

BAB III

METODE HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB *AL-KHULASHAH AL-WAFIYYAH* DAN EPHEMERIS

A. BIOGRAFI INTELEKTUAL ZUBAIR UMAR AL-JAELANY

Zubair Umar al-Jaelany adalah seorang ulama' dan juga akademisi yang terkenal sebagai pakar ilmu falak. Beliau lahir di Bojonegoro, tepatnya di Desa Padangan Kecamatan Padangan Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur yang bertepatan pada Hari Rabu Pahing tanggal 16 September 1908 M.¹

Beliau seorang yang gigih, tekun, ulet dan bijaksana serta penuh kewibawaan. Dalam kehidupan sehari-hari beliau adalah seorang sosok yang sangat disiplin terhadap waktu, meskipun demikian beliau tidak fanatik dalam pendidikan.²

Dalam dunia pendidikan, hampir seluruhnya beliau tempuh dalam pendidikan tradisional yakni madrasah dan pondok pesantren, termasuk mukim *li-thalab al-ilmi* di Makkah al-Mukarromah pada waktu menjalankan ibadah haji. Karena pada masa itu pesantren merupakan satu-satunya lembaga pendidikan yang tersedia untuk masyarakat pribumi di pedesaan.

Beliau memulai pendidikannya dari Madrasah Ulum yang ditempuh selama lima tahun, yaitu tahun 1916-1921 M. Setelah itu beliau melanjutkan pendidikannya di dunia pesantren, yaitu di Pondok Pesantren Termas Pacitan

¹ Daftar riwayat hidup yang ditulis sendiri oleh Zubair Umar al-Jaelany tertanggal 22 Maret 1976, hlm 1.

² Hasil wawancara dengan Bapak Drs. Anshori yang merupakan putra mantu dari Zubair Umar al-Jaelany, pada tanggal 11 Oktober 2010 di Salatiga.

selama 4 tahun, mulai tahun 1921 sampai tahun 1925 M. Kemudian Pondok Pesantren Simbang Kulon, Pekalongan tahun 1925 – 1926 M dan Pondok Pesantren Tebu Ireng Jombang tahun 1926 – 1929 M.³

Setelah mengenyam pendidikan di Pondok Pesantren Tebuireng, beliau melanjutkan sekolahnya ke Makkah al-Mukarromah selama lima tahun (1930-1935 M). Setelah sebelumnya menikah dengan Jainab yang lahir di Salatiga pada tanggal 6 Januari 1916 M pada tanggal 15 September 1929 M di Kenaiban Suruh Salatiga.

Selama bermukim di Makkah beliau belajar pada seorang guru ahli di bidang hisab yang bernama *Umar Hamdan*. Dengan kitab rujukan *al-Matlaus Said fi Hisab al-Kawakib 'Ala Rushdi al-Jadid* karya Husain Zaid al-Mirsa dengan markaz mesir dan *al-Manahij al-Hamidiyah* karya Abdul Hamid Mursy dengan markaz mesir.⁴ Setelah mahir di bidang ilmu falak, beliau menyusun kitab *al-Khulashah al-Wafiyyah* (kesimpulan yang sempurna). Menurut penuturan bapak Slamet Hambali, beliau menyusun kitab *al-Khulashah al-Wafiyyah* saat beliau bermukim di Makkah.⁵

Dalam kehidupannya, beliau banyak terlibat secara aktif di lembaga-lembaga negara. Adapun jabatan beliau yang pernah didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Penghulu (Hakim) pada Pengadilan Negeri Salatiga, tahun 1945 – 1947.

³ Daftar riwayat hidup, *Loc. Cit.*

⁴ Ahmad Izzuddin, *Zubair Umar al-Jaelany dalam Sejarah Pemikiran Hisab Rukyah di Indonesia*, Laporan Penelitian Individual IAIN Walisongo Semarang, 2002, hlm 63.

⁵ Hasil wawancara dengan Bapak Drs Slamet Hambali yang merupakan salah satu murid beliau yang melanjutkan kepekarannya di bidang ilmu falak, pada tanggal 12 Januari 2011 di Semarang.

2. Penghulu Kabupaten Semarang di Salatiga pada tahun 1947 – 1951.
3. Kepala KUA Semarang di Semarang pada tahun 1951 – 1952.
4. Kepala KUA Semarang di Salatiga pada tahun 1952 – 1954.
5. Koordinator Urusan Agama Karesidenan Pati di Pati pada tahun 1954 sampai 1956.
6. Pd Kepala KUA Jawa Tengah di Semarang pada tahun 1956 – 1959.
7. Kepala KUA Jawa Tengah di Semarang pada tahun 1959 – 1962.
8. Ketua Mahkamah Islam Tinggi di Surakarta pada tahun 1962 – 1968.
9. Impassing Pembina Agama/Ketua Mahkamah Islam Tinggi pada tahun 1968 – 1970.
10. Pd. Rektor IAIN Walisongo Semarang pada tahun 1970 – 1972.

Selain aktif di lembaga-lembaga negara beliau juga aktif di lembaga sosial keagamaan, lembaga-lembaga yang pernah diikuti antara lain:

1. Ketua himpunan para pelajar dari Jawa di Makkah (Raudlatul Munazhirin) tahun 1931-1935
2. Ketua Himpunan Pendidikan Agama Islam (HPAI) daerah Kec Suruh tahun 1937-1942
3. Ketua jaam'iyah cabang Nahdlatul Ulama (NU) cabang Kab. Semarang
4. Ketua Masyumi cabang Salatiga sampai menjadi partai politik
5. Ketua barisan kyai atau barisan sabil kab. Semarang di Salatiga
6. Ketua Syuriah partai NUCabang Semarang di Salatiga tahun 1946
7. Rais Syuriah NU wilayah Propinsi Jateng tahun 1956-1970
8. Anggota Koopri IAIN Walisongo Semarang

9. Anggota pengurus dewan pimpinan daerah GUPPI Jateng sebagai WANBINDA tahun 1970
10. Anggota Gabungan Usaha Perbaikan Pendidikan Islam (GUPPI) Jateng tahun 1975
11. Kepala tasawuf di IAIN Yogyakarta dan lain sebagainya.

Semenjak tahun 1977 M beliau mulai mengakhiri karirnya dengan merintis pondok pesantren Joko Tingkir, akan tetapi pondok tersebut sekarang tinggal petilasannya dan hanya terkenal sebagai kampung pondok tingkir.

