

KAJIAN KECERAHAN LANGIT DI UFUK SENJA DAN FAJAR

Nazhatulshima Ahmad, Mohd. Zambri Zainuddin, Zainol Abidin Ibrahim,
Mohd. Sahar Yahya*

Jabatan Fizik, Fakulti Sains, Universiti Malaya
* Bahagian Matematik, Pusat Asasi Sains,
Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur
(Pembentangan kertas kerja sempena Seminar Falak Syarie INSTUN 2007)

1.0 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.

2.0 DEFINISI

Kewujudan atmosfera di bumi yang menyerakkan cahaya matahari menyebabkan perubahan kepada kecerahan langit apabila matahari semakin menghampiri ufuk. Kecerahan langit akan beransur-ansur gelap apabila matahari terbenam dan berada semakin jauh di bawah ufuk dan sebaliknya. Di dalam bahasa inggeris keadaan ini dinamakan sebagai 'Twilight'. Secara literalnya 'twilight' bermaksud 'cahaya antara dua' iaitu antara malam dan siang atau antara malam dan siang. Di dalam bahasa Melayu ianya disebut **remang** 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.

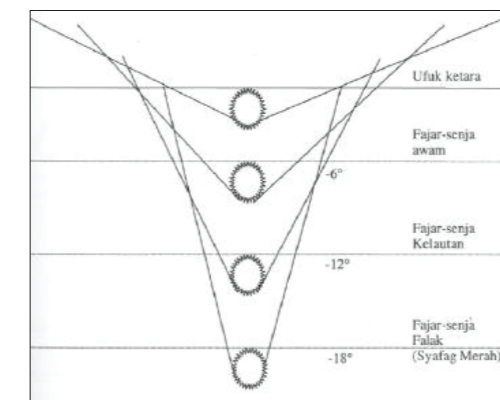
Remang bermaksud samar-samar merujuk Kamus Dewan.

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 senja dan fajar memberikan gambaran keadaan langit yang beransur gelap atau cerah. Di dalam astronomi, terdapat 3 peringkat tempoh kecerahan langit yang bergantung kepada kedudukan altitud matahari di bawah ufuk iaitu fajar-senja awam (civil twilight), fajar-senja nautika (nautical twilight) dan fajar-senja astronomi/falak (astronomical twilight). Jadual 1 menunjukkan jenis-jenis fajar-senja mengikut kedudukan matahari di bawah ufuk. Jarak zenith adalah jarak di antara kedudukan zenith ke pusat matahari.

Jenis Fajar-senja	Jarak zenith matahari	Altitud di bawah ufuk
Fajar-senja awam	Kurang dari 96	Kurang dari 6°
Fajar-senja nautika	96 - 102	$6^{\circ} - 12^{\circ}$
Fajar-senja astronomi/falak	102 - 108	$12^{\circ} - 18^{\circ}$

Jadual 1 - Kedudukan jarak zenith **matahari** mengikut jenis remang.



Rajah1 - Serakan cahaya di ufuk yang bergantung kepada kedudukan matahari di bawah ufuk.

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

Ketika fajar-senja awam, pusat matahari berada kurang dari 6° di bawah ufuk. Fajar-senja awam juga boleh didefinisikan sebagai had yang mana cahaya ketika itu cukup untuk membezakan atau mengenalpasti objek-objek terestrial dengan syarat cuaca adalah baik. Ufuk juga dapat dibezakan dengan jelas dan bintang-bintang terang akan kelihatan pada ketika bermulanya fajar awam atau berakhirnya senja awam.

Fajar-senja nautika ialah pusat matahari diantara 6° hingga 12° di bawah ufuk. Ketika ini pelayar-pelayar di laut sudah boleh menggunakan bintang-bintang yang terang sebagai panduan. Pada ketika berakhirnya senja nautika atau bermulanya fajar nautika, ufuk telah sukar untuk dilihat.

