ pernah. Jadinya bentuk ‘ $3x + 2$ ’ adalah ungkapan.
- P: Boleh kamu jelaskan yang dimaksudkan dengan pernah dilihat ?
- R: Pernah lihat itu maksudnya, pernah belajar tentang bentuk itu.
- P: Bagaimana dengan bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’?
- R: (Murid menggelengkan kepala) tidak pernah lihat dalam topik ‘ungkapan’, jadi bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ bukan ungkapan.
- :
- P: Boleh kamu jelaskan tentang simbol ini dalam bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’?
- R: Simbol ‘=’ ini bermaksud nilai ‘y’ adalah bersamaan dengan tiga ‘x’ darab dua.
- P: Baik, boleh kamu jelaskan tentang dengan bentuk B pula?
- R: Tiga ‘x’ tambah dua, kalau macam itu sama sajalah dua-dua ini, tapi bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ ada huruf ‘y’, jadi bagi bentuk ini ‘y’ itu adalah tiga ‘x’ tambah dua.
- P: Baiklah, boleh kamu jelaskan kenapa kamu memilih bentuk ‘B’ sebagai ungkapan, manakala bentuk ‘A’ yang ni bukan ungkapan?
- R: Bentuk ‘ $3x + 2$ ’ tidak ada simbol ‘sama dengan’.
- :
- :

Berdasarkan Petikan 4.6.1.1C di atas, peserta kajian memaparkan tingkah laku membuat penaakulan dengan menjustifikasikan pemilihan bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ dan

' $3x + 2$ ' sebagai 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan'. Dalam hal ini, semua peserta kajian menyatakan pendapat tentang pemilihan bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' dengan berdasarkan kriteria yang terkandung di dalam dua bentuk tersebut. Peserta kajian membahaskan tentang bentuk pemilihan bentuk ' $3x + 2$ ' sebagai '*ungkapan*' dengan menggunakan faktor pemboleh ubah dan simbol operasi asas. Bagi pemilihan bentuk ' $y = 3x + 2$ ' sebagai 'bukan ungkapan', peserta kajian membahaskan tentang isu kehadiran huruf 'y' dan simbol '=' dalam bentuk tersebut.

Selain itu, dua orang peserta memilih bentuk ' $y = 3x + 2$ ' sebagai ungkapan dengan memberi justifikasi pemilihan bahawa bentuk tersebut mempunyai simbol '='. Namun begitu, setelah beberapa sesi temu duga tentang pendapat ke atas pemilihan bentuk, dua peserta kajian terbabit menukar pemilihan ke atas bentuk ' $3x + 2$ ' sebagai ungkapan dengan menjelaskan pendapat tentang bentuk ' $y = 3x + 2$ ' merangkumi makna nilai 'y' adalah bersamaan dengan nilai ' $3x + 2$ '. Secara keseluruhan, aktiviti penaakulan membabitkan justifikasi dipaparkan oleh semua peserta kajian dalam apa jua pemilihan ke atas bentuk algebra.

Seterusnya, penaakulan dalam kategori simbol juga memaparkan 'implikasi' yang terhasil daripada pembentukan suatu bentuk 'bukan ungkapan' menjadi bentuk 'ungkapan' membabitkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '. Peserta kajian menyatakan pendapat tentang penukaran suatu bentuk 'bukan ungkapan' kepada bentuk 'ungkapan' dan implikasi yang terhasil daripada pembentukan tersebut. Hanya empat peserta kajian memaparkan penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Afiq, dan Alias masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.6.1.1D dan Petikan 4.6.1.1E, menunjukkan penaakulan dengan menyatakan implikasi.

**Petikan 4.6.1.1D (Afiq):** Perbandingan antara ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '

:

P: Baiklah, pada pendapat kamu, bolehkah saya jadikan bentuk yang kamu kata bukan ungkapan saya jadikan ungkapan.

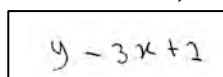
R: Boleh (sambil menganggukkan kepala).

P: Boleh kamu jelaskan bagaimana caranya?

R: Gantikan simbol '='.

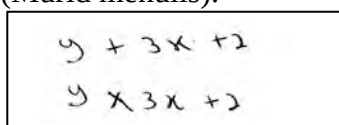
P: Boleh kamu jelaskan bagaimana untuk dinyakan sebagai ungkapan?

R: (Murid menulis).


$$y = 3x + 2$$

P: Ada lagi

R: (Murid menulis).


$$\begin{array}{l} y + 3x + 2 \\ y \times 3x + 2 \end{array}$$

P: Ada lagi yang lain.

R: Tidak ada.

P: Apakah kesimpulan umum yang kamu daapti daripada ini? Jadi dalam bentuk yang kamu bagi ini, simbol ini (sambil tunjuk simbol '=') di mana?

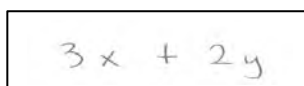
R: Untuk suatu bentuk itu adalah suatu ungkapan, simbol '=' tidak boleh ada.

**Petikan 4.6.1.1E (Alias):** Perbandingan antara ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '

:

P: Boleh kamu tuliskan beberapa bentuk yang boleh menjadikan ia sebagai ungkapan.

R: (Murid menulis).


$$3x + 2y$$

Berdasarkan Petikan 4.6.1.1D dan Petikan 4.6.1.1E di atas, peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dengan menyatakan implikasi bagi penukaran bentuk ' $y = 3x + 2$ ' menjadi ungkapan algebra. Dalam hal ini, semua peserta kajian dapat menyatakan bahawa satu bentuk 'bukan ungkapan' boleh bertukar menjadi bentuk 'ungkapan'. Namun, hanya empat peserta kajian berupaya memberi beberapa implikasi ke atas penukaran bentuk 'bukan ungkapan' kepada 'ungkapan'.

Dalam kajian ini, peserta kajian pada awal sesi temu bual menyatakan pendapat tentang pembentukan satu bentuk 'bukan ungkapan' sama ada menjadi satu

‘ungkapan’ atau tidak. Bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ dikenal pasti oleh peserta kajian sebagai bentuk ‘bukan ungkapan’, dijelaskan menjadi bentuk ‘ungkapan’. Empat peserta kajian terlibat menjelaskan beberapa cara dan bentuk baru yang merupakan implikasi ke atas tindakan tersebut. Antara implikasi yang dinyatakan secara lisan dan bertulis akibat daripada perubahan bentuk adalah menambah angka kepada huruf ‘y’, membuang simbol ‘=’, dan menambah beberapa simbol operasi ke dalam bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’. Beberapa bentuk algebra berbeza dibina oleh setiap peserta kajian yang terlibat. Hana membina satu ungkapan berbentuk ‘ $2y$ ’ dengan menyingkirkan simbol ‘=’, ‘+’ dan sebutan ‘ $3x$ ’. Bagi Afiq pula, pembentukan ungkapan daripada bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ dengan menyingkirkan simbol ‘=’ dan memasukkan huruf ‘y’ ke dalam sebutan ‘2’. Ungkapan yang dibina oleh beliau adalah berbentuk ‘ $3x + 2y$ ’. Manakala Alias pula, berupaya membina tiga ungkapan yang berbeza membabitkan bentuk ‘ $y \times 3x + 2$ ’, ‘ $y - 3x + 2$ ’, dan ‘ $y + 3x + 2$ ’. Dalam hal ini, penyingkiran simbol ‘=’ dan digantikan dengan simbol operasi asas membabitkan simbol ‘ $\times$ ’, ‘+’, dan ‘-’ bagi menjelaskan tentang penukaran bentuk kepada ungkapan algebra.

#### **4.6.1.2 Perbandingan antara ‘ $y = 3x + 2$ ’ dan ‘ $3x + 2$ ’ dalam kategori unit asas ungkapan**

Aktiviti penaakulan lain kajian ini dalam kategori unit asas ungkapan merangkumi membanding beza bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ dan ‘ $3x + 2$ ’. Peserta kajian mengenal pasti persamaan dan perbezaan yang didapati antara bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ dan ‘ $3x + 2$ ’. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.6.1.2A menunjukkan penaakulan membabitkan persamaan dan perbezaan dari segi unit asas ungkapan.

**Petikan 4.6.1.2A (Faris):** Perbandingan antara ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '

:

P: Baiklah, bolehkah kamu nyatakan persamaan antara bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '?

R: Tidak ada.

P: Boleh kamu jelaskan mengapa tiada langsung persamaan antara kedua-duanya?

R: Sebab yang bentuk ' $y = 3x + 2$ ' ini maksud ' $y$ ' adalah ' $3x + 2$ ', manakala bentuk ' $3x + 2$ ' adalah terungkap sebegini.

P: Baiklah, adakah sebarang perkara yang sama terdapat antara kedua-dua bentuk ini?

R: Jika dilihat dari segi nombor, ada persamaan, tapi sebab ada ' $y$ ' sama dengan ini, maka menjadikan bentuk ini tidak sama.

P: Baik, jika tanpa huruf ' $y$ ' dan simbol '=', apakah pendapat kamu tentang dua bentuk ini?

R: Kalau tidak ada tanda ini (sambil melukis bulatan pada simbol '=' dan huruf ' $y$ '), maka dua bentuk ini adalah sama.

P: Apakah yang kamu maksudkan 'sama'?

R: Bentuk ' $y = 3x + 2$ ' kalau tiada ' $y$ ', adalah sama dengan bentuk ' $3x + 2$ ', iaitu suatu ungkapan.

P: Boleh kamu jelaskan yang dimaksudkan dengan suatu ungkapan itu?

R: Ungkapan algebra, sebab bentuk ' $3x + 2$ ' adalah ungkapan algebra. Oleh itu, tiada huruf ' $y$ ' dalam bentuk ' $y = 3x + 2$ ', maka bentuk ini sama seperti bentuk ' $3x + 2$ '. Maka ia adalah ungkapan juga.

:

Berdasarkan Petikan 4.6.1.2A di atas, peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dengan membanding bezakan bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '. Dalam hal ini, semua peserta kajian membandingkan dua bentuk algebra yang dipaparkan dari segi persamaan dan perbezaan yang didapati terkandung di dalam bentuk tersebut. Peserta kajian menganalisis perkara yang mempunyai padanan antara dua bentuk algebra. Kemudian mengasingkan perkara yang tidak mempunyai padanan antara bentuk tersebut. Berdasarkan padanan, peserta kajian menjelaskan persamaan antara bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' membabitkan angka '3' dan '2', sebutan ' $3x + 2$ ', dan juga simbol '+'. Selain itu, peserta kajian turut menggunakan perkataan 'pekali' dan 'pemalar' menjelaskan persamaan membabitkan angka yang terkandung di dalam dua bentuk algebra yang dipaparkan.

Peserta kajian juga membuat perbandingan dari segi perbezaan dengan menjelaskan tentang perkara yang tidak terkandung di dalam bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '. Antara perkara yang dinyatakan sebagai perbezaan, ialah huruf ' $y$ ' dan simbol '='. Justeru, peserta kajian membuat kesimpulan menyeluruh berdasarkan persamaan dan perbezaan dengan menjelaskan bahawa bentuk yang mengandungi huruf ' $y$ ' dan simbol '=' merupakan 'bukan ungkapan'. Peserta kajian membuat kesimpulan khusus tentang ciri 'ungkapan' sebagai bentuk yang hanya mengandungi angka, huruf dan simbol '+' sahaja.

Secara ringkas, penaakulan ke atas masalah membabitkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' oleh keenam-enam peserta kajian terdiri daripada dua kategori yang berbeza, iaitu simbol dan unit asas ungkapan algebra. Dalam dua kategori ini, peserta kajian menghuraikan penaakulan berdasarkan simbol yang terdapat pada dua bentuk algebra secara pengabstarakan, justifikasi, dan implikasi. Manakala penaakulan dalam kategori unit asas ungkapan pula, merangkumi persamaan dan perbezaan perkara yang terdapat dalam ungkapan. Semua peserta kajian memaparkan penaakulan dalam konteks abstraksi, justifikasi, dan banding beza. Hanya empat peserta kajian dapat menjelaskan implikasi membabitkan penukaran bentuk 'bukan ungkapan' kepada bentuk 'ungkapan'. Oleh itu, pengabstarakan, justifikasi, dan banding beza mendominasi konstruk penaakulan ke atas bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ '.

#### 4.6.2 Perbandingan antara Bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '

Dalam kajian ini, penaakulan membabitkan bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', yang dipaparkan oleh peserta kajian dikelaskan kepada dua kategori iaitu simbol dan

unit asas ungkapan. Kategori simbol mengandungi tiga huraian berbeza. Jadual 4.6.2, menunjukkan ringkasan penaakulan membabitkan bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2} k^2$ ' yang diberikan oleh enam peserta kajian ini.

Jadual 4.6. 2

*Perbandingan Antara Bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2} k^2$ '*

| Kategori           | Huraian                                                                                                           | Peserta Kajian                        |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Simbol             | • Membuat abstraksi ke atas bentuk ' <i>ungkapan</i> ' dan ' <i>bukan ungkapan</i> ' dari segi simbol.            | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
|                    | • Menjustifikasikan tentang sesuatu pemilihan atau yang dikenal pasti dalam kategori tertentu berdasarkan simbol. | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
|                    | • Membuat implikasi tentang penukaran bentuk ' <i>bukan ungkapan</i> ' menggunakan simbol tertentu.               | Hana, Afiq, Alias, Sofea              |
| Unit asas ungkapan | • Membandingkan bentuk dari segi persamaan dan perbezaan                                                          | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |

#### 4.6.2.1 Perbandingan antara bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2} k^2$ ' dalam kategori simbol

Aktiviti bagi konstruk penaakulan membabitkan pengabstarakan ke atas bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2} k^2$ ' berdasarkan simbol yang mencirikan '*ungkapan*' dan '*bukan ungkapan*'. Abstraksi yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori ini dengan mengenal pasti dan menentukan dua bentuk algebra yang berbeza sebagai '*ungkapan*' atau '*bukan ungkapan*'. Perkara yang dipertimbangkan

bagi mengesahkan sesuatu bentuk sebagai ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’ merangkumi pemboleh ubah, simbol operasi, dan simbol ‘=’. Semua peserta kajian memaparkan penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dipaparkan dalam Petikan 4.6.2.1A menunjukkan abstraksi terhadap bentuk  $h < 2 - i$  dan  $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ .

**Petikan 4.6.2.1A (Hana):** Perbandingan antara  $h < 2 - i$  dan  $2.5 - \frac{1}{2}k^2$

- P: Baiklah, sekarang bentuk  $h < 2 - i$  dan  $2.5 - \frac{1}{2}k^2$  pula, yang manakah satu ungkapan?
- R: Bentuk  $h < 2 - i$  adalah ungkapan.
- P: Boleh kamu jelaskan tentang pemilihan bentuk  $h < 2 - i$  sebagai ungkapan?
- R: Sebab bentuk ini ada huruf ‘ $h$ ’ dan tiada nombor.
- P: Baik, apakah yang kamu maksudkan tentang ungkapan?
- R: Ungkapan itu seperti sebutan.
- P: Boleh jelaskan sebutan yang macam mana, atau bagi contoh ?
- R: Ia seperti bentuk  $\frac{1}{2}k^2$  ini.
- :
- P: Kenapa pula kamu pilih bentuk  $2.5 - \frac{1}{2}k^2$  sebagai ungkapan?
- R: Sebab bentuk ini ada nombor (sambil membuat bulatan ke atas nombor ‘2.5’) dan huruf ‘ $k^2$ ’.
- P: Boleh jelaskan tentang huruf ‘ $k^2$ ’?
- R: Huruf ini dikenali sebagai pemboleh ubah.
- P: Baik, boleh kamu nyatakan bentuk yang manakah bukan ungkapan?
- R: Bentuk  $h < 2 - i$ .
- P: Kenapa kamu kata bukan ungkapan?
- R: Sebab bentuk ini mengandungi simbol ‘ $<$ ’.
- P: Adakah sebab simbol itu kamu tidak pernah lihat atau pelajari?
- R: Bukan, simbol ini pernah tengok, tanda ini bermaksud sebutan ini (sambil menunjuk ke arah bentuk  $2 - i$ ) lebih besar daripada huruf ‘ $h$ ’.

Berdasarkan Petikan 4.6.2.1A di atas, peserta kajian memaparkan tingkah laku menaakul ke atas bentuk  $h < 2 - i$  dan  $2.5 - \frac{1}{2}k^2$  dalam konteks pengabstarakan. Dalam aktiviti ini, semua peserta kajian di dapati memilih dan mengenal pasti bentuk  $h < 2 - i$  dan  $2.5 - \frac{1}{2}k^2$  yang dipaparkan sebagai



‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’ dengan mempertimbangan sebutan, pemboleh ubah yang terkandung dalam setiap bentuk, dan simbol yang terkandung di dalam bentuk tersebut. Dalam mengesahkan bentuk  $2.5 - \frac{1}{2} k^2$  sebagai ‘ungkapan’, peserta kajian mempertimbangkan kehadiran pekali, pemalar, pemboleh ubah, dan operasi asas. Manakala pengabstrakan bentuk ‘bukan ungkapan’ pula, peserta kajian membuat pertimbangan tentang kewujudan huruf ‘y’ dan simbol ‘<’.

Selain itu, seorang peserta kajian, iaitu Hana (rujuk Petikan 4.6.2.1A) memaparkan kekeliruan dalam memberi abstraksi tentang bentuk ‘ungkapan’ dengan memilih bentuk  $h < 2 - i$  sebagai ‘ungkapan’. Penjelasan beliau bagi pemilihan bentuk  $h < 2 - i$  sebagai ungkapan membabitkan huruf ‘h’. Namun begitu, peserta kajian terbabit menerangkan bahawa ungkapan adalah suatu yang terdiri daripada sebutan, huruf dan angka. Peserta kajian juga menjelaskan bahawa simbol ‘<’ membawa makna sebutan kiri lebih kecil daripada sebutan kanan. Setelah menjalani beberapa sesi penyoalan, peserta kajian terbabit menganalisis dan mengenal pasti ciri tertentu, dan memilih bentuk  $2.5 - \frac{1}{2} k^2$  sebagai ‘ungkapan’. Antara perkara yang dijelaskan oleh beliau dalam mengenal pasti bentuk sebagai ungkapan ialah ‘huruf  $k^2$  merupakan pemboleh ubah’ dan bentuk tersebut mengandungi operasi tolak.

Seterusnya, penaakulan dalam kategori simbol turut memaparkan justifikasi yang dinyatakan oleh peserta kajian tentang  $h < 2 - i$  dan  $2.5 - \frac{1}{2} k^2$ . Justifikasi merangkumi pendapat, hujah dan penjelasan tentang pemilihan ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’ ke atas bentuk algebra yang diberikan. Dalam hal ini, peserta kajian menyatakan pendapat yang di anggap munasabah tentang bentuk algebra yang

dipilih dan menghujahkan alasan bersesuaian dengan pendapat tersebut. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Faris masing-masing dalam Petikan 4.6.2.1B, menunjukkan justifikasi tentang bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '.

**Petikan 4.6.2.1B (Faris):** Perbandingan antara ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '

- P: Baiklah, sekarang bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' pula, yang manakah satu ungkapan?
- R: (Murid menunjuk ke arah bentuk ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ').
- P: Kenapakah kamu pilih bentuk ini sebagai ungkapan?
- R: (Murid termenung lama), sebab bentuk ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' mengandungi operasi dan pemboleh ubah.
- P: Adakah hanya sebab operasi dan pemboleh ubah kamu pilih bentuk ini sebagai ungkapan?
- R: (Murid mengangguk kepala).
- P: Tapi bentuk ' $h < 2 - i$ ' juga ada operasi dan pemboleh ubah?
- R: Namun bentuk itu mempunyai maksud yang lain, iaitu menunjukkan sebutan dua tolak ' $i$ ' lebih besar daripada nilai ' $h$ ', yang mana tahu berapa nilainya.
- P: Apakah kamu maksud simbol atau huruf berbeza yang menyebabkan bentuk ini bukan ungkapan?
- R: Simbol '<' yang terkandung di dalam bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan huruf ' $h$ ' mempunyai nilai yang lebih kecil daripada nilai sebutan di sebelah kiri.
- P: Boleh kamu nyatakan nama bagi simbol ini?
- R: Lebih kecil.
- P: Adakah sebab simbol ini kamu pilih bentuk ' $h < 2 - i$ ' bukan ungkapan?
- R: Ya.

Berdasarkan Petikan 4.6.2.1B di atas, peserta kajian memaparkan tingkah laku membuat penaakulan dengan menjustifikasikan pemilihan bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' sebagai 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan'. Dalam hal ini, semua peserta kajian menyatakan pendapat tentang pemilihan bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' berdasarkan kriteria yang terkandung di dalam dua bentuk tersebut. Peserta kajian membahaskan tentang pemilihan bentuk ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' sebagai 'ungkapan' dengan menggunakan faktor pemboleh ubah dan simbol operasi asas.

Dalam menyatakan pendapat tentang bentuk ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' sebagai 'ungkapan', peserta kajian memberi justifikasi tentang simbol, huruf dan angka. Simbol '-' dinyatakan oleh peserta kajian sebagai operasi tolak, angka '2.5' pula digambarkan sebagai pemalar, dan kehadiran huruf ' $k^2$ ' merupakan pemboleh ubah.

Bagi pemilihan bentuk ' $h < 2 - i$ ' sebagai 'bukan ungkapan', peserta kajian membahaskan tentang isu kehadiran huruf ' $h$ ' dan simbol '<' dalam bentuk tersebut. Perkara utama yang dibahaskan oleh peserta kajian terhadap dakwaan tentang bentuk ' $h < 2 - i$ ' sebagai 'bukan ungkapan' ialah bentuk tersebut mengandungi simbol '<'. Dalam hal ini, peserta kajian turut menjustifikasikan tentang kehadiran simbol '-' dan huruf didalam bentuk ' $h < 2 - i$ ' yang tidak menjadi alasan untuk dipilih sebagai 'ungkapan'. Selain itu, peserta kajian membahaskan tentang bentuk ' $h < 2 - i$ ' mengandungi operasi tolak dan huruf yang dikategorikan sebagai pemboleh ubah, namun kehadiran simbol '<' membawa kepada konsep ketaksamaan. Oleh itu, peserta kajian memberi rasional bahawa bentuk ' $h < 2 - i$ ' bermaksud nilai bagi ' $2 - i$ ' adalah lebih besar daripada nilai ' $h$ ', dengan dua huruf tersebut tidak diketahui nilainya.

Seterusnya, penaakulan dalam kategori simbol ini turut memaparkan implikasi daripada pembentukan bentuk 'bukan ungkapan' menjadi bentuk 'ungkapan' membabitkan bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Peserta kajian menyatakan pendapat tentang penukaran suatu bentuk 'bukan ungkapan' kepada bentuk 'ungkapan' dan implikasi yang terhasil daripada pembentukan tersebut. Hanya empat peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Afiq dan Alias masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.6.2.1C dan Petikan 4.6.2.1D, menunjukkan implikasi dengan cara yang berbeza.

**Petikan 4.6.2.1C (Afiq):** Perbandingan antara ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '

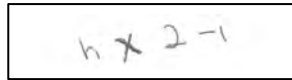
:

P: Baik, bolehkah jadikan bentuk ' $h < 2 - i$ ' ini sebagai ungkapan?

R: (Murid menganggukkan kepala) boleh, cara sama macam bentuk ' $y = 3x + 2$ ', cuma buang simbol ini saja (sambil tangan tunjuk pada simbol '<').

P: Boleh kamu jelaskan bagaimana kamu lakukan?

R: (Murid menulis).



$$h \times 2 - i$$

P: Boleh kamu jelaskan tentang perkara ditulis ini, ' $h$ ' didarabkan dengan 2 atau ' $i$ '?

R: Huruf ' $h$ ' didarabkan dengan dua kemudian tolak dengan ' $i$ '.

P: Baik, ada lagi cara lain?

R: Boleh buat tambah dan tolak juga kat sini (sambil tunjuk pada simbol ' $\times$ ' pada bentuk yang ditulis pada kertas).

:

**Petikan 4.6.2.1D (Alias):** Perbandingan antara ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '

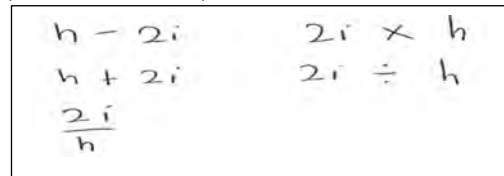
:

P: Baik bolehkah saya jadikan bentuk ' $h < 2 - i$ ' ini sebagai ungkapan?

R: (Murid menganggukkan kepala) boleh, kena buang simbol '<' saja (sambil menunjuk ke arah simbol tersebut di atas kertas).

P: Baik, bagaimana kamu lakukan?

R: (Murid menulis).



$$\begin{array}{ll} h - 2i & 2i \times h \\ h + 2i & 2i \div h \\ \frac{2i}{h} & \end{array}$$

P: Baik, ada lagi cara lain?

R: Banyak bentuk boleh asalkan simbol '<' tidak ada.

:

Berdasarkan Petikan 4.6.2.1C dan Petikan 4.6.2.1D di atas, peserta kajian memaparkan implikasi ke atas penukaran bentuk ' $h < 2 - i$ ' menjadi ungkapan algebra. Dalam hal ini, semua peserta kajian dapat menyatakan bahawa satu bentuk 'bukan ungkapan' boleh bertukar menjadi bentuk 'ungkapan'. Namun, hanya empat peserta kajian berupaya memberi beberapa implikasi ke atas penukaran bentuk 'bukan ungkapan' kepada 'ungkapan'.

Pada awal sesi temu duga peserta kajian menyatakan pendapat tentang penukaran bentuk ' $h < 2 - i$ ' kepada 'ungkapan'. Peserta kajian memberi beberapa cara dan membina bentuk baru yang didakwa sebagai 'ungkapan', yang merupakan implikasi ke atas tindakan tersebut. Implikasi akibat daripada perubahan bentuk ' $h < 2 - i$ ' kepada ungkapan algebra dinyatakan oleh peserta kajian secara lisan dan bertulis dengan menghilangkan simbol '<' dan menggantikan dengan simbol operasi asas. Antara implikasi yang dipaparkan adalah menambah angka '2' kepada huruf 'i', dan menambah beberapa simbol operasi ke dalam bentuk ' $h < 2 - i$ ' bagi menggantikan simbol '<'. Oleh itu, setiap peserta kajian yang terlibat membentuk beberapa ungkapan algebra baru yang berbeza antara satu sama lain.

Berdasarkan Petikan 4.6.2.1C, peserta kajian hanya menulis satu bentuk, iaitu ' $h \times 2 - i$ ', dan menjelaskan penggunaan simbol ' $\times$ ' bagi menggantikan simbol '<'. Manakala peserta kajian yang lain (Petikan 4.6.2.1D) pula, memaparkan lima bentuk berbeza membabitkan ' $h - 2i$ ', ' $h + 2i$ ', ' $h \times 2i$ ', ' $\frac{2i}{h}$ ', dan ' $2i \div h$ ', sebagai implikasi kepada perubahan bentuk '*bukan ungkapan*'. Seorang lagi peserta kajian menulis dua bentuk ungkapan algebra membabitkan ' $2h - i$ ' dan ' $2h + i$ ' sebagai implikasi penukaran bentuk ' $h < 2 - i$ '.

#### **4.6.2.2 Perbandingan antara bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', dalam kategori unit asas ungkapan**

Aktiviti bagi konstruk penaakulan dalam kategori unit asas ungkapan pula membanding beza bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Peserta kajian mengenal pasti persamaan dan perbezaan yang didapati antara bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Selain itu, peserta kajian turut membanding empat antara bentuk

algebra membabitkan ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dan Afiq masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.6.2.2A dan Petikan 4.6.2.2B, menunjukkan persamaan dan perbezaan antrara dua bentuk algebra yang berbeza.

**Petikan 4.6.2.2A (Hana):** Perbandingan antara ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '

:

P: Baiklah boleh kamu nyatakan perbezaan antara kedua bentuk ini?

R: Pemboleh ubah.

P: Berbeza macam mana?

R: Bentuk ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' pemboleh ubahnya ' $k$ ', bentuk ' $h < 2 - i$ ' pula pemboleh ubah adalah ' $h$ ' dan ' $i$ ',

P: Ada lagi perbezaan lain?

R: Bentuk ' $h < 2 - i$ ' ada simbol ini (sambil tunjuk pada simbol '<'), bentuk ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' tiada.

P: Ada lagi perbandingan lain yang kamu dapati?

R: Dua bentuk ini mengandungi operasi tolak.

:

**Petikan 4.6.2.2B (Afiq):** Perbandingan antara ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '

:

P: Baik, bolehkah kamu jelaskan perbandingan antara bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '?

R: Bentuk ' $h < 2 - i$ ' bukan ungkapan dan bentuk ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' ungkapan.

P: Ada lagi perbandingan lain?

R: Pemboleh ubah berbeza.

P: Ada lagi perbandingan lain ?

R: Nombor yang terkandung dalam setiap sebutan berbeza.

P: Ada lagi perkara lain yang kamu banding antara dua bentuk ini?

R: Operasi saja yang sama, yang lain tidak sama.

:

Berdasarkan Petikan 4.6.2.2A dan Petikan 4.6.2.2B di atas, peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dengan membanding bezakan bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Dalam hal ini, semua peserta kajian membandingkan dua bentuk algebra yang dipaparkan dari segi persamaan dan perbezaan yang terkandung di

dalam bentuk tersebut. Peserta kajian menganalisis perkara yang mempunyai padanan antara dua bentuk yang diberikan dan menjelaskan perkara yang tidak mempunyai padanan antara bentuk. Peserta kajian menjelaskan perbandingan antara bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' dari segi persamaan antara dua bentuk tersebut hanya membabitkan operasi tolak dan kehadiran pemboleh ubah. Dari segi perbezaan pula, peserta kajian menjelaskan bahawa bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' berbeza dari huruf yang digunakan bagi mewakili pemboleh ubah, penggunaan angka, dan kehadiran simbol '<'. Berdasarkan perbandingan membabitkan kehadiran simbol '<', menyebabkan dua bentuk tersebut peserta kajian mengelompokkan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' dalam bentuk 'ungkapan' dan bentuk ' $h < 2 - i$ ' pula 'bukan ungkapan'.

Selain itu, peserta kajian turut membandingkan empat bentuk algebra membabitkan ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Tingkah laku Nani dipaparkan dalam Petikan 4.6.2.2C menunjukkan aktiviti penaakulan membabitkan perbandingan empat bentuk algebra.

***Petikan 4.6.2.2C (Nani): Perbandingan antara empat bentuk simbolik***

- :
- R: Operasi asas bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' adalah sama iaitu operasi tambah tetapi tidak sama dengan bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' yang mengandungi operasi tolak .
- P: Ada lagi perbandingan lain?
- R: Pemboleh ubah berbeza.
- P: Boleh jelaskan bagaimana?
- R: Bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan bentuk ' $h < 2 - i$ ' mempunyai dua pemboleh ubah tetapi huruf berbeza iaitu ' $y$ ', ' $x$ ', ' $h$ ' dan ' $i$ ', manakala bentuk ' $3x + 2$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' mengandungi satu pemboleh ubah sahaja iaitu ' $x$ ' dan ' $k^2$ '.
- :
- R: Bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $h < 2 - i$ ', kedua-duanya ada simbol yang menunjukkan bentuk ini bukan ungkapan algebra.
- P: Ada lagi perbandingan lain?

- R: Nilai bagi bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $3x + 2$ ' adalah sama.  
 P: Boleh kamu jelaskan nilai yang bagaimana kamu maksudkan?  
 R: Nilai bagi hasil ini (sambil tunjuk ke arah bentuk ' $3x + 2$ ').  
 P: Baik, ada lagi yang lain?  
 R: Bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $h < 2 - i$ ' bukan ungkapan, bentuk ' $3x + 2$ ', dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' pula adalah ungkapan.

Berdasarkan Petikan 4.6.2.2C di atas, peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dengan membanding bezakan bentuk ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Dalam hal ini, semua peserta kajian membandingkan empat bentuk algebra yang dipaparkan dari segi persamaan dan perbezaan terkandung di dalam setiap bentuk tersebut. Peserta kajian menganalisis beberapa perkara yang mempunyai padanan dalam setiap bentuk membabitkan persamaan antara simbol, huruf dan angka.

Peserta kajian melihat padanan secara menyeluruh membabitkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Perkara utama yang didapati oleh semua peserta kajian mempunyai padanan bagi semua bentuk ialah kehadiran pemboleh ubah dan simbol operasi asas. Peserta kajian turut menjelaskan persamaan antara dua bentuk berdasarkan simbol, bilangan sebutan, dan pemboleh ubah. Bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dengan bentuk ' $3x + 2$ ' dipadankan dari segi operasi tambah, angka dan huruf ' $x$ '. Manakala persamaaan antara bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan bentuk ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' pula, membabitkan operasi tolak. Persamaan antara bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan ' $h < 2 - i$ ' dianalisis dari segi kehadiran simbol '=' dan '<', yang merupakan tatanda bagi bentuk 'bukan ungkapan'. Bagi bentuk ' $3x + 2$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', peserta kajian menjelaskan persamaan dari segi bilangan sebutan dan kelompok 'ungkapan'.



Selain itu, peserta kajian menjelaskan perbezaan yang didapati dengan membandingkan semua bentuk dari segi pemboleh ubah yang digunakan, angka dan simbol. Bagi menjelaskan perbezaan antara semua bentuk yang dipaparkan, peserta kajian membandingkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan bentuk ' $h < 2 - i$ ' sebagai satu kumpulan dalam kelompok 'bukan ungkapan' dan bentuk ' $3x + 2$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' merupakan kumpulan dalam kelompok 'ungkapan'. Pembahagian kumpulan dijelaskan oleh semua peserta kajian dari segi kehadiran simbol '=' dan simbol '<', yang mana bentuk algebra dengan simbol tersebut adalah '*bukan ungkapan*'. Manakala bentuk algebra tanpa simbol '=' dan simbol '<' pula, adalah bentuk 'ungkapan'. Perbezaan lain yang dipaparkan oleh peserta kajian ke atas kelompok kumpulan 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan' membabitkan angka yang digunakan, bilangan sebutan, pemboleh ubah, dan simbol operasi.

Secara ringkas, penaakulan ke atas masalah membabitkan bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' oleh keenam-enam peserta kajian terdiri daripada dua kategori membabitkan simbol dan unit asas ungkapan. Dalam dua kategori itu, terdapat empat huraian yang berbeza, iaitu pengabstarakan, justifikasi, implikasi, dan membanding beza. Semua peserta kajian berupaya membuat pengabstarakan, justifikasi, dan membanding beza ke atas bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Namun begitu, hanya empat peserta kajian dapat menjelaskan implikasi membabitkan penukaran bentuk 'bukan ungkapan' kepada bentuk 'ungkapan'. Bagi membanding beza pula, semua peserta kajian dapat membuat kesimpulan berdasarkan perbandingan bahawa bentuk yang mempunyai simbol '=' dan '<', masing-masing membawa makna tentang nilai yang tidak diketahui mempunyai persamaan atau ketaksamaan dengan suatu nilai yang lain. Oleh itu, peserta kajian mengkategorikan bentuk ' $y = 3x + 2$ ' dan bentuk

' $h < 2 - i$ ' sebagai '*bukan ungkapan*'. Manakala bentuk ' $3x + 2$ ', dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' pula, merupakan '*ungkapan*'. Peserta kajian turut membuat kesimpulan bagi '*ungkapan*' dan '*bukan ungkapan*' tentang bilangan sebutan, penggunaan angka sebagai pekali dan pemalar, dan bentuk pemboleh ubah.

#### 4.6.3 Perbandingan antara Bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '

Dalam kajian ini, penaakulan membabitkan bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ', yang dipaparkan oleh peserta kajian terbahagi kepada dua kategori, iaitu simbol dan unit asas ungkapan. Jadual 4.6.3, menunjukkan ringkasan penaakulan membabitkan bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' yang diberikan oleh keenam-enam peserta kajian.

