

**STUDI ANALISIS HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB  
*MASLAK AL-QĀŞID ILĀ ‘AMAL AR-RĀŞID* KARYA KH.  
AHMAD GHOZALI MUHAMMAD FATHULLAH**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana (S1) dalam Ilmu Syari'ah  
Prodi Ilmu Falak



Oleh :

**HANIK MARIDAH**

**NIM : 112111066**

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK  
FAKULTAS SYARI'AH  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**

**2015**

Dr. Tholkhatul Khoir, M.Ag  
Jl. Pungkuran 133 Mranggen Demak

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eks.  
Hal : Naskah Skripsi  
An. Hanik Maridah

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Syari'ah  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb*

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi-saudara :

N a m a : Hanik Maridah  
N I M : 112111066  
Jurusan : Program Studi Ilmu Falak  
Judul : STUDI ANALISIS HISAB GERHANA BULAN  
DALAM KITAB *MASLAK AL-QĀSID ILĀ 'AMAL AR-  
RĀSID* KARYA KH. AHMAD GHOZALI  
MUHAMMAD FATHULLAH

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb*

Semarang, 9 Juni 2015

Pembimbing I



**Dr. Tholkhatul Khoir, M.Ag**  
199770120 200501 1 005

Ahmad Syifaul Anam, SHI, M.H  
Perum Korpri No. 28 Jl. Tugurejo Timut T 27  
Rt 05/Rw 05, Semarang

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eks.  
Hal : Naskah Skripsi  
An. Hanik Maridah

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Syari'ah  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara :

N a m a : Hanik Maridah  
N I M : 112111066  
Jurusan : Program Studi Ilmu Falak  
Judul : STUDI ANALISIS HISAB GERHANA BULAN  
DALAM KITAB *MASLAK AL-QĀŞID ILĀ 'AMAL AR-  
RĀŞID* KARYA KH. AHMAD GHOZALI  
MUHAMMAD FATHULLAH

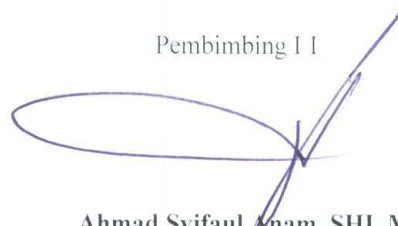
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Semarang, 9 Juni 2015

Pembimbing I I



Ahmad Syifaul Anam, SHI, M.H  
NIP. 19800120 200312 1 001



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SYARI'AH

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp/Fax. (024) 7601291 Semarang 50185

PENGESAHAN

Nama : Hanik Maridah  
NIM : 112111066  
Fakultas / Jurusan : Syari'ah / Ilmu Falak  
Judul : **STUDI ANALISIS HISAB GERHANA BULAN DALAM  
KITAB MASLAK AL-QĀSID ILĀ 'AMAL AR-RĀŠID  
KARYA KH. AHMAD GHOZALI MUHAMMAD  
FATHULLAH**

Telah dimunaqosahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah Universitas Islam Negeri  
Walisongo, pada tanggal :

25 Juni 2015

dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan  
studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2014/2015 guna memperoleh  
gelar Sarjana dalam Ilmu Syari'ah.

Semarang, 29 Juni 2015

Ketua Sidang

Muhammad Shoim, S.Ag., MH  
NIP. 19711101 200604 1 003

Sekretaris Sidang

Dr. Tholkhatul Khoir, M.Ag  
NIP. 199770120 200501 1 005

Penguji I

Dr. Ahmad Izzuddin, M.Ag  
NIP. 19720512 199903 1 003

Penguji II

Dr. H. Abdul Ghofur, M.Ag  
NIP. 19670117 199703 1 001

Pembimbing I

Dr. Tholkhatul Khoir, M.Ag  
NIP. 199770120 200501 1 005

Pembimbing II

Ahmad Syifaul Anam, SHI, MH  
NIP. 19800120 200312 1 001



## MOTTO

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ  
السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ



Artinya:

*“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui”*.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Departemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*, Bandung : Diponegoro, cet X, 2007, hlm. 208.

## *PERSEMBAHAN*

*Skripsi ini saya persembahkan kepada :*

*Bapak dan Ibu*

*(Abdullah Suparmin dan Salamah Dini Triyati)*

*Terima kasih atas segala pengorbanannya, kepercayaannya untukku, do'a dan restu yang selalu mengiringi langkahku, nasehat dan arahan yang tak berhenti mengalir, semangat dan motivasinya untukku.*

*Kakakku tersayang (Syarif Hidayatullah) dan adikku*

*tercinta (Siti Aisyah)*

*Yang selalu memberi dukungan, semangat, dan motivasi yang tak ternilai harganya.*

## DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satu pun pikiran-pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan.



..., 10 juni 2015

Deklarator

Hanik Maridah  
112111066

## PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman Transliterasi alih bahasa Arab ke Latin dalam penelitian ini menggunakan pedoman SKB (Surat Keputusan Bersama) antara Menteri Agama dan Menteri Pendidikan Kebudayaan Republik Indonesia pada tanggal 22 Januari 1988 No. 158 tahun 1987 No. 0543b/U/1987. Diantaranya sebagai berikut :

### 1. Konsonan Tunggal

Fonem konsonan bahasa Arab yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf, dalam transliterasi ini sebagian dilambangkan dengan huruf dan sebagian dilambangkan dengan tanda, dan sebagian lain lagi dengan huruf dan tanda sekaligus. Daftar huruf Arab dan transliterasinya dengan huruf Latin adalah sebagai berikut :

1	ا	Alif	Tidak dilambangkan
2	ب	Ba'	B / b
3	ت	Ta'	T / t
4	ث	Ša'	Š / š
5	ج	Jim	J / j
6	ح	Ḥa'	Ḥ / ḥ
7	خ	Kha'	Kh / kh
8	د	Dal	D / d
9	ذ	Žal	Ž / ž
10	ر	Ra'	R / r
11	ز	Zai	Z / z
12	س	Sin	S / s
13	ش	Syin	Sy / sy
14	ص	Šad	Š / š
15	ض	Ḍad	Ḍ / ḍ
16	ط	Ṭa'	Ṭ / ṭ
17	ظ	Ža'	Ž / ž
18	ع	'Ain	' —



19	غ	Gain	G / g
20	ف	Fa'	F / f
21	ق	Qaf	Q / q
22	ك	Kaf	K / k
23	ل	Lam	L / l
24	م	Mim	M / m
25	ن	Nun	N / n
26	و	Wau	W / w
27	ه	Ha	H / h
28	ء	Hamzah	Apostrof
29	ي	Ya'	Y / y

## 2. Konsonan Rangkap

Huruf konsonan rangkap atau huruf mati yang diletakkan beriringan karena sebab dimasuki harokat *Tasydid* atau dalam keadaan *Syaddah* dalam penulisan Latin ditulis dengan merangkap dua huruf tersebut.

Misal : متعقدين ditulis dengan *Muta' aqqidīn*

## 3. Ta' Marbuṭah

Ada tiga ketentuan yang berkaitan dengan penulisan *ta' marbuṭah* diantaranya adalah :

- Bila dimatikan karena berada pada posisi satu kata maka penulisan *ta' marbuṭah* dilambangkan dengan h.

Misal : مدرسة ditulis dengan *madrasah*

- Bila dihidupkan karena beriringan dengan kata lain yang merupakan kata yang berangkaian (satu frasa) maka ditulis dengan ketentuan menyambung tulisan dengan menuliskan *ta' marbuṭah* dengan huruf t serta menambahkan vokal.

Misal : نعمة الله ditulis *ni' matullāh*

- Bila diikuti dengan kata sandang Alif dan Lam dan terdiri dari dua kata yang berbeda, maka penulisannya dengan memisah kata serta dilambangkan dengan huruf h.

Misal : المدينة المنورة ditulis *al-Madīnah al-Munawwarah*

#### 4. Huruf Vokal

- a. Harakat *fathah*, *kasrah*, dan *ḍammah* (atau bacaan dalam satu harakat) dalam pedoman transliterasi dilambangkan dengan :

*Fathah* ditulis dengan lambang huruf a, misal : كَتَبَ ditulis dengan *kataba*

*Kasrah* ditulis dengan lambang huruf i, misal : رَكِبَ ditulis dengan *rakiba*

*Ḍammah* ditulis dengan lambang huruf u, misal : حَسُنَ ditulis dengan *hasuna*

- b. Harakat untuk tanda baca panjang disebutkan sebagai berikut :

Tanda baca panjang harakat atas atau dua alif dilambangkan dengan ā

Misal : هِلَالٌ ditulis dengan *hilāl*

Tanda baca panjang harakat bawah atau ya' mati dilambangkan dengan ī.

Misal : عَلِيمٌ ditulis dengan *'Alīm*

Tanda baca panjang harakat *ḍammah* atau wau mati dilambangkan dengan ū. Misal : وُجُودٌ ditulis dengan *wujūd*

- c. Diftong atau bunyi huruf vokal rangkap yang berada dalam satu suku kata dialihkan sebagai berikut :

Misal : كَيْفَ ditulis dengan *kaiḥfa*

Misal : حَوْلٌ ditulis dengan *ḥaula*

#### 5. Vokal yang berurutan dalam satu kata

Apostrof digunakan sebagai pemisah antara huruf vokal yang berurutan dalam satu kata. Misal : أَنْتُمْ ditulis dengan a'antum

#### 6. Kata sandang Alif dan Lam

huruf alif lam diiringi dengan huruf yang termasuk pada golongan *syamsiah* maka dihilangkan al nya diganti dengan huruf *syamsiah* tersebut. misal : الشمس ditulis dengan *asy-Syams*. Huruf alif lam diiringi dengan huruf kamariah maka cara penulisannya adalah tetap mencantumkan alif lamnya. Misal : القمر ditulis dengan *al-Qamr*. Penulisan untuk kata-kata dalam satu

rangkaian kalimat, bisa dituliskan dengan pengucapannya ataupun penulisan.

Misal : ذوي الفروض ditulis dengan *zawilfurūd* atau *zawi al-furūd*.

## ABSTRAK

Gerhana bulan merupakan salah satu fenomena alam yang memperlihatkan kekuasaan Allah SWT. Gerhana bulan perlu dipelajari, disamping untuk mengetahui peristiwa alam, juga untuk kebutuhan ibadah, mengingat adanya salat sunah gerhana. Untuk mengetahui terjadinya gerhana bulan ini ada beberapa metode untuk menghitungnya. Kitab *Maslak al-Qāṣid* karya KH. Ghozali ini merupakan salah satu kitab falak yang membahas sistem hisab gerhana bulan.

Penulis tertarik untuk meneliti kitab ini karena kitab ini memiliki metode hisab yang berbeda dengan kitab-kitab falak lainnya. Proses perhitungan kitab *Maslak al-Qāṣid* ini menyertakan perhitungan ketinggian serta azimuth Bulan pada setiap kontak gerhananya. Proses perhitungan tersebut menggunakan data yang sudah disediakan dalam tabel. Kitab ini dibuat di Sampang, sehingga perhitungannya juga berpedoman pada data astronomi daerah Sampang. Untuk menghitung daerah lain harus melakukan *ta'dīl* bujur tempatnya. Patokan waktu yang digunakan adalah waktu LMT, dan untuk Sampang sendiri termasuk dalam WIB. Sebagai kitab baru, keakurasian perhitungan tentulah menjadi sesuatu yang penting untuk diketahui. Oleh karena itu penulis merumuskan pokok kajian dalam dua permasalahan. Pertama, bagaimana metode hisab penentuan gerhana Bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā 'Amal Ar-Rāṣid* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah ?, kedua, bagaimana keakurasian hasil perhitungan gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā 'Amal Ar-Rāṣid* ?.

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kualitatif dengan pendekatan kepustakaan. Sumber primer yang penulis gunakan adalah kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā 'Amal Ar-Rāṣid*, sedangkan sumber sekunder adalah seluruh dokumen yang berupa buku-buku, tulisan, hasil wawancara, makalah, majalah, ensiklopedi, surat kabar, dan lain-lain yang berhubungan dengan hisab gerhana bulan. Semua data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis isi (*content analysis*) dengan pendekatan komparatif.

Hasil penelitian penulis, dengan melihat proses perhitungannya, kitab *Maslak al-Qāṣid* menggunakan metode hisab hakiki tahkiki semi kontemporer yang mengambil data-data dari tabel yang sudah disediakan dalam kitab. Hasil perhitungan metode hisab dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* ini mendekati hasil perhitungan hisab kontemporer. Kitab *Maslak al-Qāṣid* menyediakan jadwal delta T untuk tiap tahun dalam bentuk taqribi. Delta T yang diterapkan dalam perhitungan sama dengan delta T NASA. Kesimpulan penulis bahwa jadwal delta T dibuat oleh KH. Ghozali dengan mengambil rumus polynomial NASA. Jadi, pada intinya kitab ini menggunakan metode hisab hakiki tahkiki semi kontemporer, hanya saja bentuk penyajian perhitungannya berbentuk klasik, dikemas dalam bentuk tabel-tabel.

