

Kertas kerja Seminar Astronomi

Transit Planet Zuhrah 8 Jun 2004

Oleh Hazarry Haji Ali Ahmad

Kandungan

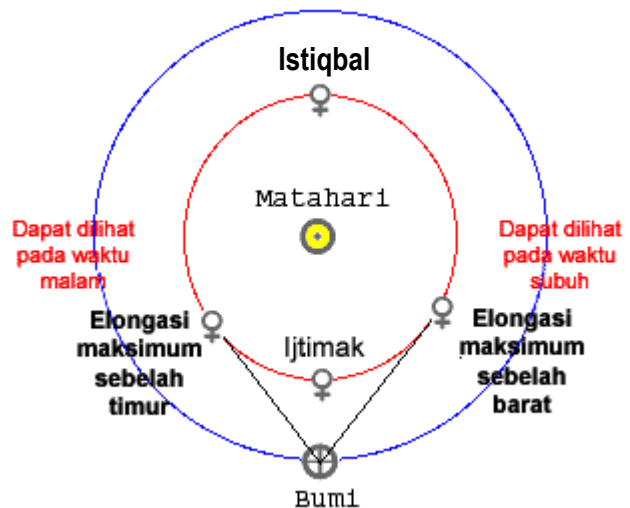
	Muka surat
1. Pengenalan	1
2. Transit	2-5
2.0 Definisi	2
2.1 Sistem orbit Zuhrah	2
2.2 Ramalan transit Zuhrah	3
2.3 Kitaran transit Zuhrah	4
3. Sejarah	6-7
3.0 Dalam kenangan	6
3.1 Kepentingan transit	6
4. Transit Zuhrah 8 Jun 2004	7-11
4.0 Kenampakan transit	7
4.1 Fasa-fasa transit	8
4.2 Tempat cerapan	10
4.3 Teknik pencerapan	11
5. Tiga Millenia Transit Zuhrah	12
6. Rumusan	12

1. Pengenalan

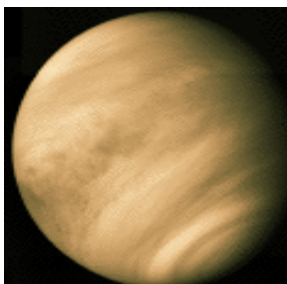
Dalam sistem suria, Zuhrah (*Venus*) merupakan planet yang kedua terdekat dengan matahari (0.733 AU). Oleh kerana orbit planet tersebut berada dekat dengan matahari, posisi Zuhrah di langit pada lazimnya hampir dengan matahari. Ini bermakna, kebanyakan masa planet tersebut berada di langit di siang hari apabila Istiqbal (*opposition*) dan Ijtimak (*conjunction*).

Hanya ketika elongasi (*elongation*), posisi planet tersebut berada tinggi di langit pada waktu malam atau subuh. Pada saat ini juga, planet tersebut memantul cahaya dari matahari dengan begitu terang kerana berada hampir dengan bumi. Dari bumi, Zuhrah akan kelihatan seperti sebuah bintang yang terang dan oleh itu ia diberi nama panggilan bintang Kejora.

Kemunculannya di langit sering mengelirukan kebanyakan orang yang menyangka ia adalah satelit buatan manusia. Melalui teleskop atau binokular, seperti bulan kita, Zuhrah juga mempunyai fasa-fasanya (baru, suku muda, purnama dan suku ketiga).



Rajah 1: Posisi elongasi Zuhrah relatif dengan matahari dan bumi.



Rajah 2: Imej Zuhrah diambil dari kapal angkasa lepas Mariner 10. (Sumber: NASA)

Saiz dan berat antara Zuhrah dan bumi adalah hampir sama (lihat Jadual 1). Zuhrah diseliputi dengan awan yang mengandungi wap air dan asid sulfurik (Rajah 2). Ia adalah planet yang paling panas di dalam sistem suria. Suhu permukaan planet tersebut mencecah lebih 460 darjah Celsius. Ini kerana komposisi udara di planet tersebut mengandungi karbon dioksida yang menyerap radiasi dari matahari dan menyebabkan kepanasan yang teramat - proses yang dinamakan sebagai kesan rumah hijau (*Greenhouse Effect*). Pada permukaan planet ini terdapat banyak gunung-gunung berapi dan aliran lava.

Jadual 1. Maklumat planet Zuhrah.

Garis pusat Zuhrah:	12,104 km (0.948 kali ganda diameter Bumi)
Berat:	4.86×10^{24} kg (0.82 kali ganda berat Bumi)
Jarak purata di antara matahari:	108 juta km = 0.7233 AU (Astronomical Unit)
Suhu:	737 K (464 C)
Bulan:	0 (tidak ada)
Campuran Atmosfera:	96.5% Karbon Dioksida (CO ₂), 3.5% Nitrogen (N ₂)

AU adalah jarak di antara pusat bumi dan pusat matahari iaitu pada jarak purata 149 597 870 km. (Sumber: NASA Goddard Space Flight Center)

2. Transit

2.0 Definisi

Istilah transit adalah fenomena astronomi di mana sebuah objek samawi (seperti planet dan bulan) melintas di hadapan sebuah objek samawi lain yang lebih besar. Manakala transit planet berlaku apabila sebuah planet melintas di hadapan matahari.

Di dalam sistem suria kita, hanya dua planet iaitu Utarid (Mercury) dan Zuhrah (Venus) yang boleh melintas di hadapan matahari. Ini kerana orbit kedua-dua planet itu berada di dalam antara orbit bumi dan matahari.

Perlindungan (transit) planet Zuhrah di hadapan cakera matahari adalah di antara peristiwa semula jadi yang jarang sekali berlaku. Kekerapan berlakunya transit Zuhrah amat jarang iaitu hanya 4 kali dalam 243 tahun berbanding transit Utarid yang berlaku pada purata sekali dalam 10 tahun.

Transit planet adalah sinonim dengan gerhana matahari. Transit berbeza dengan gerhana matahari, di mana ketika transit, ia melibatkan planet dan bukan bulan.

Ketika gerhana matahari bulan akan berada tepat di tengah-tengah di antara bumi dan matahari. Bagi penghuni di bumi yang mengalami gerhana, cakera bulan akan menutupi hampir keseluruhan matahari. Berbanding dengan transit planet, penghuni di bumi akan dapat melihat cakera planet yang berwarna hitam beredar dari satu sudut matahari ke satu sudut dan saiz cakera tersebut pula jauh lebih kecil berbanding cakera bulan.