Jadual 4.6.3

*Perbandingan Antara Bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '*

| Kategori           | Huraian                                                                                                                                                      | Peserta Kajian                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Simbol             | • Membuat abstraksi ke atas bentuk ' <i>ungkapan</i> ' dan ' <i>bukan ungkapan</i> ' dari segi simbol.                                                       | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
|                    | • Menjustifikasikan tentang sesuatu pemilihan atau yang dikenal pasti dalam kategori tertentu berdasarkan simbol.                                            | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |
|                    | • Membuat implikasi tentang penukaran bentuk ' <i>bukan ungkapan</i> ' menggunakan simbol tertentu.                                                          | Hana, Afiq, Alias, Sofea              |
| Unit asas ungkapan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membandingkan bentuk dari segi persamaan dan perbezaan.</li> <li>• Membuat generalisasi secara induktif.</li> </ul> | Nani, Afiq, Hana, Faris, Alias, Sofea |

#### 4.6.3.1 Perbandingan antara bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' dalam kategori simbol

Aktiviti bagi konstruk penaakulan dalam kategori simbol aantranya membabitkan pengabstarakan ke atas bentuk bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ' berdasarkan ciri 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan'. Pengabstarakan yang dinyatakan oleh peserta kajian berdasarkan pertimbangan logik membabitkan fakta tertentu yang di anggap benar ketika aktiviti dijalankan. Perkara yang dipertimbangkan bagi mengesahkan sesuatu bentuk sebagai 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan' merangkumi pemboleh ubah, simbol operasi, dan simbol '='. Semua peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Sofea dan Hana dalam Petikan 4.6.3.1A dan Petikan 4.6.3.1B menunjukkan aktiviti penaakulan ke atas bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' membabitkan abstraksi.

**Petikan 4.6.3.1A (Sofea):** Perbandingan antara ' $2y + 1 = 0$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '

- P: Baiklah, sekarang bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' dan bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' pula, yang manakah ungkapan?
- R: Bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '.
- P: Kenapa kamu pilih bentuk ini?
- R: Sebab bentuk ini tidak ada tanda '*sama dengan*'.
- P: Baik, yang manakah bukan ungkapan?
- R: Bentuk ' $2y + 1 = 0$ ', sebab maksud bentuk ini adalah kosong.
- P: Boleh kamu jelaskan maksud bentuk ini adalah kosong ini?
- R: Sebab ada tanda ini (sambil melukis bulatan pada simbol '=') membawa maksud persamaan, nilai bagi ' $2y - 1$ ' adalah bersamaan dengan nilai kosong.
- P: Boleh jelaskan tentang bentuk yang kamu pilih sebagai ungkapan?
- R: Ungkapan satu pernyataan sahaja, tidak boleh ada persamaan dengan nilai lain.

**Petikan 4.6.3.1B (Hana):** Perbandingan antara ' $2y + 1 = 0$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '

- P: Baiklah, sekarang bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' dan bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' pula, yang mana satu ungkapan?
- R: Bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '.
- P: Kenapa kamu pilih bentuk ini?
- R: Sebab bentuk ada simbol tambah dan tolak.
- P: Ada lagi sebab lain?
- R: Bentuk ini ada pekali.
- P: Ada lagi perkara yang lain?
- R: Bentuk ini lebih daripada satu sebutan.
- P: Tapi bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' juga ada lebih daripada satu sebutan?
- R: Tapi bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' ada simbol ini (sambil menunjuk simbol '=')
- P: Boleh kamu jelaskan tentang bentuk ' $2y + 1 = 0$ '?
- R: Bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' bukan ungkapan.
- ⋮

Berdasarkan Petikan 4.6.3.1A dan Petikan 4.6.3.1B di atas, peserta kajian memaparkan tingkah laku menaakul ke atas bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' dengan pengabstarakan. Dalam aktiviti ini, semua peserta kajian memilih dan mengenal pasti bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' sebagai 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan' dengan mempertimbangan sebutan, pemboleh ubah yang terkandung dalam setiap bentuk, dan simbol yang terkandung di dalam bentuk tersebut. Dalam mengesahkan bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' sebagai 'ungkapan', peserta kajian mempertimbangkan kehadiran pekali, pemboleh ubah, dan operasi asas. Manakala pengabstarakan bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' sebagai 'bukan ungkapan' pula, peserta kajian membuat pertimbangan tentang kewujudan '0' dan simbol '='. Dalam hal ini, dua orang peserta kajian menjelaskan bahawa bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' membawa makna nilai bagi bentuk ' $2y + 1$ ' adalah bersamaan dengan nilai kosong. Oleh itu, peserta kajian menggunakan contoh untuk memilih bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' sebagai 'ungkapan'.

Seterusnya, aktiviti penaakulan dalam kategori simbol turut memaparkan justifikasi peserta kajian tentang ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '. Justifikasi yang dipaparkan oleh peserta kajian ini merangkumi pendapat, hujah dan penjelasan tentang pemilihan 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan' ke atas bentuk algebra tersebut. Dalam aktiviti ini, peserta kajian menyatakan pendapat yang di anggap munasabah tentang bentuk algebra yang dipilih dan menghujahkan alasan bersesuaian dengan pendapat tersebut. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.6.3.1C, menunjukkan pendapat dan justifikasi tentang bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '.

**Petikan 4.6.3.1C (Faris):** Perbandingan antara ' $2y + 1 = 0$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '

:

- P: Boleh kamu jelaskan kenapa kamu pilih bentuk ini?
- R: Kedua-dua bentuk ini mengandungi sebutan. Tapi bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' ini ada angka '0', jadi bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' adalah ungkapan.
- P: Kenapa pula kamu kata bentuk ini sahaja ungkapan?
- R: Sebab bentuk ' $2y + 1 = 0$ ', tiada nilai. Nombor '0' tidak ada pemboleh ubah, jadi ia bukan ungkapan.
- P: Baik, kenapakah bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' kamu pilih sebagai ungkapan?
- R: Sebab setiap sebutan dalam bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' mengandungi pemboleh ubah dan angka.
- P: Ada lagi sebab lain?
- R: Ada, bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' mengandungi operasi tambah dan tolak.
- P: Baik, kenapa bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' kamu pilih bukan ungkapan?
- R: Sebab bentuk ini tidak ada pemboleh ubah.
- P: Boleh jelaskan maksud yang tidak ada pemboleh ubah?
- R: Bentuk ' $2y + 1 = 0$ ', pada nilai '1' dan '0'.
- P: Adakah perlu pemboleh ubah pada nilai '0'?
- R: (Murid termenung seketika), jika ada pun nilainya tetap sifar sebab apa sahaja darab dengan sifar adalah sifar.
- P: Baik, apa lagi yang menyebabkan kamu pilih bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' bukan ungkapan?
- R: Bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' ada simbol sama dengan.

Berdasarkan Petikan 4.6.3.1C di atas, peserta kajian memaparkan tingkah laku membuat penaaakulan dengan menjustifikasikan pemilihan bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' dan bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' sebagai 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan'. Dalam hal ini, semua peserta kajian menyatakan pendapat tentang pemilihan bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' dan bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' berdasarkan kriteria yang terkandung di dalam dua bentuk tersebut. Peserta kajian membahaskan tentang pemilihan bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' sebagai 'ungkapan' dengan menggunakan faktor pemboleh ubah dan simbol operasi asas. Manakala pemilihan bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' sebagai 'ungkapan', peserta kajian memberi justifikasi dengan menjelaskan tentang simbol, huruf dan angka.

Bagi bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' yang dikenal pasti sebagai 'ungkapan', peserta kajian menghujahkan tentang tiga perkara membabitkan angka, pemboleh ubah dan simbol operasi. Peserta kajian menjelaskan bahawa angka bergabung dengan huruf di dalam bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' disebut 'pekali', yang mana merupakan antara sebab mengkategorikan bentuk tersebut dalam 'ungkapan'. Selain itu, peserta kajian turut menjelaskan bahawa pemboleh ubah sebagai kriteria utama bagi ungkapan, dan setiap sebutan dalam bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' mengandungi pemboleh ubah. Hujah lain bagi pemilihan bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' sebagai ungkapan ialah bentuk tersebut mengandungi simbol operasi tolak dan tambah, yang digambarkan sebagai satu perkara yang harus ada dalam satu 'ungkapan'.

Selain itu, peserta kajian turut menyatakan bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' sebagai 'bukan ungkapan' dengan memberi alasan bahawa bentuk tersebut mengandungi simbol '='. Hujah mereka lagi, walaupun bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' mengandungi operasi asas dan

pemboleh ubah, namun kehadiran simbol '=' membawa kepada konsep '*persamaan*' atau setara. Oleh itu, peserta kajian menjelaskan bahawa bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' mengandungi maksud yang nilai bagi ' $2y + 1$ ' adalah bersamaan nilai kosong. Dalam hal ini, peserta kajian menggunakan contoh bercanggah membabitkan kriteria 'bukan ungkapan' untuk membuktikan tentang bentuk yang dipilih sebagai ungkapan. Hujah peserta kajian lagi, 'ungkapan' adalah satu perkara yang tidak mengandungi penyelesaian berangka dan hanya boleh dinyatakan dalam bentuk yang ringkas yang mengandungi pemboleh ubah yang tidak diketahui nilainya.

Seterusnya, aktiviti penaakulan dalam kategori simbol juga memaparkan implikasi yang dinyatakan oleh peserta kajian daripada pembentukan bentuk 'bukan ungkapan' menjadi bentuk 'ungkapan' membabitkan bentuk ' $h < 2 - i$ ' dan ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ '. Peserta kajian menyatakan pendapat tentang penukaran suatu bentuk bukan ungkapan kepada bentuk ungkapan dan implikasi yang terhasil daripada pembentukan tersebut. Semua peserta kajian peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan konteks ini. Namun hanya seorang daripada peserta kajian didapati menjelaskan implikasi dalam beberapa cara yang berbeza. Tingkah laku Afiq dan Alias, masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.6.3.1D dan Petikan 4.6.3.1E, menunjukkan aktiviti penaakulan membabitkan 'implikasi' dengan cara yang berbeza.

**Petikan 4.6.3.1D (Afiq):** Perbandingan antara ' $2y + 1 = 0$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '

:

R: Sebutan ' $2y$ ' tambah satu dan tambah kosong, jadi hasilkan ' $3y$ '.

P: Apakah yang kamu maksudkan?

R: Ungkapan itu mesti ada pemboleh ubah.

P: Baik, bolehkah tinggalkan dalam bentuk ' $2x + 1$ ' ini?

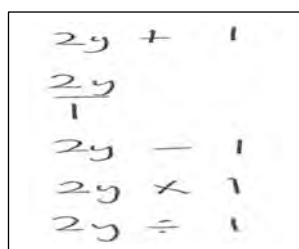
R: Boleh, tapi ini bukan ungkapan sebab nilai satu tidak ada pemboleh ubah.

P: Apakah yang kamu panggil nilai satu?

R: Pemalar.

**Petikan 4.6.3.1E (Alias):** Perbandingan antara ' $2y + 1 = 0$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '

- P: Baik, bolehkah bentuk yang bukan ungkapan ditukarkan menjadi ungkapan?  
 R: Boleh, buang saja simbol '=' ini.  
 P: Boleh kamu jelaskan apakah yang terjadi kalau simbol '=' dibuang?  
 R: Tinggal dua 'y' tambah satu saja.  
 P: Adakah bentuk lain yang kamu fikirkan lagi?  
 R: Banyak lagi bentuk lain (sambil menulis diatas kertas).



The image shows a list of handwritten algebraic expressions in a box:

- $2y + 1$
- $\frac{2y}{1}$
- $2y - 1$
- $2y \times 1$
- $2y \div 1$

Berdasarkan Petikan 4.6.3.1E dan Petikan 4.6.3.1F di atas, peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dengan menyatakan implikasi bagi penukaran bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' menjadi ungkapan algebra. Dalam hal ini, bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' yang dikenal pasti oleh peserta kajian sebagai 'bukan ungkapan' dijadikan bentuk 'ungkapan' dengan menyingkirkan simbol '='. Namun, seorang empat peserta kajian berupaya memberi beberapa implikasi ke atas penukaran bentuk 'bukan ungkapan' kepada 'ungkapan'. Lima peserta kajian lain menyatakan implikasi ke atas penukaran bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' ke bentuk ungkapan dalam satu cara sahaja membabitkan bentuk ' $2y + 1$ '. Dalam hal ini, peserta kajian terlibat memaparkan implikasi ke atas penukaran bentuk hanya dengan menyingkirkan simbol '=' dan angka '0'. Peserta kajian turut menjelaskan angka '0' tidak membawa sebarang nilai yang perlu dipertimbangkan. Seorang lagi peserta kajian (Petikan 4.6.3) turut menjelaskan tentang penyingkiran simbol '=' dan '0', tetapi memaparkan beberapa bentuk berbeza, implikasi kepada penukaran bentuk ' $2y + 1 = 0$ ' ke bentuk ungkapan. Peserta kajian terbabit membina beberapa bentuk algebra berbeza membabitkan ' $2y/1$ ', ' $2y - 1$ ', ' $2y \div 1$ ', dan ' $2y \times 1$ ', sebagai implikasi bagi kepada pernyataan tentang perubahan suatu bentuk 'bukan ungkapan' kepada 'ungkapan'. Bentuk baru



yang dibina oleh peserta kajian berdasarkan angka dan huruf yang sama dengan bentuk asal, iaitu ' $2y + 1 = 0$ '. Namun simbol operasi dimanipulasikan oleh peserta kajian dengan pelbagai simbol operasi tolak, darab dan bahagi.

#### 4.6.3.2 Perbandingan antara bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dengan bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' dalam kategori unit asas ungkapan

Aktiviti bagi konstruk penaakulan kajian ini turut merangkumi kategori unit asas ungkapan yang memaparkan perbezaan dan persamaan antara bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku penaakulan dalam konteks ini. Tingkah laku Nani dipaparkan dalam Petikan 4.6.3.2A, menunjukkan aktiviti penaakulan dalam kategori unit asas ungkapan membabitkan banding beza antara dua bentuk itu .

**Petikan 4.6.3.2A (Nani):** Perbandingan antara ' $2y + 1 = 0$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '

:

R: Pemboleh ubah berbeza.

P: Berbeza bagaimana?

R: Bentuk dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ', pemboleh ubah ' $p$ ', manakala bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' pemboleh ubahnya ialah ' $y$ '.

P: Ada lagi?

R: Bilangan sebutan tidak sama.

P: Boleh jelaskan?

R: Bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' ada dua sebutan, bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' ada tiga sebutan.

P: Boleh kamu jelaskan perbandingan lain dari segi sebutan?

R: Bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' sebutan sama, bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' sebutan tidak sama.

P: Baik ada perbandingan yang lain?

R: Angka tidak sama dalam semua sebutan.

P: Adakah nama lain bagi angka ini?

R: Pekali.

P: Boleh kamu jelaskan tentang pekali yang terdapat dalam dua bentuk ini?

R: Pekali tidak sama bagi semua sebutan.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' ada pekali yang nilainya ialah dua, bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' pula ada tiga pekali yang berbeza iaitu, satu per puluhan lima, negatif dua perpuluhan tiga dan satu per dua.

P: Bolehkah kamu jelaskan dari segi persamaan antara dua bentuk ini?

R: Dua bentuk ini ada pemboleh ubah.

Berdasarkan Petikan 4.6.3.2A di atas, peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dengan membanding bezakan bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '. Dalam hal ini, semua peserta kajian membandingkan dua bentuk algebra yang dipaparkan dari segi persamaan dan perbezaan terkandung di dalam bentuk tersebut. Peserta kajian menganalisis perkara yang mempunyai padanan antara dua bentuk yang diberikan dan menjelaskan perkara yang tidak mempunyai padanan antara bentuk yang dipaparkan.

Perbandingan membabitkan persamaan, semua peserta kajian menjelaskan padanan yang didapati terkandung di dalam bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '. Peserta kajian menjelaskan tentang persamaan dari segi operasi tambah, kehadiran pemboleh ubah, dan sebutan algebra. Dari segi perbezaan pula, peserta kajian menjelaskan bahawa bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' berbeza dari penggunaan huruf sebagai pemboleh ubah, angka, bilangan sebutan, kehadiran simbol '=', dan kehadiran pemalar. Berdasarkan perbezaan membabitkan kehadiran simbol '=', peserta kajian membuat kesimpulan khusus dengan meletakkan bentuk ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' dalam kategori 'ungkapan' dan bentuk ' $h < 2 - i$ ' pula dalam kategori 'bukan ungkapan'.

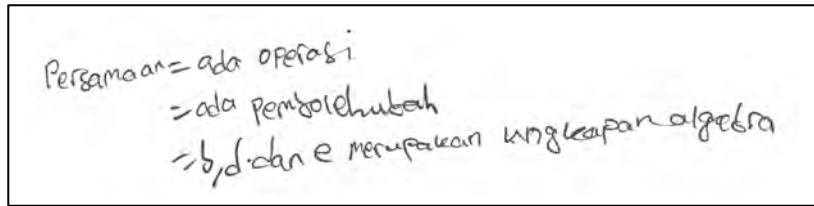
Selain itu, peserta kajian turut membanding enam bentuk algebra membabitkan ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' dan

' $0 = 2y + 1$ '. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku penaakulan dalam kategori ini. Tingkah laku Faris dipaparkan dalam Petikan 4.6.3.2B, menunjukkan aktiviti penaakulan membabitkan perbandingan antara bentuk semua bentuk yang diapaparkan dalam aktiviti ini.

**Petikan 4.6.3.2B (Faris):** Perbandingan antara enam bentuk simbolik

...

R: (Murid menulis sesuatu).



P: Boleh kamu jelaskan dengan lebih lanjut tentang operasi dan pemboleh ubah yang terkandung dalam semua bentuk?

R: Semua sama sebab bentuk algebra mengandungi pemboleh ubah, tapi huruf pemboleh ubahnya berbeza.

P: Apakah yang kamu maksudkan semua sama?

R: Kalau buang tanda '=' dan '<', semua bentuk ini adalah ungkapan.

P: Jika, simbol ini tidak di buang, bagaimana pula kamu bandingkan?

R: Kalau dua simbol ini masih ada, semua bentuk tidak sama.

P: Baik, boleh kamu nyatakan bentuk mana yang sama dan bentuk mana yang tidak sama yang manakah kamu maksudkan?

R: Bentuk ' $3x + 2$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' adalah dalam kategori yang sama.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: Ketiga-tiga bentuk ini dalam kategori ungkapan.

P: Baik, bagaimana dengan bentuk lain?

R: Bentuk ' $y = 3x + 2$ ' ini, huruf 'y' ini nilainya adalah ' $3x + 2$ ', bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' pula, maksudnya, nilai bagi hasil tambah unsur ini adalah kosong. Dan bentuk yang mengandungi simbol '<' mempunyai maksud ketaksamaan. Oleh itu tiga bentuk ini dalam kategori bukan ungkapan.

Berdasarkan Petikan 4.6.3.2B di atas, peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dengan membanding bezakan bentuk semua bentuk yang dipaparkan dalam aktiviti ini membabitkan ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '. Dalam hal ini, semua peserta kajian membandingkan dua bentuk algebra yang dipaparkan dari segi persamaan dan

perbezaan terkandung di dalam bentuk tersebut. Peserta kajian menganalisis perkara yang mempunyai padanan antara enam bentuk dan menjelaskan perkara yang tidak mempunyai padanan antara setiap bentuk tersebut.

Peserta kajian menerangkan perbezaan secara menyeluruh membabitkan semua bentuk kepada dua kategori, satu kumpulan mengandungi simbol '=' dan '<', manakala satu kumpulan lagi tanpa simbol tersebut. Oleh itu, peserta kajian menyatakan bahawa bentuk dengan simbol '=' dan '<' merupakan bentuk 'bukan ungkapan', sebaliknya bentuk tanpa dua simbol tersebut adalah bentuk 'ungkapan'.

Selain itu, peserta kajian turut menjelaskan perbezaan dan persamaan keenam-enam bentuk algebra yang dipaparkan dalam kelompok bentuk 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan'. Bagi kelompok bentuk 'bukan ungkapan' yang membabitkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ', dan ' $0 = 2y + 1$ ', peserta kajian menjelaskan perbezaan dari segi simbol '=', '<', huruf dan angka yang terkandung dalam bentuk tersebut. Manakala persamaan antara tiga bentuk 'bukan ungkapan' pula, peserta kajian menerangkan bahawa semua bentuk tersebut mengandungi operasi. Bagi kumpulan 'ungkapan' yang membabitkan bentuk ' $3x + 2$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ', peserta kajian menjelaskan perbezaan antara bentuk tersebut dari segi bilangan sebutan, pemboleh ubah, angka dan operasi asas yang terkandung dalam setiap bentuk itu. Manakala persamaan pula, peserta kajian menerangkan yang bentuk ' $3x + 2$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' merupakan bentuk ungkapan, mengandungi pemboleh ubah, pekali, dan operasi.

Seterusnya, aktiviti penaakulan dalam kategori unit asas ungkapan juga memaparkan kesimpulan khusus atau yang terhasil daripada pemerhatian tentang ciri

suatu ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’. Peserta kajian membuat generalisasi secara induktif ke atas bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’, ‘ $3x + 2$ ’, ‘ $h < 2 - i$ ’, ‘ $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ’, ‘ $0 = 2y + 1$ ’ dan ‘ $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ’. Semua peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan dengan membuat inferens tentang ciri khusus bagi suatu ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’. Tingkah laku Nani dan Faris dalam Petikan 4.6.3.2C dan Petikan 4.6.3.2D memaparkan aktiviti penaakulan membabitkan generalisasi secara induktif.

***Petikan 4.6.3.2C (Nani): Perbandingan antara enam bentuk simbolik***

⋮

- P: Baiklah, bolehkah kamu jelaskan tentang aktiviti yang kamu lakukan?  
 R: Untuk tentukan yang mana suatu ungkapan algebra dan yang mana bukan ungkapan.  
 P: Boleh kamu jelaskan, bagaimanakah yang dikatakan suatu ungkapan?  
 R: Ungkapan algebra mestilah ada pekali, operasi dan pemboleh ubah.  
 P: Apakah yang kamu maksudkan ‘mesti ada’?  
 R: Maksudnya perkara ini sebagai satu tanda atau kriteria yang perlu ada dalam suatu ungkapan  
 P: Baik, bagaimana pula dengan sebutan dalam suatu ungkapan itu?  
 R: Sebutan itu boleh dalam pelbagai bentuk, boleh serupa dan boleh tidak serupa.  
 P: Baik, bagaimana pula dengan bukan ungkapan?  
 R: Bentuk bukan ungkapan algebra, bentuk yang tidak mengandungi pemboleh ubah.  
 P: Ada lagi perkara lain yang kamu fikirkan?  
 R: Ada, bentuk bukan ungkapan algebra mengandungi simbol selain operasi asas, contohnya simbol ‘=’ dan simbol ‘<’.

***Petikan 4.6.3.2D (Faris): Perbandingan antara enam bentuk simbolik***

⋮

- P: Jadi apakah kesimpulannya yang dapati mengenai bentuk ‘ $3x + 2$ ’, ‘ $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ’, dan ‘ $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ’ dan bagaimana pula bentuk lain selain daripada tiga bentuk ini?  
 R: Bentuk ‘ $3x + 2$ ’, ‘ $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ’, dan ‘ $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ’ adalah ungkapan, bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’, ‘ $h < 2 - i$ ’, dan ‘ $0 = 2y + 1$ ’ bukan ungkapan algebra (sambil menulis sesuatu).  
 P: Baik, pada pendapat kamu, apakah kesimpulan kamu tentang bentuk yang dikenali sebagai ungkapan algebra?  
 R: Bentuk itu mesti ada pekali, pemalar, dan pemboleh ubah. Dan tidak ada simbol lain selain daripada tambah, tolak, darab dan bahagi.

Berdasarkan Petikan 4.6.3.2C dan Petikan 4.6.3.2D di atas, peserta kajian memaparkan aktiviti penaakulan membabitkan generalisasi secara induktif dengan membuat kesimpulan tentang ciri khusus bagi bentuk algebra yang '*bukan ungkapan*' dan '*ungkapan*' membabitkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ '. Dalam hal ini, semua peserta kajian menggunakan generalisasi secara induktif berdasarkan pemerhatian khusus ke atas perbandingan yang dibuat ke atas enam bentuk algebra yang dipaparkan dalam aktiviti ini. Berdasarkan pemerhatian tentang perbezaan dari segi simbol '=' dan '<', peserta kajian membuat kesimpulan bahawa semua bentuk algebra yang tergolong dalam dua kumpulan berbeza, iaitu kumpulan '*ungkapan*' dan '*bukan ungkapan*'.

Bentuk algebra yang digeneralisasikan oleh semua peserta kajian sebagai '*ungkapan*' mempunyai beberapa ciri khusus membabitkan pemboleh ubah, angka, dan sebarang simbol operasi asas. Dalam hal ini, dua orang daripada enam peserta kajian turut menyatakan kesimpulan lain tentang ciri suatu ungkapan algebra, iaitu suatu ungkapan tidak boleh mempunyai simbol '=', '<' atau seumpama selain simbol operasi asas. Selain itu, peserta kajian juga membuat kesimpulan tentang bentuk ungkapan algebra yang boleh wujud dalam pelbagai rupa bentuk dengan pemboleh ubah yang sama dan pemboleh ubah berbeza. Manakala bentuk algebra yang bukan ungkapan pula, digeneralisasikan oleh semua peserta kajian ke atas bentuk yang mengandungi simbol selain simbol operasi asas dan mempunyai gambaran tentang nilai yang perlu dicari.

Secara ringkas, aktiviti penaakulan oleh semua peserta kajian ke atas bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ' membabitkan dua kategori, iaitu simbol dan

unit asas ungkapan. Dalam kategori simbol, semua peserta kajian membuat pengabstrakan, justifikasi, dan implikasi tentang beberapa bentuk algebra membabitkan ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2} p$ '. Bagi kategori unit asas ungkapan, semua peserta kajian turut memaparkan persamaan dan perbezaan ke atas bentuk ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2} p$ ', dan juga beberapa bentuk lain membabitkan ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2} k^2$ '.

Selain itu, dalam membuat keputusan tentang penukaran bentuk 'bukan ungkapan' kepada bentuk 'ungkapan', semua peserta kajian menjelaskan perkara tersebut dilaksanakan dengan menyingkirkan simbol '=' dan membina bentuk algebra baharu sebagai implikasi. Seorang sahaja peserta kajian berupaya membuat menjelaskan implikasi dalam beberapa bentuk algebra. Manakala perbandingan antara bentuk ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2} k^2$ ', ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2} p$ ' pula, semua peserta kajian menyatakan inferens bahawa bentuk yang mempunyai simbol '=' dan '<' di kelompok sebagai 'bukan ungkapan'. Bentuk tanpa simbol '=' dan '<' pula, merupakan kelompok 'ungkapan'. Namun sebilangan kecil peserta kajian menyatakan kesimpulan tentang kecirian suatu ungkapan yang membabitkan penggunaan angka sebagai pekali, pemboleh ubah dan operasi asas.

#### 4.6.4 Rumusan tentang Penaakulan

Secara keseluruhan, kajian ini memaparkan aktiviti penaakulan membabitkan bentuk 'ungkapan' dan 'bukan ungkapan' membabitkan beberapa bentuk algebra yang mengandungi pemboleh ubah, pekali dan simbol yang berbeza. Tugasan konstruk penaakulan enam peserta kajian memaparkan aktiviti dan tingkah laku

membabitkan pengabstarakan, justifikasi, perbandingan, implikasi, dan kesimpulan.

Berikut adalah rumusan bagi konstruk penaakulan merentasi kes:

1. Dalam tugas membabitkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ', peserta kajian memaparkan penaakulan dalam kategori simbol. Penaakulan dalam kategori simbol membabitkan aktiviti abstraksi dan justifikasi dan implikasi. Semua peserta kajian memaparkan penaakulan dalam konteks ini berdasarkan simbol yang terkandung dalam bentuk tersebut. Bagi implikasi pembentukan ungkapan dan daripada bukan ungkapan, hanya dua orang peserta kajian sahaja yang dapat menyatakan kepelbagaian cara dalam konteks ini.
2. Dalam tugas membabitkan bentuk ' $y = 3x + 2$ ', ' $3x + 2$ ', ' $h < 2 - i$ ', ' $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ', ' $0 = 2y + 1$ ' dan ' $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ', peserta kajian memaparkan penaakulan dalam kategori unit asas ungkapan. Dalam kategori unit asas, peserta kajian memaparkan penaakulan dengan membanding beza dan generalisasi secara induktif melibatkan pemboleh ubah, simbol operasi asas, pekali dan pemalar yang terkandung dalam bentuk algebra.

Secara keseluruhan, aktiviti penaakulan membabitkan pengabstarakan, justifikasi, perbandingan, implikasi, dan generalisasi tertumpu kepada pendapat tentang bentuk algebra dalam kajian ini merupakan 'ungkapan' atau 'bukan ungkapan' berdasarkan simbol dan unit asas ungkapan. Dalam hal ini, semua peserta kajian memaparkan tingkah laku membuat abstraksi, menjustifikasi, dan menjelaskan



tentang persamaan dan perbezaan ke atas ungkapan algebra. Oleh itu, abstraksi, menjustifikasi, dan perbandingan mendominasi tingkah laku menaakul tentang ungkapan algebra dalam kajian ini. Walau bagaimanapun, tingkah laku membuat implikasi dan generalisasi dipaparkan oleh peserta kajian dalam kepelbagaian cara dan bentuk.

#### **4.7 Penyelesaian Masalah**

Dalam konstruk penyelesaian masalah kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti kebolehan murid dalam mencari jawapan bagi masalah berkaitan dengan ungkapan algebra. Tingkah laku yang dipaparkan oleh murid dalam menyelesaikan masalah membabitkan pelaksanaan prosedur tertentu, aplikasikan pelbagai strategi, dan kefleksibelan dalam mencari jalan penyelesaian. Perkara yang digambarkan, diterjemahkan, dan diceritakankan oleh murid berdasarkan pemahaman beliau pada masa tertentu dalam mentafsirkan perkataan atau simbol yang diberikan. Di bawah adalah perkara yang dipaparkan oleh enam peserta kajian tentang penyelesaian masalah membabitkan situasi perubahan ketinggian dan ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '.

##### **4.7.1 Kuantiti yang Berubah-ubah Nilai**

Dalam kajian ini, aktiviti penyelesaian masalah ke atas situasi melibatkan 'kuantiti yang berubah-ubah' dikelaskan kepada tiga kategori iaitu naratif dalam bahasa, notasi bersimbol, dan grafik. Jadual 4.7.1. menunjukkan ringkasan penyelesaian masalah tentang masalah ayat algebra yang mengandungi sebarangan nilai yang berubah diberikan oleh keenam-enam peserta kajian.

Jadual 4.7.1

*Penyelesaian masalah bagi masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’*

| Kategori             | Huraian                                                                                                           | Peserta Kajian                        |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Naratif dalam bahasa | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan perkataan atau ayat tertentu</li> </ul>           | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
| Notasi bersimbol     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan gabungan sebarang abjad dan angka</li> </ul>      | Nani, Hana, Alias, Faris              |
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan angka anggaran tertentu seperti 140 cm</li> </ul> | Sofea, Alias                          |
| Grafik               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perkara yang membabitkan sebarang lukisan</li> </ul>                       | Nani, Afiq, Faris                     |

#### 4.7.1.1 Penyelesaian masalah bagi masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dalam kategori naratif bahasa

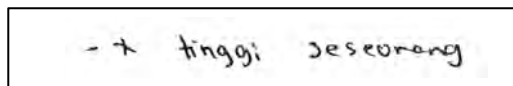
Aktiviti penyelesaian masalah ayat algebra kajian ini membabitkan ‘perkara yang berubah-ubah’ dipaparkan oleh peserta kajian secara naratif bagi menggambarkan masalah tersebut. Penyelesaian masalah dalam konteks ini merangkumi perkataan dan ayat tertentu berdasarkan pengetahuan sedia ada dalam menjelaskan tentang sesuatu perkara yang berubah-ubah. Semua peserta kajian memberikan penyelesaian masalah dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dalam Petikan 4.7.1.1A menunjukkan penyelesaian masalah tentang ‘kuantiti yang berubah-ubah’ dalam kategori naratif dalam bahasa.

**Petikan 4.7.1.1A (Hana):** Masalah membabitkan ketinggian berubah setiap tahun

- P: Baiklah, bagaimana kamu selesaikan situasi membabitkan ‘tinggi seseorang berubah mengikut masa’?  
 R: (Murid menulis sesuatu).

Tinggi seseorang berubah mengikut masa

- P: Baik dalam situasi ini, apakah perkara yang penting dan perlu diberi tumpuan?
- R: Ukuran.
- P: Boleh kamu jelaskan?
- R: Ukuran seseorang, ukuran dalam unit cm.
- P: Adakah kamu tahu nilai bagi ukuran itu
- R: Tidak tahu.
- P: Kalau sesuatu yang tidak diketahui nilainya, bagaimana kamu selesaikan perkara itu?
- R: Guna huruf pemboleh ubah.
- P: Baik, boleh kamu jelaskan?
- R: Tuliskan huruf 'x', (murid menulis sesuatu di atas kertas).



- P: Baik, bagaimana pula dengan bahagian ayat 'berubah mengikut masa', bagaimana kamu selesaikan masalah ini?
- R: 'x' tinggi seseorang, 'y' masa.
- P: Boleh kamu jelaskan maksud 'x' dan 'y' ini?
- R: Pemboleh ubah.
- P: Apakah yang kamu maksudkan dengan pemboleh ubah?
- R: Nilainya berubah-ubah.
- P: Boleh kamu jelaskan berubah macam mana?
- R: Berubah dari segi masa.
- P: Mengikut masa itu bagaimana?
- R: Setiap bulan tingginya berubah.
- P: Baik, bolehkah simbol lain digunakan untuk menggambarkan perkara ini?
- R: Tidak boleh.
- P: Kenapa kamu kata tidak boleh?
- R: Sebab hanya sesuai guna huruf.
- P: Adakah hanya huruf 'x' dan 'y' saja yang boleh digunakan?
- R: Huruf lain juga boleh.

Berdasarkan Petikan 4.7.1.1A, peserta kajian memaparkan penyelesaian secara naratif. Semua peserta kajian memaparkan penyelesaian dengan meringkaskan masalah ayat algebra membabitkan perkara yang berubah-ubah dalam perkataan dan ayat. Penyelesaian masalah secara naratif dipaparkan oleh peserta kajian bagi menjelaskan perkara yang tidak dapat dinyatakan secara simbolik, seperti 'seseorang', 'Ahmad', 'berubah', dan 'setiap tahun'. Dalam hal ini, peserta kajian menjelaskan langkah penyelesaian membabitkan masalah ayat algebra dengan mengenal pasti perkara yang perlu diselesaikan. Penggunaan perkataan dan ayat ringkas secara bertulis dan lisan bagi menjelaskan tentang perkara yang berubah-

ubah, antara ‘setiap bulan tingginya berubah’, ‘tinggi seseorang berubah dengan masa’, dan ‘pemboleh ubah’. Ringkasnya, penyelesaian masalah secara naratif yang dipaparkan semua peserta kajian yang terlibat bagi menggambarkan dan mewakili kuantiti yang berubah-ubah nilainya berdasarkan pengetahuan konseptual dan pengalaman yang didapati dari pembelajaran dalam kelas.

Seterusnya, aktiviti penyelesaian masalah dalam kategori notasi bersimbol dipaparkan oleh peserta kajian ini bagi menggambarkan tentang nilai berubah-ubah. Penyelesaian masalah dalam bentuk simbolik dipaparkan oleh peserta kajian membabitkan angka, abjad, dan simbol ‘=’. Semua peserta kajian memberikan penyelesaian masalah dalam bentuk ini. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.7.1.1B menunjukkan penyelesaian masalah membabitkan nilai yang berubah-ubah dalam kategori notasi bersimbol.

**Petikan 4.7.1.1B (Nani):** Masalah membabitkan ketinggian berubah setiap tahun

P: Jika masalah membabitkan ‘ketinggian seseorang berubah setiap tahun’ bagaimana kamu wakikan situasi ini?

R: (Murid termenung seketika, kemudian menulis di kertas).

