

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab ini membentangkan ringkasan penyelidikan yang dijalankan. Perkara-perkara yang dibentangkan termasuk latar belakang penyelidikan, mengenalpasti masalah, objektif penyelidikan, dan perbincangan disertasi.

1.1 Latar belakang penyelidikan

Balai Cerap Al-Khawarizmi di Tanjung Bidara Melaka adalah sebuah balai cerap baru yang dibina oleh kerajaan Negeri Melaka dan di antara matlamat penubuhannya ialah untuk tujuan pendidikan dan penyelidikan falak atau astronomi. Di antara aktiviti-aktiviti pendidikan yang dijalankan ialah mengadakan ceramah, seminar, kursus, bengkel, pameran, pertandingan kuiz falak, tayangan planetarium dan cerapan fenomena astronomi.

Aktiviti-aktiviti tersebut bertujuan untuk memberi pendedahan terhadap beberapa aspek asas ilmu falak kepada kumpulan sasar terutamanya pelajar-pelajar sekolah dan institusi pengajian tinggi, guru-guru dan penasihat kelab falak / astronomi / sains angkasa sekolah. Kursus-kursus yang dijalankan berkaitan astronomi seperti kursus asas astronomi, kaedah cerapan, penentuan arah kiblat, waktu solat, taqwim, tarikh dan masa. Selain dari itu kursus kemahiran melakukan cerapan dan penggunaan peralatan seperti teodolit dan teleskop turut dijalankan.

Dalam aspek penyelidikan, Balai Cerap Al-Khawarizmi menyediakan kemudahan bagi pelajar-pelajar atau penyelidik-penyelidik dari universiti tempatan atau individu yang

berminat untuk melakukan kajian astronomi seperti pengimejan peranti cas berganda (*charge coupled device*, CCD), fotometri, astrometri dan spektroskopi atau kajian falak yang berkaitan dengan aspek ibadat. Balai cerap ini dilengkapi dengan teleskop Ritchey-Chretien 16 inci, f/9 dan teleskop pembias Takahashi 5" FS128 serta kamera CCD SBIG ST-10XME serta lekapan robotik, paramountME (lihat 3.1.1).

Sebagai sebuah balai cerap yang baru beberapa aspek yang perlu diambil kira untuk melakukan kajian astronomi iaitu sistem CCD, sistem optik, kaedah pencerapan dan pengolahan data digital [1].

Kajian ini bertujuan untuk menilai kemampuan dan ciri-ciri sistem CCD dan optik di Balai Cerap Al-Khawarizmi dalam keadaannya yang sebenar dari segi gandaan, bacaan hingar, arus gelap, kelinearan, kestabilan suhu dan keseragaman piksel. Kajian seperti ini biasa dilakukan bagi sebuah balai cerap profesional, seperti yang dilakukan oleh Kinoshita et. al. (2003) di Balai Cerap Lulin, Institut Astronomi, Universiti Kebangsaan Taiwan yang dilengkapi dengan teleskop 1 meter dengan panjang fokus 8000 mm. Dalam kajian yang mereka jalankan terhadap sistem kamera CCD yang digunakan iaitu "VersArray : 1300B" yang dikeluarkan oleh Princeton Instruments, Inc. (www.princetoninstruments.com), mereka menilai dari segi kemampuan dan ciri-ciri kamera CCD seperti gandaan, hingar bacaan, arus gelap, kelinearan, pekali pengangkutan dan pengimejan warna piawai [2].

Sejak dari penemuan CCD oleh Willard S. Boyle dan George E. Smith dari makmal Bell (Bell Laboratories) pada tahun 1969, pencerapan astronomi telah mengalami perubahan yang besar dan banyak kajian yang dilakukan terhadap kemampuan CCD. Di antaranya kemampuan CCD dalam pengimejan dan fotometri seperti kajian yang telah

dilakukan oleh C. Sterken (1995), telah mendapati CCD mempunyai kelebihan dengan memiliki kecekapan kuantum yang tinggi, membolehkan fotometri bagi objek samawi yang malap dengan magnitud yang lebih dari 15 dapat dilakukan dengan mudah [3]. CCD mampu melakukan pengimejan astronomi dalam keamatan cahaya yang rendah pada paras 10^{-4} dari paras langit latar belakang (*the background night-sky level*) [4]. Kajian oleh Florentin Nielsen (1987), mendapati kelebihan kamera CCD terhadap fotometri bintang dengan magnitud 11 menggunakan teleskop automatik Strömrgren 50 cm di Balai Cerap Universiti Copenhagen yang terletak La Silla Chile, hanya perlu didedahkan selama 1 minit berbanding dengan menggunakan tiub pemfotoganda (*photomultiplier tube*, PMT) yang perlu beberapa siri dedahan yang lebih lama [5].