Ini kerana jarak di antara planet Zuhrah dengan bumi ($\text{min.} = 38.2 \times 10^6 \text{ km}$ & $\text{mak.} = 261.0 \times 10^6 \text{ km}$) adalah sangat jauh berbanding dengan jarak bulan (purata 384 467 km). Manakala, saiz cakera Utarid ketika transit (iaitu kira-kira 1/195 diameter matahari) lebih kecil dari cakera Zuhrah (iaitu 1/32 diameter matahari) (lihat Rajah 3). Penumpuan hanya akan diberi untuk transit Zuhrah sahaja.



Rajah 3: Perbezaan saiz cakera dari kiri: Utarid, Zuhrah dan Bulan relatif dengan cakera matahari ketika transit dan gerhana.

2.1 Sistem orbit Zuhrah

Bumi akan memakan masa 365.258 hari untuk mengelilingi matahari. Manakala Zuhrah mengambil masa yang lebih pendek iaitu 224.701 hari satu keliling. Tempoh masa yang diambil planet tersebut mengelilingi matahari dipanggil pusingan Siderus (*Sideral period*).

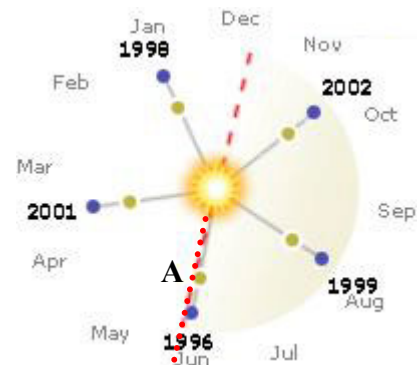
Ketika kedua planet tersebut mengelilingi matahari di atas satahnya (orbit), ada pada satu masa berlakunya ijtimak (*conjunction*) iaitu Zuhrah berada di tengah-tengah antara bumi dan matahari. Masa di antara dua ijtimak dipanggil pusingan Sinod (*Synodic period*) di mana satah Zuhrah, bumi dan matahari berada segaris semula.

Sebagai rumusan, pusingan Siderus Zuhrah, $T_z = 224.701$ hari, dan pusingan Siderus bumi, $T_b = 365.258$. Satu pusingan Sinod bumi-Zuhrah, T , boleh dikira menggunakan formula di bawah:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_z} - \frac{1}{T_b} \text{ atau } T = \frac{T_z T_b}{T_z - T_b}$$

Hitungan di atas memperoleh nilai $T = 583.92$ hari.

Selepas ijtimak, bumi, Zuhrah dan matahari akan bertemu lagi selepas 583.92 hari. Misalnya pada Jun 1996 telah berlaku ijtimak (lihat Rajah 4), kedua-planet akan beredar mengelilingi matahari ke arah lawan jam (*anti-clockwise*) dan ijtimak seterusnya akan berlaku selepas 1.6 tahun ($T=583.92$ hari) iaitu pada Januari 1998 dan diikuti ijtimak seterusnya iaitu pada Ogos 1999 dan seterusnya.



Rajah 4: Ijtimak Zuhrah dari tahun 1996 hingga 2002.

Tempat ijtimak akan berada semula di posisi yang asal selepas 8 tahun atau 5 kali pusingan Sinod dengan perbezaan 2.5 hari:

$$\begin{aligned} 5 \times 583.92 &= 2\,919.60 \text{ hari} \\ 8 \times 365.25636 &= 2\,922.05 \text{ hari} \end{aligned}$$

Misalnya, pada Jun 1996 ijtimak berlaku pada posisi A dan selepas 8 tahun, Zuhrah akan berada pada tempat yang sama dan ijtimak juga akan berlaku iaitu pada Jun 2004.

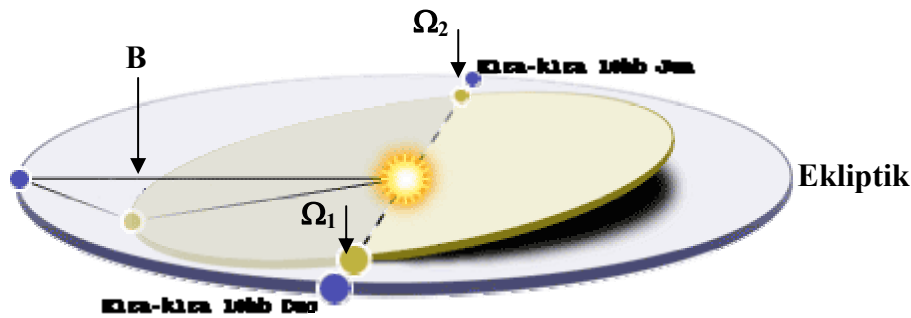
Zuhrah juga akan berada pada tempat asal selepas 243 tahun atau 152 pusingan Sinod:

$$\begin{aligned} 152 \times 583.92 &= 88\,755.8 \text{ hari} \\ 234 \times 365.25636 &= 88\,757.3 \text{ hari} \end{aligned}$$

2.2 Ramalan transit Zuhrah

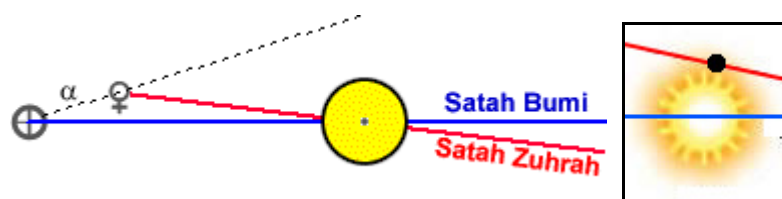
Namun tidak setiap kali ijtimak akan berlaku transit Zuhrah. Ini adalah kerana satah Zuhrah adalah condong yang bersilang dengan satah ekliptik pada titik-titik nod pada sudut inklinasi 3.39° dari satah ekliptik. Rajah 5 menggambarkan ijtimak berlaku pada posisi B, namun tidak ada transit berlaku kerana bumi, Zuhrah dan matahari tidak sebaris disebabkan kecondongan satah Zuhrah.

Maka untuk berlakunya transit, ketiga-tiga objek iaitu Zuhrah, bumi dan matahari mestilah berada tepat-tepat segaris pada garisan nod. Terdapat dua titik nod iaitu nod menaik (Ω_1) yang berlaku pada sekitar 10 Disember dan nod menurun (Ω_2) berlaku pada sekitar 10 Jun. Oleh itu, transit Zuhrah hanya akan berlaku pada awal bulan Jun atau awal bulan Disember bergantung kepada tempat nod berlakunya transit.

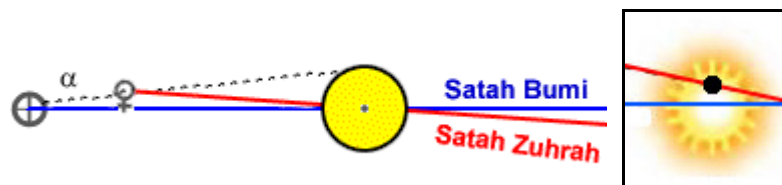


Rajah 5: Kecondongan satah Zuhrah.

