

BAB III

METODE PENENTUAN AWAL BULAN QAMARIAH

DALAM KITAB *AL-DŪRR AL-ANĪQ*

A. Biografi KH Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah

Pengarang kitab *al-Dūrr al-Anīq* adalah KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah pengasuh Ponpes Al-Mubarak Lanbulan Baturasang Tambelangan Sampang Madura. Sebuah pondok pesantren yang terletak di daerah Pulau Garam desa Baturasang Tambelangan Sampang Madura perbatasan antara Bangkalan dan Sampang. Ponpes ini di asuh oleh seorang ulama tiga generasi :

Pertama, KH. Fathullah kemudian dilanjutkan oleh putranya, KH. Muhammad Fathullah. Setelah KH. Muhammad Fathullah wafat kemudian dilanjutkan kembali oleh putranya, KH. Barizi Muhammad Fathullah sampai sekarang.

Lanbulan di ambil dari kata Bulan nisbat dari mimpi nya pada suatu malam KH Fathulloh yang bermimpi di desa Baturasang Tambelangan ada bulan jatuh bersinar di sekitar desa tersebut setelah di hampiri maka di sana (tempat jatuhnya bulan) ada guru beliau dan berkata "dirikanlah pesantren disini dan berilah nama 'LANBULAN'. Maka berdirilah PONPES LANBULAN.⁹²

⁹². Hasil wawancara dengan KH. Ahmad Ghozali melalui email pada tanggal 26 Januari 2014 .

Pesantren Lanbulan bisa dikatakan salaf dan juga bisa dikatakan modern. Awalnya salaf tetapi karena tuntutan zaman yang semakin tak terkendalikan maka Lanbulan sekarang juga menyediakan sekolah umum; SD, SMP, maupun SMA dan memperdalam bahasa arab maupun inggris bahkan pada tahun 2003 didirikan pesantren di dalamnya Darullughoh Waddakwah yang di pinpin oleh KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah (pengarang kitab ini) dan KH Fachmi Asyari SH.

KH. Ahmad Ghozali lahir pada 07 Januari 1959 M di kampung Lanbulan Desa Baturasang Kec.Tambelangan Kab. Sampang Prop. Jawa Timur dari pasangan KH. Muhammad Fathulloh dan Ibu Nyai Hj. Zainab Khoiruddin pendiri Pondok Pesantren al-Mubarak Lanbulan Sampang Madura.

KH. Ahmad Ghozali menikah pada tahun 1990 M dengan seorang wanita bernama Hj. Asma binti Abul Karim. Dalam pernikahan Kyai Ghozali dan Nyai Asma dikaruniai sembilan orang anak (5 putra dan 4 putri), yaitu Nurul Bashiroh, Afiyah, Aly, Yahya, Salman, Muhammad, Kholil, A'isyah, dan Sofiyah.⁹³

Masa kecil Kyai Ghozali banyak dihabiskan dikampungnya Lanbulan, Sampang. Kyai Ghozali pernah mengenyam pendidikan Sekolah Dasar (SD) di kampungnya, namun hanya sampai kelas 3. Kyai Ghozali lalu melanjutkan *ngaji* di Madrasah dan Pondok Pesantren al-Mubarak yang di asuh ayahnya. Dipondok tersebut, Kyai Ghozali berguru kepada ayahnya KH. Muhammad

⁹³ Kitri Sulastri, *Studi Analisis Hisab Awal Bulan Kamariyah Dalam Kitab Irsyâd al-Murîd*, Skripsi Sarjana, Semarang : Fakultas Syariah IAIN Walisongo, 2011, t.d, hlm. 44.

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

Pada pertengahan tahun 1976 M Kyai Ghozali diangkat sebagai salah satu guru di Madrasah al-Mubarak. Kyai Ghozali adalah sosok yang sangat haus akan ilmu, hal ini terbukti selama Bulan Ramadhan tepatnya pada tahun 1977 Kyai Ghozali mengaji sebulan penuh kepada KH. Maimun Zubair Sarang Rembang. Hal tersebut dilakukan setiap tahun selama 3 tahun berturut-turut sampai tahun 1980. Selama 3 tahun itu selain mengaji dan mengajar di pondok ayahnya, Kyai Ghozali menyempatkan mengaji pada KH. Hasan Iraqi (alm) di Kota Sampang setiap Hari Selasa dan Sabtu. Kemudian pada tahun 1981 M Kyai Ghozali melanjutkan belajar di Makkah pada beberapa ulama besar di sana yakni di Pesantren Syeikh Ismail al-Yamani, Kyai Ghozali belajar di pesantren tersebut kurang lebih selama 15 tahun.⁹⁴

KH. Ahmad Ghozali dikenal sebagai orang yang arif, gigih, tekun, giat, cerdas, sederhana, dan sangat demokratis serta penuh kewibawaan. Kyai Ghozali juga dikenal sebagai sosok yang haus dalam hal mencari Ilmu pengetahuan, khususnya ilmu hisab, tidak mengenal berapa biaya yang harus dikeluarkan untuk mencapainya. Disamping itu Kyai Ghozali juga terkenal sebagai orang yang sangat memahami fiqh dalam berbagai madzhab.

KH. Ahmad Ghozali Banyak menimba ilmu kepada guru-guru besar. Kyai Ghozali juga pernah belajar ilmu falak kepada Syekh Mukhtaruddin al-

⁹⁴ Hasil wawancara dengan KH. Ahmad Ghozali melalui email pada tanggal 26 Januari 2014 .

Palembangi (alm) di Mekkah, Syaikh Yasin bin Isa al-Fadan, lalu kepada KH. Nasir Syuja'i (alm) di Sampang, kepada KH. Kamil Hayyan (alm), kepada KH. Hasan Basri Sa'id (alm), kepada KH. Zubair Abdul Karim (alm) di Bungah Gresik, dll.

Kyai Ahmad Ghozali juga terlibat secara aktif di lembaga-lembaga dan organisasi- organisasi lainnya. Adapun jabatan beliau yang pernah didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Lembaga Sosial Keagamaan Nahdlatul Ulama' Wilayah Jawa Timur yaitu menjabat sebagai Wakil Ketua Syuriyah NU di Kab. Sampang, Kec. Tambelangan.
2. Penasehat LFNU (Lajnah Falakiyah Nahdlatul Ulama') Jawa Timur
3. Anggota BHR (Badan Hisab Rukyat) Jawa Timur
4. Anggota Hisab dan Ru'yat Kementrian Agama RI.
5. Anggota PBNU (Pengurus Badan Nahdlatul Ulama').⁹⁵

Mengenai karya-karya yang tercipta dari tangan dingin KH. Ahmad Ghozali telah banyak sekali karena beliau sangat produktif dalam hal tulis menulis diantaranya :

- a. Dalam ilmu Hadits : *Kitab Al-Qaulul Mukhtashor.*
- b. Dalam ilmu Tajwid : *Kitab Bughyatul Wildan.*
- c. Dalam ilmu Sejarah : *Kitab Tuhfatur Rowy, kitab Tuhfatul Ariib.*
- d. Dalam ilmu Faro'id : *Kitab Az-Zahrotul Wardiyah*
- e. Dalam ilmu Akhlaq : *Kitab Al-Manhajus Sadid*