Di antara keistimewaan CCD ialah ia memiliki sifat yang sangat sesuai sebagai pengesan optik. CCD lebih sensitif sebagai pengesan optik berbanding dengan filem dalam mengesan objek-objek astronomi yang malap. Perbandingan di antara CCD dan filem sebagai pengesan optik telah dilakukan oleh Neville (1997), beliau telah melakukan kajian di antara filem Kodak TMax 400 Pro dan Kodak TMax 100 Pro dengan kamera CCD Starlight Xpress, mendapati CCD lebih sensitif terhadap cahaya kerana mampu merakam imej dalam keadaan kontras yang rendah (*low contrast*) [4]. Kamera CCD dapat mengesan bintang yang sekurang-kurangnya 1.5 magnitud lebih malap dengan aras kecerahan langit dan dedahan yang sama berbanding dengan filem. Dari segi kepekaan kamera CCD terhadap cahaya, filem mempunyai kecekapan kuantum sekitar 3% manakala kamera CCD mencapai nilai di antara 40 – 80%. Jika CCD dan filem dikenakan dedahan yang sama, maka CCD lebih sensitif di antara 8 hingga 20 kali ganda terhadap imej yang malap [4], [6]. Filem yang baik hanya dapat menukarkan foton

yang datang kepada maklumat yang berguna sebanyak 4% sahaja berbanding CCD yang boleh mencapai melebihi nilai 50%.

Walaupun kamera CCD mempunyai banyak kelebihan jika dibandingkan dengan pengesan optik yang terdahulu, ia juga mempunyai kekurangan yang harus difahami dan diambil kira dalam melakukan pemprosesan data cerapan. Di antara kelemahan utama ialah wujudnya arus gelap, hingar bacaan dan ketidak seragaman tindakbalas terhadap cahaya [4].

Bagi setiap data CCD yang diperolehi pasti mengandungi hingar. Menurut Newberry (1994), hingar adalah suatu perubahan foton yang tidak dapat dijangkakan. Hingar tidak dapat dihilangkan sepenuhnya tetapi boleh diminimumkan. Pemahaman terhadap ciri dan sifat hingar dalam data CCD adalah penting supaya data kuantitatif dari imej CCD mempunyai kejituan yang baik. Permodelan hingar dapat membantu untuk memperoleh imej CCD dengan kualiti yang baik [8].

Kualiti suatu imej jasad samawi yang baik memberikan banyak maklumat mengenai tabii (*nature*) dan ciri jasad samawi yang dicerap. Imej yang baik atau berkualiti menunjukkan butiran yang jelas tentang jasad yang dicerap. Kini kamera CCD dapat merakamkan imej sama ada dalam bentuk monokrom atau warna. Imej berwarna dapat memberikan lebih banyak maklumat tentang jasad yang dicerap seperti suhu permukaan bintang.

Kualiti suatu imej yang dihasilkan oleh CCD bergantung kepada nilai nisbah isyarat/hingar (*signal to noise ratio, S/N*) yang baik. Imej yang baik memiliki nilai S/N yang tinggi manakala imej yang buruk memiliki nilai S/N yang rendah. Nisbah S/N dalam imej yang dirakam sangat bergantung kepada bilangan foton yang dapat dikumpul dalam setiap piksel [9].

Di antara langkah-langkah pemrosesan imej untuk menghasilkan imej yang berkualiti adalah kejituan fokus, waktu dedahan, lekapan yang baik, ketepatan penjajaran kutub, optik yang berkualiti dan nisbah fokus teleskop [1].

Pengimejan CCD sangat bergantung kepada ketepatan penjajaran sistem optik teleskop dan lekapan. Lekapan perlu dilaraskan supaya mampu menghala (*pointing*), menjejak dan memandu (*guiding*) dengan tepat. Setiap elemen dalam sistem optik teleskop perlu optima bagi memperoleh imej yang sebaik mungkin.

