

**LAPORAN KAJIAN CERAPAN HILAL, KECERAHAN LANGIT DAN
PEMBIASAN DI UFUK**

**TAHUN 2000 - 2006 (BAGI BULAN MAC HINGGA OKTOBER)
BERSAMAAN BULAN QAMARIAH
ZULQAEDAH 1421 HINGGA SYA'BAN 1427**

**TEMPAT
BAITULHILAL TELOK KEMANG, PORT DICKSON
NEGERI SEMBILAN**

KERJASAMA

ANTARA

**KUMPULAN FIZIK ANGKASA, JABATAN FIZIK
FAKULTI SAINS, UNIVERSITI MALAYA**

JABATAN UKUR DAN PEMETAAN MALAYSIA (JUPEM)

**JABATAN MUFTI KERAJAAN NEGERI
NEGERI SEMBILAN (JMKNNS)**

DAN

JABATAN KEMAJUAN ISLAM MALAYSIA (JAKIM)

Kandungan

Kajian Cerapan Hilal

1 – Pengenalan	1
Konsep Asas Kalendar	
Bumi dan Penanda-penanda musim	
Kuantiti Asas	
Trigonometri Sfera	
2 – Bulan, Ijtimak dan Kenampakan Hilal	5
3 – Kalendar Berdasarkan Peredaran Bulan	7
4 – Kaedah-kaedah Menentukan Kalendar Islam	7
Kalendar Islam Secara Hisab	
Kalendar Islam Berdasarkan Rukyah	
Kalendar Islam Berdasarkan Ramalan	
Amalan Negara-negara Islam Menentukan Kalendarnya	
5 – Kriteria Kenampakan Hilal	11
6 – Mencari dan Mencerap Hilal Termuda	12
7 – Geometri Bulan-muda	12
8 – Data	14
9 – Perbincangan	17

Kajian Kecerahan Langit di Ufuk Senja dan Fajar

1 – Pengenalan	18
2 – Definasi	18
3 – Objektif kajian	19
4 – Metodologi	19
5.– Peralatan	20
5.1 Alat Pengesan Cahaya (APC)	22
6 - Kaedah cerapan	22
7 – Data cerapan dan perbincangan	23

Kajian Pembiasan Matahari di Ufuk

1 – Pengenalan	29
2 – Objektif	29
3 – Atmosfera Bumi dan Kesan Pembiasan	29
4 – Model Rambatan Cahaya	30
5 – Teknik Penceraian	32
6 – Data cerapan	32
6 – Perbincangan	41
7 – Penghargaan	51
Lampiran A	52
Lampiran B	53

KAJIAN KENAMPAKAN HILAL

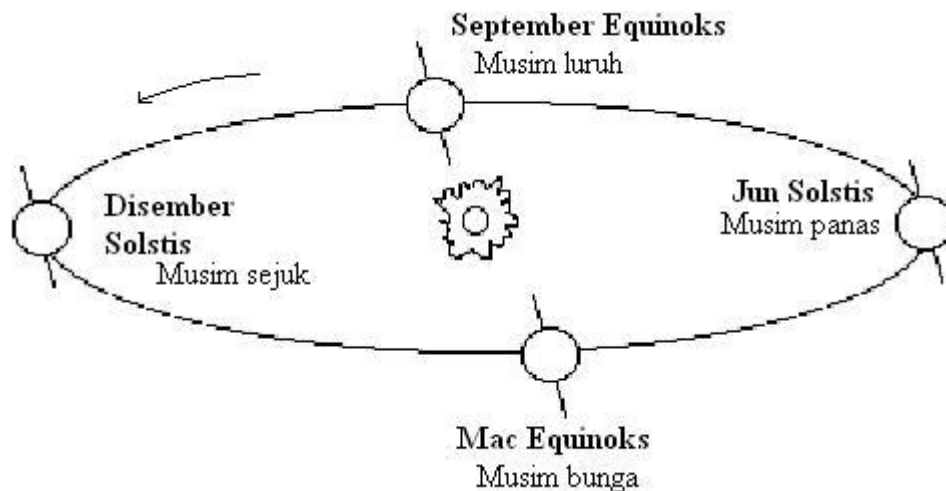
1. Pengenalan

Konsep asas kalendar

Kalendar-kalendar adalah digunakan untuk menjejaki pergerakan bumi, bulan dan matahari. Pembentukan mereka adalah melalui unit hari, bulan dan tahun. Hari dihasilkan oleh putaran bumi mengelilingi paksinya; bulan terhasil disebabkan peredaran bulan mengelilingi bumi; manakala tahun dihasilkan oleh peredaran bumi mengelilingi matahari. Konsep asas kalendar akan dibincangkan di sini.

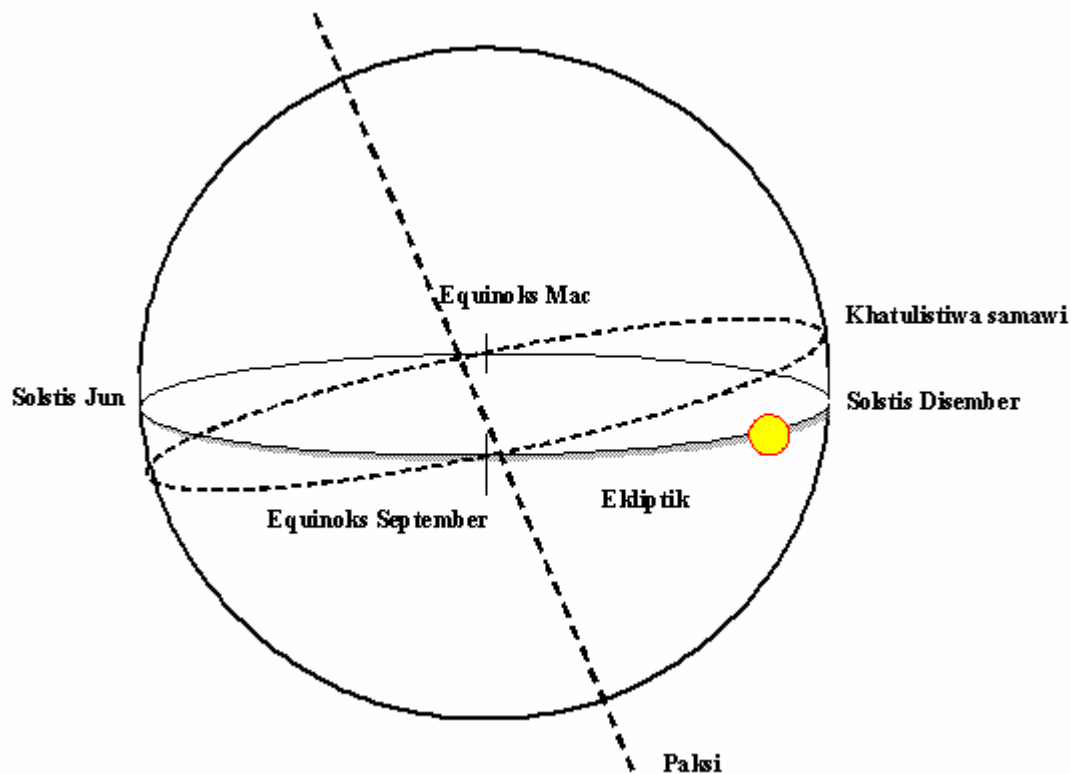
Bumi dan penanda-penanda musim

Bumi berputar dalam arah melawan jam keliling matahari membuat orbit elips di dalam satah ekliptik. Ekliptik ialah jejak yang di buat oleh bumi mengelilingi matahari di atas sfera samawi. Satah tersebut membuat sudut 23.5° dengan khatulistiwa samawi. Pada masa yang sama juga bumi berputar dalam arah melawan jam sekitar paksinya yang juga condong 23.5° merujuk kepada garisan mencancang kepada ekliptik. Kecondongan paksi dan putaran bumi mengelilingi matahari menyebabkan bumi mengalami musim sejuk, panas, bunga dan luruh. Lihat rajah 1 di bawah.



Rajah 1: Menunjukkan

Garisan ekliptik menyilang khatulistiwa samawi pada dua kedudukan yang dikenali sebagai Equinoks. Solstis pula adalah titik-titik di mana khatulistiwa dan ekliptik berada pada kedudukan yang paling jauh. Equinoks dan Solstis adalah dinamakan sebagai penanda-penanda untuk musim. Gambaran keseluruhan sfera samawi adalah seperti berikut di rajah 2:



Rajah 2 : Keseluruhan sfera samawi

Equinoks Mac (21hb. Mac) adalah masa apabila matahari melintasi khatulistiwa samawi dari hemisfera selatan ke hemisfera utara. Ketika ini panjang siang dan malam adalah sama. Selepas equinoks Mac, matahari bergerak ke utara sehingga solstis Jun (22hb. Jun) di mana kedudukan matahari adalah tertinggi di utara. Ketika ini penghuni dunia yang tinggal di hemisfera utara mengalami siang paling panjang, manakala orang yang tinggal berdekatan dengan khatulistiwa mengalami siang dan malam sama panjang kerana matahari terbit dari timur dan terbenam ke barat lebih kurang sama sela masa. Matahari kemudiannya terus bergerak ke arah selatan. Apabila ia mencapai equinoks September (23hb. September) sekali lagi siang dan malam sama panjang. Hari-hari menjadi pendek ketika matahari bergerak ke selatan dan mencapai solstis Disember (22hb. Disember) di mana matahari berada pada kedudukan paling tinggi di selatan. Pada waktu ini penghuni yang tinggal di hemisfera utara alami siang paling pendek.

Perihelion (berdekatan solstis Disember) adalah titik di mana bumi paling hampir dengan matahari. Ia berlaku sekitar 4hb. Januari setiap tahun. Aphelion (berdekatan solstis Jun) adalah titik di mana bumi paling jauh daripada matahari dan berlaku sekitar 4hb. Julai.

Kuantiti Asas

Kedudukan-kedudukan relatif bulan dan matahari adalah sangat penting di dalam menentukan kenampakkan hilal. Oleh itu disini ditakrifkan beberapa kuantiti asas

Azimut relatif (ΔAz) : Ini merujuk kepada perbezaan azimut antara bulan dan matahari

Altitud bulan pada ketika matahari tempatan terbenam (Δz atau h):
Ini merujuk kepada ketinggian bulan dari ufuk tempatan

Matahari di bawah ufuk (s): Ini menunjukkan kedudukan matahari di bawah ufuk

Tempoh bulan terbenam: ialah sela masa antara matahari dan bulan Terbenam

Arka cahaya (a_L) : Di takrifkan sebagai elongasi atau jarak sudut antara matahari dan bulan

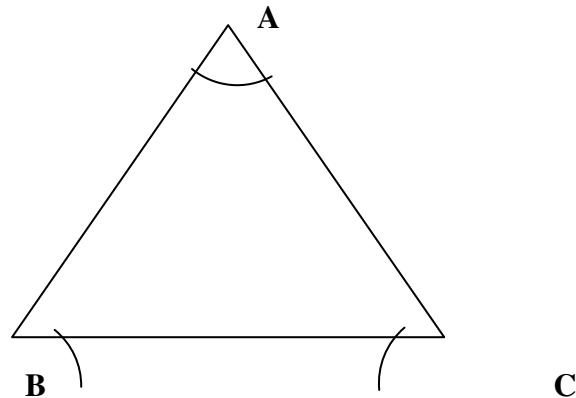
Arka pemisahan (a_S) : Ia adalah perbezaan di dalam jarak Hamal antara matahari dan bulan di dalam darjah

Trigonometri Sfera

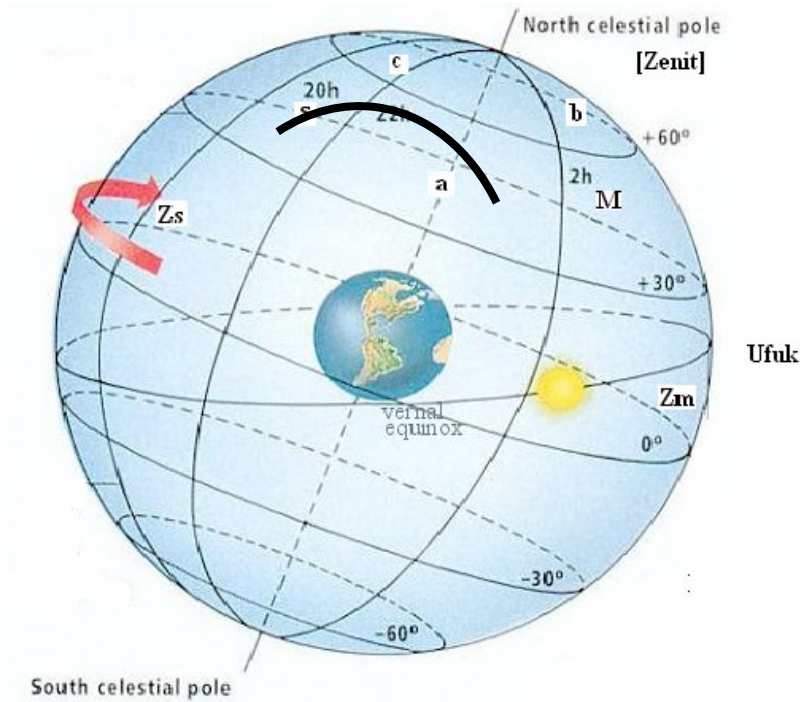
Persamaan trigonometri sfera digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah astronomi yang berkaitan dengan sfera samawi. Di sini dijelaskan tentang persamaan kosain untuk memahami konsep-konsep asas:

Persamaan kosain untuk trigonometri sfera

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$



Sekarang lihat bagaimana arka cahaya (a_L) berhubungkait kepada persamaan kosain



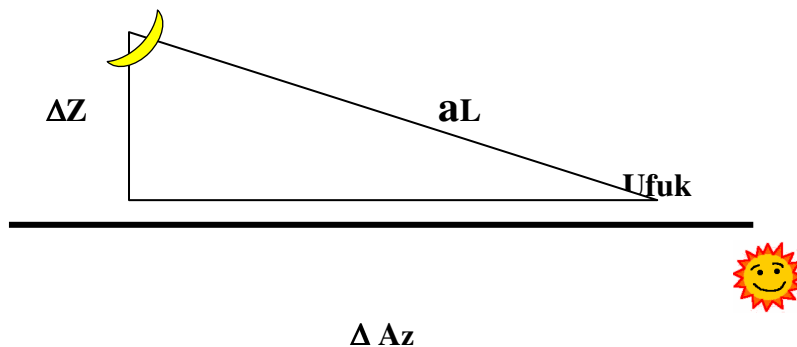
Rajah 3: Sfera samawi

Rajah 3 adalah sfera samawi di mana $a = a_L$, $b = (90^\circ - Z_m)$, $c = (90^\circ - Z_s)$. Gunakan persamaan kosain

$$\begin{aligned} \cos a_L &= \cos(90^\circ - Z_m) \cos(90^\circ - Z_s) + \sin(90^\circ - Z_m) \sin(90^\circ - Z_s) \cos(\Delta Az) \\ &= \sin Z_s \sin Z_m + \cos Z_s \cos Z_m \cos(\Delta Az) \end{aligned}$$

Di mana Z_s = altitud matahari, dan Z_m = altitud bulan.

Sekarang kedudukan bulan dan matahari boleh dikaitkan dengan arka cahaya dan azimut relatifnya.

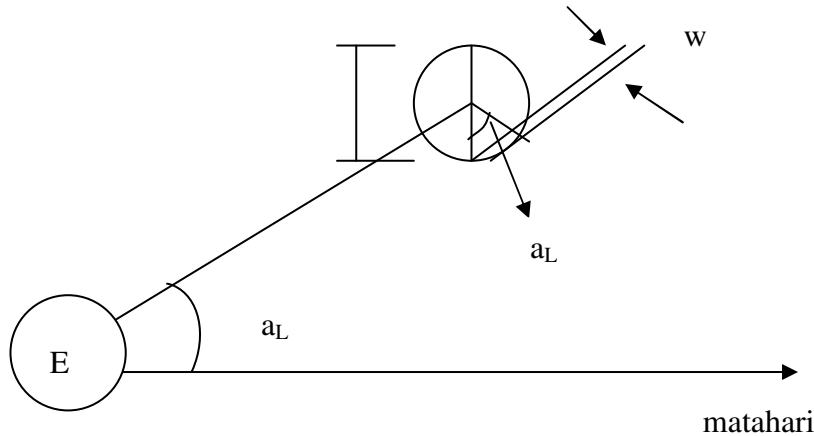


Dari rajah di atas dapat hubungan berikut:

$$\begin{aligned} \cos a_L &= \cos \Delta Z \cos \Delta Az + \sin \Delta Z \sin \Delta Az \cos 90^\circ \\ &= \cos \Delta Z \cos \Delta Az + 0 \end{aligned}$$

$$\Delta Az = \cos^{-1} (\cos a_L / \cos \Delta Z)$$

Tambahan kepada persamaan kosain, hubungan antara arka cahaya dan kelebaran hilal juga konsep yang penting.



Rajah 4. Kelebaran hilal

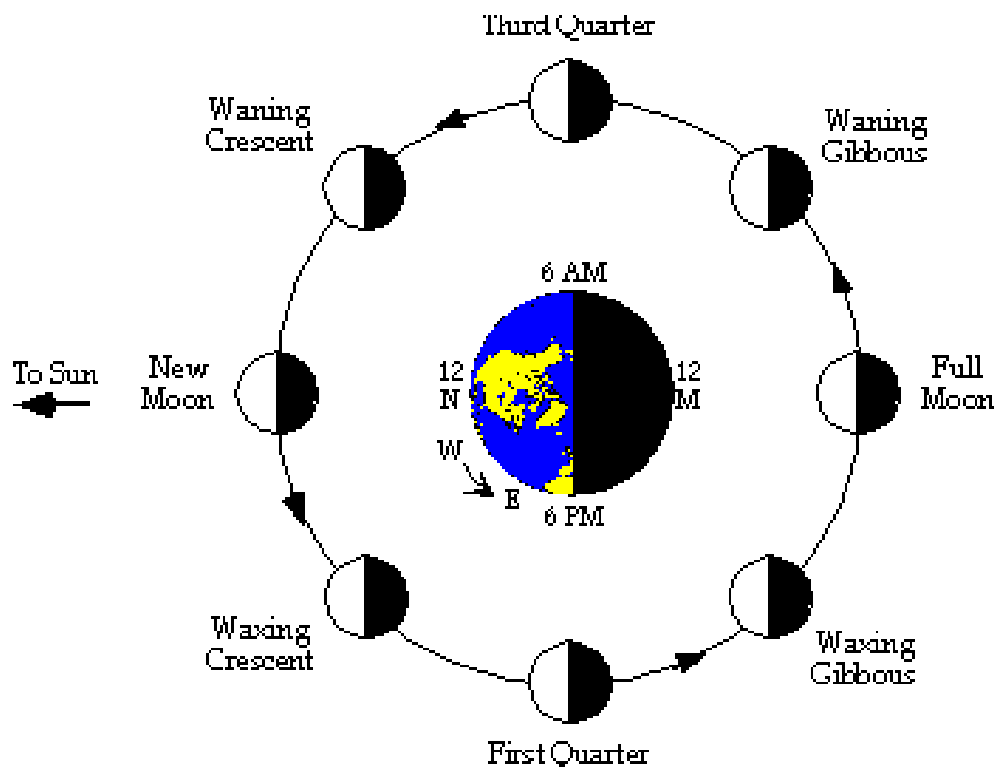
Di mana kelebaran di hitung dengan persamaan berikut;

$$\begin{aligned} W &= d/2 - d/2(\cos a_L) \\ &= d/2 (1 - \cos a_L) \\ &= d \sin^2 (a_L/2) \end{aligned}$$

d = diameter bulan (dalam km)

2. Bulan, ijtimak dan kenampakkan Hilal

Bulan dapat dilihat kerana ia memantulkan cahaya matahari. Ia beredar mengelilingi bumi dalam arah lawan jam dan ini membolehkan kita melihat fasa-fasa bulan yang berbeza. Pada ketika ijtimak, dimana perbezaan antara longitud matahari dan longitud bulan adalah 0° , bulan terbenam pada waktu yang sama dengan matahari terbenam. Bulan ini dikenali sebagai bulan baru. Beberapa jam selepas ijtimak berlaku barulah hilal akan muncul. Beberapa hari kemudian bulan sabit membesar dan bila bulan beredar mengelilingi bumi, bulan akan terbenam selepas matahari terbenam. Masa berlalu dan ada ketikanya bulan berada sama sebaris dengan matahari dan bumi tetapi bertentangan disebelah bumi. Bulan ini dikatakan bulan penuh. Pada waktu ini bulan terbenam ketika matahari terbit dan terbit ketika matahari terbenam. Bulan berterusan beredar mengelilingi bumi sehingga bulan baru berlaku semula dan kitaran itu berulang. Tempoh masa antara bulan baru ke bulan baru yang seterusnya dikenali sebagai lunasi dan berubah antara 29.27 dan 29.84 hari.