Fajar-senja astronomi pula apabila pusat matahari berada 12° hingga 18° di bawah ufuk. Kebanyakan pencerap-pencerap yang biasa menganggap keseluruhan langit telah gelap sepenuhnya dan boleh memulakan aktiviti cerapan bintang. Secara konsepnya, bintang paling kabur yang boleh dilihat dengan mata kasar adalah hingga magnitud 6.

3.0 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.

4.0 PENENTUAN WAKTU ISYA' DAN SUBUH MENURUT FIQH/SYARIAH

4.1 Waktu Isya'

Menurut pada mazhab, ia bermula dari hilangnya syafaq ahmar (cahaya merah), seperti yang difatwakan di dalam Mazhab Hanafi, sehinggalah naik fajar sadiq. Syafaq menurut Abu Yusof, Muhammad Hassan Syaiban, ulama' Mazhab Hanbali dan ulama' Syafii' ialah syafaq ahmar (cahaya merah). Mereka berhujah dengan Hadith bermaksud: "Waktu maghrib ialah selama mana syafaq tidak hilang". Manakala berdasarkan kepada kata-kata Ibnu Omar, al-Syafaq ialah **al-humrah (Merah)**.

4.2 Waktu Fajar (Subuh)

Waktu subuh bermula dari terbit fajar hinggalah terbit matahari. Fajar sadiq ialah cahaya putih yang menyertah mengikut garis lintang ufuk. Ia berlainan dengan **fajar kazib** yang naik memanjang mengarah ke atas di tengah-tengah langit seperti ekor serigala hitam. Hukum-hukum syarak banyak bergantung kepada fajar sadiq iaitu dalam menentukan permulaan puasa, masuknya waktu Subuh dan berakhirnya waktu Isya'. Sebaliknya, hukum-hukum syarak tidak pula bergantung kepada fajar kazib berdasarkan sabda Rasulullah s.a.w. yang bermaksud:

"Fajar itu ada dua, iaitu fajar yang mengharamkan makan dan mengharuskan sembahyang dan satu lagi ialah **fajar yang mengharamkan sembahyang (iaitu sembahyang Subuh) dan mengharuskan makan**".

Hadith Abdullah bin Amru yang terdapat di dalam Sahih muslim menyebutkan bahawa waktu sembahyang subuh bermula dari naiknya fajar tetap ada selagi matahari belum naik.

Waktu maghrib ialah selama mana syafaq tidak hilang Dirwayatkan oleh Muslim daripada Abdullah bin Amru. Subul al-Salam, jil 1 hlm 106.

Al-humrah (Merah) Dirwayatkan oleh Daruqutni dan dianggap Hadith sahih oleh Ibn Khuzaimah. Perawi-perawi lain mentaufiqkan kepada Ibnu Umar. Sambungan Hadith adalah "Apabila matahari terbenam maka wajiblah bersembahyang", Ibnu Khuzaimah di dalam sahihnya mentakhrifkan daripada Hadith Ibnu Umar secara marfu': "Waktu sembahyang Maghrib ialah sehingga hilang cahaya merah". Subul as-Salam. Jil 1 hlm 114.

Fajar kazib diserupakan dengan seekor serigala hitam kerana fajar kazib adalah berwarna putih yang bercampur dengan warna hitam. Manakala serigala hitam pula warnanya hitam dan sebelah ekornya berwarna putih.

Fajar yang mengharamkan sembahyang (iaitu sembahyang Subuh) dan mengharuskan makan Dirwayatkan oleh Ibn Khuzaimah dan al-Hakim. Mereka berdua mengatakan hadith ini adalah sahih. Subul al-Salam, Jil 1 hlm 115.