**Kata Kunci :** Hisab, Gerhana Bulan, Kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā 'Amal Ar-Rāṣid*.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, hidayah, serta inayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan Dalam Kitab *Maslak al-Qāsid Ilā ‘Amal Ar-Rāsid* Karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah**”. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Penulis menyadari bahwa tersusunnya skripsi ini bukan semata-mata usaha dari penulis pribadi. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari usaha, bantuan, dan do’a dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis sampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Kementrian Agama RI yang telah memberikan beasiswa kepada penulis selama menempuh pendidikan S1 di UIN Walisongo Semarang.
2. Dekan Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang dan wakil Dekan yang telah memberikan izin kepada penulis untuk mengkaji dan meneliti judul penelitian dalam skripsi ini.
3. Dr. Tholkhatul Khoir, M.Ag selaku pembimbing I, atas bimbingan, arahan dan ilmu yang diberikan kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
4. Ahmad Syifaul Anam, SHI., MH. selaku pembimbing II, atas bimbingan dan ilmu yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.

5. Drs. H. Maksun, M.Ag, selaku Kaprodi Ilmu Falak beserta segenap pengelola Prodi ilmu Falak, dosen-dosen, dan karyawan Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Semarang, atas segala didikan, bantuan, dan kerjasamanya.
6. Dr. H. Mohammad Arja Imroni, M.Ag, selaku dosen wali, yang selalu memberikan bimbingan, arahan, serta ilmunya kepada penulis.
7. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag, ahli falak, dosen sekaligus motivator penulis yang tak henti memberikan nasehat serta semangat kepada penulis untuk terus mempelajari ilmu Falak.
8. Drs. H. Slamet Hambali, M.SI., ahli falak yang selalu memberikan motivasi serta menjadi inspirasi bagi penulis untuk lebih dan lebih belajar ilmu Falak.
9. KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah (pengarang kitab *Maslak al-Qāsid Ilā 'Amal ar-Rāšid*) atas kesediaannya untuk memberikan ilmu, nasehat, dan informasi kepada penulis tentang berbagai hal yang berkaitan dengan kitab *Maslak al-Qāsid Ilā 'Amal ar-Rāšid*.
10. Kedua orang tua penulis (Abdullah Suparmin dan Salamah Dini Triyati), kakak penulis (Syarif Hidayatullah), dan adik penulis (Siti Aisyah) yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
11. Kyai H. Nasrun Minalloh selaku pengasuh PP Al-Manshur Putri (Timur) beserta ibu Nyai Nur Hidayah dan segenap keluarga.
12. Teman-teman FOREVER (KIF angkatan 2011), Fidia, Dede, Nurul, Lisa, Fatih, Tarry, Evi, Zabied, MbK Anik, Dek Na (Nafidatus Syafa'ah alm.),

Laili, Dessy, Acum, Firdos, Ichsan, Hadi, Aupal, Shobar, Syarif, Najib, Sodik, Sofyan, Solah, Suwandi, Andi, Moelki, Ayyin, Erick, Addin, Izun, Ma'ruf, Rif'an, Usman, yang selalu memberi semangat dan solidaritas.

13. Kyai Ali Munir selaku pengasuh Ponpes Al-Firdaus, yang selalu memberikan nasehat serta bimbingan.
14. Kakak-kakak kelas ilmu Falak yang telah banyak mengajari penulis tentang Falak, juga adik-adik kelas yang selalu memberi semangat.
15. Semua pihak yang telah memberi motivasi, dorongan, serta bimbingan selama penulis menempuh studi di UIN Walisongo Semarang.

Atas semua kebaikannya, penulis hanya mampu mengucapkan terima kasih dan berdo'a semoga Allah membalas semua kebaikan-kebaikannya dengan sebaik-baiknya balasan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Semua itu karena keterbatasan kemampuan pribadi penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya, dan bagi pembaca umumnya. Amin.

Semarang, 10 Juni 2015



Hanik Maridah  
NIM : 11211106

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL SKRIPSI .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
HALAMAN DEKLARASI .....	vii
HALAMAN PEDOMAN TRANSLITERASI .....	viii
HALAMAN ABSTRAK .....	xii
HALAMAN KATA PENGANTAR .....	xiii
HALAMAN DAFTAR ISI .....	xvi
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	9
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	10
D. Telah Pustaka .....	10
E. Metode Penelitian .....	13
F. Sistematika Penulisan .....	16
<b>BAB II : PANDANGAN UMUM TENTANG GERHANA</b>	
A. Pengertian Gerhana Bulan .....	18
B. Tinjauan Syar'i Terhadap Gerhana Bulan .....	21
C. Sejarah Gerhana Bulan .....	28
D. Macam-Macam Gerhana Bulan .....	31
E. Geometri Gerhana Bulan .....	34



F. Objek Gerhana Bulan .....	36
G. Klasifikasi Hisab Gerhana Bulan .....	49
<b>BAB III : HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB <i>MASLAK AL-QĀŞID ILĀ ‘AMAL AR-RĀŞID</i></b>	
A. Biografi KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah .....	52
B. Sistematika Kitab <i>Maslak al- Qāşid Ilā ‘Amal ar-Rāşid</i> .....	57
C. Alur Logika Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab <i>Maslak al- Qāşid Ilā ‘Amal ar-Rāşid</i> .....	64
<b>BAB IV : ANALISIS METODE HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB <i>MASLAK AL- QĀŞID ILĀ ‘AMAL AR-RĀŞID</i></b>	
A. Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab <i>Maslak al- Qāşid Ilā ‘Amal ar-Rāşid</i> .....	75
B. Analisis Keakurasian Metode Hisab dalam Kitab <i>Maslak al-Qāşid Ilā ‘Amal ar-Rāşid</i> .....	80
<b>BAB V : PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	94
B. Saran-saran .....	95
C. Penutup .....	96
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā ‘Amal ar-Rāṣid* (untuk selanjutnya disebut *Maslak al-Qāṣid*)<sup>1</sup> merupakan kitab yang kesekian dari kitab-kitab karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah. Kitab ini membahas mengenai perhitungan yang termasuk dalam kategori ilmu falak, yakni kalender, hisab awal bulan kamariah, dan hisab gerhana bulan. Kitab falak ini disusun pada masa di mana perhitungan falak sudah banyak yang menggunakan cara atau metode modern. Akan tetapi, metode perhitungan dalam kitab ini masih menggunakan langkah-langkah yang klasik, seperti menggunakan tabel-tabel dalam pencarian data-datanya.

Penulis merasa tertarik untuk meneliti kitab ini terlebih tentang apa alasan pengarang kitab memakai metode klasik untuk kitab yang disusun saat metode modern dalam perhitungan falak sudah banyak digunakan, dan dipercaya akurat. Tetapi lagi-lagi kembali pada kitab ini yang masih mempertahankan metode klasik dalam metode perhitungannya.

Kitab *Maslak al-Qāṣid* ini termasuk dalam kategori dalam kitab klasik karena metode perhitungan yang digunakan masih menggunakan tabel untuk memperoleh data-data perhitungannya. Akan tetapi metode klasik ini hanya digunakan pada tahap awal perhitungan saja, karena untuk langkah-langkah perhitungan yang selanjutnya sudah menggunakan rumus-rumus kontemporer.

---

<sup>1</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid*, tp, tt.

Sehingga tentu saja hasil perhitungannya tidak lagi sama dengan perhitungan yang hanya menggunakan metode klasik.

Kitab *Maslak al-Qāsid* adalah salah satu dari kitab karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah yang disusun sebagai penyempurnaan dari kitab-kitab sebelumnya. Karena kitab KH. Ahmad Ghozali yang terdahulu masih menggunakan sistem hisab hakiki takribi dan hakiki tahkiki, seperti kitab *Taqiyah al-Jaliyah*, *Faiḍ al-Karīm*, *Bugyah al-Rafīq*, *Anfa' al-Wasilah*, *Šamarah al-Fikar*.<sup>2</sup>

Hisab gerhana matahari atau bulan dilakukan untuk menentukan kapan terjadinya gerhana matahari atau gerhana bulan. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah kaum muslimin dalam melaksanakan salat *khusuf al-qamar* (salat gerhana bulan) atau *kusuf asy-syams* (salat gerhana matahari).<sup>3</sup> Ulama-ulama Indonesia telah banyak yang memperkaya khazanah hisab gerhana, di antaranya yakni : KH. Abdul Djalil<sup>4</sup> dengan kitab karyanya *Fath Rauf al-*

---

<sup>2</sup> Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyaad Al-Muriid*, Skripsi S1 Fakultas Syariah, Semarang: IAIN Walisongo, 2012, tp, tt. hlm. 6

<sup>3</sup> Direktorat Jenderal Badan Peradilan Agama, *Almanak Hisab Rukyah*, Jakarta : Mahkamah Agung RI, 2007, hlm.169.

<sup>4</sup> Ahli falak, nama lengkapnya adalah Abu Hamdan Abdul Jalil Abdul Hamid, lahir pada 12 Juli 1905 M/1323 H di Bulumanis Kidul Margoyoso Tayu Pati Jawa Tengah. Nama orang tuanya adalah KH. Abdul Hamid dan Syamsiah. KH. Abdul Jalil belajar di Pondok Pesantren Jamsaren Solo di bawah asuhan KH. Idris pada 1919-1920 M/ 1338-1339 H, kemudian melanjutkan ke Pondok Termas Pacitan Jawa Timur yang diasuh oleh KH. Dimiyati. Tahun 1921-1924 M/ 1340-1343 H belajar di pondok pesantren Kasingan Rembang yang diasuh oleh KH. Khalil. 1924-1926 M/1343-1345 H belajar di Mekkah Saudi Arabia. Setelah kembali dari Mekkah beliau belajar di Pondok Pesantren Tebuireng Jombang Jawa Timur di bawah asuhan KH. Hasyim Asy'ari selama satu tahun, kemudian kembali lagi ke Mekkah sampai tahun 1930 M/ 1349 H. KH. Abdul Jalil pernah menjadi ketua pengadilan Agama kabupaten Kudus, Pembantu Khusus Perdana Menteri RI di Jakarta, anggota DPR/MPR, wakil Alim Ulama Fraksi NU, Ketua Lajnah Falakiyah PBNU merangkap anggota Badan Hisab Rukyat Departemen Agama RI, dan penyusun tetap penanggalan / almanak NU. Adapun karya tulisnya yang berkaitan dengan ilmu falak di antaranya adalah *Fath Rauf al-Mannan* dan *Jadwal Rubu'*. Selengkapnya lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, cet III, 2012, hlm. 2-3

*Mannan*, Manshur al-Battawiy<sup>5</sup> dengan karyanya kitab *al-Sulam al-Nayyirain*, KH. Ahmad Zubair Umar al-Jaelany<sup>6</sup> dengan karyanya kitab *al-Khulaṣah al-Wafiyah*, KH. Noor Ahmad SS<sup>7</sup> dengan karyanya kitab *Nur al-Anwar* dan *Syams al-Hilāl*.

KH. Ahmad Ghozali dalam kitab *Maslak al-Qāsid* ini mengungkapkan bahwa penyusunan kitab ini adalah untuk memasyarakatkan ilmu falak di kalangan masyarakat pada umumnya dan santri pada khususnya. Dengan kata lain, penyusun kitab ingin lebih memperkenalkan tentang ilmu falak dengan cara yang lebih mudah. Adapun kitab ini disusun dengan menggunakan bahasa Arab.

Permasalahan keakurasian dalam perhitungan gerhana bulan menjadi pedoman dalam melakukan suatu peribadatan, yakni salat gerhana. Seiring perkembangan ilmu falak, demikian juga disusunnya kitab *Maslak al-Qāsid* ini, maka perlu diteliti keakurasian dari hasil perhitungannya. Dari penuturan mereka yang pernah belajar di Lanbulan Sampang Madura, kitab ini hasilnya

---

<sup>5</sup> Ahli falak yang bernama lengkap Haji Muhammad Manshur bin ‘Abdul Muhiṭ al-Batawi yang terkenal dengan sebutan Guru Manshur Jembatan Lima. Lahir pada tahun 1878 M dan wafat pada hari Jum’at, 2 Safar 1387 H yang bertepatan dengan tanggal 12 Mei 1967. Guru pertamanya dalam menuntut ilmu yakni ayahnya sendiri, KH. Abdul Hamid. Beliau juga merupakan murid dari Sayyid Utsman, ulama falak di Betawi. Ketika beliau telah dewasa beliau pergi ke Mekkah dan belajar ilmu falak kepada Abdurrahman Misri, ulama asal Mesir. Setelah empat tahun di Mekkah beliau kembali lagi ke tanah air dan membuka majelis ta’lim, yang lebih berfokus pada pelajaran ilmu falak. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab...*, hlm.137.

<sup>6</sup> Ahli falak yang bernama lengkap Zubair Umar al-Jailani. Lahir di Bojonegoro, namun tidak diketahui tanggal lahirnya. Beliau wafat pada hari senin, 22 Jumadil awal 1411 H/ 10 Desember 1990 di Salatiga. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab...*, hlm. 247.