149 cm + ~~se~~ tahun 8 mm - setiap tahun

P: Boleh jelaskan tentang nilai 149 ini?

R: Nilai 149 ini ketinggian permulaan seseorang itu.

P: Adakah kamu tahu berapa ketinggian orang ni?

R: Tidak tahu,

P: Jadi kamu nak letak apa, adakah kena letak nombor?

R: Boleh letak sebarang nombor.

P: Kalau dalam ungkapan algebra, kamu akan guna apa untuk wakikan sebarang nombor ni?

R: Guna pemboleh ubah

P: Apakah yang kamu perlu buat lepas tu?

R: Kemudian....(murid mengambil pen dan menulis di kertas).

$n + 8 \text{ mm}$

P: Boleh kamu jelaskan bentuk kamu tulis ini?

R: Bentuk ini mewakili ketinggian seseorang itu setiap tahun.

Berdasarkan Petikan 4.7.1.1B di atas, peserta kajian memaparkan penyelesaian masalah dalam kategori notasi bersimbol. Empat peserta kajian menggunakan notasi bersimbol bagi menggambarkan masalah ayat algebra yang membabitkan ketinggian berubah-ubah. Perkara dinyatakan oleh peserta kajian merangkumi huruf, angka, dan simbol '+'. Penggunaan huruf dalam masalah ini merangkumi dua maksud yang berbeza, yang mana huruf 'Q', 'x', 'y', dan 'z' menggambarkan tentang pemboleh ubah bagi menjelaskan masalah ketinggian yang berubah mengikut masa.

Manakala penggunaan 'cm' dan 'mm' oleh peserta kajian pula, merujuk unit pengukuran bagi 'ketinggian'. Angka dinyatakan oleh peserta kajian bagi mewakili kuantiti yang nilai diketahui dan kuantiti yang tidak diketahui nilainya dengan satu nilai andaian dalam nilai berangka. Simbol '=' dan '+' pula, digunakan oleh peserta kajian bagi menjelaskan tentang saling hubungan antara kuantiti ketinggian dan masa. Dalam hal sedemikian, peserta kajian mengaplikasikan konsep perwakilan dan saling hubungan dalam penyelesaian membabitkan masalah ayat algebra melibatkan perubahan nilai.

#### **4.7.1.2 Penyelesaian masalah bagi masalah ayat algebra membabitkan 'kuantiti yang tidak diketahui nilainya' dalam kategori notasi bersimbol**

Aktiviti penyelesaian masalah dalam kategori notasi bersimbol kajian ini turut membabitkan nilai berangka. Dua peserta kajian memaparkan penyelesaian masalah dalam konteks ini. Tingkah laku Alias Petikan 4.7.1.2A menunjukkan penyelesaian masalah ke atas nilai berubah-ubah dalam kategori simbolik melibatkan nilai berangka.

**Petikan 4.7.1.2A (Alias):** Masalah membabitkan ketinggian berubah setiap tahun

P: Baiklah, bagaimana kamu mewakili situasi ini ‘tinggi seseorang berubah mengikut masa’?

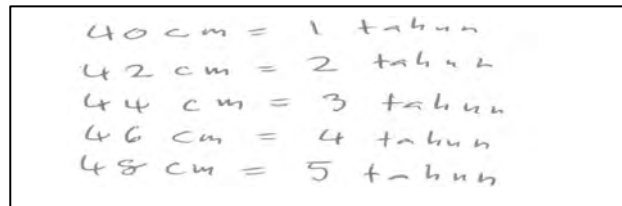
R: Jangkakan tinggi dia, contoh macam 140, (murid menulis angka ‘140’).

P: Baik. Kalau awak letak dalam bentuk algebra macam mana?

R: Untuk berapa tahun

P: Katakan bagi jangka masa 5 tahun.

R: (Murid menulis).



Handwritten notes showing a sequence of height and time values:

|       |   |         |
|-------|---|---------|
| 40 cm | = | 1 tahun |
| 42 cm | = | 2 tahun |
| 44 cm | = | 3 tahun |
| 46 cm | = | 4 tahun |
| 48 cm | = | 5 tahun |

P: Katakan tinggi seseorang itu tidak diketahui, jadi macam mana?

R: Gunakan ungkapan algebra.

Berdasarkan Petikan 4.7.1.2A di atas, peserta kajian memaparkan penyelesaian masalah dalam kategori notasi bersimbol. Dua peserta kajian menyelesaikan masalah dengan menggunakan nilai andaian dalam angka bagi menggambarkan masalah ketinggian berubah-ubah. Beberapa nilai berangka membabitkan nilai 140 cm, 40 cm, dan 2 tahun, sebagai andaian bagi menyelesaikan masalah ‘ketinggian yang berubah-ubah setiap tahun’. Nilai andaian dinyatakan oleh peserta kajian di anggap munasabah dalam menyatakan kuantiti bagi ketinggian dan tahun, bagi menjelaskan tentang nilai yang berubah-ubah. Nilai berangka yang merupakan penyelesaian masalah bentuk primitif yang digunakan oleh peserta kajian sebagai gambaran awal.

#### **4.7.1.3 Penyelesaian masalah bagi masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti yang tidak diketahui nilainya’ dalam kategori grafik.**

Aktiviti penyelesaian masalah dalam kategori grafik kajian ini dipaparkan oleh peserta kajian dengan melukis palang, anak panah, dan orang, bagi menjelaskan tentang masalah ayat algebra yang membabitkan ketinggian seseorang yang berubah

setiap tahun. Tiga peserta kajian memberikan penyelesaian masalah dalam bentuk ini. Tingkah laku Afiq, Faris, dan Nani dalam Petikan 4.7.1.3A, Petikan 4.7.1.3B, dan Petikan 4.7.1.3C menunjukkan penyelesaian masalah ayat algebra membabitkan kuantiti yang berubah-ubah dalam kategori grafik.

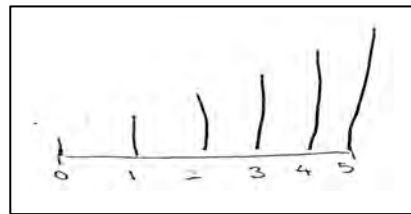
**Petikan 4.7.1.3A (Afiq): Masalah membabitkan ketinggian berubah setiap tahun**

P: Baiklah, bagaimana kamu mewakili situasi ini ‘tinggi seseorang berubah mengikut masa’?

R: Tinggi seseorang, dengan masa.

P: Apa yang kamu faham tentang tinggi berubah ikut masa?

R: Tinggi meningkat (murid menulis sesuatu di atas kertas).



P: Apakah maksud nombor ‘0’, ‘1’, ‘2’, ‘3’, ‘4’, dan ‘5’, bulan atau hari?

R: Bulan.

P: Jadi, apa pula yang sesuai untuk gambarkan dengan tinggi seseorang?

R: ‘cm’.

P: Baik, ada lagi yang kamu boleh gunakan atau bayangkan tentang tinggi seseorang dan masa?

R: (Murid mendiam diri sambil mengedip-ngedip mata dan memandang ke suatu arah).

**Petikan 4.7.1.3B (Faris): Masalah membabitkan ketinggian berubah setiap tahun**

P: Baiklah, bagaimana kamu selesaikan situasi ini ‘tinggi seseorang berubah mengikut masa’?

R: (Murid melukis sesuatu di atas kertas).



P: Adakah tinggi Ahmad diketahui nilainya?

R: Berubah-ubah.

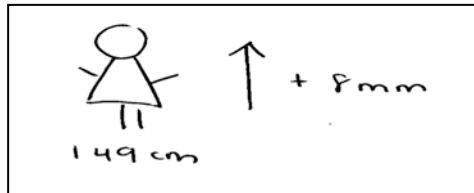
P: Apa yang berubah-ubah?

R: Tinggi dia, sebab itu saya lukis orang dengan tinggi semakin bertambah.

**Petikan 4.7.1.3C (Nani):** Masalah membabitkan ketinggian berubah setiap tahun

P: Jika masalah membabitkan ‘ketinggian seseorang berubah setiap tahun’ bagaimana kamu selesaikan situasi ini?

R: Saya tidak pandai lukis (sambil memegang pen untuk menulis sesuatu). Saya lukis orang lidi saja (murid terus melukis dan menulis di kertas).



P: Bagaimana nak bezakan perubahan seseorang itu setiap tahun?

R: Kena ukur .

:

Berdasarkan Petikan 4.7.1.3A, Petikan 4.7.1.3B, dan Petikan 4.7.1.3C di atas, peserta kajian memaparkan penyelesaian masalah secara grafik. Terdapat tiga cara penyelesaian masalah dinyatakan oleh peserta kajian membabitkan lakaran berbentuk orang dan rajah yang mengandungi beberapa garisan menegak dengan angka dalam susunan menaik. Dalam Petikan 4.7.1.3A, penyelesaian bagi masalah perubahan ketinggian dipaparkan oleh peserta kajian dengan melukis beberapa garisan tegak dengan panjang yang berbeza. Peserta kajian memaparkan panjang garisan dengan ketinggian semakin bertambah berkadaran dengan angka yang bermula dengan ‘0’.

Bagi Petikan 4.7.1.3A, penyelesaian bagi masalah ayat algebra membabitkan ketinggian seseorang berubah mengikut masa dipaparkan oleh peserta kajian dengan lakaran berbentuk orang yang mempunyai ketinggian berbeza. Manakala Petikan 4.7.1.3B pula, penyelesaian oleh peserta kajian dengan lakaran yang merangkumi bentuk orang dan perwakilan perubahan ketinggian dengan anak panah berarah ke atas. Penggunaan anak panah bagi menjelaskan tentang ketinggian bertambah dengan nilai tidak diketahui. Angka tertentu turut dinyatakan oleh peserta kajian dalam setiap lakaran bagi menggambarkan tentang nilai awal ketinggian, kuantiti



yang ditambahkan, dan bilangan tahun yang tertentu. Simbol ‘+’ untuk menggambarkan tentang proses perubahan ketinggian berlaku secara penambahan nilai tertentu.

Secara ringkas, penyelesaian masalah oleh keenam-enam peserta kajian ke atas masalah ayat algebra membabitkan *‘kuantiti yang berubah-ubah’* dengan keadaan *‘ketinggian seseorang berubah mengikut masa’* melibatkan tiga bentuk yang berbeza, iaitu naratif dalam bahasa, notasi bersimbol, dan grafik. Semua peserta kajian menggunakan kategori naratif dalam bahasa berbanding kategori lain dalam menggambarkan masalah ayat algebra yang dipaparkan. Namun begitu, majoriti peserta kajian ini memaparkan kategori notasi bersimbol dan grafik seiring dengan naratif dalam memberi contoh dan penjelasan khusus bagi perkataan tertentu. Oleh itu, kategori naratif dalam bahasa mendominasi penyelesaian masalah kuantiti yang berubah-ubah membabitkan *‘ketinggian seseorang berubah mengikut masa’*.

#### **4.7.2 Perkara yang Berubah-Ubah dengan Satu Nilai Tetap .**

Dalam kajian ini, aktiviti penyelesaian masalah ke atas situasi melibatkan *‘perubahan kuantiti tertentu dengan satu nilai tetap’* dikelaskan kepada empat kategori, iaitu naratif, simbolik, corak dan pola susunan, dan grafik. Kategori naratif, simbol, dan grafik mengandungi satu huraian. Manakala kategori corak dan pola susunan mengandungi dua huraian berbeza. Jadual 4.7.2, menunjukkan ringkasan penyelesaian tentang masalah ayat algebra membabitkan *‘perkara yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap’* yang dipaparkan oleh semua peserta kajian.

Jadual 4.7. 2

*Penyelesaian masalah bagi masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti berubah-ubah dengan satu nilai tetap’*

| Kategori               | Huraian                                                                                                                                                         | Peserta Kajian                        |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Naratif                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkataan atau ayat tertentu dalam menggambarkan sesuatu</li> </ul>                                                    | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
| Simbol                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penggunaan sebarang abjad dan angka dalam mewakili sesuatu perkara</li> </ul>                                          | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
| Corak dan pola susunan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penganalisisan corak dan susunan angka</li> <li>• Proses merancang dan membuat penyusunan secara sistematik</li> </ul> | Afiq, Faris, Sofea, Alias             |
| Grafik                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkara yang membabitkan sebarang lukisan</li> </ul>                                                                   | Afiq, Sofea, Alias                    |

#### **4.7.2.1 Penyelesaian masalah bagi masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti berubah-ubah dengan satu nilai tetap’ dalam kategori naratif**

Aktiviti penyelesaian masalah membabitkan masalah ayat algebra tentang ‘perkara yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap’ dalam kategori naratif dipaparkan oleh peserta kajian sebagai gambaran awal tentang masalah tersebut. Dalam kategori naratif, peserta kajian memaparkan penyelesaian secara naratif membabitkan perkataan dan ayat tertentu berdasarkan pengetahuan sedia ada dalam menjelaskan tentang sesuatu perkara yang berubah-ubah. Semua peserta kajian memberikan penyelesaian masalah dalam bentuk ini. Tingkah laku Faris dalam Petikan 4.7.2.1A menunjukkan penyelesaian masalah tentang ‘perkara yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap’ dalam kategori naratif.

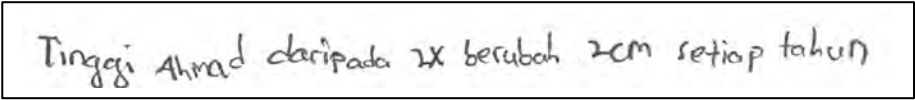
**Petikan 4.7.2.1A (Faris):** Ketinggian bertambah dalam tempoh tertentu dengan satu nilai tetap.

P: Bagaimana pula kamu selesaikan situasi melibatkan ayat ‘tinggi Ahmad bertambah 2 sentimeter setiap tahun bagi lima tahun pertama’?

R: Tinggi tidak tahu.

P: Adakah perkara tersebut dinyatakan dalam masalah ini?

R: (Murid termenung seketika kemudian menulis sesuatu di atas kertas).



Tinggi Ahmad daripada  $2x$  berubah 2cm setiap tahun

P: Berapa banyakkah ketinggian Ahmad berubah?

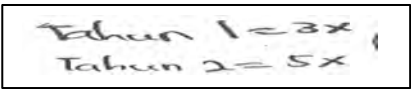
R: 2cm.

P: Baik, bagaimanakah kamu hendak selesaikan tentang sesuatu yang tidak diketahui nilainya?

R: (Murid diam).

P: Adakah nilai awal bagi tinggi Ahmad diketahui?

R: Tidak tahu (murid menulis sesuatu).



Tahun 1 =  $3x$ ,  
Tahun 2 =  $5x$

P: Kenapa tahun pertama bersamaan dengan ‘ $3x$ ’, tahun kedua jadi ‘ $5x$ ’?

R: Susah untuk jelaskan, andaikan sahaja tinggi permulaan adalah ‘ $3x$ ’.

P: Baik, adakah sebarang perubahan nilai dalam ketinggian Ahmad setiap tahun?

R: Tambah dua.

P: Boleh kamu jelaskan?

R: (Murid diam seketika), maksudnya ‘ $3x$ ’ tambah 2, jadi ‘ $5x$ ’

:

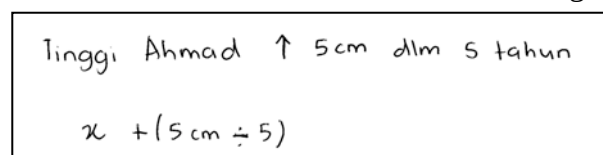
Berdasarkan Petikan 4.7.2.1A di atas, semua peserta kajian menyelesaikan masalah ayat algebra membabitkan ‘*perkara yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap*’ secara naratif. Penyelesaian secara naratif oleh peserta kajian bagi meringkaskan masalah ayat algebra yang diberikan dan mendapat gambaran awal tentang langkah penyelesaian yang perlu dilakukan. Beberapa perkataan yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam menyelesaikan masalah membabitkan perkataan ‘seseorang’, ‘Ahmad’, ‘berubah’, dan ‘setiap tahun’ merupakan perkara yang tidak dapat dijelaskan secara simbolik. Penyelesaian secara naratif memaparkan perancangan peserta kajian bagi mengenal pasti tentang masalah yang perlu diselesaikan.

#### 4.7.2.2 Penyelesaian masalah bagi masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti berubah-ubah dengan satu nilai tetap’ dalam kategori simbolik

Aktiviti penyelesaian masalah membabitkan masalah ayat algebra tentang ‘perkara yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap’ dalam kategori simbolik dipaparkan oleh peserta kajian bagi mewakili perkara tersebut dalam bentuk mudah diselesaikan. Dalam kategori simbolik, peserta kajian memaparkan angka, huruf dan simbol ‘=’ bagi menyelesaikan masalah dengan kaedah algebra. Semua peserta kajian memaparkan penyelesaian dalam bentuk ini. Tingkah laku Nani dipaparkan dalam Petikan 4.7.2.2A menunjukkan contoh penyelesaian masalah tentang ‘perkara yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap’ dalam kategori simbolik.

**Petikan 4.7.2.2A (Nani):** Ketinggian bertambah dalam tempoh tertentu dengan satu nilai tetap.

- P: Sekarang bolehkah kamu selesaikan masalah membabitkan situasi ini pula, ‘tinggi Ahmad bertambah 5 cm setiap tahun dalam lima tahun pertama’?  
R: (Murid menulis ayat yang diberikan), kena bentukkan soalan ke cikgu?  
P: Terpulang kepada kamu.  
R: (Murid terus menulis dan kemudian termenung sejenak).



Tinggi Ahmad ↑ 5cm dlm 5 tahun  
 $x + (5\text{ cm} \div 5)$

- P: Boleh kamu jelaskan 5cm dan nombor 5 ini untuk apa?  
R: 5cm ni untuk cm yang bertambah, nombor lima untuk lima tahun  
P: ‘x’ pula kamu wakikan apa?  
R: Tinggi Ahmad.

Berdasarkan Petikan 4.7.2.2A di atas, peserta kajian menyelesaikan masalah ayat algebra melibatkan satu kuantiti yang berubah-ubah dengan nilai yang tetap, dalam keadaan ‘tinggi Ahmad bertambah dua sentimeter setiap tahun bagi lima tahun pertama’ secara simbolik. Dalam hal ini, penyelesaian masalah yang dinyatakan oleh semua peserta kajian dalam bentuk yang merangkumi abjad, angka, dan simbol ‘+’,

‘ $\div$ ’, ‘ $\uparrow$ ’, dan simbol ‘( )’. Penggunaan abjad oleh peserta kajian dalam masalah ini seperti abjad ‘x’ dan ‘y’ adalah menggambarkan pemboleh ubah. Manakala penggunaan ‘cm’ merujuk unit pengukuran bagi ‘ketinggian’. Angka dinyatakan oleh peserta kajian bagi mewakili kuantiti tetap yang diketahui nilainya. Manakala penggunaan simbol tertentu seperti ‘+’, ‘ $\div$ ’, dan ‘( )’ pula, bagi menggambarkan tentang cara perubahan berlaku. Simbol ‘ $\uparrow$ ’ digambarkan oleh peserta kajian untuk menggambarkan dan menjelaskan tentang peningkatan nilai bagi kuantiti tersebut.

Selain itu, penggunaan angka, huruf, dan simbol tertentu oleh peserta kajian juga sebagai satu andaian bagi tentang perkara yang nilainya berubah-ubah, dan di anggap munasabah dalam menyatakan kuantiti tersebut. Dalam hal ini, penyelesaian masalah cara ini merupakan satu cara primitif yang digunakan oleh peserta kajian sebagai gambaran awal. Ringkasnya penyelesaian masalah secara simbolik adalah merupakan penyelesaian masalah yang abstrak bagi peserta kajian terlibat.

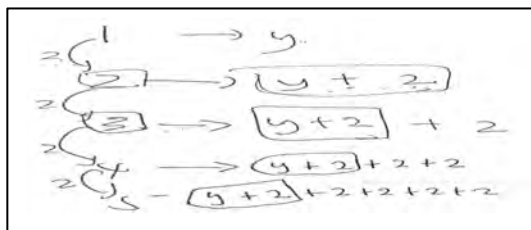
#### **4.7.2.3 Penyelesaian masalah ayat algebra membabitkan ‘kuantiti berubah-ubah dengan satu nilai tetap’ dalam kategori corak dan pola susunan**

Aktiviti penyelesaian membabitkan masalah ayat algebra tentang ‘*perkara yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap*’ turut dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori corak dan pola susunan. Dalam kategori ini, peserta kajian memaparkan mengenal pasti corak, menganalisis pola susunan, dan membuat penyenaraian yang sistematik. Empat peserta kajian memaparkan penyelesaian dalam konteks ini. Tingkah laku Alias dipaparkan dalam Petikan 4.7.2.3A menunjukkan contoh penyelesaian masalah tentang ‘*perkara yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap*’ dalam kategori corak dan pola susunan.

**Petikan 4.7.2.3A (Alias):** Ketinggian bertambah dalam tempoh tertentu dengan satu nilai tetap.

P: Jika 'tinggi Ahmad bertambah dua sentimeter setiap tahun bagi lima tahun pertama', bagaimana kamu selesaikan situasi ini?

R: (Murid terus menulis).



P: Boleh kamu jelaskan?

R: Angka 1 menggambarkan tahun pertama, dengan ketinggian 'y'. Kemudian tahun kedua, ketinggian Ahmad bertambah 2cm. Oleh itu ketinggiannya pada tahun itu ialah 'y + 2'. Dan seterusnya bertambah 2cm setiap tahun.

:

Berdasarkan Petikan 4.7.2.3A di atas, peserta kajian menyelesaikan masalah ayat algebra melibatkan penyataan 'tinggi Amad bertambah dua sentimeter setiap tahun' dalam corak dan pola susunan. Dalam menyelesaikan masalah kuantiti yang berubah dengan satu nilai tetap, peserta kajian memaparkan tingkah laku menganalisis pola susunan suatu masalah mengenal pasti corak dan membuat penyenaraian sistematik. Dalam Petikan 4.7.23A, peserta kajian menganalisis beberapa perkara yang perlu diberikan tumpuan membabitkan penambahan nilai ke atas ketinggian yang tidak diketahui dan cara perlaksanaan penambahan berkadaran dengan tahun. Selain itu, peserta kajian turut memaparkan jadual dan lakaran dalam pola tertentu, iaitu garisan menegak dalam ketinggian yang semakin bertambah dan susunan angka dalam urutan menaik. Penggunaan anak panah, angka '2', dan simbol '+' dipaparkan oleh peserta kajian dalam urutan dan susunan tertentu. Peserta kajian menggunakan anak panah dan angka dua bagi merujuk perwakilan ke atas penambahan nilai sebanyak dua. Penggunaan operasi darab dan tambah pula menjelaskan tentang perubahan nilai secara gandaan dan penambahan nilai. Selain itu, peserta kajian turut memaparkan cara menyelesaikan masalah dengan

penyenaraian sistematik. Peserta kajian menyenaraikan bilangan tahun dan menulis penambahan nilai secara sistematik dalam bentuk '+2' atau '+5' pada tahun tersebut. Penyelesaian dalam kategori corak dan pola susunan memaparkan kepelbagaian kaedah dan konsep pengetahuan peserta kajian dalam menyelesaikan masalah membabitkan situasi ayat algebra '*ketinggian seseorang berubah sebanyak 2 cm setiap tahun*'.

#### 4.7.2.4 Penyelesaian masalah ayat algebra membabitkan 'kuantiti berubah-ubah dengan satu nilai tetap' dalam kategori grafik

Aktiviti penyelesaian masalah dalam kategori grafik kajian ini dipaparkan oleh peserta kajian dengan melukis garisan tegak, anak panah, dan orang. bagi menjelaskan tentang masalah ayat algebra yang membabitkan ketinggian seseorang yang berubah setiap tahun. Tiga peserta kajian memaparkan penyelesaian dalam kategori ini. Tingkah laku Sofea masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.7.2.4A menunjukkan penyelesaian masalah ayat algebra membabitkan kuantiti yang berubah-ubah dengan satu nilai yang tetap dalam kategori grafik.

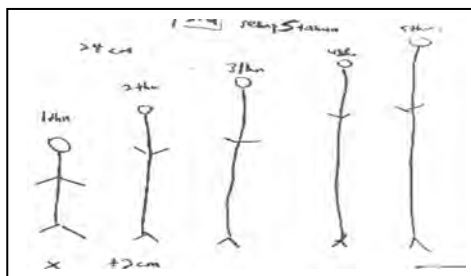
**Petikan 4.7.2.4A (Sofea):** *Ketinggian bertambah dalam tempoh tertentu dengan satu nilai tetap*

P: Jika 'tinggi Ahmad bertambah dua sentimeter setiap lima tahun', bagaimana kamu tulis dalam bentuk algebra?

:

P: Baiklah, kamu boleh gambarkan masalah ini?

R: (Murid termenung seketika, kemudiannya melukis sesuatu di kertas).



P: Ada lagi gambaran lain bagi masalah ini?

R: (Murid termenung seketika), tiada.

Berdasarkan Petikan 4.7.2.4A di atas, peserta kajian menyelesaikan masalah ayat algebra melibatkan satu kuantiti yang berubah-ubah dengan nilai yang tetap, membabitkan pernyataan ‘tinggi Ahmad bertambah dua sentimeter setiap tahun’ secara grafik. Hanya tiga peserta kajian memaparkan penyelesaian masalah dalam kategori ini. Peserta kajian menggunakan model berbentuk orang secara lakaran dan beberapa garisan menegak. Bagi model berbentuk lakaran orang membabitkan lukisan beberapa orang dan garisan tegak dengan ketinggian yang berbeza bagi menyelesaikan masalah berkaitan dengan ayat ‘ketinggian Ahmad bertambah’. Penggunaan anak panah pula, untuk menjelaskan tentang perubahan ketinggian yang didapati dengan satu nilai tidak diketahui. Simbol ‘+’ juga digunakan oleh peserta kajian dalam lakaran untuk menggambarkan tentang proses perubahan ketinggian berlaku secara penambahan nilai tertentu. Selain itu, ungkapan ungkapan algebra dinyatakan sebagai satu kesimpulan di akhir lakaran yang dibuat oleh semua peserta kajian yang terlibat dalam penyelesaian masalah bentuk ini.

Secara ringkas, penyelesaian masalah oleh keenam-enam peserta kajian ke atas masalah ayat algebra membabitkan kuantiti yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap melibatkan empat kategori yang berbeza, iaitu simbol, naratif, corak dan pola susunan, dan grafik. Semua peserta kajian tertumpu memaparkan penyelesaian secara naratif dan simbol berbanding kategori lain dalam menyelesaikan masalah ayat algebra membabitkan kuantiti yang berubah dengan satu nilai tetap. Oleh itu, kategori simbol dan naratif dalam bahasa mendominasi penyelesaian dalam masalah ayat algebra membabitkan kuantiti yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap. Kategori corak dan pola susunan, dan grafik memaparkan kepelbagaian pengetahuan peserta kajian dalam menyelesaikan masalah ayat algebra dalam konteks perubahan kuantiti dengan satu nilai tetap.



### 4.7.3 Ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '

Dalam kajian ini, penyelesaian masalah membabitkan situasi yang merangkumi cerita tentang penyampaian maklumat berkaitan permudahkan ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '. Penyelesaian yang perlu dilaksanakan oleh peserta kajian ke atas situasi yang membabitkan ungkapan algebra yang mengandungi dua pemboleh ubah yang berbeza dan empat operasi asas. Aktiviti penyelesaian yang dipamerkan oleh semua peserta kajian dikelaskan kepada tiga kategori, iaitu sebutan, operasi asas aritmetik, dan simbol. Jadual 4.7.3, menunjukkan ringkasan tingkah laku yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam menyelesaikan masalah ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '.

Jadual 4.7.3

*Penyelesaian masalah tentang ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '*

| Kategori | Huraian                                                                                   | Peserta Kajian                        |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Sebutan  | • Menjelaskan tentang prosedur dan prinsip asas pengiraan dalam aritmetik ke atas sebutan | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
|          | • Mengkelompokkan sebutan berdasarkan pemboleh ubah.                                      | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea        |
|          | • Menyusun semula sebutan mengikut sebutan mengikut kelompok yang sama.                   | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
|          | • Melaksanakan kaedah penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian ke atas sebutan. | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
|          | • Mengadaptasi kaedah 'BODMAS' dalam langkah pengiraan.                                   | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |

Jadual 4.7.4 (sambungan)

| Kategori               | Huraian                                                                                                                             | Peserta kajian                        |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Operasi asas aritmetik | • Mengaplikasi kaedah pengiraan dari kiri ke kanan                                                                                  | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
|                        | • Melaksanakan pelbagai kaedah yang berbeza ke atas semua sebutan dalam setiap langkah pengiraan.                                   | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
|                        | • Merancang setiap langkah penyelesaian.                                                                                            | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |
| Simbol                 | • Mempertimbangkan beberapa kaedah pengiraan ke atas semua sebutan berdasarkan simbol '()', simbol '+', simbol '-', dan simbol '/'. | Nani, Hana, Afiq, Faris, Sofea, Alias |

#### 4.7.3.1 Penyelesaian ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dalam kategori sebutan

Aktiviti penyelesaian masalah membabitkan situasi melibatkan ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' yang dinyatakan oleh peserta kajian dalam kategori sebutan merangkumi penjelasan tentang prinsip asas pengiraan, pengkelompokkan, dan penyusunan semula sebutan. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku menyelesaikan masalah dalam konteks ini. Tingkah laku Afiq dipaparkan dalam Petikan 4.7.3A menunjukkan penyelesaian masalah ke atas situasi melibatkan ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dalam kategori sebutan.

**Petikan 4.7.3A (Afiq):** Meringkaskan ungkapan algebra dalam bentuk

$$'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$$

P: Sekarang ada situasi lagi, 'Siti tidak dapat menghadirkan diri ke kelas tambahan, yang mana beliau perlu untuk memudahkan ungkapan berbentuk  $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '. Dalam hal ini kamu sebagai rakan sekelas, bagaimana kamu menyelesaikan masalah ini?

- R: (Murid termenung seketika kemudiannya mula menjelaskan sesuatu). Mulanya buka semua kurungan dulu, (murid menulis langkah penyelesaian di atas kertas sambil bercerita tentang pendaraban yang dilakukan dan hasil pendaraban di dapati). Yang ini (sambil menunjuk kepada bentuk ' $2(x - 4)$ ') dua darabkan dengan 'x' dapat dua 'x' dan dua darab dengan empat dapat lapan. Lepas tu yang ini (sambil menunjuk kepada '+ 6') tulis semula, yang ini (sambil menunjuk kepada ' $-(4x + 6y)$ ') dapat negatif empat 'x' dan negatif enam 'y', yang ini pula (sambil menunjuk kepada ' $3(1 - 4y)$ ') tiga darabkan dengan satu dan empat 'y', dapat tiga dan dapat dua belas 'y' (sambil menggarukan kepala).

$$2x - 8 + 6 - \frac{4x}{2} - \frac{6y}{2} + 3 - 12y$$

- P: Baik, apakah langkah seterusnya?  
 R: Selepas itu, selesaikan yang bahagi duhulu (sambil menunjuk kepada bentuk ' $- 4x - 6y / 2$ ') ikut kurungan, darab, bahagi, tambah. (Murid melukis garisan serong pada semua nombor dalam sebutan ' $- 4x - 6y / 2$ ').

$$- \frac{4x}{2} - \frac{6y}{2}$$

Nombor ini (sambil menunjuk kepada nombor '4' dan '6') dibahagikan dengan nombor ini (sambil menunjuk kepada nombor '2').

- P: Baik, apakah lagi langkah penyelesaian yang seterusnya?  
 R: (Murid menganggukkan kepala dan menulis langkah penyelesaian seterusnya sambil menyebut setiap sebutan yang ditulis).

$$2x - 8 + 6 - 2x - 3y + 3 - 12y$$

Selepas itu susun ikut pemboleh ubah yang sama.

$$2x - 2x - 8 + 6 + 3 - 3y - 12y$$

Kemudiannya selesaikan (murid berhenti seketika).

- P: Adakah yang kamu maksud selesaikan?  
 R: Maksudnya, jalankan operasi tambah dan tolak ke atas semua sebutan ini (sambil menulis langkah penyelesaian berikutnya dibawah langkah penyelesaian ketiga dengan dimulakan nombor '0').

⋮

Berdasarkan Petikan 4.7.3A di atas, semua peserta kajian memaparkan penyelesaian masalah ke atas ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dengan mengambil kira sebutan dalam ungkapan tersebut. Dalam hal sedemikian, peserta kajian terlibat memaparkan tiga perkara membabitkan penjelasan ke atas prinsip asas pengiraan, mengelompokkan sebutan dalam kategori yang sama, dan

penyusunan semula sebutan. Peserta kajian menjelaskan tentang prinsip asas pengiraan membabitkan konsep tambah, tolak, darab dan bahagi yang perlu dilaksanakan ke atas ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '. Penggunaan perkataan 'mulanya', 'dahulu', 'ikut kurungan', dan 'selepas itu' memaparkan tingkah laku peserta kajian dalam melaksanakan pengiraan mengikut konsep operasi asas ke atas sebutan algebra.

Selain itu, peserta kajian turut membahagikan sebutan dalam kelompok mengikut pemboleh ubah dan pemalar. Dalam hal ini, peserta kajian memaparkan tingkah laku mengenal pasti jenis sebutan dan mengumpulkan sebutan dalam kategori yang serupa. Terdapat dua kelompok sebutan yang dikenal pasti oleh peserta kajian dalam menyelesaikan masalah ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ', iaitu sebutan yang mengandungi kurungan atau pecahan, dan sebutan yang mengandungi pemboleh ubah yang serupa. Peserta kajian menyusun semua sebutan mengikut kelompok bagi mendapat pola pengiraan dan menyelesaikan perkara yang mudah terlebih dahulu.

#### **4.7.3.2 Penyelesaian ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dalam kategori operasi asas aritmetik**

Aktiviti penyelesaian masalah membabitkan situasi melibatkan ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dinyatakan oleh peserta kajian dalam kategori operasi asas aritmetik. Penyelesaian yang dipaparkan oleh peserta kajian dalam kategori ini merangkumi melaksana, mengadaptasi dan mengaplikasi kaedah pengiraan operasi asas dalam arithmetik ke dalam pengiraan ungkapan algebra. Semua peserta kajian didapati memaparkan penyelesaian masalah dalam konteks ini.

Penyelesaian masalah yang membabitkan melaksana tugas dalam kajian ini memaparkan tingkah laku peserta kajian dalam menjalankan prosedur operasi asas yang rutin bagi menyelesaikan masalah ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '. Tingkah laku Nani dalam Petikan 4.7.3.2A menunjukkan penyelesaian masalah yang melibatkan perlaksanaan kaedah pengiraan operasi asas ke atas ungkapan tersebut.

**Petikan 4.7.3.2A (Nani):** Meringkaskan ungkapan algebra dalam bentuk ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '

∴  
R: (Murid termenung seketika), saya perlu cuba buat dulu, (murid terus menulis di atas kertas).

$$\begin{aligned}
 &2(x-4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1-4y) \\
 &2x - 8 + 6 - \frac{4x+6y}{2} + 3 - 12y \\
 &\cancel{2x} - \cancel{4x} - 8 + 6 + \cancel{3y} - 12y \\
 &2x - 4x - 8 + 6 + 3y - 12y \\
 &-2x - 2 - 9y
 \end{aligned}$$

Panjangnya, (murid berhenti seketika kemudian menyambung menulis langkah kerja seterusnya), saya tidak berapa pasti.

P: Apakah yang kamu tidak pasti?

R: Bila di sini (sambil menunjuk ke sebutan ' $\frac{-4x+6y}{2}$ '). Sebentar, (murid memotong jalan kerja yang telah dilakukan kemudian sambung semula selesaikan bentuk tersebut).

P: Bolehkah kamu buat semula dalam kertas baru?

R: (Murid menulis semula jalan kerja di atas kertas baru).

$$\begin{aligned}
 &2x - 8 + 6 - \frac{4x+6y}{2} + 3 - 12y \\
 &2x - 4x + 3y - 12y - 8 + 6 + 3 \\
 &= -2x - 9y - 2 + 3 \\
 &= -2x - 9y - 1 \#
 \end{aligned}$$

Seperti ini (sambil mengangkat kertas tersebut dan menunjukkan kepada guru).