5.0 TAKRIFAN WAKTU ISYA' DAN SUBUH DARI SUDUT ASTRONOMI

5.1 Waktu Isya'

Apabila matahari terbenam di ufuk Barat, kecerahan langit semakin menurun atau berubah secara berperingkat bergantung kepada kedudukannya di bawah ufuk. Perubahan kecerahan langit dapat diperhatikan melalui warna ufuk langit dan kecerahan di bumi. Menurut Ibn Yunus, perubahan warna ufuk langit bermula dengan warna kuning, diikuti dengan warna jingga dan seterusnya merah (King,1986). Cahaya merah ini dinyatakan sebagai 'syafaq ahmar' di dalam kitab fikah yang mana hilangnya cahaya merah di ufuk langit menentukan bermulanya waktu Isya'. Dari sudut astronomi, dengan hilangnya cahaya merah tersebut maka berakhirnya tempoh senja astronomi (astronomical twilight) dan bermulanya malam yang mana pada ketika ini kedudukan matahari adalah 18° di bawah ufuk.

Walaupun bagaimanapun terdapat perbezaan pandangan dikalangan sarjana-sarjana Arab dan ulama-ulama fekah mengenai sudut turunan matahari yang menentukan permulaan waktu Isya'. Contohnya, Ibn Yunus (kurun ke 10M), telah menjalankan kajian di Kaherah dan Damsyik menggunakan nilai sudut turunan 19° bagi pengakhiran cahaya merah dan 17° untuk permulaan fajar sadiq. Habash dan al-Biruni pula menggunakan sudut turunan 18° bagi senja dan fajar, manakala al-Marrakushi (kurun ke 13M) menggunakan 16° untuk cahaya merah berakhir dan 20° bagi tanda munculnya fajar sadiq.

Di Malaysia, nilai sudut turunan yang digunakan dalam takwim waktu solat ialah 18° bagi masuk waktu Isya' kecuali negeri Kelantan menggunakan 17° .

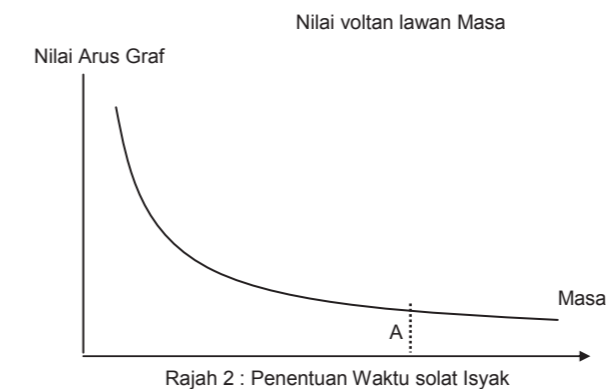
5.2 Waktu Subuh

Waktu subuh bermula apabila kelihatannya fajar Sadiq di ufuk Timur berhampiran tempat matahari terbit. Sebelum fajar Sadiq kelihatan, berlaku perubahan kecerahan di ufuk timur dengan kemunculan cahaya berbalam-balam dinamakan fajar kazib atau fajar palsu. Menurut kebanyakan kitab fekah, cahaya ini muncul dalam keadaan sinar yang menegak dan fajar Sadiq pula kelihatan dalam bentuk sinar cahaya yang melintang. Kebanyakan ahli falak berpendapat bahawa kemunculan awal fajar Sadiq ini apabila matahari berada diantara 19° hingga 20° di bawah ufuk iaitu permulaan waktu Subuh. Amalan di Malaysia menggunakan sudut 20° di bawah ufuk sebagai permulaan waktu Subuh.