Ketika berlakunya ijtimak dan Zuhrah berada pada titik nod, prasyarat lain untuk berlakunya transit ialah sudut inklinasi zuhrah-bumi-matahari, α , hendaklah kurang dari 0.25° (iaitu nilai radius matahari). Nilai yang terlalu kecil inilah menjadikan transit Zuhrah amat jarang sekali berlaku. Rajah 6 di mana sudut α lebih dari radius matahari, maka transit tidak akan berlaku di mana planet Zuhrah akan menyimpang di atas matahari. Manakala jika nilai α kurang dari radius matahari transit akan berlaku (Rajah 7).



Rajah 6: Nilai α lebih dari radius matahari.



Rajah 7: Nilai α kurang dari radius matahari

Sebagai ringkasan, transit Zuhrah akan berlaku jika kedua-dua syarat dipenuhi:

- (i) Bumi, Zuhrah dan Matahari (ijtimak berlaku) berada pada garisan nod Ω_1 atau Ω_2
- (ii) Nilai $\alpha < 0.25^\circ$

2.3 Kitaran transit Zuhrah

Transit Zuhrah boleh diramal kerana ia berlaku mengikut kitarannya (*cycle*). Kitaran moden ini sesuai digunakan untuk mendapatkan tarikh berlakunya transit dari tahun 303 Masihi hingga 3713 Masihi.

Transit Zuhrah akan berulang pada jarak jangka masa 8, 121.5, 8 dan 105.5 tahun (Rajah 8).



Rajah 8: Kitaran moden transit Zuhrah

Transit Zuhrah dari abad ke 16 hingga ke 21 telah disenaraikan dalam Jadual 2. Jadual di bawah boleh dijelaskan menggunakan kitaran transit di atas. Dua transit di garisan nod yang sama biasanya berlaku berpasangan dengan jarak masa 8 tahun (kes A & B). Diingatnkan semula, jika transit berlaku pada nod menurun, tarikhnya akan jatuh pada awal bulan Jun. Manakala, transit akan jatuh pada awal bulan Disember sekiranya ia berlaku pada nod menaik.

Sekiranya transit berlaku pada garisan nod menurun (kes B), maka selepas 105.5 tahun akan berlaku lagi transit tetapi pada nod menaik (kes C). Lapan tahun kemudian akan berlaku lagi transit pada nod yang sama (kes D).

Jadual 2: Transit Zuhrah dari abad ke 16 hingga ke 21.

Kes	Tarikh	Nod*	Jarak (Tahun)
A	1518 Mei 26	T	
			8
B	1526 Mei 24	T	
			105.5
C	1631 Dec 7	N	
			8
D	1639 Dec 4	N	
			121.5
E	1761 Jun 6	T	
			8
F	1769 Jun 4	T	
			105.5
G	1874 Dec 9	N	
			8
H	1882 Dec 6	N	
			Jarak HI?
I	I?	Nod I?	
			Jarak IJ?
J	J?	Nod J?	

* Transit Nod T berlaku pada nod menurun, dan Nod N pada nod menaik.

Jika transit berlaku pada garisan nod menaik (kes D), transit seterusnya akan berlaku selepas 121.5 tahun pada garisan nod yang berlawanan (kes E). Selepas ini kitaran akan berulang semula dan transit berlaku pada F, G dan H.

Mengikut kitaran transit, selepas transit H, dua transit berpasangan seterusnya akan berlaku pada nod menurun (Nod I, Nod J = T). Maka kedua-duanya (I dan J) akan jatuh pada awal bulan Jun dengan jarak masa 8 tahun (Jarak IJ = 8). Jarak HI pula ialah 121.5 tahun, maka transit I akan jatuh pada tahun 2004 dan diikuti dengan transit J yang akan berlaku pada tahun 2012. Ramalan tarikh yang lebih tepat, I = 8 Jun 2004 dan J=6 Jun 2012.

3. Sejarah

Sebelum terciptanya teleskop pada awal kurun ke-17, tidak ada catatan atau rekod manusia telah memerhati transit Zuhrah. Hanya selepas manusia mencipta teleskop fenomena transit Zuhrah telah dikesan sebanyak enam kali iaitu pada 1631, 1639, 1761, 1769, 1874 dan 1882.

3.0 Dalam kenangan



Rajah 9: Jeremiah Harrocks memerhati transit Zuhrah pada tahun 1639 dengan menggunakan teknik projeksi.
(Sumber: University of Lancashire)

Dalam tahun 1629, seorang ahli astronomi, Johannes Kepler, telah meramalkan bahawa akan berlaku dua fenomena yang menakjubkan pada tahun 1631. Di dalam bukunya yang berjudul *“De raris mirisq; Anni 1631 Phaenomenis, Venerisputa’ & Mercurii in Solem incurfu”*, menjelaskan bahawa dua transit iaitu Zuhrah dan Utarid berlaku dalam tahun yang sama tahun 1631. Namun tiada sesiapa pun yang membuat cerapan transit Zuhrah tersebut.

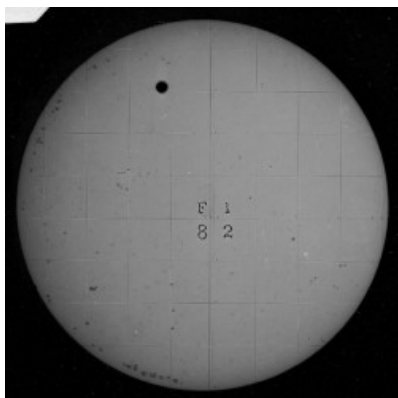
Lapan tahun kemudian, Jeremiah Harrocks, seorang bangsawan Inggeris, merupakan di antara orang yang pertama sekali melihat transit Zuhrah (Rajah 9).

buana untuk melihatnya pada tahun 1761 dan 1769. Dalam tahun 1769, leftenan James Cook telah belayar dari England ke Tahiti (Venus Point) untuk menyaksikan transit. Di samping kajian saintifik yang dikendalikan, di dalam waktu pelayaran, beliau juga telah menemui Hawaii dan beberapa kawasan lain.