Rajah 5

Ijtimak boleh berlaku apabila bulan berada di hadapan matahari pada ketika bulan baru atau sejauh 5° selagi longitud samawi bulan dan matahari adalah sama. Pada latitud-latitud tinggi matahari terbenam pada sudut yang lebih kecil pada ufuk jika dibandingkan pada berdekatan khatulistiwa. Oleh kerana bulan beredar berhampiran ekliptik (0° hingga 5°) ia juga berkelakuan sama seperti matahari dan terbenam membuat sudut kecil dengan ufuk. Berhampiran khatulistiwa, matahari terbenam hampir mencancang kepada ufuk. Bulan juga terbenam hampir mencancang kepada ufuk.

3. Kalendar Berdasarkan Peredaran Bulan

Kalendar ini bertujuan untuk memastikan bahawa ijtimak, kenampakkan hilal atau bulan penuh menentukan permulaan suatu bulan. Unit asas kalendar ini ialah bulan. Kalendar-kalendar ini mengikut kitaran fasa bulan dan mengabaikan pergerakan matahari, oleh itu tahun kalendar ini tidak mengikut musim-musim. Kalendar yang betul-betul mengikut bulan semata-mata ialah kalendar Islam. Satu tahun untuk kalendar ini mengandungi 12 bulan dengan setiap bulan bermula apabila kenampakkan hilal (kalendar islam berdasarkan kenampakkan hilal dan bukan berlakunya ijtimak). Oleh kerana kalendar Islam tidak berkaitan dengan tahun tropika, hari-hari Islam akan beranjak 11 hari ke belakang setiap tahun. Ini adalah kerana setiap bulan Islam mengandungi 29.5 hari secara purata. Maka terdapat $12 \times 29.5 =$

354 hari iaitu 12 bulan Islam per tahun. Jika di bandingkan dengan hari dalam tahun Gregorian (365 hari) maka terdapat perbezaan 11 hari merujuk kepada tahun suria.

Setiap tahun mengandungi 12 bulan Islam tanpa bulan lompat dan nama-nama bulan tersebut ialah

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. Muharram, | 7. Rejab |
| 2. Safar | 8. Sya'aban |
| 3. Rabi'ulawal | 9. Ramadhan |
| 4. Rabi'ulakhir | 10. Syawal |
| 5. Jamadilawal | 11. Zulkaedah |
| 6. Jamadilakhir | 12. Zulhijjah |

Untuk kalendar Islam, terdapat 7 hari dalam seminggu, dengan setiap hari bermula ketika matahari terbenam. Hari pertama bermula ketika matahari terbenam pada hari Sabtu dan berakhir ketika matahari terbenam pada hari Ahad. Hari kelima ialah hari Juma'at iaitu hari yang mulia untuk umat Islam bersembahyang Juma'at.

Menentukan hari pertama bagi setiap bulan Islam adalah sangat penting kerana ia akan menetapkan bila hari-hari kebesaran Islam akan di sambut, contoh menentukan permulaan puasa bulan Ramadhan, Hari raya Aidilfitri dan Hari Raya Aidiladha. Oleh itu banyak kaedah telah di terima pakai untuk menentukan hari pertama setiap bulan Islam.

4. Kaedah-kaedah menentukan Kalendar Islam

Sejarah kalendar Islam bermula dari kurun ke-7 sesudah masihi apabila Nabi Muhammad s.a.w mengumumkan penggunaan kalendar Islam. Tetapi sebelum Nabi Muhammad s.a.w. wafat (era pra-Islam: AD 570 – 632), bangsa Arab menggunakan kalendar lunisuria. Ini disebabkan mereka dapati bahawa kalendar bulan tidak seiring dengan musim-musim dan ini mengakibatkan beberapa kesulitan. Apabila mereka pergi untuk menunaikan haji ke Mekah pada bulan 12 kalendar berdasarkan bulan, mereka membawa bersama-sama binatang ternakan untuk dikorbankan. Bagaimana pun oleh kerana kalendar bulan tidak seiring dengan musim-musim, orang Arab dapati sukar untuk mendapat bekalan makanan (tanaman tidak dapat dipetik) untuk perjalanan mengerjakan haji sama juga kesulitan untuk mendapatkan binatang ternakan untuk dikorbankan. Oleh itu mereka telah selitkan bulan ke tiga belas secara berkala untuk memastikan bulan ke dua belas berada pda waktu musim gugur. Bila penambahan bulan ketiga belas ini perlu dilakukan, ia ditentukan oleh pegawai-pegawai kalendar (Nasa'a) dari puak Kinana, tetapi secara tepat bila ia dilaksanakan tidak diketahui.

Sebelum Nabi Muhammad s.a.w wafat pada tahun AD 632 beliau telah mengumumkan supaya umat Islam wajib menggunakan kalendar berdasarkan peredaran bulan keliling bumi sahaja. Hanya pada tahun AD 642 apabila khalifah Umar Al-Khatib telah memulakan penggunaan kalendar tersebut dengan mengambil tarikh 16 Julai 622 sebagai era permulaan kalendar Islam. Era ini dikenali sebagai era Hijrah (AH), dimana 622 dipilih untuk mengingati peristiwa Hijrah, iaitu Nabi Muhammad s.a.w. berpindah dari Mekah ke Madinah (Ad 622 = AH 1). Bagaimana pun tarikh ini bukanlah tarikh sebenar ketibaan di Madinah, mungkin kedua-dua tarikh ini berdekatan antara satu sama lain.

Kalendar Islam secara hisab

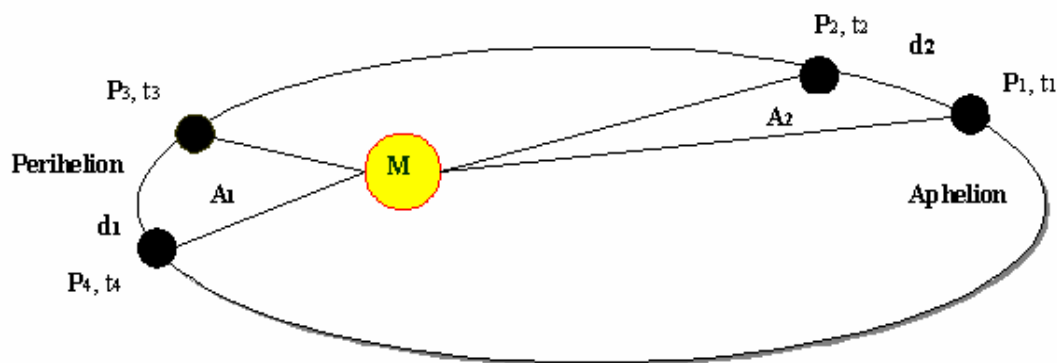
Kalendar ini dibina berdasarkan pengiraan matematik untuk membuat ramalan kasar kenampakkan hilal, di mana bilangan hari di dalam satu bulan di selang-seli antara 29 dan 30. Setiap tahun bulan mengandungi 354 hari (355 dalam tahun lompat). Setiap tahun lompat satu hari tambahan dimasukkan pada bulan ke dua belas supaya kalendar tersebut seiring dengan fasa-fasa bulan sebenar.

Tahun lompat adalah tahun yang mengikut unjuran berikut: bilangan mod tahun 30 ialah satu dari berikut: 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26, atau 29. Untuk tahun bulan 1 hingga 30 tahun jumlah bilangan hari di dalam sistem 30 tahun Islam = $(354 \times 30 + 11) = 10631$; bahagikan dengan 360 (30 tahun dengan 12 bulan), kita dapat purata lunasi bulan ialah 29.53 hari.

Sekarang, apabila kita pertimbangkan untuk membina kalendar Islam, kita perlu pertimbangkan dua syarat. Pertama, min lunasi (=29.53 hari) bukan nombor bulat, tetapi perlu memberi nombor integral hari pada setiap bulan kalendar. Untuk aspek ini kalendar hisab telah memberikan penghampiran yang baik seperti yang dikira di atas. Bagaimana pun syarat kedua yang perlu ditimbang ialah perubahan terhadap lunasi. Perubahan ini berjangka antara 29.27 dan 29.84 hari. Ini bermakna jika kita terimpakai sistem hisab ini, kemungkinan bahawa bulan baru akan terjadi sehari sebelum atau selepas tarikh-tarikh selang-seli yang dicadangkan. Maka aspek ini membuatkan kalendar Islam secara hisab tidak boleh diterima langsung. Disebabkan ini juga tiada masyarakat Islam yang menggunakan sistem tetap ini.

Hukum kedua Kepler menyatakan bahawa garis jejarian menyapu luas yang sama ($A_1 = A_2$) dalam masa yang sama ($t_2 - t_1 = t_4 - t_3$); dan oleh kerana bumi adalah hampir dengan matahari (ketika hampir solstis sejuk), ini diikuti bahawa $d_1 > d_2$. Hasilnya, bumi bergerak pada kelajuan yang cepat ($s_1 > s_2$). Bulan pula beredar keliling bumi, bulan terpaksa mengambil masa yang lebih lama untuk “menjadi seiring” dengan pergerakan bumi yang cepat keliling matahari, iaitu lunasi akan menjadi panjang.

Sebaliknya, pada aphelion (dekat dengan solstis panas), oleh kerana bumi berada jauh dari matahari di mana tarikan graviti kurang, bumi bergerak keliling matahari pada kelajuan yang lambat. Manakala bulan bergerak keliling bumi memerlukan masa yang singkat untuk “menjadi seiring” dengan pergerakan bumi, iaitu lunasi lebih pendek (lihat rajah 6).



Rajah 6.

Maka, masa untuk bulan baru berlaku bergantung ke atas bila tempoh tahun dan tidak boleh berdasarkan pada bilangan nombor yang ditetapkan setiap bulan.

Kalendar Islam berdasarkan rukyah

Secara tradisi, hari pertama bagi setiap bulan Islam ditentukan berdasarkan kenampakkan hilal. Merukyah hilal adalah amat penting bagi masyarakat Islam. Bagaimana pun, terdapat banyak faktor-faktor yang mempengaruhi kenampakkan iaitu faktor astronomi/falak dan faktor bukan astronomi/falak antaranya ialah;

Faktor-faktor astronomi :

Tempoh waktu terbenam bulan selepas matahari terbenam lama
Bulan terlalu muda
Altitud bulan yang rendah ketika matahari terbenam
Kelebaran hilal
Elongasi/relatif azimut bulan ke matahari
Latitud dan longitud pemerhati.

Faktor-faktor bukan astronomi :

Keadaan cuaca yang tidak baik
Pencemaran atmosfera
Kelembapan udara
Ketinggian tempat cerapan
Fizikal dan psikologi pemerhati.

Penentuan hari pertama dalam setiap bulan Islam ditentukan dengan kewujudan hilal di atas ufuk.

Kalendar Islam berdasarkan ramalan

Kalendar ini berdasarkan teori dan data astronomi semata-mata. Harapan supaya hari-hari kebesaran boleh dirayakan bersama pada hari yang sama seluruh negara atau masyarakat Islam, ramalan bila hilal boleh di lihat. Bagaimana pun bukan mudah untuk meramal kalendar atau menukar dari satu jenis ke satu jenis yang lain. Kriteria yang berbeza sedang di bangunkan beberapa tahun kebelakangan ini untuk menentukan permulaan bagi setiap bulan Islam sepanjang tahun dengan kejituan yang tinggi. Pembangunan kriteria-kriteria kenampakkan hilal telah bermula semenjak zaman Babylonian sehingga kini.

Amalan Negara-Negara Islam menentukan Kalendarnya

Secara tradisi semua negara Islam di dunia ini menentukan permulaan awal bulan Islam dengan melihat secara mata kasar sama ada hilal kelihatan di ufuk negara mereka. Sekarang ini dengan kemajuan sains dan teknologi peralatan seperti teodilit, binokular dan teleskop digunakan oleh kebanyakan negara Islam untuk merukyah hilal. Bagaimana pun kebanyakan negara Islam di dunia masih menggunakan salah satu dari lima kaedah ini untuk menentukan awal bulan Islam iaitu:

1. Merukyah hilal dengan mata kasar atau bantuan peralatan optik seperti teodilit, binokular atau teleskop.
2. Menggunakan hisab dengan kriteria astronomi tertentu semata-mata.
3. Merukyah hilal dan hisab, ini bermakna menggunakan perkiraan tentang kedudukan bulan dan matahari dengan jitu dan kemudian menggunakan peralatan seperti teodilit, binokular dan teleskop untuk merukyah hilal sama ada berada di kedudukan yang telah dihisab di ufuk negeri masing-masing. Kaedah ini adalah lebih dipercayai dan di terima oleh ramai ahli sains.
4. Mengikut peristiharan negara yang berhampiran dengan negeri mereka dan
5. Tidak mengikut mana-mana negara di dunia hanya berdasarkan keputusan negeri itu sahaja.

5. Kriteria Kenampakkan Hilal

Walaupun kita boleh menghitung kedudukan bulan di langit dengan kejituan yang tinggi seperti berlakunya gerhana matahari dan bulan, tetapi ia adalah agak sukar untuk meramalkan sama ada hilal boleh dilihat dari suatu lokasi tertentu disebabkan faktor-faktor yang mempengaruhi kenampakkan.

Kenampakkan hilal adalah masalah yang sangat sukar kerana ia melibatkan penghitungan orbit-orbit bulan dan matahari, altitud, azimut bulan dan matahari, serakan atmosfera dan fisiologi penglihatan. Bagaimana pun permulaan pembangunan kriteria ramalan kenampakkan hilal secara saintifik telah dimulakan oleh J.K. Fotheringham dengan menggunakan data cerapan yang diperolehi dari Athen yang dilakukan oleh J. Schmidt dari 1859 hingga 1880 pada tahun 1910. E.W. Maunder pula melanjutkan kajian di atas pada tahun 1911. Ini diikuti oleh F. Bruin dalam tahun 1977. D. McNally dalam tahun 1983 tentang panjang hilal. Mohammad Ilyas perbaiki pula kriteria itu pada tahun 1981, 1984 & 1988. L.E. Doggert, P.K. Seidelmann dan B.E. Schaefer pada tahun 1988 menerangkan model secara matematik. B.E. Schaefer kemudian melanjutkan penjelasan tentang kenampakkan hilal pada tahun 1990 dan 1991.

Negara kita Malaysia menerima pakai kaedah ketiga iaitu merukyah hilal dan hisab. Kriteria kenampakkan hilal yang kita gunakan buat masa ini ialah:

- a. Ketinggian hilal dari ufuk $> 2^\circ$ ketika terbenam matahari.
- b. Elongasi bulan-matahari $> 3^\circ$ ketika terbenam matahari atau umur hilal > 8 jam

Kriteria ini diterima pakai oleh semua negara anggota Menteri-Menteri Agama Brunei, Indonesia, Malaysia dan Singapura (MABIMS).

6. MENCARI DAN MENCERAP HILAL YANG PALING MUDA

Apabila kita hendak mencari dan mencerap hilal yang paling muda di sebelah petang ketika waktu Maghrib kita tidak lagi persoal ia boleh dilihat secara tidak sengaja tetapi lebih kepada bagaimana persiapan kita yang rapi dan juga keadaan astronomi yang membolehkan kita melihat hilal. Faktor yang perlu kita beri perhatian/meneroka di dalam mencerap hilal ialah faktor-faktor astronomi yang mempengaruhi kebolehnampakkan hilal di mana memungkinkan kita memperbaharui rekod kebolehnampakkan hilal paling muda. Bulan baru muncul ketika longitudnya (sepanjang ekliptik) menyamai longitud Matahari. Selepas 16 jam ke 24 jam kemudian, jika Matahari baru sahaja terbenam pada lokasi kita, anda mungkin berpeluang melihat sabit nipis berhampiran ufuk di sebelah barat.

Beberapa maklumat tentang kebolehnampakkan hilal paling muda di seluruh dunia yang telah direkodkan adalah seperti di jadual 1.

Jadual 1

Kenampakan hilal paling muda di beberapa tempat cerapan								
Tarikh	Umur hilal	Elong.	Pencerap	Alatan	Tempat	Lat.	Long.	Ketinggian
1989 May 5	13 ⁿ 28 ^m	8.3°	Robert C. Victor	B	East Lansing, MI	42.7°N	84.5°W	270 m
1989 May 5	13 ⁿ 40 ^m	8.4°	Terry Hunefeld	10T	Fisk Knob, MI	43.3°N	85.6°W	320 m
1989 May 5	13 ⁿ 47 ^m	8.5°	Don Pearce	B	Lake Travis, TX	30.3°N	97.9°W	180 m
1990 May 24	13 ⁿ 04 ^m	7.9°	Clint Bach	12T	Collins Gap, TN	35.7°N	83.5°W	1,700 m
1990 May 24	15 ⁿ 32 ^m	9.1°	S.J.O'Meara	N	Mount Wilson Obs.	34.2°N	118.1°W	1,740 m
1996 Jan. 20	12 ⁿ 07 ^m	7.7°	James Stamm	8T	Tucson, AZ	32.3°N	111.0°W	730 m
1996 Jan. 20	12 ⁿ 33 ^m	7.9°	Pierre Schwaar	10T	Sentinel, AZ	32.8°N	113.3°W	100 m
1996 Jan. 20	12 ⁿ 50 ^m	8.0°	Dana Patchick	B	Mount Wilson Obs.	34.2°N	118.1°W	1,740 m
2001 Aug. 19	12 ⁿ + 15 ^m	7.6°	H.-R.G. Yazdi	GB	Lāleh Zār Mnt., Iran	29.5°N	56.8°E	2,700 m
2002 Sept. 7	11 ⁿ 40 ^m	8.8°	M.G. Mirsaeed	GB	Rask Bala, Iran	35.0°N	50.8°E	2,110 m
2003 Aug. 27	15 ⁿ 40 ^m	8.8°	M.G. Mirsaeed	B	SW of Tehran, Iran	35.0°N	50.8°E	950 m
Nota : N – mata kasar , B – binocular , GB – binocular bukaan besar (> 100 mm) , T – teleskop/diameter (inci)								

7. GEOMETRI BULAN- MUDA

Pada pagi Ogos 13, 1931, ahli Astronomi Perancis Andre Danjon telah memerhatikan bulan sabit tua berumur hanya 16 jam 12 minit sebelum bulan baru lahir dengan teleskop pembias 3 inci. Beliau terkejut kerana bulan sabit tersebut memanjang hanya 75° ke 80° sepanjang “limb” bulan itu iaitu lebih pendek dari yang dijangkakan sepatutnya 180° (separuh dari bulatan). Apabila Danjon mula menyemak dengan data dari pemerhati-pemerhati lain beliau dapati kesan kekurangan panjang itu sangat ketara maka beliau membuat kesimpulan: Apabila

Bulan berada pada jarak 7° atau kurang dari Matahari maka hilal tidak akan kelihatan langsung.

Danjon percaya bahawa gunung-ganang dan permukaan yang kasar sepanjang “limb” bulan mesti menghalang sedikit cahaya Matahari yang menyinari permukaan bulan yang sepatutnya kita boleh lihat. Oleh itu memendekkan panjang sabit tersebut. Bradley E. Schaefer telah memodelkan panjang bulan sabit tersebut dengan memasukkan faktor-faktor fisiologi dan pemupusan atmosfera. Oleh itu had Danjon telah di semak semula dari 7° kepada 7.5° , mengikut kajian yang dijalankan oleh Louay J. Fatoohi dan rakan-rakan dari Universiti Durham, England, mereka telah menyemak lebih dari beratus-ratus data cerapan hilal (positif dan negatif), termasuk data dari 2500 tahun dahulu pada tamaddun Babylon. Maka cerapan baru yang dihasilkan dari Iran menunjukkan berapa hampirnya kepada 7.5° had sebenar yang mungkin.