P: Kenapa ada simbol ini (merujuk ke simbol '#').

R: Simbol ini (sambil tunjuk simbol '#') maksudnya sampai sini saja jalan kerja, penyelesaian sudah selesai.

Berdasarkan Petikan 4.7.3.2A di atas, peserta kajian menyelesaikan masalah ke atas ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dengan melaksanakan pengiraan secara lisan dan bertulis. Perlaksanaan prosedur yang dipaparkan oleh peserta kajian merangkumi pengembangan sebutan dalam kurungan, menjalankan aktiviti penambahan dan penolakan. Pelaksanaan pengembangan sebutan dalam kurungan pula memaparkan kaedah pendaraban dan pembahagian yang membabitkan antara dua nombor dan antara nombor dengan simbol. Dalam setiap langkah penyelesaian, semua peserta kajian memaparkan pelaksanaan prosedur dan konsep pengiraan membabitkan nombor bulat, integer positif dan negatif, pengembangan kurungan, pecahan, dan operasi asas. Langkah penyelesaian dipersembahkan secara mengufuk dan setiap langkah ditulis berturutan dari atas ke bawah.

Pelaksanaan prosedur dan konsep operasi asas yang dipaparkan oleh peserta kajian yang terlibat merangkumi operasi tambah, tolak, pembahagian dan pendaraban secara operatif dan simbolik. Dalam melaksanakan operasi tambah, semua peserta kajian memaparkan aktiviti penambahan nombor, seperti ' $-2 + 3$ ' dan ' $-8 + 6 + 3$ '. Bagi penambahan membabitkan simbol, peserta kajian melaksanakan penambahan mengikut sebutan sama dalam konsep algebra. Semua peserta kajian mengumpul sebutan berdasarkan kelompok pemboleh ubah yang sama bagi membolehkan operasi tambah dilakukan ke atas sebutan tersebut.

Tingkah laku dalam melaksanakan operasi pendaraban dalam ungkapan algebra, semua peserta kajian memaparkan pendaraban membabitkan dua nombor dan nombor dengan simbol. Pelaksanaan operasi pendaraban oleh semua peserta kajian ke atas angka ' $2$ ' dengan ' $(x - 4)$ ' dan angka  $3$  dengan ' $(1 - 4y)$ ' bagi

menghapuskan simbol '('. Semua peserta kajian turut melaksanakan operasi bahagi ke atas sebutan algebra yang mengandungi gandaan yang sama. Hampir semua peserta kajian melukis garis serong ke atas tiga angka daripada gandaan yang sama bagi memaparkan pelaksanaan operasi bahagi.

Dalam melaksanakan operasi asas ke atas sebutan, semua peserta kajian mengumpul dan menyusun sebutan yang terkandung dalam ungkapan algebra mengikut pemboleh ubah dan sebutan tanpa pemboleh ubah. Pelaksanaan langkah penyelesaian berikutnya oleh peserta kajian adalah menulis semula semua sebutan bersama operasi darab dan bahagi dalam bentuk ' $2x - 2x - 3y - 4y - 8 + 6 + 3$ '. Kemudian peserta kajian melaksanakan operasi tambah dan tolak ke atas sebutan mengikut kategori. Semua peserta kajian turut melaksanakan langkah penyelesaian terakhir dengan menulis jawapan dalam bentuk yang terdiri daripada sebutan algebra dan pemalar, contohnya bentuk ' $= 7y + 1$ '.

Selain itu, aktiviti penyelesaian masalah dalam kajian ini turut memaparkan tingkah laku peserta kajian dalam mengadaptasikan prosedur operasi asas pengiraan iaitu 'BODMAS' ke atas ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '. Tingkah laku Afiq dipaparkan dalam Petikan 4.7.3.2B, menunjukkan penyelesaian masalah yang melibatkan adaptasi kaedah pengiraan asas 'BODMAS' ke atas ungkapan tersebut.

**Petikan 4.7.3.2B (Afiq):** Meringkaskan ungkapan algebra dalam bentuk  

$$'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$$

P: Sekarang ada situasi lagi, 'Siti tidak dapat menghadirkan diri ke kelas tambahan, yang mana beliau perlu untuk memudahkan ungkapan berbentuk  $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '. Dalam hal ini kamu sebagai rakan sekelas, bagaimana kamu bantu beliau untuk menyelesaikan masalah ini?

R: (Murid termenung seketika kemudiannya mula menjelaskan sesuatu). Mulanya buka semua kurungan dulu, (murid menulis langkah penyelesaian

di atas kertas sambil bercerita tentang pendaraban yang dilakukan dan hasil pendaraban di dapati). Yang ini (sambil menunjuk kepada bentuk ' $2(x - 4)$ ') dua darabkan dengan 'x' dapat dua 'x' dan dua darab dengan empat dapat lapan. Lepas tu yang ini (sambil menunjuk kepada '+ 6') tulis semula, yang ini (sambil menunjuk kepada ' $-(4x + 6y)$ ') dapat negatif empat 'x' dan negatif enam 'y', yang ini pula (sambil menunjuk kepada ' $3(1 - 4y)$ ') tiga darabkan dengan satu dan empat 'y', dapat tiga dan dapat dua belas 'y' (sambil mengarukan kepala).

$$2x - 8 + 6 - \frac{4x - 6y}{2} + 3 - 12y$$

P: Baik, apakah langkah seterusnya?

R: Lepas itu, selesaikan yang bahagi dulu (sambil menunjuk kepada bentuk ' $- 4x - 6y / 2$ ') ikut kurungan, darab, bahagi, tambah. (Murid melukis garisan serong pada semua nombor dalam sebutan ' $- 4x - 6y / 2$ ').

$$- \frac{4x - 6y}{2}$$

Nombor ini (sambil menunjuk kepada nombor '4' dan '6') dibahagikan dengan nombor ini (sambil menunjuk kepada nombor '2').

Berdasarkan Petikan 4.7.3.2B di atas, peserta kajian menyelesaikan masalah ke atas ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dalam kategori operasi asas aritmetik dengan kaedah pengiraan 'BODMAS'. Penyelesaian masalah yang dipaparkan oleh semua peserta kajian dengan mengadaptasi kaedah pengiraan BODMAS, membabitkan permulaan langkah penyelesaian dengan sebutan yang terkandung di dalam kurungan. Adaptasi prosedur pengiraan dari pengiraan operasi bercampur dalam aritmetik membabitkan pengembangan sebutan dalam kurungan, penambahan dan penolakan sebutan. Peserta kajian memaparkan langkah kerja secara berperingkat berdasarkan kaedah pengiraan BODMAS, yang mana masalah membabitkan sebutan dalam kurungan diselesaikan terlebih dahulu.

Bagi sebutan dalam kurungan yang mengandungi operasi bahagi dan tolak, peserta kajian mempertimbangkan operasi bahagi terlebih dahulu. Penyelesaian



sebutan dalam kurungan dilaksanakan oleh peserta kajian dengan operasi pembahagian dan diikuti dengan pendaraban. Kemudian peserta kajian menyusun semua sebutan yang telah dikembangkan mengikut pemboleh ubah yang serupa. Peserta kajian menjalankan langkah ke-lima dan ke-enam dalam kaedah BODMAS, yang membabitkan operasi tambah dan tolak dalam penyelesaian ungkapan  $'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$ .

Selain itu, peserta kajian turut mengaplikasikan prosedur pengiraan yang dilaksanakan dari kiri ke kanan. Semua peserta kajian memaparkan penyelesaian masalah dengan mengaplikasikan prosedur pengiraan arithmetik dari kiri ke kanan. Tingkah laku Hana dan Faris masing-masing dipaparkan dalam Petikan 4.7.3.2C dan Petikan 4.7.3.2D, menunjukkan penyelesaian masalah dalam kategori prosedural ke atas ungkapan  $'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$  yang melibatkan aplikasi kaedah pengiraan asas dari kiri ke kanan ke atas ungkapan tersebut.

**Petikan 4.7.3.2C (Hana):** Meringkaskan ungkapan algebra dalam bentuk

$$'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$$

:

P: Boleh kamu jelaskan semua langkah penyelesaian ini?

R: Ini (sambil menunjuk ke arah sebutan pertama ungkapan yang terletak di bahagian kiri sekali) dua darabkan dengan 'x' dapat dua 'x', kemudian darabkan dua ni dengan empat pula dapat lapan. Selepas itu, tambah enam.

Dalam kurungan, ini (sambil tunjuk operasi bahagi pada  $\frac{4x+6y}{2}$ ) kecilkan dapat dua 'x' tambah tiga 'y'. Selepas itu, kurungan ini pula (sambil menunjuk sebutan yang paling kanan sekali) tambah tiga, darabkan dengan satu dapat tiga, tiga darabkan pula dengan negatif empat 'y' dapat negatif dua belas 'y' (sambil melukiskan simbol kurungan pada bentuk  $'3 - 12y'$ ). Kemudian tulis kembali semua ini tanpa kurungan pula (sambil menulis perkara yang disebut).

:

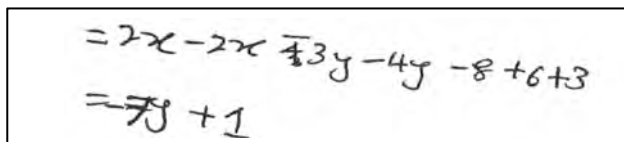
$$\begin{aligned} & (2x - 8) + 6 - (2x + 3y) + (3 - 12y) \\ & 2x - 2x + 3y - 12y + 6 + 3 - 8 \\ & -15 \\ & = -9y + 1 \end{aligned}$$

**Petikan 4.7.3.2D (Faris):** Meringkaskan ungkapan algebra dalam bentuk

$$2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$$

:

R: Lepas ini susun semula (murid menulis).



$$= 2x - 2x + 3y - 4y - 8 + 6 + 3$$

$$= 7 + 1$$

P: Bagaimana kamu dapat nilai akhir ini?

R: Mulakan dari sebutan paling kiri sekali, '2x' tolak '2x' jadi kosong. Kemudian tolak '3y' tolak '4y' hasilnya negatif tujuh 'y'. Selepas itu, selesai yang nombor.

P: Baik, jadi adakah ini hasil akhir?

R: Ya.

Berdasarkan Petikan 4.7.3.2C dan Petikan 4.7.3.2D, peserta kajian menyelesaikan masalah ke atas ungkapan  $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$  dengan mengaplikasikan kaedah pengiraan 'kiri ke kanan'. Semua peserta kajian memaparkan pengiraan ke atas sebutan yang membabitkan semua operasi asas dilakukan ke atas sebutan dari kiri ke kanan. Dalam hal ini, peserta kajian kerap memaparkan pengiraan bermula dari sebutan yang paling kiri ke sebutan yang terletak di bahagian kanan ketika mempertimbangkan sebarang bentuk penyelesaian. Sebagai contoh, penyelesaian sebutan dalam kurungan, peserta kajian menjalankan operasi ke atas sebutan tersebut dengan memulakan sebutan dari sebelah kiri terlebih dahulu. Seterusnya, peserta kajian menyusun sebutan mengikut kumpulan pemboleh ubah yang sama dan menjalankan operasi tambah dan tolak ke atas semua sebutan bermula dari kiri ke kanan. Dalam hal ini, peserta kajian memaparkan tingkah laku mengaplikasikan pengiraan dari kiri ke kanan ke atas setiap langkah penyelesaian.

Seterusnya, aktiviti penyelesaian masalah membabitkan situasi melibatkan ungkapan  $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$  turut dipaparkan oleh peserta kajian dengan perlaksanaan pelbagai kaedah. Semua peserta kajian memaparkan

tingkah laku meyelesaikan masalah dalam konteks ini. Tingkah laku Sofea dipaparkan dalam Petikan 4.7.3.2E menunjukkan penyelesaian masalah ke atas ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dengan perlaksanaan pelbagai kaedah ke atas sebutan.

**Petikan 4.7.3.2E (Sofea):** Meringkaskan ungkapan algebra dalam bentuk  

$$'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$$

- P: ..... Dalam hal ini kamu sebagai rakan sekelas, bagaimana kamu bantu beliau untuk menyelesaikan masalah ini?  
 R: (Murid termenung seketika, kemudiannya menulis di atas kertas).

- P: Boleh kamu jelaskan?  
 R: Mula sekali selesaikan dalam kurungan. Yang paling kiri sekali darabkan dua dengan sebutan 'x' dan '- 4' (sambil menulis langkah pengiraan di atas kertas). Kemudian, jadi bahagikan yang ini (sambil menunjuk ke arah sebutan ' $(4x + 6y)/2$ ' (sambil menulis) dan akhir sekali selesaikan kurungan ini (sambil menunjuk ke bentuk ' $3(1 - 4y)$ ').  
 P: Kenapa kamu jalankan pengiraan dalam kurungan duhulu?  
 R: Dalam setiap pengiraan yang mengandungi kurungan perlu diselesaikan terlebih dahulu untuk dapat sebutan tunggal.  
 P: Apakah langkah selepas itu?  
 :  
 P: Boleh kamu jelas kembali pengiraan ini?  
 R: (Murid temenung seketika), tambah enam tambah tiga dapat positif sembilan (sambil menulis).

(Murid memotong angka '7' pada sebutan yang telah ditulis).

Jawapannya ialah ' $15y + 1$ ' (sambil menulis).

Berdasarkan Petikan 4.7.3.2E, peserta kajian menyelesaikan masalah ke atas ungkapan  $'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$  dengan melaksanakan pelbagai kaedah dan langkah penyusunan semula. Semua peserta kajian memaparkan pengiraan ke atas sebutan yang membabitkan semua pelbagai kaedah pengiraan. Dalam hal ini, peserta kajian memaparkan pengiraan mengikut kaedah BODMAS dan kaedah pengiraan yang bermula dari sebutan yang paling kiri ke sebutan yang terletak di bahagian kanan ketika mempertimbangkan penyelesaian ke atas masalah yang mengandungi sebutan berbeza, kurungan dan operasi bercampur bagi ungkapan  $'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$ . Sebagai contoh, sebutan yang mengandungi kurungan, peserta kajian menjalankan operasi darab dan bahagi bagi mengembangkan sebutan tersebut dan memulakan operasi tersebut dari sebelah kiri terlebih dahulu.

Selain itu, peserta kajian memaparkan strategi menyusun semula sebutan setelah menyelesaikan masalah sebutan dalam kurungan bagi menganalisis setiap sebutan dinyatakan untuk langkah penyelesaian seterusnya. Peserta kajian turut memaparkan penyusunan semula sebutan mengikut kelompok pemboleh ubah yang sama dan menjalankan operasi tambah dan tolak ke atas semua sebutan bermula dari kiri ke kanan. Dalam hal ini, peserta kajian memaparkan tingkah laku membuat perancangan ke atas kaedah pengiraan yang sesuai bagi menyelesaikan masalah membabitkan operasi bercampur ke atas sebutan yang berbeza bagi ungkapan  $'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$ .

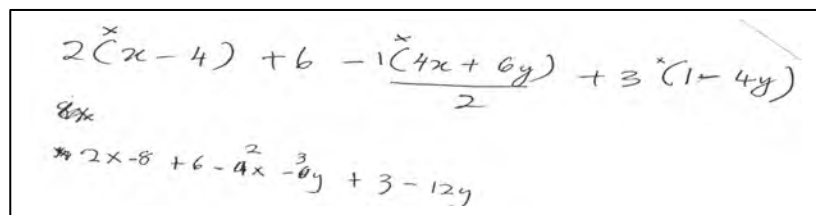
Seterusnya, aktiviti penyelesaian masalah dalam kategori operasi asas turut dinyatakan oleh peserta kajian dengan merancang langkah penyelesaian. Tingkah

laku peserta kajian dalam menyelesaikan masalah merangkumi aktiviti mencari alternatif, melaksana konsep pengiraan, dan mengubah langkah kerja sehingga hasil penyelesaian yang diperolehi difikirkan sesuai dan munasabah. Semua peserta kajian didapati memaparkan tingkah laku menyelesaikan masalah dalam konteks ini. Tingkah laku Alias dipaparkan dalam Petikan 4.7.3H, menunjukkan penyelesaian masalah ke atas ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dengan merancang langkah kerja.

**Petikan 4.7.3.2H (Alias):** Meringkaskan ungkapan algebra dalam bentuk ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '

P: Sekarang, bolehkah kamu jelaskan bagaimana untuk permudahkan bentuk ini?

R: (Murid termenung seketika, kemudiannya menulis di atas kertas).



$$2(x-4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1-4y)$$

$$2x - 8 + 6 - 4x - 3y + 3 - 12y$$

P: Kenapa tulis simbol 'x' di situ?

R: Sebab kena buang simbol kurungan ni, jadi kena darabkan nombor diluar ini dengan sebutan di dalam kurungan.

P: Mengapa kamu tulis angka 2 dan 3 di atas angka 4 dan 6?

...

P: Bagaimana kamu tahu jawapan ini salah?

R: Sebab langkah seterusnya perlu tulis semua hasil pengiraan yang telah dilakukan mengikut kategori sebutan bukan cuma tulis sebutan 'y' sahaja. Tapi saya tulis ini sebab melaksanakan pengiraan ringkas bagi sebutan 'y'.

P: Baiklah, bagaimana pula sebutan ini yang kamu turut batalkan?

R: Yang ini juga sama, saya tulis untuk tunjukkan pengiraan bagi hasil operasi tolak ke atas angka sembilan dan lapan yang bersamaan dengan satu. Tapi tidak sepatutnya tulis di langkah penyelesaian di sini. Sepatutnya kena tulis dengan lengkap bersama hasil operasi bagi sebutan 'y'.

P: Bolehkah kamu jelaskan pula langkah penyelesaian yang kamu gariskan dengan dua garisan di bawah sebutan ini?

R: Garisan ini maksudnya sebutan ini adalah jawapannya.

P: Kamu pasti?

R: Saya fikir inilah jawapannya, sebab sebutan ini tidak boleh lagi ditambah kerana dua sebutan yang tidak serupa.

P: Baik.

Berdasarkan Petikan 4.7.3.2F di atas, peserta kajian menyelesaikan masalah ke atas ungkapan  $'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$  dengan memaparkan perancangan ke atas langkah kerja yang hendak dilaksanakan. Langkah awal yang dilaksanakan oleh peserta kajian adalah menganalisis masalah dari segi jenis operasi, sebutan dan simbol yang terkandung dalam ungkapan yang tersebut. Kemudian, peserta kajian mengenal pasti tentang prinsip asas pengiraan yang perlu, mengkategorikan sebutan bagi membolehkan penambahan dan penolakan, dan membuat penyemakan semula ke atas langkah kerja.

Dalam menyelesaikan masalah membabitkan sebutan dalam kurungan, semua peserta kajian mengaplikasikan pengetahuan tentang konsep operasi asas ke atas sebutan berbentuk pecahan dan pengetahuan pendaraban integer positif dan negatif sebagai alternatif untuk menghilangkan simbol  $'( )'$ . Setelah menulis dan menerangkan cara penyelesaian, peserta kajian menjelaskan perkara tersebut buat kali kedua bagi menyemak langkah yang dinyatakan adalah betul. Tingkah laku ini memaparkan pengadaptasian prosedur penyelesaian masalah, iaitu memahami masalah, merencanakan pemecahan masalah, melaksanakan, dan melihat kembali (menyemak semula jawapan).

Pada masa yang sama, semua peserta kajian menghadapi kekangan dan ketepatan dalam hasil yang didapati. Justeru itu, peserta kajian memaparkan pelbagai cara dan pengubahsuaian langkah kerja dalam penyelesaian masalah yang dihadapi. Dalam hal ini, peserta kajian membuat refleksi ke atas masalah dan kekangan dengan mencari ikhtiar dan alternatif yang bersesuaian dan munasabah. Penyelesaian alternatif bagi penyelesaian masalah  $'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$  yang dipaparkan oleh peserta kajian merangkumi pengiraan operasi darab, bahagi, tambah,

dan tolak. Peserta kajian menggunakan beberapa kaedah yang bersesuaian dengan simbol dan sebutan yang terkandung dalam ungkapan tersebut apabila mendapati pengiraan yang dilakukan tidak sesuai dan tidak menepati penyelesaian yang dikehendaki.

Selain itu, peserta kajian melukiskan beberapa garisan lurus di atas sebutan dan langkah penyelesaian yang difikirkan salah atau tidak sesuai. Tingkah laku peserta kajian melukis garisan ke atas sebutan langkah penyelesaian yang tidak sesuai sebagai satu alternatif untuk memberitahu langkah tersebut dibatalkan. Bagi langkah penyelesaian yang mengandungi ketidaksesuaian dalam hasil operasi atau jawapan, maka penggunaan kaedah lain bagi mencari alternatif ke atas penyelesaian masalah tersebut. Dalam hal ini, peserta kajian menulis semula langkah penyelesaian sesuai dan betul.

Penggunaan garisan lurus pula digunakan oleh semua peserta kajian sebagai alternatif untuk memberitahu tentang jawapan atau hasil penyelesaian bagi masalah yang dipaparkan. Tingkah laku dipaparkan oleh semua peserta kajian dengan melukis dua garis lurus di bawah sebutan bagi langkah penyelesaian yang terakhir. Selain itu, penggunaan simbol ‘ # ‘ pada langkah kerja yang terakhir merupakan alternatif lain oleh sebahagian peserta kajian bagi menjelaskan tentang hasil penyelesaian yang didapati dan tamat langkah pengiraan.

#### **4.7.3.3 Penyelesaian ungkapan ‘ $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ’ dalam kategori simbol**

Aktiviti penyelesaian masalah membabitkan situasi ungkapan ‘  $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$  ’ turut dinyatakan oleh peserta kajian dengan

mempertimbangkan perlaksanaan beberapa kaedah pengiraan berdasarkan simbol tertentu. Semua peserta kajian memaparkan tingkah laku menyelesaikan masalah dalam konteks ini. Tingkah laku Hana dalam Petikan 4.7.3.3A menunjukkan penyelesaian masalah melibatkan ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ ' dalam kategori simbol merangkumi pertimbangan kaedah dan prinsip pengiraan.

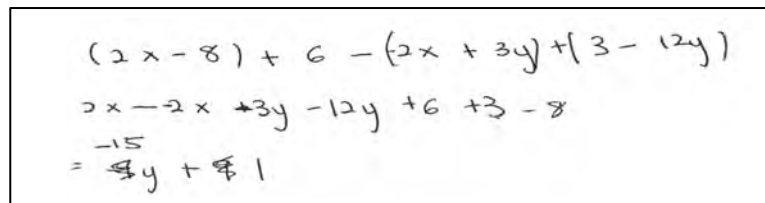
**Petikan 4.7.3.3A (Hana):** Meringkaskan ungkapan algebra dalam bentuk

$$'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$$

...

P: Boleh kamu jelaskan semua langkah penyelesaian ini?

R: Ini (sambil menunjuk ke arah sebutan pertama ungkapan yang terletak di bahagian kiri sekali) dua darabkan dengan ' $x$ ' dapat dua ' $x$ ', kemudian darabkan dua ni dengan empat pula dapat lapan. Selepas itu, tambah enam. Dalam kurungan, ini (sambil tunjuk operasi bahagi pada ' $\frac{4x+6y}{2}$ ') kecilkan dapat dua ' $x$ ' tambah tiga ' $y$ '. .....



$$\begin{aligned} & (2x - 8) + 6 - (2x + 3y) + (3 - 12y) \\ & 2x - 2x + 3y - 12y + 6 + 3 - 8 \\ & -15 \\ & = -9y + 1 \end{aligned}$$

P: Bolehkah kamu jelaskan pada sebutan yang ada simbol '-' di bahagian luar kurungan (sambil menunjuk ke arah sebutan  $-(2x + 3y)$ ), kenapa hanya unsur pertama sahaja yang berubah jadi ' $-2x$ ' tapi unsur kedua masih '+  $3y$ '.

R: Ini (sambil menunjuk ke arah ' $3y$ ') juga ada simbol negatif juga, jadi negatif tiga ' $y$ ' (sambil menulis simbol '-' di hadapan bentuk ' $3y$ ').

P: Bagaimana pula jika terdapat kurungan yang mengandungi bentuk pecahan macam ini (sambil menunjuk ke arah bentuk ' $\frac{4x+6y}{2}$ ')?

R: Kecilkan terlebih dahulu ungkapan yang ada pecahan, macam ini bahagikan dengan nilai dua ini, selepas itu baru bukakan kurungannya.

P: Apakah yang kamu maksudkan dengan bukakan kurungan?

R: Maksudnya, lakukan operasi darab ke atas unsur dalam kurungan untuk hilangkan simbol kurungan.

P: Baik, selepas itu apakah langkah seterusnya?

R: Lepas dah bukakan semua kurungan, susun ikut pemboleh ubah.

P: Selepas itu?

R: Akhir sekali selesaikan ikut operasi dan ikut pemboleh ubah.



Berdasarkan Petikan 4.7.3.3A di atas, peserta kajian menyelesaikan masalah ke atas ungkapan  $'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$  dengan memaparkan pelaksanaan pengiraan berdasarkan simbol tertentu. Pelaksanaan kaedah dan prosedur tertentu merangkumi penambahan, penolakan, pendaraban dan pembahagian. Dalam hal ini, semua peserta kajian mengenal pasti dan mempertimbangkan aktiviti pengiraan yang dilakukan berdasarkan simbol yang terkandung di dalam ungkapan  $'2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)'$ .

Simbol '( )' merupakan perkara yang awal yang dipertimbangkan oleh peserta kajian dalam menyelesaikan masalah. Melihat simbol kurungan, peserta kajian melaksanakan pengembangan sebutan dalam kurungan dengan memaparkan kaedah pendaraban dan pembahagian angka dan huruf dalam sebutan tersebut. Tingkah laku dalam melaksanakan operasi pendaraban dalam ungkapan algebra, peserta kajian memaparkan dua jenis pendaraban, iaitu konsep pendaraban ke atas dua nombor dan pendaraban nombor dengan simbol. Selain itu, peserta kajian turut melaksanakan operasi bahagi ke atas sebutan algebra yang mengandungi gandaan yang serupa. Semua peserta kajian mempertimbangkan 'garis serong' ke atas angka dalam gandaan yang serupa bagi memaparkan tentang konsep operasi bahagi. Pelaksanaan operasi pendaraban dan bahagi oleh peserta kajian ke atas sebutan yang mengandungi kurungan bertujuan untuk menghapuskan simbol dalam bentuk '( )'.

Selain itu, simbol '+' dan '-' dipertimbangkan oleh semua peserta kajian bagi melaksanakan operasi tambah dan tolak ke atas sebutan. Dalam hal ini, peserta kajian menganalisis dan mempertimbangkan jenis sebutan yang boleh dilakukan penambahan dan penolakan. Justeru itu, peserta kajian memaparkan sebutan berdasarkan kelompok pemboleh ubah yang sama bagi membolehkan operasi tambah

dan tolak dilakukan ke atas sebutan tersebut. Ringkasnya, setiap langkah penyelesaian, peserta kajian mempertimbangkan pelbagai prosedur dan konsep pengiraan ke atas nombor bulat, integer positif dan negatif, pengembangan kurungan, pecahan, dan operasi asas.

Secara keseluruhan, hampir semua peserta kajian mencari alternatif dalam menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '. Penggunaan konsep pengiraan berdasarkan BODMAS, penambahan, dan penolakan sebutan dari kiri ke kanan, kaedah pendaban dan pembahagian merupakan langkah penyelesaian yang dirancang dan alternatif oleh semua peserta kajian. Simbol tertentu digunakan oleh peserta kajian sebagai gambaran tentang pembatalan langkah kerja yang telah dilaksanakan. Oleh itu, peserta kajian mencari langkah alternatif yang perlu dilakukan bagi mengganti kaedah yang tidak sesuai untuk menyelesaikan. Dalam hal ini, peserta kajian memaparkan kepelbagaian pengetahuan tentang penyelesaian membabitkan analisis, adaptasi, dan aplikasi konsep dan kaedah pengiraan ke dalam masalah yang melibat situasi berkaitan dengan ungkapan algebra.

#### **4.7.4 Rumusan tentang Penyelesaian Masalah membabitkan Ungkapan Algebra**

Secara keseluruhan, kajian ini memaparkan penyelesaian masalah melibatkan ungkapan algebra dalam tiga situasi ayat algebra membabitkan perkara yang berubah-ubah dan bentuk ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '. Aktiviti penyelesaian yang dipamerkan oleh semua peserta kajian terbahagi kepada enam kategori, iaitu naratif dalam bahasa, simbol, corak dan pola susunan, grafik, sebutan,

dan operasi asas aritmetik. Berikut adalah rumusan bagi konstruk penyelesaian masalah merentasi kes:

1. Dalam menyelesaikan masalah ayat algebra membabitkan situasi nilai berubah-ubah, peserta kajian memaparkan penyelesaian dalam kategori naratif bahasa, notasi bersimbol, dan grafik. Penyelesaian dalam naratif membabitkan perkataan dan ayat tertentu dalam menggambarkan masalah. Kategori notasi bersimbol digunakan bagi memberikan gambaran dalam simbol matematik, dan nilai andaian bagi masalah yang dihadapi. Penyelesaian grafik membabitkan perwakilan ke atas masalah dalam bentuk lukisan. Semua peserta kajian tertumpu memaparkan penyelesaian dalam konteks naratif bahasa dan notasi bersimbol berbanding kategori grafik. Oleh itu kategori naratif dan notasi bersimbol mendominasi penyelesaian masalah ayat algebra tentang nilai yang berubah-ubah.
2. Dalam menyelesaikan masalah ayat algebra membabitkan nilai yang berubah-ubah dengan satu nilai tetap, peserta kajian memaparkan penyelesaian dalam kategori naratif bahasa, simbol, corak dan pola susunan, dan grafik. Penyelesaian masalah dengan menggunakan perkataan dan ayat tertentu bagi menggambarkan masalah. Penggunaan simbol bagi membentuk ayat matematik yang lebih ringkas dan jelas memaparkan perkara bermasalah. Penyelesaian dengan mengenal pasti corak dan pola susunan memberikan gambaran tentang corak dan susunan bagi masalah membabitkan nilai yang berubah. Kategori grafik membabitkan perwakilan ke atas masalah dalam bentuk lukisan. Semua peserta kajian memaparkan penyelesaian dalam tiga kategori, iaitu naratif, simbol, dan corak dan pola susunan.

3. Dalam menyelesaikan masalah ungkapan membabitkan bentuk simbolik, peserta kajian memaparkan penyelesaian dalam kategori sebutan, operasi asas arimetik, dan simbol. Penyelesaian dalam kategori sebutan merangkumi penjelasan prinsip asas pengiraan, pengkelompokkan, dan penyusunan semula sebutan. Bagi kategori operasi asas arimetik, penyelesaian yang dipaparkan oleh semua peserta kajian ini merangkumi melaksana, mengadaptasi, dan mengaplikasi pelbagai kaedah dan prosedur pengiraan ke atas ungkapan yang diberikan. Dalam hal ini, semua peserta kajian ini memaparkan kepelbagaian kaedah dan pengetahuan dalam menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan algebra.

Ringkasnya, dalam menyelesaikan masalah tentang ungkapan algebra, semua peserta kajian menglibatkan diri dengan aktif dari segi kognitif, afektif, rohani, sosial dan juga fizikal. Peserta kajian memberi respons terhadap masalah yang diutarakan secara lisan dan bertulis. Selain itu, pada setiap perlaksanaan langkah kerja untuk menyelesaikan masalah berkaitan, semua peserta kajian membuat kesimpulan, pertimbangan, hubung kait, rangkaian hubungan, dan sintesis tertentu.

## **BAB 5: PERBINCANGAN, KESIMPULAN, DAN IMPLIKASI**

Bab ini membincangkan lima perkara utama, iaitu ringkasan kajian, rumusan dan perbincangan dapatan kajian, kesimpulan kajian, ‘imergant’ dan implikasi. Dalam bahagian ringkasan kajian, gambaran menyeluruh yang ringkas dan padat tentang perkara tertentu dalam Bab Satu, Dua, dan Tiga. Bahagian rumusan dan perbincangan hasil kajian pula, merangkumi ringkasan tentang setiap tema dan interpretasi bagi pemahaman murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra yang dibincangkan dengan merujuk soalan kajian dan tinjauan literatur yang relevan. Bahagian kesimpulan membabitkan cadangan refleksi sebelum, semasa, dan selepas kajian yang membawa mesej yang bermakna. Bagi implikasi kajian, tumpuan utama perbincangan membabitkan sumbangan kepada teori yang mendasari kajian, amalan pendidikan, dan kajian lanjut berdasarkan hasil kajian dan tinjauan literatur yang relevan.

### **5.1 Ringkasan Kajian**

Kajian ini bertujuan untuk meneroka pemahaman murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra yang berasaskan tingkah laku lisan dan bukan lisan yang dipaparkan oleh murid dalam menjelaskan makna bagi situasi membabitkan ungkapan algebra. Dalam mengenal pasti pemahaman murid, kajian ini memfokuskan kepada: (a) gambaran mental yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang unsur asas dalam ungkapan algebra; (b) cara murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mewakili dan mentafsir masalah ayat algebra membabitkan ungkapan algebra; (c) makna yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra; (d) hubungan kait yang diberikan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra; (d) cara murid

Tingkatan Dua dalam kajian ini berkomunikasi tentang ungkapan algebra; (e) cara penaakulan yang digunakan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini dalam situasi melibatkan ungkapan algebra; dan (f) cara murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan algebra.

Dua puluh dua tugas membabitkan pemahaman tentang ungkapan algebra dijalankan terhadap enam orang murid Tingkatan Dua dalam kajian ini secara seorang demi seorang melalui enam sesi temu duga klinikal bagi tempoh enam bulan. Bagi mendapat respons terhadap tugas yang diberikan, tujuh situasi bermasalah berbeza disediakan dalam konteks gambaran mental, konteks perwakilan, konteks makna, konteks hubungan kait, konteks komunikasi, konteks penaakulan, dan konteks penyelesaian masalah. Analisis dan interpretasi tingkah laku murid berdasarkan temu duga klinikal yang dirakam melalui perakam video, perakam suara, dokumen seperti hasil tugas murid, dan catatan pengkaji melalui pemerhatian langsung tingkah laku murid. Rakaman video dianalisis selepas semua temu duga klinikal selesai dijalankan. Seterusnya, analisis data bagi pemahaman murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra dibentangkan dalam kajian kes bagi setiap murid dalam Bab Empat. Kemudian, pelaksanaan analisis merentasi kes sebagai satu analisis konseptual yang berguna untuk perbincangan dan rumusan akhir dalam Bab Lima.

Reka bentuk kajian ini menggunakan kajian kes dan membabitkan kes interpretasi, yang mana pemahaman murid dalam konteks tertentu diperolehi dari perspektif murid sendiri. Tinjauan literatur yang digunakan dalam kajian ini, sebahagian besarnya terdiri daripada kajian lepas yang merangkumi pemahaman tentang ungkapan algebra. Kajian lepas yang digunakan membabitkan pemahaman

ungkapan algebra yang berfokus pada pemahaman murid tentang algebra, ungkapan algebra, simbol dan angka, dan konteks pemahaman.

Dalam kajian ini, pemahaman murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra memberi tumpuan terhadap aspek kognitif, iaitu pembinaan secara aktif berasaskan pengalaman sedia ada murid. Oleh itu, konstruktivisme radikal sebagai asas bagi teori mengetahui mampu menjelaskan bagaimana seseorang individu membina pengetahuan dan menggunakan pengetahuan tersebut dalam konteks tertentu. Maka konstruktivisme radikal dijadikan sebagai rangka teori dalam kajian ini.

