

BAB III

METODE PERHITUNGAN AWAL BULAN QAMARIAH DALAM KITAB *ŠAMARĀT AL-FIKAR* KARYA AHMAD GHOZALI MUHAMMAD FATHULLAH

A. Biografi Intelektual Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah

Nama lengkap pengarang kitab *Šamarāt al-Fikar* adalah Ahmad Ghozali bin Muhammad bin Fathullah bin Sa‘idan al-Samfani al-Maduri. Ia lahir pada tanggal 7 Januari 1962 M di sebuah kampung bernama Lanbulan desa Baturasang Kec. Tambelangan Kab. Sampang, Jawa Timur.¹

Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah merupakan anak ke-6 dari 15 bersaudara, dari pasangan KH. Muhammad Fathullah (alm) dan Ibu Nyai. Hj. Zainab Khoiruddin (almh). Ayahnya, Syaikhuna Al-lamah Syaikh Muhammad Fathullah ia adalah *mu’assis* (perintis pertama) berdirinya Pondok Pesantren al-Mubārak Lanbulan, Sedangkan silsilahnya seperti yang telah diuraikan oleh Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah dalam kitabnya *Tuḥfāt ar-Rawy*.²

¹ Wawancara dengan Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, pada hari Jumat, 6 Desember 2013, pada pukul 10.00 WIB.

² *Ibid.*, Lihat : Lampiran I.

Pondok Pesantren al-Mubārak Lanbulan terletak di desa Baturasang, Sampang, Madura perbatasan Bangkalan dan Sampang. Lanbulan diambil dari kata bulan *nisbat* dari mimpi KH. Muhammad Fathullah. Ia bermimpi di Desa Baturasang Tambelangan ada Bulan jatuh bersinar di sekitar desa tersebut, setelah dihampiri maka di sana (tempat jatuhnya Bulan) ada gurunya dan berkata : "Dirikanlah pesantren di sini dan berilah nama Lanbulan", maka didirikanlah Pondok Pesantren Lanbulan³.

Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah menikah dengan seorang wanita bernama Asma‘ binti Abdul Karim pada tahun 1991 M. Dari pernikahannya, ia dikaruniai 9 orang anak (5 putra dan 4 putri), diantaranya Nurul Başiroh, Afiyah, Lora Aly, Lora Yahya, Lora Salman, Lora Muhammad, Lora Kholil, Neng ‘Aisyah, dan yang terakhir Neng Şofiyah.⁴

Sejak kecil, kepandaiannya sudah mulai terlihat dengan ketekunannya memperdalam ilmu agama, walaupun ia juga pernah mengenyam pendidikan formal yang hanya berjalan sampai kelas 3 SD,⁵ tapi setelah itu, ia tetap melanjutkan pendidikan agamanya di Pondok Pesantren al-Mubārak Lanbulan yang diasuh oleh ayahnya sendiri. Ia juga

³ *Ibid.*

⁴ Kitri Sulastri, *Skripsi, Studi Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah dalam Kitab Irsyād al-Murīd*, *loc. cit.*

⁵ Wawancara dengan Asma‘ binti Abdul Karim, istri Ahmad Ghozali Muhammad Fathulah, pada hari Jumat, 6 Desember 2013, pukul 11.00 WIB.

berguru kepada kedua kakaknya, KH. Kurdi Muhammad (alm) dan KH. Barizi Muhammad.⁶

Pada pertengahan tahun 1976 M, Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah diangkat sebagai salah satu guru di Madrasah al-Mubārah. Meskipun sudah diangkat sebagai guru, bukan berarti proses menuntut ilmunya berhenti, hal ini terbukti dengan ketekunannya dalam menimba ilmu, setiap bulan Ramadan ia masih berguru kepada KH. Maimun Zubair Sarang Rembang, hal ini berlaku hingga 3 tahun berturut-turut sejak tahun 1977 sampai tahun 1980, Selain itu, pada tahun 1981 M ia juga menyempatkan diri untuk berguru kepada KH. Hasan Iraqi (alm) di Kota Sampang setiap hari Selasa dan Sabtu.⁷

Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, adalah seorang yang haus akan ilmu, setelah mengenyam pendidikan di pondoknya sendiri, ia melanjutkan pendidikannya ke Makkah *al-Mukarramah* tepatnya di Pondok Pesantren *aş-Şulāṭiyah* yang kurang lebih berjalan selama 7 tahun, setelah 5 tahun Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah pulang ke Indonesia dan kembali lagi ke Makkah selama 2 tahun . Di sana ia belajar pada para ulama yang stabilitas keilmuannya tidak diragukan lagi seperti Syaikh Isma‘il Ustman Zain al-Yamany Al-Makky, Syaikh Abdullah Al-Lahjy, Syaikh Yasin bin Isa Al-Fadany, Syaikh Mukhtar dan ulama-ulama lainnya.

⁶ *Ibid.*

⁷ *Ibid.*

Pada saat di Makkah, Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah belajar falak hanya sekedar lewat saja, waktu itu ia hanya fokus pada ilmu hadis, fikih, nahwu dan lainnya. Hasratnya untuk mempelajari ilmu falak muncul ketika mendapati 2 hari raya Idul Fitri pada tahun 1995, hal ini membuat ia resah dan semakin penasaran, hingga ia harus terjun mempelajari ilmu falak.⁸

Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, pertama kali belajar ilmu falak kepada keponakan KH. Naşir Syuja‘i, hal ini berjalan selama 2 hari. Karena muncul ketidakpuasan, akhirnya ia belajar langsung kepada KH. Naşir Syuja‘i di Prajjen Sampang (hisab *al-taqribi*). Kitab yang pertama kali ia pelajari adalah *Fath al-Roul al-Mannān*. Saat ia belajar pada kyai Nasir, ia tidak hanya berpegang pada kitab *Fath al-Roul al-Mannān*, tetapi ia juga membaca kitab-kitab dan buku falak serta astronomi lainnya, seperti *Astronomical Algorithms*. Ketika ia belajar pada kyai Naşir, ia juga mengarang kitab falak, hingga akhirnya kyai Naşir yang berbalik belajar kepada Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah.⁹

Selain belajar ilmu falak kepada KH. Naşir Syuja‘i, ia juga belajar pada Syekh Mukhtaruddin al-Flimbani (alm) di Makkah, KH. Zubair Abdul Karim penyusun kitab *Ittifāq Żat al-Ba‘īn*, KH. Kamīl Hayyan (alm), KH. Noor Ahmad (alm) di Jepara, KH. Zubair Bungah Gresik, KH. Hasan Basri Sa‘id (alm), Muhyiddin Khazin Yogyakarta, Syaikh Syaukat Audah Jordan melalui email dan telepon langsung, dalam proses

⁸ Wawancara dengan Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, pada hari Jumat, 6 Desember 2013, pada pukul 10.40 WIB.