Pengujian dan pencirian yang menyeluruh terhadap instrument saintifik yang baru adalah perlu sebelum digunakan untuk tujuan penyelidikan. Abbot (1995) telah memperkenalkan kaedah pengujian kamera CCD secara menyeluruh di persekitaran di mana kamera CCD itu digunakan [10]. Ini bermakna kamera CCD tidak diuji di dalam makmal tetapi kamera itu diuji ketika pencerapan bersama-sama dengan teleskop.

Nilai ciri-ciri kamera yang diuji dalam penggunaan sebenar seharusnya hampir sama dengan nilai ujian di kilang pengeluaran.

Kejituan fokus adalah langkah kritikal untuk mendapatkan imej CCD yang terbaik. Beberapa teknik yang digunakan oleh ahli astronomi untuk mencapai fokus yang optima di antaranya menggunakan perisian dan perkakasan seperti topeng pemfokus dan pemfokus automatik. Kejituan fokus boleh dicapai dengan lebih tepat dengan bantuan analisis perisian astronomi seperti TPoint.

Kualiti imej CCD juga bergantung kepada waktu dedahan. Waktu dedahan mempengaruhi kualiti imej sama ada waktu dedahan yang panjang atau gabungan beberapa dedahan yang singkat untuk menghasilkan satu imej. Kualiti imej diukur dari segi nilai nisbah isyarat terhadap hingar. Kualiti imej yang baik mempunyai nilai nisbah isyarat/hingar yang tinggi.

Kualiti imej dapat dipertingkatkan dengan pengurangan hingar menerusi kaedah penolakan, penjajaran dan tindihan. Isyarat bertambah lebih pantas dari hingar, bergantung kepada masa dedahan yang diambil. Isyarat bertambah apabila waktu dedahan yang meningkat. Nilai nisbah isyarat / hingar lebih tinggi bagi satu dedahan yang panjang berbanding dengan tindihan beberapa dedahan singkat bagi objek jauh.

Kajian dedahan waktu dilakukan terhadap objek langit jauh yang sama dengan parameter dan optik yang sama tetapi waktu dedahan yang berbeza. Bagi waktu dedahan yang panjang, kamera CCD didedahkan sekali untuk satu tempoh yang panjang. Manakala gabungan dedahan yang singkat, kamera CCD didedahkan beberapa kali untuk satu tempoh yang singkat. Setiap tempoh yang singkat adalah sama dan jumlah tempoh dedahan singkat tersebut adalah sama dengan tempoh satu dedahan panjang.

Warna imej dapat menjadikan imej lebih menarik dan memberi lebih maklumat. Pemprosesan imej CCD telah dapat membuka ruang untuk merakam imej objek langit dalam bentuk warna. Memberi warna sebenar kepada imej objek langit suatu yang mencabar kerana bagi objek langit jauh cahayanya sangat malap begitu juga warnanya tidak dapat diterima oleh mata kasar manusia. Kajian yang dilakukan untuk memberi

warna sebenar imej objek langit jauh dengan menggunakan penapis warna merah, biru dan hijau. Gabungan warna dari ketiga-tiga penapis itu menghasilkan satu imej warna. Pengesan CCD mempunyai gerakbalas yang berbeza terhadap panjang gelombang cahaya maka dedahan yang berbeza diperlukan terhadap warna merah, hijau atau biru [11]. Kamera CCD perlu didedahkan untuk tempoh yang berbeza terhadap warna merah, hijau dan biru yang dinamakan nisbah pemberat waktu dedahan.

Setiap gabungan kamera CCD dan teleskop mempunyai nisbah pemberat waktu dedahan yang tertentu bagi setiap warna merah, biru dan hijau. Kamera CCD dengan penapis merah akan didedahkan kepada objek langit untuk nisbah tempoh yang tertentu, diikuti dengan penapis biru dan hijau dengan tempoh tertentu masing-masing. Kemudian imej bagi warna merah, hijau dan biru digabungkan bagi menghasilkan warna sebenar objek langit.