Kepentingan saintifik akan transit ini menyebabkan ramai ahli-ahli astronomi telah mengembara jauh ke seluruh

3.1 Kepentingan Transit

Pada masa lampau, transit Zuhrah telah membolehkan ahli falak membuktikan planet Zuhrah tidak mempunyai bulan. Zuhrah terlalu terang untuk dicerap melalui teleskop dan ini menjadi kesulitan para ahli astronomi. Ini kerana sekiranya Zuhrah mempunyai bulan, kilauan yang amat kuat dari planet itu menyebabkan bulan itu sukar dikesan. Sekiranya, Zuhrah mempunyai bulan, maka ketika transit, di samping cakera planet tersebut akan terdapat juga satu titik hitam lagi



Rajah 10: Gambar transit Zuhrah pada tahun 1882 yang dirakam di atas kepingan kaca dari ekspedisi US Naval Observatory.
(Sumber: Astronomy)

ataupun lebih cakera bulan berhampiran cakera planet. Kenyataannya, ketika transit hanya mendapati satu titik hitam (cakera planet) dan mendalilkan Zuhrah tidak mempunyai bulan.

Dalam tahun 1691, Edmund Halley menjadi ahli astronomi pertama yang mengusulkan bahawa jarak nilai bumi dari matahari dikenali dengan “Astronomical Unit” (AU) yang lebih tepat boleh diperolehi dengan memanfaatkan transit planet. AU dapat dihitung menggunakan prinsip bezalihat (parallax) matahari dan trigonometri.

Pada tahun 1761 dan 1769, telah banyak ekspedisi transit Zuhrah dijalankan bagi kajian mendapatkan nilai AU. Dari hasil kajian transit pada tahun 1874 dan 1882 (Rajah 10), William Herkness, seorang ahli astronomi, telah memperoleh

nilai AU iaitu 92 797 000 juta batu yang hampir sama dengan nilai AU sekarang. Nilai AU yang didapati telah memperbaiki kalendar samawi untuk kegunaan pelayaran.

Sekarang nilai AU yang lebih jitu dapat diperoleh dari signal radio yang dipancar menggunakan radar dari kapal angkasa lepas. Hasil dari penerokaan angkasa lepas juga memperoleh bukan sahaja jarak tetapi saiz, berat dan posisi planet dengan tepat sekali. Lantas penerokaan itu juga menyebabkan pengamatan transit kali ini dan yang akan datang mempunyai sedikit nilai saintifik dan lebih berunsurkan pendidikan dan hanya dilakukan sebab kecenderungan dan keinginan orang ramai untuk mengetahuinya.

Kebimbangan bercampur kepiluan terungkap di dalam kata-kata berikut daripada William Harkness berkenaan kepentingan transit pada masa yang mendatang.

"We are now on the eve of the second transit of a pair, after which there will be no other till the Twenty-First century of our era has dawned upon the earth, and the June flowers are blooming in 2004.... What will be the state of science when the next transit season arrives God only knows." (Ahli astronomi Amerika, William Harkness, tahun 1882).

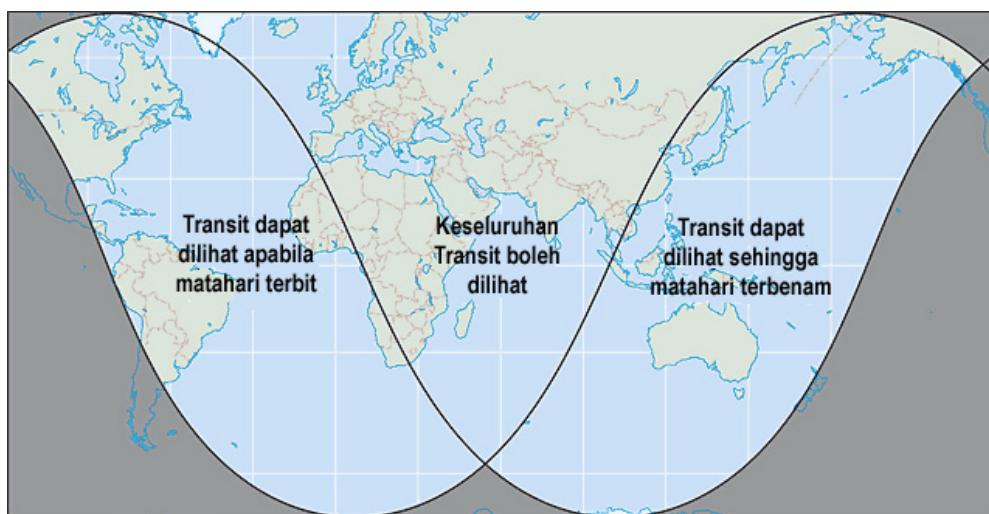
Pada masa kini, ahli kaji bintang telah mengesan dan menjumpai sekitar 120 “*extrasolar*” planet di alam semesta dengan memanfaatkan transit planet yang terjadi di sistem suria yang lain. Kemungkinan di antara “*extrasolar*” planet yang dijumpai di luar sistem suria kita itu mempunyai sifat yang sama seperti bumi dan boleh menampung kehidupan.

4. Transit 8 Jun 2004.

Transit Zuhrah kali terakhir berlaku pada tahun 1882 atau lebih satu abad yang lalu. Oleh itu tidak ada manusia di antara kita yang masih hidup sekarang pernah menyaksikan fenomena ini.

4.0 Kenampakan Transit.

Transit pada 8hb Jun 2004 ini memberi kesempatan hampir seluruh penduduk di dunia untuk menyaksikannya. Kenampakan global transit 2004 diilustrasikan dalam peta bumi Rajah 11.



Rajah 11: Peta kenampakan transit Zuhrah 8 Jun 2004.

Bagi kawasan Eropah, Afrika (kecuali bahagian barat), Timur Tengah, dan kebanyakan Asia (kecuali sebelah timur) boleh menyaksikan keseluruhan fasa transit. Namun dari kawasan Australia, Indonesia, Jepun, Filipina, Korea, Timur China dan Asia Tenggara (termasuk Brunei Darussalam), matahari terbenam semasa transit masih berlangsung. Maka dari kawasan tadi transit hanya dapat dilihat sehingga matahari terbenam.

Berbeza halnya bagi bahagian barat Afrika, timur Amerika Syarikat, Caribbean dan kebanyakan kawasan Selatan Amerika, transit sudah pun berlaku sebelum matahari terbit. Oleh itu bagi kawasan itu tadi, transit dapat diamati sejurus matahari terbit.

Peristiwa ini tidak kelihatan dari selatan Chile atau Argentina, barat Amerika Syarikat, Hawaii dan New Zealand.