⁹⁵ *ibid.*

- f. Dalam ilmu Fiqh : *Kitab Azharul Bustan*
- g. Tentang Do'a : *Kitab Majmu' Fadlo'il, kitab Bughyatul Ahbab, kitab Irsyadul Ibad*
- h. Fatwa : *Kitab Dla'ul Badr.*
- i. Dalam ilmu Falak : *Kitab al-Taqqyidaat al-Jaliyyah, Bughyatur Rofiq, al-Faidh al-Karim al-Rouf, Anfa' al-Wasilah, Bulughul Wator, Irsyad al-Muriid, dan Tsamrot al-Fikar, al-Durr al-Aniq.*
- j. Dalam Bidang ilmu Lainnya : *Kitab Nujumun Nayyiroh, kitab Annafahatur Rohmaniyah, kitab Arraudlotul Bahiyah fil Maqodiri Syar'iyah, kitab Al-Fawaqihus Syahiyah, kitab Zinatul Qola'id fil Fawa'idis Syawarid.*⁹⁶

Selain itu masih banyak lagi kitab yang ia tulis namun masih belum selesai antara lain yang saya ketahui dua kitab falak yaitu kitab khusus tentang arah qiblat baik dari segi fiqhnya ataupun dari hisabnya disana beliau menyebutkan lebih dari sepuluh perhitungan untuk mengetahui arah qiblat, yang kedua kitab Maslakul Qosid, juga dari berbagai fan seperti Qowa'idul Fiqh, Nahwu, dan lain-lain, itu hanya yang saja yang saya ketahui mungkin masih banyak karya beliau selain yang saya sebutkan tersebut.

Namun kitab-kitab tersebut (khususnya kitab falak) hanya dicetak untuk kalangan sendiri, yaitu untuk materi pembelajaran di Pondok Pesantren al-Mubarak Lanbunan, Baturasang, Sampang, Madura. Beberapa kitab tersebut memiliki konsen pembahasan berbeda-beda serta menggunakan metode hisab

⁹⁶ *ibid.*

yang berbeda pula, seperti kitab *Tsamarat al-Fikar*. Kitab tersebut membahas tentang waktu shalat, hilal, dan gerhana dengan metode hisab *haqiqi tahqiqi*.

Kitab *al-Dūrr al-Anīq* sendiri disusun sebagai penyempurnaan dari kitab-kitab beliau sebelumnya. Karena buku (kitab) hisab KH. Ahmad Ghozali yang terdahulu ternyata pada kenyataannya kurang presisi. Kitab-kitab tersebut masih menggunakan sistem hisab *haqiqi taqribi* dan *haqiqi tahqiqi*, seperti kitab *al-Taqyidat al-Jaliyah*, *al-Faidl al-Karim*, *al-Bughyah al-Rofiq*, *al-Anfa' al-Wasilah*, *al-Tsamaroh al-Fikar*.⁹⁷

Disamping itu Kyai Ghozali juga mengungkapkan bahwa penyusunan kitab *al-Dūrr al-Anīq* ini juga berdasarkan keinginan Kyai Ghozali untuk ikut memasyarakatkan ilmu falak di kalangan umat Islam pada umumnya dan para santri pada khususnya. Oleh karena itu kitab *al-Dūrr al-Anīq* disusun dengan bahasa yang sederhana dan singkat sehingga mudah dipahami serta dapat dikerjakan dengan alat hitung modern.

B. Gambaran Kitab *al-Dūrr al-Anīq* Karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah

Kitab *al-Dūrr al-Anīq* mulai dipublikasikan pada tanggal 13 November 2013 M.. Secara global dapat diterangkan bahwa kitab *al-Dūrr al-Anīq* yang tebalnya 269 halaman terbagi atas dua bagian, yaitu; bagian utama, dan bagian lampiran :

a. Pendahuluan

⁹⁷ *ibid.*

b. Bagian Utama

Dalam bagian Utama terdiri atas 3 bab dengan perincian sebagai berikut :

1. Perhitungan Awal Bulan

- Hisab *ijtima'* (konjungsi) Matahari dan *istiqbal* (oposisi) Bulan
- Data Matahari⁹⁸
 - a. Bujur Matahari / Thul Syams (S')
 - b. Deklinasi Matahari / Mail Syams (dm)
 - c. Asensio recta Matahari / Mathla' Mustaqim Syams (am)
 - d. Jarak Bumi –Matahari (AU)/Al-Bu'du Bain Ardl Syams (R)
 - e. Semidiameter Matahari / Nishf Qutr Syams (sd)
 - f. Equation of time / Ta'dil Waqti (e)
 - g. Kerendahan Ufuk / Inkhifadul ufuk (Dip)
 - h. Altitude Matahari / Irtifa' Syams (hm)
 - i. Sudut Waktu Matahari / Zawiah Zaman Syams (GM)
 - j. Sunset / Terbenam Matahari / Ghurub Syams (GRM)
 - k. Azimuth Matahari / Samtu Syams (azm)
- Data Bulan⁹⁹
 - a. Bujur Bulan / Thul Qamar (Mo)
 - b. Latitude Bulan / Ard Qamar (B)
 - c. Deklinasi Bulan / Bu'dul Qamar (dc)

⁹⁸ Ahmad Ghozali, *al-Dūrr al-Anīq*, Madura: LAFAL (Lajnah Falakiyah Al-Mubarak Lanbulan), t.t, hlm. 11.

⁹⁹ *ibid.*, hlm. 14.

- d. Ascensio rekta Bulan / Mahla' Mustaqim Qamar (ac)
- e. Jarak Bumi – Bulan (KM) Al-Bu'du Bain Ardl Qomar (r)
- f. Horizontal Paralak Bulan (Hp)
- g. Semi Diameter Bulan (sdc)
- h. Sudu Waktu Bulan (GC)
- i. Altitude Bulan Giocentric (hc)
- j. Azimut Bulan (azc)
- k. Beda Azimut (z)
- l. Refraction (Ref)
- m. Parallak Bulan (P)
- n. Altitude Bulan Toposentric (hc')
- o. Illumination (nh)
- p. Lama Hilal (mh)
- q. Beda Tinggi Matahari – Hilal (Y)
- r. Beda Jarak Sudut Matahari – Hilal (C)

2. Perhitungan Gerhana Bulan¹⁰⁰

Bab ini menguraikan tentang cara perhitungan menentukan terjadinya gerhana Bulan meliputi :

- Mengetahui tengah gerhana
- Perhitungan Penumbra dan Umbra
- Tinggi dan Azimut Bulan tengah gerhana
- Jam gerhana Penumbra, Umbra dan Total

¹⁰⁰ *ibid.*, hlm. 40.

- Permulaan gerhana dan akhir gerhana Bulan
- Permulaan gerhana penumbra, umbra dan total dan akhir penumbra, umbra dan total
- Contoh perhitungan gerhana Bulan

3. Perhitungan Gerhana Matahari¹⁰¹

Bab ini menguraikan tentang bagaimana cara menentukan dan menghitung terjadinya gerhana Matahari

- Ta'dil 1,2 dan 3 jam tengah gerhana Matahari
- Mengetahui permulaan gerhana dan akhir gerhana Matahari
- Contoh perhitungan gerhana Matahari

c. Bagian Lampiran

Bagian ini merupakan lampiran-lampiran dari bagian pertama sehingga ia merupakan bagian penting dari kitab ini. Bagian ini memuat tabel-tabel gerak matahari dan bulan, data-data astronomi lainnya,

- Jadwal tahun *majmu'ah*¹⁰²
- Jadwal tahun *mabsuthah*¹⁰³
- Jadwal bulan *hijriyah*
- Jadwal *ta'dil markas*¹⁰⁴

¹⁰¹ *ibid.*, hlm. 52.

