

BAB II

TINJAUAN UMUM GERHANA

A. Pengertian Umum Gerhana

Gerhana merupakan persamaan kata *eclipse* (Inggris) atau *ekleipsis* (Yunani) atau *eklipsis* (Latin).¹ Gerhana dalam bahasa Arab disebut dengan *Kusuf* atau *Khusuf*.² *Kusuf* lebih dikenal untuk penyebutan gerhana Matahari (*Zawâlu dhau'u al-syams kullan awu juz'an bisababi i'tiradhi al-qamar bainal ardh wa al-syams*). Sedangkan *khusuf* lebih dikenal untuk penyebutan gerhana Bulan (*Zhihâbun dhau'u al-qamar khashatan kullan aw juz'an*). Kedua kata ini dalam bahasa Inggris populer dengan sebutan *eclipse*.³

Gerhana secara bahasa diartikan sebagai suatu kejadian dimana tertutupnya sumber cahaya oleh benda lain.⁴ Para ilmuwan falak telah menerangkan bahwa gerhana berlaku apabila terjadi persilangan antara orbit Bumi, Bulan dan Matahari.⁵ Dilihat dari segi astronomi gerhana merupakan tertutupnya arah pandang pengamatan benda langit oleh benda langit lainnya yang lebih dekat dengan pengamat.⁶ Gerhana juga bisa diartikan sebagai berkurangnya ketampakan benda atau hilangnya benda dari pandangan

¹ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi: Bismillah Publisher, cet. I, 2012, hal. 228.

² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, cet. I, 2012, hal. 105.

³ A. Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak (Panduan Lengkap dan Praktis)*, Jakarta: Amzah, cet. I, 2012, hal. 203.

⁴ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. II, 2008, hal. 471.

⁵ Muhammad Faizal bin Jani, *Muzakirah Ilmu Falak (Fi Ithna Asyara Syahran)*, Malaysia: UKM, 2011, hal. 83.

⁶ Slamet Hambali, *op. cit.*, hal. 229

sebagai akibat masuknya benda itu ke dalam bayangan yang dibentuk oleh benda lain.⁷

Definisi di atas menjelaskan bahwasannya gerhana jika dilihat dari segi bahasa, tidak hanya mengenai gerhana Matahari atau gerhana Bulan saja, melainkan seluruh bentuk terhalangnya cahaya dari sumbernya oleh benda lain. Namun jika definisi gerhana dikaitkan dengan pengetahuan umum di kalangan masyarakat luas, terutama masyarakat Islam yang memiliki orientasi ibadah, permasalahan gerhana hanya akan berkutat pada dua hal, yaitu gerhana Matahari dan gerhana Bulan.⁸

Gerhana Matahari atau *Kusuf al-Syams* (كسوف الشمس) adalah terhalangnya sinar Matahari yang menuju ke Bumi, karena terhalang oleh Bulan yang berada dalam satu garis lurus antara Bumi dan Matahari, atau piringan Bulan menutupi piringan Matahari dilihat dari Bumi baik sebagian atau seluruhnya. Walaupun Bulan lebih kecil, bayangan Bulan mampu melindungi cahaya Matahari sepenuhnya karena Bulan dengan jarak rata-rata 384.400 kilometer adalah lebih dekat kepada Bumi berbanding Matahari yang mempunyai jarak rata-rata 149.680.000 kilometer.⁹ Keadaan demikian ini hanya akan terjadi pada Bulan mati atau “*ijtimak*”¹⁰ serta posisi Matahari dan

⁷ Dendy Sugono (Pim. Red), *Kamus Bahasa Indonesia*, Jakarta: Pusat Bahasa, 2008, hal. 471.

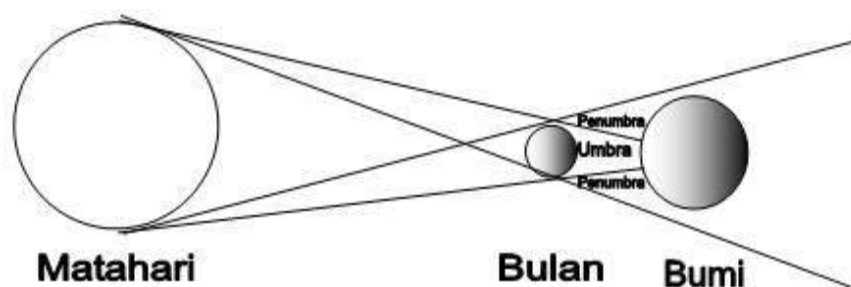
⁸ Yadi setiadi, *Akurasi Perhitungan Terjadinya Gerhana dengan Rubu'al-Mujayyab*, Skripsi Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2012, hal. 22.

⁹ Slamet Hambali, *op. cit.*, hal. 233.

¹⁰ Ijtimak atau dalam bahasa arab disebut dengan *Iqtiran* artinya “bersama” atau “kumpul”, yakni posisi Matahari dan Bulan memiliki bujur astronomis yang sama. Dalam istilah astronomi dikenal dengan nama *Conjunction* atau *New Moon*. Lihat Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, Yogyakarta: Buana Pustaka, cet. IV, tt, hal.138.

Bulan berada di sekitar titik simpul¹¹ (titik *haml* aries).¹² Peristiwa gerhana Matahari hanya dapat disaksikan oleh wilayah tertentu saja sedangkan gerhana Bulan dapat dilihat oleh seperdua permukaan Bumi yang menghadap ke Bulan.¹³

Gambar. 1: Ilustrasi terjadinya gerhana Matahari¹⁴



Gerhana Matahari dapat terjadi 2 sampai 5 kali dalam satu tahun, tetapi yang dapat menyaksikan hanyalah beberapa tempat di permukaan Bumi saja. Memperhatikan piringan Matahari yang tertutupi oleh Bulan pada gerhana Matahari, maka gerhana Matahari itu ada tiga macam, yaitu gerhana Matahari total, sebagian dan cincin.¹⁵

Gerhana Bulan terjadi ketika Bulan berada pada kedudukan oposisi (*istiqbal*), dimana Bulan berada pada salah satu titik simpul lainnya atau di dekatnya, sementara Matahari berada pada jarak bujur astronomi 180° dari posisi Bulan. Gerhana ini berarti hanya terjadi pada waktu Bulan purnama, berlawanan dengan kedudukannya pada waktu gerhana Matahari. Selain itu

¹¹ Titik simpul atau biasa disebut dengan titik Aries adalah titik perpotongan antara lingkaran ekuator dengan lingkaran ekliptika.