4.1 Fasa-fasa transit.

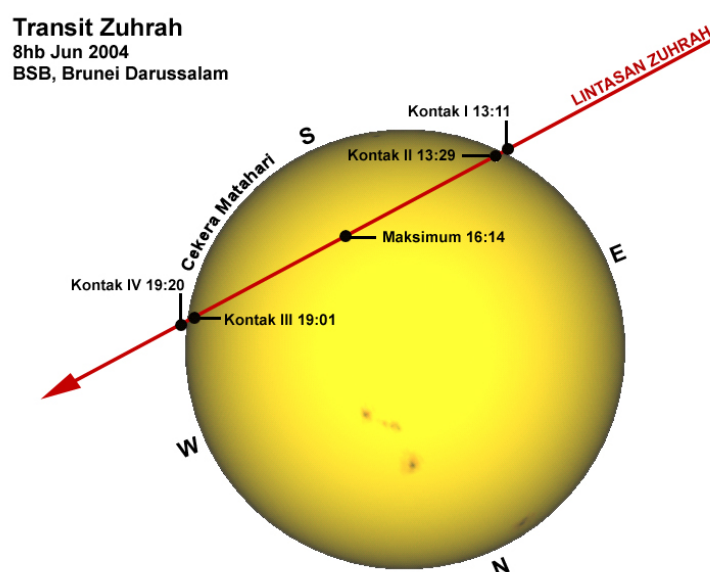
Transit pada asasnya terbahagi kepada beberapa fasa dipanggil kontak atau sentuhan. Ikhtisar fasa-fasa transit 8 Jun ini diilustrasi dalam Rajah 12. Penjelasan mengenai fasa-fasa transit dihuraikan di bawah:

a) *Kontak I:*

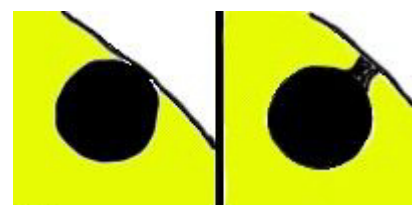
Transit akan bermula dengan kontak pertama apabila cakera kecil Zuhrah berwarna hitam mula menyentuh cakera Matahari pada jam 13:11:12. Zuhrah akan berada pada sudut posisi (*position angle*) 115.7° dari utara matahari. (Lihat Rajah 14). Ketika kontak I, Matahari berada pada altitud $68^\circ 05'$ di atas ufuk tempatan.

b) *Kontak II:*

Selepas Kontak I, Zuhrah berada dalam fasa separa yang mana sebahagian cakera planet itu memasuki bahagian cakera matahari. Hanya kira-kira 18 minit selepas itu, barulah keseluruhan cakera planet itu berada di dalam cakera matahari. Saat ini, Kontak II bermula pada pukul 13:29:49 pada sudut posisi 118.7° dari utara matahari (lihat Rajah 15) dan Matahari berada pada altitud $+65^\circ 13'$.



Rajah 12: Fasa transit Zuhrah 8hb Jun 2004 bagi Brunei relatif dengan kutub Utara, N, dan Selatan, S, Matahari.



Rajah 13: Efek “black drop”.
(Sumber: ESO)

Seketika ini, satu kejadian yang aneh akan berlaku di mana cakera Zuhrah kelihatan masih bercantum dengan sempadan cakera matahari membentuk seperti titisan air berwarna hitam (Rajah 13). Kesan “black drop” ini hanya dapat dilihat melalui teleskop pada saat Kontak II dan Kontak III. Puncanya yang sebenar masih belum dikenal pasti. Namun ada beberapa alasan

utama penyebab efek tersebut. Antaranya ialah matahari kelihatan kelim pada pinggirannya dan terdapat kekaburan yang semula jadi pada teleskop.

c) Maksimum:

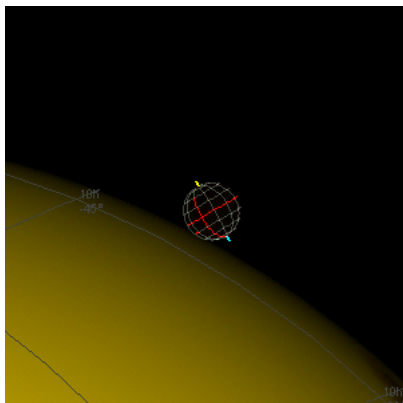
Zuhrah akan melintasi matahari dari arah antara Selatan dengan timur Matahari menuju ke barat Matahari. Planet itu akan berada semakin jauh ke dalam cakera matahari. Puncak transit akan berlaku pada 16:14:38, di mana Zuhrah berada paling dalam (maksimum) di dalam cakera matahari. Sudut posisi Zuhrah ialah 166.0° dari utara matahari (lihat Rajah 16) dan Matahari berada pada ketinggian $+30^\circ 33'$.

d) Kontak III:

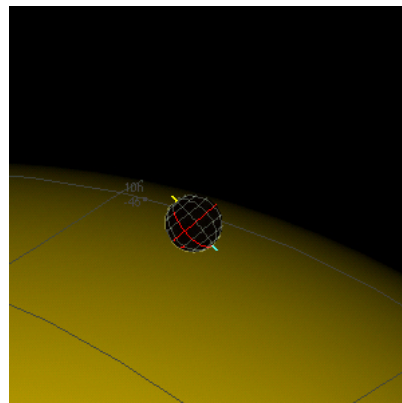
Kontak ketiga berlaku pada jam 19:01:36 apabila cakera Zuhrah akan mula keluar dari cakera matahari pada sudut posisi -146.6° (Rajah 18) dan matahari berada $7^\circ 46'$ di bawah ufuk. Ini bermakna, bagi Negara Brunei Darussalam, fasa ini tidak dapat dilihat.

e) Kontak IV:

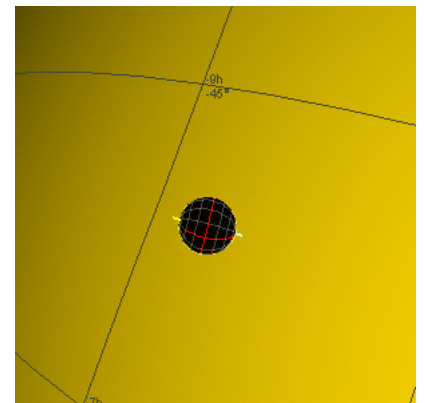
Transit akan berakhir pada pukul 19:20:53 di mana sentuhan terakhir cakera Zuhrah dengan matahari berlaku. Di saat ini, keseluruhan cakera Zuhrah berada di luar cakera matahari pada sudut posisi -143.5° (Lihat Rajah 19). Namun, fasa ini tidak nampak kerana matahari sudah berada $12^\circ 08'$ di bawah ufuk.



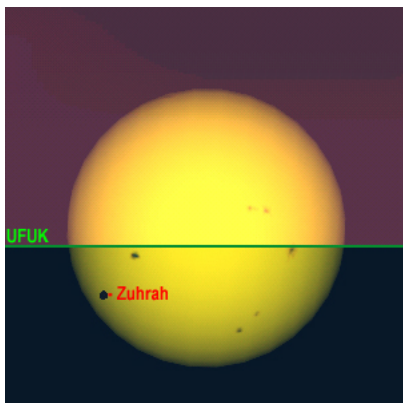
Rajah 14: Kontak I pada pukul 13:11:12.