Jasa-jasa beliau sangat banyak, salah satu hasil jasa beliau yang sekarang masih eksis adalah STAIN Salatiga. Lembaga ini, sebelum menjadi STAIN Salatiga, ia merupakan Pesantren Luhur kemudian menjadi FIP IKIP-NU yang akhirnya menjadi Fakultas cabang, yaitu Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo di Salatiga yang akhirnya sekarang menjadi STAIN Salatiga.⁶

Murid-muridnya antara lain: Kyai Musyafak (Salatiga Jawa Tengah), Kyai Subkhi (Jawa Timur), Hamid Nawawi (Bulu Manis, Pati, Jawa Tengah), Drs KH Slamet Hambali (Dosen IAIN Walisongo Semarang), dan Drs Habib Thoha, M.A. (mantan Kakanwil Depag Jawa Tengah). Drs KH Slamet Hambali adalah salah satu murid beliau yang meneruskan kepakarannya di bidang ilmu falak.⁷ Beliau wafat pada tanggal 10 September 1990 M yang bertepatan pada tanggal 24 Jumadil Awal 1411 H, dan dimakamkan di Salatiga.

⁶ Buku Panduan Program S.1 dan Diploma IAIN Walisongo Semarang, tahun 2010, hlm 27.

⁷ Ahmad Izzuddin, *Op. Cit*, hlm 61.

Beliau tidak banyak menulis. Karena kehidupan beliau hampir semuanya disibukkan dengan urusan-urusan beliau sebagai pegawai negeri, sehingga wajar kalau karya-karya beliau sangat sedikit. Salah satu karya beliau yang dipublikasikan hanyalah kitab *al Khulashah al Wafiyyah*. Bahkan awalnya kitab ini hanya berupa lembaran-lembaran yang masih berantakan, hingga akhirnya dicetak pertama kali di Surakarta. Ada juga karya beliau yang tidak dicetak yaitu tentang hasil-hasil Bahtsul Masail keagamaan.⁸

B. GAMBARAN UMUM TENTANG KITAB *AL-KHULASHAH AL-WAFIYYAH*

Kitab *al-Khulashah al-Wafiyyah* merupakan sebuah kitab monumental yang disusun sekitar tahun 1930-an oleh seorang intelektual, yaitu disusun oleh Zubair bin Umar bin al-Jaelany. Secara global, kitab yang bernama lengkap kitab *al Khulashah al Wafiyyah fi al Falaki bi Jadwal al Lughartimiyah* ini mempunyai tebal 269 halaman yang terbagi menjadi tiga bagian, yaitu; bagian utama, bagian tambahan dan bagian lampiran.

a. Bagian Utama

Pada bagian utama ini terdiri atas 12 bab, dengan rincian sebagai berikut:

- Bab pertama menerangkan tentang berbagai macam jenis penanggalan, dari penanggalan hijriyah, masehi dan jawa, serta *tahwilus sanah* (konversi tahun) dari satu macam penanggalan ke jenis penanggalan yang lain.

⁸ Wawancara Drs. Anshori, *Op, Cit* .

- Bab kedua menerangkan dasar-dasar ilmu falak seperti: hal-hal yang berkaitan dengan masalah bumi, bulan, matahari, bintang-bintang, yang meliputi ukuran, gerakan-gerakannya, dan lain sebagainya.
- Bab ketiga menerangkan tentang petunjuk teknis atau petunjuk operasional dalam mengerjakan hisab, seperti bagaimana mencari besarnya angka *ta'dil* dalam mencari *thul qamar*, *syams (moon/sun ecliptic longitude)*, *matholi'ul baladiyah (asensio recta)* dan lain sebagainya.
- Bab keempat menerangkan tentang bagaimana cara mencari lima waktu shalat, dan mencari azimuth qiblat (*simtu al-qiblat*) sebuah negara/tempat.
- Bab kelima menerangkan tentang ijtima' (*konjungsi*) dan istiqbal (*oposisi*) bulan dan matahari.
- Bab keenam menerangkan tentang hilal meliputi: posisi hilal, tinggi hilal, azimuth hilal, *mukuts* hilal, besar cahaya dan lain sebagainya.
- Bab ketujuh dan Bab kedelapan menerangkankan tentang bagaimana cara menentukan dan menghitung terjadinya gerhana bulan dan matahari.
- Bab kesembilan menerangkan tentang bintang-bintang yang lain (asteroid).
- Bab kesepuluh menerangkan tentang komet (*al-mudzannabat*).
- Bab kesebelas menerangkan tentang udara (*jawwu*), suhu udara.
- Bab terakhir menerangkan tentang bintang sejati (zodiak).

b. Bagian Tambahan

Pada bagian ini, sebenarnya tidak banyak berhubungan dengan ilmu falak secara umum, sehingga semestinya dapat dijadikan bab tersendiri dan terpisah dari kitab ini. Namun Zubair Umar al-Jaelany menyatukan dan memasukkannya dalam kitab ini.

Bagian ini memuat tentang *maqaayis* (ukuran, satuan) seperti satuan berat, panjang, luas serta ukuran-ukuran yang dipakai oleh orang Arab dalam standar internasional.

c. Bagian Lampiran

Bagian ini memuat lampiran yang berupa tabel-tabel untuk menyempurnakan bagian utama, jadi bagian lampiran ini merupakan bagian penting dari kitab ini, karena tidak bisa melakukan perhitungan tanpa adanya bab ini.

Tabel-tabel yang dimuat berupa tabel gerak matahari dan bulan, tabel *algoritma* serta data-data arah kiblat kota-kota penting di seluruh dunia dan juga terdapat data-data astronomi lainnya. Perlu diketahui, bahwa dalam mencantumkan tabel-tabel, kitab ini masih menggunakan singkatan-singkatan dan simbol-simbol tertentu untuk mewakili sesuatu yang panjang, diantaranya:

- a. م singkatan dari *yaum* (hari)
- b. ت singkatan dari *sa'ah* (jam)
- c. ∽ singkatan / simbol dari derajat dan *buruj* (zodiak)
- d. ق simbol dari menit (دقيقة)

- e. ی singkatan dari detik (ثوانی)
- f. ′′ singkatan dari secon (ثوالث)
- g. ′′′ singkatan dari seperenampuluh secon (روايع)
- h. ° simbol dari derajat
- i. ′ simbol dari menit derajat
- j. ″ simbol dari detik derajat

Sedangkan dalam menuliskan tanda operasi bilangan seperti penambahan, pengurangan, perkalian dan pembagian berbeda dengan tanda yang terkenal atau yang lazim. Dalam menandai operasi bilangan tersebut kitab ini menggunakan: (=) untuk penambahan, (−) untuk pengurangan, (X) untuk perkalian dan (/) untuk pembagian.