6.0 METODOLOGI KAJIAN

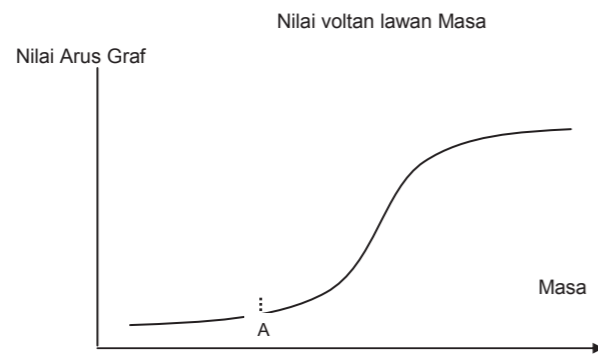
Berdasarkan teori, waktu Isya' akan bermula apabila graf pada rajah 1 yang di plot mula mendatar. Kedudukan tersebut akan dibandingkan dengan kedudukan matahari dari ufuk yang diperolehi daripada perisian MoonC6.0.

i. Menentukan Waktu Isyak



Berdasarkan rajah 2 di atas, waktu Isya' bermula pada kedudukan A, iaitu apabila graf mula mendatar.

ii. Menentukan Waktu Subuh

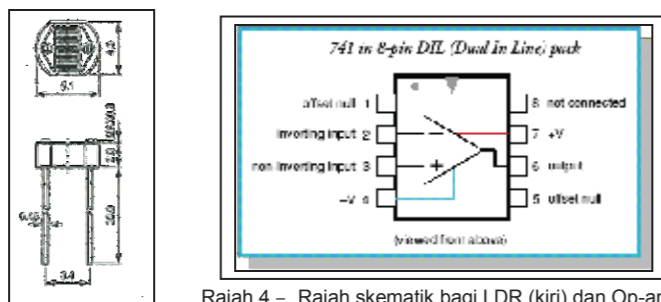


Rajah 2 : Penentuan Waktu solat Subuh

Berdasarkan rajah 3 di atas, waktu subuh bermula pada kedudukan A, iaitu apabila graf mula meningkat naik dari keadaan mendatar.

7.0 PERALATAN

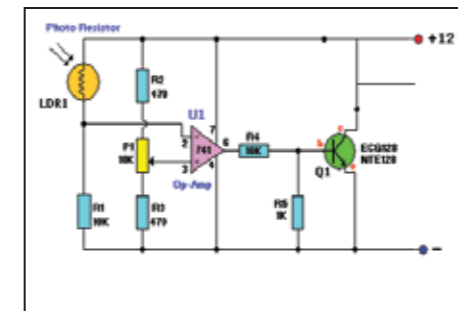
Suatu kaedah menggunakan LDR (light dependent resistor) telah diaplikasikan dalam teknik cerapan yang dijalankan. Alat peranti ini dinamakan sebagai Alat pengesan cahaya (APC) yang terdiri daripada beberapa komponen elektronik yang lain iaitu operation amplifier 741, transistor NPN NTE128 atau 2N3035,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



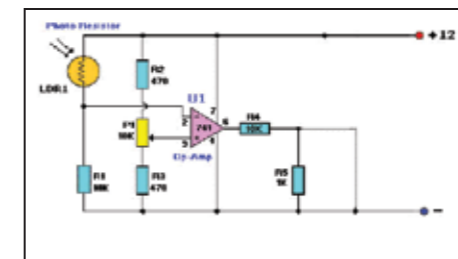
Rajah 4 – Rajah skematik bagi LDR (kiri) dan Op-amp 741 (kanan).

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 5 – Gambarajah litar pengukur



Rajah 6 – Gambarajah litar pengukur voltan

Rajah 5 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 6 menunjukkan litar yang digunakan bagi pengukuran nilai voltan.

7.1 Alat Pengesan Cahaya (APC)

APC yang direka mempunyai 2 bahagian utama iaitu :

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



Rajah 7 – 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 8 – Bahagian B yang menempatkan litar bagi alat pengesan cahaya.

8.0 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 di bawah ufuk. Manakala pencerapan waktu fajar dijalankan di Tanjung Balau dari ketiinggian matahari di bawah ufuk > 20 hingga hampir terbit matahari.

Rajah 9 menunjukkan peralatan yang digunakan dalam cerapan.