⁹ *Ibid.*

perhitungan Ahmad Ghozali tidak menggunakan Program Excel tetapi ia menggunakan Kalkulator.¹⁰

Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah menjadi Pengasuh Pondok Pesantren al-Mub̄arak Lanbulan. Ia juga aktif dalam Lembaga Sosial Keagamaan Nahdatul Ulama, bahkan ia pernah menjabat sebagai Wakil Ketua Syuriah NU di Kab. Sampang, Ketua Syuriah NU di Kec. Tambelangan. Penasehat LFNU Jatim, anggota BHR Jatim¹¹ dan anggota badan Hisab dan Rukyat Kementrian Agama RI.¹²

Begitu banyak pengalamannya dalam hal menimba ilmu, telah banyak goresan tangan yang tercipta dalam karya tulis berupa kitab-kitab, terutama ilmu falak. Namun kebanyakan dari kitabnya (khususnya kitab falak) hanya dicetak untuk kalangan sendiri, yaitu untuk materi pembelajaran di Pondok Pesantren al- Mub̄arak Lanbulan, Baturasang, Sampang, Madura.

B. Karya Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah

Kitab-kitab lain karya Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah antara lain¹³; *Azhar al-Bustān* (Fikih), *An-Nujūm an-Nayyirah* (Hadis), *Dlaw'u al-Badr* (Jawaban Masalah Fikih), *Az-Zahrat al-Wardiya`h* (Fara'id), *Bugyat al-Wildān* (Tajwid), *Al- Qawl al-Mukhtaṣor* (*Mustalah*

¹⁰ *Ibid.*

¹¹ *Ibid.*

¹² Kitri Sulastri, *Skripsi, Studi Analisis Hisab Awal Bulan Qamariah dalam Kitab Irsyād al-Murīd*, *op. cit.*, hlm.46.

¹³ Nashifatul Wadzifah, *Skripsi Studi Analisis Metode Hisab Awal Waktu Salat KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyād al-Murīd*, Semarang : IAIN Walisongo, 2013, t.d., hlm. 59.

Hadis), *Tuhfāt ar-Rawy* (Tarajim), *Tuhfāt al-Arib* (Tarajim), *At- Taqyidāt al-Jaliyah* (Falak), *Faidl al-karīm* (Falak), *Bugyat ar-Rafīq* (Falak), *Anfa' al-Waṣilah* (Falak), *Šamarāt al-Fikar* (Falak), *Irsyād al-Murīd* (Falak), *Al-Futuhāt ar-Rabbāniyyah* (*Mada'ih Nabawiyah*), *Al-Fawakih asy-Syaḥiyyah* (*Khutbah Minbariyah*), *Bugyat al-Ahbāb* (*Fī al-Awrad Wa al-Ahzāb*), *Majma' al-Faḍa'il* (*Fī Ad'iyyah Wan Nawāfil*), *Irsyād al-Ibād* (*Fī al-Awrad*), *ad-Dur al-Anīq* (Falak) dan masih banyak lagi yang belum dicetak.¹⁴

Beberapa kitab tersebut memiliki konsen pembahasan yang berbeda serta menggunakan metode hisab yang berbeda pula, seperti kitab *Irsyād al-Murīd*. Kitab tersebut membahas tentang arah kiblat, waktu salat, awal bulan, dan gerhana dengan metode hisab *ḥaqīqī* kontemporer.

C. Gambaran Umum Kitab *Šamarāt al-Fikar*

Kitab *Šamarāt al-Fikar* adalah salah satu kitab Falak yang di ajarkan Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah di Pesantrennya. Secara umum dapat diterangkan bahwa kitab *Šamarāt al-Fikar* yang tebalnya 182 halaman ini terdiri atas dua bagian, yaitu bagian utama dan bagian tabel-tabel.

Kitab *Šamarāt al-Fikar* diterbitkan pertama kali pada tahun 2008 dan memiliki konsep yang berbeda dari kitab-kitabnya yang lain, jika dalam kitab Ahmad Ghozali yang sudah kontemporer seperti *Irsyād al-*

¹⁴ *Ibid.*

Murīd menggunakan banyak sekali rumus, maka dalam kitab *Šamarāt al-Fikar* banyak sekali tabel-tabel data astronomis (koreksi) yang sudah diolah dan tinggal memasukkan dalam perhitungan.

Kitab *Šamarāt al-Fikar* sengaja dibuat dengan tabel-tabel, karena memang Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah menyusun kitab *Šamarāt al-Fikar* untuk memudahkan kalangan pondok pesantren yang lebih menyukai tabel-tabel dibanding rumus. Sedangkan *Irsyād al-Murīd* disusun dengan menggunakan rumus, supaya bisa dipelajari oleh akademisi yang nantinya bisa dianalisis dan dijadikan program.¹⁵

Adapun pembagian Kitab *Šamarāt al-Fikar* secara rinci adalah:

1. Bagian Utama¹⁶

Bagian utama Menerangkan setiap pembahasan ataupun cara perhitungan penggunaan hisab di dalamnya. Pada risalah ini pula terdapat *muqaddimah* kitab yang di antaranya berisi tentang sebab dibuatnya kitab ini dan tahun pembuatannya. Bagian ini antara lain :

a) معرفة أوقات الصلوات الخمس بالجدول¹⁷

Dalam jadwal waktu salat, selain jadwal salat lima waktu (Subuh, Zuhur, Asar, Magrib dan Isya) juga dilengkapi dengan jadwal waktu terbit dan waktu Duha, dimulai dari lintang 75° bagian Utara sampai 70° bagian Selatan. Dalam jadwal waktu salat sudah menggunakan *ihtiyāt* 2 menit atau 3 menit.

¹⁵ Wawancara dengan Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, pada hari Jumat, 6 Desember 2013, pada pukul 10.40 WIB.

¹⁶ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Šamarāt al-Fikar*, Sampang : Lajnah Falakiyah al-Mubarak Lanbulan (LAFAL), 2008, hlm. 3-4.

¹⁷ *Ibid.*, hlm. 5. Lihat : lampiran II jadwal waktu salat.

b) طريقة استعمال الجدول لمعرفة وقت الصلاة¹⁸

Pada bagian ini menerangkan perbedaan Time Zone dengan GMT. Kemudian cara pengambilan Jadwal yang sesuai dengan lintang daerah, dan selanjutnya التعديل بين السطرين (*ta'dil* antara 2 baris (tabel)) maka hasilnya sudah jam *Local Mean Time*.

c) التعديل بين السطرين¹⁹

Ta'dil antara 2 baris (tabel), dengan menggunakan rumus :

$$A - (A - B) \times C/I$$

Keterangan :

A : lintang pertama (kecil)

B : lintang kedua (besar)

C : selisih antara lintang tempat dengan lintang pada tabel jadwal (-5°)

I : interval bisa 5 / 10/ 15/ 20

Setelah itu di jadikan ke waktu daerah, dengan rumus :

$$WD = LMT + ((\text{Time Zone} \times 15) - \text{Bujur Tempat}) / 1^\circ$$

d) الحساب لمعرفة الاجتماع والاستقبال²⁰

Dalam pembahasan ini, menerangkan cara hisab ijtimak dan *istiqbāl* dengan cara melihat tahun *al-majmū'ah*, tahun *al-mabṣūṭah* dan bulan qamariah dalam jadwal. Kemudian masukkan

¹⁸ *Ibid.*

¹⁹ *Ibid.*, hal 6.