Apa yang menarik di sini ialah sukar dan had Danjon yang cepat 7.5° masih memberikan kita kemungkinan untuk memecahkan rekod juga ada sedikit kelonggaran. Had Danjon ini seterusnya telah dikaji oleh M. SH. Odeh, 2004, di mana beliau memperkenalkan kriteria baru yang berdasarkan dua pembolehubah iaitu sudut penglihatan toposentrik dan lebar hilal toposentrik. Kajian beliau terhadap 737 data cerapan daripada ICOP telah mendapati bahawa had Danjon adalah 6.4° . Empat faktor yang lain memainkan peranan penting di dalam menentukan hilal paling muda boleh di lihat ialah:

- Bulan mesti berada pada perigee (titik paling hampir pada orbit elips keliling bumi), di mana membolehkan ia bergerak cepat menjauhi Matahari dan segera mencapai elongasi 7.5° iaitu umur hilal paling muda.
- Bulan patut berada hampir dengan latitud ekliptiknya paling besar, $+5.5^{\circ}$ atau -5.5° , ini dapat menambahkan lagi sudut elongasinya pada umur yang diberi.
- Bulan yang hampir menjadi bulan baru adalah berkemungkinan dapat dilihat di bumi dimana ia mempunyai azimuth yang hampir sama dengan Matahari yang sedang terbenam (atau terbit), kerana ketika itu bulan berada pada ketinggian maksimum di atas ufuk pemerhati.
- Pemerhati yang ingin memecahkan rekod kebolehnampakkan hilal perlu pergi ke tempat yang paling tinggi di bumi iaitu ketinggian dari paras laut ke kawasan paling tinggi yang mungkin kerana tempat begini mempunyai keadaan langit yang kurang jerebu dan langit yang lebih gelap.

Begitulah betapa sukarnya untuk mencerap hilal yang paling muda. Namun begitu usaha mencerap perlu diteruskan supaya kita mempunyai data yang mencukupi untuk menyemak kriteria Imkanur rukyah kita. Ini adalah bertujuan untuk memantapkan lagi kriteria kita.

8. Data

Jadual 2

Data Kenampakan Hilal 2006 (Muharram-Syabaan 1427)

Tempat : Baitul Hilal, Teluk Kemang, Negeri Sembilan.

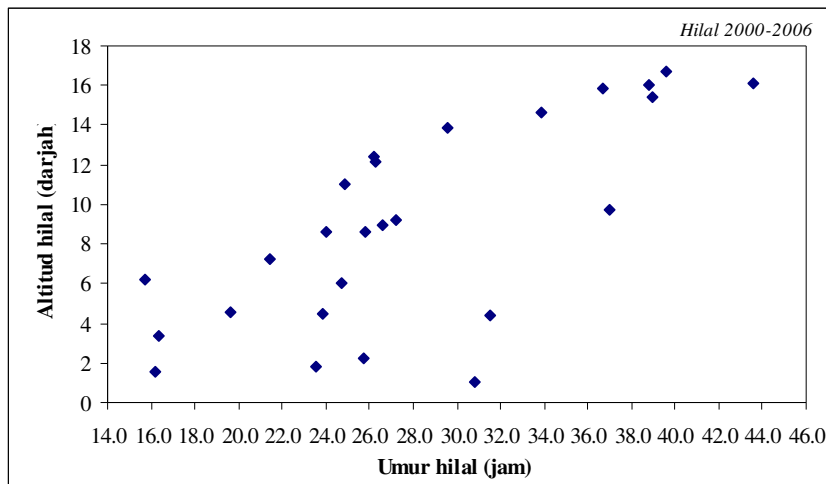
Longitud : 101° 51' Timur

Latitud : 2° 27' Utara

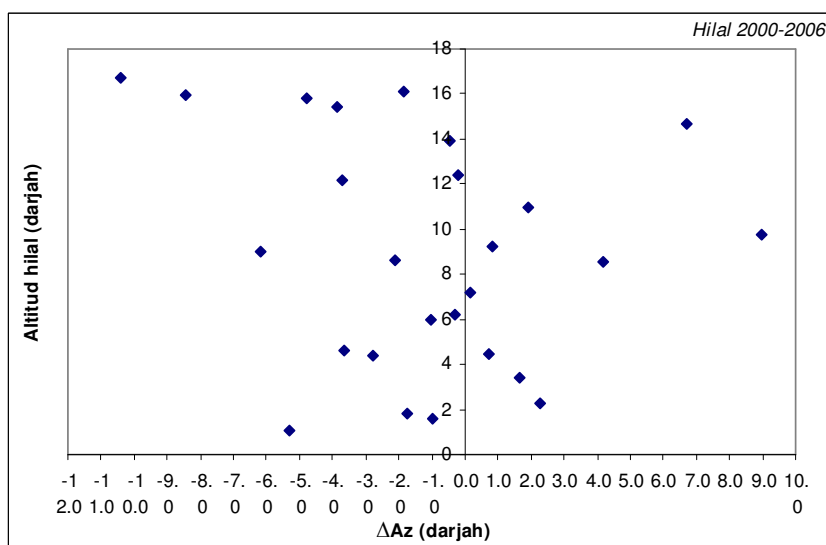
Tekanan : 1005Pa

Peralatan yang digunakan : Teleskop Meade LX200 -12"

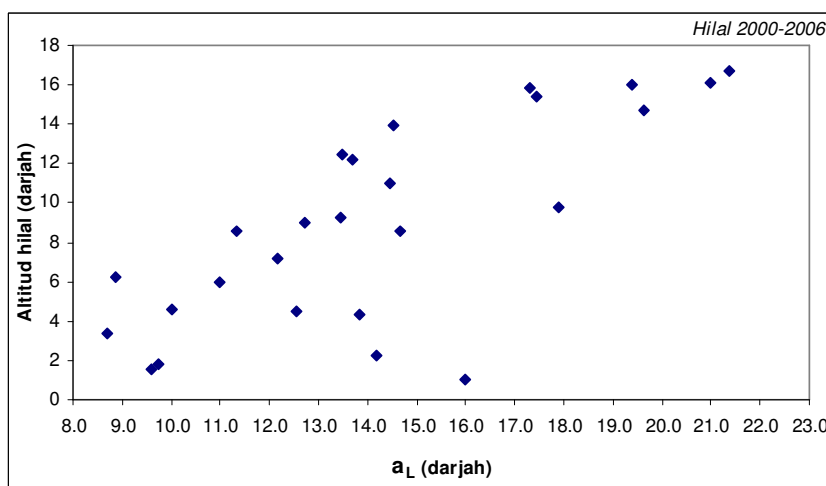
Tarikh Masihi /2006	Tarikh Hijrah	Kenampakan hilal	Kedudukan hilal		Umur /Jam	Masa /pm	Suhu & Kelembapan	Matahari terbenam /pm	Bulan terbenam/ pm
			Altitud	Azimut					
30 Jan	30 Zulhijjah	Ya	07° 13'	252° 23'	21.48	19 : 44	29.2° C 75 %	19 : 26	20 : 19
28 Feb	29 Muharram	Tidak	-	-	-	-	-	19 : 27	19 : 51
01 Mar	01 Safar	Ya	17° 12'	89° 25'	34.93	19 : 27	30° C 65 %	19 : 27	20 : 43
30 Mar	01 R'awwal	Tidak	-	-	-	-	-	19 : 21	20 : 11
28 Apr	29 R' Akhir	Tidak	-	-	-	-	-	19 : 16	19 : 44
29 Apr	01 R' Akhir	Ya	14° 44'	114° 40'	39.55	19 : 21	29 ° C 66 %	19 : 16	20 : 41
28 Mei	01 J' Awwal	Ya	01° 03'	298° 12'	30.85	20 : 16	- 77 %	19 : 17	20 : 23
26 Jun	01 J' Akhir	Ya	04° 35'	297° 21'	19.06	19 : 41	29.7° C 70 %	19 : 23	20 : 06
25 Julai	29 J' Akhir	Tidak	-	-	-	-	-	19 : 26	19 : 41
24 Ogos	30 Rejab	Tidak	-	-	-	-	-	19 : 20	19 : 47
22 Sept	29 Sya'ban	Tidak	-	-	-	-	-	19 : 09	19 : 03
21 Nop	29 Syawal	Tidak	-	-	-	-	-	18 : 59	20 : 10
22 Nop	01 Zulqaedah	Ya	08° 27'	241° 19'	38.06	19 : 20	25.8° C -	18 : 59	20 : 10
20 Dis	29 Zulqaedah	Tidak	-	-	-	-	-	19 : 10	18 : 57



Graf1 – Altitud hilal terhadap umur hilal



Graf2 – Altitud hilal terhadap ΔAz



Graf3 – Altitud hilal terhadap elongasi, a_L

9. Perbincangan

Kajian cerapan hilal yang bermula dari bulan Mac 2000 hingga Oktober 2000, bulan Mac 2001 hingga Oktober 2001, bulan Mac 2002 hingga Oktober 2002, bulan Mac 2003 hingga Oktober 2003, Februari 2004 hingga Disember 2004, 9 Februari hingga 31 Disember 2005 dan Januari 2006 hingga Disember 2006 di tapak Baitul Hilal Teluk Kemang, Port Dickson, Negeri Sembilan boleh menjelaskan fenomena merukyah hilal. Sepanjang 2000 hingga 2006 terdapat 97 cerapan hilal telah dijalankan. 26 cerapan berjaya merekodkan kenampakan hilal (rujuk jadual 3) dengan mempertimbangkan umur hilal maksima kurang dari 40 jam. Iaitu bagi bulan-bulan Qamariah yang berakhir dengan 29 hari kita telah dapat melihat sebanyak 4 kali sahaja daripada keseluruhan 26 cerapan yang berjaya iaitu pada 29 Rabiulawal 1421, 29 Rejab 1422, 29 Jamadilakhir 1423 dan 29 Jamadilawal 1426.

Jadual 3 menunjukkan nilai yang direkodkan pada hari ke 29, 30 dan 1 haribulan dengan mengambil kira umur anak bulan iaitu di bawah 40 jam sahaja. Dari jadual tersebut didapati umur termuda yang direkodkan ialah anak bulan pada tahun 2001 iaitu 15.74 jam, $a_L = 8.87$ darjah, Lag ~37 minit, Suhu yang dicatatkan ketika itu ialah 28°C . Beberapa foto hilal telah berjaya dirakamkan menggunakan kamera SLR dan juga kamera digital. (rujuk lampiran A bagi foto-foto hilal). Suhu yang dicatatkan bagi kenampakkan hilal adalah dalam julat 25°C hingga 33°C dan kelembapan dalam julat 60% hingga 84%. Bagi tahun 2005 ini tiada anak bulan yang direkodkan kelihatan pada 29 haribulan. Ini banyak disebabkan faktor cuaca yang tidak menentu dan jerebu yang agak teruk diufuk Barat. Graf 1 hingga 3 adalah analisa data-data hilal dan lain-lain data sokongan seperti yang ditaburkan dalam jadual 3.

Pengukuhan kriteria Imkanur Rukyah yang diguna pakai di Malaysia memerlukan lebih banyak lagi data terutamanya data kenampakan hilal pada hari ke 29 hijrah yang direkodkan sama ada menggunakan teleskop atau teodolit. Data-data ini tidaklah hanya terhad pada lokasi Teluk Kemang sahaja malah data dari lokasi-lokasi lain di Malaysia juga boleh menyumbang bagi memperbanyakkan data. Oleh itu kerjasama dengan jabatan-jabatan mufti lain adalah sangat dialu-alukan.

Kajian Kecerahan Langit di Ufuk Senja dan Fajar

1. Pengenalan

Solat merupakan tanggungjawab kepada Allah yang wajib dijalankan bagi setiap umat Islam mengikut waktu yang telah ditentukan olehNya. Bagi melaksanakan tanggungjawab itu maka penting bagi orang-orang Islam mengetahui masa bermula dan berakhirnya bagi waktu-waktu tersebut. Waktu zuhur, asar dan maghrib boleh ditentukan dengan mudah berpandukan kedudukan matahari dan bayang yang boleh dilihat dengan jelas. Walau bagaimanapun masalah timbul dalam menentukan bermulanya waktu isya' dan subuh kerana ia melibatkan kaedah mendefinisikan waktu senja dan fajar yang mana matahari berada di bawah ufuk ketika itu.

2. Definisi

'*Twilight*' adalah perkataan Inggeris secara literalnya bermaksud 'cahaya antara dua' iaitu antara malam dan siang atau antara malam dan siang. Di dalam bahasa Melayu ianya disebut remang¹ iaitu keadaan samar masa selepas matahari terbenam dan masa sebelum matahari terbit apabila cahaya matahari yang terserak di bahagian atas atmosfera menyinari bahagian bawah atmosfera dan permukaan bumi. Kecerahan langit yang beransur-ansur gelap apabila matahari terbenam dinamakan senja dan keadaan langit yang beransur-ansur terang apabila matahari mulai terbit dinamakan fajar. Di dalam bahasa Arab disebut '*ash-shafaq*'.

Jelasnya, keadaan remang memberikan gambaran keadaan langit yang beransur cerah atau gelap. Di dalam astronomi, peringkat kecerahan langit ini dibahagi kepada tiga jenis bergantung kepada kedudukan altitud matahari di bawah ufuk iaitu remang awam (civil twilight), remang nautical (nautical twilight) dan remang astronomi (astronomical twilight). Jadual 1 menunjukkan jenis remang mengikut kedudukan matahari di bawah ufuk. Jarak zenith adalah jarak di antara kedudukan zenith ke pusat matahari.

Jenis remang	Jarak zenith matahari
Remang awam	90°50' - 96°
Remang nautical	96° - 102°
Remang astronomi	102° - 108°

Jadual 1 - Kedudukan jarak zenith matahari² mengikut jenis remang.

Tempoh yang diambil bagi remang berakhir adalah sangat dipengaruhi oleh kedudukan latitud suatu tempat. Di kawasan yang latitud tinggi seperti di Artik dan Antartik, tempoh remang berlanjutan hingga beberapa jam, sementara kawasan di Khatulistiwa, tempoh remang berlaku sebentar 20 minit. Ini adalah kerana putaran bumi paling laju di khatulistiwa menyebabkan matahari berada di ufuk sangat pantas. Bagi latitud zon sederhana, tempoh remang paling pendek apabila berada di equinoks, lebih panjang sedikit ketika solstis musim sejuk dan paling panjang pada akhir musim bunga dan awal

¹ Remang bermaksud samar-samar merujuk Kamus Dewan.

² Kedudukan jarak zenith bagi remang adalah merujuk kepada 'The Facts on file: Dictionary of Astronomy'.

musim panas. Walau bagaimanapun tempoh berlakunya remang bukanlah menjadi objektif kajian ini dilakukan tetapi ketinggian matahari di bawah ufuk.

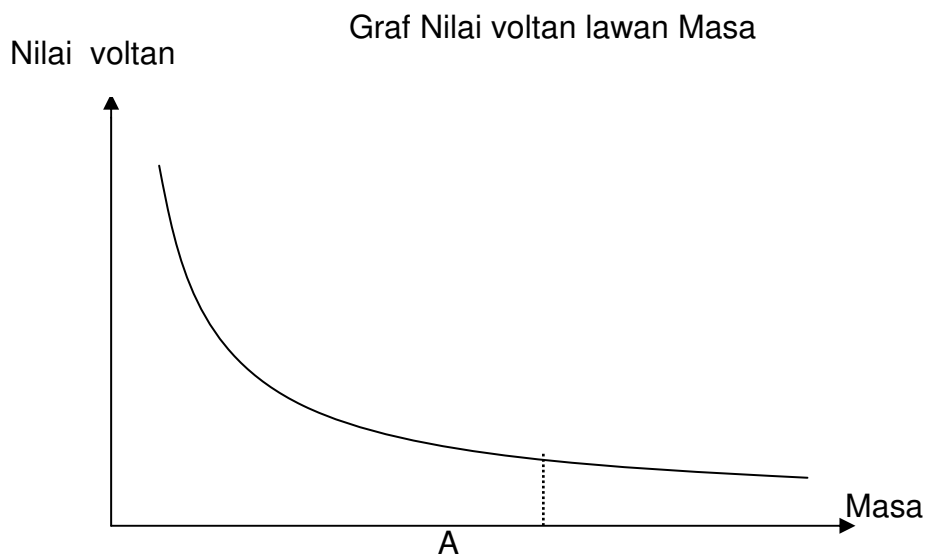
3. Objektif kajian

Menjalankan kajian bagi mencari suatu kaedah saintifik dan praktikal dalam menentukan pada ketinggian matahari di bawah ufuk yang manakah boleh ditentukan sebagai berakhirnya senja dan bermulanya fajar.

4. Metodologi

Berdasarkan teori, waktu Isya' akan bermula apabila graf pada rajah 1 yang di plot mula mendatar. Kedudukan tersebut akan dibandingkan dengan kedudukan matahari dari ufuk yang diperolehi daripada perisian MoonC6.0.

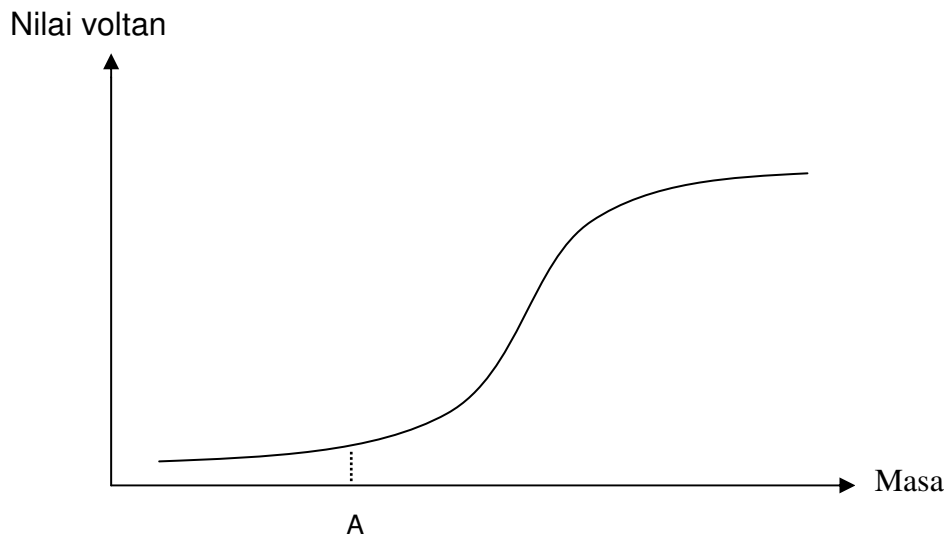
- i. Menentukan Waktu Isyak



Rajah 1 : Penentuan Waktu solat Isyak

Berdasarkan rajah 1 di atas, waktu Isya' bermula pada kedudukan A, iaitu apabila graf mula mendatar.

ii. Menentukan Waktu Subuh

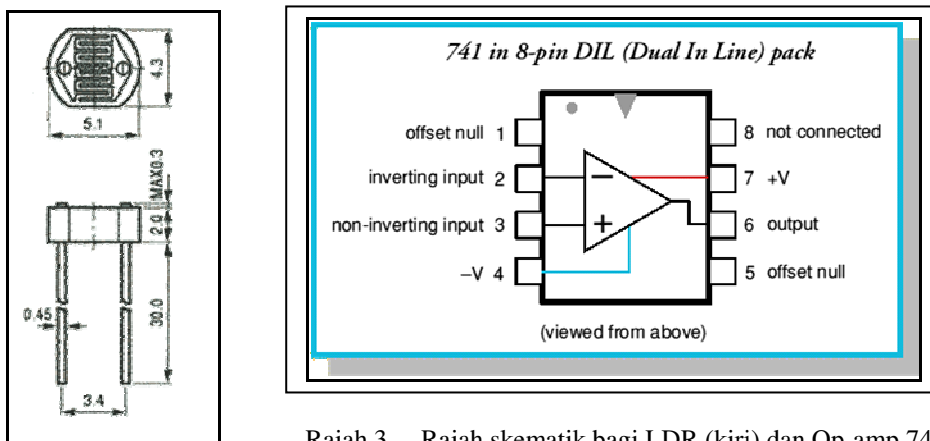


Rajah 2 : Penentuan Waktu subuh

Berdasarkan rajah 2 di atas, waktu subuh bermula pada kedudukan A, iaitu apabila graf mula meningkat naik dari keadaan mendatar.

5. Peralatan

Suatu kaedah menggunakan LDR (light dependent resistor) telah diaplikasikan dalam teknik cerapan yang dijalankan. Alat peranti ini dinamakan sebagai Alat pengesan cahaya (APC) yang terdiri daripada beberapa komponen elektronik yang lain iaitu operation amplifier 741, transistor NPN NTE128 atau 2N3035, perintang 470 Ω , 10 Ω dan 1 Ω , dan perintang boleh laras 10 Ω .