Rajah 9 – 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

Rajah 10 – Data pencirian penurasan cahaya

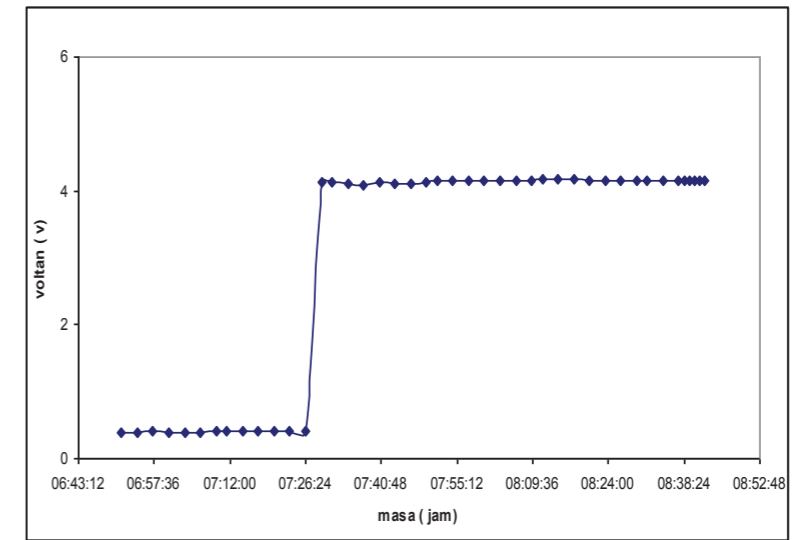
9.0 DATA CERAPAN DAN PERBINCANGAN

I – Kajian waktu senja

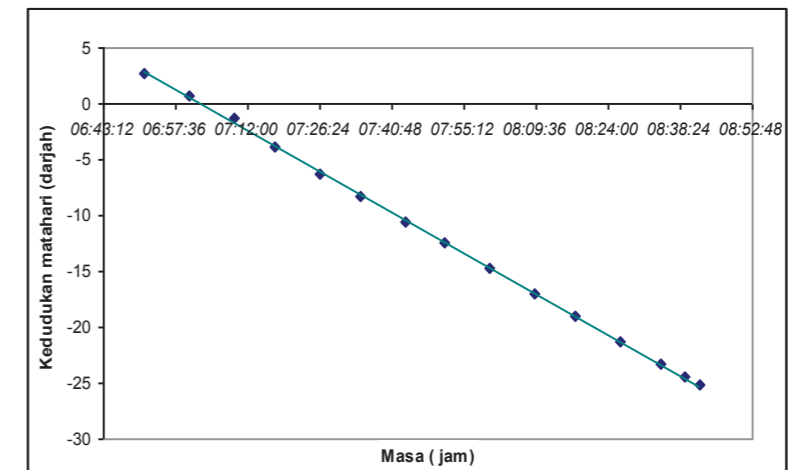
Tempat : Teluk Kemang, Port Dickson, Negeri Sembilan
 Tarikh : 3 Oktober 2005

Masa tempatan 0.01 PM (jam)	Voltan 0.002	Kedudukan matahari (darjah)
6:51	0.396	2.702
6:57	0.399	-
7:00	0.395	0.647
7:03	0.381	-
7:09	0.400	-1.321
7:14	0.405	-
7:17	0.405	-3.849
7:20	0.406	-
7:23	0.408	-
7:26	0.411	-6.262
7:29	4.120	-
7:31	4.120	-
7:34	4.100	-8.257
7:37	4.090	-
7:40	4.130	-
7:43	4.100	-10.5
7:46	4.100	-
7:49	4.130	-
7:51	4.150	-12.495
7:54	4.150	-
8:00	4.150	-14.739
8:03	4.160	-
8:06	4.160	-
8:09	4.160	-16.983
8:14	4.170	-
8:17	4.170	-18.978
8:20	4.160	-
8:26	4.150	-21.222
8:31	4.150	-
8:34	4.150	-23.217
8:37	4.150	-
8:39	4.160	-24.464
8:40	4.160	-
8:42	4.160	-25.212