²⁰ *Ibid.*, hlm. 9.

data *al-‘Alāmah*²¹, *Hiṣṣah al-‘Arḍ*²², *al-Khaṣṣah*²³, *al-Markaz*²⁴ sesuai tahun dan bulan yang telah ditentukan.²⁵

e) تعديل العلامة²⁶

Pada bab ini dibahas tentang cara penta‘dilan awal bulan yang dilakukan sampai 9 kali.

f) وقت الاجتماع والاستقبال²⁷

Pada bab ini menerangkan tentang cara mengetahui waktu ijtimak dan *istiqbāl*, kemudian menentukan hari mingguan (أسبوعي) dan pasarannya (أخمسِي). Mingguan ini dimulai dari hari *Ahad, Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu*. Sedangkan pasaran dimulai dari *Legi, Pahing, Pon, Wage, Kliwon*.

g) حساب الاجتماع²⁸

Pada bagian ini menerangkan cara perhitungan ijtimak. Dalam hisab ijtimak melalui 9 kali penta‘dilan, menentukan waktu terjadinya ijtimak, konversi Julian date ke Miladi, dan yang terakhir konversi hari dan pasarannya.

²¹ *Al-‘Alāmah* : tanda ijtimak atau *istiqbāl*. Lihat : Abdul Karim & M. Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak Teori dan Implementasi*, op. cit, hlm.11.

²² *Hiṣṣah al-‘Arḍ* : bagian bulan yang menggelincir, *Ibid*.

²³ *Al-Khaṣṣah* : khusus tempat bulan. *ibid.*, hlm. 12.

²⁴ *Al-Markaz* : tempat Matahari dalam falaknya buruj. *Ibid*.

²⁵ Untuk mengetahui data *al-Markaz, al-Khaṣṣah, Hiṣṣah al-‘Arḍ, al-‘alāmah*, telah tertera dalam tabel yang sudah masak dan tinggal dijumlahkan. Lihat : Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Šamarāt al-Fikar*, op. cit., hlm. 114-117.

²⁶ *Ibid.*, hlm. 9-10.

²⁷ *Ibid.*, hlm. 10-11.

²⁸ *Ibid.*, hlm. 11-15

h) حساب الهلال²⁹

Pada bagian ini menerangkan cara perhitungan hilal yang di dalamnya menyangkut pergerakan Matahari dan pergerakan Bulan.

i) حساب الخسوف³⁰

Pada bagian ini menerangkan cara perhitungan gerhana Bulan.

2. Bagian tabel-tabel³¹

Bagian ini berupa tabel-tabel, yang merupakan bagian inti dari kitab *Šamarāt al-Fikar*, yang memuat jadwal waktu salat, jadwal ijtimak dan *istiqbāl*, jadwal *Hisāb al-Hilāl*, dan jadwal *Hisāb al-Khusūf*.

D. Proses Perhitungan Awal Bulan Qamariah dalam Kitab *Šamarāt al-Fikar*

Kitab *Šamarāt al-Fikar* dalam menentukan awal bulan qamariah menggunakan metode hisab kontemporer. Metodenya kurang lebih sama dengan metode hisab kontemporer pada umumnya. Akan tetapi, di dalam proses hisab tersebut terdapat beberapa perbedaan pada perhitungan-perhitungannya. Dalam kitab *Šamarāt al-Fikar* menghitung ijtimak telah melalui proses yang panjang, tidak menggunakan tahun *tām*, konversi harinya pun sudah menggunakan metode Julian date, banyak sekali tabel-tabel yang sudah disajikan tinggal di olah dalam perhitungan dengan bentuk penta'dilan, serta sudah menggunakan rumus berdasarkan data

²⁹ *Ibid.*, hlm. 16-31.

³⁰ *Ibid.*, hlm. 56-65.

³¹ *Ibid.*, hlm. 66-180.

astronomis yang diolah dengan *spherical trigonometry* (ilmu ukur segi tiga bola) dengan koreksi-koreksi gerak Bulan maupun Matahari yang sangat teliti.

Proses perhitungan awal bulan qamariah menggunakan kitab *Šamarāt al-Fikar* ditempuh dengan langkah-langkah sebagai berikut³² :

1. Menentukan awal bulan apa dan tahun berapa (Hijriah) yang akan dihitung.
2. Menentukan lokasi (cari data Lintang Tempat, Bujur Tempat dan Tinggi Tempat dari permukaan air laut).
3. Menghitung ijtimak, masukkan tahun dan bulan (Hijriah) dengan melihat :

- جدول الحركات فى السنين المجموعه لطلب الاجتماع والكسوف

- جدول الحركات فى السنين المبسوطة

- جدول الحركات فى الشهور

Dalam hisab ijtimak yang di butuhkan adalah data *al-‘Alāmah* (A), *Hiṣṣah al-‘Arḍ* (F), *al-Khaṣṣah* (N), *al-Markaz* (M), sesuai tahun dan bulan yang telah ditentukan kemudian masing-masing data dijumlahkan.³³

Catatan : Apabila hasil penjumlahan lebih dari 360, maka dikurangkan 360 dan hasil pengurangan itulah hasilnya.

³² *Ibid.*, hlm. 9-31.

³³ Untuk mengetahui data *al-Markaz*, *al-Khaṣṣah*, *Hiṣṣah al-‘Arḍ*, *al-‘alāmah*, telah tertera dalam tabel yang sudah masak dan tinggal dijumlahkan. Lihat : Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Šamarāt al-Fikar*, *op. cit.*, hlm.114-117.