<sup>7</sup> Ahli falak yang bernama lengkap Noor Ahmad SS dilahirkan di Jepara pada tanggal 14 Desember 1932 M/ 1351 H. Pendidikannya beliau peroleh dari beberapa pesantren, yakni : Tebuireng, Jombang, Langitan Babat Lamongan, dan Lasem. Beliau mulai mempelajari ilmu falak pada tahun 1952 M/ 1372 H. adapun guru-gurunya dalam ilmu falak adalah KH. Rif’an Kudus, KH. Turaihan Ajhuri Kudus, dan KH. Zubair Salatiga. KH. Noor Ahmad SS yang akrab dipanggil mbah Noor merupakan tokoh pertama yang merubah sistem *buruj* yang ada di Indonesia dengan menggunakan derajat. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab...*, hlm. 161.

bisa dikatakan akurat, dan bahkan hampir sama dengan hasil perhitungan kontemporer. Berikut tabel perbandingan gerhana bulan hasil perhitungan kitab *Maslak al-Qāsid* dengan hasil prediksi NASA<sup>8</sup>.

<b>4 April 2015</b>	<b><i>Maslak al-Qāsid</i><sup>9</sup></b>	<b>Ephemeris<sup>10</sup></b>	<b>NASA<sup>11</sup></b>
Waktu istiqlal	19 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 10.07 <sup>d</sup>	19 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 21 <sup>d</sup>	19 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 14.5 <sup>d</sup>
Selisih		00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 10.93 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 55.57 <sup>d</sup>
Mulai gerhana	16 <sup>j</sup> 03 <sup>m</sup> 53.18 <sup>d</sup>	16 <sup>j</sup> 03 <sup>m</sup> 23 <sup>d</sup>	16 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 27 <sup>d</sup>
Selisih		00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 30.18 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 02 <sup>m</sup> 26.18 <sup>d</sup>
Selesai gerhana	21 <sup>j</sup> 58 <sup>m</sup> 26.96 <sup>d</sup>	21 <sup>j</sup> 59 <sup>m</sup> 19 <sup>d</sup>	21 <sup>j</sup> 58 <sup>m</sup> 58 <sup>d</sup>
Selisih		00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 52.04 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 31.04 <sup>d</sup>

Tabel 1. perbandingan hisab antara kitab *Maslak al-Qāsid*, Ephemeris, dan NASA.

Dari tabel di atas kita lihat perbedaan hasil dari kitab *Maslak al-Qāsid*, Ephemeris, dan prediksi NASA tidak jauh berbeda, selisihnya berkisar dalam hitungan menit. Melihat perbedaan tersebut, penulis merasa tertarik untuk meneliti lebih lanjut kitab *Maslak al-Qāsid* tersebut.

Selain itu, sebagai kitab baru, kiranya perlu dikaji dan diteliti pula terkait dengan metode hisab dan hasil dari hisabnya. Apakah hasil hisabnya bisa dibilang akurat paling tidak mendekati akurat<sup>12</sup>, ataukah masih sama

<sup>8</sup> NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) adalah lembaga pemerintah milik Amerika Serikat yang bertanggung jawab atas program luar angkasa dan penelitian umum luar angkasa jangka panjang. Lihat <http://id.wikipedia.org/wiki/NASA> diakses pada 20 Mei 2015 pukul 6:35 AM.

<sup>9</sup> Perhitungan dilakukan oleh penulis menggunakan metode hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāsid*.

<sup>10</sup> Perhitungan diperoleh dari hasil pencarian gerhana bulan dalam program WinHisab 2010 Kementerian Agama Republik Indonesia.

<sup>11</sup> Perhitungan diperoleh dari website resmi NASA [eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html](http://eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html) diakses pada 5 Mei 2015, pukul 4:04 PM.

<sup>12</sup> Dalam hal ini, untuk tolak ukur akurat berpatokan pada NASA, website resmi Amerika Serikat yang dipercaya keakuratan data serta hasil prediksinya.

dengan hasil perhitungan yang menggunakan kitab-kitab falak lainnya. Jika ternyata kitab ini memiliki hasil hisab yang bisa dibilang akurat, maka tentu saja kitab ini dapat dijadikan salah satu rujukan kitab falak untuk lebih mengembangkan ilmu falak ke depannya.

Salah satu pembahasan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* tentu saja adalah perhitungan penentuan terjadinya gerhana bulan. Pada waktu-waktu tertentu, pada saat bulan purnama, akan terjadi adanya gerhana bulan. Yang berperan dalam terjadinya gerhana bulan tersebut tentunya tidak lepas dari tiga benda langit, Bulan, Bumi, dan Matahari. Ketika ketiga benda langit tersebut berada pada satu garis lurus. Gerhana ada dua macam yakni gerhana bulan dan gerhana matahari. Gerhana bulan terjadi beberapa kali dalam setahun, yakni ketika bulan purnama. Sedangkan gerhana matahari justru sebaliknya, terjadi ketika bulan mati, atau awal bulan.<sup>13</sup>

Gerhana bulan terjadi ketika Bulan ber-*oposisi*<sup>14</sup> pada Matahari dan letaknya dekat kepada sumbu bayang-bayang bumi. dengan demikian gerhana bulan hanya akan terjadi pada saat bulan purnama, dimana bulan pada saat itu dalam peredarannya sedang memotong bidang ekliptika (peredaran bulan memiliki kemiringan sekitar 5° terhadap bidang ekliptika).<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> Stephen E. Schneider and Thomas T. Arny, *Pathways to Astronomy*, China : Mc Graw Hill Companies, 2007, hlm. 69

<sup>14</sup> *Oposisi* atau *istiqbal* (berhadapan), yaitu suatu fenomena saat Matahari dan Bulan sedang berhadap-hadapan, sehingga antara keduanya mempunyai selisih bujur astronomi sebesar 180°. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta : Buana Pustaka, cet pertama, 2005, hlm. 38.

<sup>15</sup> Badan Hisab Dan Rukyat Dep. Agama, *Almanak Hisab Rukyat*, Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, hlm.145.

Gerhana merupakan fenomena alam yang menjadi salah satu bukti kekuasaan Allah. Gerhana, dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah “*Eclipse*”<sup>16</sup> dan dalam bahasa Arab dikenal dengan “*kusuf*” atau “*khusuf*”<sup>17</sup>, sedangkan dalam bahasa Latin disebut “*Ekleipsis*”.<sup>18</sup> Istilah-istilah tersebut secara umum digunakan untuk menyebut istilah gerhana. Hanya saja kemudian ada spesifikasi tersendiri dalam penyebutannya baik dalam bahasa Inggris ataupun dalam bahasa Arab. *Eclipse of the Sun* atau *Solar Eclipse* untuk gerhana matahari, *Eclipse of the moon* atau *Lunar Eclipse* untuk gerhana bulan.<sup>19</sup> Kemudian dalam bahasa Arab *kusuf* lebih dikenal untuk menyebut gerhana matahari, dan *khusuf* untuk menyebut gerhana bulan.<sup>20</sup>

Gerhana bulan dalam bahasa Arab disebut dengan istilah *al-khusuf* atau *Eclipse of the Moon* atau pula *Lunar Eclipse*. Gerhana bulan terjadi saat Bulan purnama, yaitu saat Bumi berada di antara Bulan dan Matahari. Pada saat itulah bayangan Bumi menutupi Bulan, sehingga bulan purnama menjadi gelap atau kemerah-merahan.<sup>21</sup> Dalam kepercayaan mitos Jawa dikenal dengan suatu peristiwa yang mengerikan, yakni Bulan telah dimakan oleh raksasa. Namun, dari segi astronomi hal tersebut merupakan sesuatu yang wajar. Suatu peristiwa yang membuat para astronom tidak bisa

---

<sup>16</sup> John M. Echols dan Hassan Shadily, *Kamus Inggris – Indonesia*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, cet XXIV, 1997, hlm. 206.

<sup>17</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008, hlm.187

<sup>18</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012, hlm. 105

<sup>19</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak....*hlm. 105

<sup>20</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak....*hlm.187

<sup>21</sup> A. Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak*, Jakarta : Amzah, cet.1, 2012,hlm. 209

menahan rasa penasarannya, sehingga muncullah perhitungan-perhitungan untuk memprediksi terjadinya gerhana bulan.

Gerhana merupakan peristiwa alam yang menunjukkan adanya kebesaran Allah. Dalam perwujudan rasa kagum ataupun rasa syukur, maka umat Islam disunahkan untuk melaksanakan salat sunah gerhana. Hal ini sebagaimana yang telah dijelaskan dalam sebuah hadits, yakni :

حدثنا محمود قال حدثنا سعيد ابن عامر عن شعبة عن يونس عن الحسن عن أبي بكره رضي الله عنه قال انكسفت الشمس علي عهد رسول الله صلى الله عليه وسلم فصلي ركعتين<sup>22</sup>

Artinya :

*”Telah memberi kabar kepada kami, Mahmud berkata telah memberi kabar kepada kami Sa’id Ibnu ‘Amir dari Syu’bah dari Yunus dari Hasan dari Abi Bakrah r.a. berkata pada masa Rasulullah SAW Matahari terhalang (gerhana Matahari) maka nabi salat dua rakaat”.*

Hisab untuk mengetahui kapan terjadinya fenomena gerhana matahari atau gerhana bulan, tujuannya yakni agar umat Islam dapat melaksanakan salat sunah gerhana, salat *kusuf asy-syams* untuk gerhana matahari dan salat *khusuf al qamar* untuk gerhana bulan.<sup>23</sup>

Di era di mana ilmu pengetahuan semakin maju, begitu juga dengan ilmu falak. Ilmu falak yang pada zaman dulu lebih dikenal dengan ilmu perbintangan serta ilmu ramalan, sekarang lebih meluas, bahkan tak jarang ilmu falak disebut sebagai astronomi Islam. Hal ini karena yang termasuk dalam lingkup ilmu falak yakni antara lain pengukuran arah kiblat, penentuan waktu salat, penetapan awal bulan hijriah terutama awal Ramadan, Syawal, dan Zulhijah, menghitung kapan terjadinya gerhana, dan masih banyak lagi.

<sup>22</sup> Abi Abdillah Muhammad Ibnu Ismail Al-Bukhari, *Shahih Al-Bukhari*, Juz awal, Indonesia : Maktabah Dahlan, tt, hlm. 414.

<sup>23</sup> A. Kadir, *Formula Baru...*, hlm. 208.



Cara yang digunakan untuk menghitung gehana bulan sendiri ada beberapa metode, yakni : metode hisab 'urfi<sup>24</sup>, di mana sistem perhitungan tanggalnya berdasarkan peredaran rata-rata Bulan mengelilingi Bumi. Oleh sebab itu dapat diterapkan umur bulan secara rata-rata pula. Metode hisab ini hanya digunakan untuk penanggalan mu'amalah secara internasional, bukan untuk pelaksanaan ibadah secara syar'i. Metode hisab hakiki<sup>25</sup>, sistem perhitungan ini sudah lebih maju, yakni dengan berdasarkan pada peredaran Bulan dan Bumi yang sebenarnya. Sehingga umur tiap bulan tidaklah konstan dan juga tidak beraturan, melainkan tergantung pada posisi hilal setiap awal bulan. Sistem hisab hakiki dikelompokkan menjadi tiga<sup>26</sup>, yakni : hisab hakiki takribi<sup>27</sup>, hisab hakiki tahkiki<sup>28</sup>, dan hisab hakiki kontemporer<sup>29</sup>.

Metode-metode hisab di atas telah diterapkan dalam berbagai kitab yang telah di tulis oleh berbagai ahli falak. Kitab *Maslak al-Qāṣid* karya KH. Ghozali ini memiliki metode yang berbeda. Pada proses awal hisabnya masih menggunakan tabel *ḥarakat*, sebagaimana tabel pada kitab-kitab falak

---

<sup>24</sup> Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab...*, hlm. 79.

<sup>25</sup> Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab...*, hlm. 78.

<sup>26</sup> Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU & MUHAMMADIYAH Dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha)*, Jakarta : Penerbit Erlangga, 2007, hlm. 7.

<sup>27</sup> Hisab hakiki takribi, Kelompok sistem hisab ini mempergunakan data Bulan dan Matahari berdasarkan pada data dan table hisab Ulugh Beikh dengan proses perhitungan yang sederhana. Hisab sistem ini hanya dengan cara : tambah, kurang, kali dan bagi tanpa menggunakan teori sistem ilmu segitiga bola.

<sup>28</sup> Hisab hakiki tahkiki, kelompok sistem ini menggunakan table-table yang sudah dikoreksi dan menggunakan perhitungan yang relatif lebih rumit dari pada kelompok aliran hisab hakiki takribi serta telah memakai ilmu ukur segitiga bola.