¹⁰² Jadwal untuk mengetahui setiap gerak perubahan Matahari dan Bulan dalam setiap dasa warsa (puluhan tahun qamariah). Jadwal ini sangat diperlukan dalam rangka menjawab saat terjadinya *ijtima'* akhir bulan dan gerhana Matahari dan Bulan. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005, hlm. 109.

¹⁰³ Jadwal untuk mengetahui setiap gerak perubahan matahari dan bulan dalam setiap tahun kelebihan dari tahun dasa warsa. Lihat Susiknan Azhari, *ibid.*, hlm. 109.

- Jadwal *ta'dil khashshah*¹⁰⁵
- Jadwal bulan *Miladiyah*
- Jadwal *mail Syams*¹⁰⁶
- Jadwal *ta'dil waqti*¹⁰⁷
- Jadwal *al-ayyam*¹⁰⁸
- Jadwal *al-sa'ah*
- Jadwal *daqiqoh*
- Jadwal *tsaniyah*
- Jadwal *ta'dil thul syams*¹⁰⁹
- Jadwal *ta'dil al-bu'du bain ardl syams*
- Jadwal *ta'dil thul qomar*¹¹⁰
- Jadwal *ta'dil ardl qomar*
- Jadwal *ta'dil al-bu'du bain ardl qomar*

¹⁰⁴ Jadwal yang menunjukkan perata pusat Matahari agar didapat kedudukan Matahari yang sebenarnya sepanjang lingkaran ekliptika. Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm. 79.

¹⁰⁵ Jadwal yang menunjukkan perata pusat Bulan agar didapat kedudukan Bulan yang sebenarnya sepanjang lingkaran falaknya, Muhyiddin Khazin, *ibid.*, hlm. 79.

¹⁰⁶ Jadwal yang menunjukkan jarak sepanjang lingkaran deklinasi dihitung dari equator sampai bulan, Muhyiddin Khazin, *ibid.*, hlm. 52.

¹⁰⁷ Jadwal yang menunjukkan selisih antara waktu matahari hakiki dengan waktu matahari rata-rata. Dalam astronomi biasa disebut *Equation of Time* yang diartikan dengan "Perata Waktu", Muhyiddin Khazin, *ibid.*, hlm. 79.

¹⁰⁸ Jadwal yang menunjukkan koreksi terhadap jumlah hari agar didapati suatu hari terjadinya *ijtima'* yang sebenarnya. Muhyiddin Khazin, *ibid.*, hlm. 78.

¹⁰⁹ Jadwal yang menunjukkan busur sepanjang lingkaran ekliptikake arah timur di ukur dari titik Aries sampai Matahari. Muhyiddin Khazin, *ibid.*, hlm. 84.

¹¹⁰ Jadwal yang menunjukkan busur sepanjang lingkaran ekliptika ke arah timur diukur dari titik Aries sampai bujur astronomi yang melewati Bulan. Muhyiddin Khazin, *ibid.*, hlm. 84.

- Jadwal *ta'dil* Nurul Qomar

Tabel-tabel astronomi yang digunakan dalam bagian ketiga dari kitab ini sudah menggunakan angka-angka (1, 2, 3, dst), berbeda dengan kitab-kitab falak sebelumnya yang ada sebagian yang menggunakan huruf-huruf dalam angka huruf arab (*abjadiyah*)¹¹¹

Kitab *al-Dūrr al-Anīq* dalam penulisan tanda operasi bilangan seperti penambahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian sudah menggunakan tanda yang umum atau yang lazim. Dalam menandai operasi bilangan tersebut kitab ini menggunakan : (+) untuk penambahan, (-) untuk pengurangan, (x) untuk perkalian dan (/) untuk pembagian.

Dalam kitab ini permulaan hari dihitung mulai hari pertama Hari Ahad, hari kedua Hari Senin, hari ketiga Hari Selasa dan seterusnya. Sedangkan pasaran dimulai dari Legi dan seterusnya.

Rumus yang digunakan kitab *al-Dūrr al-Anīq* sudah sangat modern. Hal tersebut memang wajar karena kitab *al-Dūrr al-Anīq* adalah perpaduan dari beberapa kitab dan buku falak yang diramu sehingga hasilnya seperti NASA hanya selisih 2-4 detik saja untuk perhitungan gerhana Bulan dan Matahari. Diantara rujukan yang digunakan kitab *al-Dūrr al-Anīq* adalah *Astronomical Algorithms* (karya Jean Meeus), *Astronomi on the Personal Computer* (karya Oliver Montenbruck), *Practical Ephemeris Calculations*

¹¹¹ Yang dimaksud dengan angka huruf *abjadiyah* adalah notasi angka yang disimbolkan dengan huruf-huruf Arab. Penamaan ini hanyalah terminologi penulis saja, dalam rangka mempermudah penamaan angka tersebut.

(karya Oliver Montenbruck), *Explanatory Supplement to the Astronomical Ephemeris and Nautical Almanac* (karya H. M Nautical Almanac), *Text Book on Spherical Astronomy* (karya Smart), *Astronomy with Personal Computer* (karya David Smith) dan masih banyak kitab lain yang diramu dengan sedemikian rupa oleh Kyai Ghozali sehingga menjadi rumus yang mudah digunakan oleh para pemula pengguna kitab *al-Dūrr al-Anīq*.¹¹²

C. Metode Penentuan Awal Bulan Qamariah dalam Kitab *al-Dūrr al-Anīq* Beserta Contohnya

1. Metode Penentuan Awal Bulan Qamariah

Kitab *al-Dūrr al-Anīq* dalam menentukan awal bulan Qamariah hanya memuat satu metode saja, yaitu metode hisab kontemporer.¹¹³ Hal ini tentunya berbeda dengan metode hisab yang digunakan pada kitab-kitab lain. Kitab-kitab yang membahas tentang hisab awal bulan Qamariah, dalam menghitung biasanya diawali dengan menggunakan hisab *haqiqi taqribi*. Metode tersebut dipakai untuk dasar pijakan dalam mengerjakan hisab *haqiqi tahqiqi*. Dengan kata lain, untuk mengerjakan hisab *tahqiqi* harus mengerjakan hisab *taqribi* lebih dahulu. Metode tersebut seperti terdapat dalam kitab *al-Khulasoh al-Wafiyah* dan kitab *Ittifaq Dzatil Bain*.

¹¹² Hasil wawancara dengan KH. Ahmad Ghozali pada tanggal 28 April 2014 .

¹¹³ Ahmad Ghozali, *al-Dūrr al-Anīq*, Madura: LAFAL (Lajnah Falakiyah Al-Mubarak Lanbulan), hlm. 4.

Kitab *al-Dūrr al-Anīq* termasuk ke dalam hisab dengan metode 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 *al-Dūrr al-Anīq* menghitung *ijtima'* telah melalui proses yang panjang serta koreksi-koreksi terhadap gerak posisi Matahari dan Bulan. Hal ini menandakan bahwa benar adanya jika kitab ini digolongkan kepada kitab yang menggunakan metode hisab kontemporer. Adapun secara garis besarnya terdapat beberapa langkah diantaranya sebagai berikut :

1) Menghitung *ijtima'*¹¹⁴

Untuk menghitung *ijtima'* dalam kitab *al-Dūrr al-Anīq* memang berbeda dengan metode penentuan pada umumnya, adapun langkahnya sebagai berikut :

- a. Masukkan tahun hijriyah pada jadwal tahun *majmu'ah*, *mabsuthah* dan *syahr*.
- b. Ambillah nilai A (*alamah*), F (*hissotul ard*), M' (*khashshah*), M (*markaz*) dalam tabel. Kemudian kumpulkan (jumlah) dan hasilnya tidak boleh lebih dari 360^0 , kecuali pada jadwal A (*alamah*) tetap karena hasil dari A (*alamah*) tersebut digunakan untuk mengetahui tanggal *ijtima'*.

