

BAB 3

KONSEP BINTANG DARI PERSPEKTIF ASTRONOMI DAN SPEKTROSKOPI

3.1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan bintang berdasarkan pandangan ahli astronomi. Penjelasan ini membincangkan mengenai kitar hidup, jenis, ciri, dan aplikasi bintang dalam kehidupan seharian. Dalam pada itu, penulis juga menyentuh aspek spektroskopi dan spektrum bintang.

3.2 Pengenalan kepada Bintang

Bintang merupakan objek samawi yang terhasil daripada debu dan gas sejuk yang dikenali sebagai nebula.¹ Pembentukan bintang berlaku apabila zarah-zarah kecil yang terdiri daripada debu-debu dan gas bergerak rapat dan berlanggar antara satu sama lain. Hal ini berlaku disebabkan adanya graviti, malahan ketika ini suhu meningkat dan terasnya menjadi panas.²

Apabila teras bintang panas proses pelakuran nukleus³ bermula. Oleh sebab itu, berlaku pertukaran hidrogen kepada helium yang menghasilkan haba yang

¹ Walter Beade (1963), *Evolution of Stars and Galaxies*. Gaposchkin, Cecilia Helena Payne (ed.). Cambridge: Harvard University Press. h. 12.

² Lloyd Motz (1957), *Astronomy A to Z*. New York: Grosset & Dunlap, h. 106.

³ Pelakuran nukleus berlaku apabila dua nukleus bercantum untuk menjadi satu nukleus yang lebih berat. Pelakuran berlaku pada suhu yang sangat tinggi supaya nukleus-nukleus mempunyai tenaga kinetik yang cukup besar untuk mengatasi tolakan elektrik antara satu dengan yang lain. Tindak balas pelakuran sentiasa berlaku di permukaan matahari kerana terdapat banyak gas hidrogen dan suhunya yang amat tinggi. Rujuk: http://keradioaktifan.tripod.com/tenaga_nuklear.htm#, 2 Ogos 2012. Pelakuran nukleus juga ialah proses perlenggaran di antara atom-atom hidrogen yang panas. Lakuran atom ini membentuk helium dan menghasilkan jumlah tenaga yang sangat banyak. Rujuk: Asimov (1992), *Kelahiran dan Kematian Bintang*, Kuala Lumpur: Federal Publication, h. 33.

banyak⁴. Melalui ini bintang akan mengeluarkan cahaya yang terang.⁵ Hampir semua bintang mempunyai komposisi yang sama iaitu didominasi oleh 90 % hidrogen, diikuti 10% helium dan 0.1% unsur-unsur berat yang lain.⁶ Bintang akan mati apabila terasnya tidak dapat melakurkan karbon atau besi.⁷ Jika sisa di teras bintang hanya karbon, maka bintang ini mengakhiri sebagai bintang kerdil putih yang tidak bercahaya. Manakala jika sisa diterasnya adalah besi, bintang tersebut akan meletup sebagai supernova.⁸

Bintang mengalami perubahan tahap kehidupan dalam tempoh yang panjang. Hayat bintang mencecah sehingga jutaan atau berbilion tahun, ini bergantung kepada jisimnya, berbeza dengan hayat manusia.⁹

3.2.1 Definisi Bintang

Menurut kamus astronomi, bintang merupakan objek samawi bergas¹⁰ yang menghasilkan cahayanya sendiri.¹¹ Ia juga dikenali sebagai bebola gas panas yang menghasilkan cahaya terang pada waktu malam.¹² Cahaya bintang adalah tenaga

⁴ *Ibid.*, h. 8.

⁵ Jacqueline Mitton (1998), *The Penguin Dictionary of Astronomy*. London: Penguin Books Ltd., h. 351.

⁶ James B Kaler (1997), *Stars and their Spectra*. United Kingdom: Cambridge University Press, h. 11.

⁷ Yusuff al-Hajj Ahmad (2008), *Seri Kemukjizatan al-Quran & al-Sunnah*. Yogyakarta: Sajadah Press, h. 94.

⁸ *Time Life Student Library: The Universe* (1998), Jean Burke Crawford (ed.). Alexandria: Time Life Books, h.26.

⁹ *Ibid.*

¹⁰ *Glosari Astronomi* (1995), Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka, h. 351.

¹¹ Maurice Baucaille (1977), *The Bible, The Quran and Science*. Lahore: Kazi Publication, h. 156.

¹² Ian Ridpath (1987), *Longman Illustrated Dictionary of Astronomy and Astronautics*. Beirut: Longman Press, h. 69.

yang dihasilkan melalui proses pelakuran nukleus, iaitu proses penukaran atom hidrogen kepada atom helium di dalam terasnya untuk mengeluarkan cahaya.¹³

Jika diteliti dengan lebih mendalam, bintang merupakan objek samawi tetap yang dapat dilihat pada waktu malam sebagai satu titik cahaya dari bumi. Walau bagaimanapun bintang bergerak tetapi pergerakannya tidak dapat dilihat kerana kedudukannya yang amat jauh dari bumi.¹⁴

Bintang terdiri daripada jisim gas yang terikat dengan graviti. Malah bintang menghasilkan tenaga yang seimbang kerana graviti gas yang keluar dan tekanan radiasi bintang juga seimbang.¹⁵ Jisim bintang yang terdiri daripada gas panas dapat mengekalkan proses pelakuran nukleus.¹⁶

Kitaran hidup sesebuah bintang bermula dengan awan gas dan debu iaitu awan nebula.¹⁷ Kemudian, pematangan bintang bermula apabila adanya graviti untuk membentuk protobintang.¹⁸ Pembentukan protobintang ini berlaku hasil daripada proses pelakuran nukleus yang memerlukan suhu tinggi dan panas.¹⁹

Bintang berjisim ringan akan membentuk bintang gergasi merah dan akan berakhir hayatnya selepas lapisan paling luar terhakis “hilang”. Kemudian ia

¹³ Ian Ridpath (1997), *A Dictionary of Astronomy*. Oxford: Oxford University Press, h. 450.

¹⁴ Alhazen (1990), *Ibn al-Haytham's on the configuration of the World*, Y. Tzvi Langermann (ed.). New York: Garland Publishing, inc., h. 213.

¹⁵ Martin Rees (2007), *Universe*. London: Dorling Kindersley, h. 230.

¹⁶ Md Sharit Bharuddin (2007), *Buku Lengkap Astronomi dan Angkasa*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka, h. 53.

¹⁷ Perkataan nebula berasal daripada perkataan Yunani iaitu awan kerana ia akan kelihatan di langit pada waktu malam seperti awan. Nebula terbentuk daripada sekumpulan gas dan debu yang akan menghasilkan bintang. Lihat *Glosari Astronomi* (1995), *op.cit.*, h. 239.

¹⁸ Martin Rees (2007), *op.cit.*, h. 232.

¹⁹ A. S. Eddington (1927), *Stars and Atoms*. London: Oxford University, h. 106.

dikenali sebagai bintang kerdil putih. Manakala bintang berjisim berat yang dikenali sebagai bintang super gergasi akan mengakhiri hayatnya selepas berlaku satu letupan besar iaitu supernova, lalu membentuk bintang neutron atau lohong hitam.²⁰

3.2.2 Ciri-Ciri Bintang

Sebelum membuat kajian, penulis cuba memahami serba sedikit tentang ciri-ciri bintang. Di samping itu, penulis akan memperolehi maklumat serta dapat mengenalpasti jenis bintang yang akan dikaji.

3.2.2 (a) Jarak Bintang

Dalam sistem suria, semua bintang kelihatan seolah-olah mempunyai jarak yang sama dari bumi dan bintang-bintang ini membentuk gugusan corak yang dikenali sebagai buruj.²¹ Pada hakikatnya, jarak setiap bintang adalah berbeza-beza. Jarak suatu bintang dapat dihitung dengan kaedah trigonometri paralaks.²²

Akibat daripada pergerakan bumi mengelilingi matahari, bintang dilihat seolah-olah bergerak dalam lintasan elips²³ yang disebut elips paralaktik.²⁴ Sudut

²⁰Osama Ali Khader (2005), *The Qur'an and The Universe: From The Big Bang to The Big Crunch*. Beirut: Al-Maktabah al-'Asriyyah, h. 689.

²¹ Md. Sharit Bharuddin (2007), *op.cit.*, h. 58.

²² Iosif S. Shklovskii (1978), *Stars: Their Birth, Life and Death*. Richard B. Rodman (ed.). San Francisco: W. H. Freeman and Company, h. 17.

²³ Alhazen (1990), *op.cit.*, h. 213.

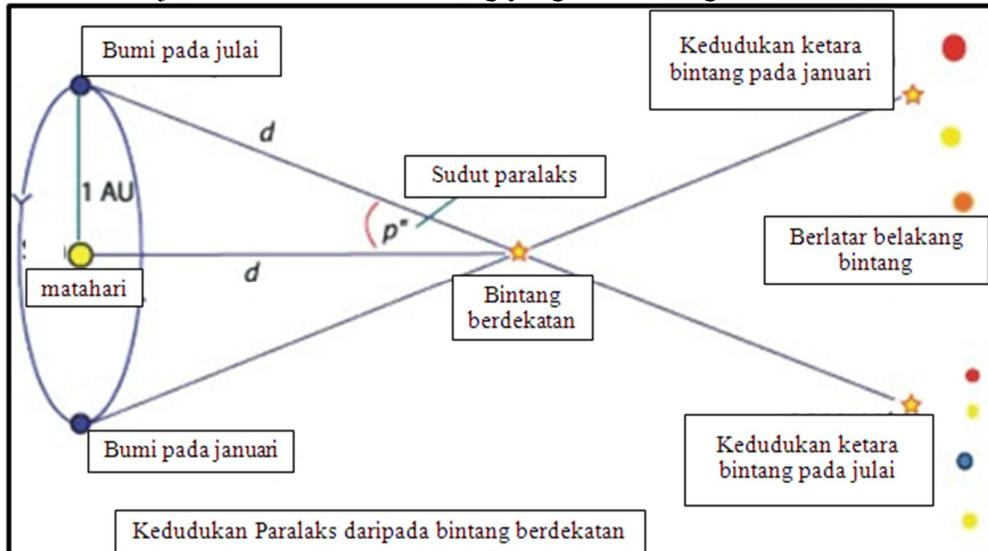
²⁴ Paksi semimajor elips gerakan orbit bumi yang menyebabkan setiap kelihatan seperti membentuk elips pada sfera samawi di sekeliling kedudukan minnya sekali setiap tahun. Rujuk: *Glosari Astronomi* (1995), *op.cit.*, h. 260.

yang dibentuk antara bumi, bintang dan matahari disebut paralaks bintang.²⁵

Semakin jauh jarak bintang dengan bumi, maka semakin kecil nilai trigonometri paralaksnya.²⁶

Perubahan sudut dan jarak bintang dekat dapat diukur dengan cara mencatatkan dua posisi dari sudut yang bertentangan dengan orbit bumi, dalam tempoh enam bulan. Bintang ini seharusnya berlatar belakangkan bintang yang sangat jauh.²⁷

Rajah 3.1: Kedudukan Bintang yang diukur dengan Kaedah Paralaks.