<sup>29</sup> Hisab hakiki kontemporer, Kelompok sistem ini dalam teoritis dan aplikasinya telah menggunakan media komputerisasi dan peralatan canggih seperti : Kompas, Theodolit, GPS, dan sebagainya. Dalam perhitungan data-data hisab nya menggunakan rumus-rumus yang sangat rumit disamping menggunakan teori ilmu ukur segitiga bola, semua data hisab diprogramkan melalui perangkat komputerisasi untuk memperkecil kesalahan dalam perhitungan dan akurasi hasil perhitungan sesuai dengan kenyataannya di tempat observasi.

lainnya. Baru pada proses selanjutnya *ta'dīl* (koreksi), dan juga menggunakan rumus-rumus sebagaimana yang dipakai pada hisab modern.

Dan juga, dari kitab-kitab yang membahas hisab gerhana sebelumnya, ada ciri khas tersendiri dalam kitab *Maslak al-Qāṣid*. Setiap proses kontak piringan Bumi dan Bulan dihitung pula ketinggian bulannya.

Berangkat dari latar belakang di atas, penulis ingin meneliti lebih jauh terhadap metode hisab gerhana bulan yang digunakan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid*. Dengan metode tersebut, seberapa akuratkah hasil perhitungan yang diperoleh, dan bagaimana jika dibandingkan dengan metode hisab kontemporer. Nah, dengan segala rasa ingin tahu tersebutlah penulis kemudian menulis penelitian yang berjudul “Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā ‘Ar-Rāṣid* Karya K.H. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah”.

## **B. Perumusan Masalah**

Dari latar belakang di atas, penulis merumuskan beberapa rumusan masalah, untuk mempermudah dalam membahas dan menjelaskan perihal kitab *Maslak al-Qāṣid*.

1. Bagaimana metode hisab penentuan gerhana Bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā ‘Amal ar-Rāṣid* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah ?
2. Bagaimana tingkat akurasi hasil perhitungan gerhana Bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā ‘Amal ar-Rāṣid* ?

### C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui dan menganalisis sistem hisab penentuan gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā ‘Amal ar-Rāṣid*
2. Untuk mengetahui akurasi hasil perhitungan penentuan gerhana Bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā ‘Amal ar-Rāṣid*

Sedangkan manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yakni untuk mendukung eksistensi dari kitab *Maslak al-Qāṣid* terutama dalam hal metode hisab gerhana bulan.

### D. Telaah Pustaka

Penyusunan skripsi ini tentunya tak lepas dari proses pencarian landasan teori, dimana dalam proses ini penulis melakukan penelusuran terhadap tulisan-tulisan yang berkaitan ataupun yang membahas mengenai gerhana bulan, baik itu karya ilmiah, artikel, dan lain sebagainya. Penelitian-penelitian terdahulu yang juga membahas mengenai gerhana bulan serta penelitian-penelitian yang membahas kitab-kitab karya KH. Ghozali.

Dari penelusuran penulis, penulis menemukan beberapa karya ilmiah yang berkaitan dengan studi analisis gerhana bulan. Akan tetapi dari yang penulis dapatkan belum ada karya ilmiah yang secara spesifik membahas tentang gerhana Bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* karya KH. Ghozali. Adapun beberapa karya ilmiah yang dapat mendukung penulisan skripsi ini yakni :

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai kitab-kitab karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah yang lainnya adalah Skripsi Kitri Sulastri yang berjudul *Studi Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah dalam Kitab Al-Irsyād Al-Murīd* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah.<sup>30</sup> Dalam skripsi ini, juga mengangkat masalah dari kitab karya KH. Ghozali, yakni kitab *Al-Irsyād Al-Murīd*. Permasalahan yang diangkat yakni tentang metode perhitungan awal bulan Kamariah.

Skripsi Purkon Nur Ramdhan yang berjudul *Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyād Al-Murīd*.<sup>31</sup> Dalam skripsi ini, Purkon Nur Ramdhan juga mengangkat judul dari kitab karya KH. Ghozali, akan tetapi tidak membahas gerhana Bulan, yakni menganalisa metode kitab *Al-Irsyād Al-Murīd* dalam menghisab arah kiblat.

Penelitian-penelitian terdahulu yang mengangkat masalah mengenai gerhana yakni skripsi Mambaul Hikmah yang berjudul *Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Ittifāq Dzāt Al Bain Karya KH. Moh. Zubair Abdul Karim*.<sup>32</sup> Dalam skripsi ini penulis meneliti, apakah dalam perhitungan hisab gerhana Bulan kitab *Ittifāq Dzāt Al-Bain* karya KH. Moh. Zubair Abdul Karim memiliki perbedaan yang cukup signifikan dengan hasil prediksi NASA, yang notabene dalam kitab yang sama

---

<sup>30</sup> Kitri Sulastri, *Studi Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah dalam Kitab Al-Irsyaad Al-Muriid*, Skripsi S1 Fakultas Syari'ah, Semarang : IAIN Walisongo, 2011, tp, tt.

<sup>31</sup> Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyaad Al-Muriid*, Skripsi S1 Fakultas Syari'ah, Semarang : IAIN Walisongo, 2012, tp, tt.

<sup>32</sup> Mambaul Hikmah *Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Ittifāq Dzāt Al-Bain Al Bain Karya KH. Moh. Zubair Abdul Karim*, Skripsi S1 Fakultas Syari'ah, Semarang : IAIN Walisongo, 2012, tp, tt.

*Ittifāq Dzāt Al-Bain*. Dan tentunya memiliki perbedaan dalam mengambil data dan proses perhitungannya antara hisab awal bulan Kamariah dengan hisab gerhana bulan.

Skripsi Wahyu Fitria yang berjudul *Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Al-Khulāṣah Al-Wafiyah dan Ephemeris*.<sup>33</sup> Dalam skripsi ini, Wahyu Fitria mengkomparatifkan perhitungan gerhana bulan antara kitab *Khulāṣah Al-Wafiyah* dengan perhitungan Ephemeris. Dimana perhitungan dalam kitab *Khulāṣah Al-Wafiyah* termasuk dalam hisab hakiki tahkiki yang dibuat pada tahun 1930-an. Sedangkan Ephemeris merupakan hisab yang data-datanya sudah didasarkan pada peredaran Matahari dan Bulan setiap jam. Data-data yang diperoleh sudah di olah sesuai dengan rumus matematika modern. Sehingga hasilnya pun akurat jika dibanding dengan hisab hakiki lainnya.

Skripsi Yadi Setiadi yang berjudul *Akurasi Perhitungan Terjadi Gerhana Dengan Rubu' Al-Mujayyab*.<sup>34</sup> Dalam skripsi ini, Yadi Setiadi meneliti bagaimana penggunaan *Rubu' Mujayyab* yang merupakan alat observasi yang bersifat tradisional, yang memiliki keunikan dalam perhitungannya untuk kemudian bisa diaplikasikan dalam perhitungan kontemporer. Akan tetapi tingkat keakurasian hasil perhitungan *Rubu' Mujayyab* ini masih menjadi pertanyaan. Maka skripsi ini mengangkat

---

<sup>33</sup> Wahyu Fitria, *Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Al-Khulāṣah Al-Wafiyah dan Ephemeris*, Skripsi S1 Fakultas Syari'ah, Semarang : IAIN Walisongo, 2011, tp, tt.

<sup>34</sup> Yadi Setiadi, *Akurasi Perhitungan Terjadi Gerhana Dengan Rubu' Al-Mujayyab*, Skripsi S1 Fakultas Syari'ah, Semarang : IAIN Walisongo, 2012, tp, tt.

masalah mengenai tingkat akurasi perhitungan dengan *Rubu' Mujayyab* dalam penentuan gerhana bulan.

Skripsi Zaenudin Nurjaman yang berjudul *Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH. Noor Ahmad SS dalam Kitab Nūr al-Anwār*.<sup>35</sup> Skripsi ini menganalisis serta merumuskan metode yang dapat digunakan untuk mencari data tahun hijriyah dengan memanfaatkan data interval yang telah ditelusuri sebelumnya. Kemudian memformulasikan rumus tersendiri. Dengan demikian, data-data selain yang ada di kitab *Nūr Al- Anwār* (selain tahun – 149 H sampai 3000 H) dapat dicari dengan rumus yang diformulasikan oleh Zaenudin Nurjaman.

Berbagai penelitian di atas menunjukkan bahwa belum ada penelitian yang secara spesifik membahas mengenai hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah.

## E. METODE PENELITIAN

### a. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian yang bersifat *library research* (penelitian kepustakaan). Hal ini karena dilihat dari fokus penelitian penulis, yakni penulis fokus mengkaji teks kitab. Adapun kitab tersebut yakni tentu saja yang utama kitab *Maslak al-Qāṣid* karya K.H. Ghozali Ahmad Fathullah yang membahas tentang gerhana Bulan, serta kitab-kitab yang bersangkutan dengan penelitian ini. Dan jika diperlukan tentu saja peneliti juga akan memperoleh data melalui wawancara. Metode yang

---

<sup>35</sup> Zaenudin Nurjaman, *Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH. Noor Ahmad SS dalam Kitab Nūr al-Anwār*, Skripsi S1 Fakultas Syari'ah, Semarang : IAIN Walisongo, 2012, tp, tt.

digunakan termasuk dalam metode penelitian kualitatif, karena penelitian yang dilakukan pada kondisi alamiah (*natural setting*). Obyek yang diteliti pun merupakan obyek alamiah, tidak dimanipulasi oleh peneliti, serta kehadiran peneliti pun tidak berpengaruh pada dinamika obyek itu sendiri.<sup>36</sup>

b. Sumber Data

Dalam proses pengumpulan data dapat diperoleh dari sumber data *primer* dan sumber data *sekunder*<sup>37</sup>. Penulis memperoleh data dari sumber primer dan juga sumber sekunder. Sumber primer untuk memperoleh data yakni kitab *Maslak al-Qāṣid*. Sedangkan sumber sekunder yakni diperoleh dengan cara wawancara kepada pengarang kitab *Maslak al-Qāṣid* atau kepada pihak yang bersangkutan kitab *Maslak al-Qāṣid*. Selain itu penulis memperoleh data sekunder dari kitab-kitab KH. Ghozali yang terdahulu, juga dokumen (semua tulisan yang berkaitan dengan KH. Ghozali maupun kitab-kitabnya, buku-buku yang berkaitan dengan gerhana secara umum, majalah, surat kabar dan sebagainya), serta buku astronomi, buku falak, dan juga ensiklopedi-ensiklopedi yang berkaitan dengan penelitian ini.

c. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data dalam penyusunan skripsi ini, penulis menggunakan metode telaah dokumen, yakni dilakukan dengan cara mendalami kitab *Maslak al-Qāṣid* yang merupakan sumber data primer.

---

<sup>36</sup> Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*, Bandung : Alfabeta, Cet. Ke-10, 2010, hlm. 14-15.

<sup>37</sup> Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta, cet. Ke-14, 2011, hlm. 225.

Selain itu juga dilakukan dengan cara menggali data dari berbagai buku, kitab, sejarah, artikel, ensiklopedi, dan jurnal-jurnal yang terkait dengan perhitungan gerhana.

Kemudian untuk memperoleh informasi tambahan penulis melakukan wawancara kepada pengarang kitab atau pihak-pihak yang bersangkutan dengan kitab *Maslak al-Qāṣid*.

#### d. Teknik Analisis Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah tahapan analisis. Dalam tahapan ini penulis akan menganalisis data dengan menggunakan metode yang dikenal dengan analisis isi<sup>38</sup>. Penulis akan menganalisis pemikiran hisab dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* yang perhitungannya digunakan dalam penetapan gerhana yang penulis dapatkan dari hasil kajian pada kitab tersebut serta hasil wawancara dengan pihak ahli falak ataupun keluarga yang dapat dijadikan sebagai pedoman perhitungan penentuan gerhana.

Di samping menggunakan metode analisis isi, data yang terkumpul kemudian diolah dan di analisis dengan menggunakan teknik analisis *komparatif*, yaitu dengan mengkomparasikan hasil perhitungan gerhana bulan menggunakan kitab *Maslak al-Qāṣid* dengan dua perhitungan yang dipercaya keakuratannya, yakni hasil perhitungan dengan menggunakan Ephemeris dan prediksi yang diperoleh dari NASA. Prediksi gerhana

---

<sup>38</sup> Analisis isi ialah teknik penelitian untuk mendeskripsikan secara objektif, sistematis, untuk kemudian menarik kesimpulan dari sebuah buku atau dokumen. Lihat Imam Gunawan, *Metode Penelitian Kualitatif: Teori dan Praktik*, Jakarta : PT Bumi Aksara, cet I, 2013, hlm. 181.



bulan NASA dapat di akses dari website resmi NASA [eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html](http://eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html)

Penulis menggunakan acuan pembandingan Ephemeris dan NASA tentunya dengan alasan. Ephemeris merupakan software di mana dalam perhitungannya memperoleh data dari sebuah program. Data Bulan dan Matahari diperoleh secara update yang disajikan berdasarkan tanggal, bulan, dan tahun masehi, juga disajikan tiap jam. Sehingga hasil perhitungan lebih akurat. Adapun NASA, merupakan badan antariksa Amerika Serikat yang sudah dilengkapi dengan teknologi canggih, sehingga data-data yang diperoleh terus terupdate dan hasil prediksinyapun dipercaya oleh dunia, khususnya untuk mengetahui waktu terjadinya gerhana bulan.