¹¹⁴ *ibid.*, hlm. 5.

c. Mengambil beberapa koreksi atau Ta'dil dengan rumus :

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

Keterangan :

A adalah data jadwal yang ditemukan (*shatar awal*)

B adalah data selanjutnya (*sathar tsani*)

C adalah bilangan sisa

I adalah interval, jika ini diperlukan.

Catatan : Perhatikan tanda positif (+) dan negatifnya (-) dalam tabel.

d. Kemudian menghitung T yang diperoleh dengan rumus :

$$T = T1 + T2 + T3 \text{ s.d } T8$$

- Ta'dil pertama (T1) diambil dari hasil dalil I (M)
- Ta'dil kedua (T2) diambil dari hasil dalil II (2xM)
- Ta'dil ketiga (T3) diambil dari hasil dalil III (M')
- Ta'dil keempat (T4) diambil dari hasil dalil IV (2xM')
- Ta'dil kelima (T5) diambil dari hasil dalil V (M+M')
- Ta'dil keenam (T6) diambil dari hasil dalil VI (M-M')
- Ta'dil ketujuh (T7) diambil dari hasil dalil VII (2xF)
- Ta'dil kedelapan (T8) diambil dari hasil dalil VIII (2xF-M')¹¹⁵

e. Menghitung *Alamah Mu'adalah* (AM) yang diperoleh dengan rumus:

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

¹¹⁵ *ibid.*, hlm. 6.

- f. Kemudian hasil setelah koma dari *Alamah Mu'adalah* (AM) kalikan dengan 24 hasilnya yaitu waktu *ijtima'* (ET) dan hasil nilai waktu *ijtima'* (ET) dikurangi selisih antara waktu falakiyah dan alaniah (Delta T/3600) hasilnya adalah waktu *ijtima'* (UT).

$$\text{Delta T} = Y + (M - 1) / 12 + D / 365$$

Keterangan :

D = Tanggal Miladiyah

M = Bulan Miladiyah

Y = Tahun Miladiyah

Jika hasil dari waktu *ijtima'* (UT) ditambahkan dengan waktu daerah maka hasilnya menjadi waktu *ijtima'* (WD).

- g. Untuk mencari tahun, bulan, dan tanggal *ijtima'* dengan cara hasil sebelum koma dari *Alamah Mu'adalah* (AM) dikurangi 1, kemudian hasilnya masukkan pada jadwal tahwil miladiyah, lihatlah nilai yang mendekatinya pada tahun *majmu'ah*, tahun *mabsuthah* dan bulan *miladiyah*.
- h. Untuk mengetahui hari dan pasaran *ijtima'* diperoleh dengan rumus :

$$\text{Hr1} = (R + 2) / 7$$

Keterangan : R = hasil murni dari *Alamah Mu'adalah* (AM)

Kemudian harus diingat hasil yang digunakan adalah hasil setelah koma dari Hr1 kalikan 7 untuk hari

$$\text{Psr1} = (R + 1) / 5$$

dan hasil setelah koma dari Psr1 kalikan 5 untuk mencari pasaran.

- i. Maka angka sebelum koma dari hasil penjumlahan tersebut adalah hari *ijtima'* yang dihitung dari Ahad dan dihitung dari Legi untuk pasaran *ijtima'*.

2) Mengetahui waktu *Ghurub Wasaty* (LMT)¹¹⁶

Dalam kitab *al-Dūrr al-Anīq* menawarkan 3 cara untuk mengetahui waktu *Ghurub Wasaty* :

- a. Ambilah (sebagaimana perhitungan untuk waktu shalat dari jadwal yang sudah ada dalam kitab *tsamarah al-fikar*) data yang sesuai tanggal yang dicari beserta ta'dil antara lintang tempat yang digunakan dan lintang yang ada di jadwal tersebut. Tapi tidak perlu ditambahkan dengan data ihtiyat pada hasilnya karena tujuan dari adanya ihtiyat itu hanya untuk berhati-hati dan hanya digunakan untuk waktu shalat saja.
- b. Jika menggunakan kitab *al-Dūrr al-Anīq*, jumlahkan dalil *khashshatu syams* (m) dari tahun *majmu'ah*, tahun *mabsuthah*, bulan, hari dan jagalah hasilnya. Kemudian hitunglah *Nishf Qutr Qomar* (sd), tinggi Matahari (h), *inkhifadlul ufuq* (Dip) dan *Ghurub Wasaty* Matahari dengan rumus :

$$sd = 0.267 / (1 - 0.017 \times \cos m)$$

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

$$h = -(sd + 34,5 + Dip)$$

$$Ghurub = \cos^{-1}(-\tan \varphi \tan \delta + \sin h / \cos \varphi / \cos \delta) / 15 + 12 - e$$

¹¹⁶ *ibid.*, hlm. 9.

data deklinasi dan *equation of time* diperoleh dari jadwal *mail syams* dan *ta'dil waqti*.

- c. Atau menghitung *Ghurub Wasaty* beserta ta'dil menit dengan menggunakan kitab *irsyadul muriid*.

Menurut beliau dari ketiga cara di atas, cara pertama itu lebih mudah, cara kedua lebih mendekati cara pertama, dan cara yang ketiga lebih teliti dari keduanya.

3) Menentukan posisi rata-rata Matahari dan Bulan¹¹⁷

Langkah-langkah untuk menentukan posisi rata-rata Matahari dan Bulan:

- a. Masukkan tahun *hijriyah* yang dicari pada jadwal tahun *majmu'ah* dengan markaz yang digunakan juga tahun *mabsuthah*, masukan *syahr* dan hari yang dikehendaki pada jadwal dan masukan jam, menit, detik (hasil dari *ghurub*) pada jadwal.
- b. Kemudian ambil tanda hari dalam seminggu dan pasaran yang tertulis dihadapan setiap tahun, bulan dan hari.
- c. Ambil nilai Alamah, *al-Wasath al-Syams* (S), *al-Khosoh al-Syams* (m), *al-Wasath al-Qomar* (M), *al-Khosoh al-Qomar* (A), *Hissotul Ard* (N), *al Bu'du* (D), *Mail al-Kully* (O), *al-Wakt Najmi* (ST) dalam tabel. Kemudian jumlahlah data-data yang sesuai dengan jenisnya. Apabila hasilnya lebih dari 360 maka kurangilah 360. Tetapkan bilangan yang berada dibawah 360, kecuali *Alamah* dan *Mail al-Kully* tetapkanlah sebagaimana adanya. Untuk hari dan pasaran

¹¹⁷ *ibid.*, hlm. 8.

kurangilah 7 dan 5. Jika ingin menghitung hilal maka ambilah hari 28, 29, atau 30, dan waktu *ghurub wasaty* untuk negara yang dikehendaki.