Sumber: Jeffrey O. Bennett (2000), *The Cosmic Perspective*. San Francisco: Addison Wesley Longman, h. 256

Jarak bintang berkait rapat dengan jejari bumi dan nilai sudut paralaks (p).²⁸

Sehubungan dengan itu, ia dapat dihitung dalam unit parsek atau tahun cahaya. 1

²⁵ 'Abd al-Salām Ghayth (2000), *'Ilm al-Falak (Astronomy)*. 'Amman: Jamī‘ah al-Yamrūk, h. 219.

²⁶ Baker, Robert Horace (1968), *An Introduction to Astronomy*, Fredick, Laurence W (ed.), c. 7. Princeton: D. Van Nostrand Company, Inc., h. 227.

²⁷ R. Van Der Riet Woolley (1956), *A Key to the Stars*, c. 3. London: Blackie & Son, Ltd., Glasgow, h. 56.

²⁸ Micheal A.Seeds (2007), *Astronomy: The Solar System and Beyond*, c. 5. Belmont, Canada: Thomson Brooks/cole, h. 278.

parsek (pc)²⁹ sama nilainya dengan 3.26 tahun cahaya (ly)³⁰ atau 206 265 AU (saat dalam unit radian).³¹

Dengan menggunakan persamaan di bawah, nilai paralaks songsang dengan jejari bumi dapat dihitung.³²

$$\tan p = R/d$$

$$1 \text{ radian} = 206265''$$

$$P = 206265 (R/d)$$

$$= 206265/d$$

$$p = 1/d$$

*p = Nilai Paralaks, R = Jarak Bumi ke Matahari, d = Jarak Matahari ke Bintang.

Apabila jarak bintang berada sejauh 10 pc maka nilai paralaksnya adalah 0.1''. Contohnya, bintang Proxima Centauri, memiliki paralaks sebanyak 0.765''. Maka jaraknya adalah 1/0.765 bersamaan 1.32 pc, atau 4.3 tahun cahaya.³³

Daripada penerangan di atas jelaslah bahawa semakin jauh jarak bintang dari bumi, maka semakin kecil nilai paralaksnya. Namun begitu, jarak bintang agak sukar untuk dihitung. Tambahan pula, kaedah trigonometri paralaks hanya dapat menghitung jarak bagi bintang yang jaraknya beberapa ratus tahun cahaya sahaja.³⁴

²⁹ Singkatan bagi *parallax-second* yang bermaksud gerak bintang yang diandaikan nilai paralaks adalah sama dengan satu arka saat. Rujuk: *Glosari Astronomi* (1995), *op.cit.*, h. 263.

³⁰ Lloyd Motz (1957), *op.cit.*, h. 66.

³¹ James B Kaler (1997), *op.cit.*, h. 10.

³² Micheal A.Seeds (2007), *op.cit.*, h. 278.

³³ Richard Van Der Riet Woolley (1957) *op.cit.*, h. 59.

³⁴ Ian Ridpath (1987), *op.cit.*, h. 91.

3.2.2 (b) Kecerahan Bintang

Cahaya bintang terhasil apabila berlakunya proses pelakuran nukleus di bahagian terasnya. Proses ini melibatkan hidrogen untuk menghasilkan helium, gelombang elektromagnet dan tenaga.³⁵

Kecerahan bintang dikenali sebagai luminositi iaitu nisbah bagi jumlah keseluruhan cahaya yang dikeluarkan oleh bintang untuk bersinar.³⁶ Manakala fluks adalah ukuran bagi jumlah cahaya yang diterima dari bintang.³⁷ Kecerahan bintang bergantung kepada jumlah cahaya yang dipancarkan oleh bintang dan jarak bintang dengan bumi.³⁸

Kecerahan ketara bintang ialah kecerahan yang dipancarkan oleh bintang. Kecerahan ini dapat dilihat oleh pencerap di bumi pada jarak 32.6 tahun cahaya (ly). Justeru, kecerahan bintang dapat diukur secara mutlak pada skala yang dinamakan magnitud ketara ataupun magnitud mutlak.³⁹ Magnitud mutlak merupakan keamatan sesebuah bintang tanpa dipengaruhi oleh jarak pemerhati. Nilai magnitud mutlak adalah ukuran sebenar yang dipancarkan oleh cahayanya. Nilai magnitud yang dapat dilihat dengan mata kasar antara +6.0 sehingga -26.5. Sekiranya nilai magnitud mutlak dapat ditentukan, maka kedudukan sesebuah bintang dan jirimnya juga turut diketahui.⁴⁰

³⁵ Micheal A. Seeds (2006), *Horizons: Exploring The Universe*, c. 12. Belmont, Canada: Thomson Brooks/Cole, h.180.

³⁶ Jacqueline Mitton (1998), *op.cit.*, h. 222.

³⁷ Micheal A. Seeds (2007), *op.cit.*, h. 279.

³⁸ Jacqueline Mitton (1998), *op.cit.*, h. 52.

³⁹ Baker, Robert Horace (1968), *op.cit.*, h. 242.

⁴⁰ Iosif S. Shklovskii (1978), *op.cit.*, h. 17.

Bintang yang paling cerah pada waktu malam mempunyai nilai magnitud negatif manakala bintang malap mempunyai nilai magnitud positif.⁴¹ Bintang yang cerah tetapi jauh dari bumi akan kelihatan lebih kabur daripada bintang malap yang berada hampir dengan bumi. Jika bintang berada jauh dari bumi, jumlah cahaya bintang tersebut yang diterima adalah sedikit berbanding dengan bintang yang berada dekat dengan bumi.⁴²

Oleh hal yang demikian, apabila sesebuah bintang berada lebih jauh jaraknya dari bumi, maka semakin besar nilai magnitudnya dan semakin malap sesebuah bintang tersebut. Kecerahan bintang juga dapat diukur dengan menggunakan kaedah fotometri,⁴³ yang mana kaedah ini lebih tepat dan jitu jika dibandingkan dengan menggunakan mata kasar.

3.2.2 (c) Komposisi Kimia Bintang

Kawasan pembentukan bintang agak sukar untuk dilihat kerana diliputi awan gas dan debu daripada bima sakti. Maka, ahli astronomi menggunakan teleskop radio atau teleskop inframerah untuk menembusinya. Secara tidak langsung, mereka dapat mengesan frekuensi radio atau inframerah yang dipancarkan oleh elektron yang bergabung dengan proton untuk membentuk hidrogen.⁴⁴

⁴¹ Jeffrey Bennett (2000), *The Cosmic Perspective*. San Francisco: Addison Wesley Longman, h. 256.

⁴² Baker, Robert Horace (1968), *op.cit.*, h. 241-244.

⁴³ Jacqueline Mitton (1998), *op.cit.*, h. 285.

⁴⁴ *Ensiklopedia Dunia* (2005), j.4 Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka, h. 41.

Unsur-unsur kimia bagi setiap bintang dapat diketahui melalui corak atau garisan yang terdapat pada spektrum serapan.⁴⁵ Ini menjelaskan tentang pembinaan atom bagi setiap unsur yang mempunyai garisan serapan yang tetap dan tersendiri. Dengan mengetahui kedudukan garis serapan dengan teliti, komposisi kimia yang terdapat padanya dapat diketahui.⁴⁶

Contohnya, melalui spektrum matahari unsur-unsur kimia yang terkandung padanya dapat diketahui. Seperti hidrogen, helium, oksigen, karbon, nitrogen, silikon, magnesium, neon, besi dan sulfur. Secara keseluruhannya, komposisi bintang mengandungi 90% hidrogen, 10% helium dan selebihnya adalah unsur-unsur berat yang lain.⁴⁷ Komposisi kimia dapat diketahui melalui cahaya yang dipancarkan oleh bintang dengan menggunakan kaedah spektroskopi.⁴⁸

Bintang-bintang akan melakukan proses yang dikenali sebagai proses *nucleosynthesis*.⁴⁹ Dalam proses ini hidrogen akan membakar, kemudian akan membentuk helium pada teras bintang.⁵⁰

Kesimpulannya, kebanyakan bintang mempunyai komposisi kimia yang sama dengan matahari iaitu terdiri daripada hidrogen dan helium. Sebaliknya, terdapat juga bintang yang mengandungi logam seperti besi dan kalsium yang

⁴⁵ Dinah L. Monche (2004), *A Self Teaching Guide: Astronomy*, c. 6. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons Inc, h. 67.

⁴⁶ R. Van Der Riet Woolley (1956), *op.cit.*, h. 93.

⁴⁷ James B Kaler (1989), *Stars and their Spectrum*. United Kingdom: Cambridge University Press, h. 10.

⁴⁸ Baker, Robert Horace (1968), *op.cit.*, h. 277.

⁴⁹ Pembentukan unsur-unsur berat pada bintang hasil daripada proses pelakuran nuklear. Sila rujuk: Ian Ridpath (1987), *op.cit.*, h. 117.