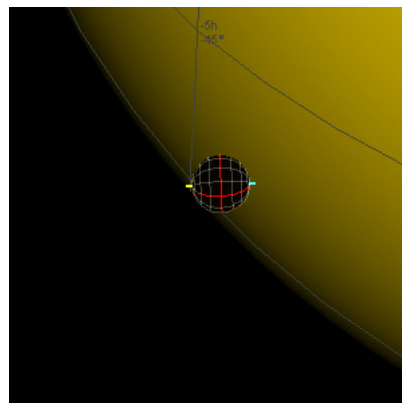
Rajah 15: Kontak II pada pukul 13:29:49.



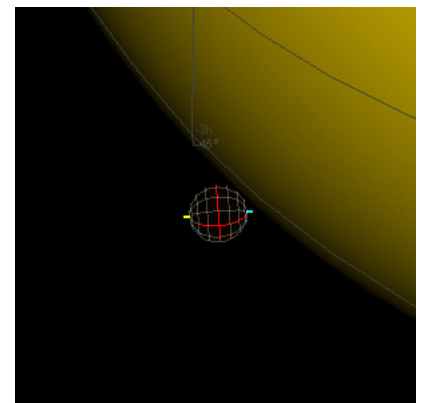
Rajah 16: Transit pada saat maksimum pada pukul 16:14:38.



Rajah 17: Matahari terbenam pada pukul 18:30.



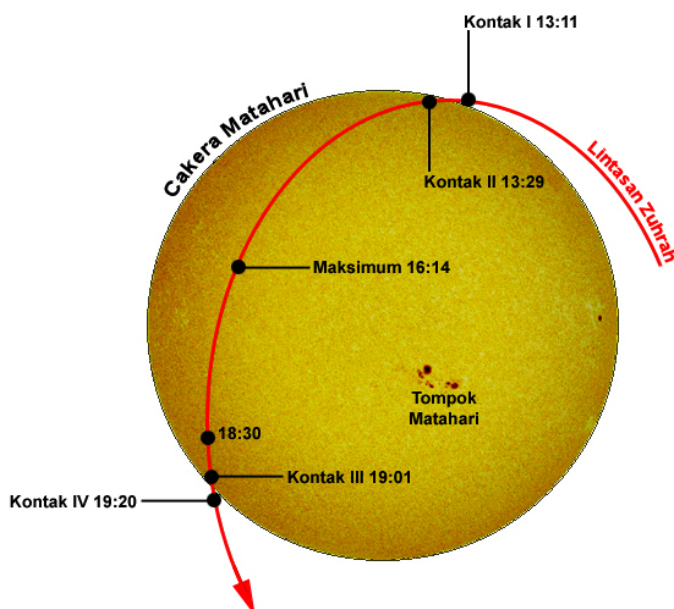
Rajah 18: Kontak III pada pukul 19:01:36.



Rajah 19: Kontak IV pada pukul 19:20:53.

Transit Zuhrah akan berlangsung selama 6 jam 9 minit. Namun bagi Negara Brunei, fenomena ini dapat dilihat mulai dari Kontak I sehingga matahari terbenam iaitu pada pukul 18:30 (Rajah 17).

Untuk kemudahan, Rajah 20 yang berikut mengilustrasi posisi Zuhrah sewaktu fasa transit berlaku dengan matahari relatif dengan ufuk tempatan. Rajah menggambarkan perlintasan planet tersebut di hadapan matahari jika seorang melihat dengan mata kasar (yang dilindungi dengan penuras) dari Negara Brunei.



Rajah 20: Posisi Zuhrah dan matahari relatif dengan ufuk dari Brunei.

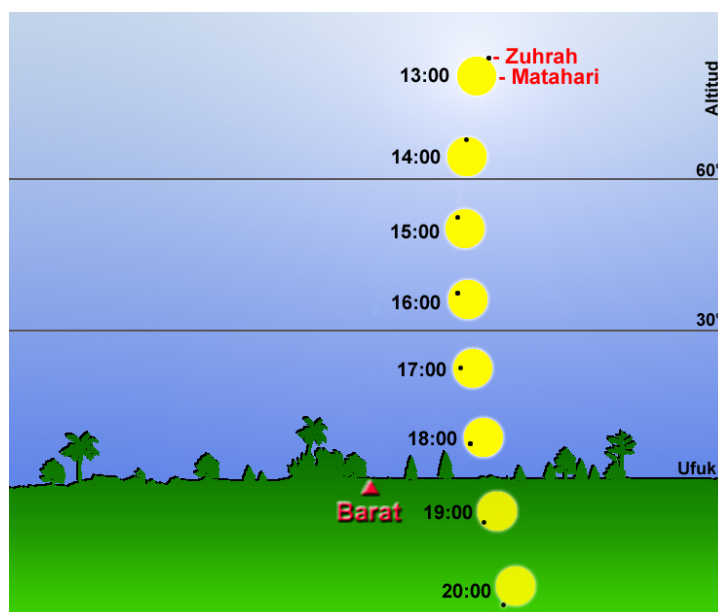
Seseorang akan melihat, sentuhan cakera Zuhrah berlaku pada salah satu sudut di bahagian atas matahari lalu menuju ke bahagian bawah matahari. Kedudukan Zuhrah ketika matahari terbenam juga diperlihatkan.

Kehadiran tompok matahari (*sunspots*) mungkin juga dapat dikesan. Posisi tompok matahari di dalam Rajah tadi adalah rekaan sahaja dan ia mungkin berada pada tempat lain atau langsung tidak muncul dan tidak dapat dijejak.

4.2 Tempat Ceraapan

Saat transit bermula, matahari akan berada tinggi di langit barat dan jangka masa transit mengambil masa yang lama. Maka tempat pencerapan tidaklah menjadi masalah. Kita hanya memerlukan satu kawasan lapang dan langit yang bebas dari awan. Adalah dinasihatkan juga tempat pencerapan mempunyai tempat untuk berlindung dari terik matahari seperti rumah, pokok, kem dan payung.

Namun, jika seseorang ingin melihat keseluruhan transit, maka tempat yang paling sesuai ialah di kawasan datar dan ufuk barat hendaklah bebas dari halangan seperti bukit,



Rajah 21: Mencerap langit ke arah matahari terbenam dari Brunei, posisi Zuhrah (titik hitam) dan ketinggian matahari (kuning) setiap satu jam pada petang 8 Jun 2004.

bangunan, pokok dan lain-lain. Ini kerana altitud matahari akan semakin menurun semasa transit berlangsung (Rajah 21).