¹² Abdul Karim dan M. Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak (Teori dan Implementasi)*, Yogyakarta: Qudsi Media, cet. I, 2012, hal. 44.

¹³ I Made Sugita, *Ilmu Falak*, Jakarta: J.B. Wolters, 1951, hal. 77.

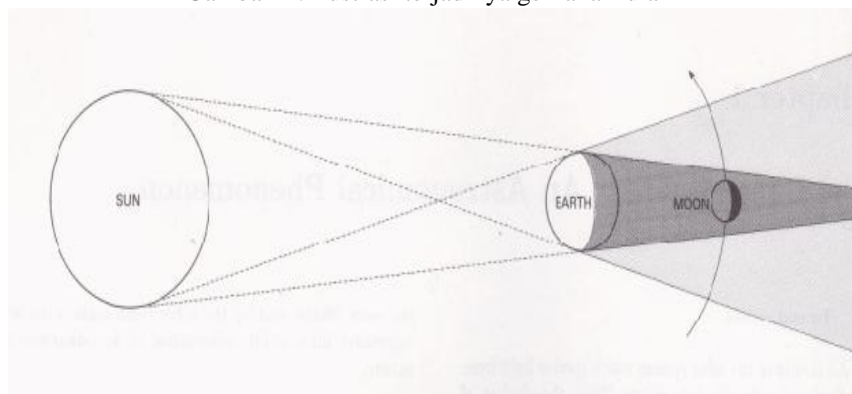
¹⁴ <http://rizmaamalia.wordpress.com/2012/03/03/proses-terjadinya-gerhana-matahari> diakses pada tanggal 15 April 2014 pukul 19:55 WIB.

¹⁵ Ahmad Izzuddin, *op. cit.*, hal. 113.

berarti pula, sebagaimana pada gerhana Matahari, bahwa Bulan pada waktu itu dalam peredarannya sedang memotong bidang ekliptika.¹⁶

Gerhana Bulan dapat terjadi 2 sampai 3 kali dalam setahun, sekali pun demikian, bisa saja tidak pernah terjadi gerhana Bulan sama sekali dalam setahun.¹⁷ Gerhana Bulan atau *khusuf al-qamar* (خسوف القمر) itu ibarat jatuhnya bayangan Bumi ke permukaan Bulan pada waktu Matahari Bumi dan Bulan dalam satu garis lurus atau saat sebagian atau seluruh piringan Bulan memasuki kerucut bayangan inti Bumi (umbra). Keadaan itu, menjadikan sinar Matahari tidak dapat menerobos ke Bulan karena terhalang oleh Bumi. Akibatnya, Bulan tidak dapat memantulkan sinar Matahari ke Bumi.¹⁸ Gerhana Bulan adalah hilangnya cahaya Bulan karena bayangan Bumi, dimana posisi Bulan Bumi dan Matahari berada pada satu garis lurus, karena cahaya Bulan yang tergantung terhadap cahaya Matahari.¹⁹

Gambar 2 : Ilustrasi terjadinya gerhana Bulan²⁰



¹⁶ Ichtijanto dkk, *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 1981, hal. 145-146.

¹⁷ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, loc. cit.

¹⁸ Abdul Karim dan M. Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak (Teori dan Implementasi)*, Yogyakarta: Qudsi Media, cet. I, 2012, hal. 37.

¹⁹ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Irsyâd al- Murîd*, Madura: Lafal, 2005, hal. 157.

²⁰ Rinto Anugraha, *Menyambut Gerhana Bulan Total 10 Desember 2011*, makalah disampaikan pada seminar dan observasi gerhana Bulan total 10 Desember 2011 di Masjid Agung Jawa Tengah.

Gerhana Bulan terbagi menjadi tiga macam yaitu gerhana Bulan semu, gerhana Bulan sebagian dan gerhana Bulan total. KH. Ahmad Ghozali dalam kitabnya tidak memperhitungkan terjadinya gerhana Bulan semu atau penumbra, karena gerhana ini tidak akan dapat dilihat dari Bumi kecuali dengan menggunakan teropong. Menurut KH. Ahmad Ghozali gerhana Bulan hanya ada dua macam yakni gerhana Bulan total dan gerhana Bulan sebagian.²¹

B. Tinjauan Syar'i terhadap Gerhana

Gerhana merupakan peristiwa yang langka dan tidak setiap gerhana yang terjadi dapat terlihat. Dalam agama Islam terdapat beberapa dalil yang dapat dijadikan sumber hukum gerhana, yaitu:

1) Dalil al-Qur'an

i. al-An'am: 96

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ
(96)

Artinya: "Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan (menjadikan) Matahari dan Bulan untuk perhitungan. Itulah ketetapan Allah Yang Maha Perkasa, Maha Mengetahui".²²

Firman Allah SWT "فالق الإصباح" "*dia menyingsingkan pagi*", adalah na'at (sifat) kepada nama Allah SWT. Maksudnya adalah dialah Allah, Tuhan kalian yang menyingsingkan pagi. Ada yang mengatakan bahwa maknanya adalah sesungguhnya Allah ialah yang menyingsingkan pagi. Kata "الصبح" dan "الصباح" artinya "*awal*

²¹Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *loc. cit.*

²²Departemen Agama Republik Indonesia, *al-Qur'an dan terjemahnya*, Jakarta: Sygma, hal. 140.

siang”. Begitu juga arti "الإصباح". Maksud ayat “*yang menyingsingkan pagi setiap hari*” adalah fajar. Kata "الإصباح" adalah masdar dari "أصبح". Maknanya adalah pemberi cahaya di kegelapan dan yang menghilangkan kegelapan tersebut.²³

Hasan, Isa bin Umar, Hamzah dan al-Kisa’i membaca lafadz *وجعل الليل سكنا* “*dan menjadikan malam untuk beristirahat*” tanpa menyertakan huruf *alif* dan membaca kata “اليل” dengan harakat fathah, sesuai dengan makna “فالق” di dua tempat di atas. Keduanya bermakna “*membelah*”. Sebab itu termasuk perkara yang telah terjadi. Oleh karenanya, diartikan seperti itu.²⁴