⁵⁰ Micheal Zeilik (2002), *Astronomy: The Evolving Universe*, c. 9. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, h. 354.

terion⁵¹ serta unsur-unsur lain seperti sodium, magnesium dan karbon. Kebiasaannya bintang muda banyak terdiri daripada gas hidrogen. Manakala bintang tua mengandungi campuran lain seperti karbon dan logam besi.⁵²

3.2.2 (d) Suhu Bintang

Suhu permukaan bintang berhubung kait dengan panjang gelombang radiasi yang dipancarkan olehnya.⁵³ Cahaya adalah radiasi yang bergerak dalam gelombang. Manakala jarak antara puncak-puncak gelombang dikenali sebagai panjang gelombang. Menurut hukum sesaran Wien, suhu berkadarans songsang dengan panjang gelombang radiasi sesuatu objek. Semakin panjang gelombang yang dipancarkan semakin rendah suhu permukaan sesuatu objek.⁵⁴ Panjang gelombang cahaya biru lebih pendek daripada panjang gelombang cahaya merah.⁵⁵ Oleh itu, bintang yang berwarna biru lebih panas suhunya jika dibandingkan dengan bintang yang berwarna merah.

Suhu permukaan bintang boleh diukur dengan mengamati panjang gelombang yang dipancarkan olehnya. Setiap bintang akan memancarkan gelombang yang berbeza, lantaran itu warna setiap bintang juga tidak sama.⁵⁶ Konklusinya, jika suhu bintang berubah, maka warnanya turut berubah. Ini

⁵¹ Penambahan atau pengurangan elektron atom. Pengionan berlaku apabila suhu di dalamnya meningkat. Sila rujuk: Ian Ridpath (1987), *op.cit.*, h. 116.

⁵² Asimov (1992), *op.cit.*, h. 27.

⁵³ Eric Chaisson Mc Millan (2008), *Astronomy Today*, Mc Millan (ed.). c. 6. California: Pearson Practice Hall, h. 456.

⁵⁴ James B Kaler (1989), *op.cit.*, h. 26.

⁵⁵ Micheal Zeilik (2002), *op.cit.*, h. 100.

⁵⁶ Dinah L. Monche (2004), *op.cit.*, h. 69.

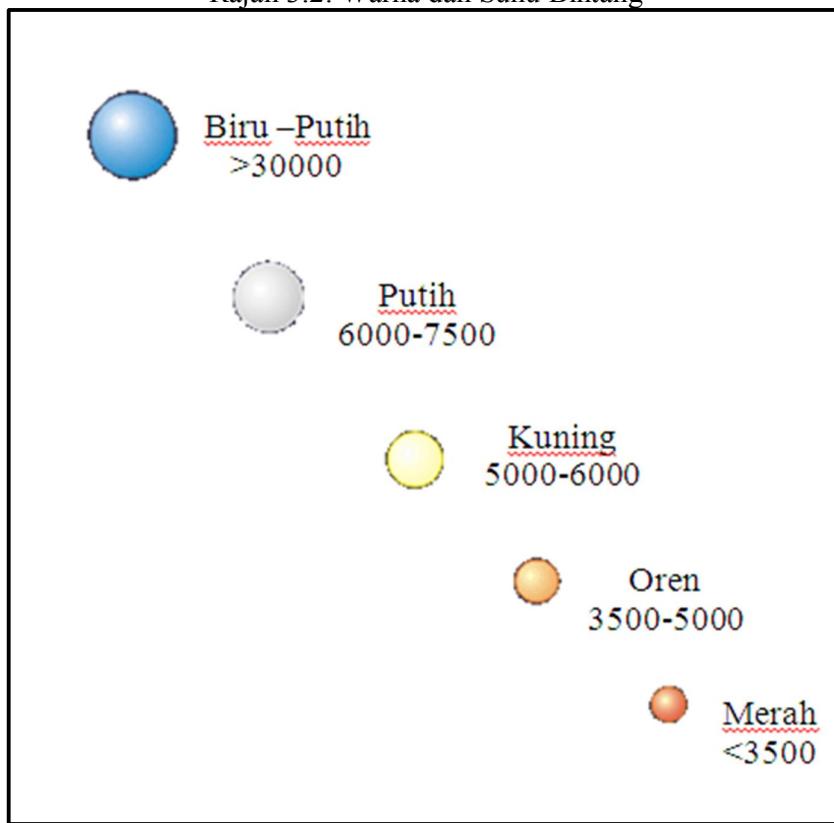
menunjukkan bahawa warna dan suhu berkaitan antara satu sama lain.⁵⁷ Turutan suhu bintang berdasarkan warnanya adalah seperti berikut:

Jadual 3.1: Warna Bintang dan Suhu

Warna bintang	Suhu °c
Biru-putih	> 30000
Putih	6000-7500
Kuning	5000-6000
Oren	3500-5000
Merah	< 3500

Sumber: James B Kaler (1997), *Stars and their Spectra*. United Kingdom: Cambridge University Press, h. 25

Rajah 3.2: Warna dan Suhu Bintang



Sumber: Spring Sky Tour: <http://www.smokymtnastro.org/Seasons/Spring/Spring%20Sky%20Tour%20Hydra%20the%20Sea%20Serpent.htm>, 26 Julai 2012.

⁵⁷ Micheal Zeilik (2002), *op.cit.*, h. 287.

Apabila sesuatu objek bertambah panas, radiasi akan menghasilkan banyak tenaga serta panjang gelombangnya menjadi semakin pendek. Namun begitu, cahaya biru memiliki gelombang yang lebih pendek berbanding daripada cahaya merah.⁵⁸ Oleh sebab itu, bintang panas akan mengeluarkan cahaya biru.

Bintang muda adalah bintang panas yang menghasilkan cahaya putih kebiruan. Kemudian, bintang ini mula menyejuk apabila bahan bakar pada terasnya digunakan. Proses ini berlaku sehingga bintang tersebut menjadi bintang tua yang mengeluarkan cahaya merah.⁵⁹ Manakala, bintang pertengahan seperti matahari pula menghasilkan cahaya kuning. Jarak matahari ke bumi lebih kurang 150 juta km, dengan itu warna matahari kelihatan jelas berbanding warna bintang-bintang yang berada lebih jauh dari matahari. Warna bintang jauh sukar untuk diketahui walaupun dengan menggunakan teleskop.⁶⁰

Ahli astronomi mengaplikasikan kaedah spektroskopi dengan menggunakan instrumen yang dikenali sebagai spektrograf. Kaedah yang digunakan adalah untuk mengenal pasti warna dan spektrum bintang yang jauh. Melalui kaedah ini, cahaya-cahaya bintang yang keluar akan dibiarkan melalui penapis (*filter*) pada spektrograf. Oleh yang demikian, ia dapat membantu pengkaji membaca jumlah cahaya yang keluar dari setiap panjang gelombang sesebuah bintang.⁶¹

Suhu permukaan bintang juga dapat diketahui melalui bilangan garis serapan pada spektrum. Jika garisan pada spektrum serapan sedikit, maka suhu bintang

⁵⁸ Micheal Zeilik (2002), *op.cit.*, h. 100.

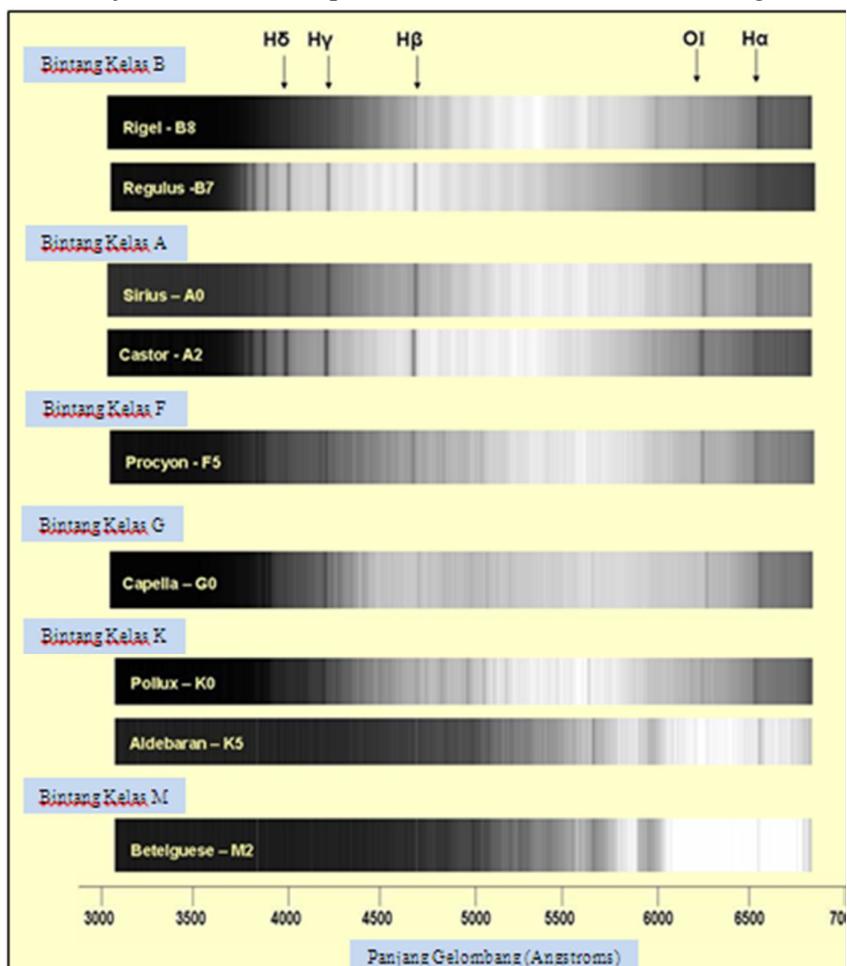
⁵⁹ Asimov (1992), *op.cit.*, h.12.

⁶⁰ *Ibid.*

⁶¹ Ensiklopedia Dunia (2005), *op.cit.*, h. 48.

rendah, kebiasaannya bintang merah. Sebaliknya, sekiranya bintang putih kebiruan bilangan garisannya banyak, maka suhunya tinggi.⁶² Rajah di bawah menunjukkan bintang muda mempunyai garisan spektrum sedikit berbanding bintang tua.

Rajah 3.3: Garisan Spektrum Berdasarkan Kelas Bintang



Sumber: Spec Star, http://mcaligiuri.net/spec_stars.html, 23 Julai 2012.