Pada intinya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana tingkat akurasi hasil hisab dari kitab tersebut jika dibandingkan dengan teori-teori hisab gerhana yang sudah menggunakan data-data kontemporer serta diakui keakuratannya, bukan sekedar untuk mendeskripsikan pemikiran hisab gerhananya saja.

#### **F. Sistematika Penulisan**

Secara garis besar penulisan penelitian ini terdiri atas 5 bab, dengan sub-sub bab dalam setiap bab pembahasannya. Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan. Bab ini meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, telaah pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan

Bab II Pandangan Umum Tentang Gerhana Bulan. Dalam bab ini terdapat beberapa sub bab pembahasan yakni meliputi : pengertian gerhana bulan, tinjauan syar'i terhadap gerhana bulan, sejarah gerhana bulan, macam-macam gerhana bulan, geometri gerhana bulan, objek gerhana bulan, dan klasifikasi hisab gerhana bulan.

Bab III Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā 'Amal ar-Rāṣid*. Bab ini mencakup berbagai hal yang berkaitan dengan kitab *Maslak al-Qāṣid*, yakni biografi KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, gambaran umum tentang sistematika kitab dan metode hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid*.

Bab IV Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā 'Amal ar-Rāṣid*. Bab ini merupakan pokok dari penelitian yang dilakukan, yakni analisis dilakukan dengan menganalisis metode hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* dalam menentukan gerhana bulan, dan bagaimana tingkat keakurasiannya dibandingkan dengan metode hisab kontemporer, yakni Ephemeris dan NASA.

Bab V Penutup. Dalam bab ini meliputi beberapa hal, yakni kesimpulan, saran, dan penutup.

## BAB II

### PANDANGAN UMUM TENTANG GERHANA BULAN

#### A. Pengertian Gerhana Bulan

Menurut *etimologi* (bahasa) *kusuf* berarti berubah menjadi hitam, seperti dikatakan ‘*kasafa wajhuhu au ḥāluhu*’ (wajah atau keadaannya berubah suram). Dikatakan *kasafat asy-syams*, yakni *Matahari berubah menjadi hitam (gelap) dan cahayanya hilang*.<sup>1</sup> Ada yang mengatakan bahwa *khusuf* adalah hilang sinarnya, sedangkan *kusuf* jika berubah sinarnya.<sup>2</sup> Dalam referensi lain *خَسَفَ-خَسْفًا وَ خُسُوفًا*<sup>3</sup> memiliki arti “*menenggelamkan beserta segala sesuatu yang ada di atasnya*”<sup>4</sup>. Sedangkan *كَسَفَ - كَسْفًا وَكُسُوفًا* diartikan dengan *menutupi, menyembunyikan, menjadikan gelap*<sup>5</sup>. *Menenggelamkan beserta segala isinya* (*خَسَفَ*)<sup>6</sup>, *menutupi, menghalangi* (*كَسَفَ-حَجَبَ*)<sup>7</sup>

Dari segi bahasa keduanya sama-sama memiliki arti gerhana, hanya saja dalam penggunaannya *kusuf* lebih dikenal untuk penyebutan gerhana matahari (*kusuf al-syams*) dan kata *khusuf* dikenal untuk penyebutan gerhana bulan (*khusuf al-qamr*). Dalam padanan kata bahasa Inggris gerhana berarti *Eclipse* dan *Ecleipsis* dalam bahasa Latin. Istilah *Eclipse* dipergunakan secara umum dalam penyebutan gerhana, baik gerhana Matahari maupun gerhana

---

<sup>1</sup> Al Imam Al Hafidz Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Fathul Baari*, jilid 6, Jakarta : Pustaka Azzam, cet III, 2011, hlm. 2

<sup>2</sup> Imam An-Nawawi, *Syarah Shahih Muslim*, jilid 4, Jakarta : Darus Sunnah Press, cet III, 2014, hlm.789

<sup>3</sup> Ahmad Warson Munawwir, *Al-Munawwir Kamus Arab Indonesia*, Yogyakarta : Unit Pengadaan Buku-Buku Ilmiah Keagamaan, 1984, hlm. 366

<sup>4</sup> Ahmad Warson Munawwir, *Al-Munawwir*...hlm. 367

<sup>5</sup> Ahmad Warson Munawwir, *Al-Munawwir*...hlm. 1299

<sup>6</sup> Atabik Ali & Ahmad Zuhdi Muhdlor, *Kamus Kontemporer Arab-Indonesia*, Yogyakarta : Multi Karya Grafika, cet IX, 1998, hlm. 835

<sup>7</sup> Atabik Ali & Ahmad Zuhdi Muhdlor, *Kamus Kontemporer*...hlm. 1507

bulan. Akan tetapi dalam aplikasinya ada dua istilah *Eclipse of The Sun* untuk gerhana Matahari, dan *Eclipse of The Moon* untuk gerhana bulan. Selain itu ada juga penyebutan *Solar Eclipse* untuk gerhana matahari, dan *Lunar Eclipse* untuk gerhana bulan.<sup>8</sup>

*Kusuf* berarti “menutupi”. Hal ini menggambarkan adanya fenomena alam bahwa (dilihat dari Bumi) Bulan menutupi Matahari, sehingga terjadi gerhana Matahari. Sedangkan *khusuf* berarti “memasuki”, menggambarkan adanya fenomena alam bahwa Bulan memasuki bayangan Bumi, sehingga terjadi gerhana bulan.<sup>9</sup>

*Khasafa* berarti *hilang, lenyap atau tenggelam*. Kata *khasafa* ini terdapat ayat yang merupakan rentetan ayat-ayat yang menggambarkan suasana kiamat. Karena itu, kata *khasafa* dapat saja bermakna bulan lenyap cahayanya atau bulannya itu sendiri yang lenyap karena kiamat berarti kehancuran seluruh ciptaan, tentunya termasuk Bulan.<sup>10</sup>

Makna *kusuf* dan *khusuf* menurut istilah adalah terhalanginya seluruh atau sebagian sinar Matahari atau Bulan dikarenakan suatu sebab alamiah. Yaitu Allah menakut-nakuti hambaNya dengannya. Atas dasar inilah, kata *kusuf* dan *khusuf* adalah sinonim, yaitu memiliki arti yang sama. Maka dikatakan *كسفت الشمس وخسفت*, artinya Matahari berkurang cahayanya dan

---

<sup>8</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang : Pustaka Rizki Putra, 2012, hlm.105

<sup>9</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta : Buana Pustaka, 2008, hlm. 187

<sup>10</sup> Agus Purwanto, *Ayat-Ayat Semesta Sisi-Sisi Yang Terlupakan*, Bandung : Mizan Media Utama, cet II, 2008, hlm. 257

menjadi gelap (mengalami gerhana) dan كسف القمر وخسف artinya bulan berkurang cahayanya dan menjadi gelap (mengalami gerhana)<sup>11</sup>

Adapun yang masyhur menurut ahli fiqih (*fuqaha*) bahwa lafadz *kusuf* adalah untuk gerhana matahari, sedangkan *khusuf* adalah untuk gerhana bulan, sebagaimana pendapat Tsa'lab. Al Jauhari menyebutkan bahwa yang demikian lebih fasih (baku), bahkan sebagian mengharuskan demikian. Al Qadhi Iyadh menukil dari sebagian fuqaha pendapat yang sebaliknya (*khusuf* untuk Matahari dan *kusuf* untuk Bulan) namun pendapat ini \_menurutnya\_ keliru, sebab dalam Al-Qur'an disebutkan lafadz *khusuf* untuk gerhana bulan.<sup>12</sup>

Sebagian ulama berpendapat bahwa lafadz *khusuf* dan *kusuf* dapat digunakan untuk menyatakan keduanya (yakni gerhana matahari dan bulan), sebagaimana yang tercantum dalam hadits-hadits nabi SAW. Akan tetapi tidak diragukan lagi bahwa makna lafadz *kusuf* berbeda dengan makna lafadz *khusuf* dalam tinjauan bahasa. '*kusuf*' berarti *berubah menjadi hitam*, sedangkan *khusuf* berarti *kekurangan* atau *kehinaan*.<sup>13</sup>

Apabila lafadz *kusuf* dan *khusuf* digunakan untuk gerhana matahari karena adanya perubahan dan kekurangan, maka ini dapat diterima, demikian halnya dengan gerhana bulan. Namun ini tidak berarti bahwa kedua kata tersebut sinonim.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> Mambaul Hikmah, *Studi Analisis...* hlm. 45

<sup>12</sup> Al Imam Al Hafidz Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Fathul Baari*, jilid 6...hlm. 32

<sup>13</sup> Al Imam Al Hafidz Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Fathul Baari*, jilid 6...hlm. 33

<sup>14</sup> *Ibid.*

Pendapat lain mengatakan bahwa *kusuf* adalah permulaan gerhana, sedangkan *khusuf* adalah untuk akhir gerhana. Ada pula yang mengatakan bahwa *kusuf* digunakan apabila cahaya itu hilang sama sekali (gerhana total), sedangkan *khusuf* digunakan untuk sebagian cahaya. Sebagian lagi mengatakan bahwa lafadz *khusuf* digunakan apabila seluruh warna hilang (tidak tampak), sedangkan lafadz *kusuf* adalah untuk terjadinya perubahan.<sup>15</sup>

Dari berbagai pengertian di atas dapat kita pahami arti gerhana bulan yang sesungguhnya. Baik dari segi etimologi ataupun istilah, dari pendapat jumhur ulama, bahwa penyebutan antara gerhana matahari dan gerhana bulan memiliki sebutan yang berbeda, yakni *kusuf* dan *khusuf*, meskipun pada intinya keduanya pun boleh digunakan untuk penyebutan, baik gerhana matahari ataupun gerhana bulan. Dari pengertian yang di dapat, *kusuf* untuk menyebutkan gerhana matahari (*Solar Eclipse*), dan *khusuf* untuk gerhana bulan (*Lunar Eclipse*).

## **B. Tinjauan Syar'i Terhadap Gerhana Bulan**

Gerhana yang sering kita jumpai, di mata masyarakat merupakan suatu peristiwa yang penuh dengan sesuatu yang berbau mitos. Dengan segala cerita yang berkembang turun-temurun, yang berawal pada gerhana yang terjadi pada saat Rasulullah SAW. Gerhana terjadi bertepatan dengan kematian seseorang, sehingga kemudian berkembang mitos yang semakin banyak sesuai dengan peristiwa yang terjadi bertepatan dengan terjadinya gerhana. Dari anggapan-anggapan tersebut kiranya perlu dilihat apa dan

---

<sup>15</sup> *Ibid.*

bagaimana sebenarnya gerhana dari sisi syar’i. Untuk hal ini perlu kita lihat sabda Rasulullah SAW sebagaimana berikut<sup>16</sup> :

حدثنا اصبغ قال : اخبرني ابن وهب قال : اخبرني عمر عن عبدالرحمن ابن القاسم حدثه عن ابيه عن ابن عمر رضي الله عنهما أنه كان يخبر عن النبي صَلَّى الله عليه وسلم ( أن الشمس والقمر لا يخسفان لموت أحد ولا لحياته , ولكنهما أيتان من آيات الله فإذا رأيتموهما فصلوا

Artinya :

*“Menceritakan kepada kami Ashbagh berkata : mengabarkan kepadaku Ibnu Wahab berkata : mengabarkan kepadaku Umar dari Abdurrahman ibnu al-Qasim menceritakan kepadanya bapaknya dari ibni Umar ra sesungguhnya dikabarkan dari Nabi SAW : sesungguhnya matahari dan bulan keduanya bukanlah gerhana karena meninggalnya seseorang, akan tetapi keduanya adalah dua dari tanda-tanda kekuasaan Allah, maka apabila melihat keduanya maka shalatlah”*

Dari hadits di dapat dipahami bahwa kejadian gerhana bulan bukanlah kejadian yang menyebabkan terjadinya suatu musibah, terjadinya kematian seseorang, ataupun kelahiran seseorang dan lain sebagainya. Gerhana adalah salah satu tanda kebesaran Allah yang jika umat Islam melihatnya dianjurkan untuk melakukan sembahyang sunat dan zikir kepada Allah sebanyak-banyaknya.<sup>17</sup>

Demikian pula menurut ilmu falak, gerhana hanyalah merupakan kejadian terhalangnya sinar Matahari oleh Bulan yang akan sampai ke permukaan Bumi (pada gerhana matahari), atau terhalangnya sinar Matahari oleh Bumi yang akan sampai ke permukaan Bulan pada saat bulan purnama

---

<sup>16</sup> Imam Abi Abdillah Muhammad ibnu Ismail ibnu Ibrahim ibnu al-Mughirah ibnu Bardazbah al-Bukhari al-Ja’fiy, *Shahih Bukhari*, Beirut : Daruul Kitab al-Alamiah, Juz awal, 1992, hlm. 216

<sup>17</sup> Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementrian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat*, cet III, 2010, hlm. 28

(gerhana bulan). Semuanya ini memang merupakan kebesaran dan kehendak Allah semata.<sup>18</sup>

Lebih jauh ilmu falak dapat menghitung kapan terjadi gerhana dan berlaku untuk daerah-daerah mana saja, jauh sebelum gerhana itu sendiri terjadi, sehingga umat Islam dapat bersiap-siap menanti tibanya gerhana dan membuktikannya. Juga umat Islam sebelumnya dapat bersiap-siap untuk mengadakan upacara shalat dan khutbah gerhana.<sup>19</sup>

Berikut adalah beberapa nash al-Qur'an dan hadits yang terkait dengan proses terjadinya gerhana serta aktifitas ibadah yang dilakukan saat terjadi gerhana.