4. Menghitung *Ta'dil al-'Alāmah*³⁴, masukkan:

- *Ta'dil al-Awal* (T1)³⁵ dengan Dalil *al-Awal* yaitu *al-Markaz* (M)
- *Ta'dil as-Šany* (T2)³⁶ dengan Dalil *as-Šany* yaitu 2 x *al-Markaz* (2 x M)
- *Ta'dil as-Šalis* (T3)³⁷ dengan Dalil *as-Šalis* yaitu *al-Khaṣṣah* (N)
- *Ta'dil ar-Rabi'* (T4)³⁸ dengan Dalil *al-Rabi'* yaitu 2 x *al-Khaṣṣah* (2 x N)
- *Ta'dil al-Khamis* (T5)³⁹ dengan Dalil *al-Khamis* yaitu penjumlahan *al-Markaz* dan *al-Khaṣṣah* (M + N)
- *Ta'dil as-Sadis* (T6)⁴⁰ dengan Dalil *as-Sadis* yaitu *al-Markaz* dikurangkan *al-Khaṣṣah* (M-N)
- *Ta'dil as-Sabi'* (T7)⁴¹ dengan Dalil *as-Sabi'* yaitu 2 x *Hiṣṣah al-'Arḍ* (2xF)
- *Ta'dil as-Šamin* (T8)⁴² dengan Dalil *as-Šamin* yaitu 2x *Hiṣṣah al-'Arḍ* + *al-Khaṣṣah* (2xF+N)
- *Ta'dil al-Tasi'* (T9)⁴³ dengan Dalil *al-Tasi'* 2 x *Hiṣṣah al-'Arḍ* dikurangi *al-Khaṣṣah* (2 x F – N)

³⁴ *Ibid.*, hlm. 9.

³⁵ *Ibid.*, hlm. 118.

³⁶ *Ibid.*, hlm. 119.

³⁷ *Ibid.*, hlm. 120.

³⁸ *Ibid.*, hlm. 121.

³⁹ *Ibid.*, hlm. 122.

⁴⁰ *Ibid.*, hlm. 123.

⁴¹ *Ibid.*, hlm. 124.

⁴² *Ibid.*, hlm. 125.

⁴³ *Ibid.*, hlm. 126.

Setelah proses *Ta'dil* selesai, Mulai T1 sampai T9 ditambahkan dan hasilnya di sebut T. Kemudian mencari '*Alāmah Mu'addalah* (AM), dengan rumus⁴⁴ :

$$AM = A + T + 0,5$$

Setelah AM diketahui, dilanjutkan mencari Waktu Ijtimak, dengan rumus⁴⁵ :

$$\text{Waktu Ijtimak} = \text{hasil AM setelah koma yang ditulis (ما بعد الفاصلة)} \\ \times 24$$

$$\text{Waktu Ijtimak daerah} = \text{Waktu Ijtimak} + \text{Time Zone}$$

5. Menghitung konversi kalender Julian Date ke kalender Miladi, dengan rumus⁴⁶ :

$$B = \text{AM sebelum koma (ما قبل الفاصلة)} - 1$$

$$C = \text{hasil B dijadikan Tahun } al\text{-Majmū'ah}^{47}$$

$$D = B - C$$

$$F = \text{hasil D dijadikan Tahun } al\text{-Mabṣūṭah}^{48}$$

$$G = D - E$$

$$H = \text{hasil G dijadikan Bulan}^{49}$$

$$K = G - H = \text{hasilnya menjadi tanggal}$$

⁴⁴ *Ibid.*, hlm. 12.

⁴⁵ *Ibid.*

⁴⁶ *Ibid.*

⁴⁷ *Ibid.*, hlm. 128.

⁴⁸ *Ibid.*, hlm. 129.

⁴⁹ *Ibid.*, hlm. 128.

Kemudian menentukan hari dan pasarannya, dengan rumus :

$$L = AM (\text{ما قبل الفاصلة}) + 16$$

$$M = L / 7 = \text{hasil} (\text{ما قبل الفاصلة}) \times 7$$

HR = L – M = hasilnya dijadikan hari (dimulai dari Ahad)

$$MM = L / 5 = \text{hasil} (\text{ما قبل الفاصلة}) \times 5$$

PSR = L – MM = hasil dijadikan pasaran (dimulai dari Legi)

6. Menghitung Matahari Terbenam

Dalam Kitab *Šamarāt al-Fikar*, perhitungan Matahari terbenam (gurub) menggunakan perhitungan Matahari terbenam kitab *Irsyād al-Murīd*. Dengan rumus⁵⁰ :

$$B = 2 - \text{int}(Y:100) + \text{int}(\text{int}(Y:100):4)$$

$$JD = \text{Int} (365.25 \times (Y+4716)) + \text{Int}(30.6001 \times (M + 1)) + D + (\text{waktu gurub} / 24) + B - 1524.5$$

$$T = (JD - 2451545) : 36525$$

$$S = \text{Frac} ((280.4665 + 36000.76983 \times T) : 360) \times 360$$

$$m = \text{Frac} ((357.52910 + 35999.05030 \times T) : 360) \times 360$$

$$N = \text{Frac} ((125.04 - (1934.136 \times T) : 360) \times 360$$

$$K' = (17.264 : 3600) \times \sin N + (0.206 : 3600) \times \sin 2N$$

$$K'' = (-1.264 : 3600) \times \sin 2S$$

⁵⁰ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Irsyād al-Murīd li al-Ma'rifati Ilmi al-Falaki 'Alā Raṣḍi al-Jadīdi*, Jember: Yayasan An-Nuriyah, 1997, hlm. 116-123.

$$R' = (9.23 : 3600) \times \cos N - (0.090 : 3600) \times \cos 2N$$

$$R'' = (0.548 : 3600) \times \cos 2S$$

$$Q' = 23.43929111 + R' + R'' - (46.8150/3600) \times T$$

$$E = (6898.06 : 3600) \times \sin m + (72.095 : 3600) \times \sin 2m + (0.966 : 3600) \times \sin 3m$$

$$S' = S + E + K' + K'' - (20.47/3600)$$

$$\delta = \text{Shift Sin} (\sin S' \times \sin Q')$$

$$PT = \text{Shift tan} (\tan S' \times \cos Q')$$

$$e = (-1.915 \times \sin m + -0.02 \times \sin 2m + 2.466 \times \sin 2S' + -0.053 \times \sin 4S') / 15$$

$$s.d = 0.267 / (1 - 0.017 \times \cos m)$$

$$\text{Dip} = (1.76 / 60) \times \sqrt{TT}$$

$$h = -(s.d + (34.5 / 60) + \text{Dip})$$

$$t = \text{shift cos} (-\tan \phi \times \tan \delta + \sin h / \cos \phi / \cos \delta)$$

$$\text{GLMT} = t / 15 + 12 - e$$

$$\text{Gurub WIB} = \text{LMT} + (\text{BWD} - \lambda) / 15$$

Catatan : Y adalah tahun masehi, M, bulan masehi dan D adalah tanggal masehi. Perhitungan gurub pertama menggunakan 11° dalam rumus JD. Setelah gurub WIB diketahui kemudian hitung lagi dengan

rumus tersebut menggunakan jam gurub hasil dari 11°. Hal ini dilakukan dua kali, karena gurub yang pertama masih *taqribi*, untuk mencari *hakīkī* maka dihitung dua kali, setelah hasil diketahui, yang dimasukkan dalam tabel hisab hilal adalah hasil pengurangan gurub WIB –Time Zone.