Manakala rajah di bawah pula menunjukkan kaedah yang diguna pakai untuk mengetahui ciri-ciri umum sesebuah bintang.

⁶² Dennis W. Dawson (2002), *Out of the Classroom Observation & Investigations in Astronomy*. Canada: Pacific Grove, California Brooks/Cole, h. 131.

Rajah 3.4: Pengukuran Ciri-Ciri Bintang

Ciri-ciri bintang	Teknik untuk mengukur	Kuantiti pengukuran	Teori yang digunakan
Kedudukan	Paralaks bintang Spektroskopi Paralaks	Sudut paralaktik Jenis spektrum Magnitud ketara	Geometri permulaan Hukum kuasa dua songsang
Kecerahan (luminositi)		Magnitud ketara Jenis spektrum	Hukum kuasa dua songsang
Suhu	Fotometri Spektroskopi	Warna Jenis spektrum	Hukum jasad hitam Fizik atom
Komposisi	Spektroskopi	Spektrum	Fizik atom

Sumber: Eric Chaisson (2008), *Astronomy Today*, Mc Millan, Steve (ed.), c. 6. California: Pearson Addison Wesley, h. 473

3.3 Kitar Hidup Bintang

Sesebuah bintang perlu melalui peringkat kelahiran, kehidupan dan kematian. Di samping itu, bintang juga perlu mengubah fasa untuk meneruskan kehidupan.⁶³ Bintang mengambil tempoh masa yang sangat panjang untuk menjalani kehidupannya sehingga mencecah berbilion tahun.⁶⁴

Bintang terbentuk melalui pemanasan gas dan debu (nebula) di angkasa. Nebula ialah awan besar yang terhasil daripada debu antara najam⁶⁵ dan gas yang didominasi oleh hidrogen serta unsur peninggalan sisa-sisa supernova.⁶⁶ Dalam pada itu, nebula penting untuk membentuk sesebuah bintang, tetapi ia sukar untuk

⁶³ Muhammad Munir (2006), *The Universe Beyond: Spiritual Interpretation of the Universe*. Batu Caves: Masterpiece Publication Sdn. Bhd, h. 15.

⁶⁴ Ashraf Abū Sanīnah (2002), *Mawsū'ah 'Ālam al-Kawn al-Fidā'*. 'Amman: Dār Usāmah, h. 29.

⁶⁵ Debu kosmos yang terdapat di dalam medium antara bintang-bintang. Rujuk: *Glosari Astronomi* (1995), *op.cit.*, h. 177.

⁶⁶ Ian Ridpath (1987), *op.cit.*, h. 267 .

dilihat kecuali jika gas di dalamnya memancarkan cahaya atau nebula tersebut memantulkan cahaya kepada bintang lain.⁶⁷

Dalam tempoh ratusan ribu tahun, gas dan debu ini berkumpul lalu membentuk beribu-ribu awan kecil. Setiap awan kecil ini berubah menjadi bebola gas yang berputar-putar dan ia dikenali sebagai protobintang. Pada keadaan ini, daya graviti memainkan peranan penting untuk menolak gas dalam kuantiti yang banyak. Hasilnya, teras bintang menjadi mampat dan padat.⁶⁸ Gas ini akan menghasilkan tenaga untuk menukar protobintang menjadi bintang yang bersinar. Oleh itu, dengan adanya daya graviti, awan tersebut akan berputar-putar dan menarik gas-gas daripada protobintang ke arah terasnya. Kemudian atom hidrogen mula berlanggar antara satu sama lain dan menyebabkan suhu semakin meningkat.⁶⁹

Proses pelakuran nukleus berlaku apabila suhunya mencapai sepuluh bilion darjah Celsius. Dalam konteks ini, hidrogen yang berada pada teras bertukar menjadi helium. Akhirnya, ia menghasilkan tenaga iaitu cahaya dan haba.⁷⁰ Kemudian, hampir sepanjang hayat bintang, cahaya dan sinarnya terpancar di ruang angkasa. Rentetan itu, sinaran bintang akan berubah secara perlahan-lahan. Proses ini berlaku bergantung kepada jumlah kandungan jisim bintang awal.⁷¹

Apabila umur bintang semakin meningkat, ia akan mengembang kemudian menyejuk dan menjadi malap.⁷² Akhirnya bintang tersebut mula meruntuh dan

⁶⁷ Walter Baade (1963), *op.cit.*, h. 70-74.

⁶⁸ Asimov (1992), *op.cit.*, h.6.

⁶⁹ Time Life Student Library: *The Universe* (1998), *op.cit.*, h.24.

⁷⁰ Carole Stott (2009), *Bintang & Planet*, Amir Muslim (terj.). Kuala Lumpur: ITNM, h.18.

⁷¹ 'Abd al-Salām Ghayth (2000), *op.cit.*, h. 206.

⁷² Asimov (1992), *op.cit.*, h. 17.

meletup. Letupan ini dikenali sebagai supernova.⁷³ Unsur yang disingkirkan daripada letupan ini akan lenyap dengan perlahan-lahan ke dalam ruang angkasa. Seterusnya, sisa-sisa daripada letupan supernova akan membentuk gumpalan awan yang besar, untuk menghasilkan bintang baru.⁷⁴

Kesimpulannya, gas dan debu yang membentuk bintang akan dikitar semula. Manakala unsur-unsur yang tersingkir daripada bintang yang hampir mati, akhirnya menjadi sebahagian daripada bintang baru.

3.3.1 Kelahiran Bintang

Apabila alam semakin mengembang dan semakin meluas, dua atom terbentuk iaitu hidrogen dan helium. Atom ini berkumpul menjadi satu gumpalan awan yang sangat besar. Seterusnya, gumpalan ini mula pecah lalu membentuk galaksi dan berbilion bintang-bintang di angkasa. Rentetan daripada alam semesta yang semakin mengembang dan meluas lalu menyejuk, lahirnya bintang-bintang yang ada pada hari ini.⁷⁵

Terdapat juga bintang-bintang yang terhasil daripada satu gumpalan gas tetapi membentuk dua atau lebih bintang. Bintang ini dikenali sebagai bintang dedua atau bintang berpasangan. Ahli astronomi menganggarkan bahawa setengah daripada bintang-bintang di langit adalah bintang berpasangan.⁷⁶

⁷³ Ashraf Abū Sanīnah (2002), *op.cit.*, h. 35.

⁷⁴ ‘Alī ‘Abnādah (1999), *Kitāb al-Falak wa al-Anwā’ fī al-Turāth*. ‘Amman: (t.p), h. 34.

⁷⁵ Asimov (1992), *op.cit.*, h. 5.

⁷⁶ *Ibid.*, h. 9.

Unsur-unsur asas pembentukan bintang terdiri daripada awan sejuk yang terhasil daripada molekul hidrogen.⁷⁷ Bintang baru terbentuk di kawasan nebula, dan terdapat dua jenis nebula iaitu nebula gelap dan nebula cerah. Sebahagian besar nebula gelap terdiri daripada debu yang menutupi cahaya bintang yang berada di belakangnya. Hal ini mengakibatkan ia kelihatan seperti tompok di angkasa yang gelap dan tidak berbintang.⁷⁸ Contohnya, nebula *horse head* yang berlatar belakangkan nebula cerah dan terletak di buruj Orion.⁷⁹

Rajah 3.5: Imej nebula *Horse head*



Sumber: Catching the Light,
http://www.astropix.com/HTML/B_WINTER/B33.HTM,
27 Julai 2012.

Manakala, nebula cerah pula terdiri daripada gas yang sangat panas sehingga menyebabkan awan gas di sekelilingnya kelihatan bercahaya. Di samping itu,

⁷⁷ Micheal A. Seed (2005), *Foundation of Astronomy*. Belmont, Canada: Thomson Brooks/Cole, h. 216.

⁷⁸ Micheal Zeilik (2002), *op.cit.*, h. 312.

⁷⁹ Time Life Student Library: *The Universe* (1998), *op.cit.*, h.25.

unsur-unsur hidrogen dalam nebula cerah akan membentuk cahaya merah muda. Sementara, unsur oksigen membentuk warna hijau kebiruan seperti nebula *trifid*.⁸⁰

Rajah 3.6: Imej Nebula *Trifid*



Sumber: NASA,
http://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_770.html, 27 Julai 2012.

Sebelum bintang terbentuk di nebula, gas dan debu akan berputar-putar menjadi gumpalan besar dan akhirnya meruntuh.⁸¹ Ahli astronomi berpendapat bahawa wujud satu daya yang menyebabkan awan nebula itu meruntuh. Keadaan ini, berkemungkinan berlaku disebabkan awan nebula itu melintasi *spiral arm galaxy* atau galaksi lengan berpilin.⁸²

Semasa awan nebula meruntuh, suhu di dalamnya akan meningkat. Selepas beribu tahun, akan berlaku lagi runtuhan, seterusnya teras yang panas terbentuk.

⁸⁰ Md. Sharit Bharuddin (2007), *op.cit.*, h. 52.

⁸¹ Micheal Zeilik (2002), *op.cit.*, h. 306.

⁸² ‘Ali ‘Abnadah (1999), *op.cit.*, h. 10.

Keadaan ini berterusan sehingga berlaku proses pelakuran nukleus antara atom-atom hidrogen.⁸³

Proses ini berlaku di bahagian teras bintang, nukleus hidrogen bertukar menjadi atom helium. Dalam pada itu, satu atom helium terbentuk daripada empat nukleus hidrogen. Semasa proses ini berlaku, jumlah jisim helium yang terbentuk tidak sama dengan jumlah jisim hidrogen yang digunakan. Ini kerana, sebahagian daripada jisim asal hidrogen ditukarkan kepada tenaga. Tenaga ini yang akhirnya dibebaskan dalam bentuk cahaya.⁸⁴

Proses pelakuran nukleus ini merupakan punca utama bintang menghasilkan tenaga.⁸⁵ Apabila bintang menggunakan hidrogennya, ia akan membentuk sejumlah helium dan unsur-unsur lain. Hidrogen dan helium terbentuk kira-kira 97 peratus daripada jisim bintang. Selebihnya, termasuklah argon, karbon, klorin, besi, magnesium, neon, nitrogen, oksigen, silikon, sulfur dan unsur-unsur lain.⁸⁶

Hidrogen dan helium adalah dua unsur kimia yang paling ringan. Oleh sebab itu, kedua-dua atom ini mempunyai jisim yang paling sedikit. Atom bagi unsur seperti karbon, nitrogen dan oksigen mempunyai jisim yang lebih besar dan dianggap lebih berat. Semasa proses pembentukan bintang, unsur yang lebih berat terhasil daripada unsur yang lebih ringan ketika proses penghasilan tenaga nuklear.