Makna kata *حسبانا* perhitungan yang terkait dengan kemaslahatan hamba. Ibnu Abbas ra berkata: “maksud firman Allah SWT *والشمس والقمر حسبانا* adalah dengan perhitungan. Makna dari ayat di atas adalah, bahwasannya Allah SWT telah menjadikan perjalanan Matahari dan Bulan dengan perhitungan yang tidak bertambah dan tidak berkurang (pasti).²⁵ Dengan itu semua Allah SWT menunjukkan kekuasaan dan keesaan-Nya kepada mereka, dan Allah ingin menunjukkan bahwasannya segala sesuatu yang terjadi di dunia ini adalah sesuai dengan kehendak-Nya. Maksud dari ayat “*menjadikan perjalanan Matahari dan Bulan dengan perhitungan yang tidak bertambah dan berkurang*” adalah bahwasannya Allah

²³ Syaikh Imam al-Qurthubi, *Tafsir al-Qurthubi*, Jakarta: Pustaka Azzam, Cet. I, 2008, hal. 113.

²⁴ *Ibid.*, hal. 115.

²⁵ *Ibid.*, hal. 116.

telah mengatur bagaimana Matahari dan Bulan bergerak, dan juga adanya gerhana Matahari ataupun Bulan telah diatur oleh Allah SWT dalam al-Qur'an.

ii. Yasin 38-40

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (38) وَالْقَمَرَ قَدَرْنَا
مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (39) لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ
وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (40)

Artinya: “Dan Matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Allah) Yang Maha Perkasa, Maha Mengetahui. Dan telah kami tetapkan tempat peredaran bagi Bulan, sehingga (setelah ia sampai ke tempat peredaran yang terakhir) kembalilah ia seperti bentuk tandan yang tua. Tidaklah mungkin bagi Matahari mengejar Bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.”²⁶

Ayat di atas memberi contoh kuasa Allah yang lain sekaligus memerinci dan menjelaskan kandungan ayat yang sebelumnya. Ayat di atas menjelaskan “Dan bukti yang lain sekaligus agar kamu mengetahui bagaimana Allah menjadikan bagian Bumi diliputi kegelapan adalah bahwa Matahari terus menerus beredar pada garis edarnya secara amat teratur sejak penciptaannya hingga kini. Akibat peredarannya itulah maka terjadi malam dan siang, serta gelap dan terang. Itulah pengaturan Tuhan Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui.”

Makna kata *مستقر* “*mustaqar*” terambil dari kata *قرار* “*qarâ*” yakni “*kemantapan/perhentian*”. Kata yang digunakan

²⁶ Departemen Agama Republik Indonesia, *op. cit.*, hal. 442.

dalam ayat ini dapat berarti “*tempat*” atau “*waktu*”. Dengan demikian kata ini dapat mengandung beberapa makna. Ia dapat berarti Matahari bergerak (beredar) menuju ke tempat perhentianya atau sampai waktu perhentianya, atau agar dia mencapai tempat atau waktu perhentianya. Bergerak menuju tempat perhentian dimaksud adalah peredarannya setiap hari di garis edarnya dalam keadaan sedikit pun tidak menyimpang hingga dia terbenam, atau dalam arti bergerak terus-menerus sampai waktu yang ditetapkan oleh Allah untuk perhentian gerakannya, yakni pada saat dunia akan kiamat, atau peredarannya itu bertujuan agar ia sampai pada waktu atau tempat yang ditentukan untuknya.²⁷

Kata *تقدير* “*taqdir*” digunakan dalam arti menjadikan sesuatu memiliki kadar serta sistem tertentu dan teliti. Ia juga berarti menetapkan kadar sesuatu, baik yang berkaitan dengan materi, maupun waktu. Kata yang digunakan ayat di atas, mencakup kedua makna tersebut. Allah menetapkan bagi Matahari kadar sistem perjalanan/peredarannya yang sangat teliti dan dalam saat yang sama Yang Maha Kuasa itu mengatur dan menetapkan pula kadar waktu bagi peredarannya itu. Penggunaan kata *تقدير* “*taqdir*” oleh ayat ini, menunjukkan bahwa dalam bahasa al-Qur’an kata *taqdir* digunakan dalam konteks uraian tentang hukum-hukum Allah yang berlaku di

²⁷ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah (Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur’an)*, Jakarta: Lentera Hati, cet. II, 2004, hal. 540.

alam raya, disamping hukum-hukum-Nya yang berlaku bagi manusia.²⁸

Dalam tafsir al-Maraghi dijelaskan bahwasannya Matahari beredar mengelilingi poros peredarannya yang tetap, bahwa Matahari mengelilinginya sesuai dengan aturan astronomisnya. Memang telah terbukti bahwa Matahari itu ternyata melakukan rotasi (berputar pada dirinya sendiri) pada sumbunya kira-kira 200 mil per detik dan masing-masing Bumi, Matahari maupun Bulan beredar pada falaknya bagaikan berenang ikan dalam air.²⁹

Kata *يسبحون* “*yasbahūn*” pada mulanya berarti “*mereka berenang*”. Ruang angkasa diibaratkan oleh al-Qur’an dengan samudra yang besar. Benda-benda langit diibaratkan dengan ikan-ikan yang berenang di lautan lepas itu. Allah melukiskan benda-benda itu dengan kata yang digunakan bagi yang berakal. Ini agaknya untuk mengisyaratkan ketundukan benda-benda langit itu kepada ketentuan dan takdir yang ditetapkan Allah atasnya.³⁰

Ayat di atas juga menjelaskan bahwasannya Allah SWT sebagai pencipta langit dan Bumi menjadikan garis edar sendiri-sendiri bagi Matahari maupun Bulan, yang masing-masing beredar. Sehingga yang satu tidak menutupi cahaya lainnya kecuali pada saat-

²⁸ *Ibid.*, hal. 541.

²⁹ Ahmad Musthafa al-Maraghi, *Tafsir al-Maraghi*, Semarang: PT. Karya Toha Putra, cet. II, 1993, hal. 12.