Jabatan Ukur dibantu oleh Persatuan Astronomi Negara Brunei Darussalam akan membuat cerapan transit Zuhrah pada petang 8 Jun 2004 bertempat di Bangunan Kementerian Pembangunan, Berakas. Cerapan akan bermula pada pukul 1 petang.

4.3 Teknik Pencerapan.

Melihat matahari secara terus adalah membahayakan dan boleh mengakibatkan kerosakan mata dan buta. Jangan sesekali melihat matahari secara langsung menggunakan binokular atau teleskop. Ada beberapa kaedah yang selamat untuk melihat transit ini.



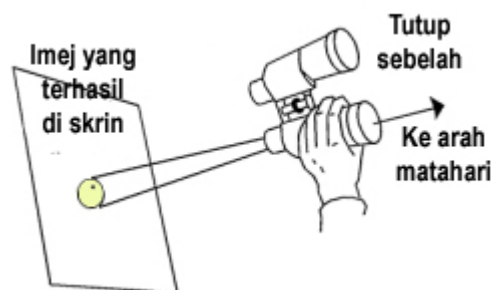
Rajah 22: Melihat transit menggunakan penuras (filter).
(Sumber: Sky & Tel)

Transit Zuhrah boleh dicerap menggunakan penuras suria yang bersesuaian. Ini kerana, planet tersebut mampu dilihat dengan mata dan akan kelihatan seperti satu titik gelap. Tetapi seseorang harus ingat untuk menggunakan penapis seperti “*Welder’s Glass*” atau kaca mata tukang kimpal besi yang bernombor #13 atau #14. Kaca mata khas untuk melihat gerhana juga boleh digunakan (Rajah 22).

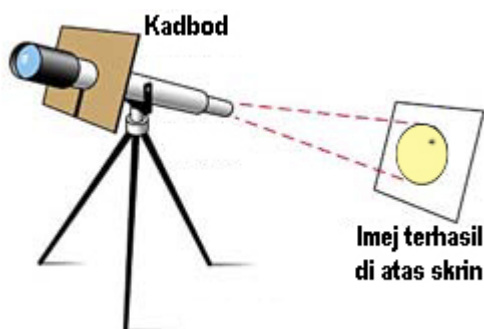
Penuras yang tidak selamat seperti kaca mata hitam (*sunglasses*), pembungkus gula-gula dan cakera padat adalah tidak dinasihatkan menggunakannya. Walaupun objek tersebut boleh mengurangkan sinaran matahari, tetapi radiasi inframerah matahari tidak sepenuhnya ditapis dan masih mengalirkan haba yang boleh merosakkan mata.

Cara lain yang sesuai dan lebih selamat adalah menggunakan teknik projeksi (*projection method*). Teknik ini begitu mudah dan hanya memerlukan binokular atau teleskop, sehelai kadbod dan kertas berwarna putih untuk skrin.

Untuk teknik projeksi menggunakan binokular, hanya gunakan satu bahagian dan tutup lensa objektif yang sebelah. Tujuan binokular tadi ke arah matahari dan aturkan kertas berwarna putih sehingga imej matahari terhasil di atasnya (Rajah 23).



Rajah 23: Teknik projeksi menggunakan binokular.



Rajah 24: Teknik projeksi menggunakan teleskop.

Teknik yang sama boleh dilakukan menggunakan teleskop. Buat satu lubang di tengah-tengah kadbod dan masukkan tiub teleskop ke dalam lubang tadi. Pancarkan ke atas skrin dan aturkan skrin sehingga imej matahari yang jelas terhasil (Lihat Rajah 24).

Namun untuk melihat transit dengan lebih terperinci, teleskop yang dilengkapi dengan penuras suria bolehlah digunakan.

5. Tiga Millennia Transit Zuhrah

Jadual 3 yang berikut menyenaraikan tarikh dan masa yang dikira menggunakan kedudukan topocentric bagi BSB, Brunei (114.97 darjah timur & 4.93 darjah utara). Waktu-waktu bagi kontak I, II, III, IV dan maksimum ketika transit juga disenaraikan. Ada ketikanya transit sudah pun bermula ketika matahari terbit manakala sesetengahnya pula, transit masih berlangsung ketika matahari terbenam. Tarikh dan waktu transit-transit bagi BSB sepanjang 3 millennia juga telah disemak menggunakan perisian planetarium astronomi StarryNight Pro 4.5 dan SkyMap Pro 10.

Dari Jadual 3 di bawah, secara global, terdapat 42 transit Zuhrah di antara tahun 1 Masihi sehingga 3000 Masihi. Sepanjang 3 millennia itu, dari 42 transit, 73.8 peratus transit sahaja yang boleh dilihat dari Negara Brunei Darussalam dan hanya sebahagian transit yang keseluruhan fasanya dapat dilihat. Maka secara purata hanya terdapat satu transit Zuhrah berlaku setiap satu kurun (100 tahun) dari satu lokasi yang sama.

6. Rumusan

Berlakunya sesuatu kejadian alam itu adalah atas kudrat Allah S.W.T. Ruang angkasa yang luas dihiasi dengan bulan, bertaburan dengan bintang, planet-planet semuanya tersusun rapi dan tidak terjadi pergeseran antara satu dengan lainnya lantas membuat kita berfikir siapakah Pengaturnya. Transit planet juga adalah kejadian langit antara tanda-tanda kekuasaan Allah. Maka semua ini membuat kita yakin dan percaya adanya yang Maha Pengatur dan Maha kuasa iaitu Allah S.W.T.

"Dan di antara ayat-ayat (tanda-tanda kekuasaan)-Nya ialah menciptakan langit dan bumi dan makhluk-makhluk yang melata yang Dia sebarkan keduanya. Dan Dia Maha Kuasa mengumpulkan semuanya apabila dikehendaki-Nya." (maksud ayat 29, Surah Asyura. Al-Quran dan terjemahannya).

"Dia menciptakan langit dan bumi dengan (tujuan) yang benar; Dia menutupkan malam atas siang dan menutupkan siang atas malam dan menundukkan matahari dan bulan, masing-masing berjalan menurut waktu yang ditentukan. Ingatlah Dialah Yang Maha Perkasa lagi Maha Pengampun." (maksud ayat 5, Surah Az Zumar. Al-Quran dan terjemahannya).

Akhirnya, orang ramai adalah dinasihatkan agar tidak melepaskan peluang melihat transit Zuhrah pada 8 Jun ini. Ia mungkin merupakan peristiwa sekali dalam seumur hidup bagi sesetengah kita, kerana selepas ini, akan berlaku lagi transit pada 2012. Selepas itu, kita terpaksa menanti 105 tahun untuk melihat transit Zuhrah yang seterusnya.