Catatan : bahwa harokat tahun *majmu'ah* yang tertulis dalam kitab *al-Dūrr al-Anīq* menjelaskan atas bujur dan lintang kota Sampang lintang = $-7^0 12'$, bujur = $113^0 15'$ maka ketahuilah *Fadhlul Thul* antara wilayah yang dikehendaki dengan sampang dan carilah data harokatnya kemudian tambahkan pada data yang sudah dijumlahkan.

$$\text{Fadhlul Thul} = (113^0 15' - \lambda) / 15$$

d. Data Matahari yang dibutuhkan :¹¹⁸

1. Bujur Matahari / *Thul Syam* (S')

$$S' = S + S1 + S2$$

- Ta'dil pertama ($S1$) diambil dari hasil dalil I (m)
- Ta'dil kedua ($S2$) diambil dari hasil dalil II (2xm)

2. Deklinasi Matahari / *Mail Syams* (dm)

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

Catatan: jika hasilnya (-) maka Utara dan
jika hasilnya (+) maka Selatan

3. Ascensioekta Matahari / *Mathla' Mustaqim Syams* (am)

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

- Jika nilai *Thul Syams* (0 - 90) maka hasil tersebut adalah am.

¹¹⁸ *ibid.*, hlm. 11.

- Jika nilai *Thul Syams* (90 - 270) maka hasil tersebut harus ditambahkan dengan 180.
- Jika nilai *Thul Syams* (270 - 360) maka hasil tersebut harus ditambahkan dengan 360.

4. Jarak Bumi-Matahari / *al-Bu'du Bain Ardl-Syams* (R)

$$R = 1.00014 + R1 + R2$$

- Ta'dil pertama (R1) diambil dari hasil dali I (m)
- Ta'dil kedua (R2) diambil dari hasil dalil II (2xm)

Apabila dikalikan dengan 149.597.870 maka hasilnya adalah jarak dengan satuan kilo meter (km), tapi jika hanya ditambahkan dengan 1.00014 hasilnya adalah jarak Bumi – Matahari dengan satuan falakiyah.

5. Semidiameter Matahari / *Nishf Qutr Syams* (sd)

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

6. Equation of Time / *Ta'dil Waqti* (e)

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

7. Kerendahan Ufuk / *Inkhifadlul ufuq* (Dip)

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

8. Altitude Matahari / *Irtifa' Syams* (hm)

$$hm = -(sd + 34.5/60 + Dip)$$

9. Sudut waktu Matahari / *Zawiyah Zaman Syams* (GM)

$$GM = \cos^{-1}(-\tan \varphi \tan dm + \sin hm / \cos \varphi / \cos dm)$$

10. Terbenam Matahari / *Ghurub Syams* (GRM)

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

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

11. Azimut Matahari / *Samtu Syams* (azm)

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

e. Data Bulan yang dibutuhkan :¹¹⁹

1. Bujur Bulan / *Thul Qomar* (Mo)

$$\text{Mo} = \text{M} + \text{M1} + \text{M2 s.d M9}$$

- Ta'dil pertama (M1) diambil dari hasil dalil I (A)
- Ta'dil kedua (M2) diambil dari hasil dalil II (2xD - A)
- Ta'dil ketiga (M3) diambil dari hasil dalil III (2xD)
- Ta'dil keempat (M4) diambil dari hasil dalil IV (2xA)
- Ta'dil kelima (M5) diambil dari hasil dalil V (m)
- Ta'dil keenam (M6) diambil dari hasil dalil VI (2xN)
- Ta'dil ketujuh (M7) diambil dari hasil dalil VII (2xD - 2xA)
- Ta'dil kedelapan (M8) diambil dari hasil dalil VIII (2xD - m-A)
- Ta'dil kesembilan (M9) diambil dari hasil dalil IX (2xD + A)

2. Latitude Bulan / *Ard Qomar* (B)

$$\text{B} = \text{B1} + \text{B2} + \text{B3} + \text{B4}$$

- Ta'dil pertama (B1) diambil dari hasil dalil I (N)
- Ta'dil kedua (B2) diambil dari hasil dalil II (A+N)

¹¹⁹ *ibid.*, hlm. 14.

- Ta'dil ketiga (B3) diambil dari hasil dalil III (A-N)
- Ta'dil keempat (B4) diambil dari hasil dalil IV (2xD - N)¹²⁰

3. Deklinasi Bulan / *al-Bu'du Qomar* (dc)

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

4. Ascensio rekta Bulan / *Mathla' Mustaqim Qomar* (ac)

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

- Jika nilai *Thul Qomar* (0 - 180) maka hasil tersebut adalah ac.
- Jika nilai *Thul Qomar* (180 - 360) maka hasil tersebut harus dikurangi dengan 360.

5. Jarak Bumi-Bulan / *al-Bu'du Bain Ardl-Qomar* (r)

$$r = 385000.56 + r1 + r2 + r3 + r4$$

- Ta'dil pertama (r1) diambil dari hasil dalil I (A)
- Ta'dil kedua (r2) diambil dari hasil dalil II (2xD - A)
- Ta'dil ketiga (r3) diambil dari hasil dalil III (2xD)
- Ta'dil keempat (r4) diambil dari hasil dalil IV (2xA)

6. Horizontal Parallax Bulan / *Ikhtilaf Mandzor Qomar Ufuqi* (Hp)

$$Hp = \sin^{-1}(6378.14/r)$$

7. Semidiameter Bulan / *Nishf Qutr Qomar* (sdc)

$$sdc = 0.272476 \times Hp$$

8. Sudut waktu Bulan / *Zawiyah Zaman Qomar* (GC)

$$GC = (ST - ac + \lambda)$$

¹²⁰ *ibid.*, hlm. 15.

9. Altitude Bulan Giocentric / *Irtifa' Qomar/Hilal Markazi* (hc)

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

10. Azimut Bulan / *Samtu Qomar* (azc)

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

11. Beda Azimut / Jarak Bulan dari Matahari/*Farq Samti* (z)

$$z = azc + azm$$

Catatan: jika hasilnya negatif (-) maka hilal di selatan matahari

jika hasilnya positif (+) maka hilal di utara matahari¹²¹

12. Refraction / Bias cahaya / *Inkisar Syu'a* (Ref)

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

13. Parallak Bulan / *Ikhtilaful Mandzor* (P)

$$P = Hp \times \cos hc$$

14. Altitude Bulan Toposentric / *Irtifa' Qomar/Hilal Sathi* (hc')

$$hc' = hc - P$$

karena hasil pengurangan beda lihat dengan irtifa' hilal setempat seharusnya (-), jika tidak (-) maka tambahkan dengan nilai Ref + Dip + sdc¹²²

15. Illumination / *Nurul Hilal* (nh)

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

$$i = 180 - d - 0.1468 \times ((1 - 0.0549 \sin A) / (1 - 0.0167 \sin m)) \times \sin d$$

Kemudian hasil tersebut masih harus melalui ta'dil sekali lagi dan hasilnya adalah *nurul hilal*.

¹²¹ *ibid.*, hlm. 17.

¹²² *ibid.*, hlm. 18.

16. Lama Hilal / *Muktsul Hilal* (mh)

$$mh = hc \times 4'$$

17. Beda tinggi Matahari - Hilal / *Farqul Irtifa'* (Y)

$$Y = hc - hm$$

18. Beda jarak sudut Matahari – Hilal / *al-Budu az-Zawiyah* (C)

$$C = \cos^{-1}(\cos z \times \cos Y)$$

19. Terbenam Hilal taqribi / *Ghurub Hilal bittaqrib* (GH)

$$GH = Gr WD + mh$$

Metode hisab kontemporer memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dari hisab *haqiqi tahqiqi*. Meski hisab *haqiqi tahqiqi* adalah hisab yang perhitungannya berdasarkan data astronomis yang diolah dengan *spherical trigonometri* (ilmu ukur segi tiga bola) dengan koreksi-koreksi gerak Bulan maupun Matahari yang sangat teliti,¹²³ namun dalam menghitung belum melakukan koreksi (*ta'dil*)¹²⁴ sekompleks metode hisab kontemporer.