³⁰ M. Quraish Shihab, *op. cit.*, hal. 543.

saat tertentu saja ketika terjadi gerhana Matahari ataupun gerhana Bulan.³¹

iii. al-Qiyamah 8

وَحَسَفَ الْقَمَرُ (8) وَجُمِعَ الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ (9)

Artinya: “Dan apabila Bulan telah hilang cahayanya”

Firman Allah SWT “*wa khasafa al-Qomar*”, maksudnya “*dzhaba dhau’uhu*” (hilang cahayanya). Di dunia ini cahaya yang hilang akan kembali lagi, lain halnya di akhirat. Cahaya itu tidak akan kembali lagi. Bisa juga bermakna *ghâba*. Contoh lain firman Allah SWT, “*wa khasafna bihî wa bidârihil ardl*”, maka kami benamkanlah Qarun beserta rumahnya ke dalam Bumi.³²

Pertanyaan tentang datangnya kiamat, seperti yang diucapkan oleh pengingkar-pengingkarnya sebagai ejekan, dijawab dengan ancaman karena tujuan mengejek. Jawaban yang merupakan ancaman itu adalah dengan menjelaskan apa yang terjadi ketika itu serta apa yang akan dialami oleh para pengingkar. Ayat di atas menyatakan “kiamat pasti datang *maka apabila terbelalak mata* karena ketakutan, *dan telah gerhana* yakni hilangnya sama sekali cahaya *Bulan, dan telah dihimpun Matahari dan Bulan*. Ketika itulah terjadi kiamat.³³

³¹ Ahmad Musthafa al- Maraghi, *op. cit.*, hal. 16.

³² Syaikh Imam al-Qurthubi, *op. cit.*, hal. 612.

³³ M. Quraish Shihab, *op. cit.*, hal. 533.

Sementara ulama memahami penghimpunan Matahari dan Bulan dalam arti keduanya terbit dan muncul bersama-sama dari arah Barat Daya atau keduanya dihimpun dalam keadaan tidak bercahaya. Memang, cahaya Bulan bersumber dari cahaya Matahari, tetapi penekanannya di sini adalah ketiadaan lagi manfaat keduanya.³⁴

2) Dalil al-Hadis

i. Hadis Riwayat Imam Bukhari

حدثنا عبدالله بن محمد قال : حدثنا هاشم بن القاسم قال : حدثنا شيبان ابومعاوية عن زياد بن علاقة عن المغيرة بن شعبة قال : كسفت الشمس على عهد رسول الله ص.م، يوم مات ابراهيم فقال الناس كسفت الشمس لموت ابراهيم، فقال رسول الله ص.م: انّ الشمس والقمر لاينكسفات لموت أحد ولا لحياته، فإذا رأيتم فصلوا وادعوا الله (رواه البخاري)³⁵

Artinya: Abdullah bin Muhammad bercerita kepada kita: Hasyim bin al-Qasim bercerita kepada kita: Syaiban Abu Mu'awiyah bercerita kepada kita dari Ziad bin 'Ilaqoh dari Mughiroh bin Syu'bah berkata: ketika Nabi Muhammad SAW masih hidup, gerhana Matahari terjadi pada hari yang bersamaan dengan wafatnya Ibrahim (putra Nabi SAW). Orang-orang pun berkata bahwa gerhana Matahari terjadi karena meninggalnya Ibrahim. Maka kemudian Rasulullah SAW bersabda, "Sesungguhnya gerhana Matahari dan Bulan terjadi bukan karena kematian atau kelahiran seseorang, maka ketika kalian melihat gerhana, shalatlah dan berdoalah kepada Allah". (HR. Bukhari).

³⁴ *Loc. cit.*

³⁵ Imam Bukhari, *Sahih Bukhari*, Libanon: Baerut, Cet I, Juz I, 1992, hal. 316.

Hadits di atas menunjukkan bahwa ketika terjadi gerhana—baik gerhana Matahari maupun gerhana Bulan—Rasulullah SAW menganjurkan kepada kita untuk melaksanakan salat gerhana, memperbanyak do'a, memperbanyak takbir dan memperbanyak sedekah. Hal ini membuktikan akan pentingnya fenomena gerhana ini karena dapat meningkatkan ketaqwa'an seseorang kepada Allah SWT.

C. Macam-Macam Gerhana Matahari

Memperhatikan piringan Matahari yang tertutupi oleh Bulan pada gerhana Matahari, maka gerhana Matahari itu ada tiga macam, yaitu gerhana Matahari total, cincin dan sebagian.³⁶

1. Gerhana Matahari total atau sempurna atau *kulliy* terjadi manakala posisi Bulan dengan Bumi pada jarak yang dekat, sehingga bayangan kerucut (umbra) bulan menjadi panjang dan dapat menyentuh permukaan Bumi, serta Bumi-Bulan-Matahari berada pada satu garis lurus.
2. Gerhana Matahari cincin atau *halqiy* terjadi manakala antara posisi Bulan dengan Bumi pada jarak yang jauh, sehingga bayangan kerucut (umbra) bulan menjadi pendek dan tidak dapat menyentuh permukaan Bumi, serta posisi Bumi-Bulan-Matahari berada pada posisi satu garis lurus. Ketika itu diameter Bulan lebih kecil daripada diameter Matahari, sehingga ada bagian tepi piringan Matahari yang masih terlihat dari Bumi.
3. Gerhana Matahari sebagian atau *ba'dliy* terjadi manakala antara posisi Bulan dengan Bumi pada jarak yang dekat, sehingga bayangan kerucut

³⁶ Muhyiddin Khazin, *op. cit.*, hal. 188.