Begitu halnya dengan penggunaan angka-angka, angka-angka yang digunakan dalam tabel ada yang masih menggunakan angka-angka arab (misalnya dalam pencarian hari). Yaitu dengan menggunakan huruf-huruf yang biasa disebut dengan angka *jumali*⁹, angka *jumali* tersebut terkumpul dalam kalimat:

ا ب ج د هـ و ز ح ط ي كلمن

Di mana angka satu dilambangkan dengan huruf *alif*, angka 2 dilambangkan dengan *ba*′, angka 3 dilambangkan dengan *jim*, angka 4 dilambangkan dengan *dal*, angka 5 dilambangkan dengan *ha*′, angka 6 dilambangkan dengan *wawu*, angka 7 dilambangkan dengan *za*′.

⁹ Yang dimaksud dengan angka *jumali* adalah salah satu model angka yang biasa digunakan oleh para ulama hisab tempo dulu untuk menyajikan data astronomis benda-benda langit. lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm 41.

Angka tersebut dipakai hanya dalam menyebutkan *alamat al-ayyam* saja. Jadi dalam penggunaannya hanya sampai pada huruf *za'* karena disesuaikan dengan jumlah bilangan hari. Sedangkan untuk pemulaan hari, hari pertama adalah hari Ahad, kemudian Senin, begitu seterusnya. Dan untuk penyebutan *buruj* (zodiak) dimulai dari buruj *Haml*. Untuk waktu yang digunakan, dihitung dari waktu *zawal al wustha* atau sekitar pukul 12.00 waktu pertengahan (waktu kota makkah).

C. KONSEP HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB AL-KHULASHAH AL-WAFIYYAH

Kitab *al-Khulashah al-Wafiyyah* meskipun tergolong kitab yang menganut sistem haqiqi bi al-tahqiq, dalam menentukan gerhana bulan memuat beberapa sistem, yaitu sistem haqiqi bi al-taqrib dan juga sistem haqiqi bi al-tahqiq. Dalam kitab ini, sistem haqiqi bi al-taqrib dipakai untuk dasar mengerjakan hisab haqiqi bi al-tahqiq. Dengan kata lain untuk mengerjakan hisab haqiqi bi al-tahqiq terlebih dahulu harus mengerjakan hisab haqiqi bi al-taqrib. Berikut penjelasannya:

a. Hisab haqiqi bi al-taqrib

Hisab haqiqi bi al-taqrib adalah adalah sistem hisab yang amat sederhana, dalam sistem ini tidak ada rumus-rumus segitiga bola. Baik Sistem hisab haqiqi bi al-taqrib untuk mengetahui *ijtima'* ataupun sistem hisab haqiqi bi al-taqrib untuk mengetahui waktu *istiqbal*. Pada proses perhitungannya, sistem hisab haqiqi bi al-taqrib menggunakan tabel. Perhitungan yang terdapat dalam tabel hanyalah penjumlahan (jika

mencari waktu *ijtima'*), namun lain halnya ketika mencari waktu *istiqbal* yang terdapat *harakah al-istiqbal* untuk mengurangi *harakah al-ijtima'*. Sedangkan dalam pencarian ta'dilnya yang ada hanyalah menjumlah, mengurangi dan ada dua kali perkalian sederhana, yaitu pertama *al-bu'du al-ghairu al-mu'addal* di kalikan 5 menit, kedua *al-bu'du al-muaddal* dikalikan *khishshah al-sa'ah*.

Sistim hisab haqiqi bi al-taqrib dalam kitab falak *al-khulashah al-wafiyyah*, yang merupakan proses menuju hisab haqiqi bi al-tahqiq, dibahas pada halaman 116 sampai dengan halaman 121.¹⁰ Sedangkan data-data pendukung yang diperlukan dalam sistim hisab ini dapat dijumpai pada halaman 226, 227, 228, 262 dan 264.

b. Hisab haqiqi bi al-tahqiq

Hisab haqiqi bi al-tahqiq berpangkal pada pemikiran aliran heliosentris yakni matahari merupakan pusat orbit bumi dengan bulannya serta planet-planet lainnya. Hal ini berbeda dengan hisab haqiqi bi al-taqrib yang berangkat dari teori geosentris yakni anggapan bahwa bumi merupakan pusat dan benda-benda langit lainnya mengitari bumi.

Gerak benda-benda langit dari timur ke arah barat merupakan akibat dari perputaran bumi pada porosnya (*rotasi*). Sedang berpindah-pindahannya matahari dari buruj satu ke buruj lainnya merupakan akibat dari gerak bumi mengitari matahari (*revolusi*).

¹⁰ Zubair Umar al-Jaelany, *al-Khulashah al-Wafiyyah*, Surakarta: Melati, 1935, hlm 116-121.

Orbit bumi, bulan dan benda-benda langit lainnya berbentuk ellips, sementara itu gaya tarik benda-benda langit mengganggu gerak bumi dan bulan. Oleh karena itu gerak bumi dan bulan tidak selalu rata. Akibatnya gerak matahari (gerak semu) di bola langit sebagai akibat gerakan bumi dan bulan, juga tidak rata. Dari sini maka posisi rata-rata matahari dan bulan perlu dikoreksi (*di-ta'dil*).¹¹

Posisi matahari dan bulan dapat dibedakan menjadi posisinya terhadap titik perigeenya, yang disebut dengan *khasshah* (geraknya disebut dengan anomali), dan posisinya terhadap titik vernal equinok, yang disebut dengan *wasat*. Karena orbit bumi berbentuk ellips maka untuk menemukan posisi haqiqi matahari di bola langit harus dikoreksi sebagai akibat bentuk orbit ellips tersebut, dengan koreksi yang disebut koreksi pusat.

Sementara bulan sebagai satelit bumi yang bersama-sama dengan bumi mengitari matahari, maka gerakannya banyak mengalami gangguan dari berbagai gaya gravitasi benda langit lainnya. Oleh karena itu untuk menemukan posisi bulan haqiqi perlu dikoreksi yang lebih banyak terhadap posisi rata-rata bulan. Sehingga koreksi bulan lebih banyak dan lebih kompleks.¹²

Untuk melakukan proses perhitungan lebih lanjut, maka setelah selesai mengerjakan hisab Hisab haqiqi bi al-taqrib, kemudian dilanjutkan Hisab haqiqi bi al-tahqiq.

¹¹ Ahmad Syifa'ul Anam, *Studi Tentang Hisab Awal Bulan Qomariyah Dalam Kitab al-Khulashah al-Wafiyah Dengan Metode Haqiqi bit tahqiq*, Skripsi Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang, 1997, hlm 57.

¹² *Ibid*,

Tahap awal untuk mengetahui kapan terjadinya gerhana bulan yaitu dengan menghitung kemungkinan terjadinya gerhana bulan dengan menambahkan data tahun dengan data bulan. Data-data tahun dan bulan tersebut bisa didapat pada halaman 224. Dan data hari yang digunakan adalah 13.