Koreksi-koreksi (*ta'dil*) ini dilakukan karena orbit Bumi, Bulan, dan benda-benda langit lainnya yang memiliki bentuk elips, sementara gaya tarik benda-benda langit mengganggu gerak Bumi dan Bulan. Sehingga gerak Bumi dan Bulan tidak selalu rata. Akibatnya gerak Matahari (gerak semu) di bola langit sebagai akibat gerak Bumi dan Bulan juga tidak rata.

¹²³ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005, hlm. 78.

¹²⁴ *Ta'dil* adalah koreksi atau penyesuaian terhadap posisi suatu benda langit agar berada pada posisi yang sebenarnya. Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm. 78.

Dari sini maka posisi rata-rata Matahari dan Bulan perlu dikoreksi (*ta'dil*).¹²⁵

Posisi Matahari dan Bulan dapat dibedakan menjadi posisinya terhadap titik *perigeenya*¹²⁶, yang disebut dengan *khashah* (geraknya disebut dengan anomali), dan posisinya terhadap titik *vernal equinox*,¹²⁷ yang disebut dengan *wasat*. Oleh karena orbit Bumi berbentuk ellips maka untuk menemukan posisi *haqiqi* Matahari di bola langit harus dikoreksi sebagai akibat bentuk orbit yang ellips tersebut, dengan koreksi yang disebut koreksi pusat.¹²⁸

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.

¹²⁵ *ibid.*, hlm. 78.

¹²⁶ Yang dimaksud Perigee/Nuqthatu ar-Ra'si: Disebut juga *Hadhidh*, yaitu titik terdekat pada peredaran (orbit) benda langit dari benda langit yang diedarinya. Dalam bahasa latin disebut *Perihelion* atau dalam bahasa inggris disebut *Perigee*. *ibid.*, hlm. 163.

¹²⁷ *Vernal equinox* kadang-kadang disebut titik pertama Aries, merupakan perpotongan antara ekliptika dengan equator. Dalam bahasa Arab disebut *al-'Tidal ar Rabiyy* atau *Matali min awwal al-Haml*. Di vernal equinox matahari berpindah dari Selatan ke Utara ekuator (lawannya ialah *Autumnal Equinox*). Oleh karena adanya presesi, titik vernal equinox selalu bergeser ke Barat. Pada 300 tahun yang akan datang vernal equinox akan mencapai batas akuarius (sekarang masih di Pisces). *ibid.*, hlm. 226.

¹²⁸ Ahmad Syifa'ul Anam, *Studi Tentang Hisab Awal Bulan Qomariyah Dalam Kitab Khulashotul Wafiyah Dengan Metode haqiqi tahqiqi*, Skripsi Sarjana, Semarang: Fakultas Syariah IAIN Walisongo, 1997, hlm. 57.

Koreksi-koreksi terhadap Bulan secara global adalah sebagai berikut :

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 *khahshah* Matahari.
2. Variasi yang mengakibatkan Bulan baru atau Bulan purnama tiba terlambat atau lebih cepat.
3. Koreksi variasi yang besarnya diambil dari hasil angka selisih *thul*¹²⁹ matahari dengan *wasat*¹³⁰ Bulan yang telah terkoreksi.
4. Koreksi variasi yang besarnya diambil dari hasil angka selisih *thul* Matahari dengan *wasat* Bulan yang telah terkoreksi.
5. Koreksi lain untuk mengoreksi *wasat* Bulan antara lain koreksi yang diambil dari hasil angka *khahshah* Bulan yang telah terkoreksi. Dengan demikian *wasat* Bulan didapatkan dengan cara mengoreksi *wasat* rata-rata dengan koreksi pertama, ke-dua, ke-tiga, dan koreksi ke-empat.
6. Disamping itu, juga ada koreksi perata pusat sebagai bentuk ellips orbit Bulan, yang besarnya diambil dari *khahshah* Bulan yang telah terkoreksi.

¹²⁹ Dalam astronomi disebut *Ecliptic Longitude* yaitu busur sepanjang lingkaran akliptika yang diukur dari titik Aries ke arah timur sampai bujur astronomi yang melewati benda langit yang bersangkutan. Muhyiddin Khazin, *ibid.*, hlm. 83.

¹³⁰ *Wasath* adalah busur sepanjang ekliptika yang diukur dari bulan hingga ke titik Aries sesudah bergerak. Muhyiddin Khazin, *ibid.*, hlm. 91.

Setelah diperoleh data Matahari dan data Bulan pada waktu ghurub, maka proses selanjutnya adalah tahap menghitung ketinggian hilal *haqiqi* dan proses panjang yang harus dilalui sehingga menghasilkan data awal bulan Qamariah.

2. Contoh Perhitungan Awal Bulan Qamariah dalam Kitab *al-Dūrr al-Anīq*

Di antara data-data yang diperlukan dalam penentuan awal bulan Qamariah adalah waktu *ijtima'* dan tinggi hilal. Berikut langkah-langkah dalam penentuan awal bulan Qamariah dalam kitab *al-Dūrr al-Anīq*.

Contoh perhitungan awal Jumadal Ula 1435 H dalam kitab *al-Dūrr al-Anīq*:

Lintang Pantai Marina (ϕ^x) : 6° 56' 49" LS

Bujur Pantai Marina (λ^x) : 110° 23' 20" BT

Ketinggian tempat (h) : 3 m

Delta T : 68.6

a. Menghitung *ijtima'* Rabi'ul Akhir tahun 1435 H

Tahun Hijriyah		Alamah (A)	Hisshoh (F)	Khossoh (M')	Markaz (M)
	1	2	3	4	5
Majmu'ah	1410	2447740.6520	164.2162	111.1791	207.9587
Mabsuthoh	25	8859.1766	201.1519	185.0754	91.6068
Syahr	Rabi'ul Akhir	118.1224	122.6820	103.2677	116.4214
Jumlah		2456717.9510	128.0501	39.5222	55.9869

Dalil 1 (M)	= 55.9869	T1 = 0.1438
Dalil 2 (2xM)	= 111.9738	T2 = 0.0019
Dalil 3 (M')	= 39.5222	T3 = -0.2588
Dalil 4 (2xM')	= 79.0444	T4 = 0.0158
Dalil 5 (M+M')	= 95.5091	T5 = -0.0051
Dalil 6 (M-M')	= 16.4647	T6 = -0.0021
Dalil 7 (2xF)	= 256.1002	T7 = -0.0101
Dalil 8 (2xF-M')	= 216.5780	T8 = -0.0006
T	= T1 + T2 s.d T8	= -0.1152
Alamah muadalah	= A + T +0.5	= 2456718.336
Waktu Ijtima'	= 0.336 x 24	= 8 ⁰ 03' 50.4" ET
	8 ⁰ 03' 50.4" - 68.6/3600	= 8 ⁰ 02' 41.8" UT
Waktu Ijtima'	= 8 ⁰ 02' 41.8" + 07	= 15 ⁰ 02' 41.8" WD
B	= (AM)-1	= 2456717
C	= Tahun majmu'ah 2000	= 2451544 (tabel a)
D	= B-C	= 5173
E	= Tahun mabsuthoh 14	= 5113 (tabel b)
G	= D-E	= 60
H	= Bulan Maret	= 59 (tabel c)
K	= G-H	= 1