(umbra) Bulan menjadi panjang dan dapat menyentuh permukaan Bumi, tetapi Bumi-Bulan-Matahari tidak tepat pada satu garis lurus.³⁷

4. Gerhana Matahari *hybrid* (disebut juga gerhana sebagian/total) merupakan pergeseran antara gerhana total dan sebagian. Pada beberapa tempat di permukaan Bumi tampak sebagai gerhana total, sedangkan di tempat lainnya tampak sebagai gerhana sebagian. Gerhana Hybrid ini terhitung langka.³⁸

D. Syarat-Syarat Terjadinya Gerhana Matahari

Gerhana Matahari pasti terjadi saat konjungsi atau *ijtima'*, tetapi tidak setiap *ijtima'* terjadi gerhana Matahari. Begitu pula hal ini berlaku untuk gerhana Bulan, yaitu bahwa tidak setiap *istiqbal* akan terjadi gerhana Bulan. Bidang elips lintasan Bumi dengan bidang ekliptika membentuk sudut 0° karena kedua bidang ini berimpit. Sedangkan bidang lintasan Bulan dan bidang ekliptika tidak berimpit, melainkan membentuk sudut sebesar $5^\circ 8'$.³⁹

Dalam kitab *al-Khulashah al-Wafiyah* disebutkan syarat terjadinya gerhana Matahari, yaitu :

- ◆ jika harga mutlak lintang Bulan $> 1:32:02$ maka tidak terjadi gerhana Matahari
- ◆ jika harga mutlak lintang Bulan $< 1:24:10$ maka pasti terjadi gerhana Matahari

³⁷ *Ibid*, hal. 188-189.

³⁸ Diterjemahkan dari teks bahasa inggris yang berbunyi, “A **hybrid eclipse** (also called **annular/total eclipse**) shifts between a total and annular eclipse. At certain points on the surface of Earth it appears as a total eclipse, whereas at other points it appears as annular. Hybrid eclipses are comparatively rare”. Diakses di http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_eclipse, pada tanggal 28 Mei 2014 pukul 11.35 WIB.

³⁹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, op. cit., hal. 188.

- ♦ dan jika harga mutlak lintang Bulan $< 1:32:02$ dan $> 1:24:10$ maka ada kemungkinan terjadi gerhana Matahari.⁴⁰

Sedangkan dalam kitab *Irsyâd al-Murîd* dijelaskan bahwa syarat terjadinya gerhana Matahari adalah ketika nilai F atau *Hissotul 'Ardli* (selisih posisi Bulan dan Matahari ketika Matahari terbenam) berada di antara:

Tabel. 4 : Nilai F sebagai syarat penentu terjadinya gerhana Matahari⁴¹

Nilai <i>Hissotul 'Ardli</i>
00° s/d 020°
160° s/d 200°
340° s/d 360°

E. Periode Saros Gerhana

Gerhana Matahari dan Bulan memiliki keteraturan setelah suatu periode waktu selama 223 lunasi (1 lunasi = rata-rata 1 Bulan sinodik = 29 hari 12 jam 44 menit 3 detik) atau sekitar $6585 \frac{1}{3}$ hari, yaitu 18 tahun, 10 atau 11 hari dan 8 jam. Periode inilah yang dinamakan periode saros.⁴²

Apabila dibandingkan dengan gerhana Bulan, maka gerhana Matahari terjadi lebih sering. Seandainya 8 kali terjadi gerhana, maka lima adalah gerhana Matahari dan yang tiga adalah gerhana Bulan. Hanya saja banyak orang beranggapan bahwa gerhana Bulan sering terjadi dari pada gerhana Matahari

⁴⁰ Lihat Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, op. cit., hal. 197.

⁴¹ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, Op. Cit., hal. 185.

⁴² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya)*. Semarang: Komala Grafika, 2006, hlm. 85.

karena gerhana Bulan dapat dilihat hampir dari 2/3 permukaan Bumi yang mengalami malam hari, sedangkan gerhana Matahari hanya bisa dilihat di daerah yang tidak terlalu luas di permukaan Bumi yang mengalami siang hari.⁴³

F. Macam-Macam Sistem *Hisab* Gerhana

Hisab Gerhana Matahari memiliki tingkat keakurasian dari yang jauh dari akurat sampai yang paling akurat. Jika dilihat dari tingkat akurasinya, maka *hisab* gerhana dapat dikelompokkan ke dalam lima tingkatan, yaitu:

1. *Hisab Urfi*

Hisab urfi hanya didasarkan kepada kaidah-kaidah umum dari gerak atau perjalanan bulan mengelilingi Bumi dalam satu bulan sinodis, yakni satu masa dari *ijtimak*/konjungsi yang satu ke konjungsi lainnya. *Hisab* ini dinamakan *hisab urfi* karena perhitungannya didasarkan pada kaidah-kaidah yang bersifat tradisional, yaitu hanya didasarkan pada garis-garis besarnya saja. Sistem perhitungan *hisab urfi* ini senantiasa menggunakan bilangan tetap yang tidak pernah berubah. Oleh karena itu, terkadang hasil perhitungannya berbeda dengan hasil dari perhitungan *hisab hakiki*.

2. *Hisab hakiki*

Hisab hakiki adalah sistem *hisab* yang didasarkan pada peredaran Bulan dan Bumi yang sebenarnya. Sejarah *hisab hakiki* dapat dirunut dari sejarah *hisab hakiki taqribi*, karena dalam konteks Indonesia *hisab hakiki* dapat dikelompokkan menjadi tiga generasi,

⁴³ Ahmad Izzuddin, *Ibid.*, hal. 110.

yaitu *hisab hakiki taqribi* dan *hisab hakiki tahkiki* dan *hisab hakiki kontemporer*.⁴⁴

a. *Hisab hakiki taqribi*

Hisab hakiki taqribi, sesuai dengan julukannya, hasilnya baru mendekati kebenaran, dan sistemnya sangat sederhana. *Hisab hakiki taqribi* ini dapat dihitung dan diselesaikan tanpa kalkulator dan komputer, karena sistem perhitungannya kebanyakan hanya menambah dan mengurangi belum menggunakan rumus-rumus segitiga bola. *Hisab hakiki taqribi* adalah *hisab* yang datanya bersumber dari data yang telah disusun dan telah dikumpulkan oleh Ulugh Beyk As-Syamarqand (wafat 1420 M). Data ini merupakan hasil pengamatannya yang didasarkan pada teori Geosentris (Bumi sebagai pusat peredaran benda-benda langit).

Sistem *hisab hakiki taqribi* ini dapat dijumpai dalam kitab *as-Sulam an-Naiyyirain* karya Manshur al-Battawiy, *Fathu Rauf al-Mannan* karya Abdul Djalil Kudus, dan dalam kitab *al-Khulashah al-Wafiyah* karya Zubair Umar al-Jaelany. Dalam kitab *as-Sulam an-Naiyyirain* dan kitab *Fathu Rauf al-Mannan*, sistem *hakiki taqribi* sudah final, sedangkan dalam kitab *al-Khulashah al-Wafiyah*, sistem *hakiki taqribi* belum final, baru proses awal yang harus dilalui untuk melakukan *hisab hakiki tahkiki*.