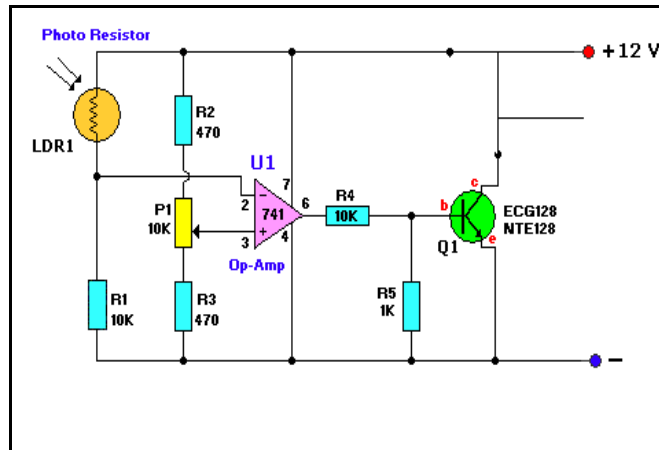


Rajah 3 – Rajah skematik bagi LDR (kiri) dan Op-amp 741 (kanan).

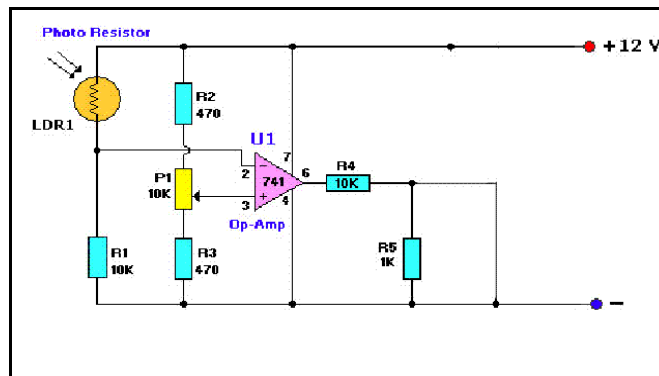
LDR adalah peranti elektronik yang berfungsi terhadap perubahan keamatan cahaya. Permukaan LDR adalah permukaan yang sensitif pada cahaya yang mana apabila didedahkan kepada cahaya dengan keamatan tertentu, ianya akan mengurangkan

rintangan pada LDR dan seterusnya arus dibenarkan melaluinya. Oleh itu semakin tinggi keamatan cahaya yang mengenai permukaannya, semakin rendah rintangan LDR dan semakin banyak arus yang mengalir melalui LDR tersebut. Op-amp741 pula adalah peranti yang digunakan untuk menguatkan voltan yang melaluinya. Manakala transistor NPN adalah peranti yang digunakan untuk menukarkan voltan yang dihasilkan oleh op-amp kepada arus.

Terdapat 2 jenis litar digunakan dalam APC iaitu untuk mengukur arus dan mengukur voltan.



Rajah 4 – Gambarajah litar pengukur arus



Rajah 5 – Gambarajah litar pengukur voltan

Rajah 4 menunjukkan litar yang digunakan untuk mengesan perubahan keamatan cahaya. LDR1 mempunyai rintangan yang tinggi tanpa kehadiran cahaya. Apabila cahaya mengenai permukaan LDR rintangan akan berkurangan dan membolehkan arus mengalir melaluinya dan op-amp. Perbezaan voltan diambil kira diop-amp dan nilai keluaran terus ke transistor dan menukarkannya kepada arus. Keluaran dari transistor diukur menggunakan multimeter. Bateri 12 – 15 V diperlukan dalam litar ini bagi menghidupkan op-amp 741.

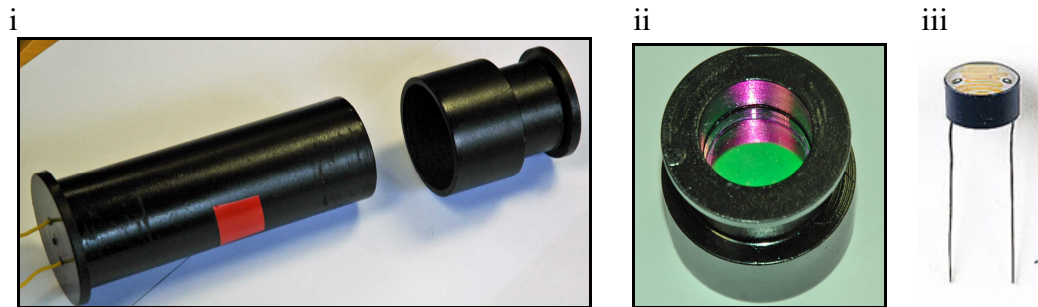
Selain daripada pengukuran arus, nilai voltan juga boleh digunakan sebagai parameter dalam menentukan perubahan keamatan cahaya yang mengenai permukaan LDR. Oleh kerana transistor dalam litar pengukur arus (rajah 4) berfungsi untuk menukarkan voltan

kepada arus maka litar yang digunakan hanya melibatkan penggunaan op-amp sahaja. Dalam rajah 5 menunjukkan litar yang digunakan bagi pengukuran nilai voltan.

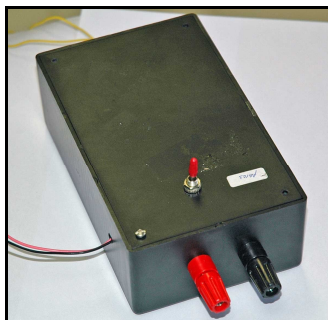
5.1 Alat Pengesan Cahaya (APC)

APC yang direka mempunyai 2 bahagian utama iaitu :

- a) Bahagian A terdiri dari : kotak peka cahaya, penuras cahaya hijau dan *photo resistor (LDR)*.
- b) Bahagian B terdiri dari : kotak litar, bateri 12 V dan multimeter digital.



Rajah 6 – Bahagian A. i: kotak peka cahaya dimana LDR ditempatkan. ii: penuras cahaya hijau yang digunakan dan diletakkan dihadapan kotak peka cahaya. iii: *photo resistor (LDR)*.



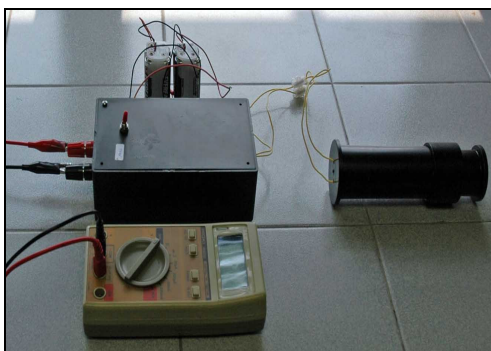
Rajah 7 – Bahagian B yang menempatkan litar bagi alat pengesan cahaya.

6. Kaedah pencerapan

Kajian yang dijalankan adalah untuk mengesan perubahan keamatan cahaya matahari pada waktu remang. Oleh itu pencerapan perlulah dijalankan di kawasan yang tidak ada pencemaran cahaya dan sebaiknya di ufuk matahari terbit dan terbenam bagi mendapatkan keberkesanan yang lebih jitu dan mengurangkan ralat.

Pencerapan telah dijalankan di 2 tempat iaitu di Teluk Kemang, Negeri Sembilan bagi mendapatkan ufuk barat dan di Tanjung Balau, Kota Tinggi Johor bagi mendapatkan ufuk timur. Pencerapan waktu senja dijalankan di Teluk Kemang dari terbenam matahari hingga lebih kurang 15 minit selepas berakhirnya remang astronomi iaitu matahari $> 22^\circ$ di bawah ufuk. Manakala pencerapan waktu fajar dijalankan di Tanjung Balau dari ketiinggian matahari di bawah ufuk $> 20^\circ$ hingga hampir terbit matahari.

Rajah 8 menunjukkan peralatan yang digunakan dalam cerapan.



Rajah 8 – Alat pengesan cahaya yang telah lengkap dipasang.

Tarikh dan Waktu	Merah (V)	Hijau (V)	Biru (V)
27/9/2005 , 12:00	0.679	0.846	0.575
5/10/2005 , 12:00	0.559	0.628	0.426

Jadual 2 – Data pencirian penurasan cahaya

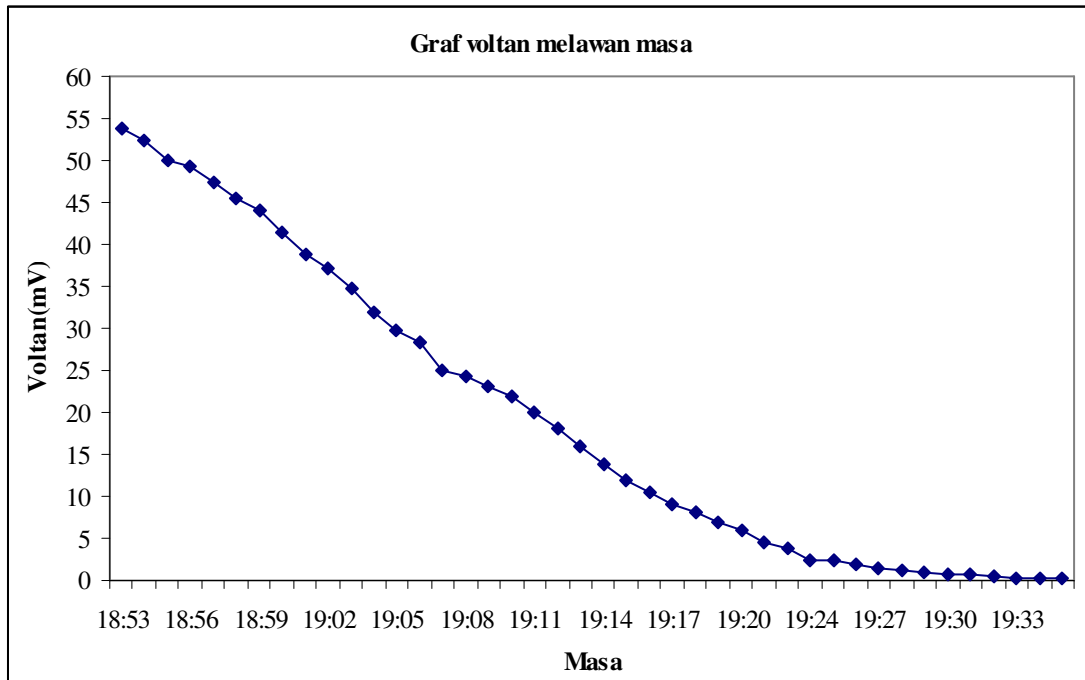
7. Data cerapan dan perbincangan

I – Kajian waktu senja

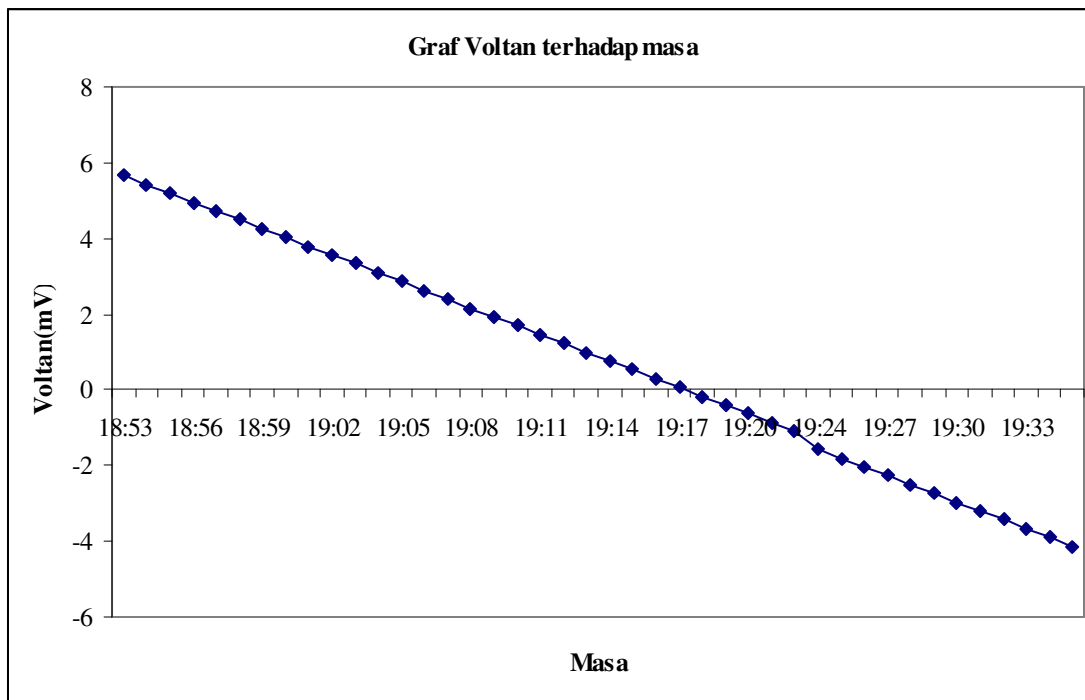
- a) Tempat : Teluk Kemang, Port Dickson, Negeri Sembilan
Tarikh : 16 Januari 2006

Masa	Voltan (mV)	Alt Matahari	Masa	Voltan (mV)	Alt Matahari
18:53	53.7	5.65	19:14	13.7	0.76
18:54	52.3	5.42	19:15	11.8	0.53
18:55	49.9	5.19	19:16	10.5	0.29
18:56	49.2	4.95	19:17	9	0.07
18:57	47.5	4.72	19:18	8	-0.17
18:58	45.5	4.49	19:19	7	-0.40
18:59	44.1	4.26	19:20	5.9	-0.63
19:00	41.5	4.02	19:21	4.6	-0.87
19:01	38.9	3.79	19:22	3.9	-1.10
19:02	37.1	3.56	19:24	2.4	-1.57
19:03	34.7	3.33	19:25	2.3	-1.80
19:04	31.8	3.09	19:26	1.8	-2.03
19:05	29.8	2.86	19:27	1.5	-2.27
19:06	28.3	2.63	19:28	1.2	-2.50
19:07	25.1	2.40	19:29	1	-2.73
19:08	24.3	2.16	19:30	0.7	-2.97
19:09	23.2	1.93	19:31	0.6	-3.20
19:10	21.8	1.70	19:32	0.4	-3.43
19:11	20	1.46	19:33	0.3	-3.67
19:12	18.2	1.23	19:34	0.2	-3.90
19:13	16	0.99	19:35	0.2	-4.13

Jadual 3 – Data kajian waktu senja di Teluk Kemang 16 Jan 2006



Graf 1 - Nilai voltan terhadap masa

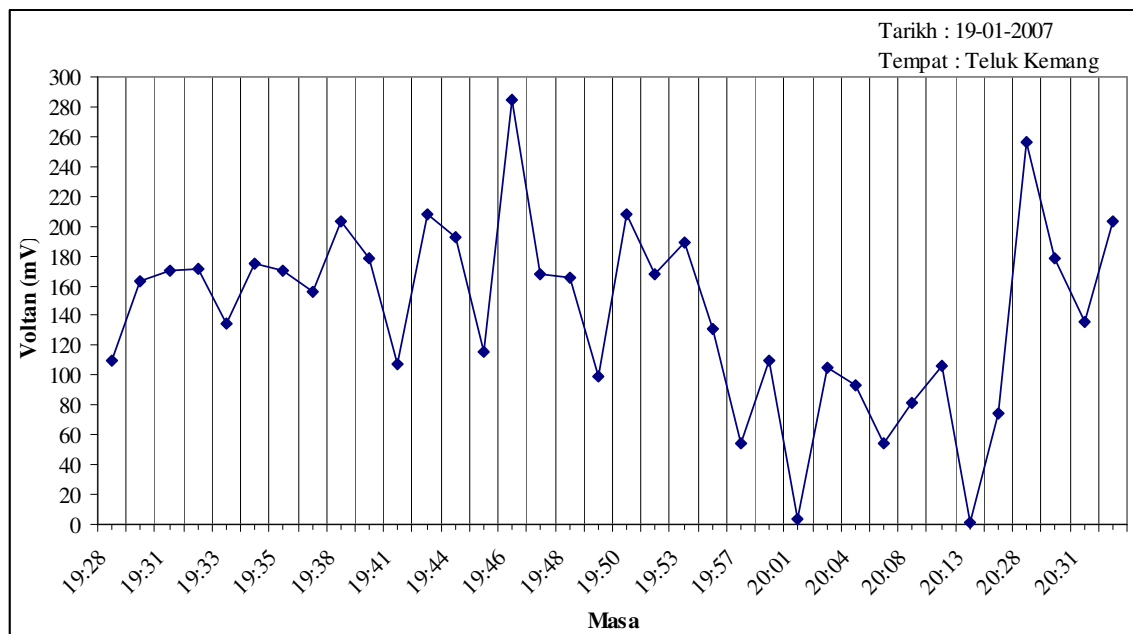


Graf 2 - Nilai voltan terhadap masa

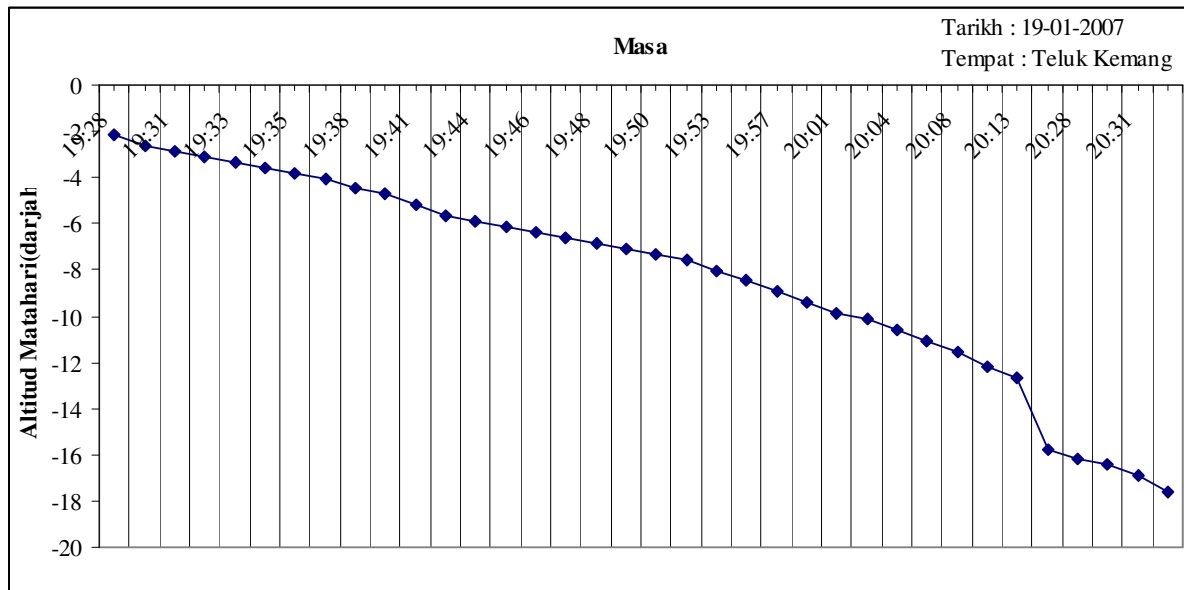
- b) Tempat : Teluk Kemang, Negeri Sembilan.
Tarikh : 19 Januari 2006
Keadaan langit : Berawan

Masa	Voltan (mV)	Alt Matahari	Masa	Voltan (mV)	Alt Matahari
19:28	110.10	-2.15	19:50	207.90	-7.31
19:30	162.90	-2.62	19:51	167.30	-7.54
19:31	169.80	-2.86	19:53	189.50	-8.01
19:32	171.40	-3.09	19:55	130.80	-8.48
19:33	134.40	-3.32	19:57	54.40	-8.95
19:34	174.40	-3.56	19:59	109.60	-9.42
19:35	169.80	-3.79	20:01	3.40	-9.89
19:36	155.40	-4.03	20:02	105.10	-10.12
19:38	202.90	-4.49	20:04	92.90	-10.59
19:39	178.20	-4.73	20:06	54.50	-11.06
19:41	108.00	-5.19	20:08	81.20	-11.53
19:43	207.50	-5.67	20:11	106.00	-12.23
19:44	193.00	-5.90	20:13	0.60	-12.69
19:45	115.80	-6.14	20:26	74.70	-15.74
19:46	285.20	-6.37	20:28	255.80	-16.21
19:47	167.60	-6.60	20:29	178.30	-16.44
19:48	165.50	-6.84	20:31	135.90	-16.91
19:49	99.60	-7.07	20:34	202.90	-17.62