Kajian ini telah mengenal pasti beberapa hasil kajian. Berikut adalah beberapa hasil kajian utama yang telah dikenal pasti:

1. Gambaran mental tentang ungkapan yang diberikan oleh peserta kajian ialah pernyataan yang dikaitkan dengan luar bidang matematik.
2. Gambaran mental tentang algebra yang diberikan oleh peserta kajian ialah sesuatu yang melibatkan huruf, angka dan simbol.
3. Gambaran mental tentang ungkapan algebra yang diberikan oleh peserta kajian ialah suatu pernyataan matematik yang terdiri daripada gabungan huruf, angka dan simbol operasi asas, dan pernyataan tentang perkara yang tidak diketahui nilainya.
4. Perwakilan tentang ungkapan algebra yang diberikan oleh peserta kajian ialah pemboleh ubah, pekali, pemalar dan operasi asas.
5. Makna bagi unsur asas ungkapan algebra merangkumi nilai berubah, nilai tetap, penggabungan unsur membabitkan operasi asas, dan melaksanakan operasi tambah, tolak, darab, dan bahagi ke atas sebutan.

6. Hubung kait ungkapan algebra dalam bentuk berbeza diberikan oleh peserta kajian ialah bentuk dalam sebutan berbeza, bentuk dalam angka berbeza, bentuk dalam operasi berbeza.
7. Komunikasi tentang ungkapan algebra yang diberikan oleh peserta kajian ialah memerihai langkah kerja menggunakan bahasa dan simbol matematik, menjelaskan tentang prinsip, konsep dan prosedur pengiraan, dan melukis simbol dan benda tertentu dalam penyelesaian.
8. Penaaakulan tentang ungkapan algebra yang diberikan oleh peserta kajian ialah abstraksi tentang ciri ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’, justifikasi pemilihan bentuk yang ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’, generalisasi secara induktif tentang ungkapan algebra, implikasi bagi pembentukan ungkapan algebra, persamaan dan perbezaan ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’.
9. Kaedah penyelesaian masalah yang diberikan oleh peserta kajian ialah membentuk perwakilan dan mentafsirkan unsur asas ungkapan algebra membabitkan pemboleh ubah, pemalar, dan operasi asas; menjelaskan prinsip asas pengiraan aritmetik dalam ungkapan algebra ke atas sebutan, mengadaptasikan kaedah pengiraan BODMAS, mengaplikasi kaedah pengiraan dari kiri ke kanan, dan mencari alternatif dengan menggunakan pelbagai kaedah pengiraan.



## 5.2 Rumusan Hasil Kajian Dan Perbincangan

Dalam bahagian ini, rumusan hasil kajian dan perbincangan dilakukan dalam konteks soalan kajian. Oleh itu, ringkasan dan perbincangan hasil kajian yang diberikan dibuat interpretasi dengan mengambil kira beberapa kajian lepas yang telah ditinjau dalam Bab Dua agar membawa makna bagi hasil kajian.

### 5.2.1 Soalan 1: Apakah gambaran mental murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra?

Pemahaman murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra membabitkan gambaran mental, dirumuskan kepada lapan konteks yang berbeza membabitkan unit asas suatu ungkapan algebra. Kategori notasi bersimbol, naratif bahasa, operasi asas aritmetik, abstraksi, dan perwakilan nilai mendominasi gambaran mental murid dalam kajian ini tentang perkara melibatkan ungkapan algebra. Jadual 5.2.1 menunjukkan rumusan bagi keseluruhan gambaran mental ungkapan algebra.

Jadual 5.2.1

*Rumusan tentang keseluruhan gambaran mental tentang ungkapan algebra*

| Gambaran Mental  | Kategori                                                                       |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Ungkapan         | Notasi bersimbol<br>Naratif dalam konteks bahasa                               |
| Algebra          | Notasi bersimbol<br>Unit asas ungkapan algebra                                 |
| Ungkapan Algebra | Notasi bersimbol<br>Naratif dalam konteks bahasa<br>Unit Asas ungkapan algebra |
| Sebutan Algebra  | Notasi bersimbol<br>Angka                                                      |
| Pemboleh Ubah    | Notasi bersimbol<br>Abstraksi<br>Grafik                                        |

Jadual 5.2.1 (sambungan)

| Gambaran Mental | Kategori                                                                                    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Operasi Asas    | Operasi asas Aritmetik<br>Naratif dalam konteks bahasa                                      |
| Pekali          | Notasi bersimbol<br>Pendaraban nilai                                                        |
| Bentuk '6x'     | Operasi asas aritmetik<br>Perwakilan Nilai<br>Unit asas ungkapan algebra<br>Grafik<br>Rumus |

Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mengandungi beberapa ciri tertentu:

Gambaran mental ke atas unit asas ungkapan algebra; (a) naratif bahasa yang merangkumi perkataan dan ayat tertumpu pada gambaran bagi perkataan 'ungkapan', 'ungkapan algebra' dan 'pemboleh ubah', (b) notasi bersimbol lebih fokus kepada gambaran dalam bentuk angka, simbol, dan huruf bagi perkataan 'algebra', 'ungkapan algebra', 'pemboleh ubah', 'pemalar' dan 'pekali', (c) operasi asas dalam aritmetik menjelaskan gambaran tentang pekali, pemboleh ubah, dan sebutan algebra, (d) abstraksi lebih menumpukan gambaran secara abstrak tentang konsep pemboleh ubah, dan (d) perwakilan nilai memfokuskan gambaran tentang pemboleh ubah dan ungkapan dalam bentuk simbolik. Hal ini menunjukkan bahawa murid menggunakan pengetahuan sedia ada merangkumi konsep asas nombor, operasi asas aritmetik, dan beberapa perkara yang boleh dikaitkan dengan beberapa unit asas ungkapan dengan serta merta. Murid juga didapati menggunakan pengetahuan dalam bidang bahasa bagi menjelaskan perkara yang sukar untuk digambarkan secara simbol.

Hasil kajian mendapati tindakan murid Tingkatan Dua kajian ini membentuk sesuatu perkara secara persepsi tentang ungkapan algebra berdasarkan pengalaman lepas atau perkara yang telah dipelajari. Murid menggambarkan sesuatu yang dikaitkan dengan perkataan khusus membabitkan perkara asas dalam ungkapan algebra. Hasil dapatan kajian membabitkan gambaran mental yang terhasil selari dengan beberapa hasil kajian (Nik Azis, 1999; Jone & Bills, 1998; Pierce & Stacey, 2007; Reyhan, 2107), yang mana murid menggambarkan sebarang perkara yang dilafazkan, apabila mereka mendengar pola bunyi perkataan. Gambaran mental ini merangkumi pelbagai perkara yang murid gambarkan berdasarkan soalan yang diutarakan padanya dan ia boleh dalam bentuk bertulis mahupun lisan (Pirie & Kieren, 1989).

Dapatan kajian memaparkan gambaran mental murid Tingkatan Dua dalam kajian ini lebih tertumpu kepada gambaran secara simbolik tentang perkara asas dalam ungkapan algebra. Semua murid dalam kajian lebih selesa dan mudah untuk memaparkan gambaran secara simbolik dalam setiap perkara yang dinyatakan tentang ungkapan algebra kecuali perkataan 'ungkapan'. Dalam hal sedemikian, dapatan kajian mengenai gambaran mental tentang ungkapan algebra didapati mempunyai persamaan dengan beberapa dapatan kajian (Stacey & McGregor, 1999; Iris, 2007; Pierce & Stacey, 2007; Reyhan, 2017; Gregg & Erna, 2002), yang mana kebanyakan nya menggambarkan ungkapan algebra secara simbolik dengan menulis huruf, angka dan simbol, apabila mendengar sebarang perkataan yang berkaitan dengan perkara tersebut. Satu penjelasan yang munasabah ialah gambaran mental yang dimiliki oleh semua murid tentang ungkapan algebra berupa abstrak, yang mana gambaran tersebut didominasi oleh huruf dan simbol. Setiap huruf dan simbol digambarkan ke atas perkara yang tidak diketahui nilai. Manakala nilai berangka

pula merupakan gambaran khusus yang dimiliki oleh murid tentang ungkapan algebra. Penggunaan nilai berangka dalam menjelaskan tentang sesuatu perkara yang sukar memaparkan gambaran mental yang primitif segelintir murid dalam kajian ini. Pemberian angka secara andaian oleh murid dalam kajian ini bagi merujuk kuantiti sesuatu perkara yang tidak diketahui nilainya. Perkara yang tidak diketahui nilainya merupakan faktor utama yang digunakan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini dalam menentukan gambaran tentang ungkapan algebra

Seterusnya, hasil dapatan kajian ini turut mendapati semua murid memiliki gambaran secara naratif dalam bahasa tentang ungkapan algebra yang membabitkan penggunaan simbol dan konsep berdasarkan pengalaman lepas dan perkara yang telah dipelajari. Murid dalam kajian ini menggunakan perkara yang telah dipelajari dari kelas matematik dan mata pelajaran lain untuk menjelaskan tentang perkataan khusus dalam ungkapan algebra membabitkan ungkapan, algebra, pemboleh ubah, pekali, sebutan algebra, dan ungkapan algebra. Hal sedemikian disokong oleh beberapa kajian lepas, (Kaye Stacey & Mollie Mc Gregor, 1999; Erna Yackel & Diana Underwood, 2002; Reyhan, 2017) yang mana kajian mendapati murid menggunakan situasi sebenar dalam menggambarkan idea yang abstrak. Dalam hal ini juga, setiap murid dalam kajian ini didapati memaparkan gambaran yang berbeza bergantung kepada pengalaman dan pengetahuan yang diterima daripada pembelajaran di dalam kelas. Dua daripada enam orang murid dalam kajian ini berupaya menggunakan pengetahuan daripada pembelajaran dalam kelas Bahasa Melayu untuk menggambarkan tentang perkataan ungkapan berbanding lima murid yang lain. Gambaran perkataan ungkapan dipaparkan oleh murid berkaitan sebagai suatu pernyataan yang mengandungi maklumat tertentu. Perkara lain yang turut digunakan sebagai gambaran untuk ungkapan ialah perumpamaan dan peribahasa.

Gambaran bagi perkataan lain juga dijelaskan dengan berdasarkan perkara yang telah dialami daripada pembelajaran dalam kelas matematik di peringkat sekolah rendah dan menengah.

Seterusnya, hasil kajian mendapati penggunaan kepelbagaian cara dalam menggambarkan tentang sesuatu perkara bergantung kepada pendedahan maklumat dan pengetahuan lepas yang dialami oleh setiap murid dalam kajian ini. Dalam hal ini gambaran mental yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tertakluk kepada beberapa perkara asas dalam ungkapan algebra membabitkan pekali, pemboleh ubah, dan simbol operasi asas. Dapatan hasil kajian ini mempunyai sedikit persamaan dengan kajian Reyhan (2017) yang membabitkan gambaran mental tentang sebutan, pemboleh ubah, pekali, dan pemalar. Berdasarkan dapatan kajian beliau, murid menengah rendah menggambarkan sebutan sebagai elemen yang terkandung dalam ungkapan terpisah dengan simbol tambah dan tolak. Gambaran pemboleh ubah pula, berkaitan dengan nilai tetap dan pelbagai nombor. Gambaran pemalar dijelaskan sebagai sebutan yang tiada huruf atau anu, dan pekali digambarkan oleh murid kajian beliau sebagai nombor yang terletak di hadapan huruf. Semua gambaran ini dikatakan benar berdasarkan definisi secara konseptual oleh Reyhan. Kajian ini menunjukkan keterbatasan murid dalam mentafsir dan menggambarkan huruf dalam ungkapan sebagai simbol mempunyai kaitan dengan pengalaman murid semasa pembelajaran di peringkat sekolah rendah dan perkara terdahulu yang dipelajari di sekolah menengah. Namun begitu, dapatan hasil kajian ini mendapati pengalaman murid Tingkatan Dua dalam kajian agak luas dan tidak hanya terbatas dalam lingkungan subjek matematik sahaja. Gambaran mental murid dalam kajian ini mempunyai perubahan dari gambaran primitif yang membabitkan

angka sebagai nilai andaian hingga ke gambaran secara konseptual dan grafik yang merangkumi kepelbagaian pengetahuan tentang ungkapan algebra.

Selain itu, dapatan hasil kajian mendapati kepelbagaian gambaran mental yang dipaparkan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tertumpu pada perkara asas dalam ungkapan algebra merangkumi pemboleh ubah, pekali, simbol, dan operasi asas. Dapatan kajian ini disokong oleh kajian Yackel dan Diana Underwood, 2002, yang menjelaskan gambaran mental murid sekolah tentang ungkapan algebra membabitkan struktur asas yang membentuk ungkapan algebra. Kematangan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini dalam menjelaskan gambaran mental tentang ungkapan algebra didapati berbeza setiap orang. Yackel dan Diana (2002), mendapati gambaran mental yang primitif dan terhad mempengaruhi pemahaman murid tentang ungkapan algebra. Oleh yang demikian, ini akan menjejaskan pencapaian murid dalam menyelesaikan masalah algebra. Kajian Tillema dan Erik (2007) turut mendapati bahawa pemahaman sistem simbol algebra membabitkan notasi, rajah dan bahasa semula jadi murid bergantung kepada sejauh mana murid dapat membentuk definisi tentang perkara tersebut.

Dalam menjelaskan tentang perkara asas ungkapan algebra, kajian ini mendapati perbezaan gambaran mental antara setiap individu berdasarkan sebanyak mana pendedahan maklumat dan pengalaman lepas yang dialami. Kajian Reyes (2012) dan Monoranjana (2015), memaparkan dapatan yang menunjukkan kesukaran pembelajaran algebra murid dalam memahami soalan dan prosedur bergantung kepada gambaran konsep yang dimiliki oleh mereka. Dapatan kajian ini mempunyai persamaan dengan beberapa kajian lepas yang membincangkan tentang gambaran

mental yang dipaparkan oleh guru (Iiris, 2007; Robyn Pierce & Kaye Stacey, 2007; Girit, 2017) dan pelajar kolej (Pierre Arnoux & Aalin Finkel, 2009).

Hal ini menunjukkan perbezaan gambaran dalam kalangan murid sekolah menengah, guru dan pelajar kolej adalah dari segi kedalaman maklumat yang dapat dijelaskan bergantung kepada peringkat pembelajaran yang telah di alami oleh mereka. Gambaran mental guru tentang ungkapan lebih luas dan meliputi banyak perkara yang membabitkan sifat asas, struktur, dan proses. Menurut Iiris, 2007, guru menggambarkan ungkapan algebra sebagai suatu proses dan bukannya secara individu, seperti  $\sin x + \sin y$ , jumlah sudut pendalaman bagi sebuah poligon dan sebagainya. Bagi gambaran dan pemikiran pelajar kolej pula, merangkumi kepelbagaian yang membabitkan sifat asas dan konsep tentang ungkapan algebra berdasarkan kekayaan maklumat dan pengetahuan yang telah dipelajari menerusi peringkat umur Pierre Arnoux & Aalin Finkel, 2009. 'Sama tapi tidak serupa', kepelbagaian gambaran mental murid sekolah menengah tentang ungkapan terhadap kepada perkara dan konsep asas yang membabitkan sebutan, pekali, pemboleh ubah, dan operasi asas. (Reyhan, 2017; Diana Underwood & Erna Yackel, 2002). Hal sedemikian berlaku kerana pengalaman yang diperoleh murid sekolah menengah tidak sebanyak pengalaman guru dan pelajar kolej.

Seterusnya, dapatan kajian ini juga mendapati murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menggambarkan pemboleh ubah dengan menggunakan lukisan buah, pen, pensel, topi, baju, dan bahan yang terdapat di sekitarnya. Ini adalah sama dengan dapatan Erna Yackel dan Diana Underwood (2002) yang menggunakan pendekatan kedai gula-gula ke atas murid sekolah rendah bagi menggambarkan tentang ' $x + x$ ', ' $3x - 2$ ' dan beberapa perkara membabitkan tambah dan tolak suatu nilai dari

ungkapan algebra. Murid melukis jadual dengan meletakkan mempunyai nilai berangka yang berbeza bagi menggambarkan ungkapan yang diberikan. Manakala Reyhan (2017) pula, mendapati gambaran mental murid sekolah menengah lebih tertumpu kepada menulis sebutan yang yang didengari secara simbolik dan melukis sesuatu dengan lebih khusus seperti pekali dan sebutan. Berbeza dengan guru dan pelajar kolej, gambaran mental tentang ungkapan dipaparkan secara lukisan dengan lebih abstrak seperti sudut dan bulatan, peta minda, dan sebagainya. Ini menunjukkan pemahaman berkaitan dengan kematangan dan pengalaman pembelajaran. Hal sedemikian berlaku kerana gambaran mental seseorang individu merupakan imej yang terbentuk secara spontan apabila individu tersebut menggunakan skim yang khusus pada waktu tertentu untuk mentafsirkan suatu perkataan atau simbol.

Gambaran mental tentang ungkapan algebra yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tergolong dalam 10 kategori, iaitu notasi bersimbol, naratif berbahasa, anu, unit asas ungkapan, angka, abstraksi, operasi dalam aritmetik, 'multiplicand' dan 'multiplier', rumus, perwakilan nilai dan grafik. Ini menunjukkan murid bertindak mengikut ransangan yang serta merta dalam mindanya berdasarkan pengalaman, persekitaran atau perkara dalam kehidupan seharian. Perkara yang berkaitan dengan huruf, angka dan simbol adalah perkara yang sering digunakan dalam kelas matematik dan kehidupan seharian murid sejak mula pendidikan sama ada secara formal atau tidak formal. Maka sebarang perkara yang berkaitan dengan huruf dan angka juga terbayang dengan serta merta dalam minda murid.

Justeru, hasil dapatan ini menunjukkan gambaran mental yang dimiliki oleh murid tentang ungkapan algebra berkait rapat dengan perkara yang terdapat di persekitaran dan pengalaman yang diperolehi dari pembelajaran mereka di dalam



kelas. Selari dengan dapatan (Nik Azis, 1999, Kaye Stacey & Mollie Mc Gregor, 1999; Reyhan, 2017; Erna Yackel & Diana Underwood, 2002), gambaran mental murid yang dimiliki berdasarkan pengalaman lepas dan keadaan persekitaran mereka. Gabungan unsur pengalaman membentuk sesuatu konsep yang dikaitkan dengan perkataan khusus oleh seseorang individu sebenarnya terdiri daripada gabungan pengabstrakkan yang dibuat oleh mereka berdasarkan pengalamannya.

### 5.2.2 Soalan 2: Bagaimanakah murid Tingkatan Dua mewakili ungkapan algebra dalam masalah ayat algebra?

Dalam masalah ayat algebra dan gambar rajah, murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membentuk perwakilan dan tafsiran membabitkan ungkapan algebra. Aktiviti perwakilan dan tafsiran ke atas beberapa masalah ayat algebra melibatkan ‘kuantiti yang tidak diketahui’, ‘kuantiti yang berubah-ubah’, ‘beberapa kuantiti yang tidak diketahui nilainya dan satu nilai tetap’, dan ‘kuantiti yang berubah dengan satu nilai tetap’. Manakala aktiviti perwakilan dan tafsiran ke atas gambar rajah pula, melibatkan bentuk segi empat dan graf yang mengandungi paksi menegak dan mencancang. Jadual 5.2.2 menunjukkan rumusan bagi keseluruhan perwakilan tentang ungkapan algebra.

Jadual 5.2. 2

*Rumusan keseluruhan perwakilan membabitkan ungkapan algebra*

| Perwakilan                                                                         | Kategori                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Masalah ayat algebra membabitkan ‘ <i>kuantiti yang tidak diketahui nilainya</i> ’ | Simbol<br>Nilai berangka<br>Pemboleh ubah<br>Naratif dalam bahasa<br>Grafik |

Jadual 5.2. 2 (sambungan)

| Perwakilan                                                                                                                 | Kategori                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Masalah ayat algebra membabitkan ' <i>dua kuantiti yang tidak diketahui nilainya</i> '                                     | Ungkapan algebra<br>Nilai berangka<br>Naratif berkaitan dengan bahasa<br>Pemboleh ubah<br>Grafik<br>Operasi asas dalam aritmetik |
| Masalah ayat algebra membabitkan ' <i>dua kuantiti berbeza yang nilainya tidak diketahui bersama satu kuantiti tetap</i> ' | Ungkapan Algebra<br>Nilai berangka<br>Naratif dalam bahasa<br>Grafik                                                             |
| Sebarang situasi membabitkan ungkapan algebra                                                                              | Naratif dalam bahasa<br>Pemboleh ubah<br>Simbol<br>Grafik<br>Rumus                                                               |
| Ungkapan algebra membabitkan sebuah segi empat                                                                             | Rumus<br>Operasi asas aritmetik<br>Ukuran<br>Simbol                                                                              |
| Ungkapan algebra membabitkan graf                                                                                          | Naratif berkaitan bahasa<br>Hubung kait antara dua pemboleh ubah<br>Grafik<br>Simbol                                             |

Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mengandungi beberapa ciri tertentu.

Perwakilan ke atas ungkapan algebra dalam beberapa situasi berbeza membabitkan perkara berikut: (a) angka, (b) ukuran, (c) naratif dalam bahasa, (d) simbol, (e) pemboleh ubah, (e) operasi asas aritmetik, (f) grafik, dan (g) rumus. Penggunaan angka dan simbol menunjukkan satu bentuk perwakilan yang primitif oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mewakilkan ayat spesifik berdasarkan

bahan yang dimanipulatifkan. Hal ini menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membuat gambaran dengan angka dan huruf mewakili ayat yang spesifik berdasarkan konsep nombor dan pengetahuan yang sudah dipelajari.

Selain itu, perwakilan dalam bentuk lukisan gambar rajah pokok dan mewakili gambar rajah tersebut dengan angka dan huruf tertentu tentang konsep bahagi. Hal ini menunjukkan satu perwakilan ikonik, yang mana rajah bagi ayat tertentu yang dilukis atau ditunjukkan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini boleh diperhatikan secara langsung. Penggunaan bentuk lain seperti rumus, operasi asas dan naratif dalam bahasa, memaparkan kepelbagaian mod perwakilan menunjukkan satu pergerakan pengetahuan yang berdaya maju.

Hasil dapatan kajian ini mendapati murid Tingkatan Dua berupaya membentuk perwakilan tentang ungkapan algebra secara ayat algebra dan gambar rajah. Murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menggambarkan konsep asas dan saling hubungan bagi ungkapan algebra membabitkan nombor, pernyataan bersimbol, tatanda, lukisan, graf, dan rajah. Dalam proses tersebut murid membuat pilihan, menyelesaikan masalah, membuat keputusan, membuat komunikasi dan membentuk beberapa gambaran yang berbeza melibatkan pemboleh ubah, anu, pemalar, sebutan, dan operasi asas. Hal sedemikian sepadan dengan beberapa hasil kajian lepas (Neusa Cristina & João Pedro, 2012; Schlieman, Carraher & Brizuela, 2012; Booth & Koedinger, 2010; Lee, Kiat, Swee & Jeremy, 2013; A'lvarez, Chacón, & Ursini, 2015; Kajian Akpalu dan rakan, 2018), yang menjelaskan tentang kepelbagaian bentuk perwakilan berkaitan dengan ungkapan algebra.

Dalam menyatakan perwakilan tentang ungkapan algebra, murid Tingkatan Dua kajian ini tertumpu untuk menjelaskan sebarang perkara tentang ungkapan algebra

secara simbol dan naratif dalam bahasa, dengan perkara yang difokuskan dalam perwakilan tersebut membabitkan kuantiti yang tidak diketahui nilainya. Bentuk naratif dalam bahasa menjadi kegemaran murid dalam kajian ini dalam mewakili sesuatu tentang ungkapan algebra bagi menggambarkan tentang sesuatu yang sukar untuk dinyatakan dalam bentuk simbol. Hasil dapatan mendapati bentuk naratif mendominasi ke atas perwakilan yang membabitkan perkataan dan idea tertentu yang tidak dapat dijelaskan dengan angka, huruf, dan simbol. Manakala perwakilan dalam bentuk simbolik pula, hasil kajian mendapati murid Tingkatan Dua kajian ini lebih tertumpu menggunakan angka, huruf, dan simbol dalam menggambarkan tentang perkara asas ungkapan algebra seperti pemboleh ubah, operasi asas, dan pemalar. Dalam hal sedemikian, tumpuan utama murid Tingkatan Dua kajian ini dalam membentuk perwakilan tentang ungkapan algebra diberikan kepada perkara yang berkaitan dengan kuantiti yang tidak diketahui nilainya, dan kuantiti yang tetap nilainya. Hasil kajian ini menepati kajian von Glasesfeld (1989) bahawa satu keadaan atau kuantiti yang tidak diketahui boleh wakil dengan huruf, perkataan, simbol, graf, dan tanda rekaan.

Seterusnya, perwakilan yang dipaparkan oleh murid dalam kajian ini merangkumi pembentukan model dan pentafsiran fenomena fizikal, sosial, dan matematik berlandaskan pengalaman serta perkara yang telah dipelajari dalam kelas. Dalam hal itu, murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membentuk dan menggunakan perwakilan untuk menyusun dan membuat komunikasi tentang idea matematik; dan memilih mengaplikasi, dan menterjemahkan satu bentuk perwakilan ke bentuk lain dalam penyelesaian masalah (Nik Azis, 2008, 2014). Penggunaan pelbagai bentuk perwakilan dari murid memaparkan pengalaman yang berbeza. Dapatan ini sepadan dengan pandangan Teori Konstruktivisme yang memainkan semula pengalaman

yang dimiliki oleh seseorang dalam bentuk imej mental dan perwakilan semula berasaskan batasan pengalaman masing-masing. Dapatan kajian ini turut disokong oleh dapatan kajian Carraher dan Schliemann (2002), yang mendapati bahawa murid sekolah memerlukan lebih banyak pengalaman dengan menggunakan huruf untuk nilai yang tidak diketahui sebelum ungkapan algebra menjadi logik akal kepada mereka.

Selain itu, dapatan kajian ini dari segi kedalaman dan kematangan pengalaman yang diperolehi dalam bentuk perwakilan sedikit berbeza dengan dengan kajian Krebs (2003), Jon dan Bethany (2009), Schliemann, Carraher, dan Brizuela (2012), yang memaparkan penggunaan perisian teknologi bagi membantu murid untuk manipulasi, menggambarkan, dan mensimulasikan data algebra yang kompleks. Dapatan kajian mereka menunjukkan dengan cara perwakilan tersebut, murid dapat mewakili dan meneliti idea dan situasi matematik yang tidak dapat diwakili dan diteliti sebelum ini. Hal ini tidak dapat paparkan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini berdasarkan kekangan pengalaman yang terhad.

Walau bagaimanapun, hasil kajian mendapati murid dalam kajian ini berupaya mempelbagaikan bentuk perwakilan tanpa menggunakan sebarang bantuan teknologi dengan memaparkan dalam bentuk lukisan dan jadual. Dalam kajian Jon dan Bethany (2009), mendapati bahawa pendedahan terhadap pelbagai jenis bentuk perwakilan, penting bagi pengalaman awal murid dengan algebra yang membuka jalan bagi pemahaman matematik di luar sekadar bilangan, kiraan, dan operasi aritmetik. Selain itu, dapatan kajian mereka membuktikan bahawa kepelbagaian jenis bentuk perwakilan banyak memberi keuntungan kepada murid sekolah menengah untuk membentuk pemahaman isi kandungan dan konsep algebra yang belum pernah

mereka alami sebelumnya. Kajian Hulse (2013) pula, menjelaskan pengaruh struktur masalah ayat algebra ke atas pembentukan ungkapan algebra. Kajian yang dilakukan ke atas pelajar institut pengajian tinggi berusia 18 tahun hingga 28 tahun mendapati bahawa cara membuat perwakilan ke atas masalah ayat algebra yang dipaparkan secara naratif teks dan gambar masih terbatas pada perkara yang diketahui dan tidak diketahui. Dalam hal sedemikian, sepadan dengan dapatan kajian ini yang mendapati murid Tingkatan Dua dalam kajian ini memiliki beberapa bentuk perwakilan yang berbeza membabitkan perwakilan secara naratif, simbol, pemboleh ubah, rumus, nilai berangka dan grafik.

Sehubungan dengan itu, kepelbagaian mod perwakilan dalam suatu perkara turut memaparkan kematangan seseorang individu dalam memahami sesuatu perkara (von Glasesfeld, 1989; Nik Azis, 1999, 2014; Schlieman, Carraher & Brizuela, 2012). Perbezaan mod perwakilan dalam dapatan kajian ini tentang ungkapan algebra memaparkan keupayaan murid membuat saling hubungan antara unsur asas dengan suatu struktur yang lebih besar yang membolehkan mereka memahami ungkapan algebra dengan lebih baik. Cara perwakilan yang digunakan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini terbahagi kepada kategori naratif, simbol, pemboleh ubah, operasi asas dalam aritmetik, dan rumus, menunjukkan mereka mempunyai kemahiran dan pengetahuan yang pelbagai dalam perwakilan ungkapan algebra. Dapatan ini sepadan dengan Nik Azis (2014) dan von Glasesfeld (1989), yang mendapati kepelbagaian bentuk perwakilan yang berbeza di anggap dapat menggambarkan aspek yang berlainan bagi semua konsep atau saling hubungan matematik yang kompleks.

Sependapat dengan kajian ini ialah kajian Krebs (2003), Lee dan rakan, (2013), dan Booth yang mendapati pemahaman murid tentang ungkapan algebra tergolong dalam beberapa cara yang bergantung kepada keupayaan mereka untuk membuat saling hubungan dalam kalangan bentuk perwakilan yang dipaparkan oleh murid tersebut. Petunjuk pemahaman yang penting ialah dapat mewakili keadaan matematik dalam pelbagai cara dan mengetahui bagaimana perwakilan yang berbeza dapat berguna untuk tujuan yang berbeza. Tahap pemahaman murid adalah berkaitan dengan kekayaan dan sejauh mana perlanjutan perwakilan yang dimiliki oleh murid (Skemp, 1989; National Research Center, 2001).

### 5.2.3 Soalan 3: Apakah makna yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra?

Makna yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra dibahagikan empat tugas yang membabitkan kotak 'Pemproses', iaitu makna tentang pemboleh ubah, makna tentang pemalar, makna tentang menilaikan ungkapan, dan makna tentang operasi asas membabitkan ungkapan algebra. Jadual 5.2.3 menunjukkan rumusan bagi tafsiran tentang perkara asas dalam ungkapan algebra.

Jadual 5.2.3

*Rumusan keseluruhan tafsiran tentang perkara asas dalam ungkapan algebra*

| Makna                      | Kategori                                                                          |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Idea tentang pemboleh ubah | Nilai yang berubah-ubah<br>Naratif dalam konteks bahasa<br>Pendaraban nilai       |
| Idea tentang pemalar       | Nilai yang tetap<br>Pemboleh ubah yang dimalarkan<br>Naratif dalam konteks bahasa |

Jadual 5.2.3 (sambungan)

| Makna                                              | Kategori                                                                                   |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Idea tentang menilai ungkapan algebra              | Penggantian nilai<br>Operasi asas dalam aritmetik                                          |
| Idea tentang operasi asas ke atas ungkapan algebra | Penggabungan sebutan<br>Operasi tambah<br>Operasi tolak<br>Operasi darab<br>Operasi bahagi |

Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mengandungi beberapa ciri tertentu.

Tafsiran tentang pemboleh ubah, pemalar, menilai ungkapan, dan operasi asas ke atas ungkapan algebra membabitkan perkara berikut: (a) konsep nilai berubah-ubah, (b) penjelasan naratif dalam bahasa, (c) menjelaskan tentang konsep dan kaedah pengiraan aritmetik, (d) penggantian sebarang nilai, dan (e) pendaraban nilai. Hal ini menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menggunakan pengetahuan yang dibina daripada pengalaman sendiri tentang konsep pemboleh ubah, pemalar, nilai, dan operasi asas. Tafsiran tentang menilai ungkapan dan operasi asas ke atas ungkapan pula, membabitkan konsep pendaraban sebarang angka dengan simbol, penambahan berulang angka yang sama sebanyak tiga kali, penambahan, dan penolakan ke atas sebutan. Hal ini menunjukkan murid menggunakan pengetahuan arithmetik dan asas operasi darab tentang cara bertindak dalam situasi yang dialami bagi menentukan pemboleh ubah dan hasil yang diperolehi bersifat logikal.

Hasil kajian menunjukkan bahawa semua murid tidak sama dalam cara bertindak untuk menentukan pemboleh ubah dan berbeza dalam mentafsir tentang pemboleh ubah, pemalar, manilai ungkapan dan operasi asas ke atas ungkapan algebra. Hal ini



menunjukkan pengetahuan tentang pemboleh ubah bagi menggambarkan realiti aspek ungkapan algebra yang dibina sendiri melalui pengalaman masing-masing. Selain itu, kajian ini mendapati hampir semua murid yang terlibat memerlukan contoh operasi '*vending-machine*' bagi menggambarkan makna pemalar. Hal ini menunjukkan bukan semua murid memiliki pengetahuan logikal yang disedari sebab sebahagian besar murid belum berupaya menjelaskan perkara tentang makna pemalar secara meluas.

Dapatan kajian mengenai makna tentang ungkapan algebra berkaitan dengan struktur konsepsi yang digunakan oleh murid dalam mentafsirkan dan menyusun pengalaman mereka, dan struktur tersebut sentiasa terdedah untuk dipinda atau diubah oleh pengalaman yang ditafsirkan atau disusun itu (von Glasersfeld, 1996). Justeru itu, dapatan kajian ini didapati mempunyai persamaan dengan beberapa hasil kajian (Ursini & Trigue, 2001; Usiskin, 1988; Demby, 1997; Carraher, Schliemann, & Brizuela, 2000; Christou, Vosniadu, & Vamvakoussi, 2006; Rystedt, 2015; Akpalu, 2018), yang mana setiap perkara asas berkaitan dengan ungkapan algebra ditakrifkan dengan pelbagai pengetahuan dari segi konsep, prosedur, dan operational berdasarkan pengalaman masing-masing dan persekitaran yang didedahkan kepada mereka tentang ungkapan algebra.

Hasil kajian ini turut mendapati murid Tingkatan Dua dalam kajian memberikan pelbagai tafsiran tentang pemboleh ubah, pemalar, menilai ungkapan, dan operasi asas membabitkan ungkapan algebra, ini menunjukkan makna yang dibentuk berkait rapat dengan pengetahuan matematik dan pengetahuan lain dalam struktur kognitif yang dijelaskan dan difahami dengan baik. Hal ini sepadan dengan pandangan (Cooper, William, & Batoro, 1999; MacGregor & Stacey, 1997; Carraher,

Schliemann, & Brizuela, 2000), yang mendapati murid mentafsirkan situasi-situasi berkaitan dengan pemboleh ubah, pemalar, pekali, dan operasi asas membabitkan ungkapan algebra menunjukkan ketibaan makna melalui ilham seseorang berdasarkan pengetahuan dan pengalaman.

Sebagai contoh, dapatan kajian tentang idea tentang pemboleh ubah mendapati murid Tingkatan Dua kajian ini memfokuskan kepada tiga konteks berbeza membabitkan naratif bahasa, nilai yang berubah-ubah, dan pendaraban nilai (*multiplier*). Hal ini menunjukkan murid kajian ini menggunakan pengetahuan dalam konteks bahasa, angka, dan pengiraan secara aritmetik dalam menjelaskan tentang pemboleh ubah. Dapatan ini mempunyai persamaan dengan Carraher, Schliemann, dan Brizuela (2000), mendapati murid sekolah rendah mentafsir pemboleh ubah sebagai perkara yang tidak diketahui nilainya dengan menganggarkan pelbagai angka yang berkemungkinan. Dalam hal ini, murid didapati menggunakan pengetahuan tentang nilai berangka dalam aritmetik yang telah dipelajari bagi mentafsir tentang perkara yang logik dan munasabah sebagai suatu pemboleh ubah.

Selain itu, dapatan kajian ini juga mendapati bahawa kematangan murid memberi kesan kepada cara mentafsir pemboleh ubah secara khusus, dan ungkapan algebra secara umumnya. Hal sedemikian disokong oleh dapatan kajian Christou, Vosniadu, & Vamvakoussi (2006), yang menunjukkan bahawa pengalaman awal murid hanya membabitkan nombor dalam konteks aritmetik, membatasi pemahaman mereka tentang sifat umum simbol literal, iaitu pemboleh ubah ditakrifkan dalam pelbagai nombor nyata, tafsiran mereka tentang pemboleh ubah. Namun setelah murid yang sama diberi pendedahan dan pengalaman pelbagai konsep tentang algebra, penemuan menunjukkan bahawa tafsiran murid berdaya maju dan abstrak.