⁴⁴ Disampaikan pada Seminar sehari oleh Drs Slamet Hambali, yang diselenggarakan oleh Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, hari Sabtu, 7 Nopember 2009 di Kampus IAIN Walisongo Semarang. Lihat Wahyu Fitria, *Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab al-Khulashah al-Wafiyah dan Ephemeris*, Skripsi Sarjana Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2011, td, hal. 8-9.

b. *Hisab hakiki tahkiki*

Hisab hakiki tahkiki, merupakan lanjutan dari *hisab hakiki taqribi*. Dalam *hisab hakiki tahkiki* proses perhitungannya mendetail, dengan menggunakan rumus-rumus segitiga bola. *Hisab hakiki tahkiki* adalah *hisab* yang metode perhitungannya berdasarkan data astronomis yang diolah dengan *spherical trigonometry* (ilmu ukur segi tiga bola) dengan koreksi-koreksi gerak Bulan maupun Matahari yang sangat teliti. Dalam menyelesaikan perhitungannya digunakan alat-alat perhitungan misalnya kalkulator ataupun komputer. Salah satu kitab yang membahas perhitungan gerhana Bulan yang sudah menggunakan sistem ini adalah *Nūr al-Anwār* karya Noor Ahmad Jepara dan *al-Khulashah al-Wafiyah* karya Zubair Umar al-Jaelany Salatiga. Meskipun kitab-kitab tersebut perhitungannya termasuk sistem *hisab hakiki tahkiki*, akan tetapi pada dasarnya sistem *hisab* yang ada pada kitab-kitab falak tergolong klasik. Karena metode perhitungannya hanya terbatas pada pemikiran pengarang dari kitab tersebut. Sedangkan dalam segi astronomi, ilmu *hisab* terus berkembang tanpa ada keterbatasan.

c. *Hisab hakiki kontemporer*

Hisab hakiki kontemporer, adalah sebagaimana sistem *hisab hakiki tahkiki* yang diprogram dalam komputer yang sudah disesuaikan dengan perkembangan ataupun temuan-temuan baru.

Dan sistem *hisab* ini adalah sistem *hisab* yang paling menonjol dan banyak digunakan oleh ahli falak sekarang ini. *Hisab* kontemporer sendiri terbagi dalam beberapa model; ada yang berbentuk data yang disajikan dalam bentuk tabel seperti *Astronomical Almanac* dan *Ephemeris*, sedangkan yang lain dalam sebuah program komputer seperti *mawaqiit* karya Ing Khafid.

G. *Hisab* Gerhana Matahari Lokal dan Global

Metode perhitungan gerhana Matahari itu dibedakan menjadi dua, ada yang bersifat lokal dan global.⁴⁵ Gerhana Matahari lokal (toposentris) atau gerhana toposentrik merupakan gerhana yang dalam konsep perhitungannya mengikutsertakan markaz dengan mencantumkan lintang dan bujur suatu daerah. Waktu terjadinya gerhana tersebut dalam satu waktu daerah akan berbeda. Sebaliknya gerhana Matahari Global (geosentris) yaitu gerhana yang tidak menggunakan markaz daerah. Waktu terjadinya gerhana apabila masih dalam satu waktu daerah maka tetap sama. Misalnya waktu gerhana di Semarang adalah pukul 13:00 WIB maka di Jakarta tetap pukul 13:00 WIB karena masih dalam satu waktu daerah WIB (Waktu Indonesia Barat). Adapun kitab falak KH. Ahmad Ghozali yang bersifat lokal seperti *At-Taqyidat al-Jaliyah*, *Faidl al-karîm*, *Bughyat ar-Rafîq*, *Anfa' al-Washilah*, *Tsamarat al-Fikar*, *Bulugh al-Wathar*, *Ad-durul al-Anîq* dan *Maslak al-Qashid*. Sedangkan kitab falak beliau yang bersifat global ialah kitab *Irsyâd al-Murîd*.

⁴⁵ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, Op. Cit., hal. 185.

H. Perhitungan Gerhana Matahari Menurut Jean Meeus

Sebelum membahas langkah-langkah mencari gerhana Matahari pada buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus, perlu diketahui bahwa perhitungan tersebut sudah termasuk perhitungan sistem *hisab hakiki tahkiki* kontemporer, yang artinya sudah menggunakan matematika modern yang sudah disesuaikan dengan temuan-temuan baru. Dalam kata lain, langkah-langkah perhitungan tersebut tidak berbentuk tabel, tetapi berisi rumus-rumus yang langsung dioperasikan dan dihitung menggunakan kalkulator.

Jean Meeus adalah seorang ahli astronomi, maka perhitungan gerhana Matahari dalam bukunya tidak menggunakan konversi dari kalender Hijriyah ke Masehi, tetapi langsung mencari bulan-bulan di tahun Masehi. Adapun tahap-tahap mencari gerhana Matahari dalam buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus adalah sebagai berikut:

1. Menghitung k

$$k = (\text{tahun}-2000) \times 12,3685^{46}$$

Rumus untuk mencari k di atas adalah rumus pendekatan. “Tahun” yang digunakan dalam rumus di atas adalah tanggal yang dinyatakan dalam tahun.

Nilai integer k menyatakan *new moon*. Jika ingin menghitung:

- First Quarter (*tarbi' awal*) maka $k + 0,25$
- Full moon (*istiqbal*) $k + 0,5$
- Last quarter (*tarbi' tsani*) $k + 0,75$

⁴⁶ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, Virginia: Willmann Bell. Inc, 1991, hal 320.