7. Hisab Hilal

Masukkan tahun, tanggal, bulan (Masehi) sesuai konversi dari ijtimak dan waktu gurubnya (terbenamnya Matahari) dengan melihat:

- جدول الحركات فى السنين المجموعة المملادية
- جدول الحركات فى السنين المبسوطه المملادية
- جدول الحركات فى الشهور المملادية
- جدول الحركات فى الأيام المملادية
- جدول الحركات فى الساعة
- جدول الحركات فى الدقيقة
- جدول الحركات فى الثانية

Dalam proses hisab hilal yang dibutuhkan adalah data *Wasat as-Syams* (L), *Khaṣaṭuhā* (M), *Wasat al-Qamar* (W), *Khaṣaṭuhū* (N), *Hiṣṣah al-Arḍ* (F), dan *al-Bu'du* (D) sesuai tahun dan bulan yang telah ditentukan kemudian masing-masing data dijumlahkan.⁵¹ Setelah mengetahui hasilnya, proses selanjutnya adalah menghitung data pergerakan Matahari dan Bulan.

⁵¹ *Ibid.*, hlm. 130-140.

Catatan : Apabila hasil penjumlahan lebih dari 360, maka dikurangkan 360 dan hasil pengurangan itulah hasilnya.

Data Matahari

a. Menghitung Bujur Matahari / *Tūl asy-Syams* (S), dengan rumus :

$$\text{Dalil I (M)} = \text{hasilnya } Ta'dil L1^{52}$$

$$\text{Dalil II (2 x M)} = \text{hasilnya } Ta'dil L2^{53}$$

$$S=L + L1 + L2$$

b. Menghitung Obliquity / *Mail Kully* (O), dengan rumus :

Masukkan tahun, bulan dan tanggal (Masehi) sesuai dengan konversi ijtimak, kemudian lihat hasil O nya di جدول حركات الزمن الكلي والنجمي والميل الكلي, hasilnya kemudian dijumlahkan.⁵⁴ Hasil penjumlahan itulah Obliquity / *Mail Kully*.

c. Menghitung Deklinasi Matahari / *Mail as-Syams* (dm), dengan rumus:

$$dm = \sin^{-1} (\sin S \times \sin O)$$

d. Menghitung Assensiorekta Matahahari / *al-Maṭali' Mustaqīmah asy-Syams* (am), dengan rumus :

$$am = \tan^{-1} (\tan S \times \cos O)$$

Catatan : Jika Bujur Matahari (S) nilainya antara 0-90, maka hasilnya am. Jika Bujur Matahari (S) nilainya antara 90-270 maka

⁵² *Ibid.*, hlm. 141,

⁵³ *Ibid.*, hlm. 142,

⁵⁴ *Ibid.*, hlm.143-145.

hasil am ditambahkan 180. Jika Bujur Matahari (S) nilainya antara 270-360 maka hasil am ditambahkan 360.

- e. Menghitung Jarak Bumi – Matahari / *al Bu'du bain al-Arḍ asy-Syams* (R), dengan rumus :

$$\text{Dalil I (M)} = \text{hasilnya } Ta'dil R1^{55}$$

$$\text{Dalil II (2 x M)} = \text{hasilnya } Ta'dil R2^{56}$$

$$R = 1.00014 + R1 + R2$$

- f. Menghitung Semi Diameter / *Nisf Qutr asy-Syams* (sd), dengan rumus:

$$sd = 0^{\circ}15'59.63'' / R$$

- g. Menghitung *Equation Of Time / Ta'dil al-Waqt* (e), dengan rumus:

$$e = (L - am) / 15$$

- h. Menghitung Sideral Time / *az-Zaman an-Najm* (ST), dengan rumus :

Masukkan tahun, bulan, tanggal (Masehi) sesuai dengan konversi ijtimak dan waktu gurubnya , kemudian lihat hasil ST nya di جدول حركات الزمن النجمي والميل الكلي, hasilnya kemudian dijumlahkan.⁵⁷

Hasil penjumlahan itulah Sideral Time / *az-Zaman an-Najm*.

- i. Menghitung Sudut Waktu Matahari / *Zawiyah az-Zaman asy-Syams* (GM), dengan rumus :

$$GM = (ST - am + \lambda)$$

⁵⁵ *Ibid.*, hlm. 148.

⁵⁶ *Ibid.*, hlm. 149.

⁵⁷ *Ibid.*, hlm. 143-147.

- j. Menghitung Terbenam Matahari / *Gurub asy-Syams bi al-wasaṭiyah* (GRM), dengan rumus :

$$\text{GRM} = \text{GM} / 15 + 12 - e$$

Untuk merubah ke waktu daerah, dengan rumus :

$$\text{Gr WD} = \text{GRM} + ((\text{Time Zone} \times 15) - \lambda) / 15$$

- k. Menghitung Altitude Matahari / *Irtifa' asy-Syams* (hm), dengan rumus:

$$\text{hm} = \sin^{-1}(\sin p \sin \text{dm} - \cos p \cos \text{dm} \cos \text{GM})$$

catatan : p dalam kitab *Šamarāt al-Fikar* adalah simbol dari Lintang Tempat.

- l. Menghitung Azimut Matahari / *Samtu asy-Syams* (azm), dengan rumus:

$$\text{azm} = \tan^{-1}(-\sin p / \tan \text{GM} + \cos p \tan \text{dm} / \sin \text{GM}) =$$

hasilnya dihitung dari titik Barat, dan jika dihitung dari titik Utara searah jarum jam, $270 - \text{hasil azm}$.

Data Bulan

- a. Menghitung Bujur Bulan / *Tūl al-Qamar* (Mo), dengan rumus :

$$\text{Dalil I (N)} = \text{hasilnya Ta'dil W1}^{58}$$

$$\text{Dalil II (2 x D - N)} = \text{hasilnya Ta'dil W2}^{59}$$

$$\text{Dalil III (2 x D)} = \text{hasilnya Ta'dil W3}^{60}$$

$$\text{Dalil IV (2 x N)} = \text{hasilnya Ta'dil W4}^{61}$$

⁵⁸ *Ibid.*, hlm. 150.

⁵⁹ *Ibid.*, hlm. 151.

⁶⁰ *Ibid.*, hlm. 152.

⁶¹ *Ibid.*, hlm. 153.