Jadual 2 – Data kajian waktu senja di Teluk Kemang 3 Okt 2005



Graf 1 - Nilai voltan terhadap masa



Graf 2 – Altitud matahari terhadap masa

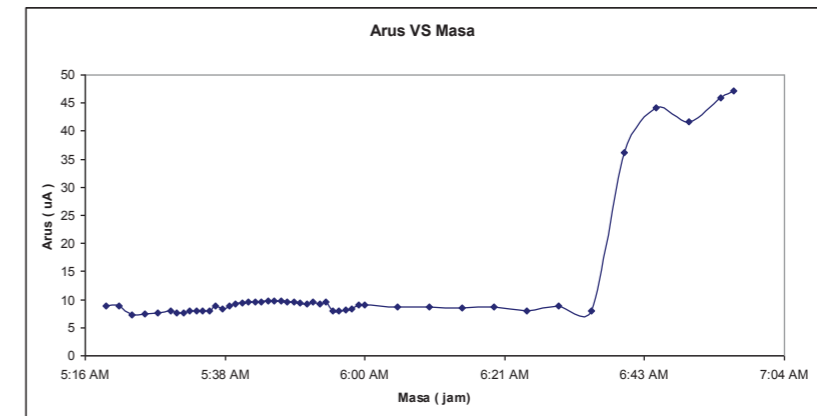
II – Kajian waktu fajar

Tempat : Tanjung Balau, Kota Tinggi, Johor

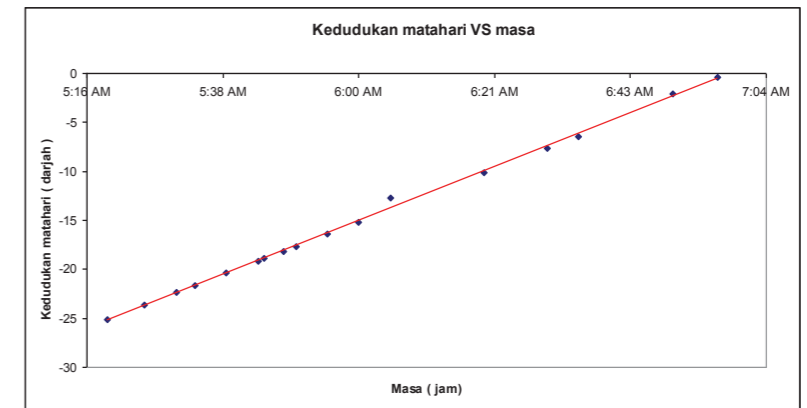
Tarikh : 9 September 2005

Masa Tempatan (Jam)	0.01	Arus 0.02 (u A)	Kedudukan matahari (darjah)
5:41 AM		9.57	
5:44 AM		9.48	-19.136
5:45 AM		9.44	-18.888
5:46 AM		9.70	
5:47 AM		9.52	
5:48 AM		9.53	-18.142
5:49 AM		9.44	
5:50 AM		9.65	-17.645
5:51 AM		9.28	
5:55 AM		12.54	-16.401
5:57 AM		14.32	
6:00 AM		14.17	-15.158
6:01 AM		13.67	
6:04 AM		13.40	
6:05 AM		13.37	-12.67
6:07 AM		12.09	
6:09 AM		12.58	
6:11 AM		12.31	
6:13 AM		11.18	
6:15 AM		11.25	
6:20 AM		11.21	-10.182
6:23 AM		10.29	
6:25 AM		9.64	
6:27 AM		9.48	
6:29 AM		8.94	
6:31 AM		8.63	-7.694
6:32 AM		8.29	
6:35 AM		8.03	-6.45
6:37 AM		7.59	
6:39 AM		7.43	
6:41 AM		7.18	
6:45 AM		6.80	
6:47 AM		6.68	
6:49 AM		6.40	-2.133
6:51 AM		6.23	
6:53 AM		6.06	
6:55 AM		5.82	
6:57 AM		5.73	-0.363
7:01 AM		5.45	