R	= AM	= 2456718	
Hr 1	= (R+2)/7	= 0.960	
Hr	= Hr1 x 7	= 6.72 (7)	(1 = Ahad)
Psr 1	= (R+1)/5	= 0.8	
Pasaran	= Psr1 x 5	= 4	(1 = Legi)

Jadi *ijtima'* akhir Bulan Rabiul Akhir Tahun 1435 terjadi pada hari Sabtu / Wage Tanggal 1 Maret 2014 Pada pukul 15:02:41,8 WIB.

b. Menghitung awal bulan Jumadal Ula tahun 1435 H

		Alamah	H	P	S	M	M	A	N	D	O	ST
Majmu'ah	1410	2447741	5	3	131.2467	208.4884	137.7474	118.1528	171.2767	6.5009	23.440645	197.9908
Mabsuthoh	25	8859	4	4	91.8500	91.4329	89.6963	182.7731	198.8136	357.8463	-0.003154	91.8500
Syahr	4	89	5	4	87.7226	87.7184	92.6993	82.7844	97.4122	4.9767	-0.000032	87.7226
Yaum	28	28	7	3	27.5981	27.5968	8.9391	5.8198	10.4218	341.3410	-0.000010	27.5981
Ghurub Wasathi (LMT)	18				0.7392	0.7392	9.8823	9.7987	9.9220	9.1431		270.7392
	19				0.0130	0.0130	0.1739	0.1724	0.1746	0.1609		4.7630
	26				0.0003	0.0003	0.0040	0.0039	0.1143	0.0037		0.1086
Jumlah 1		2456717	0	4	339.1699	55.989	339.1423	39.5051	128.1352	359.9726	23.437449	320.7723
Fadhlu Thul	0				0	0	0	0	0	0		0
	11				0.0075	0.0075	0.1007	0.0998	0.1011	0.0931		2.7575
	26				0.0003	0.0003	0.0040	0.0039	0.1143	0.0037		0.1086
Jumlah 2		2456717	0	4	339.1777	55.9968	339.247	39.6088	128.3506	0.0694	23.437449	323.6384

Ghurub Wasathy :

$$e = -0^{\circ} 12' 13.08'' \text{ (lihat tabel)}$$

$$\delta = -7^{\circ} 19' 27.98'' \text{ (lihat tabel)}$$

$$m = 55.2365$$

$$sd = 0.267 / (1 - 0.017 \times \cos m) = 0^{\circ} 16' 10.61''$$

$$\text{Dip} = 1,76 / 60 \times \sqrt{tt} = 0^{\circ} 3' 2.9''$$

$$h \text{ mgrhb} = -(sd + 34.5 / 60 + \text{Dip}) = -0^{\circ} 53' 43.51''$$

$$\text{Fadhlu Thul} = (113^{\circ} 15' - 110^{\circ} 23' 20'') / 15 = 0^{\circ} 11' 26.67''$$

$$\begin{aligned} \text{Ghurub} &= \text{Cos}^{-1}(-\tan \varphi \tan \delta + \sin h / \cos \varphi / \cos \delta) / 15 + 12 - e \\ &= \text{Cos}^{-1}(-\tan -6^{\circ} 56' 49'' \tan -7^{\circ} 19' 27.98'' + \sin -0^{\circ} 53' 43.51'' \\ &\quad / \cos -6^{\circ} 56' 49'' / \cos -7^{\circ} 19' 27.98'') / 15 + 12 - -0^{\circ} 12' \\ &\quad 13.08'' \\ &= 18^{\text{j}} 19^{\text{m}} 26.78^{\text{d}} \text{ LMT} \end{aligned}$$

• Data Matahari

1. Bujur Matahari / Thul Syams (S')

$$\text{Dalil I (m)} = 55.9968 \quad S1 = 1.5872$$

$$\text{Dalil II (2xm)} = 111.9936 \quad S2 = 0.0185$$

$$S' = S + S1 + S2$$

$$= 339.1777 + 1.5872 + 0.0185 = 340^{\circ} 47' 0.24''$$

2. Deklinasi Matahari / Mail Syams (dm)

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

$$= \sin^{-1}(\sin 340^{\circ} 47' 0.24'' \sin 23.437449)$$

$$= -7^{\circ} 31' 20.84'' \text{ (Utara)}$$

3. Asensio recta Matahari / Mathla' Mustaqim Syams (am)

$$\begin{aligned} \text{am} &= \tan^{-1}(\tan S' \cos O) \\ &= \tan^{-1}(\tan 340^{\circ} 47' 0.24'' \cos 23.437449) \\ &= 342^{\circ} 15' 55.9'' \end{aligned}$$

4. Jarak Bumi – Matahari (AU) / Al-Bu'du Bain Ardl Syams (R)

$$\text{Dalil I (m)} = 55.9968 \quad R1 = -0.00934$$

$$\text{Dalil II (2xm)} = 111.9936 \quad R2 = 0.00005$$

$$R = 1.00014 + R1 + R2 = 0.99085$$

5. Semidiameter Matahari / Nishf Qutr Syams (sd)

$$\text{sd} = 0^{\circ} 15' 59.63'' / R = 0^{\circ} 16' 8.49''$$

6. Equation of time / Ta'dil Waqti (e)

$$e = (S - \text{am}) / 15 = -0^{\circ} 12' 21.08''$$

7. Kerendahan Ufuk / Inkhifadul ufuk (Dip)

$$\text{Dip} = (1.76/60) \times \sqrt{TT} = 0^{\circ} 3' 2.9''$$

8. Altitude Matahari / Irtifa' Syams (hm)

$$\text{hm} = -(\text{sd} + 34.5/60 + \text{Dip}) = -0^{\circ} 53' 41.39''$$

9. Sudut Waktu Matahari / Zawiah Zaman Syams (GM)

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

$$\begin{aligned} \text{GM} &= \cos^{-1} (-\tan -6^{\circ} 56' 49'' \tan -7^{\circ} 31' 20.84'' + \sin -0^{\circ} 53' 41.39'' \\ &\quad / \cos -6^{\circ} 56' 49'' / \cos -7^{\circ} 31' 20.84'') \\ &= 91^{\circ} 49' 53.12'' \end{aligned}$$

10. Sunset / Terbenam Matahari / Ghurub Syams (GRM)

$$\text{GRM} = \text{GM} / 15 + 12 - e = 18:19:40.62 \quad \text{LMT}$$

$$\text{Gr WD} = \text{GRM} + ((\text{TZ} \times 15) - \lambda) / 15 = 17:58:07.29 \quad \text{WIB}$$

11. Azimuth Matahari / Samtu Syams (azm)

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

$$\begin{aligned} \text{Azm} &= \tan^{-1} (-\sin -6^{\circ} 56' 49'' / \tan 91^{\circ} 49' 53.12'' + \cos -6^{\circ} 56' 49'' \\ &\quad \tan -7^{\circ} 31' 20.84'' / \sin 91^{\circ} 49' 53.12'') \\ &= -7^{\circ} 41' 21.69'' = 262^{\circ} 18' 38.3'' \end{aligned}$$

• DATA BULAN

1) Bujur Bulan / Thul Qamar (Mo)