Keterangan di atas bila dijadikan rumus adalah seperti di bawah ini:

$$K = \text{INT}(((\text{TAHUN} + \text{BULAN}/12) - 2000) \times 12,3685)$$

2. Menghitung JDE (Julian Day Ephemeris)

JDE adalah waktu terjadinya *new moon* (yang ingin dicari) dinyatakan dalam *Julian Day* dalam waktu ephemeris (ET) atau waktu dinamik (DT).

$$T = K/1236,85^{47}$$

$$\begin{aligned} \text{JDE} = & 2451550,09765 + 29,530588853 \times k + 0,0001337 \times T^2 - 0,000000150 \times \\ & T^3 + 0,00000000073 \times T^4^{48} \end{aligned}$$

3. Menghitung M

M adalah *sun's mean anomaly* pada waktu JDE

$$M = 2,5534 + 29,10535669 \times k - 0,0000218 \times T^2 - 0,00000011 \times T^3^{49}$$

Hasil M adalah satuan derajat, dan harus dirubah menjadi satuan radian maka caranya harus dirubah menjadi bilangan derajat antara $0^\circ - 360^\circ$ kemudian baru dirubah ke radian:

$$= M \times \pi/180$$

Jika hasil M negatif, semisal $-8234,262544$ derajat. Untuk merubah menjadi radian, caranya adalah cari kelipatan 360 (positif) yang mendekati nilai M dan lebih besar, yaitu 8280.

$$8280 - 8234,262544 = 45,73745559 \text{ derajat}$$

⁴⁷ *Ibid.*

⁴⁸ *Ibid*, hal. 319.

⁴⁹ *Ibid*, hal. 320.

$$= 45,73745559 \times \pi/180$$

$$= 0,798269192 \text{ radians}$$

4. Menghitung M'

M' adalah *moon's mean anomaly*.

$$M' = 201,5643 + 385,81693528 \times k + 0,0107438 \times T^2 + 0,00001239 \times T^3 - 0,000000058 \times T^4$$
⁵⁰

Jika hasil derajat M' negatif, maka caranya seperti di atas, begitu juga untuk perhitungan-perhitungan selanjutnya.

5. Menghitung F

F adalah *argumen latitude bulan*.

$$F = 160,7108 + 390,67050274 \times k - 0,0016341 \times T^2 - 0,00000227 \times T^3 + 0,000000011 \times T^4$$
⁵¹

Selanjutnya mencari kemungkinan terjadinya gerhana. Jadi nilai F pasti terjadi gerhana jika nilai F antara $0^\circ - 13^\circ 54'$, $166^\circ 6' - 193^\circ 54'$, atau $346^\circ 6' - 360^\circ$. Dan apabila nilai F antara $14^\circ - 21'$, $159^\circ - 165^\circ$, $194^\circ - 201^\circ$, atau $339^\circ - 345^\circ$ ini bisa terjadi gerhana bisa juga tidak terjadi gerhana.

6. Menghitung Ω

Ω adalah bujur astronomi Bulan dari *ascending node* ('*uqdah sho'idah*) atau titik simpul naik orbit Bulan.

$$\Omega = 124,7746 - 1,56375580 \times k + 0,0020691 \times T^2 + 0,00000215 \times T^3$$
⁵²

⁵⁰*Ibid.*

⁵¹*Ibid.*

7. Menghitung E

E adalah eksentrisitas orbit Bumi mengitari matahari yang telah dikoreksi dengan T.

$$E = 1 - 0,002516 \times T - 0,0000074 \times T^2$$

8. Kemudian menghitung koreksi untuk mengetahui tengah gerhana⁵³

1. Koreksi pertama dengan rumus:

$$= -0,4075 \times \sin M'$$

2. Koreksi kedua dengan rumus:

$$= 0,1721 \times E \times \sin M$$

3. Koreksi ketiga dengan rumus:

$$= 0,0161 \times \sin (2 \times M')$$

4. Koreksi keempat dengan rumus:

$$= -0,0097 \times \sin (2 \times F1)$$

5. Koreksi kelima dengan rumus:

$$= 0,0073 \times E \times \sin (M' - M)$$

6. Koreksi keenam dengan rumus:

$$= -0,0050 \times E \times \sin (M' + M)$$

7. Koreksi ketujuh dengan rumus:

$$= -0,0023 \times \sin (M' - (2 \times F1))$$

8. Koreksi kedelapan dengan rumus:

$$= 0,0021 \times E \times \sin 2M$$

⁵²*Ibid.*

⁵³*Ibid.*, hal. 350.

9. Koreksi kesembilan dengan rumus:

$$= 0.0012 \times \sin (M' + (2 \times F1))$$

10. Koreksi kesepuluh dengan rumus:

$$= 0.0006 \times E \times \sin (2 \times M' + M)$$

11. Koreksi kesebelas dengan rumus:

$$= -0.0004 \times \sin (3 \times M')$$

12. Koreksi keduabelas dengan rumus:

$$= -0.0003 \times E \times \sin (M + (2 \times F1))$$

13. Koreksi ketigabelas dengan rumus:

$$= 0.0003 \times \sin A1$$

14. Koreksi keempatbelas dengan rumus:

$$= -0.0002 \times E \times \sin (M - (2 \times F1))$$

15. Koreksi kelimabelas dengan rumus:

$$= -0.0002 \times E \times \sin (2 \times M' - M)$$

16. Koreksi keenambelas dengan rumus:

$$= -0.0002 \times \sin \Omega$$

17. Menjumlahkan nilai koreksi

$$= \text{Koreksi 1 s/d koreksi 16}$$

Dalam bukunya Jean Meeus mengatakan bahwa koreksi tengah gerhana tersebut jika digunakan untuk menghitung gerhana antara tahun 1951 – 2050 mempunyai kesalahan rata-rata 0,36 menit (21,6 detik), sedangkan kesalahan maksimal mencapai 1,1 menit.