Jadual 1 - Data kajian waktu fajar di Tanjung Balau pada 9 Sept 2005



Graf 3 – Nilai arus terhadap masa

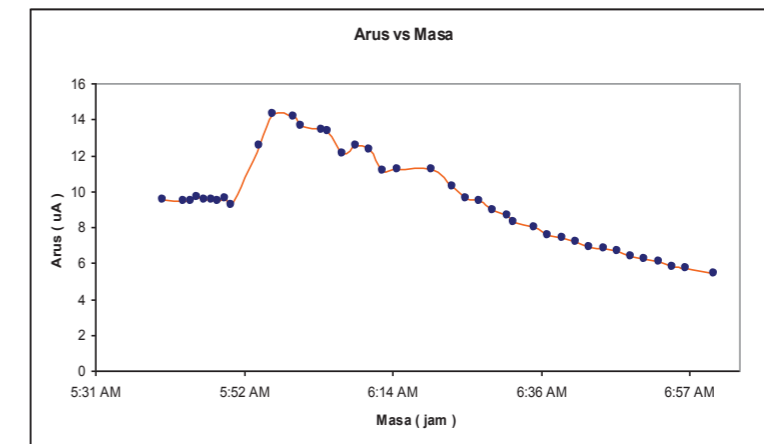


Graf 4 – Altitud matahari terhadap masa

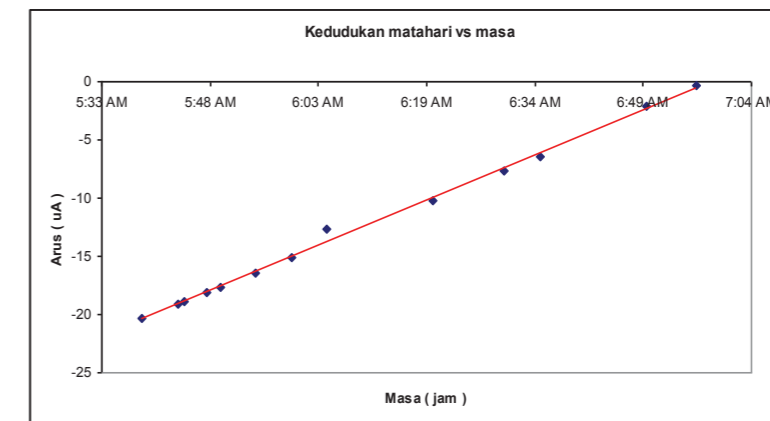
b) Tarikh : 10 September 2005

Masa tempatan (Jam)	0.01	Arus 0.02 (uA)	Kedudukan matahari (darjah)
5:20 AM		8.8	-25.1
5:22 AM		8.8	
5:24 AM		7.3	
5:26 AM		7.5	-23.61
5:28 AM		7.7	
5:30 AM		7.9	
5:31 AM		7.7	-22.367
5:32 AM		7.7	
5:33 AM		8.0	
5:34 AM		8.0	-21.622
5:35 AM		8.0	
5:36 AM		8.0	
5:37 AM		8.9	
5:38 AM		8.3	
5:39 AM		8.9	-20.379
5:40 AM		9.3	
5:41 AM		9.4	
5:42 AM		9.5	
5:43 AM		9.5	
5:44 AM		9.5	-19.136
5:45 AM		9.7	-18.888
5:46 AM		9.7	
5:47 AM		9.7	
5:48 AM		9.6	-18.142
5:49 AM		9.5	
5:50 AM		9.4	-17.645
5:51 AM		9.3	
5:52 AM		9.5	
5:53 AM		9.3	
5:54 AM		9.5	
5:55 AM		8.0	-16.401
5:56 AM		8.0	
5:57 AM		8.1	
5:58 AM		8.3	
5:59 AM		9.0	
6:00 AM		9.1	-15.158
6:05 AM		8.6	-12.67
6:10 AM		8.7	
6:15 AM		8.5	
6:20 AM		8.7	-10.182
6:25 AM		8.0	
6:30 AM		8.8	-7.694
6:35 AM		7.9	-6.45
6:40 AM		36.1	
6:45 AM		44.1	
6:50 AM		41.7	-2.133
6:55 AM		46.0	
6:57 AM		47.1	-0.363