Gerhana bulan mungkin terjadi jika hasil penjumlahan tersebut:¹³

- Antara $0^b 0^\circ$ s/d $0^b 14^\circ$
- Antara $5^b 15^\circ$ s/d $6^b 14^\circ$
- Antara $11^b 15^\circ$ s/d $11^b 29^\circ$

Kemudian ingat kembali *istiqbal* haqiqi bi al-taqrib yang telah dihitung di awal, Lalu menghitung *istiqbal* haqiqi bi al-tahqiq sebagai bentuk kelanjutan dari proses perhitungan haqiqi bi al-taqrib untuk mengetahui jam *istiqbal* haqiqi bi al-tahqiq. Sebagaimana hisab haqiqi bi al-taqrib, hisab haqiqi bi al-tahqiq juga menggunakan tabel dalam proses perhitungannya, tabel tersebut digunakan agar mendapat nilai *Thul al-Syams* dan *Thul al-Kamar*.

Ketika mencari *Thul al-Syams* dan *Thul al-Kamar* terdapat beberapa koreksi. Dalam kitab ini koreksi (*ta'dil*) untuk bulan dilakukan sebanyak lima kali. Sedangkan untuk mencari posisi matahari cukup hanya dengan satu kali koreksi saja. Koreksi-koreksi terhadap bulan secara global adalah sebagai berikut:¹⁴

¹³ Zubair Umar al-Jaelany, *Op. Cit*, hlm 224.

¹⁴ Disampaikan oleh Slamet Hambali pada waktu pembelajaran mata kuliah Kajian Kitab Falak II mengenai hisab awal bulan kamariyah dalam kitab *al-khulashah al-wafiyah* pada tanggal 31 Agustus 2009.

1. Koreksi perata Tahunan, sebagai akibat gerak tahunan bulan bersama-sama dengan bumi mengelilingi matahari dalam orbit yang berbentuk ellips. Koreksi (*ta'dil*) tersebut diambilkan dari angka yang diperoleh *khashshah* matahari (*dalil awal*). Angka ini juga digunakan juga untuk mengoreksi *'uqdah*.
2. Koreksi sebagai akibat berubahnya *eccentricity* bulan. Koreksi tersebut diambil dari angka hasil *dalil tsani*, yang diperoleh selisih dari *khashshah* dan *wasat* bulan dengan *thul* matahari.
3. Koreksi yang mengakibatkan bulan baru atau bulan purnama tiba terlambat atau lebih cepat. Koreksi ini diambilkan dari hasil *khashshah* matahari (*dalil awal*).
4. Koreksi yang besarnya diambil dari hasil angka *khashshah* bulan (*dalil tsalis*).
5. Koreksi yang di ambil dari data *dalil rabi'*, yang didapat dari selisih antara *wasat* bulan dengan *thul* matahari.
6. Koreksi yang terakhir adalah koreksi perata pusat sebagai bentuk ellips orbit bulan, yang besarnya diambilkan dari data *dalil rabi'* dan *'uqdah* yang telah terkoreksi.

Koreksi-koreksi tersebut dituangkan dalam bentuk tabel koreksi, kesatu, kedua, ketiga, keempat dan kelima serta koreksi bagi *uqdah* dan *khashshah* bulan. Dalam kitab ini ada cara khusus untuk mencari besarnya angka *ta'dil*. Yaitu dengan rumus: $A - (A - B) \times C / \text{interval}$, di mana:

- A. = Satar awal
- B. = Satar tsani
- C. = Selisih antara satar awal dengan satar tsani

Jika *Thul al Syams* dan *Thul al Kamar* nya sudah ditemukan, kemudian carilah selisih di antara keduanya. Jika hasil dari selisih tersebut kurang dari 33 ثوانى, maka perhitungan dilanjutkan pada tahap selanjutnya. Akan tetapi jika perhitungan lebih dari 33 ثوانى, maka dihitung kembali sebagaimana rincian dalam tabel, hingga hasil selisih tersebut kurang dari 33 ثوانى.¹⁵

Setelah selisih di dapat, maka selisih tersebut dijadikan satuan روابع yang kemudian di bagi dengan *Sabaq al-Mu'addal* dengan satuan ثوانى. *Sabaq al-Mu'addal* didapat dari *Sabaq al-syams* untuk mengurangi *sabaq qamar fi al-thul* yang hasilnya dijadikan satuan ثوانى. Hasil dari pembagian tersebut adalah nilai jam selisih yang digunakan untuk mengurangi jam *istiqbal haqiqi bi al-taqrib*, hasilnya di sebut *Sa'at al-bu'di*.

Untuk menghitung jam *istiqbal haqiqi*, di perlukan *daqaiq ta'dil al-zaman* (perata waktu) dan *Sa'at al-bu'di* untuk menambah jam zawal haqiqi.¹⁶

Setelah melalui tahapan tersebut, maka langkah selanjutnya adalah menghitung terjadinya gerhana bulan. Adapun tahapan-tahapannya adalah:

¹⁵ Zubair Umar al-Jaelany, *Op. Cit*, hlm 147.

¹⁶ *Ibid*,

1. عرض القمر (Lintang Astronomi Bulan)

Ardl al-Kamar di dapat dari *Aqrab al-I'tidal* di tambah *Nisbah al-Jaibiyah li ardl al-Kamar al-Kuli*. Jika hasil *Ardl al-Kamar* tersebut lebih dari 65' 7", maka berhentilah menghitung. Dan jika lebih kecil dari 60' 24" maka teruskanlah.

2. سيق القمر في العرض (kecepatan bulan di bumi)

Sabaq al-Kamar fi al-Ardl di dapat dari hasil penjumlahan antara *Aqrabu al-inqilab* dan *Nisbah al-Jaibiyah li sabaq al-Kamar fi al-Ardl al-Kuli*.

3. الميل النسبي (deklinasi semu bulan)

Al-mail al-Nisbi di dapat dari *Ansab al-Sabaq fi al-Ardl* di kurangi *Ansab al-Sabaq al-Mu'adal*.

4. الحركة الساعية (gerak bulan)

Al-harakat al-Sa'iyah di dapat dari hasil pengurangan antara *Ansab al-Sabaq al-Mu'adal* dan *Nisbah al-Jaibiyah li tamam al-Mail al-Nisbi*.

5. المخفوظ الاول (simpanan pertama)

Al-Mahfudz al-Awwal di dapat dari hasil penjumlahan antara *Ansab ardlu al-Kamar* dan *Nisbah al-Jaibiyahli al-Mail al-Nisbi*.