Justeru, pekaji lepas mendapati pemahaman awal nombor adalah pengalaman yang primitif, menghalang pemerolehan konsep matematik yang lebih maju seperti dalam hal pecahan, nombor rasional, atau peraturan algebra (Stafylidou & Vosniadu, 2004; Vamvakoussi & Vosniadou, 2004, Nik Aziz, 2008).

Dalam hal yang sama, dapatan Demby (1997) menunjukkan tafsiran yang lebih maju dalam kalangan murid berusia 13 hingga 15 tahun tentang ungkapan algebra. Dapatan kajian beliau menunjukkan kepelbagaian pengetahuan dari segi prosedur dalam mentafsir dan menjelaskan ungkapan algebra. Berbeza dengan dapatan (Stacey & MacGregor, 1997; Alibali, McNeil, Weinberg, & Stephen, 2005) yang menunjukkan dapatan kajian dalam kalangan murid sekolah rendah mentafsirkan simbol dalam algebra sebagai angka khusus yang membawa kepada subjek bersifat emperikal.

Selain itu, dapatan kajian ini membantu mendalami satu kajian kes tentang pemahaman murid tentang pemboleh ubah sebagai sebarang nombor dan anu (Akgun & Ozdemir, 2006), yang mendapati kesukaran murid dalam memahami perkara tersebut berkait rapat dengan konsep. Walau pun kajian mereka mendapati murid menjelaskan pemboleh ubah sebagai suatu identiti yang tidak diketahui dan identiti tersebut diselesaikan dengan penggantian nilai berangka. Namun pengkaji mendapati peserta kajian kajian mereka tidak mencapai makna dasar algebra. Untuk memperbaiki perkara tersebut, pengkaji mengesyorkan dan menegaskan kajian lain untuk mendalami kajian pemahaman dengan menumpukan kajian tentang makna bagi perkara asas ungkapan algebra dan tafsiran murid tentang hubungan antara aritmetik dan algebra. Dalam hal itu, dapatan kajian tentang makna ungkapan dalam kalangan murid Tingkatan Dua membantu dalam menjelaskan beberapa perkara

membabitkan pemboleh ubah, pemalar, menilaikan ungkapan, dan operasi asas antara ungkapan algebra.

Kajian lain (Thomas & Tall, 2001; Chin & Tall, 2000) turut sependapat bahawa pengalaman murid memberi kesan tafsiran suatu perkara yang dipelajari. Perubahan makna dari matematik asas kepada suatu teori mengambil masa yang agak lama. Seseorang itu didapati dapat memahami sesuatu perkara apabila berupaya mendedah perkara tersebut dengan cara yang berbeza. Kematangan murid dalam memaparkan kepelbagaian kognitif membabitkan pengetahuan faktual, prosedural, konseptual, grafik, operatif, dan reflektif membantu mereka dalam membina semula konsep imej bagi membina makna bagi suatu definisi atau teorem dari pengalaman sebelumnya (Thomas & Tall, 2001; Nik Azis, 2008). Hal sedemikian memaparkan pemikiran yang berdaya maju.

Kajian Rystedt (2015) turut menyentuh tentang pemahaman ungkapan algebra secara umum, namun memberikan fokus kepada pembinaan makna ke atas pemboleh ubah dan bentuk yang sesuai dalam memperkenalkan algebra. Kajian beliau memaparkan tentang pembinaan makna membabitkan tafsiran tentang suatu perkara bukan statik atau sehalu, tetapi memerlukan jaringan dan hubung kait pengetahuan sedia ada murid itu sendiri. Kesimpulan pengkaji ini berdasarkan dapatan kajiannya bahawa tafsiran murid tentang huruf algebra boleh bersifat dinamik dan maknanya boleh ubah dengan cepat bergantung pada sumber persekitaran mereka yang bukan hanya sekadar pengetahuan yang statik tetapi lebih kepada rangkaian pengetahuan tersebut mempunyai persamaan dengan kajian ini.

Secara keseluruhan, dalam konteks ini, makna bagi unit asas dalam ungkapan algebra terdiri daripada pentafsiran seseorang murid tentang perkara tersebut

berdasarkan pengetahuan sedia ada. Untuk memantapkan dan mengembangkan makna ini, penggunaan pengetahuan yang relevan adalah penting. Semakin canggih pengetahuan matematik yang dipunyai oleh seseorang murid maka semakin mantap makna matematik yang dipunyai oleh murid tersebut (Nik Azis, 1999).

#### 5.2.4 Soalan 4: Bagaimanakah murid Tingkatan Dua membuat hubung kait antara konsep berkaitan dengan ungkapan algebra?

Kajian pemahaman murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra yang membabitkan hubung kait dibahagikan tiga bahagian, iaitu hubung kait antara beberapa ungkapan algebra yang mengandungi pemboleh ubah yang sama, hubung kait antara satu ungkapan dengan ungkapan seumpama, dan hubung kait antara dua ungkapan yang mengandungi pemboleh ubah yang sama dan bilangan sebutan yang berbeza. Jadual 5.2.4 menunjukkan rumusan bagi hubung kait yang dijelaskan oleh semua peserta kajian tentang perkara asas dalam ungkapan algebra.

Jadual 5.2.4

*Rumusan hubung kait tentang ungkapan algebra*

| Hubung Kait                                         | Kategori                                              |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Bentuk ' $5a$ ' dan ' $a + 4a$ '                    | Sebutan<br>Operasi asas aritmetik                     |
| Bentuk ' $a + 4a$ ', ' $5a$ ', dan ' $2a + 3a$ '    | Sebutan<br>Operasi asas aritmetik                     |
| Bentuk ' $5a$ ' dan ungkapan lain yang seumpama     | Sebutan<br>Operasi asas                               |
| Ungkapan ' $3m + 2(4m - 3m)$ ' dengan ' $5m - 2m$ ' | Sebutan<br>Operasi asas aritmetik<br>Kaedah pengiraan |

Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mengandungi beberapa ciri tertentu.

Hubung kait ke atas ungkapan algebra membabitkan pengkelasan, perbandingan, analisis, dan menggabungkan sebutan. Hal ini menunjukkan bahawa murid menggunakan pengetahuan yang telah dipelajari membabitkan saling hubungan antara perkara asas dalam pengetahuan aritmetik, nombor dan menjalankan operasi asas. Beberapa hubung kait ke atas ungkapan seperti berikut; (a) menggabungkan dua atau lebih sebutan menjadi ungkapan tunggal dengan simbol '+'; (b) menjalankan penambahan sebutan yang mengandungi pemboleh ubah yang sama; dan (c) menjalankan operasi tambah bagi membentuk nilai yang sama dengan ungkapan yang dibandingkan. Hal ini menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menggunakan pengetahuan yang dibina daripada pengalaman sendiri tentang kaedah dan teknik pengiraan aritmetik serta operasi asas.

Dapatan kajian mengenai hubung kait menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini melaksanakan ungkapan algebra dalam konteks yang berbeza, menjelaskan struktur dalam seting yang berbeza, dan kepelbagaian gambaran konsep membabitkan pengetahuan nombor, konsep arithmetik, kaedah dan peraturan dalam pengiraan nombor dan simbol (Nik Azis, 2008; von Glasersfeld, 1996). Justeru itu, dapatan kajian ini didapati mempunyai persamaan dengan beberapa hasil kajian (Usiskin, 1988, 2005; Stacey & MacGregor, 1999; Iiris, 2007; Kerry et al, 2013; Booth & Koedinger, 2010; Carraher, Schliemann, & Brizuela, 2000; Jeniffer, 2003; Chimoni & Pitta-Pantazi, 2019), yang menunjukkan penggunaan ungkapan algebra dalam pelbagai konteks dan struktur yang berbeza.

Dalam hal sedemikian, murid Tingkatan Dua dalam kajian ini didapati memaparkan pelbagai aktiviti pemikiran yang membabitkan menganalisis, mempertimbang, membanding beza, dan penyepaduan struktur asas ungkapan algebra dalam konteks penambahan berulang, pengurangan unsur, dan prosedur pengiraan. Dapatan kajian ini selari dengan beberapa kajian lain yang menggunakan ungkapan algebra dalam konteks yang berbeza, Booth & Koedinger (2010) dan Kerry et al, (2013) menjelaskan struktur asas ungkapan algebra dalam bentuk rajah dan graf. Manakala kajian Iris (2007) pula, mempertimbangkan struktur dan operasi ungkapan algebra dalam seting kuadratik, trigonometri, pengamiran, dan geometri. Perbincangan tentang algebra di usia muda, Jeniffer (2003) menjelaskan unit asas ungkapan algebra dalam konteks generalisasi susunan corak.

Selain itu, dapatan kajian turut menyumbang kepada dapatan kajian Usiskin (2005), yang mendapati algebra digunakan dan dihuraikan dalam pelbagai konteks. Dapatan kajian ini menambah maklumat dan bukti bagi kajian pengkaji lepas yang merumuskan algebra berdasarkan pelbagai kegunaan pemboleh ubah. Antara konteks dan seting algebra dalam kajian tersebut, ialah algebra dilihat sebagai generalisasi nombor, prosedur, hubungan antara kuantiti, dan kajian tentang struktur (Usiskin, 1988, 2005). Berdasarkan dapatan kajian yang memaparkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini melihat dan menjelaskan ungkapan algebra dalam konteks pengetahuan nombor, konsep arithmetik, dan kaedah pengiraan mengikut 'BODMAS', dapatan ini dilihat secocok dengan semua keadaan algebra yang dikhususkan oleh kajian Usiskin (1988, 2005).

Aktiviti pengkelasan, perbandingan, dan penyatupaduan membabitkan ungkapan algebra yang dipaparkan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini dalam kajian ini

merupakan kebolehan mereka untuk membuat hubung kait ke atas situasi yang diberikan. Selain itu, murid turut membentuk generalisasi ke atas susunan corak pemikiran yang didapati berdasarkan pengetahuan yang telah dipelajari. Hal ini menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mempamerkan proses refleksi dan abstraksi terhadap pengetahuan yang dibina. Dalam erti kata lain, kebolehan mengenal pasti dan menggunakan hubung kait dalam kalangan idea matematik, mengenal pasti dan mengaplikasikan matematik dalam konteks di luar bidang matematik, mendemonstrasikan cara idea matematik saling berkaitan antara satu sama lain dan membina satu idea matematik lain untuk menghasilkan keseluruhan yang koheran (Hiebert & Carpenter, 1992 dan Mousley, 2004).

#### 5.2.5 Soalan 5: Bagaimanakah murid Tingkatan Dua berkomunikasi tentang ungkapan algebra?

Komunikasi murid Tingkatan Dua dalam kajian ialah menceritakan penyelesaian bagi masalah ungkapan algebra dengan mendengar, bercakap dengan lantang, dan membuat perwakilan bergambar. Penggunaan dua situasi berbeza bagi memaparkan komunikasi murid Tingkatan Dua tentang ungkapan algebra. Jadual 5.2.5 menunjukkan rumusan tentang komunikasi melibatkan ungkapan algebra.

Jadual 5.2.5

*Rumusan keseluruhan komunikasi tentang ungkapan algebra*

| Komunikasi                                                        | Kategori                                               |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Ungkapan dengan sebutan tunggal                                   | Pengiraan aritmetik<br>Simbol dan tatanda<br>Grafik    |
| Ungkapan dengan satu pemboleh ubah<br>' $2q + 1 - 2(q - 1) - q$ ' | Prosedur penyelesaian<br>Pengiraan aritmetik<br>Grafik |



Jadual 5.2.5 (sambungan)

| Komunikasi                                                    | Kategori                                               |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Ungkapan dengan dua pemboleh ubah<br>' $3h + 5l - (h + 2l)$ ' | Prosedur penyelesaian<br>Pengiraan aritmetik<br>Grafik |

Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mengandungi beberapa ciri tertentu.

Penjelasan dan cerita tentang ungkapan yang mengandungi satu sebutan tunggal yang serupa, membabitkan perkara berikut: (a) memerihai konsep pemboleh ubah dalam pengiraan aritmetik, (b) menjelaskan kaedah pengiraan, dan (c) secara grafik. Hal ini menunjukkan bahawa murid berkomunikasi menggunakan pengetahuan yang telah dipelajari membabitkan perkara asas dalam pengetahuan aritmetik, nombor dan pengiraan operasi asas yang melibatkan simbol tertentu.

Penjelasan dan cerita tentang meringkaskan satu ungkapan yang mengandungi pemboleh ubah yang serupa dan berbeza, membabitkan perkara berikut: (a) perihai setiap langkah kerja dalam bentuk simbol, prosedur pengiraan mengikut 'BODMAS', pengiraan dari kiri ke kanan, pendaraban sebutan dalam kurungan dengan angka, dan (b) penyusunan semula semua sebutan mengikut kategori untuk penyemakan semula langkah penyelesaian, (c) secara grafik. Hal ini menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini berkomunikasi menggunakan pengetahuan yang dibina daripada pengalaman sendiri tentang konsep, kaedah dan teknik pengiraan aritmetik, dan operasi asas. Komunikasi yang dipaparkan oleh murid dalam kajian merangkumi mod gabungan bagi lisan dan bertulis.

Hal sedemikian melibatkan aktiviti bercakap, mendengar, menulis, mendemonstrasi, dan menonton tentang ungkapan algebra. Sepadan dengan dapatan kajian lepas yang menjelaskan tentang keupayaan berkomunikasi merangkumi membuat komunikasi tentang pemikiran matematik dengan jelas dan koheran kepada rakan dan orang lain; menggunakan bahasa matematik yang betul dan tepat untuk menyatakan idea; menyusun pemikiran matematik melalui komunikasi; dan menganalisis dan mempertimbang dan strategi matematik orang lain (Nik Azis, 2008; von Glasersfeld, 1996; Bold, 2001; Steinbring, Bartoli Bussi, & Sierpiska, 1998; Ntenza, 2006; Rosidah, Yohana, & Indah, 2015).

Selari dengan hasrat kurikulum matematik sekolah menengah yang menekankan komunikasi sebagai elemen penting dalam pengajaran dan pembelajaran matematik (BPK, 2014; DSKP, 2017) dan prinsip standard utama selama lebih daripada satu dekad (NCTM, 1989; NCTM, 2000). Murid yang mempunyai peluang untuk terlibat dalam komunikasi matematik termasuk bercakap, membaca, menulis, dan mendengar menerima manfaat berkomunikasi untuk mempelajari matematik dan pembelajaran untuk berkomunikasi secara matematik (NCTM, 2000).

Seterusnya, dapatan kajian ini selari dengan dapatan kajian Hiebert, Carpenter, Fennema, Fuson, Diana Wearne, Murray, Oliver, dan Human (2000), yang berpendapat komunikasi menggalakkan murid untuk berfikir dengan lebih luas dalam memberikan gambaran tentang sesuatu idea dan berupaya menghujahkan idea tersebut. Menurut Hiebert et. al lagi, gabungan komunikasi dan refleksi membantu membentuk suatu hubungan baru dan hubung kait. Ini kerana murid yang membuat refleksi dalam apa yang mereka lakukan dan berkomunikasi dengan orang lain

tentang hal itu mempunyai potensi yang lebih baik untuk membentuk hubungan kait dalam matematik.

Selain itu, dapatan kajian turut sepadan dengan kajian David (2004), yang mendapati bahawa menulis dan penerangan lisan berfungsi sebagai alat untuk memahami proses pemikiran murid. Walaupun terdapat perbezaan dari segi impak ke atas kebolehan menyelesaikan masalah, dua bentuk ini merupakan variasi komunikasi murid tentang matematik. Dapatan beliau memaparkan kekuatan penulisan dalam menyelesaikan masalah matematik, yang mana dalam komunikasi tersebut murid didapati menjelaskan deskripsi mengenai proses yang dihasilkan lebih orientasi dan pelaksanaan melalui beberapa perubahan atau adaptasi dalam usaha untuk mencapai suatu penyelesaian.

Seterusnya, dapatan kajian ini mempunyai kesimpulan yang sama dengan kajian Paridjo (2017) ke atas pembelajaran matematik sekolah rendah, bahawa murid yang mempunyai kemahiran komunikasi matematik yang baik, akan mempunyai keupayaan untuk menyelesaikan masalah dengan baik juga. Keupayaan komunikasi murid dalam pembelajaran algebra memaparkan kemahiran berfikir dalam penyelesaian masalah, hubungan kait dengan perwakilan secara visual, berangka dan lisan. Komunikasi matematik mempunyai peranan penting dalam pembelajaran matematik, kerana melalui komunikasi murid dapat menyatakan, menerangkan, menghuraikan, dan mendengar, yang membawa murid ke pemahaman yang mendalam mengenai suatu konsep matematik.

Dapatan kajian ini turut mempunyai persamaan dengan kajian Freeman, Higgin, dan Horney (2016) yang menggunakan teknologi seperti blog dan notepad bagi membuktikan keberkesanan komunikasi dalam pembelajaran matematik. Dapatan

kajian yang menunjukkan bentuk kepentingan komunikasi bertulis secara digital dengan menggunakan notepad dan blog dalam membina pengetahuan murid secara konseptual atau prosedural. Dapatan kajian Freeman dan rakannya turut menunjukkan bahawa jenis teknologi mempengaruhi kandungan penulisan murid dalam mengolah dan menyusun idea mereka tentang matematik dari segi konsep atau prosedur. Selain itu, penulisan matematik murid melalui teknologi mudah difahami oleh rakan-rakan dan mereka meneroka penyelesaian secara kolaboratif, yang mana kini murid lebih yakin dan fokus dengan gadget teknologi. Kesimpulan penemuan kajian ini menyokong dapatan kajian pemahaman murid dari konteks komunikasi, yang menunjukkan bahawa maklumat disebar, disampaikan atau ditukar-menukar antara individu melalui penulisan dan percakapan bagi membantu murid memperoleh pemahaman matematik dan membantu mengatasi kesukaran yang sering dikaitkan dengan matematik pembelajaran.

Dapatan kajian ini yang memaparkan tentang komunikasi murid tentang ungkapan algebra tentang konsep sebutan, proses dan prosedur pengiraan aritmetik antara sebutan, dan kaedah yang dilaksanakan ke atas sebutan dengan baik. Dapatan kajian ini membuktikan dapatan kajian Rosidah, Yohana, dan Indah (2015) yang memaparkan bahawa murid berupaya menjelaskan idea matematik dalam bentuk ayat verbal dengan memiliki pengetahuan kontekstual yang baik. Justeru itu, menurut mereka murid lebih aktif dalam perbincangan dan membuat generalisasi, dan berupaya memformulasikan definisi matematik dengan perkataan sendiri. Komunikasi yang dipaparkan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini jelas memaparkan tentang pengetahuan dan pengalaman yang ada dan membantu dalam memperkembangkan lagi pengetahuan tersebut.

Secara keseluruhan, dapatan kajian mengenai komunikasi murid tentang ungkapan algebra membabitkan penjelasan secara sistematik tentang konsep, prosedur, dan operasi dalam menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan algebra. Dalam hal ini, aktiviti komunikasi yang dipaparkan oleh murid merupakan satu proses penyebaran, penyampaian, dan pertukaran maklumat antara individu melalui percakapan, penulisan, isyarat, simbol, tatatanda, dan tingkah laku. Himpunan maklumat ini mencetuskan murid untuk membina struktur konseptual bagi ungkapan algebra (Bold, 2001). Namun begitu, pemindahan makna bagi setiap maklumat yang dikongsi dibina sendiri oleh murid berdasarkan pengalaman dan pengetahuan mereka.

#### **5.2.6 Soalan 6: Bagaimanakah murid Tingkatan Dua membuat penaakulan dalam situasi membabitkan ungkapan algebra?**

Penaakulan yang diberikan oleh murid Tingkatan Dua tentang ungkapan algebra boleh dibahagikan dalam dua konteks berbeza yang membabitkan perbandingan antara ‘contoh’ dan ‘bukan contoh’. Cara penaakulan melibatkan ungkapan algebra merangkumi beberapa kategori dan huraian. Jadual 5.2.6 menunjukkan ringkasan bagi penaakulan melibat ungkapan algebra.

Jadual 5.2.6

*Rumusan keseluruhan penaakulan tentang ungkapan algebra*

| Penaakulan                                                                       | Kategori                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Perbandingan antara bentuk ‘ $y = 3x + 2$ ’ dan ‘ $3x + 2$ ’                     | Simbol<br>Unit asas ungkapan |
| Perbandingan Antara Bentuk ‘ $h < 2 - i$ ’ dan ‘ $2.5 - \frac{1}{2}k^2$ ’        | Simbol<br>Unit asas ungkapan |
| Perbandingan Antara Bentuk ‘ $0 = 2y + 1$ ’ dan ‘ $1.5p - 2.3p + \frac{1}{2}p$ ’ | Simbol<br>Unit asas ungkapan |

Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mengandungi beberapa ciri tertentu.

Murid dalam kajian ini membuat abstraksi suatu bentuk algebra sebagai '*ungkapan*' dan '*bukan ungkapan*' berdasarkan angka, huruf, dan simbol tertentu. Murid juga menghujahkan suatu bentuk yang dikenal pasti sebagai '*ungkapan*' dan '*bukan ungkapan*' dengan alasan yang munasabah berdasarkan angka, huruf, dan simbol yang terkandung dalam setiap bentuk. Hal ini menunjukkan penjelasan murid membabitkan pengetahuan tentang saling hubungan antara unsur asas dalam pengetahuan aritmetik, algebra dan pengiraan operasi asas yang membolehkan mereka menaakul tentang suatu masalah. Selain itu, murid turut mengklasifikasi, mengkategorikan, dan membuat generalisasi menggunakan pengetahuan sedia ada dan pengalaman lepas yang dipelajari di dalam kelas.

Murid memaparkan perbandingan antara ungkapan dan bukan ungkapan dengan menjelaskan persamaan dan perbezaan yang terkandung dalam ungkapan tersebut. Tambahan pula, murid juga menjustifikasikan situasi dengan menambah dan mengurangkan sebutan membabitkan angka, huruf, dan simbol tertentu. Murid turut mengimplikasikan suatu ungkapan dari bukan ungkapan menggunakan nilai dan simbol tertentu. Hal ini menunjukkan murid menggunakan pengetahuan aritmetik, algebra dan operasi asas yang melibatkan proses menganalisis dan membuat pertimbangan dalam menaakul suatu masalah yang dipaparkan. Pengetahuan sedia ada digunakan secara aktif dalam membandingkan situasi yang dipaparkan.

Dalam aktiviti penaakulan membabitkan perbandingan ungkapan dan bukan ungkapan, tindakan semua murid Tingkatan Dua dalam kajian ini bagi menjelaskan

masalah tersebut merangkumi pengesahan, justifikasi, implikasi, inferens, dan kesimpulan. Penaakulan tentang ungkapan algebra dalam paparan konteks yang menggunakan konsep arithmetik, konsep algebra, kaedah meringkaskan sebutan serta pengalaman sedia ada yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini.

Dapatan kajian mengenai penaakulan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menjelaskan tentang pemerhatian, pemikiran, manipulasi, dan kesimpulan ke atas perkara yang membabitkan ungkapan algebra. Dalam hal sedemikian, murid dalam kajian ini membuat pengesahan, justifikasi, kesimpulan, dan implikasi tentang situasi tersebut. Hal ini sepadan dengan interpretasi penaakulan daripada beberapa dapatan kajian lepas yang merujuk kebolehan membuat inferens dan pengitlakan yang munasabah daripada maklumat yang diberikan, memberi fokus kepada kebolehan untuk menghujahkan penyelesaian dalam bahasa matematik yang tepat dan kebolehan untuk menterjemahkan sesuatu perkara ke dalam model matematik berdasarkan maklumat sedia ada atau pengalaman lepas (Hackenberg, 2005, Nik Azis, 2014; von Glasersfeld, 1996). Dapatan kajian ini didapati mempunyai persamaan dengan beberapa hasil kajian lain (Knuth, Martha, Alibali, McNeil, Weinberg & Stephens, 2005; Carraher & Schliemann, 2002; Kaput, 2000; Branco & Pedro, 2012; Krebs, 2003; Diana Underwood & Erna Yackel, 2002; Booth, 2011; Warren, 2004; Carraher, Schlieman, & Schwartz, 2008; Fujii, 2003), yang menunjukkan penaakulan adalah elemen yang penting dalam memahami masalah membabitkan ungkapan algebra.

Dalam hal sedemikian, murid Tingkatan Dua dalam kajian ini didapati memaparkan pelbagai cara menaakul membabitkan ungkapan algebra bagi membantu pemahaman mereka tentang ungkapan algebra. Dapatan kajian mendapati

murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membuat generalisasi secara induktif tentang ungkapan algebra membabitkan pemboleh ubah, pekali, dan simbol operasi asas. Dengan membuat generalisasi, murid dalam kajian ini mengenal pasti corak dan kriteria bagi suatu bentuk algebra untuk dikenali sebagai ungkapan algebra atau pun bukan. Hal ini memaparkan kemahiran berfikir murid Tingkatan Dua dalam kajian ini dalam menaakul tentang ungkapan algebra.

Hasil kajian ini disokong oleh dapatan kajian Carraher dan Schliemann (2002), ramalan (perwakilan perkara yang tidak diketahui dengan suatu nilai berangka) yang dibuat oleh murid mengenai bilangan gula-gula telah menggalakkan sebahagian daripada peserta kajian kajian untuk meneruskan tugas mereka untuk meneka dengan tepat. Dalam proses membuat anggaran ke atas bilangan gula-gula, satu jadual dibentuk bagi menganalisis corak dan ciri bagi jawapan yang didapati, yang membenarkan murid untuk membuat generalisasi. Hal ini selari dengan beberapa dapatan kajian lepas (Carraher, Schlieman, & Schwartz, 2008; Knuth et al, 2005; Kaput, 2000; Branco & Pedro, 2012; Kreb, 2003) yang membuat inferens dengan menggunakan generalisasi terhadap corak dan ciri tertentu bagi ungkapan algebra berdasar nilai berangka yang diwakilkan dalam jadual, gambarajah, dan graf. Jeniffer (2003) turut menjelaskan bahawa murid berupaya memberi makna tentang unit asas ungkapan algebra berdasarkan generalisasi susunan corak nombor yang difikirkan logik dalam menjelaskan tentang sesuatu perkara.

Kajian Blanton dan rakan (2015) menjelaskan bahawa campur tangan pengetahuan awal algebra memberi kesan ke atas perkembangan pemikiran algebra kanak-kanak. Salah satu perkara yang diberi tumpuan khusus adalah keupayaan dalam membuat generalisasi dan menganalisis perkara yang berkaitan dengan



simbol, susunan dan corak. Walau pun kajian Blanton dan rakan merujuk kepada kelompok kanak-kanak, namun pengalaman dan pengetahuan yang terbina menjadi asas dalam pembinaan pengetahuan algebra ke peringkat yang lebih tinggi. Justeru itu, dapatan kajian pemahaman ungkapan algebra ini memperlihatkan bukti kesinambungan tentang pengalaman tersebut, yang mana murid Tingkatan Dua kajian ini memaparkan generalisasi ke atas corak yang diolah oleh mereka mengikut pengalaman dan pengetahuan lepas bagi membentuk satu pengetahuan baru.

Selain itu, dapatan kajian mendapati murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menjustifikasikan suatu bentuk yang dikenal pasti sebagai ungkapan dan bukan ungkapan dengan alasan yang munasabah berdasarkan angka, huruf, dan simbol yang terkandung dalam setiap bentuk. Dapatan kajian ini selari dengan Knuth et al, (2005) yang mendapati aktiviti pengkelasan dan justifikasi membabitkan ungkapan algebra membantu membina dan mengembangkan pengetahuan murid dalam memahami struktur asas perkara tersebut .

Seterusnya, dapatan kajian turut menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membentuk contoh bercanggah dengan membanding beza dari segi persamaan dan perbezaan ciri khusus bagi ungkapan dan bukan ungkapan, dan mengesahkan bentuk tersebut berdasarkan perkara tertentu. Menurut Booth (2011), penjelasan tentang ciri dengan menggunakan contoh dan bukan contoh memudahkan murid dalam mengintegrasikan maklumat baru dengan apa yang mereka sudah tahu dan mendorong murid untuk membuat pengetahuan baru yang lebih eksplisit berbanding penaakulan ke atas contoh yang betul sahaja.

Selain itu, dapatan kajian tentang menggunakan contoh bercanggah menambah maklumat tentang cara penaakulan membabitkan ungkapan algebra yang banyak

tertumpu tentang generalisasi corak sahaja (Carraher, Schlieman, & Schwartz, 2008; Carraher & Schliemann, 2002; Kaput, 2000; Branco & Pedro, 2012; Kreb, 2003). Cara penaakulan lain yang turut dipaparkan oleh Murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra membabitkan abstraksi, pengkelasan, dan membentuk konjektur membentuk suatu maklumat tambahan ke atas kajian lepas yang banyak membincangkan penaakulan algebra secara deduktif sahaja.

Secara keseluruhan, dapatan kajian tentang penaakulan murid bagi ungkapan algebra membabitkan sebarang penghujahan atau alasan yang logik yang diberikan oleh murid. Hal sedemikian, termasuklah membuat dan meneliti konjektur, membuat dan mempertimbang hujah dan bukti matematik, memilih dan menggunakan pelbagai jenis penaakulan dan kaedah pembuktian, mengiktiraf penaakulan dan bukti sebagai aspek asas matematik, mengutamakan kebolehan untuk berhujah secara logik, mementingkan kebolehan untuk memahami jenis penghujahan dan menentukan kebenaran sesuatu hujah, dan mengembangkan penghargaan kepada inkuiri dan kerapian matematik (Nik Azis, 2008). Namun, secara khusus untuk kajian ini, penaakulan murid yang dimaksudkan mementingkan kemampuan untuk membuat inferens dan pengitlakan yang munasabah daripada maklumat yang diberikan, memberi fokus kepada kebolehan untuk menghujahkan penyelesaian dalam bahasa matematik yang tepat dan kebolehan untuk menterjemahkan sesuatu perkara ke dalam model matematik (Hackenberg, 2005).

#### **5.2.7 Soalan 7: Bagaimanakah murid Tingkatan Dua menyelesaikan masalah melibatkan ungkapan algebra?**

Penyelesaian masalah murid Tingkatan Dua dalam kajian ini dalam ungkapan algebra melibatkan dua situasi berbeza, iaitu situasi yang membabitkan ‘kuantiti

berubah mengikut masa' dan masalah meringkaskan ungkapan dalam bentuk ' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '. Dalam menjelaskan penyelesaian masalah tentang ungkapan algebra, bentuk yang dipaparkan merangkumi pemboleh ubah yang berbeza dan operasi asas. Jadual 5.2.7 menunjukkan ringkasan bagi penyelesaian masalah melibatkan ungkapan algebra.

Jadual 5.2. 7

*Rumusan keseluruhan penyelesaian masalah melibatkan ungkapan algebra*

| Penyelesaian Masalah                                                             | Kategori                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Masalah ayat algebra membabitkan 'kuantiti yang tidak diketahui nilainya'        | Naratif dalam bahasa<br>Notasi bersimbol<br>Grafik    |
| Masalah ayat algebra membabitkan 'kuantiti yang berubah dengan satu nilai tetap' | Naratif<br>Simbol<br>Corak dan pola susunan<br>Grafik |
| Mempermudahkan<br>' $2(x - 4) + 6 - \frac{(4x+6y)}{2} + 3(1 - 4y)$ '             | Sebutan<br>Operasi asas aritmetik<br>Simbol           |

Berdasarkan kepada kategori tersebut, pemikiran murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membabitkan ciri tertentu.

Murid membuat perwakilan ke atas masalah ayat algebra secara naratif yang merangkumi perbendaharaan kata tertentu seperti 'nilai yang tidak diketahui', angka, dan huruf. Hal ini menunjukkan bahawa murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menggunakan pengetahuan tentang konsep untuk menggambarkan dan mewakili semula 'kuantiti yang berubah-ubah'.

Selain itu, murid Tingkatan Dua dalam kajian ini turut menjelaskan tentang suatu ayat yang spesifik dengan ungkapan algebra berdasarkan pengetahuan sedia

ada dan empiris yang melibatkan angka dan huruf. Angka dan huruf digunakan oleh murid dalam kajian ini secara andaian untuk menentukan ketinggian seseorang, contohnya ‘anggapkan tinggi awal sebagai 140 cm’. Hal ini menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membuat gambaran dengan angka dan huruf bagi menjelaskan tentang ayat yang spesifik berdasarkan konsep dan pengetahuan lepas. Hal ini turut menunjukkan satu perwakilan primitif, yang ditunjukkan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini mewakili ayat spesifik berdasarkan manipulatif bahan.

Pergerakan pengetahuan dari primitif ke berdaya maju diperolehi dengan penggambaran suatu ayat yang spesifik secara lukisan dan mewakili gambar rajah tersebut dengan angka dan huruf tertentu. Hal ini menunjukkan satu perwakilan ikonik, yang mana rajah bagi ayat yang dilukis atau ditunjukkan oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini boleh diperhatikan secara langsung.

Penggunaan pelbagai kaedah yang berbeza membabitkan penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian ke atas sebutan dalam setiap langkah penyelesaian memaparkan alternatif yang dilaksanakan untuk menyelesaikan masalah. Murid turut menyusun semula sebutan mengikut sebutan mengikut kelompok yang sama. Hal ini menunjukkan semua murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menggunakan pengetahuan tentang kaedah dan strategi berbeza bagi mengatasi masalah membabitkan ungkapan. Penggunaan pengetahuan tersebut bagi menentukan tindakan lanjut dan membantu murid untuk memilih langkah yang perlu bagi mendapat sesuatu penyelesaian yang terbaik.

Murid turut mempertimbangkan beberapa kaedah membabitkan penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian ke atas semua sebutan berdasarkan simbol

'( )', simbol '+', simbol '-', dan simbol '/', menganalisis sebutan mengikut kategori yang sama, dan merancang setiap langkah penyelesaian. Hal ini menunjukkan semua murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menggunakan pengetahuan membabitkan proses menganalisis dan membuat pertimbangan terhadap sesuatu perkara yang berlaku secara sedar. Selain itu, murid memaparkan pengawalan terhadap kognisi sendiri melalui penglibatan secara aktif dalam mentafsir perkara yang diketahui, perkara yang perlu diketahui, dan cara untuk mengatasi jurang antara keadaan itu.

Dapatan kajian menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menyelesaikan masalah ungkapan menggunakan pengetahuan tentang saling hubungan antara unsur asas dalam aritmetik, algebra dan pengiraan operasi asas. Dalam menyelesaikan masalah melibat ungkapan algebra, murid membuat penjelasan tentang konsep penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian ke atas sebutan berdasarkan prinsip asas pengiraan dalam arithmetik dan mengelompokkan sebutan mengikut kategori tertentu, seperti pemboleh ubah. Hal ini menunjukkan murid menyelesaikan masalah ungkapan menggunakan pengetahuan tentang saling hubungan antara unsur asas dalam aritmetik, algebra dan pengiraan operasi asas.

Sehubungan itu, murid menggunakan pengetahuan tersebut bagi membolehkan mereka mengklasifikasi, mengkategorikan, dan membuat generalisasi. Ini selari dengan dapatan kajian lain (Subramaniam & Banarjee, 2004; Pierce & Stacey, 2007; Dreyfus & Hoch, 2004; Demby, 1997; Booth & Koedinger, 2008; Usiskin, 1988; Hitt & Morasse, 2009; Schliemann, Carraher, Goodrow, Caddle, dan Porter, 2013), yang mendapati bahawa murid sekolah menyelesaikan masalah algebra dengan melaksanakan, mengadaptasi, dan mencari alternatif menggunakan konsep arithmetik, konsep dan

peraturan pengiraan nombor bercampur, prosedur 'BODMAS', kaedah pendaraban, kaedah pembahagian, dan konsep integer serta pengalaman sedia ada yang dimiliki oleh mereka.