Dalil V (M) = hasilnya *Ta'dil* W5⁶²

Dalil VI (2 x F) = hasilnya *Ta'dil* W6⁶³

Mo = W + W1 s/d W6

b. Menghitung Latitude Bulan / *'Arḍ al-Qamar* (B), dengan rumus :

Dalil I (F) = hasilnya *Ta'dil* B1⁶⁴

Dalil II (N + F) = hasilnya *Ta'dil* B2⁶⁵

Dalil III (N – F) = hasilnya *Ta'dil* B3⁶⁶

Dalil IV (2 x D – F) = hasilnya *Ta'dil* B4⁶⁷

B = B1 + B2 + B3 + B4

c. Menghitung Deklinasi Bulan / *Bu'du al-Qamar* (dc), dengan rumus :

dc = $\sin^{-1}(\sin B \cos O + \cos B \sin O \sin Mo)$

d. Menghitung Assensio rekta Bulan / *al-Maṭāli' al-Mustaqīmah al-Qamar* (ac), dengan rumus :

ac = $\cos^{-1}(\cos Mo \cos B / \cos dc)$

Catatan : jika nilai Bujur Bulan (Mo) antara 0-180, maka hasilnya ac. Jika nilai Bujur Bulan (Mo) antara 180-360, maka 360 dikurangi hasil ac.

⁶² *Ibid.*, hlm. 154.

⁶³ *Ibid.*, hlm. 155.

⁶⁴ *Ibid.*, hlm. 156.

⁶⁵ *Ibid.*, hlm. 157.

⁶⁶ *Ibid.*, hlm. 158.

⁶⁷ *Ibid.*, hlm. 159.

e. Menghitung Horizontal Parallaks / *Ikhtilāf Manẓar al-Qamar al-Ufuqi* (HP), dengan rumus :

$$\text{Dalil I (N)} = \text{hasilnya } Ta'dil \text{ HP1}^{68}$$

$$\text{Dalil II (2 x D - N)} = \text{hasilnya } Ta'dil \text{ HP2}^{69}$$

$$\text{Dalil III (2 x D)} = \text{hasilnya } Ta'dil \text{ HP3}^{70}$$

$$\text{Dalil IV (2 x N)} = \text{hasilnya } Ta'dil \text{ HP4}^{71}$$

$$\text{HP} = 0.950724 + \text{HP1} + \text{HP2} + \text{HP3} + \text{HP4}$$

f. Menghitung Semi Diameter Bulan / *Nishf al-Qutr al-Qamar* (sdc), dengan rumus :

$$\text{sdc} = 0.272476 \times \text{HP}$$

g. Menghitung Sudut Waktu Bulan / *Zawiyah az-Zaman al-Qamar* (GC), dengan rumus :

$$\text{GC} = (\text{ST} - \text{ac} - \lambda)$$

h. Menghitung Altitude Bulan Giocentric / *Irtifa' al-Qamar / al-Hilāl al-Markazi* (hc), dengan rumus :

$$\text{hc} = \sin^{-1}(\sin p \sin dc + \cos p \cos dc \cos \text{GC})$$

i. Menghitung Azimut Bulan / *Samtu al-Irtifa' al-Qamar* (azc), dengan rumus :

$$\text{azc} = \tan^{-1}(-\sin p / \tan \text{GC} + \cos p \tan dc / \sin \text{GC})$$

⁶⁸ *Ibid.*, hlm. 160.

⁶⁹ *Ibid.*, hlm. 161.

⁷⁰ *Ibid.*, hlm. 162.

⁷¹ *Ibid.*, hlm. 163.

- j. Menghitung Beda Azimut / Jarak Bulan dari Matahari / *Bu'd al-Qamar min as-Syams* (z), dengan rumus :

$$z = azc - azm$$

- k. Menghitung Refraksi / pembiasan Cahaya / *Inkisār as-Su'a* (Ref), dengan rumus :

$$\text{Ref} = 0.0167 / \tan (hc + 7.31 / (hc + 4.4))$$

- l. Menghitung Kerendahan Ufuk (Dip), dengan rumus :

$$\text{Dip} = (1.76 / 60) \times \sqrt{\text{Tinggi Tempat (TT)}}$$

- m. Menghitung Parallaks Bulan / *Ikhtilāf al-Manzar* (P), dengan rumus :

$$P = HP \times \cos hc$$

- n. Menghitung Altitude Bulan Toposentric / *Irtifa' al-Qamar / al-Hilal as-Saḥī* (hc'), dengan rumus :

$$hc' = hc - p + \text{Ref} + \text{Dip}$$

- o. Menghitung *Illumination / Nūr al-Hilāl* (nh), dengan rumus :

$$d = \cos^{-1}(\cos (Mo - S) \times \cos B)$$

$$I = 180 - d - 0.1486 \times ((1 - 0.0549 \times \sin N) / (1 - 0.0167 \times \sin M)) \times \sin d$$

$$nh = \text{hasil } i, \text{ lihat di tabel } nūr \text{ al-hilāl}^{72}$$

- p. Lama Hilal / *Muksu al-Hilāl bi al-taqrib* (mh)

$$mh = hc \times 4' \text{ (lama hilal di atas ufuk)}$$

⁷² *Ibid.*, hlm. 164.

Contoh Perhitungan

Perhitungan awal bulan Ramadan 1434 H

1. Menentukan bulan dan tahun

Menghitung waktu ijtimak dan posisi hilal menjelang bulan Ramadan

1434 H

2. Menentukan lokasi

Semarang $\phi = -7^\circ$, $\lambda = 110^\circ 24'$, Tinggi Tempat = 5 M

3. Menghitung Ijtimak akhir bulan Syakban

السنة الهجرية	(A) العلامة	(F) حصة العرض	(N) الخاصة	(M) المركز	
1	2	3	4	5	
مجموعة	1410	2447740.6520	164.2161	111.1791	207.9587
مبسوطة	24	8504.8095	193.1059	235.2724	102.3426
شهر	Syakban	236.2447	245.3641	206.5353	232.8428
Jumlah		2456481.706	242.6862	192.9868	183.1441

4. Menghitung *Ta'dil al-'Alāmah*

$$\text{Dalil I (M)} = 183.1441 \quad T1 = -0.0095$$

$$\text{Dalil II 2 (M)} = 6.2882 \quad T2 = 0.0002$$

$$\text{Dalil III 3 (N)} = 192.9868 \quad T3 = 0.0914$$

$$\text{Dalil IV (2 x N)} = 25.9736 \quad T4 = 0.0071$$

$$\text{Dalil V (M + N)} = 16.1309 \quad T5 = -0.0014$$

$$\text{Dalil VI (M - N)} = 350.1573 \quad T6 = 0.0013$$

$$\text{Dalil VII (2 x F)} = 125.3724 \quad T7 = 0.0085$$

$$\text{Dalil VIII (2 x F + N)} = 318.3592 \quad T8 = 0.0004$$

$$\text{Dalil IX (2 x F - N)} = 292.3856 \quad T9 = -0.0009$$

$$T = T1 + T2 \text{ s.d. } T9 = 0.0971$$

$$\text{'Alāmah Mu'addalah (AM)} = A + T + 0.5 = 2456482.303$$

$$\text{Waktu Ijtimak} = 0.303 \times 24 = 07:16:19.2 \text{ GMT}$$

$$\text{Waktu Ijtimak } 07:16:19.2 + 7 \text{ (Time Zone)} = 14:16:19.2 \text{ WIB.}$$