6. دقائق بعد وسط الخسوف (menit-menit setelah pertengahan gerhana)

Daqaiq ba'ad wasat al-Khusuf di dapat dari hasil penjumlahan antara *Ansab Al-Mahfudz al-Awwal* dan *Ansab daqaiq saa'at*, yang kemudian dikurangi dengan *Ansab Al-harakat al-Sa'iyah*.

7. المخفوظ الثاني (simpanan ke dua)

Al-mahfudz al-tsani di dapat dari nilai penjumlahan *Nisbah al-Jaibiyah li tamam al-Mail al-Nisbi* dan *Ansab ardlu al-Kamar*.

8. نصف قطر الظل (semi diameter bayangan inti bumi)

Nisfu qathr al-dlil di ambil dari halaman 225 dengan menggunakan data dalil 3.

9. نصف قطر القمر (semi diameter bulan)

Nisfu qathr al-Kamar di ambil dari halaman 225 dengan menggunakan data dalil 3.

10. المخفوظ الثالث (simpanan ke tiga)

Al-mahfudz al-Tsalis di dapat dari *Nisfu qathr al-dlil* yang ditambahkan dengan *Nisfu qathr al-Kamar*.

11. المخفوظ الرابع (simpanan ke empat)

Al-mahfudz al-Rabi' di dapat dari *Al-mahfudz al-Tsalis* yang ditambahkan dengan *Al-mahfudz al-tsani*.

12. المخفوظ الخامس (simpanan ke lima)

Lain halnya dengan *Al-mahfudz al-Rabi'*, *Al-mahfudz al-Khamis* di dapat dari hasil pengurangan antara *Al-mahfudz al-Tsalis* dan *Al-mahfudz al-tsani*.

13. ساعات السقوط

Untuk mengetahui nilai *sa'at al-suqut*, pertama-tama harus mengetahui nilai *al hasil* terlebih dulu. *Al-hasil* di dapat dari penjumlahan antara *Ansab al-mahfudz al-Rabi'* dan *Ansab Al-mahfudz*

al-Khamis. Setelah di ketahui hasilnya, maka yang di pakai adalah *Nisfu al-hasil* (separuh dari nilai *al-hasil*). Lalu *Nisfu al-hasil* tersebut di kurangi *Ansab al-harakah al sa'iyah* setelah sebelumnya dijumlahkan dengan nilai *Ansab daqaiq saat*.

14. ساعات وسط الخسوف (pertengahan gerhana)

Sa'at wasat al-khusuf di dapat dari nilai *Sa'at al-Istiqbal* yang dikurangi dengan *Daqaiq ba'ad wasat al-khusuf*.

15. ساعات ابتداء الخسوف (awal gerhana)

Sa'at ibtida' al-khusuf di dapat dari pengurangan antara *Sa'at wasat al-khusuf* dan *Sa'at al-suqut*.

16. ساعات انتهاء الخسوف (akhir gerhana)

Berbeda dengan *Sa'at ibtida' al-khusuf*, *Sa'at intaha al-khusuf* di dapat dari penjumlahan antara *Sa'at wasat al-khusuf* dan *Sa'at al-suqut*.

17. الباقي (sisa)

Al-baqi di dapat dari *al-mahfudz al-tsalis* dikurangi 'ard *Kamar*, hasilnya dijadikan satuan *tsawani* kemudian dikalikan 12.

18. قطر القمر (diameter bulan)

Qatr al-Kamar di dapat dari *nisfu qatr al-Kamar* yang dilipatgandakan, kemudian dijadikan satuan *tsawani*.

19. اصابع الخسوف (ukuran gerhana)

Asabi' al-khusuf di dapat dari nilai *Al-baqi* di bagi dengan *Qatr al-Kamar*. Di kalangan ahli falak *qatr al-Kamar* dan *qatr al-*

syams secara istilah terbagi menjadi 12 bagian, yang mana setiap bagian di sebut satu jari (اصبع) dan setiap jari adalah 60 menit.

20. نوع الخسوف (jenis gerhana)

Untuk mengetahui gerhana apa yang akan terjadi, maka gunakan *'ard al-Kamar* untuk mengurangi *nisfu qatr al-dhil*. Apabila hasilnya sama dengan *nisfu qatr al-Kamar* berarti terjadi gerhana total dan totalnya tidak lama (langsung memulih). Jika hasilnya lebih besar, maka totalnya agak lama. Dan jika hasilnya lebih kecil, maka terjadi gerhana bulan sebagian.

Jika gerhana bulan total yang terjadi maka harus diketahui kapan awal total dan akhir total, yaitu dengan cara:

- a) *Nisfu qatr dhil- nisfu qatr Kamar + al-mahfudz al-tsani*
- b) *Nisfu qatr dhil- nisfu qatr Kamar - al-mahfudz al-tsani*
- c) Setelah di dapat hasil dari keduanya, lalu di cari nilai *ansabnya*.

Jika nilai *ansab* sudah ditemukan, maka ambil *nisfu ansabnya* untuk menambahkan *ansab daqaiq sa'ah*, lalu hasilnya di kurangkan dengan nilai *al-harakah al-sa'iyah*. Nilai yang di dapat tersebut adalah nilai *sa'ah al-muks* yaitu setengah dari masa gerhana total.

- d) Untuk mengetahui awal total, gunakan *sa'ah al-muks* untuk mengurangi *sa'ah wasath al-khusuf*. Dan untuk mengetahui akhir total gunakan *sa'ah al-muks* untuk menambah *sa'ah wasath al-khusuf*.

21. لون الخسوف (warna gerhana)

Adapun warna khusuf tidak bisa diketahui secara pasti, tetapi dikatakan bahwa jika *'ard al-Kamar* 10° ke bawah, maka warnanya hitam pekat. Jika *'ard al-Kamar* sampai 20°, maka warnanya hitam kehijauan. Jika *'ard al-Kamar* sampai 30°, maka warnanya hitam kemerahan. Jika *'ard al-Kamar* sampai 40°, maka warnanya hitam kekuningan. Jika *'ard al-Kamar* sampai 50°, maka warnanya. Jika *'ard al-Kamar* sampai 60°, maka warnanya kelabu.