⁸³ Md. Sharit Bharuddin (2007), *op.cit.*, h. 52-53.

⁸⁴ Micheal A.Seeds (2007), *op.cit.*, h. 258.

⁸⁵ *Ibid.*

⁸⁶ Osama Ali Khader (2005), *op.cit.*, h. 681.

Dalam tempoh kitaran hidup bintang, ia perlu melalui peringkat-peringkat tertentu, bergantung kepada jisim yang terkandung di dalamnya. Apabila bintang melalui sesuatu peringkat, perbezaan unsur yang terkandung padanya juga turut berubah.⁸⁷

Bintang yang sederhana panas seperti matahari mengeluarkan tenaga yang kurang jika di bandingkan dengan bintang yang lebih panas. Bintang ini melakukan proses pelakuran nukleus di terasnya untuk menghasilkan haba, lalu ia terus mengembang dan membesar sehingga mampu mengimbang pengecutan hasil daripada tarikan gravitinya. Oleh sebab itu, bintang ini sentiasa seimbang cahayanya dan ia tidak banyak berubah selama berbilion tahun. Apabila bintang mula bersinar, ini menunjukkan pusatnya perlahan-lahan mengubah hidrogen kepada helium dan menghasilkan haba yang memberikan cahaya. Contohnya matahari menghasilkan cahaya dan kepanasan untuk kewujudan hidupan di bumi.⁸⁸ Tempoh ini dikenali sebagai jujukan utama.

Begitu juga dengan bintang yang sangat panas berada pada peringkat jujukan utama dan bersinar dengan kadar yang tetap ketika berlangsungnya proses pelakuran nukleus.⁸⁹ Suhu bintang-bintang ini meningkat dengan cepat, akibatnya teras bintang mula meruntuh disebabkan adanya daya graviti. Oleh sebab itu, ia menjadi semakin panas dan terus mengembang. Kemudian, lapisan luarnya akan bertukar warna menjadi warna kemerah. Pada peringkat ini, ia dikenali sebagai bintang

⁸⁷ Martin Rees (2007), *op.cit.*, h. 232.

⁸⁸ Asimov (1992), *op.cit.*, h. 10.

⁸⁹ Md. Sharif Bharuddin (2005), *op.cit.*, h. 57.

raksasa merah.⁹⁰ Teras bintang terus menggunakan bahan bakarnya sehingga habis, lalu ia mula meruntuh. Keadaan ini berlaku kerana bintang tidak lagi mengeluarkan tenaga yang mencukupi untuk mengimbangi daya gravitinya, sedangkan graviti bintang ini masih kuat.⁹¹ Runtuhan ini akan mengeluarkan tenaga yang banyak sehingga menyebabkan bintang itu pecah dalam satu letupan supernova. Ini merupakan tahap terakhir proses pelakuran nukleus di dalam teras bintang yang mempunyai jisim lebih berat daripada matahari.⁹²

Runtuhan sebuah bintang yang berjisim seperti matahari (yang berada pada jujukan utama) tidak akan menghasilkan letupan supernova yang hebat. Sebaliknya, bintang itu akan mengecil menjadi jasad yang panas dan berat. Bintang ini dikenali sebagai bintang kerdil putih.⁹³

3.3.2 Kematian Bintang

Peringkat kehidupan bintang akan berubah sepanjang hayatnya dan akhirnya akan lenyap. Walaupun bintang-bintang terbentuk pada masa yang sama, tetapi jangka hayatnya berbeza kerana hayat bintang bergantung kepada jisim yang terkandung di dalamnya.⁹⁴ Pada suatu masa bekalan gas bintang akan habis dan ini menyebabkan berlakunya kematian bintang.⁹⁵ Pada kebiasaannya, bintang yang

⁹⁰ Eric Chaisson (2008), *Astronomy Today*, Steve Mc Millan (ed.), c. 6. California: Pearson Addison Wesley, h. 531.

⁹¹ Jim Breithaupt (2000), *101 Keys Ideas Astronomy*. London: Teach Yourself, h. 73.

⁹² Ali Abdul Hamid Abu al-Khair (2004), *Al-Qur'an Dan Sains Moden*. Johor Bharu: Percetakan Zafar Sdn.Bhd., h. 109.

⁹³ Eric Chaisson (2008), *op.cit.*, h. 545.

⁹⁴ Mohammad Sodikin Rahman (2009), *Misteri Keajaiban Dunia*. Kuala Lumpur: Pustaka Azhar, h. 161.

⁹⁵ Steve Parker (2006), *The Fact The Solar System*. Britain: Tick Tock Media Ltd, h. 41.

besar mempunyai jangka hayat yang lebih pendek jika dibandingkan dengan bintang yang kecil.⁹⁶

Bintang kerdil merupakan bintang yang sangat kecil yang mampu hidup sehingga beratus bilion tahun. Ini kerana bintang tersebut menggunakan gas hidrogen untuk proses pembakaran dengan kadar perlahan. Apabila semua bahan bakar bintang ini habis digunakan, ia akan beransur-ansur berubah menjadi bintang yang lebih kecil. Ia dikenali sebagai bintang kerdil putih.⁹⁷ Bintang ini sangat tumpat dan berat sehingga mampu menghasilkan daya graviti yang kuat. Akhirnya bintang ini akan mati dengan cara menyejuk kemudian menjadi bintang kerdil perang atau kerdil hitam.⁹⁸

Matahari merupakan salah satu bintang yang bersaiz sederhana dan menggunakan hidrogen dengan sekata.⁹⁹ Ia dianggarkan mampu menghasilkan cahaya selama sepuluh bilion tahun. Kematian bintang yang bersaiz matahari atau lebih kecil daripadanya berlaku apabila bintang tersebut terus mengembang dan menyejuk. Setelah itu, bintang ini bertukar menjadi bintang gergasi merah. Akhirnya lapisan luarnya akan terpisah dan terasnya meruntuh menjadi bintang kerdil putih yang padat. Walaupun bintang kerdil putih masih panas dan cukup untuk bersinar, tetapi lama kelamaan ia akan menyejuk dan dengan perlahan-lahan

⁹⁶ Md. Sharit Bharuddin (2007), *op.cit.*, h. 54.

⁹⁷ Eric Chaisson (2005), *Astronomy Today*, Steve Mc Millan (ed.), c. 5. N.J: Pearson Practice Hall, h.539.

⁹⁸ Time Life Student Library: *The Universe* (1998), *op.cit.*, h. 22.

⁹⁹ Asimov (1992), *op.cit.*, h. 10.

dengan lapisan gas luarannya menghilang. Bintang ini akan mati dan dikenali sebagai bintang kerdil hitam.¹⁰⁰

Bintang yang lebih besar daripada matahari menggunakan gas hidrogen dengan kadar yang cepat. Kesudahannya, hayat bintang tersebut dapat dianggarkan selama sepuluh juta tahun sahaja.¹⁰¹ Berbeza dengan bintang yang bersaiz kecil membekalkan bahan bakarnya untuk tempoh berbilion tahun lamanya.¹⁰²

Kemudian bintang bersaiz besar ini akan berlaku fenomena letupan supernova yang amat kuat. Cahaya daripada letupan supernova ini lebih terang daripada objek lain yang berada di sekitarnya, malah cahayanya berterusan selama beberapa hari sebelum menghilang dari ruang angkasa.¹⁰³ Walau bagaimanapun, letupan supernova meninggalkan lapisan gas dan debu yang mengembang dengan pantas serta sebuah bintang kecil yang tengahnya berputar-putar. Bintang ini dinamakan sebagai bintang neutron.¹⁰⁴ Bintang neutron mempunyai jisim yang lebih tumpat dan lebih berat daripada bintang kerdil putih. Di samping itu, terdapat juga bintang neutron yang berputar-putar mengeluarkan alur sinaran dan denyutan cahaya, ini dikenali sebagai bintang pulsar.¹⁰⁵

Sebuah bintang yang besar dan panas mengeluarkan cahaya yang sangat cerah. Berkemungkinan bintang ini akan bersinar selama beberapa juta tahun sahaja sebelum ia menggunakan semua bahan bakar pada terasnya. Sekalipun

¹⁰⁰ Michael A. Seeds (2005), *Astronomy: The Solar System and Beyond*. Belmont, Canada: Thomson Brooks/Cole, h. 308.

¹⁰¹ *Time Life Student Library: The Universe* (1998), *op.cit.*, h. 26.

¹⁰² Martin Rees (2007), *op.cit.*, h. 250.

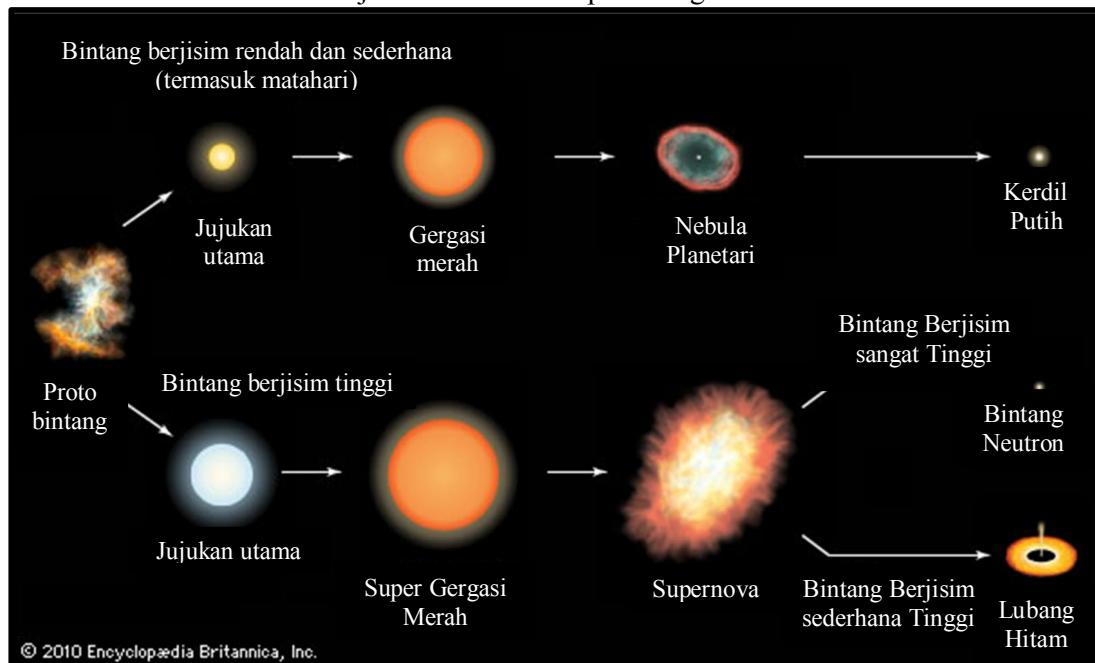
¹⁰³ Jim Breithaupt (2000), *op.cit.*, h. 91.