Jadual 3: Transit Planet Zuhrah 1 M – 3000 M bagi BSB, Brunei Darussalam

No	Tarikh	Bermula Ketika Matahari Terbit	I	II	Maksimum	III	IV	Berakhir Ketika Matahari Terbenam	Catatan*
	Tahun Bulan Hari	JJ:MM	JJ:MM:SS	JJ:MM:SS	JJ:MM:SS	JJ:MM:SS	JJ:MM:SS	JJ:MM	
1.	0060 Mei 23				11:14:45.6	14:58:40.6	15:12:51.0		
2.	0181 Nov 23	03:50.9				11:16:43.4	11:31:58.3		
3.	0303 Mei 24		11:14:34.5	11:28:56.9	15:10:11.5	18:52:14.9	19:06:43.4		
4.	0424 Nov 23	04:28.7				10:40:48.0	10:55:54.2		
5.	0546 Mei 24		15:13:43.3	15:28:15.1	19:07:00.6			16:56.2	
6.	0554 Mei 22		11:28:15.3		12:31:17.8		13:34:17.5		
7.	0667 Nov 24	04:59.6				09:57:00.7	10:12:12.4		
8.	0789 Mei 24								Tidak Nampak (23:16)
9.	0797 Mei 22		14:24:50.3	15:03:30.4	16:09:44.9	17:16:17.3	17:55:24.2		
10.	0910 Nov 24	05:23.7				08:58:18.8	09:13:47.5		
11.	1032 Mei 25	05:21.4				06:18:19.2	06:34:10.2		
12.	1040 Mei 22		17:41:20.4	18:07:54.9				17:44.5	
13.	1153 Nov 24	05:38.8				08:02:13.1	08:18:10.8		
14.	1275 Mei 26	05:34.2			06:24:45.5	09:42:30.3	09:58:39.7		
15.	1283 Mei 23								Tidak nampak (23:48)
16.	1396 Nov 24	05:49.0				06:36:54.6	06:53:48.7		
17.	1518 Mei 26		06:14:55.4	06:31:58.8	09:41:12.0	12:47:58.3	13:04:35.7		
18.	1526 Mei 24	05:42.4					05:55:50.2		
19.	1631 Dec 07		11:26:47.1	12:18:08.9	12:59:09.3	13:40:11.1	14:31:38.3		
20.	1639 Dec 05								Tidak nampak (02:26)
21.	1761 Jun 06		09:44:26.2	10:02:02.6	12:58:24.4	15:55:08.7	16:12:49.7		
22.	1769 Jun 04	05:45.5			06:08:41.3	08:59:51.3	09:18:18.3		
23.	1874 Dec 09		09:30:38.3	09:58:29.4	11:49:07.1	13:39:30.5	14:07:13.5		
24.	1882 Dec 07								Tidak nampak (01:06)
25.	2004 Jun 08		13:11:12.3	13:29:49.8	16:14:38.8			18:30.1	
26.	2012 Jun 06		06:13:17.7	06:31:08.0	09:31:42.9	12:30:18.9	12:47:46.1		
27.	2117 Dec 11		08:04:01.1	08:26:22.7	10:52:44.4	13:17:56.8	13:39:56.6		
28.	2125 Dec 09								Tidak nampak (00:01)
29.	2247 Jun 11		16:37:06.0	16:57:57.6				18:24.4	
30.	2255 Jun 09		09:13:34.1	09:30:20.6	12:38:58.4	15:47:35.4	16:04:21.8		
31.	2360 Dec 13		06:40:57.9	07:00:51.9	09:51:39.6	12:40:10.1	12:59:32.1		
32.	2368 Dec 10								Tidak nampak (22:45)
33.	2490 Jun 12								Tidak nampak (22:17)
34.	2498 Jun 10		11:53:48.7	12:09:54.2	15:25:16.5	18:42:45.0		18:12.4	
35.	2603 Dec 16	05:51.4			08:23:59.5	11:32:20.4	11:49:57.7		
36.	2611 Dec 13								Tidak nampak (21:34)
37.	2733 Jun 16								Tidak nampak (01:18)
38.	2741 Jun 13		14:37:53.7	14:53:26.4	18:17:52.5			17:55.8	
39.	2846 Dec 17	05:31.9			07:24:43.5	10:45:52.9	11:02:38.0		
40.	2854 Dec 14								Tidak nampak (20:19)
41.	2976 Jun 17								Tidak nampak (03:44)
42.	2984 Jun 14		17:05:35.8	17:20:51.4				17:33.8	

Tarikh dan waktu Topocentric transit di atas adalah bagi Negara Brunei Darussalam (UT + 8 Jam).

* Catatan tidak nampak bermakna transit tidak dapat dilihat dari kawasan Negara Brunei Darussalam. Waktu di dalam kurungan adalah waktu "geocentric" transit ketika maksimum.

(Sumber: Fred Espenak & Arnold Barmettler)

Rujukan

Al Quran dan terjemahannya. Medinah: Kompleks Pencetakan Al Qur'an Khadim al Haramin asy Syarifain Raja Fahd.

Arnold Barmettler. (2004). *CalSky* (web). <http://www.calsky.com/>

Astronomy (2003). *Explore the Universe: 10th anniversary edition 2004*. ms 54.

Astronomy (2004). *Viewing Venus in transit*, June 2004, ms 74.

Baharruddin Zainal (2003). *Ilmu falak: Teori, praktik dan hitungan*. Kuala Terengganu: Kolej Ugama Sultan Zainal Abidin.

Borneo Bulletin (akhbar), 6 Mei 2003. *Mercury to make rare transit of Sun*.

Borneo Bulletin (akhbar), 6 Mac 2004. *Starry date with Planet of Love*.

European Southern Observatory (2004). *Venus Transit 2004* (vresi web). <http://www.vt-2004.org/>

Fred Espenak (2004). *2004 Transits of Venus* (versi web). <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/OH/transit04.html>

Istituto Nautico ARTIGLIO (2004). *Compute your own transit for your place* (versi web). http://www.nauticoartiglio.lu.it/almanacco/trans_venus_en.htm

Levy, D.H. (2001). *Guide to the Night Sky*. Cambridge: Cambridge University Press.

Levy, D.H. (1995). *Skywatching*. London: Harper Collins Publisher.

Moore, P. (2000). *The observer's year: 366 Night of the Universe*. London: Springer-Verlag.

Ronan, C.A. & Dunlop, S. (1997). *The skywatcher's handbook*. London: Marshall Publishing.

Sky & Telescope. (2004). *Your guide to transit of Venus*. May 2004.

SkyMap Pro 10. (perisian). Chris Marriott.

Starrynight Pro 4.5.2. (perisian). SPACE.Holdings Corp.

University of Lancashire. (2004). *Transit of Venus: History* (versi web). <http://www.transit-of-venus.org.uk/history.htm>