1.2 Batasan Masalah

Penyelidikan dijalankan dengan menghadapi beberapa batasan masalah seperti di bawah;

- i. Persekitaran pengimejan yang dilakukan adalah di Balai Cerap Al-Khawarizmi di Tanjung Bidara, Melaka dengan persekitaran latar belakang langit malam yang tidak benar-benar gelap dan jernih. Di antara penyumbang kepada masalah ini ialah pencemaran cahaya akibat dari penyerakan cahaya loji penapis minyak PETRONAS di bahagian selatan Balai Cerap Al-Khawarizmi, stesen janakuasa swasta POWERTEK di bahagian utara manakala di bahagian timur terdapat penyerakan cahaya dari rumah kediaman,

lampu jalan dan lampu limbah yang dipancarkan ke udara di pusat bandar raya Melaka.

- ii. Keadaan langit malam yang tidak mempunyai ciri kejernihan sepanjang malam. Pengimejan bagi objek langit jauh memerlukan keadaan langit malam yang jernih sepanjang malam untuk dedahan lama.
- iii. Kejernihan langit malam tidak berturutan di antara satu malam ke malam berikutnya. Keadaan ini menyukarkan untuk mendapat data yang mencukupi untuk tujuan perbandingan di antara data yang diperolehi.

Dua langkah telah dilakukan bagi mengurangkan kesan pencemaran cahaya tersebut. Pertama, kajian telah dijalankan di bahagian langit yang berhampiran dengan meridian dan zenit ketika langit dalam keadaan tidak berawan atau kurang berawan. Kawasan langit yang hampir dengan zenit mempunyai nilai kejernihan langit yang lebih baik kerana sudut zenit yang kecil dibandingkan dengan kawasan langit yang jauh dari zenit (lihat 2.5.1).

Cahaya bulan purnama pula akan memberi kesan kepada kecerahan imej objek langit yang hendak dikaji. Oleh itu tiada cerapan dilakukan ketika malam bulan purnama.

Kedua, bukaan kubah Balai Cerap dibuka menghala langit barat bagi mengelakkan kesan biasan cahaya. Bahagian barat Balai Cerap Al-Khawarizmi menghadap Selat Melaka di mana langitnya lebih gelap dan kurang mengalami kesan pencemaran cahaya.

Masalah kesukaran mendapat kejernihan langit yang baik sepanjang malam dan berturutan malam merupakan suatu cabaran yang sangat mencabar kerana keadaan cuaca di Melaka yang terletak hampir dengan khatulistiwa dan hampir dengan laut sukar diramal dengan tepat kerana keadaan cuaca boleh berubah dalam masa yang singkat.

Penulis pernah mengalami keadaan cuaca tiba-tiba berubah dengan angin bertiup kencang dengan kelajuan di antara 30-40km/j disertai dengan petir dan hujan lebat. Kejadian pada tarikh 17 Jun 2005 selepas tengah malam semasa sedang membuat kajian.

Bagi menangani masalah ini, kajian dijalankan pada malam yang tidak ada cahaya bulan purnama atau hampir purnama dan langit tidak mendung atau hujan. Pengimejan untuk memperolehi data telah dilakukan bermula dari Jun 2004 hingga Disember 2007 melibatkan jumlah hari selama 247 hari dan jumlah jam yang terlibat ialah 1170 jam.

Dalam tempoh tersebut cerapan dilakukan dalam keadaan langit malam mungkin cerah atau kurang cerah atau berawan ketika objek berdekatan dengan meridian dan zenith. Oleh kerana langit tidak cerah sepanjang malam dan jika cerah ia tidak berlaku berturutan malam maka adalah sukar untuk mendapatkan objek yang hendak dikaji pada satu malam. Apa yang dilakukan ialah terpaksa menunggu beberapa hari kemudian atau bulan lain untuk mendapat data dari objek yang sama. Dari kajian yang dilakukan hanya beberapa malam sahaja kejernihan langit yang baik dan sesuai untuk mengambil data.

1.3 Objektif kajian

- i. Menguji ciri-ciri kamera CCD ST-10XME dalam penggunaannya yang sebenar di Balai Cerap Al-Khawarizmi.
- ii. Menguji kemampuan teleskop Ritchey-Chretien, RCOS 16" dan lekapan khatulistiwa ParamountME dalam melakukan proses pengimejan astronomi dari segi pemfokusan, penghalaan, penjejakan, penjajaran kutub dan pemanduan.