5. Konversi Julian Day / Julian Day ke Miladi (Masehi)

$$B = (\text{AM}) - 1 = 2456481 \text{ di depan koma}$$

$$C = \text{Tahun } al\text{-Majmū'ah} \quad 2000 = 2451544 \text{ (lihat tabel a)}^{73}$$

$$D = B - C = 4937$$

$$E = \text{Tahun } al\text{-Mabşū'ah} \quad 13 = 4748 \text{ (lihat tabel b)}^{74}$$

$$G = D - E = 189$$

$$H = \text{Bulan Juli} = 181 \text{ (lihat tabel c)}^{75}$$

$$K = G - H = 8 \text{ (tanggal)}$$

Hari dan Pasaran Ijtimak

$$L = \text{AM} + 16 = 2456498 \text{ di depan koma}$$

$$M = L / 7 = 35092 \text{ di depan koma} \times 7 = 2456496$$

$$\text{Hari} = L - M = 2 \text{ (hari Senin, hari dimulai dari Ahad)}^{76}$$

$$\text{MM} = L / 5 = 491299 \text{ di depan koma} \times 5 = 2456495$$

$$\text{Pasaran} = L - \text{MM} = 3 \text{ (pasaran Pon, pasaran dimulai dari Legi)}^{77}$$

⁷³ Dengan mencocokkan tahun dalam huruf B (2456481) ke tabel tahun *al-Majmū'ah*. Lihat : Lampiran tabel no. 5.

⁷⁴ Dengan mencocokkan tahun pada huruf D (4937), pada tabel tahun *al-Mabşū'ah*. Lihat : Lampiran tabel no. 5.

⁷⁵ Dengan mencocokkan hasil huruf G, pada tabel *Syuhur Miladiyah* (bulan-bulan Masehi). Lihat : lampiran tabel no. 5.

⁷⁶ Lampiran tabel no. 6.

⁷⁷ Lampiran tabel no. 7.

Jadi ijtimak pada akhir bulan Syakban 1434 H, terjadi pada hari Senin

Pon, 8 Juli 2013 pada Jam 14:16:19.2 WIB.

6. Matahari Terbenam

Dengan menggunakan gurub kitab *Irsyād al-Murīd* hasilnya $10^{\circ}35'50''$.

7. Hisab Hilal

ميلادية	التاريخ	وسط الشمس (L)	خاصتها (M)	وسط القمر (W)	خاصته (N)	حصة العرض (F)	البعد (D)
مجموعة	2000	279,9736	357,0363	211,7283	128,4309	86,6574	291,7548
مبسوطة	13	359,8537	359,6301	281,5305	112,5867	172,9549	281,6768
شهر	Juli	178,4022	178,3937	224,9278	204,7637	234,5124	46,5256
ايام	8	7,8852	7,8848	105,4112	104,5199	105,8348	97,526
ساعة	10	0,4107	0,4107	5,4902	5,4437	5,5122	5,0795
دقيقة	35	0,0240	0,0240	0,3203	0,3176	0,3215	0,2963
ثانية	50	0,0006	0,0006	0,0076	0,0076	0,0077	0,0071
المجموع		106,55	183,3802	109,4159	196,0701	245,8009	2,8661

Data Matahari

a. Bujur Matahari / *Ṭūl asy-Syams* (S)

$$\text{Dalil I (M)} = 183.3802 \quad L1 = -0.1129$$

$$\text{Dalil II (2 x M)} = 6.7604 \quad L2 = 0.0023$$

$$S=L + L1 + L2 = 10^{\circ}26'21,8''$$

b. Obliquity / *Mail Kully* (O)

ميلادية	التاريخ	O
مجموعة	2000	23.439291
مبسوطة	13	-0.001690
شهر	Juli	-0.000064
ايام	8	-0.000003
Jumlah		23.437534

$$c. \text{ dm} = \sin^{-1} (\sin S \times \sin O)$$

$$= \sin^{-1} (\sin 10^{\circ}26'21.8'' \times \sin 23.437534)$$

$$= 22^{\circ}25'33,38''$$

$$d. \text{ am} = \tan^{-1} (\tan S \times \cos O)$$

$$= \tan^{-1} (\tan 10^{\circ}26'21.8'' \times \cos 23.437534)$$

$$= 107^{\circ}49'39,4''$$

e. Jarak Bumi – Matahari / *al-Bu'du bain al-Arḍ asy-Syams* (R)

$$\text{Dalil I (M)} = 183.3802 \quad R1 = 0.01667$$

$$\text{Dalil II (2 x M)} = 6.7604 \quad R2 = -0.00014$$

$$R = 1.00014 + R1 + R2 = 1.01667$$

$$f. \text{ sd} = 0^{\circ}15'59.63'' / R$$

$$= 0^{\circ}15'59.63'' / 1.01667$$

$$= 0^{\circ}15'43,9''$$

$$g. \text{ e} = (L - \text{am}) / 15$$

$$= (106,55 - 107^{\circ}49'39,4'') / 15$$

$$= - 0^{\circ}5'6,63''$$

h. Sideral Time / *az-Zaman an-Najm* (ST)

ميلادية	التاريخ	ST
مجموعة	2000	99.9678
مبسوطة	13	359.8537
شهر	Juli	178.4022
ايام	8	7.8852
ساعة	10	150.4107
دقيقة	35	8.7740
ثانية	50	0.2089
Jumlah		85.5025

$$\begin{aligned}
 \text{i. GM} &= (\text{ST} - \text{am} + \lambda) \\
 &= (85.5025 - 107^{\circ}49'39,4'' + 110^{\circ}24') \\
 &= 88^{\circ}4'29,6''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{j. GRM} &= \text{GM} / 15 + 12 - e \\
 &= 88^{\circ}4'29,6'' / 15 + 12 - e \\
 &= 17:57'24,6'' \text{ LMT}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Gr WD} &= \text{GRM} + ((\text{Time Zone} \times 15) - \lambda) / 15 \\
 &= 17:57'24,6'' + ((7 \times 15) - 110^{\circ}24') / 15 \\
 &= 17:35'48,6'' \text{ WIB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{k. hm} &= \sin^{-1} (\sin p \sin dm - \cos p \cos dm \cos \text{GM}) \\
 &= \sin^{-1} (\sin -7^{\circ} \sin 22^{\circ}25'33,38'' - \cos -7^{\circ} \cos \\
 &\quad 22^{\circ}25'33,38'' \cos 88^{\circ}4'24,9'') \\
 &= -0^{\circ}53'52,42''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{l. azm} &= \tan^{-1}(-\sin p / \tan GM + \cos p \tan dm / \sin GM) \\
 &= \tan^{-1}(-\sin -7^\circ / \tan 88^\circ 4' 24,9'' + \cos -7^\circ \tan 22^\circ 25' 33,38'' \\
 &\quad / \sin 88^\circ 4' 24,9'') \\
 &= 22^\circ 29' 13,84'' \text{ dari titik Barat, } 292^\circ 29' 13,84'' \text{ dari titik} \\
 &\quad \text{Utara searah jarum jam.}
 \end{aligned}$$