Selanjutnya untuk mengetahui waktu permulaan gerhana dan akhir gerhana, dibutuhkan beberapa element yang perlu dihitung. Elemen – elemen tersebut adalah P, Q, W, Y, dan U yang dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai P dengan koreksi-koreksi sebagai berikut:⁵⁴

a. Koreksi nilai P pertama dengan rumus:

$$= 0.2070 \times E \times \sin M$$

b. Koreksi nilai P kedua dengan rumus:

$$= 0.0024 \times E \times \sin 2M$$

c. Koreksi nilai P ketiga dengan rumus:

$$= -0.0392 \times \sin M'$$

d. Koreksi nilai P keempat dengan rumus:

$$= 0.0116 \times \sin 2M'$$

e. Koreksi P kelima dengan rumus:

$$= -0.0073 \times E \times \sin (M' + M)$$

f. Koreksi P keenam dengan rumus:

$$= 0.0067 \times E \times \sin (M' - M)$$

g. Koreksi P ketujuh dengan rumus:

$$= 0.0118 \times \sin (2 \times F1)$$

h. Mencari nilai P dengan rumus:

$$= P1 \text{ s/d } P7$$

2. Menghitung nilai Q dengan koreksi-koreksi sebagai berikut:⁵⁵

⁵⁴ *Ibid.*, hal 351.

a. Koreksi nilai Q pertama dengan rumus:

$$= -0.0048 \times E \times \cos M$$

b. Koreksi nilai Q kedua dengan rumus:

$$= 0.0020 \times E \times \cos 2M$$

c. Koreksi nilai Q ketiga dengan rumus:

$$= -0.3299 \times \cos M'$$

d. Koreksi nilai Q keempat dengan rumus:

$$= -0.0060 \times E \times \cos (M' + M)$$

e. Koreksi Q kelima dengan rumus:

$$= 0.0041 \times E \times \cos (M' - M)$$

f. Mencari nilai Q dengan rumus:

$$= 5.2207 + Q1 \text{ s/d } Q5$$

3. Mencari nilai W dengan rumus:

$$= \text{Abs} (\cos F1)^{56}$$

4. Mencari nilai Y dengan rumus:

$$= (P \times \cos x F1 + Q \times \sin F1) \times (1 - 0.0048 \times W)^{57}$$

5. Menghitung nilai U dengan koreksi-koreksi sebagai berikut:

a. Koreksi U pertama dengan rumus:

$$= 0.0046 \times E \times \cos M$$

b. Koreksi U kedua dengan rumus:

$$= -0.0182 \times \cos M'$$

c. Koreksi U ketiga dengan rumus:

⁵⁵ *Ibid.*

⁵⁶ *Ibid.*

⁵⁷ *Ibid.*

$$= 0.0004 \times \cos 2M'$$

d. Koreksi U keempat dengan rumus:

$$= 0.0005 \times \cos (M + M')$$

e. Mencari nilai U dengan rumus:

$$= 0.0059 + U1 \text{ s/d } U4$$

6. Mencari nilai magnitude gerhana dengan rumus:

$$= 1.5433 + U - \text{Abs } Y / 0.5461^{58}$$

7. Mencari *semi duration of partial phase*⁵⁹

Semi duration of partial phase adalah setengah durasi dari terjadinya gerhana Matahari mulai awal gerhana sampai dengan akhir gerhana. Sebelum menghitung *Semi duration of partial phase* ini diperlukan elemen-elemen seperti P dan N. Elemen-elemen tersebut dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P=1,0128-U$$

$$N=0,5458+0,04 \times \cos M'$$

Kemudian untuk menghitung *semi duration of partial phase* maka menggunakan rumus:

$$\frac{60}{N} \times \sqrt{p^2 - y^2}$$

8. Menghitung awal gerhana dan akhir gerhana

Awal gerhana=Tengah gerhana- *semi duration of partial phase*

Akhir gerhana=Tengah gerhana+ *semi duration of partial phase*

9. Mencari *semi duration of total phase*

⁵⁸ *Ibid*, hal. 352.

⁵⁹ *Ibid*., hal 353.

Semi duration of total phase adalah setengah durasi dari terjadinya gerhana Matahari mulai awal total gerhana sampai dengan akhir total gerhana. Sebelum menghitung *Semi duration of total phase* ini diperlukan elemen T. Elemen tersebut dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T=0,4678-U^{60}$$

Kemudian menghitung *semi duration of total phase* dengan rumus:

$$\frac{60}{N} x \sqrt{T^2 - y^2} \quad 61$$

10. Menghitung awal total gerhana dan akhir total gerhana

Awal total gerhana=Tengah gerhana- *semi duration of total phase*

Akhir total gerhana=Tengah gerhana+ *semi duration of total phase*

11. Menghitung JDE *Terrestrial Dynamical Time* (TDT) terkoreksi

JDE (TDT) = JDE + Koreksi tengah gerhana

12. Menghitung Delta T⁶²

$$\text{Delta T} = ((102,3 + 123,5 \times T + 32,5 \times T^2)/3600)$$

13. Menghitung JDE *Universal Time* (UT)

$$\text{JDE (UT)} = \text{JDE (TDT)} - \text{Delta T}^{63}$$

14. Mengkonversi JDE (UT) menjadi Waktu Lokal

Metode mengonversi JD menjadi Gregorian ini memberikan hasil yang valid walaupun untuk menghitung tahun “negatif” (sebelum masehi), yaitu dengan

⁶⁰*Ibid.*

⁶¹*Ibid.*

⁶²*Ibid*, hal. 73.

⁶³*Ibid.*

cara menambahkan JD dengan 0,5. Maka Z adalah hasil integer nilai tersebut dan f adalah hasil fraction atau desimalnya.

$$JDE UT + 0,5$$

Jika hasil $Z < 2299161$, maka $A = Z$, namun jika Z lebih ataupun sama dengan 2299161, maka menghitung:

$$\alpha = \text{INT}((Z - 1867216,25)/36524,25)$$

$$A = Z + 1 + \alpha - \text{INT}(\alpha/4)$$

Kemudian menghitung:

$$B = A + 1524$$

$$C = \text{INT}((B - 122,1)/365,25)$$

$$D = \text{INT}(365,25 \times C)$$

$$E = \text{INT}((B - D)/30,6001)^{64}$$

Tanggal terjadinya tengah gerhana bisa diketahui dengan menghitung rumus di bawah ini:

$$\text{tanggal} = B - D - \text{INT}(30,6001 \times E)$$

Jam terjadinya tengah gerhana bisa diketahui dengan merubah nilai f yang merupakan desimal dari Julian Day menjadi satuan jam dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Jam} = F \times 24$$

Bulan (m) terjadinya tengah gerhana bisa diketahui dengan:

⁶⁴*Ibid*, hal 63.

Jika $E < 14$, maka $m = E - 1$

Jika $E = 14$ atau 15 , maka $m = E - 13$

Tahun terjadinya tengah gerhana bisa diketahui dengan menghitung:

Jika $m > 2$, maka $y = C - 4716$

Jika $m = 1$ atau 2 , maka $y = C - 4715$.