- iii. Membuat perbandingan nilai nisbah isyarat / hingar (*signal/noise ratio*, S/N) di antara kaedah dedahan tunggal yang panjang dengan kaedah pertindihan beberapa dedahan singkat dalam pemprosesan imej CCD bagi objek langit jauh (*deep sky objects*).
- iv. Membuat perbandingan terhadap kualiti imej monokrom dan imej warna dari segi nisbah isyarat / hingar dalam proses pengimejan objek langit jauh.

1.4 Perbahasan kajian

Dalam tesis ini aspek-aspek kajian yang dibahaskan terkandung dalam lima bahagian iaitu pendahuluan, kajian latar belakang, instrumentasi dan kaedah eksperimen, analisis data dan perbincangan dan kesimpulan.

Aspek-aspek ini dibahas mengikut bab, Bab 1 menerangkan latar belakang penyelidikan, batasan penyelidikan, objektif kajian dan perbahasan kajian. Dalam bab ini diterangkan kajian pencirian kamera CCD yang pernah dijalankan di Balai Cerap Institut Astronomi Universiti Kebangsaan Taiwan dan ciri-ciri keistimewaan CCD. Kualiti imej yang dihasilkan oleh CCD juga diterangkan di dalam bab ini.

Bab 2 mengandungi penjelasan mengenai prinsip kerja dan ciri-ciri CCD, jenis-jenis imej, hingar, aspek penghasilan imej, lekapan teleskop dan pembentukan imej. Di sini juga diterangkan proses penghasilan imej objek langit dengan kamera CCD dan proses pengimejan yang melibatkan penentuan imej.

Bab 3 membincangkan peralatan yang digunakan dan kaedah eksperimen yang dijalankan dalam kajian ini. Di bincangkan kaedah kajian yang dijalankan ialah pencirian kamera CCD bagi menentusahkan ciri-ciri kamera tersebut dengan ciri-ciri yang dikeluarkan oleh

pengeluar. Ciri-ciri kamera CCD yang diuji ialah gandaan, hingar bacaan, kelinearan, keseragaman piksel dan arus gelap. Dalam kajian ini dibuat pengujian terhadap kemampuan sistem kamera CCD, SBIG ST-10XME dan sistem optik teleskop Ritchey-Chretien RCOS 16" f/8 dan menilai keupayaan lekapan robotik, ParamountME dari segi menghala (*pointing*), menjejak (*tracking*) dan memandu (*guiding*). Semua langkah-langkah ujian dilakukan di dalam keadaan penggunaan sebenar pengimejan yang dibuat di Balai Cerap Al-Khawarizmi. Imej yang baik dapat dirakam sekiranya teleskop dan lekapan mampu memfokus, menghala dan menjejak objek dengan tepat untuk waktu dedahan yang lama.

Manakala peningkatan kualiti imej bergantung kepada isyarat atau foton yang diterima dari objek yang dicerap dan hingar dari sistem dan kamera semasa pengimejan. Kualiti imej juga bergantung kepada kejernihan langit dan kejituan fokus teleskop.

Bab 4 membincangkan analisa data dari ujian-ujian yang dijalankan terhadap pemeriksaan ciri-ciri kamera CCD, pengujian proses pengimejan dan peningkatan kualiti imej. Ujian terhadap ciri-ciri kamera CCD yang dijalankan ialah gandaan, hingar bacaan, arus gelap dan keseragaman piksel. Pengujian proses pengimejan melibatkan pengukuran terhadap sistem teleskop dan kamera CCD, parameter yang diukur ialah medan pandangan teleskop, persampelan, resolusi, kejernihan langit pemfokusan teleskop, penghalaan dan penjejakan. Dalam bab ini juga dibahaskan penentuan lekapan teleskop dan penentuan imej. Kaedah peningkatan kualiti imej yang dibincang di sini ialah kaedah pertindihan beberapa dedahan singkat dan kaedah dedahan tunggal. Perbandingan di antara kualiti imej monokrom dan warna juga ada dibincangkan di dalam bab ini.

Bab 5 adalah bab yang terakhir dalam pembahasan kajian ini yang menerangkan kesimpulan dari kajian yang telah dijalankan iaitu pencirian kamera CCD, penyesuaian di antara teleskop dan kamera dan peningkatan kualiti imej. Bab ini diakhiri dengan cadangan penambahbaikan terhadap kajian ini.