22. المركز

Hasil yang di hitung masih bermarkaz Makkah, untuk mengubah ke daerah yang kita inginkan maka diperlukan selisih bujur makkah dengan bujur daerah yang akan kita cari.¹⁷ Setelah kita mengetahui jam terjadinya gerhana di kota yang kita cari, hal tersebut masih belum sempurna. Karena untuk mengetahui gerhana benar-benar terjadi di kota tersebut masih harus di sesuaikan dengan bujur daerah masing-masing wilayah, dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jam yang di ketahui} - \text{perata waktu} + (\text{BD} - \text{BT}) / 15$$

23. Konversi Hijriyah ke Masehi

Setelah hasil kita dapatkan, kita masih belum tahu dalam kalender Masehi gerhana tersebut terjadi pada tanggal berapa. Untuk mengetahui tanggal masehinya maka dalam menentukan tanggal dan bulan di ambil dari data *thul* matahari. Untuk menentukan tanggal, jika

¹⁷ *Ibid*, hlm 267.

burujnya berkisar antara buruj 4 – 12 maka nilai buruj tersebut di +4, namun untuk buruj 1 -3, burujnya -8. Sedangkan untuk menentukan tanggalnya, jika burujnya berkisar antara buruj 2 – 7 maka derajatnya +9, akan tetapi jika burujnya berkisar antara buruj 8 – 1 maka derajatnya -8.

Untuk mencari tahunnya, tahun Hijriyahnya di bagi dengan 33,33, hasilnya dikalikan dengan 33,33 untuk mengurangi tahun hijriyahnya. Kemudian hasilnya ditambahkan dengan 622, maka tahun yang di cari akan ditemukan.

D. SEJARAH EPHEMERIS

Ephemeris biasa disebut *astronomical handbook*, merupakan table yang memuat data-data astronomis benda-benda langit. Ephemeris dibuat oleh IQsoft yang pada tahun 1993 dipelopori oleh Taufik beserta putranya atas biaya Depertemen Agama RI. Taufik lahir di Babat-Lamongan pada tanggal 2 Januari 1938 M. Taufik adalah seorang yang aktif, mulai dari mengikuti seminar, studi perbandingan sampai konferensi tentang hisab dan rukyat, baik tingkat regional maupun international, antara lain Malaysia, Brunai Darussalam dan Saudi Arabia. Gelar sarjana Syari'ah diraihnya di IAIN Sunan Kalijaga Yogyakarta pada tahun 1967 M / 1387 H, sedang gelar Master Hukum diperolehnya dari Universitas Airlangga Surabaya.¹⁸

¹⁸ Susiknan Azhari, *Ensiklipedi Hisab Rukyah*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005, hlm 50.

Adapun karya tulisnya di bidang hisab rukyat antara lain: Peranan Hisab Rukyat dalam Penentuan Awal Bulan Kamariyah, Menentukan Hari Raya Idul Adha 1405 H, Bagaimana Cara Menetapkan Awal Bulan Ramadhan dan Syawal, Perkembangan Ilmu Hisab di Indonesia, Mengkaji Ulang Metode Hisab Sullamun Nayyirain, dan Problematika Penyatuan Takwim Islam Internasional.

Ephemeris ini berbentuk program software data astronomis yang dikenal dengan “Hisab for Windows versi 1.0” yang hasilnya juga mirip dengan Nautical Almanac atau semacamnya. Pada tahun 1998, program ini disempurnakan dan berganti nama menjadi “WinHisab versi 2.0” dengan hak lisensi pada Badan Hisab Rukyat Departemen Agama RI. Perhitungan yang menggunakan data dari program WinHisab ini dikenal dengan sistem ephemeris hisab rukyat atau sistem ephemeris.¹⁹

Dalam tabel ephemeris tersedia beberapa data mengenai matahari dan bulan yang dapat digunakan untuk kegiatan hisab maupun rukyat, baik untuk menentukan arah kiblat, waktu-waktu shalat, awal bulan kamariyah dan gerhana. Data tersebut juga bisa di dapat dalam sebuah buku yang berjudul Ephemeris Hisab Rukyah yang setiap tahun diterbitkan oleh Departemen RI (sejak tahun 2005 ditangani oleh Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah).²⁰

Tabel ephemeris tersebut data-datanya sudah diolah dengan menggunakan persamaan rumus-rumus *spherical trigonometri*, sehingga

¹⁹ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktek*, Jogjakarta: Buana Pustaka, Cet ke 3, 2008, hlm 36-37.

²⁰ Muhyidin Khazin, *op.cit*, hlm 152-153.

menghasilkan data-data setengah jadi, dan ini memudahkan bagi orang yang menggunakannya. Dalam tabel tersebut terdapat tiga data astronomi penting, yaitu:

1. Data tentang keadaan matahari dan bulan

Pada tabel ini ditampilkan bermacam-macam data keadaan matahari dan bulan pada tanggal tertentu, untuk setiap jam-nya. Mungkin data ini sangat asing bagi kita, karena terlihat sangat spesifik untuk bidang astronomi. Data matahari yang disediakan adalah:²¹

- a. Ecliptic Longitude, dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Bujur Astronomi atau طول الشمس dalam bahasa Arab. Data disini adalah Bujur Astronomi Matahari, yaitu jarak matahari dari titik aries diukur sepanjang lingkaran ekliptika.
- b. Ecliptic Latitude, dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Lintang Astronomi atau عرض الشمس dalam bahasa Arab. Data ini adalah jarak titik pusat matahari dari lingkaran Ekliptika. Sebetulnya Ekliptika adalah lingkaran yang ditempuh oleh gerak semu matahari secara tahunan. Oleh karena itu matahari selalu berada di lingkaran Ekliptika. Namun jalannya tidak selalu rata, tapi ada sedikit geseran, hal ini dapat dilihat dari nilainya yang selalu mendekati nol.
- c. Apparent Right Ascension dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Asensio Rekta atau panjatan tegak, ini adalah jarak matahari dari titik aries diukur sepanjang Lingkaran Equator.

²¹ Departemen Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyah*, Jakarta: Rektorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Ditjen Bimbingan Masyarakat Islam, 2007, hlm 1-2.

- d. Apparent Declination dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Deklinasi Matahari atau ميل الشمس dalam bahasa Arab adalah jarak matahari dari Equator. Bila nilai Deklinasi positif berarti matahari berada di sebelah utara Equator, tapi bila nilai Deklinasi negatif berarti matahari berada di sebelah selatan Equator.
- e. True Geocentric Distance dalam bahasa Indonesia dikenal dengan jarak Geocentric. Data ini menggambarkan jarak antara bumi dan matahari dalam satuan AU (Astronomical Unit). Oleh karena bumi mengelilingi matahari tidak berbentuk bulat bola, melainkan berbentuk ellips, sehingga terkadang dekat dan terkadang jauh. Jarak terdekat antara bumi dengan matahari disebut perigee, sedangkan jarak terjauhnya disebut apogee.
- f. Semi Diameter dalam bahasa Indonesia dikenal dengan jari-jari atau نصف قطر الشمس dalam bahasa Arab. Data disini adalah jari-jari matahari yaitu jarak titik pusat matahari dengan piringan luarnya.
- g. True Obliquity dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Kemiringan Ekliptika dan dikenal pula الميل الكلي dalam bahasa Arab adalah Kemiringan Ekliptika dari Equator.
- h. Equation of Time dalam bahasa Indonesia dikenal dengan perata waktu atau تعديل الشمس dalam bahasa Arab, ini adalah selisih antara waktu kulminasi matahari hakiki dengan waktu kulminasi matahari rata-rata.