#### 1. Dalil al-Qur'an

##### a. Surat Yasiin ayat 38-40

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ ﴿٣٨﴾  
 وَالْقَمَرَ قَدَرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا  
 الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِي  
 فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾

Artinya :

“Dan Matahari beredar pada garis edarnya. Itulah pengaturan (Tuhan) yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui” “Dan bulan, kami menakdirkannya di manzilah-manzilah hingga kembali menjadi bagaikan tandan yang tua” “Matahari tidak akan dapat

<sup>18</sup> Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab...*, hlm. 28

<sup>19</sup> Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab...*, hlm. 29



*mendahului bulan dan tidak juga dapat mendahului siang, dan masing-masing pada garis edarnya terus menerus beredar”.*<sup>20</sup>

Ayat di atas memberi contoh tentang kekuasaan Allah yang lain. Kata (تقدير) *taqdīr* digunakan dalam arti menjelaskan sesuatu yang memiliki kadar serta sistem tertentu dan teliti. Hal ini berarti menetapkan kadar sesuatu baik yang berkaitan dengan materi maupun waktu. Penggunaan kata (تقدير) *taqdīr* oleh ayat ini menunjukkan bahwa dalam bahasa al-Qur’an kata *taqdīr* digunakan dalam konteks uraian yang berkaitan dengan hukum-hukum Allah yang berlaku di alam raya, di samping hukum-hukum-Nya yang berlaku bagi manusia.<sup>21</sup> Allah menjadikan Matahari terus menerus beredar pada garis edarnya secara teratur sejak penciptaannya hingga kini. Dari peredaran tersebut maka terjadilah malam dan siang serta gelap dan terang.<sup>22</sup> Selain itu, ayat ini juga bicara tentang ditetapkannya kadar dan sistem peredaran bulan di manzilah-manzilah, yakni posisi-posisi tertentu, sehingga kemudian terlihat pada awal kemunculannya kecil atau sabit dan dari malam ke malam membesar hingga sampai akhirnya berangsur-angsur pula mengecil. Dikatakan bulan itu bagaikan tandan yang segar kemudian sedikit demi sedikit membesar dan menua, mengering lalu melengkung hingga ketika mencapai manzilahnya yang terakhir, ia kembali menjadi sebagaimana tandan yang tua dan layu.<sup>23</sup>

---

<sup>20</sup> Departemen Agama RI, *Al-Qur’an Dan...*, hlm. 442

<sup>21</sup> M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah (pesan, kesan, dan keserasian Al-Qur’an)*, Jakarta : Penerbit Lentera Hati, cet. V, 2012, hlm. 153

<sup>22</sup> M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah...*, hlm 151.

<sup>23</sup> M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah...*, hlm 153

Matahari dan bulan berada dalam takdir pengaturan Ilahi sangat teliti dan konsisten. Dengan pederadan masing-masing yang memiliki ketelitian sedemikian rupa, sehingga masing-masing tidak akan keluar dari garis edarnya, ataupun saling mendahului satu dengan yang lainnya. Tetapi, semuanya telah Allah atur silih berganti dan masing-masing, baik Matahari maupun Bulan bahkan semua benda-benda langit, pada garis edarnya saja yang telah Kami tentukan terus-menerus beredar tidak dapat menyimpang darinya.<sup>24</sup>

b. Surat Al-An'am ayat 96

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا

ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ ﴿٩٦﴾<sup>25</sup>

Artinya :

*“Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan (menjadikan) Matahari dan bulan untuk perhitungan. Itulah takdir (ketetapan) Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui.”*

Setelah menjelaskan kekuasaan-Nya terhadap sesuatu yang bersifat material dan berada di Bumi, kini melalui ayat di atas, dijelaskan kekuasaan-Nya terhadap benda-benda langit. Allah menjadikan Matahari dan bulan beredar berdasar perhitungan yang sangat teliti, memancarkan cahaya dan sinar, bergantian malam dan siang. Hal ini bertujuan untuk menjadi perhitungan waktu.<sup>26</sup>

<sup>24</sup> M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah...*, hlm. 154

<sup>25</sup> Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan...*, hlm. 140

<sup>26</sup> M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah...*, hlm. 568

Dalam ayat ini terdapat kata (حسابنا) *husbanan* yang diambil dari kata (حساب) *hisab*. Penambahan huruf *alif* dan *nun* memberi arti *kesempurnaan* sehingga kata tersebut diartikan perhitungan yang sempurna dan teliti. Penggalan ayat ini dipahami oleh sebagian ulama dalam arti peredaran Matahari dan Bumi terlaksana dalam satu perhitungan yang sangat teliti. Peredaran benda-benda langit sedemikian konsisten, teliti, dan pasti sehingga tidak terjadi tabrakan antar planet-planet. Dengan peredarannya yang konsisten dan teliti tersebut, dapat diukur sehingga diketahui misalnya kapan terjadi gerhana, jauh sebelum terjadinya.<sup>27</sup>

Ada juga ulama yang memahami penggalan ayat di atas dalam arti Allah menjadikan peredaran Matahari dan Bulan sebagai alat untuk melakukan perhitungan waktu tahun, bulan, minggu, dan hari, bahkan menit dan detik. Bulan memantulkan sinar Matahari ke arah Bumi dan permukaannya yang tampak dan terang hingga terlihatlah bulan sabit. Paruh pertama, Bulan berada pada posisi di antara Matahari dan Bumi, sehingga bulan itu menyusut, yang berarti bulan sabit baru muncul untuk seluruh penduduk bumi. Apabila berada di arah berhadapan dengan Matahari, di mana Bumi berada di tengah, akan tampak bulan purnama. kemudian purnama itu kembali mengecil sedikit demi sedikit

---

<sup>27</sup> M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah...*, hlm. 569

sampai kepada paruh kedua. Dengan begitu, sempurna adalah satu bulan Kamariah selama 29,5309 hari.<sup>28</sup>

Atas dasar itu, dapat ditentukan penanggalan Arab sejak munculnya bulan sabit hingga tampak sempurna. Bila bulan sabit itu tampak seperti garis tipis di ufuk barat, kemudian tenggelam beberapa detik setelah tenggelamnya Matahari. Dapat dilakukan rukyah terhadap bulan baru. Perputaran Bulan itulah yang mengajarkan manusia cara perhitungan bulan, termasuk di antaranya bulan haji. Peredaran Matahari mengilhami perhitungan hari dan tahun. Sedang peredaran Bulan mengilhami perhitungan bulan.<sup>29</sup>

Kata (تقدير) *taqdīr* digunakan oleh al-Qur'an untuk makna pengaturan dan ketentuan yang sangat teliti. Kata ini terulang di dalam al-Qur'an sebanyak tiga kali dalam konteks uraian tentang penciptaan. Ia digunakan untuk menunjukkan konsistensi hukum-hukum Allah yang berlaku di alam raya.<sup>30</sup>

## 2. Hadits Nabi Muhammad SAW.

حدثنا عمرو بن عون قال : حدثنا خالد عن يونس عن الحسن عن ابي بكره  
قال : كنا عند رسول الله صَلَّى الله عليه وسلم فانكسفت الشمس , فقام النبي  
الله عليه وسلم يجرّ رداءه حتّى دخل المسجد , فدخلنا , فصلّى بنا صلّي  
ركعتين حتّى انجلت الشمس , فقال النبي صَلَّى الله عليه وسلم : انّ الشمس  
والقمر لا ينكسفان لموت أحد , فإذا رأيتموها فصلّوا وادعوا حتّى ينكشف ما  
بكم<sup>31</sup>

<sup>28</sup> M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah...*, hlm 568

<sup>29</sup> M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah...*, hlm 569

<sup>30</sup> *Ibid.*

<sup>31</sup> Imam Abi Abdillah Muhammad ibnu Ismail ibnu Ibrahim ibnu al-Mughirah ibnu Bardazbah al-Bukhari al-Ja'fiy, *Shahih Bukhari...*, hlm. 216

Artinya :

*“Menceritakan kepada kami Amr ibnu ‘Aun berkata : menceritakan kepada kami Khalid dari Yunus dari Hasan dari Abi Bakrah berkata : kami berada di sisi Rasulullah lalu terjadi gerhana Matahari. Maka, Nabi berdiri dengan mengenakan selendang beliau hingga beliau masuk ke dalam masjid, lalu kami masuk. Kemudian beliau shalat dua rakaat bersama kami hingga Matahari menjadi jelas. Maka bersabda Nabi SAW : sesungguhnya Matahari dan bulan keduanya bukanlah gerhana karena meninggalnya seseorang. Oleh karena itu apabila kamu melihatnya, maka shalatlah dan berdo’alah sehingga terbuka apa yang terjadi padamu”*

### C. Sejarah Gerhana Bulan

Sejak zaman peradaban Mesopotamia, banyak orang yang telah mempelajari ilmu yang berkenaan dengan alam jagat raya, yang dinamakan ilmu Astronomi. Sejak zaman itu para pakar astronomi sudah melakukan penelitian tentang gerhana, yang bahkan mereka menghubungkan peristiwa gerhana tersebut dengan penentuan nasib, serta mitos-mitos yang berkembang pada saat itu.<sup>32</sup>

Tahun 721 SM, orang-orang Babilonia telah mampu membuat sebuah perhitungan tentang terjadinya gerhana, yang dikenal dengan istilah “Tahun Saros” (dari bahasa Babilonia “*Sharu*”). Lama tahun saros ini kurang lebih 18 tahun 11 hari 8 jam. Jika di ukur dengan tahun hijriah sekitar 18 tahun 7 bulan 6 hari 12 jam atau 223 bulan sinodis, yakni sekitar 6585,32 hari.<sup>33</sup>

Tahun 585 SM, seorang filosofis ternama yang bernama Thales mentransmisikan pengetahuan tentang siklus saros dari Babilonia ke bangsa Yunani. Kemudian pada tahun-tahun selanjutnya banyak bermunculan para

---

<sup>32</sup> <http://hakamabbas.blogspot.com/2014/10/sejarah-gerhana-bulan.html> diakses pada 19 Mei 2015 pukul 10:30 PM

<sup>33</sup> *Ibid.*

ahli ilmu astronomi, misal : Cladius-Ptolemus dan Al Battany. Dan sekitar abad ke XVI dan abad ke XVII M para pakar ilmu astronomi diantaranya Johannes Kepler, Galileo Galilei, Sir Isaac Newton, dan lainnya juga mengembangkan ilmu astronomi.<sup>34</sup>

Mitzi Adams, seorang astronom Marshall Space Flight Center Badan Antariksa Amerika Serikat (NASA) di Huntsville, Alabama, mengatakan bahwa bagi manusia di masa lalu, gerhana bulan di dianggap sebagai sebuah pertanda, yakni pertanda bahwa kehidupan mungkin segera berakhir. Kiamat. Hal ini dikarenakan bulan berubah menjadi merah, hingga diibaratkan merah darah.<sup>35</sup>

Kepercayaan lazim yang dianut orang pada masa Jahiliyah adalah bahwa gerhana merupakan tanda kematian orang besar atau kelahiran orang yang kelak menjadi orang besar. Para ahli nجوم percaya bahwa gerhana akan menandatangani dampak buruk bagi dunia. Orang-orang kafir pada masa itu banyak yang mengagungkan bulan dan Matahari dan tidak sedikit yang menyembah kedua benda langit itu, sebab besarnya cahaya yang memancar dari keduanya.<sup>36</sup>

Dibalik sisi ilmiah, gerhana bulan juga sering dikait-kaitkan dengan sisi mistis (spiritual). Sebagaimana kita lihat tradisi turun temurun nenek moyang yang terus dilestarikan, bahkan hingga sekarang dimana teknologi

---

<sup>34</sup> *Ibid.*

<sup>35</sup> <http://metroterkini.com/berita-14601-ini-fakta-dan-mitos-gerhana-bulan-merah-darah.html> diakses pada 16 April 2015 pukul 10:58 AM

<sup>36</sup> Abdullah ath-Thayyar, *Ensiklopedia Shalat*, Jakarta : Magfirah Pustaka, cet II, 2007, hlm. 331

sudah demikian canggih. Berbagai macam mitos tentang gerhana yakni antara lain :

Naga Murka. Kearifan lokal China memiliki kepercayaan bahwa gerhana bulan terjadi karena kemarahan seekor naga yang berukuran besar, yang kemudian mampu melahap bulan. Dalam istilah China hal ini disebut *Chih* yang memiliki arti *memangsa*. Untuk menyelamatkan bulan yang telah ditelan naga, kemudian manusia membuat keributan yakni dengan memukul-mukul alat perkusi, membunyikan petasan besar atau apa saja yang bisa membuat berisik, dengan harapan naga kembali memuntahkan bulan yang telah ditelan.