Jadual 4 – Data kajian waktu senja di Teluk Kemang 19 Januari 2006



Graf 3 - Nilai voltan terhadap masa

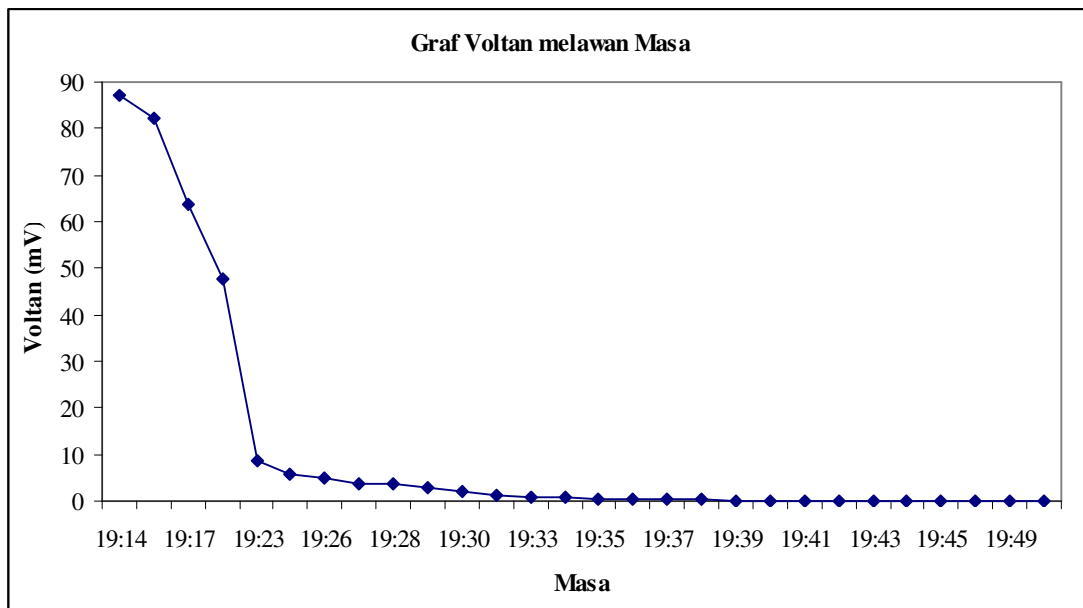


Graf 4 – Altitud matahari terhadap masa

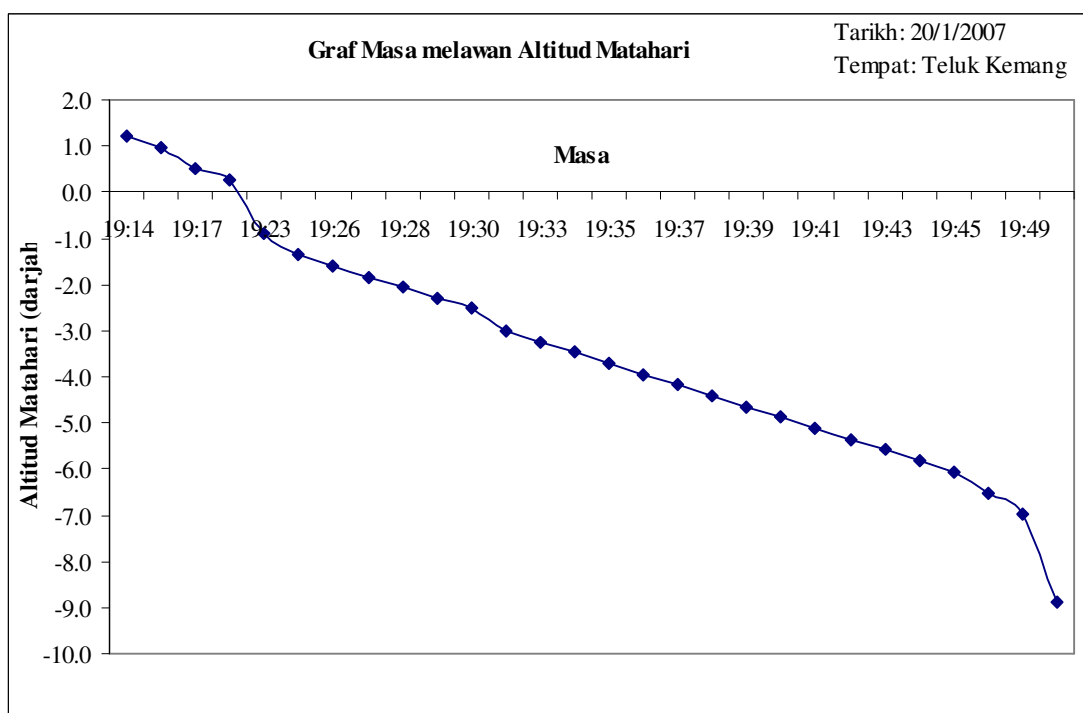
b) Tempat : Teluk Kemang
Tarikh : 20-01-2006

Masa	Voltan (mV)	Alt Matahari	Masa	Voltan (mV)	Alt Matahari
19:14	87.1	1.22	19:35	0.6	-3.70
19:15	82.1	0.98	19:36	0.4	-3.94
19:17	63.8	0.52	19:37	0.3	-4.18
19:18	47.5	0.28	19:38	0.3	-4.41
19:23	8.8	-0.89	19:39	0.2	-4.65
19:25	5.8	-1.36	19:40	0.2	-4.88
19:26	4.9	-1.60	19:41	0.2	-5.11
19:27	3.8	-1.83	19:42	0.1	-5.35
19:28	3.5	-2.06	19:43	0.1	-5.58
19:29	2.9	-2.30	19:44	0.2	-5.82
19:30	2	-2.53	19:45	0.1	-6.05
19:32	1.1	-3.00	19:47	0.1	-6.52
19:33	0.9	-3.24	19:49	0.1	-6.99
19:34	0.7	-3.47	19:57	0	-8.87

Jadual 5 – Data kajian waktu senja di Teluk Kemang 20 Januari 2006



Graf 5 - Nilai voltan terhadap masa



Graf 6 – Altitud matahari terhadap masa

Kajian kecerahan langit pada tahun 2006 dijalankan bagi waktu senja sahaja dengan menggunakan Alat Pengesan Cahaya (APC) lanjutan dari tahun sebelumnya. Kajian ini adalah berasaskan kepada permasalahan yang timbul dari alat Pitch Black Meter (PBM) seperti yang dilaporkan dalam Laporan Kajian Cerapan Hilal tahun 2004, yang mana tidak mampu untuk mengesan perubahan kecerahan dari keadaan gelap ke keadaan terang.

Kajian telah dijalankan pada 16-1-2006, 19-1-2006 dan 20-1-2006 di Teluk Kemang, Negeri Sembilan. Data mula diambil dari jam lebih kurang 7 petang hingga masukkannya waktu Isya'. Kaedah yang digunakan adalah peka terang yang mana menunjukkan nilai voltan yang menurun apabila keadaan semakin gelap. Dari graf 1 yang diplotkan, menunjukkan penurunan voltan secara beransur dan graf 5 pula menunjukkan terdapat perubahan voltan yang mendadak. Ini mungkin disebabkan perubahan keadaan langit seperti awan dan sebagainya.

Daripada beberapa pengujian yang dilakukan didapati APC kurang sesuai tetapi mungkin boleh diperbaiki dari segi litarnya kerana ia mampu menunjukkan corak perubahan graf seperti yang dijangkakan hanya yang berbeza dari segi kesensitifannya mengesan perubahan kecerahan. Kajian ini masih lagi diteruskan dengan menggunakan alat-alat pengesan cahaya yang lain bagi mencari suatu alat yang benar-benar dapat mengesan bermulanya awal fajar dan berakhirnya waktu senja.

Kajian Pembiasan Matahari di Ufuk

1. Pengenalan

Apabila kita melihat matahari, bulan atau bintang berhampiran dengan ufuk, sebenarnya kedudukannya yang sebenar adalah lebih rendah. Ini adalah kerana kesan atmosfera yang membengkokkan atau memesonkan cahaya dari objek tersebut yang merambat melalui atmosfera ke arah pemerhati di bumi. Fenomena ini dinamakan pembiasan atmosfera.

Pencerapan astronomi berhampiran ufuk ini telah lama dikaji oleh orang terdahulu bagi tujuan pelayaran dilaut dan untuk menentukan waktu matahari terbenam. Pembiasan atmosfera terbahagi kepada 3 kategori iaitu yang memperihalkan tentang astronomi, terrestrial dan geodesik. Pembiasan astronomi melibatkan kesan pembengkokkan cahaya objek-objek di luar atmosfera bumi atau di ruang angkasa lepas dengan pencerapnya berada dalam atmosfera bumi. Pembiasan terrestrial pula melibatkan kesan bagi objek dan pencerap berada dalam atmosfera bumi manakala pembiasan geodesik adalah kes khas bagi pembiasan terrestrial di mana objek dan pencerap berada pada altitud yang rendah biasanya dalam kes tinjauan. (surveying).

Kajian pembiasan atmosfera ini telah dijalankan seiring dengan kajian Kenampakan Hilal di Baitul Hilal Teluk Kemang, Negeri Sembilan dari tahun 2000 hingga 2003 melibatkan kerjasama diantara JAKIM (Jabatan Kemajuan Islam Malaysia), JAINS (Jabatan Agama Islam Negeri Sembilan), JUPEM (Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia) dan Universiti Malaya.

Kajian ini dijalankan dengan mengambil kedudukan matahari bermula disekitar ketinggian 20 darjah dari ufuk hingga terbenam dengan menggunakan peralatan Teodolit yang dikendalikan oleh kakitangan JUPEM.

2. Objektif

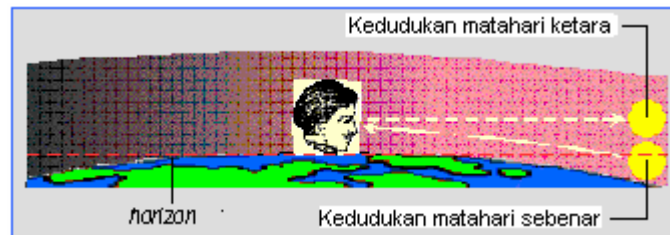
Kajian ini dijalankan bertujuan untuk menentukan nilai indeks pembiasan atmosfera di Malaysia dan membandingkannya dengan nilai piawai. Selain daripada itu kajian ini adalah untuk menentukan sama ada faktor indeks pembiasan atmosfera memberikan kesan yang besar terhadap kedudukan koordinat hilal dan matahari dan seterusnya adakah parameter ini boleh menyebabkan faktor ketidaknampakkan hilal yang disebabkan ketidaktepatan kedudukan hilal dan matahari yang dicerap.

3. Atmosfera bumi dan kesan pembiasan

Lebih daripada 90% atmosfera bumi terletak pada jarak 20 km dari permukaan bumi. Ketumpatan atmosfera adalah berbeza terhadap latitud. Semakin tinggi latitud semakin kurang ketumpatannya. Ini bermakna kawasan di khatulistiwa mempunyai atmosfera yang paling tumpat dan paling kurang tumpat di kawasan kutub.

Kesan pembiasan dapat dilihat apabila sinar cahaya dari objek samawi seperti matahari yang merambat melalui atmosfera bumi dipesongkan. Fenomena pembiasan ini terjadi apabila cahaya merambat melalui suatu bahantara yang mempunyai perbezaan ketumpatan pada arah tuju kurang dari 90 darjah dari ufuk. Ini bermakna objek itu tidak berada di zenith. Kesan pembiasan atmosfera

ini menyebabkan kedudukan objek (altitud) tersebut akan kelihatan lebih tinggi sedikit dari kedudukan sebenarnya. Oleh sebab itu faktor pembiasan perlu diambil kira dalam proses pengiraan kedudukan sesuatu objek samawi.

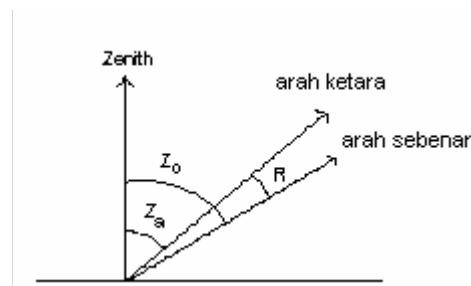


Rajah 1 – Kesan pembiasan atmosfera ke atas kedudukan sesuatu objek.

Selain dari pembiasan kesan atmosfera juga dapat diperhatikan pada kesan penyerapan, penyerakkan dan pantulan. Kesan penyerakkan dan pembiasan dapat diperhatikan pada warna objek yang menghampiri ufuk. Kita tahu bahawa atmosfera mengandungi unsur-unsur gas dan pelbagai jenis bahan terampai yang mempunyai saiz lebih kurang sama dengan panjang gelombang cahaya nampak. Apabila cahaya matahari berhampiran ufuk ini merambat melalui atmosfera maka panjang gelombang yang lebih pendek iaitu panjang gelombang biru diserakkan lebih dari panjang gelombang merah. Oleh sebab itu matahari kelihatan merah apabila menghampiri ufuk kerana panjang gelombang merah kurang diserak dari sudut tujuanya.

4. Model rambatan cahaya

Indek pembiasan atmosfera adalah bergantung kepada ketumpatannya. Oleh sebab itu ketumpatan atmosfera mempunyai kaitan rapat dengan altitud di mana cahaya yang merambat ke dalam atmosfera akan dipesongkan secara tipikal kearah kawasan yang tinggi ketumpatannya atau beraltitud rendah. Ini bermakna ketumpatan atmosfera berubah dengan perubahan altitudnya. Rajah 2 menunjukkan geometri pembiasan atmosfera.



Rajah 2 – Geometri sudut ketara dan sebenar

Apabila suatu objek samawi dicerap melalui atmosfera bumi, jarak zenith ketara, z_a , adalah kurang daripada jarak zenith sebenar, z_o , sebanyak R iaitu sudut pembiasan atmosfera. Persamaan 1 menunjukkan perhubungan tersebut:

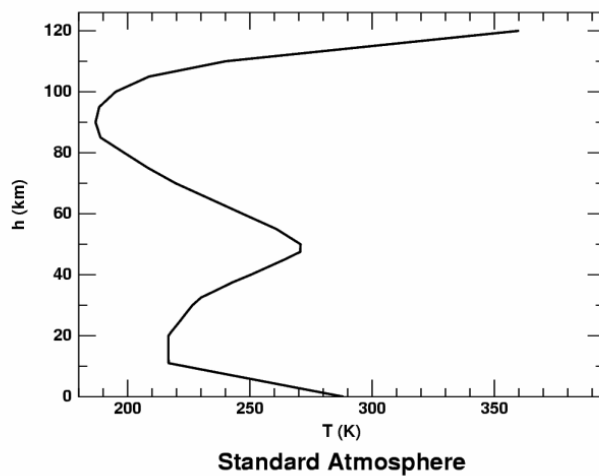
$$R = z_o - z_a \quad (1)$$

Jadual 1

Altitud (darjah)	Sudut pembiasan (arkaminit)	Altitud (darjah)	Sudut pembiasan (arkaminit)
0.00	34.50	11.00	4.90
0.25	31.40	12.00	4.50
0.50	28.70	13.00	4.10

0.75	26.40	14.00	3.80
1.00	24.30	15.00	3.60
1.25	22.50	16.00	3.30
1.50	20.90	17.00	3.10
1.75	19.50	18.00	2.90
2.00	18.30	19.00	2.80
2.25	17.20	20.00	2.60
2.50	16.10	25.00	2.10
2.75	15.20	30.00	1.70
3.00	14.40	35.00	1.40
4.50	10.70	50.00	0.80
5.00	9.90	55.00	0.70
6.00	8.50	60.00	0.60
7.00	7.40	65.00	0.50
8.00	6.60	70.00	0.40
9.00	5.90	80.00	0.20
10.00	5.30	90.00	0.00

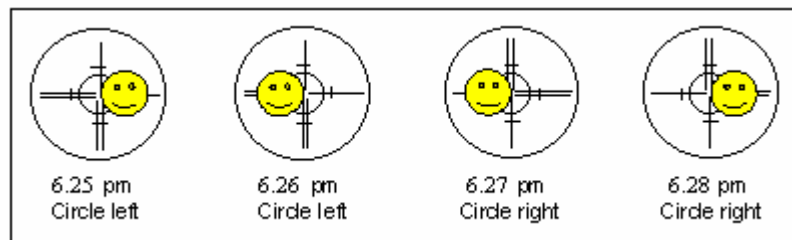
Jadual 1 adalah nilai sudut pembiasan piawai bagi pemerhati yang berada pada ketinggian paras laut yang berubah terhadap altitud suatu objek yang dilihat pada persekitaran atmosfera yang piawai. Atmosfera piawai seperti yang didefinisikan dalam U.S Standard Atmosphere 1976 yang mana profile suhunya ditunjukkan dalam rajah 3. Bahagian yang penting di sini ialah bahagian paling bawah dimana mempunyai kadar penurunan suhu sebanyak 6.5 K/km terhadap perubahan altitud. Nilai ini adalah tipikal bagi ketinggian sehingga 10 -15 km dari aras laut.



Rajah 3

5. Teknik pencerapan

Peralatan yang digunakan adalah teodolit digital model Topcon GTS-700 yang mempunyai ketepatan bacaan sehingga 1 arkasaat. Pencerapan matahari adalah mengikut peraturan yang digariskan di dalam “Survey Regulations 1976 Appendix V”. Pemerhatian dilakukan setiap 1 minit dengan kaedah ‘pointing’ yang ditunjukkan seperti dalam rajah 2. Bacaan sempadan kiri dan sempadan kanan matahari diambil untuk mendapatkan bacaan purata sudut mendatar dan sudut pугak pusat matahari. Kedudukan matahari ini diambil bermula sekitar jam 6 petang sehinggalah matahari terbenam atau hilang dari pandangan.



Rajah 2 : Kaedah yang digunakan untuk mendapatkan bacaan pusat matahari.