¹⁰⁴ Osama Ali Khader (2005), *op.cit.*, h. 690.

¹⁰⁵ Abdul Hamid Abu al-Khair (2004), *op.cit.*, h. 132.

bintang ini mempunyai bahan bakar yang lebih daripada bintang yang sederhana saiznya, tetapi ia menggunakan bahan bakarnya dengan lebih cepat.¹⁰⁶ Dengan itu, jangka hayat bintang ini lebih pendek daripada bintang yang sederhana saiznya.

Rajah 3.7: Kitar Hidup Bintang



Sumber: The Sky, <http://www.seasky.org/celestial-objects/stars.html>, 27 Mac 2011.

3.3.3 Tempoh Hayat Bintang

Jangka hayat bintang bergantung kepada jisimnya iaitu jumlah unsur yang membentuknya. Bintang mempunyai jisim yang berbeza-beza.¹⁰⁷

Hampir sepanjang hayat bintang akan memancarkan sinar cahayanya. Dalam tempoh ini ia dikenali sebagai tempoh jujukan utama.¹⁰⁸ Kemudian, bintang yang mempunyai jisim yang rendah daripada matahari dan sama dengan matahari akan

¹⁰⁶ Asimov (1992), *op.cit.*, h. 28.

¹⁰⁷ James B. Kaler (1997), *op.cit.*, h. 30.

¹⁰⁸ *Ibid.*, h. 29.

mati dengan cara perlahan-lahan. Proses ini bermula apabila bintang kehabisan gas hidrogen untuk ditukarkan menjadi haba dan cahaya.¹⁰⁹ Ia mula mengembang, menyejuk dan menjadi gergasi merah. Akhirnya ia akan menyingkirkan lapisan luar gasnya yang kemudiannya membentuk selapuk cerah yang berwarna warni, ia dikenali sebagai nebula planetari. Keadaan ini kekal selama puluhan ribu tahun sehingga gasnya tersebar di ruang angkasa. Akhirnya yang masih ada hanyalah sisa bintang yang asal lalu dinamakan bintang kerdil putih. Bintang ini mula menyejuk dan mengecut dalam tempoh berbilion-bilion tahun.¹¹⁰

Manakala bintang yang mempunyai jisim yang lebih tinggi daripada jisim matahari akan meletup menjadi supernova.¹¹¹ Sejumlah besar gas dan debu yang meletup disingkirkan ke ruang angkasa, dipanggil sisa supernova. Sisa ini menghasilkan lohong hitam atau bintang neutron, bergantung kepada jumlah jisim pada teras bintang yang asal.¹¹²

Lohong hitam terbentuk apabila jisim sisa supernova pada terasnya melebihi lapan kali ganda daripada jisim matahari.¹¹³ Unsur-unsur teras ini diruntuhkan oleh daya graviti. Sehubungan dengan itu, bintang ini beransur-ansur meruntuh sehingga menjadi lebih padat. Lalu ia menjadi satu lubang di ruang angkasa.¹¹⁴

¹⁰⁹ Carole Stott (2009), *op.cit.*, h. 21.

¹¹⁰ Eric Chaisson (2005), *op.cit.*, h. 536.

¹¹¹ Baker, Robert Horace (1968), *op.cit.*, h. 293.

¹¹² Mohammad Sodikin Rahman (2009), *op.cit.*, h. 16.

¹¹³ Carole Stott (2009), *op.cit.*, h. 22.

¹¹⁴ Jeffrey Bennett (2000), *op.cit.*, h. 285.

Manakala teras supernova yang berjisim kurang lapan kali ganda daripada jisim matahari akan runtuh, lalu membentuk bintang neutron.¹¹⁵ Bintang ini tidak seperti bintang lain, ia jauh lebih kecil malahan permukaannya lebih kukuh, berat dan padat. Tambahan pula bintang ini berputar amat laju sehingga beberapa ratus kali sesaat.¹¹⁶

Hubungan antara jisim dengan tempoh hayat bintang disimpulkan di dalam jadual berikut:

Jadual 3.2: Hubungan antara Kandungan Jisim dengan Tempoh Hayat Bintang

Kandungan Jisim	Tempoh Hayat Bintang
Kuantiti jisim lebih tinggi daripada jisim matahari	Singkat jangka hayatnya, iaitu hanya berjuta-juta tahun sahaja
Kuantiti jisim sama dengan jisim matahari	Hidup selama 10 bilion tahun
Kuantiti jisim lebih rendah daripada jisim matahari	Lama jangka hayatnya, iaitu mampu hidup beratus bilion tahun

Sumber: Carole Stott (2009), *Bintang & Planet*, Amir Muslim (terj.). Kuala Lumpur: ITNM, h.20-21.

¹¹⁵ *Ibid.*

¹¹⁶ Carole Stott (2009), *op.cit.*, h.23.

3.4 Spektroskopi

Spektroskopi dapat membantu pengkaji dalam memberi maklumat mengenai bintang berkaitan dengan suhu, komposisi kimia, kelajuan dan sebagainya. Maklumat ini diperolehi melalui spektrum bintang tersebut.¹¹⁷

Spektrograf adalah instrumen yang digunakan untuk mengetahui spektrum sesebuah bintang. Untuk memahami kaedah yang digunakan pada spektrograf, hukum *Kirchoff*(1859) perlu difahami dan diketahui.¹¹⁸ Iaitu seperti berikut:

- i. Apabila suhu atau cecair yang mempunyai tekanan yang tinggi berputar, ia akan menghasilkan tenaga dan spektrum pada semua panjang gelombang.
- ii. Apabila gas yang bersuhu rendah berputar, ia akan menghasilkan tenaga pada panjang gelombang atau warna tertentu sahaja. Spektrum yang terhasil adalah garisan terang yang dikenali sebagai garis pancaran (*emission*).
- iii. Apabila cahaya putih dan spektrum berterusan (*continuous*) melalui gas yang sejuk dan bertekanan rendah, gas tersebut akan menyerap cahaya pada warna dan panjang gelombang tertentu. Kesannya akan menghasilkan spektrum berterusan, bercahaya putih dan diselang seli dengan garisan gelap yang dikenali garisan serapan (*absorption*).

¹¹⁷ Donald L. Pavia, (1992), *Pengenalan Spektroskopi*, Gary M. Lampman & George S. Kriz JR, Rose Aini Kamaruddin & Farediah Ahmad (terj.). Skudai: Unit Penerbitan Akademik Universiti Teknologi Malaysia, h. 15.

¹¹⁸ Eric Chaisson (2008), *op.cit.*, h. 89.

Dalam mempelajari spektroskopi, siri Balmer¹¹⁹ memainkan peranan penting untuk mengetahui panjang gelombang dan garis serapan yang dihasilkan oleh gas hidrogen. Pengamatan spektroskopi merupakan pengamatan bintang yang khusus kepada spektrum yang dipancarkan oleh bintang melalui panjang gelombang cahayanya.¹²⁰

3.4.1 Spektrum Bintang

Bintang dapat dikelaskan berdasarkan ciri-ciri spektrum yang ada padanya. Jika cahaya daripada bintang melalui spektrum serapan, garisan hitam akan diserap manakala garisan yang cerah akan kelihatan. Kedudukan garisan ini dapat memberi petunjuk unsur yang terkandung pada bintang dan ketebalan garisan pula dapat memberi maklumat mengenai suhunya.¹²¹

Terdapat tujuh jenis spektrum dalam klasifikasi bintang yang utama. Pembahagian ini bermula daripada bintang O iaitu bintang panas sehingga bintang M iaitu bintang sejuk. Namun begitu, pembahagian spektrum mengikut sub kelas dapat dibahagikan pula kepada 10 kelas.¹²² Konklusinya, spektrum berkait rapat dengan suhu bintang. Semakin besar kelas spektrum, maka semakin rendah suhunya.

¹¹⁹ Siri garis khusus dalam spectrum yang menunjukkan hidrogen yang terhasil apabila electron melompat dari orbit pertama ke orbit kedua yang dikira dari nukleus. Rujuk: *Glosari Astronomi* (1995), *op.cit.*, h. 45.

¹²⁰ Micheal Zeilik (2002), *op.cit.*, h. 93.

¹²¹ Micheal A. Seed (2005), *op.cit.*, h. 281.

¹²² Micheal A. Seed (2004), *op.cit.*, h. 255.

Jadual 3.3: Klasifikasi Spektrum

Jenis Spektrum	Sub Kelas Bintang
O	O0, O1,O2,O3,O4,O5,O6,O7,O8,O9
B	B0, B 1, B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9
A	A0, A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9
F	F0, F1,F2,F3,F4,F5, F6, F7, F8, F9
G	G0, G1,G2,G3,G4,G5,G6,G7,G8,G9
K	K0, K1,K2,K3,K4,K5,K6,K7,K8,K9
M	M0, M1,M2,M3,M4,M5,M6,M7,M8,M9

Sumber: Jeffrey O. Bennett (2000), *The Cosmic Perspective*. San Francisco: Addison Wesley Longman, h. 258.