Jadual 3 - Data kajian waktu fajar di Tanjung Balau pada 10 Sept 2005



Graf 5 - Nilai arus terhadap masa



Graf 6 - Altitud matahari terhadap masa

Kajian kecerahan langit bagi waktu senja dan fajar menggunakan Alat Pengesan Cahaya (APC) ini adalah pertama kali dijalankan dengan menggunakan litar yang diubah suai bagi membolehkan alat ini berfungsi. 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.

Pengujian alat dilakukan pada dua lokasi iaitu ufuk Barat bagi waktu senja iaitu di Teluk Kemang dan ufuk Timur iaitu di Tanjung Balau, Kota Tinggi, Johor bagi waktu fajar. Kurang pencemaran cahaya juga menjadi faktor kepada pemilihan lokasi. Cerapan menggunakan APC ini dilakukan dengan menggunakan dua kaedah iaitu dinamakan peka cahaya dan peka gelap. Dalam kajian waktu fajar pada 9 September 2005, kaedah peka cahaya digunakan. Ia menunjukkan peningkatan nilai arus apabila kawasan sekitarnya semakin cerah. Walau bagaimanapun ianya tidak memberikan nilai menaik yang signifikan pada masa yang dijangkakan bermulanya waktu fajar seperti yang diplotkan pada graf 3. Pada 10 September 2005, kaedah peka gelap pula digunakan dimana ia menunjukkan nilai arus yang semakin rendah apabila keadaan semakin cerah.

Bagi kajian waktu senja, pengujian alat dilakukan pada 3 Oktober 2005 dengan mengambil nilai voltan bermula sekitar jam 6.45 pm hinggalah lebih kurang 15 minit setelah masuknya waktu Isyak. Kaedah yang digunakan adalah peka gelap yang mana menunjukkan nilai voltan yang meningkat apabila keadaan semakin gelap. Dari graf 1 yang diplotkan, menunjukkan perubahan peningkatan voltan yang mendadak terlalu awal dimana kesan kemerah-merahan senja masih jelas kelihatan.

Daripada beberapa pengujian yang dilakukan di sini didapati APC kurang sesuai tetapi mungkin boleh diperbaiki dari segi litaranya kerana ia mampu menunjukkan corak perubahan graf seperti yang dijangkakan. Perbezaan adalah dari segi kepekaan 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.

Rujukan

- Baharuddin Zainal (2004), *Ilmu Falak Edisi Kedua*, Dewan Bahasa dan Pustaka.
- King David A. (1986), *Islamic Mathematical Astronomy*. London : Variorum Reprint.
- Valerie Illingworth (1994), *The Facts on File Dictionary of Astronomy*, Facts On File.
- Laporan Kajian Cerapan Hilal (2004), Makmal Fizik Angkasa, Universiti Malaya.
- Muhammad Ubaidullah b. Semsuddin, *Penentuan Waktu Solat Isyak & Subuh dari Perspektif Astronomi & Syariah (2006)*, Laporan Projek Tahun Akhir, Makmal Fizik Angkasa, Jabatan Fizik, Fakulti Sains, Universiti Malaya.
- Kamarul Arifin b. Zainal Abidin, *Kecerahan Langit di Ufuk : Alat Pengesan Cahaya (APC)*, Laporan Projek Tahun Akhir, Makmal Fizik Angkasa, Jabatan Fizik, Fakulti Sains, Universiti Malaya.