Sedangkan data bulan yang disediakan meliputi:²²

- a. Apparent Longitude yaitu Bujur Astronomi atau طول القمر dalam bahasa Arab. Data disini adalah Bujur Astronomi Matahari, yaitu jarak antara titik aries sampai bulan diukur sepanjang lingkaran ekliptika.
- b. Apparent Latitude, dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Lintang Astronomi atau عرض القمر dalam bahasa Arab. Data ini adalah jarak antara bulan dengan lingkaran Ekliptika diukur sepanjang lingkaran kutub Ekliptika. Nilai maksimum lintang Astronomi Bulan adalah $5^{\circ} 8'$. Nilai positif berarti bulan bulan berada di utara Ekliptika dan nilai negatif berarti bulan bulan berada di selatan Ekliptika.
- c. Apparent Right Ascension dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Asensio Rekta atau panjatan tegak, ini adalah jarak titik pusat bulan dari titik aries diukur sepanjang Lingkaran Equator.
- d. Apparent Declination dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Deklinasi Bulan atau ميل القمر dalam bahasa Arab. Data ini adalah jarak bulan dari Equator. Nilai Deklinasi positif jika bulan di sebelah utara Equator dan nilai Deklinasi negatif jika bulan di sebelah selatan Equator.
- e. Horizontal parallax adalah besaran sudut yang ditarik dari titik pusat bulan ketika di ufuk (horizon) ke titik pusat Bumi dan garis yang ditarik dari titik pusat bulan ketika itu ke permukaan bumi.

²² *Ibid*, hlm 3-4.

- f. Semi Diameter disini adalah jari-jari bulan atau نصف قطر القمر adalah jarak sudut antara titik pusat bulan dengan piringan luarnya.
 - g. Angle Bright Limb dalam bahasa Indonesia dikenal dengan sudut kemiringan hilal, adalah sudut kemiringan piringan hilal yang memancarkan sinar sebagai akibat arah posisi hilal dari matahari. Sudut ini diukur dari garis yang menghubungkan titik pusat bulan dengan titik zenith ke garis yang menghubungkan titik pusat hilal dengan titik pusat matahari searah dengan perputaran jarum jam.
 - h. Fraction Illumination adalah besar atau luas piringan bulan yang menerima sinar matahari yang tampak dari bumi. Jika seluruh piringan yang menerima sinar matahari terlihat dari bumi, maka bentuknya akan berupa bulatan penuh. Dalam keadaan seperti ini nilai Fraction Illumination bulan adalah 1, yaitu persis saat bulan purnama. Setelah bulan purnama, nilai Fraction Illumination akan semakin mengecil sampai pada nilai yang paling kecil, yaitu pada saat ijtima'. Setelah itu nilai akan kembali membesar sampai mencapai nilai 1, pada saat bulan purnama. Dengan demikian, data Fraction Illumination ini dapat dijadikan pedoman untuk mengetahui kapan terjadinya ijtima' dan istiqbal.
2. Jadwal Shalat bulanan

Hanya dengan menekan ikon gambar kubah masjid, dan menentukan waktu dan lokasinya, jadwal shalat bulanan akan segera ditampilkan dalam bentuk tabel. Hampir semua kota kabupaten di

Indonesia telah penulis tambahkan pada versi portablenya (hanya berjalan normal untuk pembuatan jadwal shalat), sehingga sebaiknya program diinstall terlebih dulu (ada pada menu installer pada cd/dvd bonus), lalu file databasenya ditimpa (overwrite) dengan yang ada di versi portable. Ada informasi arah kiblat dan keterangan garis lintang dan bujur untuk tiap lokasi yang dihitung, di atas tabel yang dihasilkan.

3. Tinggi hilal saat matahari terbenam (ijtimak) bulanan

Akan tetapi dalam menyajikan data bulan dan matahari ini berdasarkan tanggal, bulan dan tahun masehi. Sehingga apabila akan menghitung waktu *istiqbal* yang biasanya terjadi pada pertengahan bulan kamariyah, maka harus dikonversi terlebih dahulu dengan kalender syamsiyah. Data yang disajikan tersebut juga berdasarkan waktu Greenwich Mean Time (GMT). Sehingga untuk mencari data matahari dan bulan bagi wilayah Indonesia, maka waktu-waktu tersebut terlebih dahulu diubah menjadi GMT.

E. KONSEP HISAB GERHANA BULAN DALAM EPHEMERIS

Dalam menentukan gerhana bulan juga mengambil data dari tabel Winhisab atau Ephemeris Hisab Rukyah. Perhitungan Gerhana Bulan dengan data Ephemeris Hisab Rukyat ditempuh dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menghitung kemungkinan terjadinya gerhana bulan dengan menggunakan tabel gerhana, dengan cara menjumlahkan data dari Kelompok Tahun (Tabel A), Satuan Tahun (Tabel B) dan Gerhana Bulan (Tabel C). Gerhana

Bulan dimungkinkan terjadi apabila hasil penjumlahan tersebut berkisar antara: 000° s/d 014° , 165° s/d 194° dan 345° s/d 360° .

2. Melakukan konversi dari penanggalan hijriyah ke penanggalan masehi untuk tanggal kemungkinan terjadi gerhana bulan tersebut. Ingat bahwa gerhana bulan hanya akan terjadi saat bulan purnama, sekitar tanggal 15 bulan kamariyah. Jadi yang harus dilakukan adalah menghitung tanggal 15 bulan kamariyah yang ada kemungkinan terjadi gerhana bulan dan bertepatan tanggal berapa menurut penanggalan masehi. Lalu menyiapkan data astronomis untuk tanggal masehi tersebut.
3. Mencari FIB terbesar pada kolom Fraction Illumination Bulan, periksa FIB terbesar terjadi pada jam berapa waktu Greenwich. Lalu periksa lagi adanya kemungkinan gerhana bulan dengan melihat harga mutlak lintang bulan (pada kolom Apparent Latitude Bulan) saat FIB terbesar.

Catatan : - Jika harga mutlak Lintang Bulan lebih besar dari $1^{\circ} 05' 07''$ maka tidak akan terjadi gerhana bulan.