Selain itu, dapatan kajian tentang pemahaman murid Tingkatan Dua turut mendapati murid dalam kajian ini mempertimbangkan beberapa kaedah membabitkan penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian ke atas semua sebutan berdasarkan ciri khusus dan simbol tertentu, menganalisis struktur sebutan, dan merancang setiap langkah penyelesaian. Dapatan ini selari dengan kajian lepas (Subramaniam & Banarjee, 2004; Dreyfus & Hoch, 2004) yang menumpukan kaedah dan struktur asas dalam melaksanakan penyelesaian ke atas masalah membabitkan algebra. Dalam hal yang sama, kepelbagai kaedah dan strategi dalam menyelesaikan masalah turut dipaparkan oleh murid kajian ini membabitkan keupayaan memanipulasikan kedudukan pemboleh ubah, memodelkan masalah, dan menterjemah dari satu medium bahasa ke medium simbol matematik. Dapatan ini menyokong kajian- kajian tentang penyelesaian masalah algebra (Mary & Heather, 2006; Noorelawati & Masitah, 2015; Al-Jupri, 2016).

Adaptasi 'BODMAS' merupakan salah satu dapatan dominan dalam kalangan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini kajian dalam menyelesaikan masalah ungkapan algebra. Dapatan ini selari dengan dapatan kajian (Demby, 1997) yang merumuskan bahawa cara penyelesaian masalah ungkapan algebra tertumpu prosedur yang dilaksanakan oleh murid. Menurut Demby, murid dalam lingkungan umur 13 hingga 15 cenderung untuk menggabungkan pelbagai prosedur bagi menyelesaikan masalah tentang ungkapan algebra. Schliemann, Carraher, Goodrow, Caddle, dan Porter, (2013) turut menjelaskan tentang aplikasi peraturan dan rumus

dalam pengiraan antara prosedur yang dilakukan bagi menyelesaikan masalah membabitkan algebra. Hal sedemikian menunjukkan bahawa Murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membuat pengubahsuaian pengetahuan sedia ada dan membina pengetahuan baru bagi mengatasi sesuatu masalah.

Seterusnya, dapatan kajian ini turut menunjukkan Murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membuat saling hubungan antara sebutan, simbol, operasi asas, dan prosedur. Kieren (1987) menumpukan penyelesaian algebra dari segi prosedur dan struktur suatu bentuk algebra dan saling hubungan antara kedua perkara tersebut. Manakala kajian Booth dan Koedinger (2008) pula, menjelaskan bahawa menyelesaikan masalah algebra berkait rapat dengan saling hubungan antara konsep dan strategi. Hal ini menunjukkan semua murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menggunakan pengetahuan operatif yang melibatkan proses menganalisis, membuat pertimbangan terhadap sesuatu perkara yang berlaku secara sedar.

Bagi konteks penyelesaian masalah, dapatan kajian ini menunjukkan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini menggunakan pelbagai strategi yang lebih berorientasikan aktiviti penerokaan dan penjanaan pengetahuan dalam menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan algebra. Justeru itu, murid memaparkan pengawalan terhadap kognisi sendiri melalui penglibatan secara aktif dalam mentafsir perkara yang diketahui, perkara yang perlu diketahui, dan cara untuk mengatasi jurang antara keadaan itu (Nik Azis, 2014; Steffe & Kieran, 1994).

Secara keseluruhan, hasil kajian mendapati pemahaman murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra boleh kenal pasti dengan melalui gambaran mental, perwakilan, makna, hubungan, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah. Ini selari dengan pandangan beberapa pengkaji (Nik Azis,

2014; Steffe & Kieran, 1994; Hiebert et al, 2000; Bamby, Harries, Higgins dan Suggate, 2007), yang mana beberapa perkara membabitkan gambaran mental, makna, hubung kait, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah menjadi bukti pemikiran seseorang tentang pemahaman sesuatu perkara.

Menurut Hiebert et al (2000), aktiviti yang membabitkan murid menaakul dengan jelas, komunikasi secara berkesan, membuat hubung kait dengan matematik dan hubung kait antara matematik dengan bidang lain, dan menyelesaikan masalah sebenar, menyumbang dan memberi suatu bukti yang nyata bagi pemahaman mereka. Hal ini menunjukkan bahawa pola pemikiran seseorang boleh dilihat melalui aktiviti tertentu ke atas pemahamannya tentang suatu perkara.

### 5.3 Kesimpulan

Kajian ini mempunyai beberapa kesimpulan yang membabitkan tujuh konteks yang digunakan untuk meneliti pemahaman pelajar tentang ungkapan algebra, iaitu konteks gambaran mental, perwakilan, makna, hubung kait, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah. Penerangan tentang kesimpulan adalah seperti berikut:

1. Gambaran mental murid tentang ungkapan algebra terdapat dalam 12 aspek, iaitu simbol, naratif bahasa, grafik, anu, abstraksi, angka, konsep asas ungkapan, pendaraban nilai, perwakilan nilai, unit asas ungkapan, dan rumus. Aspek yang paling dominan ialah simbol, naratif, dan operasi asas aritmetik. Tingkah laku murid boleh dirumuskan seperti berikut:
  - (a) *idea sebarang nilai*: Aspek ini melibatkan penyataan tentang ungkapan algebra membabitkan nilai yang tidak diketahui, nilai yang boleh diganti



dengan sebarang benda, nilai yang dimanipulasikan, mengandungi nilai yang tetap, dan kuantiti.

- (b) *idea pendaraban nilai ('multiplicand and multiplier')*: Aspek ini membabitkan penggabungan sebutan dan pendaraban nilai.
- (c) *idea simbol*: Aspek ini melibatkan penyataan tentang ungkapan algebra dalam bentuk huruf, angka, dan simbol.
- (d) *idea grafik*: Aspek ini melibatkan nilai dalam kuantiti tertentu dipaparkan dalam bentuk lukisan.
- (e) *idea unit asas ungkapan*: Aspek gambaran ini melibatkan perkara yang membentuk satu ungkapan seperti pemboleh ubah, pekali, pemalar, dan simbol operasi asas.
- (f) *idea naratif*: Aspek gambaran yang melibatkan perkataan dan ayat untuk menggambarkan sesuatu dalam bahasa tertentu.
- (g) *idea konsep asas ungkapan algebra*: Aspek ini melibatkan konsep asas seperti memasukkan nilai pada pemboleh ubah, menambah dan menolak sebutan dari kelompok yang sama, pendaraban dan pembahagian ke atas sebarang sebutan .
- (h) *idea angka*: Aspek ini melibatkan nilai andaiaan dalam angka tertentu.
- (i) *idea rumus*: Aspek ini melibatkan hubung kait antara sebarang nilai dengan rumus tertentu dalam menjelaskan tentang ungkapan algebra.

2. Kajian ini mendapati bahawa perwakilan membabitkan ungkapan algebra terdapat dalam 8 aspek, iaitu rumus, simbol, naratif bahasa, ungkapan algebra, grafik, pemboleh ubah, dan operasi asas aritmetik. Dua daripada empat aspek yang paling dominan ialah simbolik dan naratif. Tingkah laku murid boleh dirumuskan seperti berikut:

- (a) *simbol*: Aspek ini melibatkan huruf, angka dan simbol.
- (b) *naratif bahasa*: Aspek ini melibatkan perkataan dan ayat dalam mewakilkan situasi tertentu.
- (c) *grafik*: Aspek ini melibatkan lukisan yang merangkumi pelbagai bentuk dan jenis seperti bentuk segi empat tepat, kuboid, buah dalam bakul, dan anak panah.
- (d) *ungkapan algebra*: Aspek ini melibatkan unit asas dalam ungkapan.
- (e) *pemboleh ubah*: Aspek ini melibatkan tentang konsep sebarang nilai, nilai berubah-ubah, dan nilai yang tidak diketahui.
- (f) *rumus*: Aspek ini melibatkan hubungan kait antara perwakilan huruf, rumus dan pengiraanya.
- (g) *operasi asas aritmetik*: Aspek ini melibatkan perlaksanaan operasi tambah, tolak, darab, dan bahagi secara aritmetik.

3. Kajian ini mendapati bahawa tafsiran murid tentang ungkapan algebra terdapat dalam 8 aspek, iaitu naratif bahasa, nilai berubah-ubah, pendaraban nilai, nilai tetap, pemboleh ubah dimalarkan, penggantian nilai, penggabungan sebutan, dan operasi asas aritmetik. Penjelasan tentang nilai berubah-ubah, naratif bahasa, pemboleh ubah dimalarkan, operasi asas merupakan aspek yang paling dominan yang digunakan untuk mentafsir semua perkara asas yang terkandung dalam ungkapan algebra membabitkan pemboleh ubah, pemalar, menilai, dan operasi asas antara ungkapan. Tingkah laku murid boleh dirumuskan seperti berikut:

- (a) *naratif bahasa*: Aspek ini melibatkan beberapa idea tentang pemboleh ubah, pemalar, menilai, dan operasi asas ke atas ungkapan ditafsirkan dengan perkataan dan ayat.

- (b) *nilai berubah-ubah*: Aspek ini melibatkan beberapa idea pemboleh ubah merangkumi sebarang nilai yang dinyatakan secara simbolik dan naratif.
  - (c) *nilai tetap atau pemboleh ubah dimalarkan*: Aspek ini melibatkan idea tentang pemalar merangkumi nilai yang tetap dan tidak berubah.
  - (d) *penggantian nilai*: Aspek ini melibatkan idea tentang menilai ungkapan dengan penggantian sebarang nilai ke dalam anu atau pemboleh ubah.
  - (e) *operasi asas aritmetik*: Aspek ini melibatkan idea operasi ke atas ungkapan algebra merangkumi penggabungan, penambahan, pengurangan, penggandaan, dan pengurangan gandaan ke atas sebutan.
4. Kajian ini mendapati bahawa hubung kait murid tentang ungkapan algebra terdapat dalam tiga aspek, iaitu sebutan, operasi asas, dan kaedah pengiraan. Sebutan dan operasi asas merupakan aspek yang paling dominan dalam menghubungkan ungkapan algebra yang berbeza. Tingkah laku murid boleh dirumuskan seperti berikut:
- (a) *sebutan*: Aspek ini melibatkan pengkelasan mengikut angka, huruf dan simbol; penganalisan ke atas ungkapan algebra membabitkan sentisis dan bilangan sebutan; dan perbandingan dari segi persamaan dan perbezaan sebutan.
  - (b) *operasi asas*: Aspek ini melibatkan penyepaduan sebutan dengan menggabung unsur melalui penambahan, penolakan, dan pendaraban nilai pekali mengikut sebutan.
  - (c) *kaedah pengiraan*: Aspek ini melibatkan penggunaan kaedah BODMAS dan pengiraan dari kiri ke kanan dalam langkah penyelesaian.
5. Kajian ini mendapati bahawa komunikasi murid dalam mod bercampur lisan dan bertulis tentang ungkapan algebra terdapat dalam tiga aspek, iaitu

pengiraan aritmetik, simbol dan tatanda, grafik, dan prosedur penyelesaian. Aspek pengiraan aritmetik dan prosedur penyelesaian mendominasi komunikasi tentang ungkapan algebra. Tingkah laku murid boleh dirumuskan seperti berikut:

- (a) *Pengiraan aritmetik*: Aspek ini melibatkan prinsip dan fakta operasi asas aritmetik dalam perihal ungkapan algebra .
- (b) *simbol dan tatanda*: Aspek ini melibatkan perihal langkah kerja dalam bahasa matematik merangkumi bentuk simbol dan tatanda.
- (c) *grafik*: Aspek ini melibatkan lukisan anak panah dan bulatan dalam merujuk perkara tertentu dalam ungkapan algebra.
- (d) *prosedur penyelesaian*: Aspek ini melibatkan penjelasan tentang konsep dan kaedah.

6. Kajian ini mendapati bahawa penaaakulan murid tentang ungkapan algebra terdapat dalam dua aspek, iaitu simbol dan unit asas ungkapan algebra. Semua murid membuat penaaakulan dalam dua aspek ini. Tingkah laku murid boleh dirumuskan seperti berikut:

- (a) *simbol*: Aspek ini melibatkan abstraksi, justifikasi, dan generalisasi secara induktif tentang '*ungkapan algebra*' atau '*bukan ungkapan algebra*' berdasarkan simbol yang terkandung dalam ungkapan tersebut.
- (b) *unit asas ungkapan algebra*: Aspek ini melibatkan perbandingan dari segi persamaan dan perbezaan unsur dalam ungkapan algebra dan implikasi bagi membentuk satu ungkapan.

5

7. Dalam penyelesaian masalah, kajian ini mendapati bahawa penyelesaian masalah tentang ungkapan algebra membabitkan 'perubahan ketinggian' dan

meringkaskan satu ungkapan yang mengandungi pemboleh ubah dan operasi asas yang berbeza terdapat dalam enam aspek, iaitu naratif bahasa, simbol, grafik, corak dan susunan, sebutan, dan operasi asas aritmetik. Tingkah laku murid boleh dirumuskan seperti berikut:

- (a) *naratif*: Aspek ini melibatkan huraian langkah penyelesaian dalam ayat dan perkataan.
- (b) *simbol*: Aspek ini melibatkan huraian penyelesaian dalam gabungan angka, huruf, dan simbol. Aspek ini turut melibatkan pertimbangan beberapa kaedah pengiraan ke atas semua sebutan berdasarkan simbol ‘( )’, simbol ‘+’, simbol ‘-’, dan simbol ‘/’, dan perancangan ke atas setiap langkah penyelesaian.
- (c) *corak dan susunan*: Aspek ini melibatkan pengelompokan dan analisis ke atas corak dan pola susunan tertentu.
- (d) *grafik*: Aspek ini melibatkan pelaksanaan penyelesaian menggunakan lukisan dan rajah tertentu.
- (e) *operasi asas*: Aspek ini melibatkan penjelasan tentang prinsip asas dalam pengiraan aritmetik membabitkan sebutan dalam ungkapan algebra dan mengelompokkan sebutan berdasarkan pemboleh ubah.
- (f) *sebutan*: Aspek ini melibatkan pengelompokan sebutan, pelaksanaan kaedah pengiraan membabitkan operasi asas antara sebutan, mengadaptasi kaedah ‘BODMAS’ dalam pengiraan, dan mengaplikasikan kaedah pengiraan dari kiri ke kanan ke atas semua sebutan yang terkandung dalam satu ungkapan algebra.

#### 5.4 Tema Baru Yang Muncul Hasil Dapatan Kajian

Kajian ini mendapati beberapa tema dan kelompok utama dapatan tentang ungkapan algebra.

- (a) ***Gambaran mental tentang ungkapan algebra.*** Murid kajian ini tertumpu untuk menggambarkan ungkapan algebra dalam bentuk simbol dan naratif dalam bahasa. Gambaran secara ayat algebra untuk menjelaskan tentang sesuatu yang dikaitkan dengan luar bidang matematik dan mudah untuk menggambarkan perkara yang tidak dapat dinyatakan secara simbolik. Manakala paparan dalam bentuk simbol pula, bagi sebarang perkara yang mengandungi angka, huruf, dan tatanda tertentu. Gambaran khusus tentang unit asas ungkapan algebra pula tertumpu pada bentuk yang berbeza. Bagi gambaran pemboleh ubah, murid kajian ini lebih tertumpu pada bentuk simbol, konsep pendaraban nilai dan pendarab (*'multicant'* dan *'multiplier'*). Gambaran pekali pula, tertumpu pada angka dan konsep pendaraban nilai. Manakala gambaran operasi asas ke atas ungkapan, murid lebih fokus kepada bentuk simbol dan naratif bahasa tentang operasi asas dalam aritmetik.
- (b) ***Perwakilan ke atas ungkapan algebra.*** Dalam kajian ini, murid membentuk perwakilan ungkapan algebra berdasarkan situasi. Bagi situasi ayat algebra, murid lebih tertumpu untuk mewakili ungkapan algebra ke atas perkataan 'beberapa' dan 'bilangan yang tidak diketahui'. Penggunaan huruf kebanyakan untuk mewakili perkara yang berkaitan dengan sebarang nilai, yang menggambarkan konsep 'bilangan yang tidak

diketahui nilainya'. Manakala situasi membabitkan rajah dan graf pula, murid kajian ini tertumpu mewakili dengan simbol dan naratif bahasa. Penggunaan simbol seperti angka dan huruf adalah untuk mewakili pemboleh ubah atau anu. Ayat dalam bahasa bagi mewakili hubungan antara dua atau lebih pemboleh ubah.

- (c) **Makna ungkapan algebra.** Tafsiran tentang ungkapan algebra dalam kajian ini terbatas kepada empat perkara sahaja. Tafsiran murid kajian ini tentang pemboleh ubah tertumpu pada '*nilai yang berubah-ubah*' yang merangkumi beberapa gambaran membabitkan simbol dan ayat '*sebarang nilai*'. Bagi tafsiran pemalar, murid kajian ini tertumpu pada nilai berangka yang tetap, yang digambarkan dengan angka dan beberapa ayat membabitkan 'pemboleh ubah yang dimalarkan' dan 'nilai tetap'. Tafsiran ke atas menilai ungkapan algebra pula, murid banyak menjelaskan tentang penggantian nilai dan konsep pendaraban nilai. Penggantian nilai dipaparkan oleh murid dalam kajian ini dengan menggantikan pemboleh ubah dengan simbol kurungan yang mengandungi nilai tertentu. Tafsiran ke atas operasi asas membabitkan ungkapan, murid kajian tertumpu pada ayat 'menggabungkan sebutan' dan melaksanakan aktiviti penambahan, penolakan, pendaraban, dan pembahagian ke atas sebutan. Bagi penambahan dan penolakan sebutan, murid tertumpu menambahkan dan mengurangkan nilai pekali dalam kelompok sebutan yang sama. Pendaraban pula, murid tafsirkan dengan penggandaan nilai pekali bagi semua sebutan yang terkandung dalam ungkapan. Manakala pembahagian ke atas sebutan pula, murid tertumpu pada pengurangan nilai pekali mengikut sebutan.

- (d) ***Hubung kait antara ungkapan algebra.*** Murid kajian ini tertumpu pada dua perkara dalam membuat hubung kait ke atas ungkapan algebra, iaitu sebutan dan operasi asas. Dalam membuat hubung kait antara dua ungkapan yang berbeza, murid memberi fokus kepada sebutan yang terdapat dalam setiap ungkapan dari segi perbandingan angka dan huruf yang ada pada sebutan dalam ungkapan tersebut. Selain itu, murid turut menghubungkan beberapa ungkapan algebra dari segi simbol operasi yang terkandung dan pengiraan dalam aritmetik yang dilaksanakan bagi menjelaskan cara hubung kait tersebut wujud antara dua ungkapan yang berbeza.
- (e) ***Komunikasi tentang ungkapan algebra.*** Murid kajian ini tertumpu untuk menceritakan tentang masalah ungkapan algebra dalam mod campuran lisan dan bertulis dari segi pengiraan aritmetik, simbol dan tatanda, grafik dan prosedur penyelesaian. Bentuk komunikasi dalam empat kategori ini merupakan cara berkomunikasi yang lebih jelas bagi murid kajian ini untuk memberitahu tentang penyelesaian ungkapan algebra.
- (f) ***Penaakulan tentang ungkapan algebra.*** Dalam kajian ini, murid tertumpu menjelaskan tentang suatu bentuk sebagai ‘ungkapan’ dan ‘bukan ungkapan’ melalui dua aspek iaitu simbol dan unit asas ungkapan algebra. Murid mengenal pasti, memberi justifikasi, dan membuat kesimpulan tentang ungkapan algebra berdasar simbol yang terkandung dalam ungkapan tersebut. Dalam menaakul tentang ungkapan algebra, murid turut memberi tumpuan tentang unit asas ungkapan membabitkan pekali, pemboleh ubah, dan simbol operasi asas. Murid membuat satu



kesimpulan khusus tentang bentuk simbolik yang dikenal pasti sebagai ungkapan harus mempunyai ciri-ciri ungkapan algebra yang tersebut.

- (g) ***Penyelesaian masalah membabitkan ungkapan algebra.*** Dalam kajian ini dua jenis penyelesaian masalah ungkapan algebra membabitkan ayat dan bentuk simbolik. Bagi masalah berayat, murid kajian ini tertumpu menjelaskan penyelesaian dari aspek simbol, grafik, corak dan pola susunan. Aspek simbol digunakan oleh murid untuk menukarkan ayat kepada simbol matematik. Penggunaan grafik dalam menyelesaikan masalah ayat algebra bagi menggambarkan masalah tersebut. Aspek corak dan pola susunan memberikan gambaran tentang masalah yang dikenal pasti dan perlu diselesaikan. Bagi masalah ungkapan algebra dalam bentuk simbolik, murid kajian ini tertumpu pada aspek sebutan dan operasi asas dalam aritmetik. Aspek sebutan merupakan perkara pertama dikenal pasti oleh murid kajian ini ketika menyelesaikan masalah. Dalam mengenal pasti sebutan yang perlu diselesaikan, murid memberi tumpuan pada pelaksanaan operasi asas yang perlu ke atas sebutan tersebut. Aspek operasi asas aritmetik yang dipaparkan oleh murid dalam kajian berfokuskan empat operasi asas, kaedah 'BODMAS', dan pelaksanaan pengiraan dari kiri ke kanan.

## **5.5 Implikasi**

Kajian ini memberi implikasi kepada beberapa aspek yang dua daripadanya adalah implikasi kepada amalan pendidikan dan implikasi kepada kajian lanjut.

### **5.5.1 Implikasi kepada Amalan Pendidikan.**

Dalam implikasi kepada pendidikan terdapat dua bahagian, iaitu amalan bilik darjah dan kurikulum matematik.

#### **5.5.1.1 Amalan bilik darjah.**

Perspektif yang mendasari kajian ini ialah murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membina pengetahuan tentang ungkapan algebra, cara mewakili ungkapan, makna pemboleh ubah, pemalar, nilai ungkapan, dan operasi asas dalam ungkapan, jenis penaakulan, kaedah atau strategi khusus bagi menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan algebra. Pengetahuan ini dimodelkan dengan mengkoordinasi tindakan dan operasi. Dalam perspektif ini, pengetahuan yang dibina sendiri secara aktif oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra berdasarkan pengetahuan sedia ada dan pengalaman mereka. Pembinaan pengetahuan ini melalui aktiviti dan refleksi yang dilakukan berulang kali. Daripada dapatan kajian ini, murid Tingkatan Dua dalam kajian ini memahami konsep asas ungkapan algebra dengan lebih mendalam dan mengembangkan pengetahuan mereka tentang beberapa konsep yang telah dipelajari seperti nombor, simbol, dan operasi asas. Perkembangan kognitif yang dipaparkan melalui kepelbagaian kaedah dan langkah dalam menyelesaikan masalah, perwakilan, komunikasi, hubung kait menunjukkan kematangan murid Tingkatan Dua dalam kajian ini dalam membina pengetahuan tentang ungkapan algebra. Melalui aktiviti refleksi, komunikasi dan perbincangan, murid dapat membina konsep asas tentang ungkapan algebra

membabitkan pemboleh ubah, pemalar, pekali, dan menilai ungkapan, yang membolehkan mereka menyelesaikan masalah dan menyusun pengalaman masing-masing. Hal ini menjadikan murid merasa pembelajaran algebra lebih bermakna dan yakin. Justeru itu, murid juga tidak akan merasa algebra suatu bidang yang susah atau sukar untuk dipelajari, dan mereka turut dapat mengatasi masalah takut atau fobia dengan algebra.

Pengajaran dan pembelajaran algebra di sekolah telah banyak berubah dengan banyak aspek dan idea baru yang sangat baik diperkenalkan. Namun begitu, terdapat banyak perkara yang memerlukan pertimbangan guru untuk menyusun maklumat dan idea tersebut seiring dengan pengalaman dan kematangan murid bagi membina pengetahuan tentang ungkapan algebra. Selain itu, pendedahan topik algebra dalam masa yang singkat, membatasi perolehan pengalaman murid. Dalam kebanyakan kajian lepas, kesukaran pembelajaran algebra sangat dipengaruhi oleh kematangan murid dalam berfikir. Keupayaan logik dan kemampuan kognitif murid sekolah rendah dan menengah rendah memaparkan kekurangan dalam kematangan berfikir kerana pengalaman yang diperoleh terbatas berbanding dengan pelajar kolej atau guru. Justeru itu, guru perlu bijak menjanakan pengalaman murid agar dapat memupuk pemahaman mereka. Berdasarkan dapatan kajian ini, guru boleh membantu murid membina pengalaman dengan kepelbagaian idea, aplikasi teknologi, dan bahan konkrit dalam konteks yang berbeza. Dengan ini, ia membantu guru membina pengalaman baru murid tentang ungkapan algebra.

Bentuk pemikiran murid berkembang dari primitif ke bentuk yang maju mengikut masa dan persekitaran mereka. Maka, setiap murid membina makna tentang ungkapan algebra berbeza antara satu sama lain berdasarkan pengalaman

masing-masing, dan kadangkala makna yang diberikan oleh murid itu mengelirukan murid yang lain. Begitu juga dengan cara murid membuat perwakilan membabitkan ungkapan algebra, yang dipaparkan dalam pelbagai konteks. Hal ini membantu membina pengetahuan murid tentang banyak perkara berkaitan dengan ungkapan algebra. Namun setiap murid berfikir secara berbeza dari satu sama lain, dan mereka melihat masalah dalam pelbagai bentuk perwakilan. Justeru itu, murid perlu berkongsi idea dengan rakan lain atau guru bagi merefleksi pengalaman yang berbeza untuk memahami konsep tertentu melalui komunikasi yang berkesan. Maka, guru harus mempertimbangkan aktiviti membabitkan komunikasi berkesan antara murid dengan murid dan murid dengan guru dalam perancangan pengajaran bagi membolehkan proses abstraksi dan reflektif berlaku dalam memahami konsep ungkapan algebra. Selain itu, guru juga harus mengambil kira perancangan pengajaran yang perlu dilaksanakan berasaskan inferens guru tentang tentang cara murid berfikir dan belajar berdasarkan pengetahuan sedia ada mereka.

#### **5.5.1.2 Kurikulum matematik**

Kajian ini mendapati murid sekolah menengah khususnya, mempunyai pelbagai bentuk gambaran, perwakilan dan tafsiran, makna, hubungan, penaklukan, komunikasi, dan penyelesaian masalah membabitkan ungkapan algebra. Semua ini menunjukkan pemahaman sebenar murid Tingkatan Dua dalam kajian ini. Oleh itu, penggubal kurikulum harus mengambil kira tafsiran tersebut untuk dijadikan rujukan dalam proses penambahbaikan kurikulum yang sedia ada. Sebagai contoh, cadangan kaedah pengajaran, kerja amali dan kerja rumah yang diberikan yang lebih berfokus.

Selain itu, banyak pendekatan kurikulum baru telah cuba mengubah persembahan algebra, antara kekurangan yang jelas diperlihatkan adalah kepekatan

konsep dalam masa yang singkat, dan pendedahan tajuk kepada situasi sebenar. Oleh kerana pembelajaran algebra dalam kalangan murid sekolah menengah ditentukan oleh kurikulum matematik, yang menjadi elemen utama menyokong, membolehkan dan menyediakan banyak peluang untuk murid meneroka dan menimba pengalaman tentang algebra. Justeru itu, pihak penggubal kurikulum boleh menyediakan silibus matematik yang lebih khusus bagi ungkapan algebra, seperti model, fungsi, dan perwakilan yang berkaitan dengan tajuk tersebut. Pihak penggubal kurikulum matematik juga boleh merancang dan mereka bentuk silibus yang sesuai dalam memperkenalkan algebra buat kali pertama kepada murid sekolah menengah berdasarkan dapatan kajian ini tentang pemahaman murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra. Hal ini dengan mengambil kira semua konstruk pemahaman yang dibincangkan dalam kajian ini adalah penting dalam membina pengetahuan murid tentang ungkapan algebra.

Seterusnya, dapatan kajian ini turut memberi implikasi kepada kurikulum matematik dari segi olahan subkonstruk topik ungkapan algebra yang tidak mengkhususkan tafsiran pemboleh ubah, pekali, menilaikan ungkapan, dan operasi asas dalam ungkapan. Penekanan supaya pemboleh ubah atau anu bagi algebra mempunyai rujukan yang lebih jelas. Terdapat beberapa aspek positif dari dapatan kajian ini menjadi rujukan penggubal kurikulum tentang penggunaan keadaan sebenar; penekanan pada hubungan fungsi antara pemboleh ubah; dan menganggap atau menunjukkan hubungan fungsi untuk menjadi generalisasi berasaskan ramalan boleh digunakan bagi memahami ungkapan algebra. Hal sedemikian juga memberi implikasi kepada Bahagian Buku Teks dari Kementerian Pendidikan dan juga penggubal buku rujukan dari penerbit luar bagi menyediakan bahan bercetak dengan pelbagai aktiviti dan masalah mengenai ungkapan algebra agar murid dapat menimba

pengalaman yang luas tentang perkara tersebut. Penambahbaikan boleh diberikan kepada aktiviti penaakulan, komunikasi, dan penyelesaian masalah.

Selain itu, kurikulum matematik sangat padat pecahannya, jadi murid tidak diberi peluang untuk menggunakan dan mengamalkan algebra yang mereka sedang belajar. Keadaan ini mengakibatkan kemahiran dan konsep berubah-ubah. Pendekatan tradisional terhadap algebra masih dilaksanakan ketika menekankan manipulasi ungkapan algebra. Keadaan ini menggambarkan kepada murid tentang pembelajaran algebra sebagai aktiviti yang tidak bermakna selain menggerakkan huruf dari satu kedudukan ke tempat yang lain. Oleh itu, dapatan kajian ini memberi maklumat tambahan tentang konsep, prosedur, dan aplikasi pengetahuan nombor dan arithmetik dalam menyelesaikan masalah membabitkan ungkapan algebra. Dapatan kajian ini memaparkan pengetahuan yang dimiliki oleh murid daripada pengalaman lepas dan pengubahsuaian maklumat membantu murid membina pengetahuan baru ungkapan algebra. Justeru itu, kurikulum matematik boleh membuat penambahbaikan dalam mengaitkan prosedur dan langkah membabitkan peralihan pemboleh ubah dengan suatu aktiviti yang memberi makna seperti peraturan permainan dalam catur dan 'dam'. Maka, murid dapat memahami makna prosedur yang dilakukan dengan lebih jelas.

#### **5.5.2 Implikasi Kepada Kajian Lanjutan**

Kajian ini bertujuan mengenal pasti cara murid Tingkatan Dua dalam kajian ini membina pengetahuan tentang ungkapan algebra. Dapatan kajian mendapati murid membina pengetahuan secara aktif melalui aktiviti dan refleksi yang berulang kali. Berdasarkan dapatan kajian juga memperlihatkan perkembangan pengetahuan lama dan pembinaan pengetahuan baru tentang ungkapan melalui pelbagai aktiviti dan

pengubahsuaian maklumat membabitkan kematangan, pengalaman fizikal dan keseimbangan (Glaserfeld, 1998, 2001, 2005, Steffe 2007, 2008, Nik Azis, 1998, 2014). Justeru itu, dapatan kajian ini memberi implikasi kepada kajian lanjutan dalam konteks pembelajaran, yang mana murid perlu mengembangkan kekuatan penyelesaian masalah, penaakulan, perwakilan, komunikasi, dan hubung kait konsep matematik secara umum dan ungkapan algebra secara khusus.

Pengetahuan murid hendaklah hasil daripada pengamalan yang sesuai, jika mereka diluahkan peluang untuk mengumpul pengalaman bagi membentuk asas yang stabil untuk pembelajaran selanjutnya. Antara isu kesukaran pembelajaran algebra, murid masih tidak dapat mengenal pasti perbezaan antara ungkapan algebra dengan konsep matematik lain seperti persamaan, dan mempunyai kemungkinan besar mendapati ia sangat mencabar untuk menjana ungkapan tersebut. Oleh itu, membuat hubungan antara konsep yang telah dipelajari dalam bilik darjah membantu mengembangkan pengetahuan murid tentang ungkapan dengan hubung kait dengan konsep matematik yang lain dan perkaitan dengan bidang di luar konteks matematik. Oleh itu, kajian lanjutan yang bertujuan untuk menyediakan pelbagai jenis tugas, sesuai untuk mengembangkan pengetahuan primitif murid boleh menggunakan dapatan kajian ini sebagai panduan.

Perkembangan pengetahuan boleh membabitkan pelbagai aspek seperti perkembangan fizikal, kognitif, emosi, sosial, personaliti, dan moral. Justeru itu, pendekatan epistemologi dalam kajian ini memberi tumpuan utama kepada proses pembinaan pengetahuan membabitkan tindakan dan operasi. Justeru itu, impak dapatan kajian ini turut memberi kesan kepada guru, sebagai pemudah cara yang perlu menyediakan medium untuk murid menimba pengalaman yang bermakna.

Berdasarkan kajian lepas (Nik Azis, 1998, 2014; Steffe & Kieran, 1994; Hiebert et al, 2000; Bamby, Harries, Higgins dan Suggate, 2007; Pierce & Stacey, 2007; Dreyfus & Hoch, 2004; Demby, 1997; Booth & Koedinger, 2008; Kieran, 1987; Usiskin, 1988; Hitt & Morasse, 2009; Schliemann et al, 2013) tentang keperluan guru menyedari kepentingan makna, perwakilan, hubungan kait, komunikasi, dan penaakulan ke atas simbol matematik dalam pembelajaran algebra, dan mengambil kira kepentingan ini dalam pengajaran mereka. Oleh itu, guru mempunyai tanggungjawab untuk memastikan pengalaman pertama murid menggunakan huruf dalam algebra merupakan perkara asas bagi struktur pengetahuan algebra. Justeru, kajian ini memberi implikasi kepada kajian lanjutan yang membabitkan teknik pengajaran bersesuaian untuk memberikan sebanyak mungkin pengalaman kepada murid dalam membina pengetahuan tentang ungkapan algebra.

Perwakilan menjadi salah satu perkara yang membantu pemahaman murid dalam matematik, kajian ini boleh menambahkan contoh dan bukti bagi kajian lanjut yang bertujuan untuk memahami kaedah pengajaran yang berkesan yang menggunakan pelbagai perwakilan dalam memperkembangkan pengetahuan matematik murid, khususnya algebra. Selain itu, kajian ini turut mensyorkan kajian lanjutan mengkaji faktor-faktor kritikal kepada pengajaran guru dan pembelajaran murid, bagi tujuan untuk mengetahui lebih lanjut bagaimana untuk memudahkan perkembangan pengetahuan murid dalam algebra sama ada dari segi konseptual, prosedural, atau operational.

Kajian ini dijalankan secara teknik temu duga klinikal bagi mengenal pasti pemahaman tentang konsep asas ungkapan algebra yang dimiliki oleh murid Tingkatan Dua dalam kajian ini. Teknik temu duga klinikal hanya mampu menjawab



persoalan asas tentang ungkapan algebra, namun persoalan bagaimana murid dapat membina pemahaman yang dimiliki itu masih belum terjawab. Justeru itu, teknik eksperimen dan intervensi pembelajaran murid di anggap lebih sesuai bagi mengenal pasti cara murid membina pengetahuan tentang konsep asas ungkapan algebra seperti yang dijalankan oleh Diana & Yackel (2009), Carraher, Schliemann, & Brizuela, (2003), dan Branco & Ponte (2012). Maka kajian lanjut perlu dijalankan menggunakan teknik eksperimen bagi mengenal pasti bagaimana konsep asas ungkapan algebra dibina oleh murid sekolah menengah.

Seterusnya, dapatan kajian ini turut mencadangkan senarai soalan-soalan yang penting untuk penyelidikan mengenai pemahaman murid dalam ungkapan algebra, antaranya; apakah aspek pedagogi yang penting dalam mempromosikan kekuatan gambaran mental, perwakilan, penaakulan, komunikasi, hubung kait, dan penyelesaian masalah dalam pemahaman ungkapan algebra?; apakah aspek pembudayaan pembelajaran dalam bilik darjah yang menggalakkan pemikiran aktif dalam kalangan murid yang baharu didedahkan dengan topik ungkapan algebra?; Adakah gambaran mental dan perwakilan berkesan dalam penyelesaian masalah ungkapan algebra?; dan bagaimanakah guru dapat membantu murid untuk membuat hubungan antara ungkapan algebra dengan konsep matematik yang lain?