Setiap kelas spektrum yang berlainan mempunyai luminositi yang berbeza.

Pada 1913 Adam dan Kohlscutter telah membuktikan bahawa ketebalan garis spektrum dapat menentukan luminositi sesebuah bintang. Hal ini, berdasarkan hasil laporan cerapan beliau di Balai Cerap Mount Wilson. Berdasarkan kenyataan ini, pada 1943 Morgan dan Keenan telah mengklasifikasikan bintang berdasarkan luminositinya iaitu:

Jadual 3.4: Jenis Bintang dan Klasifikasi berdasarkan Luminositi

Kelas bintang	Jenis bintang
Ia	Super gergasi merah
Ib	Super gergasi
II	Gergasi merah
III	Gergasi
IV	Separasi gergasi
V	Jujukan Utama

Sumber: Michael A. Seed (2005), *Astronomy: The Solar System and Beyond*. Belmont, Canada: Thomson Brooks/Cole, h.259

Klasifikasi yang dibuat oleh Morgan dan Keenan digambarkan pada rajah Hertzsprung-Russell, iaitu gabungan maklumat antara spektrum dan luminositi bintang. Klasifikasi ini berkaitan dengan saiz bintang.¹²³

3.4.2 Klasifikasi Bintang berdasarkan Warna

Bintang juga diklasifikasikan mengikut spektrumnya. Melalui spektrumnya, banyak maklumat diperolehi seperti suhu¹²⁴ dan komposisi yang terdapat pada bintang tersebut. Spektrum merupakan hasil daripada pembiasan garisan elektromagnetik iaitu cahaya. Selain dari itu, cahaya putih adalah gabungan daripada pelbagai warna, yang mana setiap cahaya mempunyai tenaga yang tertentu.¹²⁵ Sebagai contoh, warna merah mempunyai tingkat tenaga yang paling rendah jika dibandingkan dengan warna ungu yang mempunyai tingkat tenaga yang paling tinggi.¹²⁶

Pada tahun 1863, ahli astronomi Itali iaitu Antonia Maury merupakan orang pertama yang mencipta sistem pengelasan bintang berdasarkan spektrum. Beliau telah mengklasifikasikan spektrum bintang kepada empat bahagian berdasarkan susunan garis spektrum bintang. Spektrum ini dapat dikenal pasti melalui ciri-ciri panjang gelombang yang dikeluarkan oleh sesebuah bintang. Kemudian Annie

¹²³ Micheal A.Seed (2005), *op.cit.*, h. 260.

¹²⁴ Stephen Hawking (2001), *Sejarah Ringkas Masa dari Letupan Besar ke Lohong Hitam*, Abd. Khalik Sulaiman (terj.). Kuala Lumpur: DBP, h. 52.

¹²⁵ Stephen P.Maran (2005), *Astronomy for Dummies*, c. 2. Hoboken, N.J: Wiley Publishing Inc, h. 178.

¹²⁶ Fred Schaaf (2008), *The Brightest Stars*. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons, h. 67.

Jump Canon telah memperbaiki sistem ini dan masih digunakan sehingga kini untuk membantu penemuan baru serta mengenal pasti sesebuah bintang.¹²⁷

Bintang boleh dikelaskan mengikut warnanya. Bintang yang paling panas adalah bintang yang berwana biru dan putih. Manakala, bintang yang paling sejuk adalah bintang yang berwana merah.¹²⁸ Apabila sumber cahaya bintang bergerak menjauhi bumi, maka spektrum yang teranjak ke arah hujung merah spektrum (anjak merah). Manakala bintang yang bergerak mendekati bumi akan mempunyai spektrum anjak biru.¹²⁹ Warna bintang berkait rapat dengan suhu permukaan bintang seperti yang ditunjukkan pada jadual dan gambar rajah di bawah.

Jadual 3.5: Ciri-Ciri Spektrum

Kelas Spektrum	Warna Bintang	Suhu Permukaan (°C)	Contoh Bintang
O	Biru	> 25 000	Spica
B	Putih kebiruan	11 000 – 25 000	Rigel
A	Putih	7 500 – 11 000	Sirius
F	Putih kekuningan	6 000 – 7 500	Procyon A
G	Kuning	5 000 – 6 000	Matahari
K	Jingga	3 500 – 5 000	Arcturus
M	Merah	< 3 500	Betelgeuse

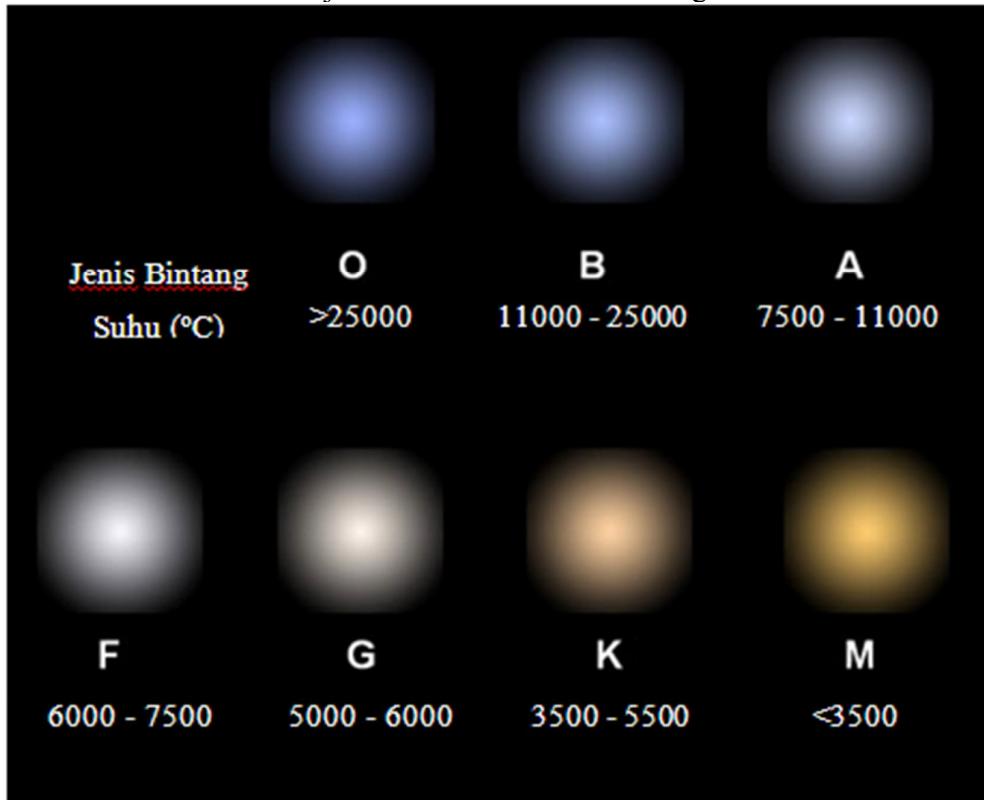
Sumber: Micheal A. Seeds (2006), *Horizons: Exploring The Universe*. Belmont, Canada: Thomson Cengage Learning, h.254

¹²⁷ Micheal A. Seed (2004), *op.cit.*, h. 254.

¹²⁸ James B Kaler (1989), *op.cit.*, h. 25.

¹²⁹ Stephen Hawking (2001), *op.cit.*, h. 53.

Rajah 3.8: Suhu dan Jenis Bintang



Sumber: One Minute Astronomer, <http://www.oneminuteastronomer.com/708/star-colors-explained/>, 26 Julai 2012

Berdasarkan spektrum, halaju bintang juga dapat diukur dengan menggunakan kaedah anjakan Doppler. Iaitu kaedah yang melibatkan antara frekuensi dan kelajuan.¹³⁰ Kaedah ini dapat mengenal pasti warna, suhu dan kandungan unsur yang terdapat pada sesebuah bintang.

¹³⁰ *Ibid.*

3.5 Aplikasi Bintang dalam Kehidupan Seharian

Penulis menerangkan secara ringkas mengenai fungsi-fungsi bintang yang dapat memberi manfaat kepada kehidupan di bumi.¹³¹ Sebagaimana yang dimaklumi, tenaga dan cahaya bintang yang dihasilkan akan merambat ke seluruh alam dan membentuk pelbagai fenomena. Contohnya, pembentukan buruj, letupan supernova dan sebagainya. Sehubungan dengan itu, matahari ialah bintang yang paling dekat dengan bumi telah dijadikan sebagai bintang rujukan. Sekali gus, matahari juga dijadikan sebagai sumber tenaga bagi penduduk di bumi.¹³²

Pada zaman dahulu wujud golongan yang memuja bintang dengan menjadikannya sebagai tuhan mereka. Contohnya, sebahagian penduduk di pinggir Sungai Tigris iaitu suku Rabi'ah telah menyembah bintang Mirza dan suku Tamīm pula menyembah bintang al-Debaran. Manakala, suku Lakham dan Quraisy menyembah bintang Sirius. Bagi mereka, bintang mampu memberikan petunjuk dan dapat meramal nasib mereka pada masa akan datang.¹³³ Namun begitu, para petani juga menggunakan bintang bagi mengetahui waktu yang sesuai untuk bercucuk tanam.¹³⁴

Setelah manusia mula bertamadun dan ilmu astronomi berkembang dengan pesat, manusia sudah mula pandai mengaplikasikan ilmu astronomi dalam

¹³¹ Yahaya Jusoh (2007), *Pendidikan Falsafah Sains al-Quran*. Skudai: Penerbit Universiti Teknologi Malaysia, h. 197.

¹³² Zeilick M. (1998), *Introduction Astronomy and Astrophysics*, Gregory, S.A (ed.). c. 4. South Melbourne, Vic: Brooks/Cole Thomson Learning, h. 251.

¹³³ Mahmūd Shukri al-Alūsī (2004), Mukhlis B. Mukti et al. (eds.), *Al-Quran & Ilmu Astronomi*. Kamran As'ad Irsyadi (terj.). Jakarta: Pustaka Azzam, h. 213.