6. Data cerapan

Berikut adalah jadual-jadual data cerapan yang telah diambil sepanjang kajian ini dimulakan iaitu dari tahun 2001 hingga 2005. Nilai kedudukan matahari yang direkodkan menggunakan teodolit dibezakan dengan nilai yang diperolehi dari perisian MoonC60 yang mana faktor pembiasannya dikeluarkan. Nilai perbezaan antara keduanya memberikan nilai indeks pembiasan, r (dalam darjah) dan kemudian didarabkan dengan 60 bagi menukarkan unitnya dalam arkaminit dan disimbolkan dengan R .

a) 2001

Jadual 2

Tarikh	Waktu	Altitud Matahari		R(arkaminit)	r
		Cerapan	MoonC		
30 Jamadilakhir 1422 18/09/01	18 15 00	13.230	12.985	14.700	0.245
	18 16 00	12.750	12.735	0.900	0.015
	18 17 00	12.490	12.485	0.300	0.005
	18 18 00	12.270	12.235	2.100	0.035
	18 30 00	9.280	9.238	2.520	0.042
	18 31 00	9.010	8.988	1.320	0.022
	18 32 00	8.780	8.739	2.460	0.041
	18 33 00	8.510	8.489	1.260	0.021
	18 59 00	2.210	1.995	12.900	0.215

	19 00 00	2.000	1.745	15.300	0.255
1 Rejab 1422 19/09/01	18 18 00	12.410	12.132	16.680	0.278
	19 01 00	1.740	1.391	20.940	0.349
	19 02 00	1.520	1.141	22.740	0.379
	19 03 00	1.350	0.891	27.540	0.459
	19 04 00	1.130	0.641	29.340	0.489
	19 05 00	0.890	0.392	29.880	0.498
	19 06 00	0.740	0.142	35.880	0.598
	19 07 00	0.440	-0.108	32.880	0.548
29 Jamadilakhir 1422 17/09/01	18 15 00	15.830	13.087	22.500	2.743
	18 26 00	13.220	10.340	27.000	2.880
	18 35 00	11.060	8.092	28.800	2.968
	18 42 00	9.360	6.344	29.700	3.016
	18 46 00	8.420	5.345	31.680	3.075
	18 53 00	6.740	3.598	32.940	3.142
	18 54 00	6.510	3.348	34.320	3.162
	18 56 00	6.110	2.848	39.200	3.262
	19 00 00	5.150	1.850	40.440	3.300
	19 10 00	2.750	-0.647	42.360	3.397
	19 12 00	2.290	-1.146	44.280	3.436
29 Safar 1422 23/05/01	18 31 00	9.900	9.818	4.920	0.082
	18 35 00	9.190	8.882	18.480	0.308
	18 37 00	8.680	8.414	15.960	0.266
	18 42 00	7.380	7.245	8.100	0.135
	18 45 00	6.870	6.543	19.620	0.327
	18 49 00	5.800	5.607	11.580	0.193
	18 50 00	5.570	5.373	11.820	0.197
	18 51 00	5.340	5.139	12.060	0.201
	18 52 00	5.130	4.905	13.500	0.225
	18 55 00	4.600	4.203	23.820	0.397
	19 16 00	0.002	-0.706	42.480	0.708
	19 17 00	-0.130	-0.940	48.600	0.810
1 Rabiulawal 1422 24/05/01	18 45 00	6.740	6.559	10.600	0.181
	18 46 00	6.560	6.325	13.650	0.235
	18 47 00	6.330	5.858	13.920	0.472
	19 05 00	2.230	1.886	20.230	0.344
	19 06 00	2.030	1.653	22.300	0.377
	19 07 00	1.850	1.419	25.280	0.431
	19 08 00	1.630	1.186	26.530	0.444
	19 09 00	1.490	0.952	31.800	0.538
	19 10 00	1.330	0.719	36.500	0.611
	19 11 00	1.150	0.486	39.300	0.664
1 Rabiulakhir 1422 23/06/01	18 26 00	12.210	12.157	3.180	0.053
	18 27 00	11.950	11.927	1.380	0.023
	18 28 00	11.750	11.698	3.120	0.052
	18 29 00	11.510	11.469	2.460	0.041
	18 32 00	10.840	10.781	3.540	0.059
	18 33 00	10.610	10.552	3.480	0.058
	18 34 00	10.385	10.323	3.720	0.062
	18 35 00	10.140	10.094	2.760	0.046
	18 38 00	9.480	9.406	4.440	0.074
	18 39 00	9.270	9.177	5.580	0.093
	18 41 00	8.810	8.718	5.520	0.092

	18 42 00	8.580	8.489	5.460	0.091
	18 48 00	7.210	7.113	5.820	0.097
	18 49 00	7.000	6.883	7.020	0.117
	18 50 00	6.750	6.654	5.760	0.096
	18 51 00	6.540	6.424	6.960	0.116
	19 00 00	4.510	4.360	9.000	0.150
	19 01 00	4.270	4.131	8.340	0.139
	19 02 00	4.070	3.902	10.080	0.168
	19 03 00	3.830	3.672	9.480	0.158
	19 04 00	3.600	3.443	9.420	0.157
	19 05 00	3.380	3.214	9.960	0.166
	19 19 00	0.440	0.004	26.160	0.436
	19 20 00	0.220	-0.225	26.700	0.445
1 Jamadilawal 1422 22/07/01	19 21 00	0.750	0.375	21.980	0.375
	19 22 00	0.540	0.141	23.330	0.399
	19 23 00	0.320	-0.094	24.300	0.414

b) 2002

Jadual 3

Tarikh	Waktu	Altitud Matahari		R(arkaminit)	r
		Cerapan	MoonC		
30 Safar 14232 13/05/02	18 14	14.120	13.782	20.280	0.338
	18 15	13.770	13.545	13.500	0.225
	18 16	13.370	13.308	3.720	0.062
	18 17	13.169	13.071	5.880	0.098
	18 18	12.918	12.834	5.040	0.084
	18 19	12.724	12.597	7.620	0.127
	18 22	11.986	11.885	6.060	0.101
	18 32	9.664	9.513	9.060	0.151
	18 35	8.980	8.802	10.680	0.178
	18 36	8.754	8.564	11.400	0.190
	18 37	8.510	8.327	10.980	0.183
	18 38	8.273	8.090	10.980	0.183
	18 41	7.566	7.378	11.280	0.188
	18 42	7.347	7.141	12.360	0.206
	18 46	6.449	6.192	15.420	0.257
	18 47	6.216	5.955	15.660	0.261
	18 48	5.980	5.718	15.720	0.262
	18 52	5.032	4.769	15.780	0.263
	18 53	4.819	4.532	17.220	0.287
	18 54	4.588	4.294	17.640	0.294
	19 05	2.094	1.686	24.480	0.408
	19 06	1.850	1.449	24.060	0.401
	19 07	1.625	1.212	24.780	0.413
	19 08	1.426	0.975	27.060	0.451
	19 09	1.205	0.738	28.020	0.467
	19 11	0.775	0.264	30.660	0.511
	19 12	0.557	0.027	31.800	0.530
	19 13	0.363	-0.210	34.380	0.573
	19 14	0.156	-0.447	36.180	0.603
	19 15	-0.045	-0.684	38.340	0.639

	19 16	-0.125	-0.921	47.760	0.796
30 Muharram 1423 13/04/02	18h 40	8.621	8.561	3.600	0.060
	18 43	7.821	7.820	0.060	0.001
	18 44	7.472	7.571	-5.940	-0.099
	18 53	5.264	5.350	-5.160	-0.086
	18 55	4.949	4.856	5.580	0.093
	18 56	4.679	4.609	4.200	0.070
	18 58	4.258	4.115	8.580	0.143
	18 59	3.947	3.869	4.680	0.078
	19 01	3.428	3.375	3.180	0.053
	19 03	2.865	2.882	-1.020	-0.017
	19 05	2.538	2.388	9.000	0.150
	19 06	2.332	2.141	11.460	0.191
	19 07	1.928	1.895	1.980	0.033
	19 08	1.751	1.648	6.180	0.103
	19 09	1.528	1.401	7.620	0.127
	19 10	1.240	1.154	5.160	0.086
	19 13	0.694	0.414	16.800	0.280
	19 14	0.533	0.168	21.900	0.365
	19 15	0.357	-0.079	26.160	0.436

c) 2003

Jadual 4

Tarikh	Waktu	Altitud Matahari		R(arkaminit)	r
		Cerapan	MoonC		
30 Muharram 1424 04/02/2003	18 36	10.253	10.233	1.182	0.020
	18 38	9.753	9.753	0.000	0.000
	18 40	9.374	9.237	8.220	0.137
	18 44	8.474	8.241	13.980	0.233
	18 46	7.887	7.742	8.700	0.145
	18 48	7.361	7.244	7.020	0.117
	18 51	6.712	6.497	12.900	0.215
	18 52	6.434	6.248	11.160	0.186
	18 54	5.886	5.750	8.160	0.136
	18 56	5.446	5.252	11.640	0.194
1 Safar 1424 03/04/2003	18 33	10.976	10.917	3.540	0.059
	18 46	8.010	7.681	19.740	0.329
	18 58	5.026	4.695	19.860	0.331
	19 01	4.048	3.948	6.000	0.100
29 Rabiulakhir 1424 30/06/03	18 05	17.345	17.289	3.360	0.056
	18 10	16.184	16.144	2.400	0.040
	18 20	13.892	13.851	2.460	0.041
	18 25	12.759	12.704	3.300	0.055
	18 30	11.618	11.556	3.720	0.062
	18 37	10.009	9.949	3.600	0.060
	18 42	8.884	8.800	5.040	0.084
	18 45	8.186	8.111	4.500	0.075
	19 01	4.467	4.435	1.920	0.032
	19 03	4.109	3.975	8.040	0.134
	19 05	3.642	3.516	7.560	0.126
	19 09	2.784	2.597	11.220	0.187

1 Jamadilakhir 1424 30 Julai 2003	19 14	1.695	1.448	14.820	0.247
	19 22	0.058	-0.388	26.760	0.446
	19 23	-0.136	-0.618	28.920	0.482
	19 24	-0.136	-0.847	42.660	0.711
	18 27	13.156	13.099	3.420	0.057
	18 30	12.464	12.388	4.560	0.076
	18 35	11.276	11.204	4.320	0.072
	18 40	10.092	10.019	4.380	0.073
	18 43	9.399	9.308	5.460	0.091
	18 45	8.921	8.834	5.220	0.087
	18 48	8.234	8.123	6.660	0.111
	18 50	7.764	7.649	6.900	0.115
	18 53	7.046	6.938	6.480	0.108
	18 55	6.585	6.464	7.260	0.121
	18 57	6.131	5.990	8.460	0.141
	19 00	5.431	5.279	9.120	0.152
	19 03	4.712	4.568	8.640	0.144
	19 05	4.268	4.094	10.440	0.174
	19 07	3.811	3.620	11.460	0.191
	19 13	2.412	2.198	12.840	0.214
	19 15	2.021	1.724	17.820	0.297
	19 17	1.562	1.251	18.660	0.311
	19 20	0.919	0.540	22.740	0.379
	19 22	0.524	0.067	27.420	0.457

d) 2004

Jadual 5

Tarikh	Waktu	Altitud Matahari		R(arkaminit)	r
		Cerapan	MoonC		
30 Zulhijjah 1424 21 Feb 2004	18 32 00	13.220	12.847	22.380	0.373
	18 43 00	10.600	10.154	26.760	0.446
	18 45 00	10.110	9.664	26.760	0.446
	18 46 00	9.680	9.419	15.660	0.261
	18 49 00	9.020	8.685	20.100	0.335
	18 51 00	8.590	8.195	23.700	0.395
	18 54 00	7.930	7.459	28.260	0.471
	18 57 00	7.220	6.724	29.760	0.496
	19 00 00	6.340	5.989	21.060	0.351
	19 03 00	5.620	5.253	22.020	0.367
	19 06 00	4.930	4.518	24.720	0.412
	19 09 00	4.250	3.782	28.080	0.468
	19 12 00	3.650	3.046	36.240	0.604
	19 15 00	3.046	2.432	44.400	0.749
29 Muharram 1425 21 Mac 2004	18 38 00	10.470	10.426	2.640	0.044
	19 00 00	5.150	4.930	13.200	0.220
	19 03 00	4.430	4.181	14.940	0.249
	19 05 00	3.960	3.681	16.740	0.279
	19 07 00	3.450	3.182	16.080	0.268
	19 10 00	2.650	2.432	13.080	0.218
	19 13 00	2.050	1.683	22.020	0.367
	19 15 00	1.560	1.183	22.620	0.377

	19 17 00	1.390	0.684	42.360	0.706
1 Safar 1425 22 Mac 2004	18 10 00	17.500	17.363	8.220	0.137
	18 15 00	16.200	16.114	5.160	0.086
	18 20 00	15.010	14.865	8.700	0.145
	18 25 00	13.720	13.615	6.300	0.105
	18 31 00	12.270	12.117	9.180	0.153
	18 33 00	11.760	11.617	8.580	0.143
	18 35 00	11.270	11.117	9.180	0.153
	18 43 00	9.210	9.119	5.460	0.091
	18 50 00	7.540	7.370	10.200	0.170
	18 53 00	6.740	6.621	7.140	0.119
	18 55 00	6.260	6.121	8.340	0.139
	18 58 00	5.560	5.372	11.280	0.188
	19 07 00	3.480	3.124	21.360	0.356
	19 13 00	1.850	1.625	13.500	0.225
	19 15 00	1.470	1.125	20.700	0.345
	19 17 00	1.000	0.626	22.440	0.374
	19 20 00	0.340	-0.124	27.840	0.464

e) 2005

Jadual 6

Tarikh	Waktu	MoonCalc	Data cerapan		R(^minit)
		Altitud	Altitud	R(darjah)	
11.03.2005	18:30:00	12.864	12.958	0.094	5.640
	18:35:00	11.619	11.460	-0.159	-9.540
	18:40:00	10.373	10.415	0.042	2.520
	18:45:00	9.127	9.057	-0.070	-4.200
	18:50:00	7.881	7.688	-0.193	-11.580
	18:55:00	6.635	6.511	-0.124	-7.440
	19:00:00	5.389	5.541	0.152	9.120
	19:05:00	4.142	4.246	0.104	6.240
	19:10:00	2.896	3.122	0.226	13.560
09.04.2005	18:16:00	14.727	15.134	0.407	24.420
	18:18:00	14.132	14.124	-0.008	-0.480
	18:20:00	13.637	13.820	0.183	10.980
	18:22:00	13.141	13.511	0.370	22.200
	18:24:00	12.646	12.843	0.197	11.820
	18:26:00	12.150	12.328	0.178	10.680
	18:28:00	11.655	12.006	0.351	21.060
	18:33:00	10.416	10.696	0.280	16.800
	18:38:00	9.177	9.407	0.230	13.800
	18:43:00	7.939	8.224	0.285	17.100
	18:48:00	6.700	6.901	0.201	12.060
	18:53:00	5.462	5.554	0.092	5.520
	18:57:00	4.471	4.783	0.312	18.720
	19:02:00	3.233	3.650	0.417	25.020
	19:03:00	2.985	3.402	0.417	25.020
10.04.2005	18:33:00	10.356	10.591	0.235	14.100
	18:34:00	10.109	10.315	0.206	12.360

	18:36:00	9.614	9.828	0.214	12.840
	18:42:00	8.129	8.378	0.249	14.940
	18:44:00	7.634	7.878	0.244	14.640
	18:48:00	6.644	6.719	0.075	4.500
	19:00:00	3.674	4.013	0.339	20.340
	19:01:00	3.427	3.808	0.381	22.860
	19:02:00	3.180	3.517	0.337	20.220
	19:03:00	2.932	3.253	0.321	19.260
	19:04:00	2.685	3.102	0.417	25.020
	19:05:00	2.437	2.900	0.463	27.780
	19:06:00	2.190	2.666	0.476	28.560
	19:07:00	1.943	2.490	0.547	32.820
	19:08:00	1.695	2.079	0.384	23.040
	19:09:00	1.448	1.950	0.502	30.120
	19:10:00	1.200	1.960	0.760	45.600
08.06.2005	18:19:00	12.951	12.979	0.028	1.680
	18:22:00	12.261	12.380	0.119	7.140
	18:25:00	11.570	11.370	-0.200	-12.000
	18:28:00	10.880	10.913	0.033	1.980
	18:31:00	10.189	10.263	0.074	4.440
	18:34:00	9.498	9.663	0.165	9.876
	18:37:00	8.808	9.030	0.222	13.320
	18:40:00	8.117	8.413	0.296	17.760
	18:46:00	6.735	7.130	0.395	23.700
	18:49:00	6.044	6.263	0.219	13.116
	18:52:00	5.353	5.663	0.310	18.600
	18:53:00	5.123	5.880	0.757	45.420
	18:54:00	4.893	5.180	0.287	17.220
	18:55:00	4.662	5.030	0.368	22.080
	18:56:00	4.432	4.746	0.314	18.840
	18:57:00	4.202	4.413	0.211	12.660
	18:58:00	3.971	4.280	0.309	18.540
	18:59:00	3.741	4.080	0.339	20.340
	19:00:00	3.511	3.796	0.285	17.076
	19:01:00	3.281	3.563	0.282	16.896
	19:02:00	3.050	3.396	0.346	20.736
	19:03:00	2.820	3.163	0.343	20.556
	19:04:00	2.590	2.946	0.356	21.336
	19:05:00	2.360	2.730	0.370	22.176
	19:06:00	2.130	2.513	0.383	22.956
	19:07:00	1.899	2.296	0.397	23.796
	19:08:00	1.669	2.030	0.361	21.636
	19:09:00	1.439	1.763	0.324	19.416
	19:10:00	1.209	1.563	0.354	21.216

f) 2006

Jadual 7

Tarikh	Waktu	MoonCalc	Data cerapan		R(^minit)
		Altitud	Altitud	R(darjah)	
30.01.2006	18:47:00	8.5	8.7	0.2	10.2
	18:50:00	7.8	7.9	0.1	5.4
	18:56:00	6.4	6.5	0.1	7.2
	19:00:00	5.4	5.5	0.1	6.6
	19:06:00	4.0	4.1	0.1	8.4
	19:08:00	3.5	3.6	0.1	3.6
	19:12:00	2.6	2.8	0.2	14.4
	19:14:00	2.1	2.4	0.3	17.4
	19:16:00	1.6	1.8	0.2	13.2
28.02.2006	18:37:00	11.6	11.6	0.0	1.8
	18:39:00	11.1	11.1	0.1	3.6
	18:43:00	10.1	10.2	0.1	4.2
	18:47:00	9.1	9.2	0.1	4.2
	18:55:00	7.1	7.2	0.1	4.2
	19:00:00	5.9	6.0	0.1	6.6
	19:03:00	5.1	5.3	0.2	9.0
	19:07:00	4.2	4.3	0.1	9.0
	19:09:00	3.7	3.8	0.2	9.6
	19:14:00	2.4	3.0	0.6	34.8
	19:16:00	1.9	2.2	0.3	17.4
	19:18:00	1.4	1.8	0.3	19.2
	19:21:00	0.7	1.6	0.9	51.6
01.03.2006	18:28:00	14.3	13.8	-0.4	-26.4
	18:34:00	12.3	12.4	0.1	4.8
	18:36:00	11.8	11.9	0.1	4.2
	18:38:00	11.3	11.3	0.0	2.4
	19:12:00	2.9	3.1	0.2	9.6
	19:14:00	2.4	2.6	0.2	13.2
	19:19:00	1.2	1.5	0.3	20.4
	19:21:00	0.7	-0.1	-0.8	-48.3
29.04.2006	18:43:00	7.1	7.2	0.0	3.0
	18:45:00	6.7	6.7	0.1	4.8
	19:03:00	2.3	2.5	0.2	13.8
	19:04:00	2.1	2.3	0.3	15.0
	19:05:00	1.8	2.6	0.8	45.6
	19:06:00	1.6	1.8	0.3	15.6
	19:07:00	1.3	1.6	0.2	14.4
28.04.2006	18:37:00	8.6	8.7	0.1	3.6
	18:40:00	7.9	8.0	0.1	4.8
	18:43:00	7.2	7.2	0.1	4.2
	18:46:00	6.4	6.5	0.1	3.6
	18:49:00	5.7	5.8	0.1	4.2
	18:52:00	5.0	5.1	0.1	6.0
	18:55:00	4.3	4.4	0.1	5.4
	19:58:00	3.5	3.7	0.2	9.0
	19:02:00	2.6	2.7	0.2	9.6
	19:05:00	1.8	2.1	0.2	13.2
	19:10:00	0.6	1.0	0.4	21.6

28.05.2006	19:12:00	0.1	0.5	0.4	22.8
	19:04:00	2.3	2.6	0.4	22.2
	19:06:00	1.8	1.2	-0.6	-38.4
	19:08:00	1.3	1.7	0.4	21.0
	19:12:00	0.4	0.9	0.5	32.4
	19:14:00	-0.1	0.6	0.6	37.4
26.06.2006	18:23:00	13.0	13.1	0.1	7.8
	18:30:00	11.4	11.5	0.1	7.2
	18:42:00	8.6	8.8	0.1	9.0
	18:47:00	7.5	7.7	0.2	10.2
	18:52:00	6.3	6.5	0.2	11.4
	18:56:00	5.4	5.6	0.2	11.4
	18:59:00	4.7	5.0	0.2	13.8
	19:02:00	4.0	4.3	0.2	13.2
	19:05:00	3.4	3.6	0.3	15.0
	19:08:00	2.7	3.0	0.3	17.4
	19:10:00	2.2	2.5	0.3	19.2
	19:12:00	1.8	2.1	0.4	21.6

Nota : Merah – Altitud yang dicerap lebih rendah dari altitud sebenar. Biru – nilai R terlalu berbeza dengan nilai piawai.

Kesan pembiasan menyebabkan kedudukan objek dilihat lebih tinggi dari kedudukan yang sebenarnya. Ini bermakna nilai bacaan yang direkodkan menggunakan teodolit akan memberikan nilai altitud lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai altitud dari perisian MoonC. Walau bagaimanapun terdapat nilai-nilai (ditanda dengan warna merah dalam jadual-jadual diatas) yang direkodkan dengan teodolit lebih rendah altitudnya dari bacaan MoonC dan nilai R yang amat berbeza dari yang sepatutnya (ditandakan dengan warna biru). Ini mungkin disebabkan ralat ketika bacaan diambil dari teodolit. Oleh itu langkah berjaga-jaga perlu diambil ketika nilai bacaan direkodkan.

6. Perbincangan

Dalam kajian pembiasan matahari di ufuk, nilai R yang diperolehi dikaji dari pelbagai aspek terutamanya dari segi ketumpatan udara yang mana ianya dipengaruhi oleh kandungan zarah-zarah terampai dan juga kandungan wap air dalam udara. Oleh kerana indeks kualiti udara beberapa tahun kebelakangan ini dicemari oleh jerebu dan asap pembakaran kemungkinan nilai indeks pembiasan yang diperolehi adalah lebih tinggi dari nilai piawai. Jadual 2-7 menunjukkan data-data altitud matahari yang dihimpun dari tahun 2001 hingga 2006. Terdapat 24 set data matahari dari altitud lebih kurang 17 darjah hingga ia terbenam. Walau bagaimanapun tidak semua set data dapat mengambil kedudukan matahari sehingga ia menghampiri ufuk ($< 1^\circ$ dari ufuk) disebabkan oleh faktor awan yang selalu tebal berhampiran ufuk.