Dalil I (A)	= 39.6088	M1= 4.0092
Dalil II (2xD-A)	= 320.53	M2=-0.8098
Dalil III (2xD)	= 0.1388	M3= 0.0016
Dalil IV (2xA)	= 79.2176	M4= 0.2098
Dalil V (m)	= 55.9968	M5=-0.1535
Dalil VI (2xN)	= 256.7012	M6= 0.1112
Dalil VII (2xD - 2xA)	= 280.9212	M7=-0.0577
Dalil VIII (2xD -m-A)	= 264.5332	M8=-0.0568
Dalil IX (2xD + A)	= 39.7476	M9= 0.0341
Mo	= M + M1 s/d M9	= 342 ⁰ 32' 6.36''

2) Latitude Bulan / Ard Qamar (B)

Dalil I (N)	= 128.3506	B1= 4.0216
Dalil II (A + N)	= 167.9594	B2= 0.0585
Dalil III (A - N)	= 271.2582	B3=-0.2776

$$\text{Dalil IV (2xD - N)} = 231.7882 \quad B4 = -0.1361$$

$$B = B1 + B2 + B3 + B4 = 3^0 39' 59.04''$$

3) Deklinasi Bulan / Bu'dul Qamar (dc)

$$\begin{aligned} dc &= \sin^{-1} (\sin B \cos O + \cos B \sin O \sin Mo) \\ &= \sin^{-1} (\sin 3^0 39' 59.04'' \cos 23.437449 + \cos 3^0 39' 59.04'' \sin \\ &\quad 23.437449 \sin 342^0 32' 6.36'') \\ &= -3^0 27' 57.8'' \end{aligned}$$

4) Ascensio rekta Bulan / Mahla' Mustaqim Qamar (ac)

$$\begin{aligned} ac &= \cos^{-1} (\cos Mo \cos B / \cos dc) \\ &= \cos^{-1} (\cos 342^0 32' 6.36'' \cos 3^0 39' 59.04'' / \cos -3^0 27' 57.8'') \\ &= 342^0 29' 43.8'' \end{aligned}$$

5) Jarak Bumi – Bulan (KM) Al-Bu'du Bain Ardl Qamar (r)

$$\text{Dalil I (A)} = 39.6088 \quad r1 = -16105.2212$$

$$\text{Dalil II (2xD-A)} = 320.53 \quad r2 = -2855.4483$$

$$\text{Dalil III (2xD)} = 0.1388 \quad r3 = -2955.9055$$

$$\text{Dalil IV (2xA)} = 79.2176 \quad r4 = -106.6186$$

$$r = 385000.56 + r1 + r2 + r3 + r4 = 362977.3664$$

6) Horizontal Paralaks Bulan (Hp)

$$\begin{aligned} Hp &= \sin^{-1}(6378.14/r) \\ &= \sin^{-1}(6378.14/362977.3667) = 1^0 0' 24.62'' \end{aligned}$$

7) Semi Diameter Bulan (sdc)

$$\begin{aligned} sdc &= 0.272476 \times Hp \\ &= 0.272476 \times 1^0 0' 24.62'' = 0^0 16' 27.62'' \end{aligned}$$

8) SuduWaktu Bulan (GC)

$$\begin{aligned}
 GC &= (ST - ac + \lambda) \\
 &= (323.6384 - 342^{\circ} 29' 43.8'' + 110^{\circ} 23' 20'') \\
 &= 91^{\circ} 31' 54.44'' \text{ (timur)}
 \end{aligned}$$

9) Altitude Bulan Giocentric (hc)

$$\begin{aligned}
 hc &= \sin^{-1}(\sin \varphi \sin dc + \cos \varphi \cos dc \cos GC) \\
 &= \sin^{-1}(\sin -6^{\circ} 56' 49'' \sin -3^{\circ} 27' 57.8'' + \cos -6^{\circ} 56' 49'' \cos -3^{\circ} 27' \\
 &\quad 57.8'' \cos 91^{\circ} 31' 54.44'') \\
 &= -1^{\circ} 5' 55.26''
 \end{aligned}$$

10) Azimut Bulan (azc)

$$\begin{aligned}
 azc &= \tan^{-1}(-\sin \varphi / \tan GC + \cos \varphi \tan dc / \sin GC) \\
 &= \tan^{-1}(-\sin -6^{\circ} 56' 49'' / \tan 91^{\circ} 31' 54.44'' + \cos -6^{\circ} 56' 49'' \tan -3^{\circ} \\
 &\quad 27' 57.8'' / \sin 91^{\circ} 31' 54.44'') \\
 &= -3^{\circ} 37' 35.43'' = 266^{\circ} 22' 24.5''
 \end{aligned}$$

11) Beda Azimut (z)

$$\begin{aligned}
 z &= azc - azm \\
 &= 266^{\circ} 22' 24.5'' - 262^{\circ} 18' 38.3'' = 4^{\circ} 3' 46.27''
 \end{aligned}$$

12) Refraction (Ref)

$$\begin{aligned}
 Ref &= 0.0167 / \tan (hc + 7.31 / (hc + 4.4)) \\
 &= 0.0167 / \tan (-1^{\circ} 5' 55.26'' + 7.31 / (-1^{\circ} 5' 55.26'' + 4.4)) \\
 &= 0^{\circ} 51' 27.34''
 \end{aligned}$$

13) Parallak Bulan (P)

$$\begin{aligned}
 P &= H_p \times \cos hc \\
 &= 1^0 0' 24.62'' \times \cos -1^0 5' 55.26'' \\
 &= 1^0 0' 23.95''
 \end{aligned}$$

14) Altitude Bulan Topocentric (hc')

$$\begin{aligned}
 hc' &= hc - P + Ref + Dip - sdc \\
 &= -1^0 5' 55.26'' - 1^0 0' 23.95'' + 0^0 51' 27.34'' + 0^0 3' 2.9'' - 0^0 16' \\
 &\quad 27.62'' \\
 &= -1^0 28' 16.59''
 \end{aligned}$$

15) Illumination (nh)

$$\begin{aligned}
 d &= \cos^{-1}(\cos(Mo-S') \times \cos B) = \text{(Elongasi)} \\
 &= \cos^{-1}(\cos(342^0 32' 6.36'' - 340^0 47' 0.24'') \times \cos 3^0 39' 59.04'') = \\
 &\quad 4^0 3' 46.26'' \\
 i &= 180 - d - 0.1468 \times ((1 - 0.0549 \sin A)/(1 - 0.0167 \sin m)) \times \sin d \\
 &= 180 - 4^0 3' 46.26'' - 0.1468 \times ((1 - 0.0549 \sin 39.6088)/(1 - 0.0167 \\
 &\quad \sin 55.9968)) \times \sin 4^0 3' 46.26'' \\
 &= 175^0 55' 37.1'' \\
 nh &= 0.12510 (0.13 \%)
 \end{aligned}$$

16) Lama Hilal (mh)

$$mh = hc \times 4' = -1^0 5' 55.26'' \times 4' = -00^0 04' 23.68''$$

17) Beda Tinggi Matahari – Hilal (Y)

$$Y = hc - hm = -1^0 5' 55.26'' - -0^0 53' 41.39'' = -0^0 12' 13.87''$$

18) Beda Jarak Sudut Matahari – Hilal (C)

$$\begin{aligned} C &= \cos^{-1}(\cos z \times \cos Y) \\ &= \cos^{-1}(\cos 4^{\circ} 3' 46.27'' \times \cos -0^{\circ} 12' 13.87'') = 04^{\circ} 04' 4.64'' \end{aligned}$$

19) Terbenam Hilal taqribi/Ghurub Hilal Bittaqribi (GH)

$$\begin{aligned} GH &= Gr WD + mh \\ &= 17:58:07.29 + -00^{\circ} 04' 23.68'' = 17^{\circ} 53' 43.61'' \end{aligned}$$