## **5.6 Sumbangan Kajian**

Kajian ini memfokuskan tentang pemahaman murid Tingkatan Dua tentang ungkapan algebra. Dapatan kajian mendapati murid dalam kajian ini memaparkan pemahaman mereka tentang ungkapan algebra dalam kepelbagaian bentuk dan cara membabitkan gambaran mental, perwakilan, makna, hubung kait, komunikasi, penaakulan, dan penyelesaian masalah. Semua bentuk dan cara pemahaman ini

merangkumi konsep, prinsip, prosedur, peraturan, dan fakta yang penting tentang ungkapan algebra. Justeru itu, kajian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan ke atas beberapa perkara, antaranya:

- (a) Kaedah dan teknik pengajaran guru dalam memperkenalkan konsep-konsep algebra. Guru merangka modul pengajaran yang mudah difahami dan menarik berlandaskan pengalaman dan pengetahuan sedia ada murid. Dengan dapatan kajian ini, guru lebih peka tentang kemampuan dan keupayaan murid dalam membina pengetahuan tentang sesuatu topik atau konsep. Walaupun kajian ini tidak memberikan fokus tentang tahap pencapaian murid, namun kepelbagaian cara murid mempamerkan pemahaman mereka adalah berbeza antara satu sama lain. Justeru itu, kajian ini dapat membantu guru dalam mempelbagaikan kaedah pengajaran dengan memberikan tumpuan kepada perkara yang berkait rapat dengan kehidupan seharian dan persekitaran murid agar yang dipelajari itu adalah bermakna.

Beberapa perkara dalam dapatan kajian yang dapat membantu guru dalam teknik pengajaran antaranya ialah penggunaan gambaran mental tentang ungkapan simbolik, yang mana membantu dalam pengenalan atau set induksi bagi topik ungkapan algebra. Contohnya, gambaran mental tentang ' $6x$ ' dipaparkan oleh murid kajian ini sebagai enam helai baju, enam kek, enam beg, dan beberapa perkara lagi, mencungkil pemahaman murid dengan lebih mendalam tentang konsep pekali dan pemboleh ubah. Gambaran dalam bentuk benda yang sama secara berulang memaparkan pemahaman tentang angka '6' bukan sahaja dengan perkataan '*pekali*'

tetapi dijelaskan dengan lebih terperinci dengan konsep penambahan berulang. Hal sedemikian dapat mengelakkan kekeliruan konsep pemboleh ubah yang diwakilkan oleh huruf '*a*' untuk '*apple*' dan '*b*' untuk '*banana*'. Gambaran mental yang dipaparkan oleh murid membantu guru memahami dan mendalami keupayaan murid dalam mendefinisi ungkapan algebr. Contoh lain membabitkan hal berkaitan dengan perwakilan, beberapa bentuk dipaparkan oleh murid dalam kajian ini boleh diaplikasikan oleh guru dalam membentuk soalan dan masalah berbentuk KBAT. Dalam masalah ayat algebra yang membabitkan ungkapan algebra merangkumi pemboleh ubah, pekali dan operasi asas, guru memberikan tumpuan ke atas membentuk perwakilan dalam simbol dan tatanda, grafik, sebutan, corak dan pola susunan dalam menjelaskan cara penyelesaian masalah tersebut. Dalam hal ini, guru diharapkan memberikan penekanan dalam kepelbagaian bentuk perwakilan dan juga pengetahuan asas dalam pengiraan yang perlu dikuasai dalam menyelesaikan sebarang masalah. Guru juga dapat gambaran awal tentang kelemahan dan kesukaran yang di hadapi oleh murid dalam proses memahami topik ini. Oleh itu, guru dapat merangka latihan khusus bagi mengatasi keadaan tersebut.

- (b) Sumber rujukan kepada pengkaji lain di masa hadapan terutamanya kajian dalam bidang pembelajaran, pengajaran, teknologi, dan afektif. Kajian ini diharapkan dapat menyumbangkan maklumat tentang teori, metodologi, persamaan dan perbezaan dapatan kajian dengan pengkaji lain. Dalam bidang pembelajaran dan pengajaran, dapatan dalam tujuh subkonstruk pemahaman dan subkonstruk ungkapan algebra dapat digunakan dalam kajian akan datang dari segi kedalaman dan perkara baharu yang terbit

daripadanya. Berdasarkan ulasan literatur kajian lepas, kajian pemahaman tentang ungkapan algebra diharap dapat dikembangkan dan diperhalusikan lagi khususnya di masa akan datang. Sebagai contoh, pembinaan makna bagi pemalar oleh murid kajian ini membabitkan penggunaan kotak pemprosesan ditukar kepada konsep '*vending machine*' merupakan pendekatan yang jelas dalam memahami konsep pemalar. Hal ini dapat dijadikan rujukan dalam mengaplikasi konsep matematik dalam kehidupan seharian dan penerokaan dunia sebenar murid. Dapatan kajian ini menyumbangkan maklumat dan rujukan tambahan kepada kajian tentang tingkah laku dan pengalaman murid dalam pembelajaran algebra secara keseluruhan.

- (c) Penghasilan buku dan rangka kurikulum dalam pembelajaran matematik awal kanak-kanak, rendah, menengah, dan pengajian tinggi. Dapatan ini dapat memberikan sedikit idea yang boleh dikembangkan konteks bagi membantu murid dan guru untuk melihat fungsi dan kepentingan topik matematik umumnya dan ungkapan algebra khususnya. Dalam hal sedemikian, sumbangan kajian ke atas corak pemikiran murid kajian ini mewakili antara corak pemikiran murid sekolah, yang mana membantu ke atas pembentukan aktiviti yang bersesuaian, nota, dan soalan-soalan berorientasikan kebolehan berfikir aras tinggi. Sebagai contoh, dapatan kajian ini yang membabitkan penaakulan murid tentang ciri suatu ungkapan algebra dengan menggunakan 'contoh' dan 'bukan contoh' dapat memaparkan kepelbagaian corak pemikiran murid, bermula dari mudah ke abstrak. Antara contoh dapatan yang unik, murid dalam kategori pencapaian akademik lemah berupaya memaparkan implikasi dan

generalisasi induktif yang lebih bermakna dan jelas ungkapan algebra berbanding murid dalam kategori pencapaian akademik tinggi. Hal sedemikian memaparkan corak pemikiran murid boleh dikembangkan dan didedahkan ke saluran yang lebih luas. Oleh itu, penerbit buku dan penggubal kurikulum dapat mengolah soalan dan silibus yang tidak hanya terhad kepada penggunaan peta minda atau i-think, tetapi dapat mempertimbangkan ‘contoh’ dan ‘bukan contoh’ untuk mencungkil dengan lebih mendalam pemahaman murid tentang sesuatu tajuk yang khusus atau pun yang lebih umum.

Ringkasnya, kajian ini adalah diharapkan dapat menyumbang ke arah pembentukan pembelajaran matematik murid dengan berkesan dan bermakna.

## **5.7 Penutup**

Secara umumnya, kajian ini menunjukkan pemahaman murid Tingkatan Dua dalam kajian ini tentang ungkapan algebra. Dapatan kajian ini boleh dimanfaatkan kepada pihak penggubal kurikulum, pendidik, penyelidik pendidikan dan ramai lagi untuk memantapkan keupayaan mereka dalam aktiviti pembangunan, perkembangan, dan pengajaran dalam ungkapan algebra. Dapatan kajian ini juga membekalkan aktiviti dan tingkah laku murid yang terperinci tentang pemahaman ungkapan algebra yang boleh dijadikan rujukan untuk tindakan lanjut yang relevan.

## RUJUKAN

- Abdul Majid, M. & Sudhakar, V. (2013). Use of an interactive algebra and trigonometry software program: students' perception and attitudes. *International Journal of Systems, Algorithms & Applications*, 3(13), 24-27.
- Akgün, L., & Özdemir, M. E. (2006). Students' understanding of the variable as general number and unknown: A case study. *The Teaching of Mathematics*, 9(1), 45-51.
- Alabdulaziz, M., & Higgin, S. (2017), 'Understanding technology use and constructivist strategy when addressing Saudi primary students' mathematics difficulties.' *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 6(1), 105.
- Alejo, V. V., Escalante, C. C., & Hussain, J. (2012). Beliefs and attitudes toward mathematics at university level, development of mathematical knowledge. *12<sup>th</sup> International Congress on Mathematical Education*. Topic Study Group 27, 8 July – 15 July, 2012, Seoul, Korea.
- Al Jupri. (2016). Student Difficulties in Mathematizing Word Problem in Algebra. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 12(9), 2481-2502.
- Álvarez, I., Gómez-Chacón, I., M., & Ursini, S. (2015). Understanding the Algebraic Variables: Comparative Study of Mexican and Spanish Students. *Eurasia Journal Of Mathematics, Science & Technologies Education*. 11(6), 1507-1529.
- Andam, E.A., Okpoti, C., Obeng-Denteh, W., & Atteh, E. (2015). The Constructivist Approach of Solving Word Problems Involving Algebraic Linear Equations: The Case Study of Mansoman Senior High School, Amansie West District of Ghana. *Advances in Research*. Vol. 5, 1-12.
- Arnoux, P., & Finkel, A. (2009). Using Mental Imagery Processes for Teaching and Research in Mathematics and Computer science. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 00(00), 1-13.

- Asp, G. & Stacey, K. (2006). Using dynamic diagrams to motivate and assist problem solving by algebra. In *Mathematics –The Way Forward. Proceeding of the Forty-Third Annual Conference of the Mathematical Association of Victoria*, Brunswick, VIC.
- Azrul, F. I., & Marlina, A. (2007). *Analisis kesilapan dalam tajuk ungkapan algebra di kalangan pelajar tingkatan empat*. Buletin Persatuan Pendidikan Sains dan Matematik Johor, 17 (1). pp. 20-30.
- Baratto, S. & Bergmanman, B. (2008). *Elementary and intermediate algebra*. New York: McGraw-Hill.
- Barmby, P., Harries, T., Higgins, S., & Suggate, J. (2007). How can we assess mathematical understanding?. In *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematical Education* (Vol. 2, pp. 41-48).
- Bautista, R. (2012). Students' Attitude And Performance Towards Algebraic Word Problem Solving Through Personalized Instruction. *Proceeding of EDULEARN12 Conference*, (2<sup>nd</sup>-4<sup>th</sup> July, pp. 3294-3301), Barcelona, Spain. Retrieved from [https://www.academia.edu/1990334/Students\\_Attitude\\_and\\_Performance\\_towards\\_Algebraic\\_Word\\_Problem\\_Solving\\_through\\_Personalized\\_Instruction](https://www.academia.edu/1990334/Students_Attitude_and_Performance_towards_Algebraic_Word_Problem_Solving_through_Personalized_Instruction).
- Bhowmik, M. (2015). Constructivism approach in mathematical approach in mathematics teaching and assessment of mathematical understanding. *Basic Research Journal of Education and Review*, 4(1), 08-12.
- Bishop, J. W., Otto, A. D., & Lubinski, C. A. (2001). Promoting algebraic reasoning using students' thinking. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 6(9), 508-514.
- Blanton, M., Stephen, A., Knuth, E., Murphy Gardiner, A., Isler, I. & Kim, J.S. (2015). The Development of Children's Algebraic Thinking: The Impact of a Comprehensive Early Algebraic Intervention in Third Grade. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 46, No. 1, 39-87.
- Booth, J. L., & Koedinger, K. R. (2010). Facilitating low-achieving students' diagram use in algebraic story problems. In *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 1649-1654).

- Booth, J. L., Lange, K. E., Koedinger, K. R., & Newton, K. J. (2013). Using example problems to improve student learning in algebra: Differentiating between correct and incorrect examples. *Learning and Instruction*, 25(June), 24-34.
- Booth, L. R. (1988). Children's difficulties in beginning algebra. In A.F. Coxford & A.P. Shulte (Eds.), *The Ideas of Algebra, K-12. 1988 Yearbook*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Branco, N. C., & da Ponte, J. P. (2012). The study of pictorial sequences as a support to the development of algebraic thinking. *Far East Journal of Mathematics Education*, 8(2), 101-135.
- Brizuela, B.M., Blanton, M., Sawrey, K., Newman-Owens, A., & Murphy Gardiner, A. (2015). Children's use of variables and variables notation to represent their algebraic ideas. *Mathematical Thinking and Learning*, 17(1), 34-36.
- Bush, S. B. (2012). *Analyzing common algebra-related misconceptions and errors of middle school students*. (Doctoral dissertation, University of Louisville, 2012). Retrieved from <http://digital.library.louisville.edu/cdm/singleitem>
- Capraro, M. M. & Joffrion, H. (2006). Algebraic equations: Can middle-school students meaningfully translate from words to mathematical symbols?. *Reading Psychology*, 27(2-3), 147-164.
- Carolyn, W. (2015). Algebra 1. Penguin Random House LLC.
- Carraher, D. W., Martinez, M. V., & Schliemann, A. D. (2008). Early algebra and mathematical generalization. *ZDM*, 40(1), 3-22.
- Carraher, D. W., Schliemann, A. D., & Brizuela, B. M. (2000). Early algebra, early arithmetic: Treating operations as functions. In *Presentado en the Twenty-second annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Tucson, Arizona.



- Carraher, D., Brizuela, B. & Schliemann, A., (2000). Bringing out the algebraic character of arithmetic. Instantiating variables in addition and subtraction. In T. Nakahara & M. Koyama (Eds.) *Proceedings of the XXIV Conference of the International group for the Psychology of Mathematics Education*. (Vol. 2, 145-152), Hiroshima, Japan.  
Retrieved from <http://earlyalgebra.terc.edu/publications>. Htm
- Carraher, D., Schliemann, A., & Brizuela, B. (2001). Can young students operate on unknowns? *Proceedings of the XXV Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 1, 130-140)Utrecht, The Netherlands.  
Retrieved from <http://earlyalgebra.terc.edu/publications.htm>.
- Chimoni, M. & Pitta-Pantazi, D. (2015). Connection Between Algebraic Thinking and Reasoning Processes. CERME9. 1-7.
- Christou, K. P., Vosniadou, S., & Vamvakoussi, X. (2007). Students' interpretations of literal symbols in algebra. *Re-framing the conceptual change approach in learning and instruction*, 283-297. Rettrieved from [http://sites.google.com/christoukp/download\\_publications](http://sites.google.com/christoukp/download_publications).
- Coleman, J. L. (2008). *The development of understanding of the concept of variable in grade seven beginning algebra students: the role of student interaction*. (Master dissertation, University of Queen's, Kingston, Canada, 2008). Retrieved from [http://qspace.library.queensu.ca/bitstream/1974/1086/1/Coleman\\_Jodi\\_L\\_200804\\_Med.pdf](http://qspace.library.queensu.ca/bitstream/1974/1086/1/Coleman_Jodi_L_200804_Med.pdf).
- Cooper, T. J., Williams, A. M., & Baturo, A. R. (1999). Equals, expressions, equations, and the meaning of variable: A teaching experiment. In Making the difference: *Proceedings of the 22nd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, (July, 4-7), Adelaide, South Australia.
- Cooper, T. J., Williams, A. M., & Baturo, A. R. (1999). Simplifying algebraic expressions. *Paper presented at the AARE Annual Conference, Melbourne, 1999*.  
Retrieved from <http://www.aare.edu.au/data/publications/1999/wil99623>
- Creswell, J. W. (2014). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. 4<sup>th</sup> edition. Edinburg Gate, Harlow: Pearson Education Limited.

- Demby, A. (1997). Algebraic procedures used by 13-to-15-year-olds. *Educational studies in mathematics*, 33(1), 45-70.
- Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. *The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study*, 273-280.
- Effendi, Z., Ibrahim & Siti M. M. (2010). Analysis of students' error in learning of quadratic equations. *International Education Studies*, 3(3), 105-110.
- Egodawatte, G. (2011). *Secondary School Students' misconceptions In Algebra* (Doctoral dissertation, University of Toronto, 2011). Retrieved from [https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/29712/1/EgodawatteArachchiDon\\_Gunawardena\\_201106\\_PhD\\_thesis.pdf](https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/29712/1/EgodawatteArachchiDon_Gunawardena_201106_PhD_thesis.pdf)
- Eraslan, A. (2005). A Qualitative Study: Algebra Honor Students' Cognitive Obstacles as They Explore Concepts of Quadratic Functions. Electronic Theses, Treatises and dissertation. Paper 557. Retrieved from <http://diginole.lib.fsu.edu/etd>
- Falkner, K. P., Levi, L., & Carpenter, T. P. (1999). Children's understanding of equality: A foundation for algebra. *Teaching Children Mathematics*, 6(4), 232.
- Filloy, E., Rojano, T., & Solares, A. (2004). Arithmetic/algebraic problem-solving and the representation of two unknown quantities. In *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 391-398). Retrieved from [http://www.mat.ub.es/EMIS/proceedings/PME28/RR/RR288\\_Filloy.pdf](http://www.mat.ub.es/EMIS/proceedings/PME28/RR/RR288_Filloy.pdf)
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstanding about case-study research. *Qualitative inquiry*, 12(2), 219-245.
- Fujii, T. (2003). Probing students' understanding of variables through cognitive conflict problems: Is the concept of variable so difficult for students to understand? *Paper presented at the 27th International Group for the Psychology of Mathematics Education Conference*, (vol.1, pp 49-65), Held Jointly With The 25th PME-NA Conference, Honolulu, Hawaii. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED500857.pdf>
- Gan We Ling (2008). A Research Into Year Five Pupils' Pre-Algebraic Thinking In Solving Pre-Algebraic Problems. (Doctoral desertation, Universiti of Sains Malaysia, 2008).

Girit, D. (2017), Investigating Teaching Practice For Algebraic Expression Within in A Multiple Case Study. *The Eurasia Proceeding of Educational & Social Sciences* (EPESS). 6, 31-37.

Glaserfeld, E. von. (2013). *Radical Constructivism*. Routledge.

Glaserfeld, E.von. (1996). Aspects of radical constructivism. Published as: Aspectos del constructivismo radical in M. Pakman (ed.), *Construcciones de la experiencia humana* (23-49). Barcelona, Spain: Gedesia Editorial, 1996. Retrieved from <http://www.univie.ac.at/constructivism/EvG/>

Glaserfeld, E.von. (1996). Aspect of radical constructivism and its educational recommendations. In: Steffe, L. P., Nesher, P., Cobb, P., Goldin, G. A. & Greer, B. (eds.) *Theories of mathematical learning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 307-314, 1996. Retrieved from <http://www.univie.ac.at/constructivism/EvG/>

Glaserfeld, E.von. (2001). Radical constructivism and teaching. Published in French in *Perspectives* 31(2): 191-204, 2001. Retrieved from <http://www.univie.ac.at/constructivism/EvG/>

Glaserfeld, E.von. (2006). *Key works in radical constructivism*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publisher.

Godino, J. D. (1996). Mathematical concepts, their meanings and understanding. In L. Puig y A. Gutierrez (Eds.), *Proceedings of XX Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. (v.2, pp. 417-425). Universidad de Valencia. Retrieved from [http://www.ugr.es/~jgodino/articulos\\_ingles/meaning\\_understanding.pdf](http://www.ugr.es/~jgodino/articulos_ingles/meaning_understanding.pdf)

Gomez, P.J.S. (2016). Students' Ideas and Radical Constructivism. *Science & Education*, 25(5-6), 629-650.

Gregg, D. U., & Yackel, E. (2002). Helping students make sense of algebraic expressions: The candy shop. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 7(9), 492-497.

Guzmán, J., Kieran, C., & Martínez, C. (2011). Simplification of rational algebraic expressions in a CAS environment: A technical-theoretical

- approach. In B. Ubuz (Ed.), *Proceedings of 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 484-488). Ankara, Turkey: PME Program Committee. Retrieved from <http://www.math.uqam.ca/~apte/PublicationsA.html>
- Hackenberg, A. J. (2005). *Construction of algebraic reasoning and mathematical caring relations*. (Doctoral dissertation, University of Georgia, 2005). Retrieved [https://getd.libs.uga.edu/pdfs/hackenberg\\_amy\\_j\\_200508\\_phd.pdf](https://getd.libs.uga.edu/pdfs/hackenberg_amy_j_200508_phd.pdf)
- Hall, R. D. (2002). An analysis of errors made in the solution of simple linear equations. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 15, 70-79. Retrieved from [http://people.exeter.ac.uk/PERnest/pome15/hall\\_errors.pdf](http://people.exeter.ac.uk/PERnest/pome15/hall_errors.pdf)
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A., & Human, P. (1997). *Making Sense: Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Hoch, M., & Dreyfus, T. (2004). Structure sense in high school algebra: The effect of brackets. In *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 49-56). Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED489561.pdf>
- Hoi, S., M. (2018). Pemahaman guru matematik Tahun Empat tentang pembahagian nombor bulat. PhD thesis, University of Malaya.
- Hong, Y. Y., Thomas, M., & Kwon, O. N. (2000). Understanding linear algebraic equations via super-calculator representations. In *PME CONFERENCE* (Vol. 3, pp. 3-57). Retrieved from <https://www.math.auckland.ac.nz>
- Hulse, T. (2103). The influence of Word Problem Structure on Algebraic Expression Construction. *Honors Theses*. Paper 18. Retrieved from [http://scholarship.richmond.edu/honors\\_theses](http://scholarship.richmond.edu/honors_theses).
- Indah, C. N., Rosidah, A. H., & Yohana, S. (2015). Communication in Mathematical Contextual. *International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences*, 2(4).
- Jin, H., & Wong, K. Y. (2014). Mapping Conceptual Understanding Of Algebraic Concepts: An Exploratory Investigation Involving Grade 8 Chinese Students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-21.

- Kieran, C. (2004). Algebraic thinking in the early grades: What is it. *The Mathematics Educator*, 8(1), 139-151.
- Knuth, E. J., Alibali, M. W., McNeil, N. M., Weinberg, A., & Stephens, A. C. (2005). Middle school students' understanding of core algebraic concepts: Equivalence & variable. *Zentral blatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 37(1), 68-78.
- Knuth, E. J., Stephens, A. C., McNeil, N. M., & Alibali, M. W. (2006). Does understanding the equal sign matter? Evidence from solving equations. *Journal for research in Mathematics Education*, 37(4), 297-312.
- Koirala, H. P. (2005). The effect of mathmagic on the algebraic knowledge and skills of low-performing high school students. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 209. Retrieved from <http://www.emis.de/proceedings/PME29/PME29RRPapers/PME29Vol3KoiralaEtAl.pdf>
- Krebs, A. S. (2003). Middle grades students' algebraic understanding in a reform curriculum. *School Science and Mathematics*, 103(5), 233-245.
- Lee, M. Y., & Hackenberg, A. J. (2013). Relationships between fractional knowledge and algebraic reasoning: The case of Willa. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(4), 975-1000.
- Lian, L. H. & Noraini, I. (2006). Assessing algebraic solving ability of Form Four students. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 1(1), 55-76.
- MacGregor, M. dan Stacey, K. (1994). Progress in learning algebra: temporary and persistent difficulties. *Challenges in mathematics education: constraints on construction: proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, (5-8<sup>th</sup>, July) held at Southern Cross University, Lismore Australia. Retrieved from [http://www.merga.net.au/documents/RP\\_MacGregor\\_Stacey\\_1994.pdf](http://www.merga.net.au/documents/RP_MacGregor_Stacey_1994.pdf)
- MacGregor, M., & Price, E. (1999). An exploration of aspects of language proficiency and algebra learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(4), 449-467.

- MacGregor, M., & Stacey, K. (1993). Cognitive models underlying students' formulation of simple linear equations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(3), 217-232.
- MacGregor, M., & Stacey, K. (1997). Students' understanding of algebraic notation: 11–15. *Educational studies in mathematics*, 33(1), 1-19.
- MacGregor, M., & Stacey, K. (1997). Building foundation for algebra. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 2(4), 252-260.
- Marlina, A & Nurulhuda, A. B. (2011). Tahap kefahaman pelajar tingkatan empat dalam tajuk ungkapan algebra. *Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 1-16.
- Martínez, C. , Kieran, C. and Guzmán, J. (2012). The use of CAS in the simplification of rational expressions and emerging paper-and-pencil techniques. *Paper presented at the annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Radisson Hotel, Kalamazoo. Retrieved from [http://citation.allacademic.com/meta/p571825\\_index.html](http://citation.allacademic.com/meta/p571825_index.html)
- Mary, M. C., & Heather, J. (2006). Algebraic Equation: Can Middle-School Students Meaningfully Translate from Word to Mathematical Symbols? *Reading Psychology*, 27:2-3. 147-164.
- Mason, J. (2002). Exploiting Mental Imagery in Teaching & Learning Mathematics. *Actas ProfMat 2002 Conf* 13 p75-81.
- Mat Rofa, I. (1995). Al-Jabr Wa'l-Muqābala sebagai ilmu mencari Nilai Anu. Dalam *Sejarah arithmetic dan aljabar islam* (200-239). Shah Alam, Selangor: Universiti Pertanian Malaysia.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco, GA: Jossey-Bass.
- Mousley, J. (2004). An aspect of mathematical understanding: The notion of “connected knowing”. Paper presented at the 28<sup>th</sup> Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 3, pp. 377-384). Retrieved from [http://www.emis.ams.org/proceedings/PME28/RR/RR301\\_Mousley.pdf](http://www.emis.ams.org/proceedings/PME28/RR/RR301_Mousley.pdf)

- Ncube, M. (2016). Analysis of Error Made by The Learner in Simplifying Algebraic Expression at Grade 9 Level. (Master Theses of University Of South Africa).
- Noorelawati, Y., & Masitah, S. (2015). The Strategies used in Solving Algebra by Secondary School Repeating Students. *Social and Behavioral Sciences*, 186, 1192-1200.
- Norton, S. & Windsor, W. (2008). Students' attitudes towards using materials to learn algebra: a Year 7 case study. *Paper presented at the 31st Annual Conference of Mathematics Education Group of Australia*, Brisbane. Retrieved from <http://www.merga.net.au/documents/RP432008.pdf>
- Nik Azis, N. P. (1999). *Pendekatan konstruktivisme radikal dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Universiti Malaya.
- Nik Azis, N. P. (2008). *Isu-isu kritikal dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Universiti Malaya.
- Nik Azis, N. P. (2009). *Nilai dan etika dalam pendidikan matematik*. Kuala Lumpur: Universiti Malaya.
- Nik Azis, N. P. (2014). *Pengembangan nilai dalam pendidikan matematik dan sains*. Kuala Lumpur: Universiti Malaya.
- Panasuk, R. M. (2010). Three phase ranking framework for assessing conceptual understanding in algebra using multiple representations. *Education*, 131(2), 235-257.
- Panasuk, R. M. (2011). Taxonomy for assessing conceptual understanding in algebra using multiple representations. *College Student Journal*, 45(2), 219-232.
- Papaieronymou, I. (2007). Student difficulties in understanding the difference between algebraic expressions and the concept of linear equation. European Research in Mathematics Education. *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, (22-26<sup>th</sup>, February, 934-943), Larnaca, Cyprus.
- Paul, D. (2011). *Secondary Algebra Education: Revisiting Topics and Themes and Exploring the Unknown*. Sense Publishers. Rotterdam, The Netherlands.

- Pekkan, Z. T. (2008). *Modeling grade eight students' construction of fraction multiplying schemes and algebraic operations*. (Doctoral dissertation, University of Georgia, 2008). Retrieved from [https://getd.libs.uga.edu/pdfs/tunc-pekkan\\_zelha\\_200805\\_phd.pdf](https://getd.libs.uga.edu/pdfs/tunc-pekkan_zelha_200805_phd.pdf).
- Piaget, J. (1929). *The Child's Conception of the World*. New York: Harcourt, Brace, & World.
- Pirie, S., & Kieren, T. (1994). "Growth in mathematical understanding: How can we characterize it and how can we represent it?." In *Learning Mathematics*, pp. 61-86. Springer, Dordrecht.
- Pothier, Y., & Sawada, D. (1983). Partitioning: The emergence of rational number ideas in young children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14(5), 307-317.
- Pugalee, D. K. (2001). Algebra for all: The role of technology and constructivism in an algebra course for at-risk students. *Preventing School Failure*, 45(4), 171-176.
- Reyes, J., L. (2012). "Equal or Not? An Exploration of Eighth-Grade Students' Experience of Algebra". Electronic Theses and Dissertation. 789. Retrieved form: <https://digitalcommon.georgiasouthern.edu/etd/789>.
- Reyhan, T., S. (2017). The 7<sup>th</sup> Grade Students' Perception of The Letters in An Algebraic Expression. Proceeding of ISER International Conference, Moscow, Rusia 9<sup>th</sup> – 10<sup>th</sup> March.
- Reyhan, T., S. (2017). Middle Grade Students' Concept Image Of Algebraic Concepts. *Journal of Education and Learning*, 6(3).
- Robert, A., Samuel, A., & Samuels., B. (2018). Toward Improving Senior High School Students' Conceptual Understanding of System of Two Linear Equations. *International Journal of Education Research Review*, 3(1).
- Rystedt, E. (2015). Encountering Algebraic Letters, Expressions and Equations: A Study of Small Group Discussion in Grade 6 Classroom. (Doctoral dissertation, University of Gothenburg, 2015).



- Saldana, J. (2016). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. Thousand Oak, CA: Sage Publication Ltd.
- Sacristán, A. I., & Kieran, C. (2006). Bryan's story: classroom miscommunication about general symbolic notation and the emergence of a conjecture during a cas-based algebra activity. This article appears in J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká, & N. Stehliková (Eds.), *Proceedings of 30th PME* (Vol. 5, pp. 1-8). Prague, Czech Republic. Retrieved from [http://www.math.uqam.ca/~apte/Publications/PME\\_2006\\_Sacristan\\_Kieran.pdf](http://www.math.uqam.ca/~apte/Publications/PME_2006_Sacristan_Kieran.pdf)
- Schliemann, A. D., Carraher, D. W., & Brizuela, B. M. (2012). Algebra in elementary school. In L. Coulange & J.-P. Drouhard (Eds.) *Enseignement de l'algèbre élémentaire: Bilan et perspectives*. Special Issue of *Recherches en Didactique des Mathématiques*, pp. 109-124.
- Seng, L. K. (2010). An error analysis of form 2 (grade 7) students in simplifying algebraic expressions: A descriptive study. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(1), 139-162.
- Sierpinska, A. (2013). *Understanding in Mathematics*. Routledge.
- Stacey, K. (2007). Using Dynamic Geometry Software to Motivate and Assist Problem Solving with Algebra. *Proceedings East Asia Regional Conference in Mathematics Education (EARCOME) 4*. Pulau Pinang, 18-22 Jun.
- Stake, R. E. (1978). The case study method in social inquiry. *Educational researcher*, 7(2), 5-8.
- Stake, R. E. (1983). The case study method in social inquiry. In *Evaluation models* (pp. 279-286). Netherlands: Springer.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. London: Sage.
- Stake, R. E. (2013). Qualitative Research and Case Study. *Silpakorn Educational Research Journal*, 3(1-2), 7-13.
- Stake, R. E., & Trumbull, D. J. (1982). Naturalistic generalizations. *Review Journal of Philosophy and Social Science*, 7, 1-12.

- Star, J. R., & Rittle-Johnson, B. (2009). Making algebra work: Instructional strategies that deepen student understanding, within and between algebraic representations. *ERS Spectrum*, 27(2), 11-18.
- Steffe, L. P. (2007). Radical constructivism: A scientific research program. *Constructivist Foundations* 2(2-3):41-49. Retrieved from <http://www.univie.ac.at/constructivism/journal/2/2-3/041.steffe>
- Steffe, L. P., Glasersfeld E. von, Richards, J., & Cobb, P. (1983). *Children Counting Types, Philosophy, Theory and Application*. Preager Publisher, New York, USA
- Stewart, S. (2008). *Understanding linear algebra concepts through the embodied, symbolic and formal worlds of mathematical thinking*. (Doctoral dissertation, University of Auckland, 2008). Retrieved from <https://researchspace.auckland.ac.nz/bitstream/handle/2292/2912/02whole.pdf?sequence=2>
- Stewart, S., & Thomas, M. O. (2007). Embodied, symbolic and formal aspects of basic linear algebra concepts. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(7), 927-937.
- Stewart, S., & Thomas, M. O. (2009). A framework for mathematical thinking: The case of linear algebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(7), 951-961.
- Subramaniam, K., & Banerjee, R. (2004). Teaching arithmetic and algebraic expressions. In *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, 121-128). Retrieved from [http://www.emis.de/proceedings/PME28/RR/RR200\\_Kalyanasundaram.pdf](http://www.emis.de/proceedings/PME28/RR/RR200_Kalyanasundaram.pdf)
- Tat, T. B., & Fook, F. S. (2005). The effects of Geometer's Sketchpad and Graphic Calculator in the Malaysian Mathematics classroom. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*, 2(2), 82-96.
- Taylor-Cox, J. (2003). ALGEBRA in the Early Years?. *Young Children*, 58(1), 14-21.

- Thomas, M. O. J. (2001). Building a conceptual algebra curriculum: The role of technological tools. *Proceedings of the International Congress of Mathematical Instruction (ICMI) The Future of the Teaching and Learning of Algebra*, Melbourne, 582–589.
- Tillema, E. (2007). *Students' construction of algebraic symbol systems*. (Doctoral dissertation, University of Georgia, 2007). Retrieved from [https://getd.libs.uga.edu/pdfs/tillema\\_erik\\_s\\_200708\\_phd.pdf](https://getd.libs.uga.edu/pdfs/tillema_erik_s_200708_phd.pdf)
- Tillema, E. (2016). Investigating teaching from constructivist stand: A model of communication. *Constructivist Foundation*, 12 (1).
- Ursini, S., & Trigueros, M. (2001). A model for the uses of variable in elementary algebra. *Proceedings of the 25th conference of the international group for the psychology of mathematics education*, (vol. 4, 327-334), Utrecht, Netherlands: Freudenthal Institute.
- Ursini, S., & Trigueros, M. (2004). How Do High School Students Interpret Parameters in Algebra? *International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
- Usiskin, Z. (1988). Conceptions of school algebra and uses of variables. In *Algebra Thinking, Grades K-12, The ideas of algebra*, 8, 19.
- Usiskin, Z. (2004). A significant amount of algebra. *Nieuw Archief Voor Wiskunde*, 5(2), 147-152.
- Usiskin, Z. (2005). Should All Students Learn a Significant Amount of Algebra? *Developing Students' Algebraic Reasoning Abilities*, 3.
- Warren, E. (1993). Algebra: Beyond manipulating symbols. *Proceedings of the Sixteenth Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, (9- 13<sup>th</sup> July), Brisbane,. Retrieved from [http://www.merga.net.au/documents/RP\\_Warren\\_1993.pdf](http://www.merga.net.au/documents/RP_Warren_1993.pdf)
- Warren, E. (2005). Young children's ability to generalise the pattern rule for growing patterns. In Chick, H. L. & Vincent, J. L. (Eds.). *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 4, 305-312), Melbourne. Retrieved from <http://www.emis.de/proceedings/PME29/PME29RRPapers/PME29Vol4Warren.pdf>

Wang, X. (2015). The Literature Review of Algebraic Learning: Focusing on the Contribution to Students' Difficulties. *Creative Education*, 6(pg 144-153).

Wheater, C. (2015). *Algebra 1*. New York, Penguin Random House LLC.

Wu, H. (2001). How to prepare students for algebra. *American Educator*, 25(2), 10-17.

Yin, R. K. (2009). *Case study research design and methods* (4<sup>th</sup> ed., vol. 5). Washington, DC: Sage Publication.

Zwetschler, L., & Prediger, S. (2013). Conceptual challenges for understanding the equivalence of expressions—a case study. Proceedings of the 8th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 8). Antalya, METU: University Ankara. Retrieved from [http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger/veroeff/14-CERME\\_Zwetschler\\_Prediger\\_Equivalence.Pdf](http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger/veroeff/14-CERME_Zwetschler_Prediger_Equivalence.Pdf)