Mitos yang selanjutnya yakni Racun Para Dewa. Bagi orang Jepang, gerhana bulan adalah saat dimana para dewa mulai menebarkan racun hitam pekat ke seluruh penjuru dunia. Karena racun tersebutlah kemudian langit menjadi sempurna gelap. Karena masyarakat beranggapan bahwa pada saat itu racun sedang disebarkan, maka kemudian mereka segera melindungi sumur-sumur, menutupi sumber-sumber air minum dengan benda apa saja. Selain itu, sejumlah laki-laki berjaga di tepian sumur lengkap dengan membawa samurai hingga gerhana bulan selesai.

Selanjutnya yakni mitos gerhana bulan tentang turunnya setan ke dunia. Dikatakan bahwa salah satu raja Prancis yakni raja Louis meninggal pada saat terjadi gerhana bulan. Raja yang sedang tidur mendadak terbangun dalam gulita, dan ketika melihat ke luar jendela ia tak menjumpai adanya

bulan. Kemudian Louis berteriak-teriak bahwa setan akan segera turun ke dunia, setelah jeritan histeris tersebut ia kemudian meninggal.

Kemudian mitos gerhana bulan yang tidak lagi asing di telinga kita yakni raksasa bathara kala. Di Jawa Raksasa Bthara Kalam diyakini sebagai pemangsa balita. Maka pada saat terjadi gerhana bulan, para laki-laki dengan segera membunyikan kentongan kitir secara bersahut-sahutan. Beberapa sesepuh menghunus keris pusaka dan berjaga di depan rumah, sementara para nenek membantu ibu-ibu menyembunyikan balita mereka ke dalam gentong atau tempayan. Ada juga yang diletakkan di bawah kolong tempat tidur.<sup>37</sup>

#### D. Macam-Macam Gerhana Bulan

Dengan memperhatikan piringan bulan yang memasuki bayangan inti bumi, maka gerhana bulan itu ada dua macam, yaitu gerhana bulan total dan gerhana bulan sebagian. Gerhana bulan total atau sempurna atau *kully* terjadi manakala posisi Bumi-Bulan-Matahari pada satu garis lurus, sehingga seluruh piringan bulan berada di dalam bayangan inti Bumi. Sedangkan gerhana bulan sebagian atau *ba'dliy* terjadi manakala posisi Bumi-Bulan-Matahari tidak pada satu garis lurus, sehingga hanya sebagian piringan Bulan saja yang memasuki bayangan inti Bumi.<sup>38</sup>

Ada pendapat lain tentang macam-macam gerhana, yakni ada tiga tipe gerhana bulan. Pertama, tipe t : gerhana bulan total, dimana bulan sepenuhnya berada di dalam kerucut umbra Bumi. Kedua, tipe p : gerhana bulan parsial,

<sup>37</sup>

<http://www.infomistika.com/2015/01/fenomena-misteri-kisah-dan-mitos-di.html>

diakses pada 20 April 2015 pukul 10:07 AM

<sup>38</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, Yogyakarta : Buana Pustaka, cet IV, 2005, hlm. 190-191



dimana bulan hanya sebagian yang berada di kerucut umbra Bumi. Ketiga, tipe pen : gerhana bulan penumbra, di mana Bulan berada di dalam kerucut luar (penumbra) tetapi tidak memasuki kerucut umbra Bumi.<sup>39</sup>

Jumlah maksimum gerhana bulan dalam satu tahun kalender ada lima buah. Kebanyakan empat dari lima gerhana bulan adalah gerhana bulan tipe penumbra. Sedangkan jumlah gerhana bulan paling sedikit dalam satu tahun kalender yakni dua buah.<sup>40</sup>

Pada dasarnya perhitungan gerhana bulan adalah menghitung waktu, yakni kapan atau jam berapa terjadi kontak gerhana bulan. Untuk gerhana bulan sempurna atau gerhana bulan total akan terjadi empat kontak, yaitu<sup>41</sup> :

- a. Kontak pertama adalah ketika piringan bulan mulai menyentuh masuk pada bayangan Bumi. pada waktu inilah waktu dimulainya gerhana bulan.
- b. Kontak kedua adalah ketika seluruh piringan bulan sudah memasuki bayangan Bumi. Pada masa inilah saat mulai gerhana total.
- c. Kontak ketiga adalah ketika piringan bulan mulai menyentuh uuntuk keluar dari bayangan Bumi. Pada posisi ini adalah saat berakhirnya total.
- d. Kontak keempat adalah ketika seluruh piringan bulan sudah keluar dari bayangan Bumi. Pada posisi inilah waktu gehana telah berakhir.

Sedangkan pada gerhana bulan sebagian hanya terjadi dua kali kontak, yaitu :

---

<sup>39</sup> Rinto Nugroho, *Serba Serbi Gerhana*, artikel dalam majalah Zenith ed. VII, (desember 2011), hlm. 25

<sup>40</sup> Rinto Nugroho, *Serba Serbi...*, hlm 26

<sup>41</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak...*, hlm. 190

- a. Kontak pertama adalah ketika piringan bulan mulai menyentuh masuk pada bayangan Bumi. pada posisi inilah waktu mulai gerhana
- b. Kontak kedua adalah ketika piringan bulan sudah keluar lagi dari bayangan Bumi. Pada posisi inilah waktu gerhana sebagian berakhir.

Dalam astronomi dikenal juga gerhana bulan penumbra, yakni bila bulan dari awal hingga akhir gerhana hanya berada di kawasan penumbra Bumi. Di kawasan penumbra ini sorot cahaya Matahari ke permukaan bulan tidak lagi 100%, berkurang karena terhalang oleh planet Bumi. Pada waktu bersamaan bila ada pengamat di bulan akan menyaksikan gerhana Matahari sebagian. Pada saat bulan memasuki kawasan penumbra sebenarnya cahaya bulan purnama meredup sebanding dengan kedekatannya dengan kawasan umbra Bumi. Bagian bulan yang berada lebih dekat dengan umbra akan berkurang lebih banyak atau makin melemah cahayanya, hingga mencapai 100% bila Bulan memasuki kawasan umbra Bumi. Bagian Bulan yang berada di kawasan umbra nampak hitam, tanpa sorot langsung cahaya Matahari. Umumnya gerhana bulan penumbra relatif sulit dibedakan dengan bulan saat purnama bila hanya diamati.<sup>42</sup>

Bila hanya diamati dengan mata telanjang, sehingga gerhana penumbra diabaikan sebagai gerhana oleh masyarakat. Selain itu juga terdapat gerhana bulan sebagian bila selama gerhana bulan berlangsung, hanya sebagian bundaran Bulan memasuki umbra Bumi. Sedang gerhana

---

<sup>42</sup><http://personal.fmipa.itb.ac.id/moedji/gerhana-bulan-dan-gerhana-Matahari-tahun-2014-sebuah-catatan/> diakses pada 16 April 2015 pukul 11:11

bulan total bila selama gerhana bulan berlangsung, seluruh bundaran bulan memasuki kawasan umbra Bumi.<sup>43</sup>

### E. Geometri<sup>44</sup> Gerhana Bulan

Gerhana bulan terjadi apabila Bulan berada dalam daerah bayang-bayang Bumi. Pada saat itu umbra Bumi menutupi Bulan. Hal ini terjadi jika Matahari, Bumi, dan Bulan berada pada satu garis lurus, dimana Bumi berada diantara Matahari dan Bulan.<sup>45</sup>

Keberadaan sumber cahaya bola gas matahari dengan radius 700.000 km dan planet bumi, bola batu yang berair dan berangkasa membentuk bayang-bayang umbra (bayangan inti) dan penumbra (bayangan semu) bumi. Jarak bumi dan bulan bervariasi antara 356400 km di titik terdekat dengan bumi sampai 406700 km di titik terjauh dengan bumi. Kerucut bayang-bayang bumi bisa mencapai 140600 km (saat bumi di titik terjauh dengan matahari) dan 1360000 km (saat bumi di titik terdekat dengan matahari). Diameter umbra bervariasi dari 1,28 derajat sampai 1,56 derajat (sekitar 3 kali diameter sudut bulan).<sup>46</sup>

Jika bulan hanya melewati daerah penumbra bumi maka akan terjadi gerhana bulan penumbra (GBP). Jika hanya sebagian bulan yang memasuki daerah umbra Bumi maka akan terjadi gerhana bulan sebagian (GBS). Dan

---

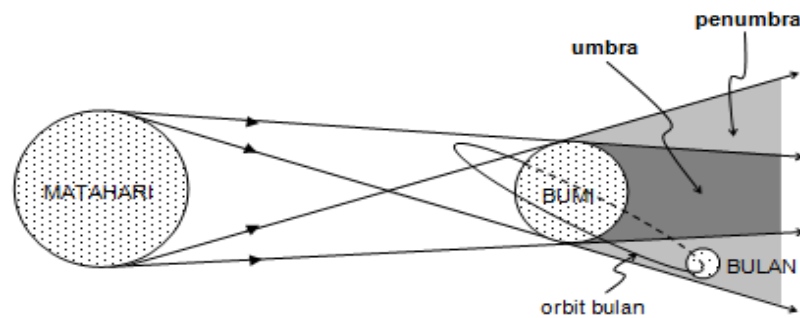
<sup>43</sup> *Ibid.*

<sup>44</sup> Geometri adalah ilmu ukur Bumi (pengukuran Bumi), yang merupakan cabang matematika yang menerangkan sifat-sifat garis, sudut, bidang, dan ruang.

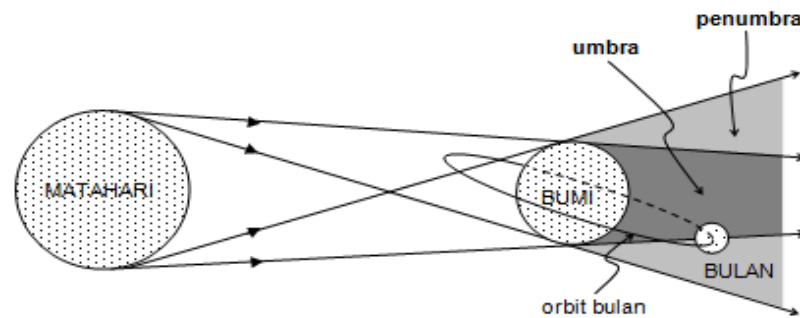
<sup>45</sup> Slamet Hambali, *Pengantar...*, hlm. 232

<sup>46</sup> Moedji Raharto, *Dasar-Dasar Sistem Kalender Bulan dan Kalender Matahari*, Bandung : Penerbit ITB, 2013, hlm. 51

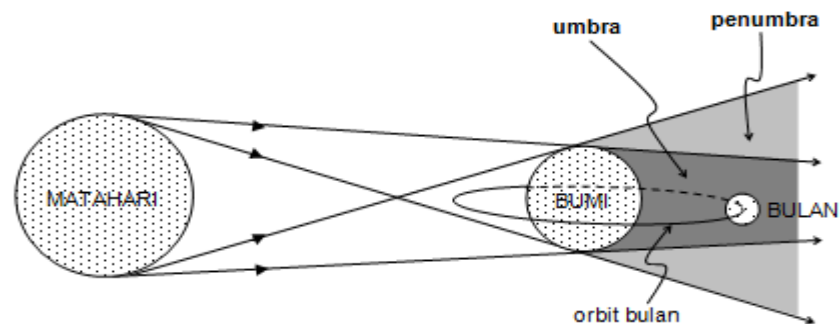
jika seluruh Bulan memasuki daerah umbra Bumi maka akan terjadi gerhana bulan total (GBT).<sup>47</sup>



Gambar 1. Gerhana bulan penumbra dilihat dari samping bidang ekliptika.<sup>48</sup>



Gambar 2. Gerhana bulan sebagian dilihat dari samping bidang ekliptika.<sup>49</sup>



Gambar 3. Gerhana bulan total dilihat dari samping bidang ekliptika.<sup>50</sup>

<sup>47</sup> Moedji Raharto, *Dasar-Dasar Sistem...*, hlm. 51

<sup>48</sup> <https://rachmanabdul.wordpress.com/2011/12/07/gerhana-bulan-dan-matahari/> diakses pada 31 Mei 2015 pukul 9:45 AM

<sup>49</sup> <https://rachmanabdul.wordpress.com/2011/12/07/gerhana-bulan-dan-matahari/> diakses pada 31 Mei 2015 pukul 9:45 AM