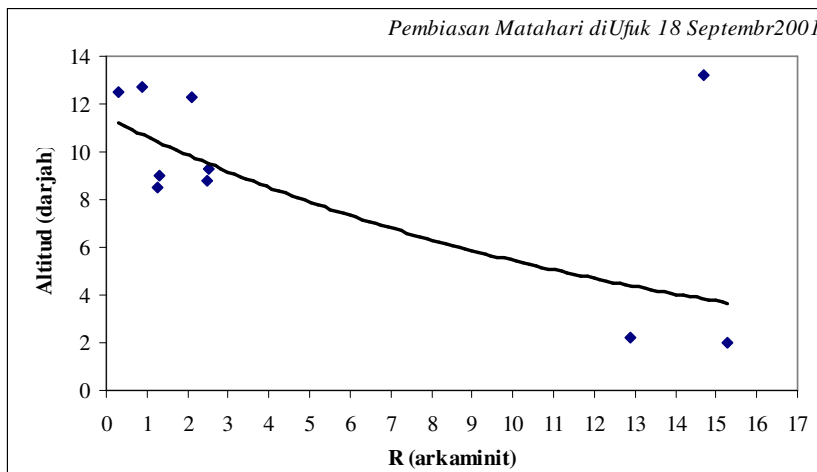
Nilai-nilai R ini diplotkan terhadap altitud matahari yang dicerap bagi hari-hari yang berbeza yang ditunjukkan pada Graf 1-21. Dari graf 1-22 hanya graf 6 (23/6/2001) dan graf 11(30/7/2003) menunjukkan nilai indeks pembiasan yang agak stabil kadar perubahannya terhadap altitud seperti mana nilai piawai. Merujuk kepada jadual 8 nilai-nilai yang ditebalkan menunjukkan perubahan yang agak setara dengan nilai piawai. Namun data-data yang menunjukkan nilai indeks pembiasan yang jauh lebih tinggi adalah lebih banyak. Kebanyakan perbezaan indeks biasan yang direkodkan dengan nilai piawai adalah melebihi 50-100%. Walau bagaimanapun nilai ini bukanlah rigid kerana kedudukan altitud matahari yang direkodkan tidaklah setepat mengikut jadual nilai piawai tersebut. Graf 22 adalah graf himpunan data pembiasan matahari dari tahun 2001 hingga 2006. Dari graf tersebut didapati nilai indeks

pembiasan di ufuk bagi kawasan Teluk Kemang telah mencecah hingga 50 arkaminit, melebihi dari nilai piawai iaitu 34 arkaminit. Ini menunjukkan terdapat perbezaan nilai yang agak besar berbanding nilai piawai. Masih banyak yang perlu diperbaiki dalam kajian terutamanya dari segi kejitian data yang diambil dan analisa data. Lebih banyak data diperlukan bagi mendapatkan purata kadar perubahan indeks pembiasan terhadap altitud.

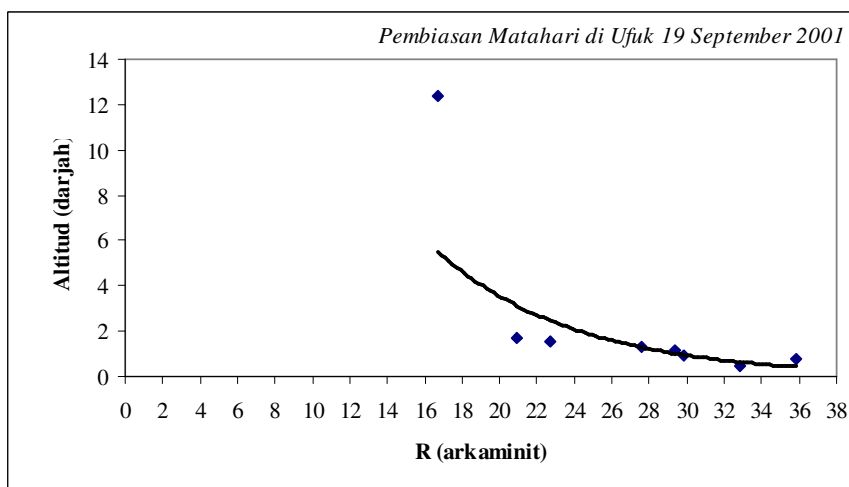
Daripada kajian yang telah dijalankan sepanjang 2001 hingga 2006 nilai indeks pembiasan yang direkodkan ialah dalam julat 1 hingga 43 arkaminit iaitu matahari pada ketinggian dari 17 hingga 0.002 darjah dari ufuk.

Nilai faktor pembiasan ini mempunyai kesan pada kedudukan sebenar objek di mana kedudukan yang dilihat adalah lebih tinggi daripada yang sebenar. Oleh itu dalam pembangunan model matematik bagi kriteria kenampakan hilal, faktor pembiasan perlu dimasukkan dalam perkiraan kedudukan matahari dan bulan. Kesan perubahan kedudukan tidaklah begitu ketara pada pencerapan yang menggunakan teleskop, ini kerana medan penglihatan yang besar. Tetapi bagi pencerapan yang menggunakan teodolit kesan perubahan kedudukan mungkin boleh menyebabkan hilal itu tidak dapat dilihat kerana medan penglihatannya yang lebih kecil berbanding teleskop.