¹³⁴ *Ensiklopedia Dunia* (2005), *op.cit.*, h. 41.

kehidupan seharian. Kemudian, tercetusnya pelbagai bidang ilmu seperti ilmu pelayaran, pengukuran, pemetaan, kaji cuaca dan aeronautik.¹³⁵

Pada zaman dahulu, ahli pengembara menggunakan bintang sebagai petunjuk jalan ke daratan dengan merujuk kepada buruj tertentu. Buruj ialah satu kumpulan bintang yang berada rapat antara satu sama lain membentuk sebuah corak. Contohnya, ekor pada buruj pari sentiasa ke arah Selatan ini dapat membantu pengembara untuk mengetahui arah yang dicari. Mereka juga menjadikan bintang utara sebagai rujukan. Bintang yang dimaksudkan adalah bintang Qutb (Polaris). Bintang ini sentiasa muncul pada tempat yang sama di kutub utara. Arah yang ditunjukkan adalah arah Utara benar.¹³⁶

Dalam bidang pelayaran, bintang juga dijadikan rujukan.¹³⁷ Pergerakan dan laluan bintang adalah sama setiap hari. Bintang akan terbit di ufuk timur kemudian bergerak merentasi langit dan akhirnya terbenam di ufuk barat. Melalui ini, pelayar hanya perlu tentukan arah pelayarannya menuju kepada bintang yang diketahuinya berada tegak di atas suatu tempat yang akan dituju. Bintang akan berasa semakin dekat dengan zenit apabila tempat yang dituju semakin hampir.¹³⁸

Pembuat peta menggunakan bintang Utara untuk mengukur garis lintang (latitud). Ukuran sudut tersebut dibuat dengan menggunakan sekstan. Sudut

¹³⁵ Baharuddin Zainal. (2004). *op.cit.*, h.3, Aeronautik ialah kajian yang berkaitan penerbangan yang berada di bawah kawasan atmosfera iaitu mengambil kira kesan graviti bumi. Rujuk: <http://kapalterbang.blogdrive.com/archive/1.html>, 1 Ogos 2012.

¹³⁶ Baharuddin Zainal. (2004) *op.cit.*, h. 3.

¹³⁷ Tantawi Jawhari (1984), *Al-Quran dan Ilmu Pengetahuan Moden*, Muhammadiyyah Ja'far (terj.). Surabaya: Ikhlas, h. 72.

¹³⁸ Nazhatulshima Ahamed & Mohd Zambri Zainuddin (2001), "Bintang Rujukan untuk Pengembara Padang Pasir dan Pelaut" (Kertas Kerja Muzakarah Pegawai-Pegawai Falak Syarie Malaysia di Langkawi, Kedah, 3-6 September 2001), h. 6-12.

bintang yang muncul di ufuk utara adalah sama dengan garis lintang di bumi. Contohnya, apabila bintang Utara berada pada sudut 45° di atas ufuk Utara, maka garisan lintang juga menunjukkan 45° Utara.¹³⁹

Dalam pada itu, bintang juga membantu juruterbang dan pengemudi kapal untuk mengetahui kedudukan dengan menggunakan cakerawala. Kaedah ini berdasarkan idea bahawa pada suatu masa bintang akan berada betul-betul pada suatu titik di permukaan bumi. Kedudukan bintang yang dilihat dari bumi berubah, apabila bintang kelihatan bergerak dari timur ke barat. Seterusnya, almanak yang menyenaraikan pelbagai bintang pada masa yang berbeza-beza digunakan. Untuk menentukan kedudukan bintang, sudut bintang juga diukur dengan sekstan dan masa pengukuran dicatat dengan tepat. Kemudian kedudukan bintang dirujuk berdasarkan almanak. Melalui ini, sudut bintang yang diperolehi dapat menentukan jarak kedudukan mereka dari kedudukan bintang di bumi.¹⁴⁰

Namun begitu, ahli astronomi juga menggunakan bintang untuk merakamkan masa. Masa bintang ialah masa berdasarkan pergerakan bintang yang dilihat. Satu hari bintang adalah tempoh masa yang diambil oleh sebuah bintang untuk sampai pada kedudukan yang sama di langit. Tempoh ini mengambil masa selama dua malam berturut-turut. Walau bagaimanapun bintang terbit awal empat minit setiap hari. Ini menyebabkan hari bintang lebih pendek berbanding dengan hari suria.¹⁴¹

¹³⁹ *Ensiklopedia Dunia* (2005), *op.cit.*, h. 41.

¹⁴⁰ *Ibid.*

¹⁴¹ *Ibid.*, h. 42.

3.6 Kesimpulan

Kehidupan bintang dijelaskan dalam bentuk yang lebih umum dalam al-Quran bahawa bintang terbentuk daripada *dukhān*. Sebaliknya, dalam ilmu astronomi telah dijelaskan secara terperinci mengenai bintang termasuklah kitaran hidupnya, melalui kajian saintifik serta cerapan yang telah dilakukan. Pengelasan bintang dalam al-Quran lebih tertumpu kepada bintang-bintang tertentu. Namun demikian, dalam ilmu astronomi bintang diklasifikasikan melalui beberapa kategori iaitu:

- i. Spektrum : O, B, A, F, G, K, M
- ii. Jenis : super gergasi, gergasi, jujukan utama, kerdil putih
- iii. Saiz : besar, sederhana, kecil
- iv. Warna : biru, putih, oren, kuning, merah
- v. Suhu
- vi. Luminositi

Untuk mengklasifikasikan bintang tersebut, beberapa kaedah telah diaplikasikan oleh ahli astronomi antaranya:

- i. Spektroskopi : Penafsiran spektrum bintang
- ii. Fotometri : Menentukan kecerahan bintang atau keamatan tenaganya

Tambahan pula, bintang dapat dikenal pasti melalui tiga sifat utama cahaya bintang iaitu:

- i. Kecerahan : Menunjukkan jumlah jisim sesebuah bintang
- ii. Warna : Menunjukkan suhu permukaan bintang

- iii. Spektrum : Menunjukkan komposisi kimia dan suhu bintang serta dapat membezakan antara bintang muda dan bintang tua.

Jadual di bawah menunjukkan ringkasan daripada jenis peringkat bintang.

Jadual 3.6: Jenis Peringkat Bintang

Jenis Peringkat Bintang	Huraian
Nebula	Gumpalan awan gas dan debu di ruang angkasa. Sesetengah nebula adalah tempat lahir bagi bintang, manakala yang lain pula adalah serpihan daripada letusan bintang besar dalam proses untuk mati.
Protobintang	Peringkat awal pembentukan bintang. Ia terbentuk apabila gumpalan awan gas yang besar berhasil daripada pemanasan atom hidrogen dan helium. Gumpalan ini mempunyai daya tarikan graviti yang menyebabkan ianya berputar dengan sendirinya. Dengan adanya daya tarikan graviti gumpalan gas ini mula memadat dan berputar dengan laju serta suhunya bertambah panas. Seterusnya, proses pemanasan ini berlaku semakin cepat sehingga terbentuknya protobintang.
Jujukan Utama	Sekumpulan bintang yang mempunyai kaitan yang stabil antara kecerahan, saiz dan suhunya. Jujukan Utama adalah separuh hayat bagi bintang, seperti yang dilalui oleh matahari.

Bintang Gergasi Merah	Bintang yang sangat besar dan semakin membesar apabila bekalan hidrogennya mula berkurangan. Habanya yang meningkat menyebabkan ia terus mengembang. Kemudian lapisan luarnya berubah menjadi sejuk dan kelihatan merah.
Bintang Super Gergasi Merah	Bintang super gergasi merupakan bintang yang berjisim tinggi. Bintang ini akan mati apabila proses pelakuran nukleus tidak lagi berlaku. Iaitu apabila habis bahan bakarnya untuk menghasilkan cahaya lalu berlaku satu letupan besar.
Nebula Planet	Petala gas yang terkeluar daripada bintang raksaka merah yang hampir kehabisan bahan apinya iaitu hidrogen, seterusnya ia meninggalkan terasnya dalam bentuk bintang kerdil putih yang bersinar cerah.
Kerdil Putih	Jasad kecil berwarna putih dan panas. Ia terbentuk hasil daripada sisa bintang gergasi yang runtuh kerana kehabisan tenaga nuklearnya.
Letupan Supernova	Bintang super gergasi merah yang kehabisan tenaga untuk menghasilkan cahaya akan meletup. Letupan ini dikenali sebagai letupan supernova. Sisa-sisa daripada letupan ini akan menghasilkan objek mampat seperti bintang neutron atau lohong hitam, bergantung kepada jisim asal pembentukan bintang tersebut. Supernova berlaku pada bintang super

	gergasi merah yang sudah mengucup, yang menyebabkan lapisan luarnya panas dan menghasilkan ledakan yang hebat.
Bintang Neutron	Selepas berlaku letupan supernova bintang yang mempunyai jisim lapan kali ganda daripada matahari akan membentuk bintang neutron. Bintang neutron adalah bintang yang tidak berasas dan mempunyai ketumpatan yang sangat tinggi. Bintang ini berputar dengan sangat laju dengan kelajuan ini menghasilkan pulsar. Bintang pulsar menghasilkan radiasi elektromagnet yang sangat kuat. Bintang ini kecil yang mempunyai jisim seberat jisim bintang gergasi yang termampat menjadi padat sehingga menjadi sangat kecil.
Bintang Pulsar	Bintang neutron yang mempunyai jisim seperti bintang besar biasa, tetapi jisimnya termampat padat menjadi bebola kecil. Bintang ini mengeluarkan denyut cahaya atau gelombang elektrik yang kerap.
Lohong Hitam	Lohong hitam juga terbentuk daripada letupan supernova bintang yang mempunyai jisim lebih daripada lapan kali ganda matahari. Bintang ini mula menambah ketumpatannya sehingga menjadi satu titik gelap yang terhasil daripada tarikan graviti yang kuat. Sehingga pada suatu tahap dengan adanya daya tarikan graviti yang kuat akan menarik semua objek-objek samawi yang lain termasuklah cahaya yang

	melaluinya juga turut terperangkap. Ia terhasil daripada bintang yang mengecil tetapi termampat cukup padat sehingga cahaya pun tidak dapat menembusi daya tarikan gravitinya.
--	--

Sumber: Asimov Issac (1992), *Kelahiran dan Kematian Bintang*, Kuala Lumpur: Federal Publication, h.6-31