- Jika harga mutlak Lintang Bulan lebih kecil dari $1^{\circ} 00' 24''$ maka akan terjadi gerhana bulan.
4. Menghitung Sabaq Matahari (B_1) atau gerak matahari setiap jam dengan cara menghitung harga mutlak selisih antara dara ELM pada jam FIB terbesar dengan satu jam berikutnya.
5. Menghitung Sabaq Bulan (B_2) atau gerak bulan setiap jam dengan cara menghitung harga mutlak selisih antara ALB pada jam FIB terbesar dengan satu jam berikutnya.

6. Menghitung jarak Matahari dan Bulan (MB) dengan rumus:

$$MB = ELM - (ALB - 180)$$

7. Menghitung Sabaq Bulan Mu'addal (SB) dengan rumus: $SB = B1 - B2$

8. Menghitung Titik Istiqbal (TI) dengan rumus: $TI = MB : SB$

9. Menghitung waktu Istiqbal (Is) dengan rumus:

$$Is = \text{Waktu FIB} + TI - 00 : 01 : 49.29$$

10. Melacak data dari Ephemeris saat terjadi istiqbal secara interpolasi:

- a) Semi Diameter Bulan (SD_{C}) pada kolom semidiameter bulan
- b) Horizon Parallax Bulan (HP_{C}) pada kolom Horizon Parallax Bulan
- c) Lintang Bulan (L_{C}) pada kolom Apparent Latitude Bulan
- d) Semi Diameter Matahari (SD_{o}) pada kolom Semi Diameter Matahari
- e) Jarak Bumi (JB) pada kolom True Geocentric Distance Matahari

11. Menghitung Horizon Parallax (HP_{o}) dengan rumus:

$$\sin HP_{\text{o}} = \sin 08.794'' : JB$$

12. Menghitung jarak bulan dari titik simpul (H) dengan rumus:

$$\sin H = \sin L_{\text{C}} : \sin 5^{\circ}$$

13. Menghitung lintang bulan maksimum terkoreksi (U) dengan rumus:

$$\tan U = [\tan L_{\text{C}} : \sin H]$$

14. Menghitung lintang bulan minimum terkoreksi (Z) dengan rumus:

$$\sin Z = [\sin U \times \sin H]$$

15. Menghitung koreksi kecepatan bulan relatif terhadap matahari (K) dengan

$$\text{rumus: } K = \cos L_{\text{C}} \times SB : \cos U$$

16. Menghitung besarnya semidiameter bayangan inti bumi (D) dengan rumus: $D = (HP_{\odot} + HP_{\oplus} - SD_{\oplus}) \times 1,02$
17. Menghitung jarak titik pusat bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika piringan bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti bumi (X) dengan rumus: $X = D + SD_{\odot}$
18. Menghitung jarak titik pusat bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan mulai masuk pada bayangan inti bumi (Y) dengan rumus: $Y = D - SD_{\odot}$
19. Menghitung jarak titik pusat bulan ketika piringan bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti bumi (C) dengan rumus:
 $\cos C = \cos X : \cos Z$
20. Menghitung waktu yang diperlukan oleh bulan untuk berjalan mulai ketika piringan bulan bersentuhan dengan bayangan inti bumi sampai ketika titik pusat bulan segaris dengan bayangan inti bumi (T_1) dengan rumus:
 $T_1 = C : K$
 Catatan : Bila Y lebih kecil daripada Z maka akan terjadi gerhana bulan sebagian. Oleh karena itu, E dan T_2 berikut ini tidak perlu dihitung
21. Menghitung jarak titik pusat bulan saat segaris dengan bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan masuk pada bayangan inti bumi (B) dengan rumus: $\cos E = \cos Y : \cos Z$
22. Menghitung waktu yang diperlukan oleh bulan untuk berjalan mulai titik pusat bulan saat segaris dengan bayangan inti bumi sampai titik pusat

bulan ketika seluruh piringan bulan masuk pada bayangan inti bumi (T_2)

dengan rumus: $T_2 = E : K$

23. Koreksi pertama terhadap kecepatan bulan (T_a) dengan rumus:

$$T_a = \cos H : \sin K$$

24. Koreksi kedua terhadap kecepatan bulan (T_b) dengan rumus:

$$T_b = \sin L\text{C} : \sin K$$

25. Menghitung waktu gerhana (T_0) dengan rumus: $T_0 = [\sin 0.05 \times T_a \times T_b]$

26. Menghitung waktu titik tengah gerhana (**Tgh**) dengan cara : Perhatikan Lintang Bulan ($L\ddot{A}$) dalam kolom *Apparent Latitude Bulan* pada jam FIB terbesar dan pada satu jam berikutnya.

- Jika harga mutlak Lintang Bulan semakin mengecil maka

$$T_{gh} = \text{Istiqbal} + T_0 - \Delta T$$

- Jika harga mutlak Lintang Bulan semakin membesar maka

$$T_{gh} = \text{Istiqbal} - T_0 - \Delta T$$

Catatan:

- ΔT adalah koreksi waktu TT menjadi GMT
- Bila dikehendaki dengan waktu WIB, tambahkanlah 7 jam.
- Bila hasil penambahan terbenut lebih dari 24, maka kurangilah dengan 24. Sisanya itulah waktu titik tengah gerhana tetapi pada tanggal berikutnya dari tanggal Ephemeris.

27. Menghitung waktu mulai gerhana dengan rumus:

$$\text{Mulai Gerhana} = T_{gh} - T_1$$

28. Menghitung waktu mulai gerhana total dengan rumus:

$$\text{Mulai Total} = T_{gh} - T_2$$

29. Menghitung waktu selesai gerhana total dengan rumus:

$$\text{Selesai Total} = T_{gh} + T_2$$

30. Menghitung waktu selesai gerhana dengan rumus:

$$\text{Selasai Gerhana} = T_{gh} + T_1$$

Catatan:

Gerhana bulan akan terlihat pada malam hari, sehingga jika awal gerhana lebih besar daripada waktu terbit matahari, atau akhir gerhana lebih kecil daripada waktu terbenam matahari di suatu tempat maka gerhana bulan tersebut tidak dapat terlihat dari tempat ybs.

31. Jika terjadi gerhana bulan sebagian ($Y < Z$), maka untuk menghitung lebar gerhana (LG) atau *magnitudo* yakni lebar piringan bulan yang masuk dalam bayangan inti bumi dapat dilakukan dengan rumus:

$$LG = ((D + SD_{\odot} - Z) : 2 \times SD_{\odot}) \times 100\%$$

Apabila dikehendaki satuan ukurnya dengan ushbu' (jari), maka hasil perhitungan lebar gerhana ini dikalikan 12.

32. Mengambil kesimpulan dari perhitungan yang telah dilakukan, yakni menyatakan hari apa, tanggal, dan jam berapa terjadi kontak-kontak gerhana bulan, serta menyatakan lebar gerhana untuk gerhana sebagian.