Data Bulan

a. Bujur Bulan / *Tūl al-Qamar* (Mo)

Dalil I (N)	= 196.0701	W1 = -1.7411
Dalil II (2 x D – N)	= 169.6621	W2 = 0.2286
Dalil III (2 x D)	= 5.7322	W3 = 0.0657
Dalil IV (2 x N)	= 32.1402	W4 = 0.1136
Dalil V (M)	= 183.3802	W5 = 0.0109
Dalil VI (2 x F)	= 131.6018	W6 = -0.0855
Mo	= W + W1 s/d W6	= 108°0'29,16"

b. Menghitung Latitude Bulan / '*Arḍ al-Qamar* (B), dengan rumus :

Dalil I (F)	= 245.8009	B1 = -4.6774
Dalil II (N + F)	= 81.871	B2 = 0.2778
Dalil III (N – F)	= 310.2692	B3 = -0.2119
Dalil IV (2 x D – F)	= 119.9313	B4 = 0.1501
B	= B1 + B2 + B3 + B4	= -4°27'41,04"

- c. $dc = \sin^{-1}(\sin B \cos O + \cos B \sin O \sin Mo)$
 $= \sin^{-1}(\sin -4^{\circ}27'41,04'' \cos 23.437534 + \cos -4^{\circ}27'41,04'' \sin 23.437534 \sin 108^{\circ}0'29,16'')$
 $= 17^{\circ}48'11,57''$
- d. $ac = \cos^{-1}(\cos Mo \cos B / \cos dc)$
 $= \cos^{-1}(\cos 108^{\circ}0'29,16'' \cos 4^{\circ}27'41,04'' / \cos 17^{\circ}48'11,57'')$
 $= 108^{\circ}53'16,2''$
- e. Horizontal Parallax / *Ikhtilāf Manẓar al-Qamar al-Ufuqi* (HP)
- | | | |
|--|------------|---------------|
| Dalil I (N) | = 196.0701 | HP1 = -0.0498 |
| Dalil II (2 x D – N) | = 169.6621 | HP2 = -0.0094 |
| Dalil III (2 x D) | = 5.7322 | HP3 = 0.0078 |
| Dalil IV (2 x N) | = 32.1402 | HP4 = 0.0024 |
| HP = 0.950724 + HP1 + HP2 + HP3 + HP4 = 0.901724 | | |
- f. $sdc = 0.272476 \times HP$
 $= 0.272476 \times 0.901724$
 $= 0^{\circ}14'44,51''$
- g. $GC = (ST - ac - \lambda)$
 $= (85.5025 - 108^{\circ}53'16,2'' - 110^{\circ}24')$
 $= 87^{\circ}0'52,8''$
- h. $hc = \sin^{-1}(\sin p \sin dc + \cos p \cos dc \cos GC)$
 $= \sin^{-1}(\sin -7^{\circ} \sin 17^{\circ}48'11,57'' + \cos -7^{\circ} \cos 17^{\circ}48'11,57'' \cos 87^{\circ}0'52,8'')$
 $= 0^{\circ}41'6,02''$

Dengan demikian ketinggian hilal *ḥakīkī* pada saat gurub ialah $0^{\circ}41'6,02''$.

$$\begin{aligned} \text{i. } azc &= \tan^{-1} (-\sin p / \tan GC + \cos p \tan dc / \sin GC) \\ &= \tan^{-1} (-\sin -7^{\circ} / \tan 87^{\circ}0'52,8'' + \cos -7^{\circ} \tan 17^{\circ}48'11,57'' / \sin \\ &\quad 87^{\circ}0'52,8'') \\ &= 18^{\circ}1'52,33'' \text{ dari titik Barat} / 288^{\circ}1'52,33'' \text{ dari titik Utara} \\ &\quad \text{searah jarum jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{j. } z &= azc - azm \\ &= 288^{\circ}1'52,33'' - 292^{\circ}29'13,84'' \\ &= -4^{\circ}27'21,51'' \end{aligned}$$

Jadi, posisi hilal dari Matahari $4^{\circ}27'21,51''$ sebelah Selatan Matahari.

$$\begin{aligned} \text{k. } Ref &= 0.0167 / \tan (hc + 7.31 / (hc + 4.4)) \\ &= 0.0167 / \tan (0^{\circ}41'6,02'' + 7.31 / (0^{\circ}41'6,02'' + 4.4)) \\ &= 0^{\circ}27'2,12'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{l. } Dip &= (1.76 / 60) \times \sqrt{\text{Tinggi Tempat (TT)}} \\ &= (1.76 / 60) \times \sqrt{5 \text{ M}} \\ &= 0^{\circ}3'56,13'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{m. } P &= HP \times \cos hc \\ &= 0.901724 \times \cos 0^{\circ}41'6,02'' \\ &= 0^{\circ}54'5,97'' \end{aligned}$$

$$n. hc' = hc - p + Ref + Dip$$

$$= 0^{\circ}41'6,02'' - 0^{\circ}54'5,97'' + 0^{\circ}27'2,12'' + 0^{\circ}3'56,13''$$

$$= 0^{\circ}17'58,3''$$

Dengan demikian ketinggian hilal *mar'i* pada saat gurub ialah

$$0^{\circ}17'58,3''$$

$$o. \textit{Illumination} / \textit{Nūr al-Hilāl} (nh)$$

$$d = \cos^{-1}(\cos (Mo - S) \times \cos B)$$

$$= \cos^{-1}(\cos (108^{\circ}0'29,16'' - 106^{\circ}26'21,8'') \times \cos -4^{\circ}27'41,04'')$$

$$= 4^{\circ}43'43,08''$$

$$I = 180 - d - 0.1486 \times ((1 - 0.0549 \times \sin N) / (1 - 0.0167 \times \sin M))$$

$$\times \sin d$$

$$= 180 - 4^{\circ}43'43,08'' - 0.1486 \times ((1 - 0.0549 \times \sin 196.0673) / (1$$

$$- 0.0167 \times \sin 183.38)) \times \sin 4^{\circ}43'43,08''$$

$$= 175^{\circ}15'32,7''$$

$$nh = 0.17\%$$

$$p. mh = hc \times 4'$$

$$= 0^{\circ}41'6,02'' \times 4'$$

$$= 0^j02^m44,4^d$$

Lama hilal di atas ufuk 2 menit 44,4 detik sejak terbenam Matahari.