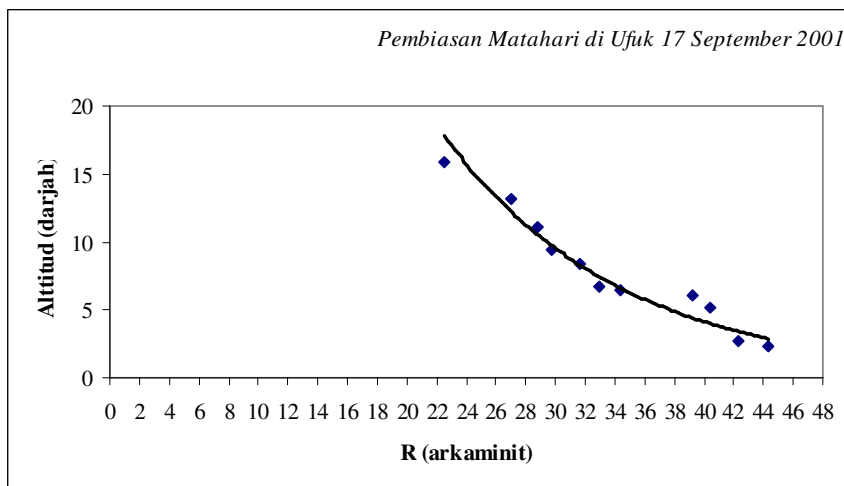
a) 2001



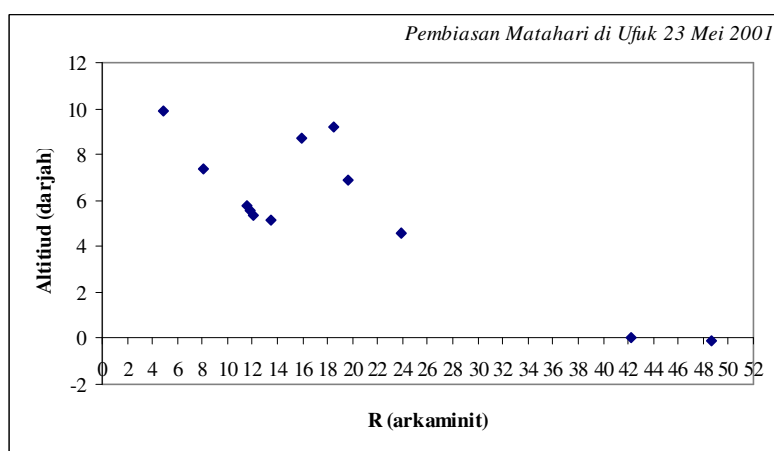
Graf 1



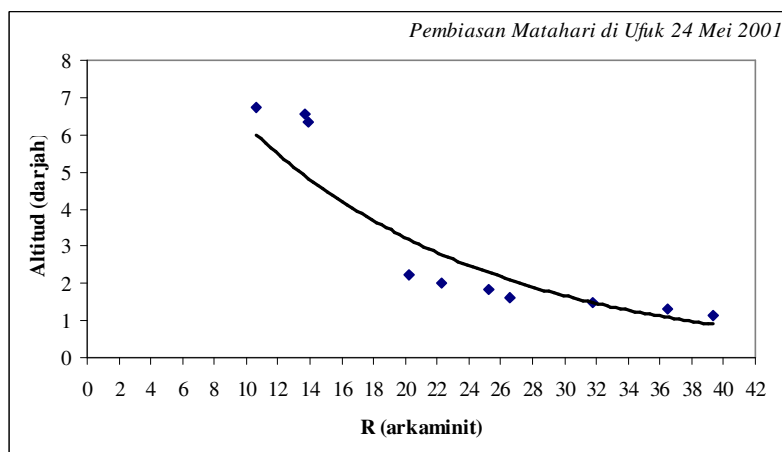
Graf 2



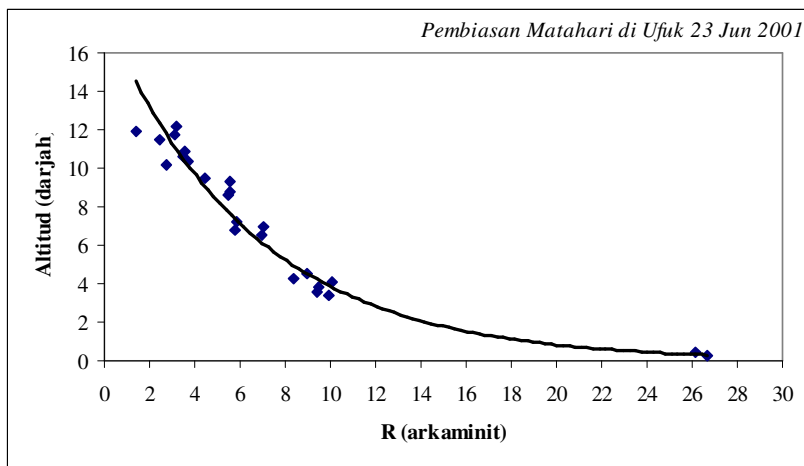
Graf 3



Graf 4

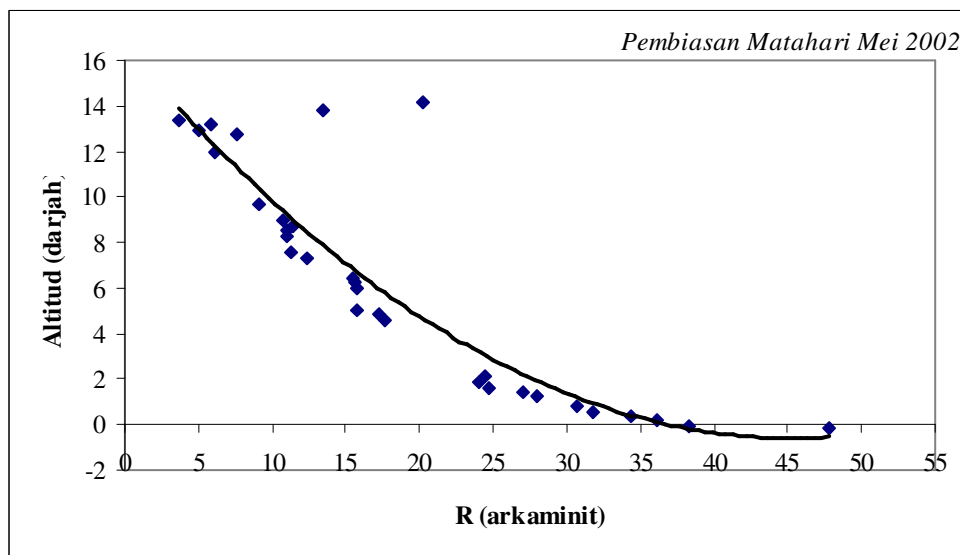


Graf 5

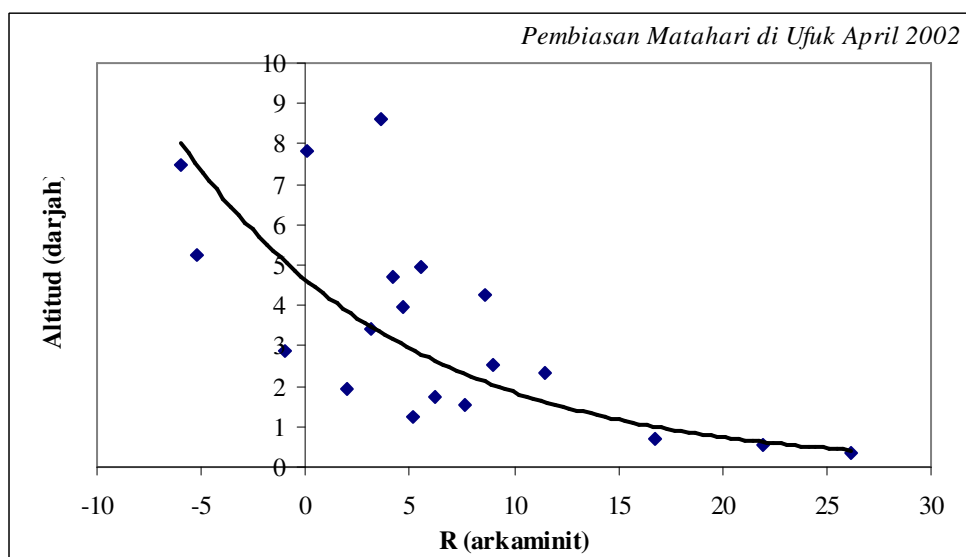


Graf 6

b) 2002

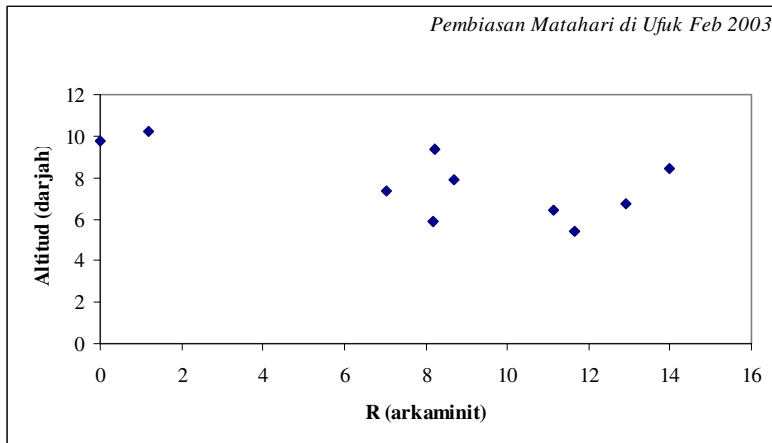


Graf 7

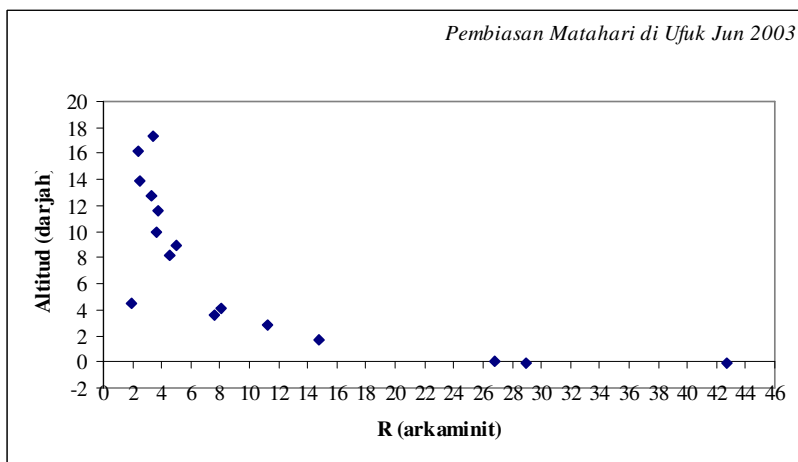


Graf 8

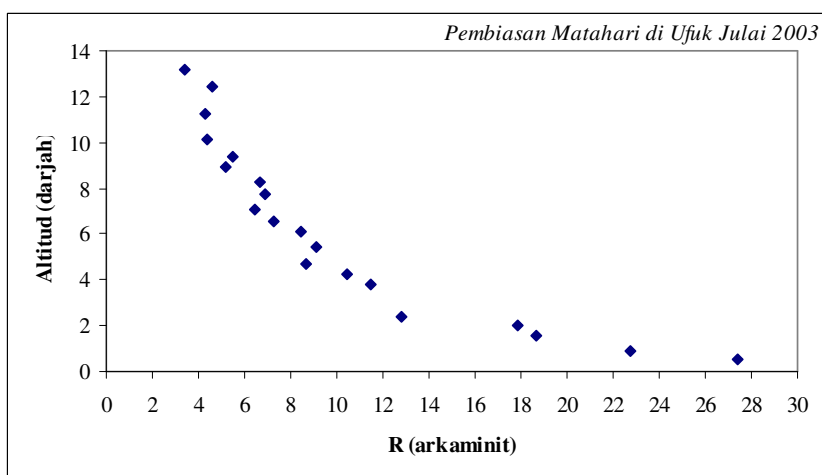
c) 2003



Graf 9

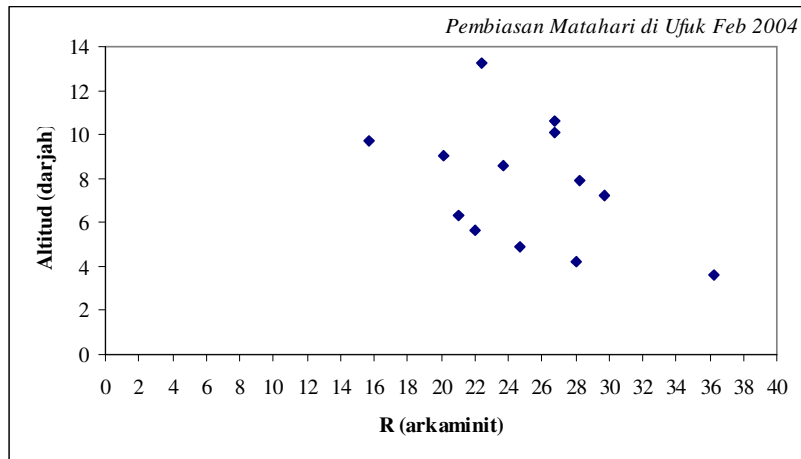


Graf 10

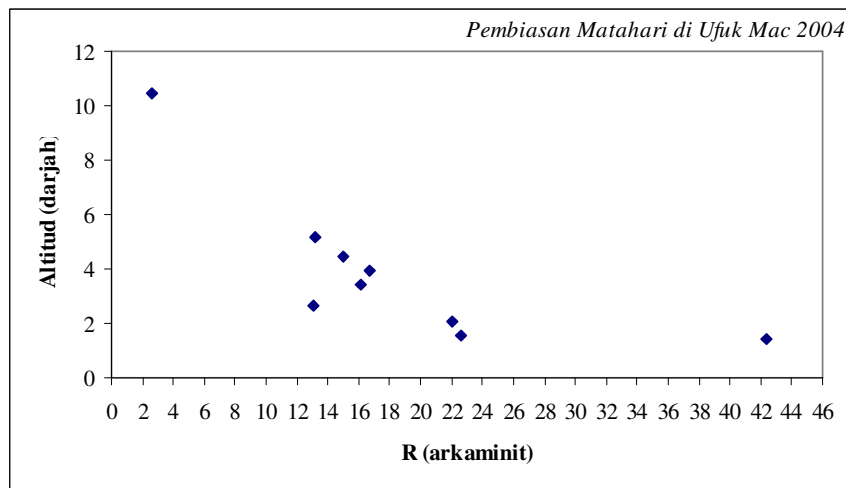


Graf 11

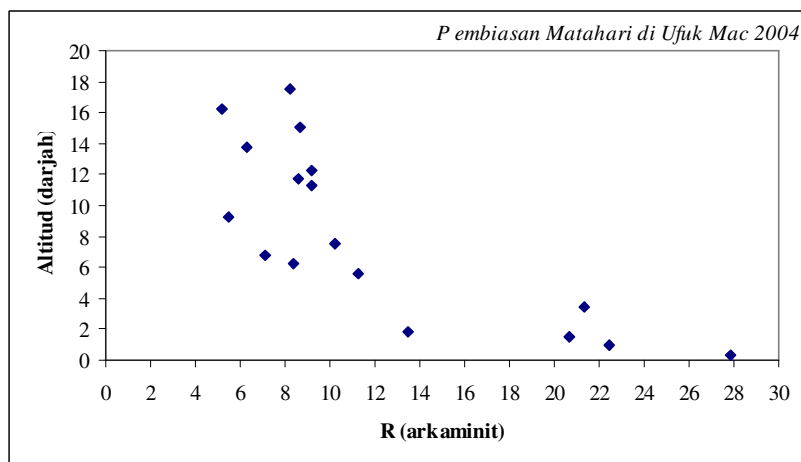
d) 2004



Graf 13

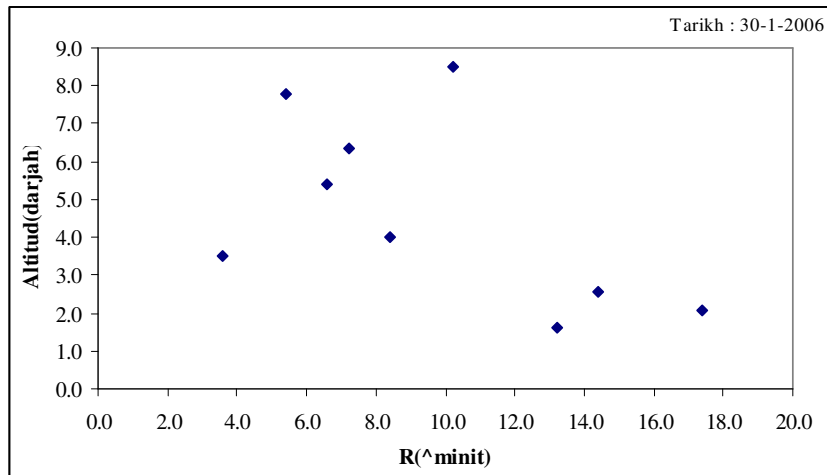


Graf 14

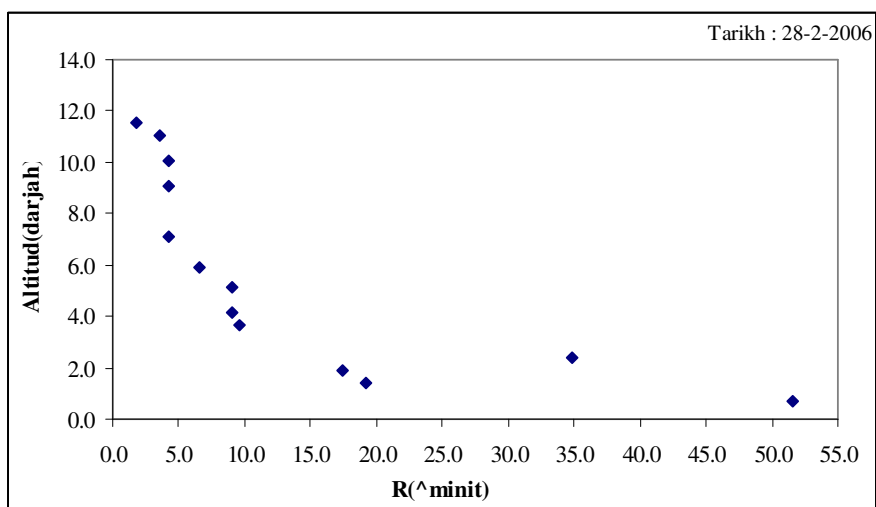


Graf 15

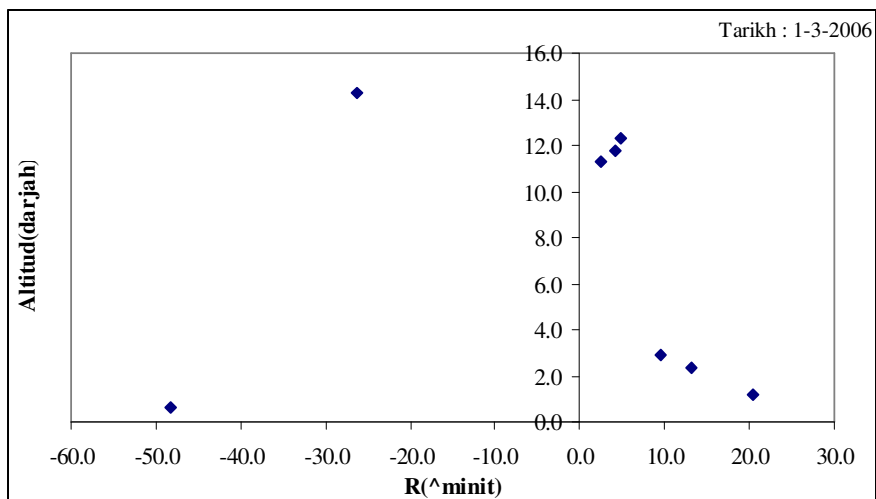
e) 2006



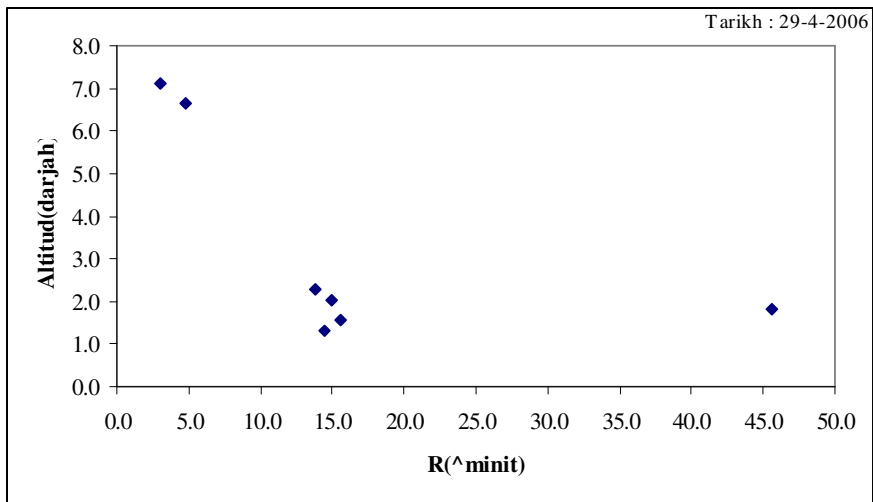
Graf 16



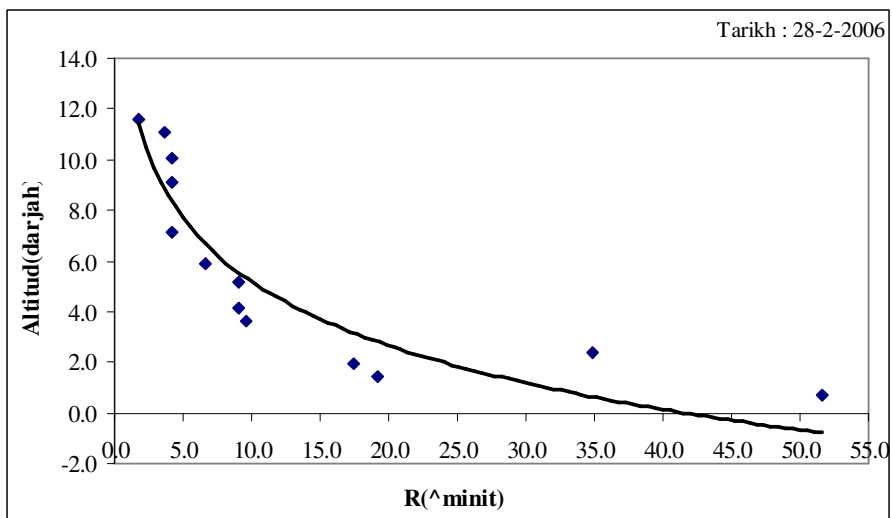
Graf 17



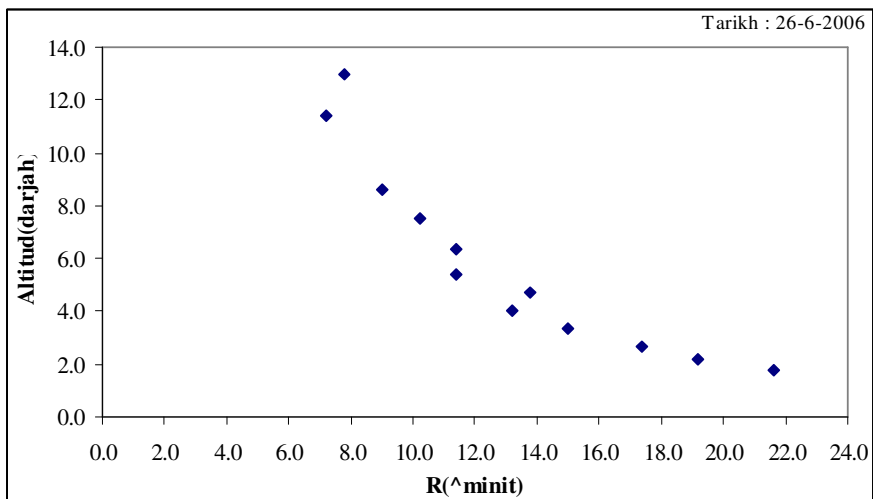
Graf 18



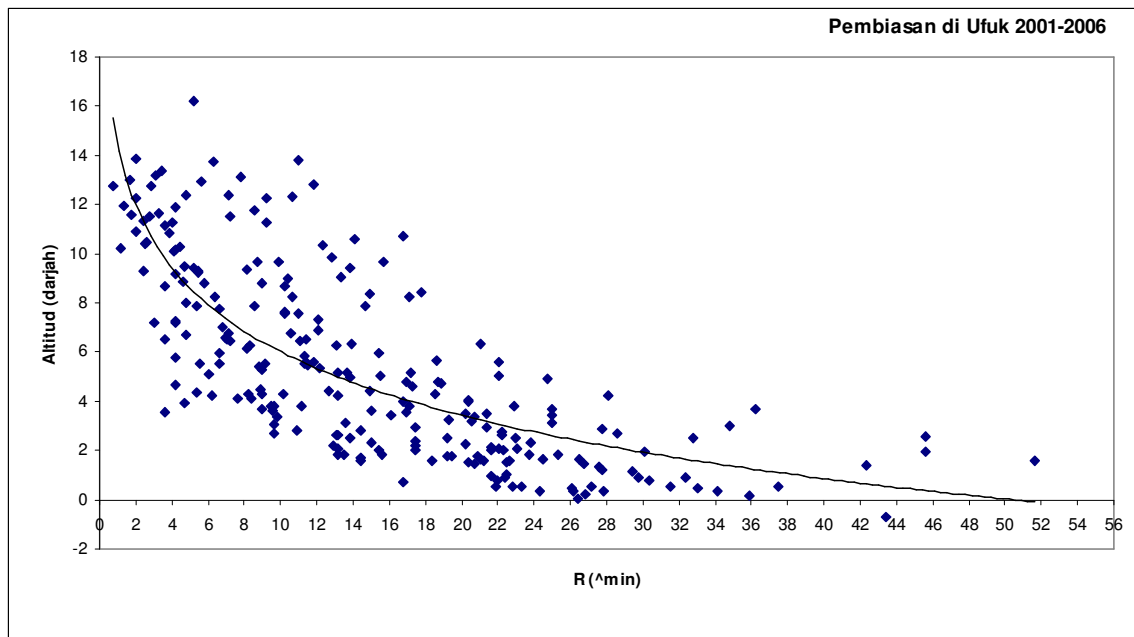
Graf 19



Graf 20



Graf 21



Graf 22

Penghargaan

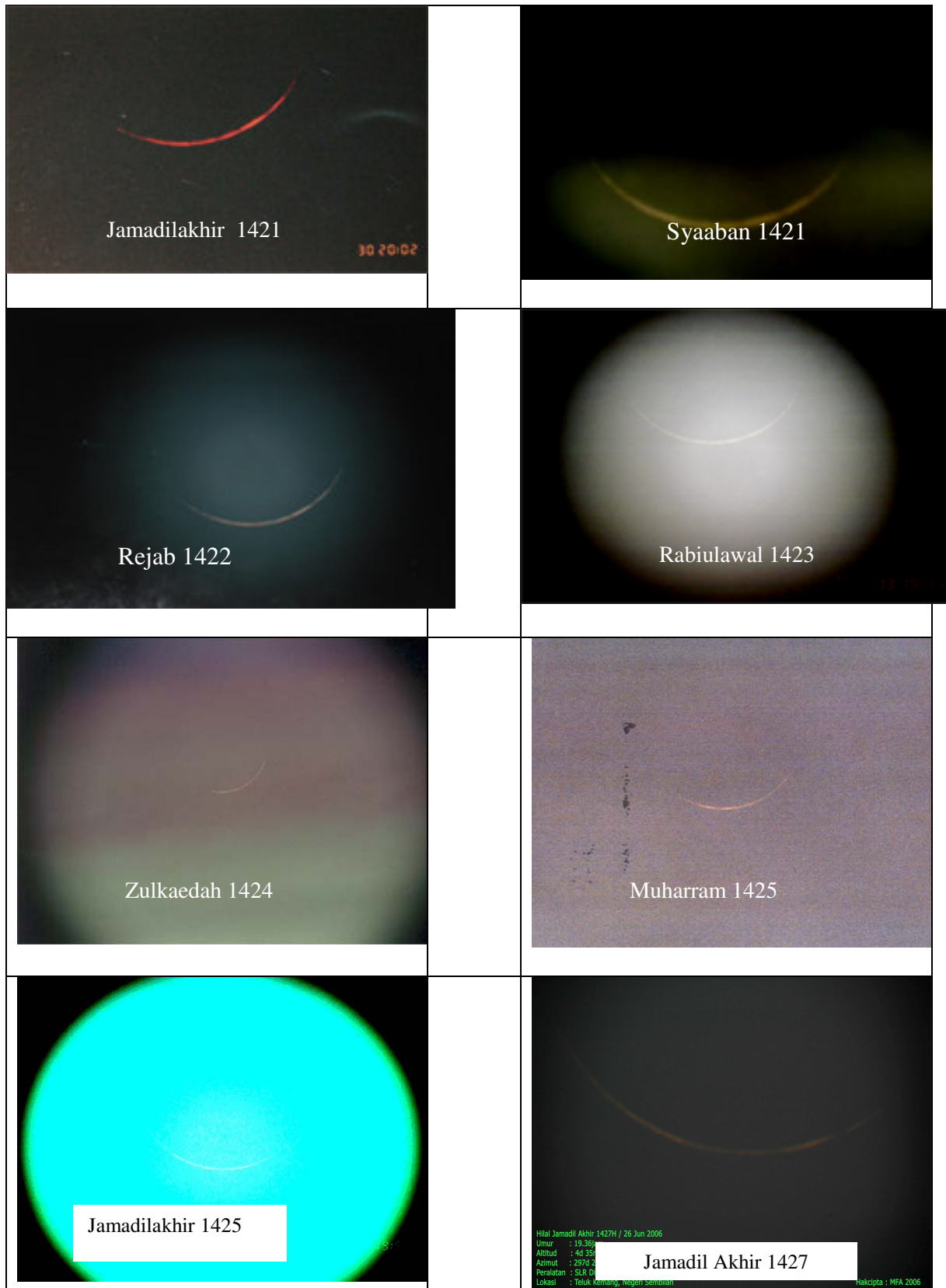
Saya mengambil kesempatan ini mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Univesiti Malaya, terutama Ketua Jabatan Fizik dan Dekan Fakulti Sains yang memberikan galakkan untuk melaksanakan kajian-kajian tersebut. Setinggi-tinggi penghargaan kepada Unit Falak JAKIM, Pengarah Bahagian Penyelidikan JAKIM dan Ketua Pengarah JAKIM yang telah memberikan kerjasama yang tidak ternilai untuk menjayakan kajian-kajian ini. Ucapan terima kasih juga kepada JUPEM yang merekodkan data matahari dan Pejabat Mufti Negeri Sembilan yang telah memberikan sokongan kakitangan untuk menjayakan kajian-kajian tersebut. Akhir sekali saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua kakitangan yang sama ada terlibat secara langsung atau tidak di dalam melaksanakan kajian-kajian ini.

Rujukan:

- 1) John Hopkins APL Technical Digest, Volume 17, Number 3 (1996).
- 2) http://mintaka.sdsu.edu/GF/explain/thermal/std_atm.html

Gambar-gambar Hilal
Peralatan : Kamera SLR dan Teleskop 12"

Lampiran A



Jadual 8 – Perbandingan nilai indeks pembiasan dari 2001- 2006 dengan nilai piawai.

Altitud (darjah)	Sisihan pembiasan (arkaminit)	Indeks pembiasan																							
		2001							2002		2003			2004			2005			2006					
		9/17	9/18	9/19	5/23	5/24	6/23	7/22	5/13	4/13	2/4	4/3	7/30	2/21	3/21	3/22	4/9	4/10	6/8	2/28	3/1	4/28	6/26		
0.00	34.50				42.48				36.18																
0.25	31.40						26.70	24.3	34.38	26.1						27.8									
0.50	28.70			32.88			26.16	23.3	31.80	21.9			27.4												
0.75	26.40			35.88				21.9	30.66											52					
1.00	24.30			29.34		39.3							22.7			22.4									
1.25	22.50			27.54		36.5			28.02	5.16					42.3			45.6	21.2		20	14.4			
1.50	20.90			22.74		31.8			27.06	7.62			18.6		22.6	20.7		30.1	19.4						
1.75	19.50			20.94		25.2			24.06	6.18						13.5		23.0	23.8			45.6	21.6		
2.00	18.30		15.30			22.3			24.48	1.98			17.8		22.0			28.5	22.9						
2.25	17.20	44.28	12.90			20.2				11.4												13.8	19.2		
2.50	16.10									9.00			12.8					27.7	21.3		13				
2.75	15.20	42.36							-1.02						13.0			25.0	20.5						
3.00	14.40						9.96		3.18				11.4	36.2	16.0	21.3	25.0	20.2	20.7		9.6				
4.50	10.70				23.82		9.00		17.64	4.20		6.00	8.64		14.9		18.7		22.0						
5.00	9.90	40.44			13.50				15.78	5.58	11.6	19.8	9.12	24.7	13.2	11.2	5.52		45.4			6			
6.00	8.50	39.20				13.9	6.96		15.72		11.1		8.46	21.0		8.34	12.0	4.50	13.1	6.6					
7.00	7.40	32.94			8.10		7.02		12.36		7.02		6.48	29.7		10.2		14.6		4.2					
8.00	6.60	31.68	1.26		15.96		5.46		10.98	0.06	8.70	19.7	6.66	28.2			17.1	14.9	17.7			4.8			
9.00	5.90	29.70	1.32		18.48		5.58		9.06		0.00		5.22	20.1		5.46	13.8	12.8	13.3	4.2					
10.00	5.30				4.90		2.76				1.18	3.54	4.38	26.7	2.64		16.8	12.3	4.44	4.2					
11.00	4.90	28.80					3.54						4.32			9.18	21.0		1.98	3.6					
12.00	4.50		2.10	16.68			3.18		7.62				4.56			9.18	10.6		7.14						
13.00	4.10	10.34	14.70						5.04				3.42	22.3		6.30	22.2		1.68					7.8	
14.00	3.80								20.28								24.4								
15.00	3.60	22.50														8.70									
16.00	3.30															5.16									
17.00	3.10															8.22									
18.00	2.90																								
19.00	2.80																								

Senarai nama kakitangan yang terlibat dengan penyelidikan :

Universiti Malaya

1. Prof. Dr. Mohd. Zambri b Zainuddin
2. Prof. Madya Dr. Zainol Abidin b Ibrahim
3. Prof. Madya Dr. Mohd. Sahar b. Yahya
4. Pn Nazhatulshima bt Ahmad
5. Cik Zety Shahrizat bt Hamidi
6. Cik Nur Nafhatun bt Md Shariff
7. Pn. Saedah bt Haron
8. En. Joko Satria Ardianto

Jabatan Kemajuan Islam Malaysia (JAKIM)

1. Ustaz Mohd. Zakuwa b Hj. Rodzali
2. Ustaz Zulkifli b Othman

Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM)

1. Tn. Hj. Anual b Aziz
2. En. Wan Kamel b Wan Hussain
5. En. Saripul Hisham b Saidon
6. En. Wan Hafizam b Wan Ab. Rahman
7. En. Syahyumi b Mawi

Jabatan Agama Islam Negeri Sembilan

1. Ustaz Ahmad Zaki b Hamzah
2. En. Shamsul Zahri b Mohd Salleh
3. En. Ramli b Ahmad
4. Ustaz Radzi