Terjadinya gerhana dapat diramalkan dengan menelaah fisik Bulan dan Matahari serta gerak Bulan dan Matahari. Gerhana selalu berlangsung di kawasan ekliptika. Rata-rata satu siklus saros gerhana sepanjang 18 tahun 11,3 hari (sekitar 6585,3 hari) atau 223 kali periode sinodis bulan (rata-rata 29,53 hari).<sup>51</sup> Keberadaan satu seri saros gerhana bulan bisa berjumlah 71 sampai 84 kali terjadi gerhana bulan, termasuk di dalamnya gerhana bulan penumbra. Dalam satu seri saros tersebut bisa terjadi gerhana bulan penumbra, gerhana bulan sebagian, dan gerhana bulan total. Saat ini telah dimengerti adanya musim gerhana, dimana keterkaitan antara musim gerhana rata-rata 173,3 hari atau setahun gerhana rata-rata 346,6 hari dengan siklus saros.<sup>52</sup>

Periode gerhana bulan selain saros ada juga periode Inex atau disebut juga periode 358 lunasi (29 tahun kurang 20 hari), periode Tritos yang mempunyai periode 135 lunasi (11 tahun kurang satu bulan), dan siklus Meton dengan siklus 235 lunasi (19 tahun).<sup>53</sup>

## F. Objek Gerhana Bulan

Proses terjadinya gerhana bulan tidak lepas dari tiga benda langit berikut :

### 1. Bulan

Kata *Al-Qamar* dalam bentuk *ma'rifah* (dengan kata sandang “al”) disebutkan sebanyak 26 kali dalam Al-Qur'an. Adapun dalam bentuk

---

<sup>50</sup> <https://rachmanabdul.wordpress.com/2011/12/07/gerhana-bulan-dan-matahari/> diakses pada 31 Mei 2015 pukul 9:45 AM

<sup>51</sup> Moedji Raharto, *Dasar-Dasar Sistem...*, hlm. 47

<sup>52</sup> Moedji Raharto, *Dasar-Dasar Sistem...*, hlm. 48

<sup>53</sup> Rinto Nugroho, *Serba Serbi...*, hlm. 24

*nakirah* (tidak bersandang “*al*”) hanya disebut sekali saja<sup>54</sup>, yaitu dalam surat al-Furqan ayat 61 :

تَبَارَكَ الَّذِي جَعَلَ فِي السَّمَاءِ بُرُوجًا وَجَعَلَ فِيهَا سِرَاجًا وَقَمَرًا  
مُنِيرًا

Artinya :

“Maha Suci Allah yang Menjadikan di langit gugusan bintang-bintang dan Dia juga Menjadikan padanya Matahari dan bulan yang bersinar”.<sup>55</sup>

Bulan merupakan salah satu bagian dari tata surya yang terdekat dengan Bumi, jarak Bulan dari planet Bumi ini sekitar 384.446 Km. Keadaan di planet ini dingin dan kering, temperatur terendahnya bisa mencapai 177° di bawah nol dan suhu panasnya ketika cahaya Matahari memancar pada sebagian daerahnya bisa mencapai 184° di atas nol. Karena perbedaan suhu udara yang ekstrim inilah sehingga secara lahiriah planet ini tak dihuni oleh makhluk hidup.<sup>56</sup>

Bulan merupakan satu-satunya satelit di Bumi dengan diameter 3.476 km, dengan keliling Bulan mencapai 3.500 km. dalam sekali beredar mengelilingi Bumi, Bulan membutuhkan waktu yang di sebut periode sideris 27<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> 43<sup>m</sup> 11<sup>d</sup> (periode orbit), dan variasi periodik dalam sistem Bumi–Bulan–Matahari bertanggung jawab atas terjadinya fase-fase Bulan yang berulang setiap 29<sup>h</sup> 12<sup>j</sup> 44<sup>m</sup> 3<sup>d</sup> (periode sinodik).<sup>57</sup>

<sup>54</sup> Ahmad Fawaidz Syazili, *Ensiklopedi Tematis Al-Qur'an*, Jilid 2, Konsep Takwa, Jakarta : PT Kharisma Ilmu, cet I, 2005, hlm. 181

<sup>55</sup> Departemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan...*, hlm. 365

<sup>56</sup> Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi : Bismillah Publisher, cet I, 2012, hlm. 133

<sup>57</sup> Slamet Hambali, *Pengantar...*, hlm. 135

Massa jenis Bulan ( $3,4 \text{ g/cm}^3$ ) adalah lebih ringan dibanding massa jenis Bumi ( $5,5 \text{ g/cm}^3$ ), sedangkan massa Bulan hanya 0,012 massa Bumi. Bulan yang ditarik oleh gaya gravitasi Bumi tidak jatuh ke Bumi karena ditarik oleh gaya sentrifugal yang timbul dari orbit Bulan mengelilingi Bumi. Adapun jarak Bulan dan Matahari adalah 149.615.600 km, sedangkan perigee 363.300 km, Apogee 405.500 km, sedangkan umur Bulan 4.420.000.000 tahun.<sup>58</sup>

Besarnya gaya sentrifugal Bulan sedikit lebih besar dari gaya tarik menarik antara gaya gravitasi Bumi dan Bulan. Hal ini menyebabkan Bulan semakin menjauh dari Bumi dengan kecepatan sekitar 3,8 cm/tahun. Bulan berada pada orbit sinkron dengan Bumi, hal ini menyebabkan hanya satu permukaan Bulan saja yang dapat diamati dari Bumi. Orbit sinkron menyebabkan kala rotasi sama dengan kala revolusinya.<sup>59</sup>

Di bulan tidak terdapat udara ataupun air. Banyak kawah yang terhasil di permukaan Bulan yang disebabkan oleh hantaman Komet atau Asteroid. Ketiadaan udara dan air di Bulan menyebabkan tidak adanya pengikisan yang menyebabkan banyak kawah di Bulan yang berusia jutaan tahun dan masih utuh. Di antara kawah terbesar adalah Clavius dengan diameter 230 kilometer dan sedalam 3,6 kilometer. Ketiadaan udara juga menyebabkan tidak ada bunyi di bulan.<sup>60</sup>

Bulan adalah satu-satunya benda langit yang pernah didatangi dan didarati manusia. Objek buatan pertama yang melintas dekat Bulan adalah

---

<sup>58</sup> Slamet Hambali, *Pengantar...*, hlm 136

<sup>59</sup> Slamet Hambali, *Pengantar....*, hlm. 136

<sup>60</sup> *Ibid.*

wahana antariksa milik Uni Soviet, Luna 1, obyek pertama yang membentur permukaan bulan adalah Luna 2, dan foto pertama sisi jauh Bulan yang tak pernah terlihat dari Bumi, di ambil oleh Luna 3, kesemua misi tersebut dilakukan pada tahun 1959 M. wahana antariksa pertama yang berhasil melakukan pendaratan adalah Luna 9, dan yang berhasil mengorbit bulan adalah Luna 10, keduanya dilakukan pada tahun 1966 M. program Apollo 11 milik Amerika Serikat adalah satu-satunya misi berawak hingga kini yang melakukan enam pendaratan berawak antara 1969 M dan 1972 M.<sup>61</sup>

## 2. Bumi

Bumi (*Earth*) merupakan turunan dari nama Inggris kuno dan Jerman. Namun, ada ratusan nama lain untuk Bumi dalam berbagai bahasa. Dalam mitologi Romawi Bumi dikenal sebagai *Tellus* (tanah yang subur). Bangsa Yunani menyebutnya *Gaia*, *terra mater* atau Ibu Bumi.<sup>62</sup>

*Earth* berakar dari kata *terra*, nama Dewa Bumi, *Terra Mater* dalam mitologi Romawi, kadang-kadang disebut *Tellus Mater*. Istilah *Tellus* ini juga sering dipakai dalam hubungannya dengan hal kebumian, seperti *tellus* dan *tellarium*. Pengertian lain yang ada hubungannya dengan Bumi seperti geografi, geologi, geotermal, dan geosentris menggunakan

---

<sup>61</sup> *Ibid.*

<sup>62</sup> Rohmat Haryadi, *Ensiklopedia Astronomi*, jilid 2, Jakarta : Penerbit Erlangga, 2008, hlm. 21



awalan bahasa Yunani *geo* yang berasal dari nama Dewi Bumi menurut mitologi Yunani, *Gaia*.<sup>63</sup>

Istilah *earth* ini juga berhubungan dengan berbagai kata yang terkait dengan Bumi dalam banyak bahasa kuno dan modern. Sebagai contoh, dalam bahasa Belanda kata ini adalah *aarde*, dalam bahasa Jerman, *erde*. Kata ini juga mirip dengan bahasa-bahasa lain yang sudah punah seperti *ertha* dalam bahasa Saxon Kuno (yang artinya tanah), dan juga Inggris Kuno *eorde*. Semua kata ini berakar dari kata Proto-Indo-Eropa “*er-*”.<sup>64</sup>

Dalam beberapa bahasa Semit, kata-kata untuk Bumi juga agak mirip dengan kata-kata yang ada dalam bahasa Indo-Jerman meskipun secara etimologis hubungannya masih belum jelas. Dalam bahasa Arab, kata ini adalah *aard*, bahasa Akkad *irtsitu*, bahasa Aram, *araa*, bahasa Funesia *erets*, dalam bahasa Ibrani *arets*. Dalam bahasa-bahasa lain, istilah untuk Bumi adalah *maa* (Finlandia), *fold* (Hongaria), *Zemlja* (Rusia), *Diqiu* (Mandarin) *deiqao* (kanton), *jeegoo* (Korea), *chikyuu* (Jepang), dan *dunia* (Swahili). Simbol astronomi untuk Bumi adalah lingkaran yang diberi tanda silang. Garis bersilangan inimenandakan meridian dan ekuator Bumi.<sup>65</sup>

Bumi adalah salah satu planet kecil yang sepanjang orbitnya dikelilingi sebuah bintang (Matahari) dalam waktu setahun dalam sekali

---

<sup>63</sup> Gunawan Admiranto, *Menjelajah Tata Surya*, Yogyakarta : Penerbit Kanisius, 2009, hlm. 74

<sup>64</sup> *Ibid.*

<sup>65</sup> *Ibid.*

putaran. Bumi terbentuk sekitar 4,6 milyar tahun yang lalu bersamaan dengan terbentuknya satu sistem tata surya yang dinamakan keluarga Matahari. Satu teori yang dinamakan teori Kabut (Nebula).<sup>66</sup>

Bumi merupakan satu-satunya planet yang sampai saat ini diketahui oleh manusia terdapat kehidupan. Diameter Bumi ini adalah 12.756 km (di khatulistiwa). Jarak Bumi dari Matahari sekitar 149.400.000 km atau 1.00 SA. Jarak tersebut dikenal dengan satu Satuan Astronomis (SA). Karena dengan lintasan elips jarak Matahari dan Bumi selalu berubah pada peredaran dengan jarak perihelium<sup>67</sup> (titik terdekat) dan titik aphelium<sup>68</sup> (titik terjauh) adalah 5.000.000 km. dengan kemiringan sebesar 23 derajat 27 menit, dari sinilah yang menyebabkan terjadinya pergantian musim.<sup>69</sup>

Bumi menempati urutan ketiga dari delapan planet yang ada dalam tata surya<sup>70</sup>, yang berada diantara Venus dan Merkurius. Bumi sama sekali berbeda dengan Venus ataupun Merkurius karena Bumi memiliki satelit alamiah yaitu bulan. Bulan selalu mengelilingi Bumi dalam melaksanakan revolusi mengelilingi Matahari. Periode revolusi Bumi selama 365<sup>h</sup> 5<sup>j</sup> 48<sup>m</sup>

---

<sup>66</sup> Slamet Hambali, *Pengantar...*, hlm. 131

<sup>67</sup> Perihelium atau Perihelion adalah titik terdekat pada lintasan planet ataupun komet dengan Matahari dalam peredaran tahunan mengelilingi Matahari. Bumi berada di titik perihelium ini pada setiap minggu pertama bulan Januari dalam jarak sekitar 147.48 juta km. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta : Buana Pustaka, cet I, 2005, hlm. 64

<sup>68</sup> Aphelium atau Aphelion adalah titik terjauh pada lintasan planet atau pun komet dengan Matahari dalam peredaran tahunan mengelilingi Matahari. Bumi berada di titik aphelium ini terjadi pada setiap minggu pertama bulan Juni dalam jarak sekitar 152.5 juta km. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu...*, hlm. 3

<sup>69</sup> Slamet Hambali, *Pengantar...*, hlm. 131

<sup>70</sup> Tata surya yang terdiri dari Matahari sebagai pusat peredaran Sembilan planet, membentuk satuan fisik karena gaya tarik gravitasi Matahari. Arah peredaran planet-planet itu adalah dari barat ke timur. Dalam bahasa Inggris dapat disebut solar system dan dalam bahasa arab disebut An-Nidham Asy-Syamsiyyah. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, cet. II, 2008, hlm. 214

46<sup>d</sup>. Kala revolusi Bumi ini dinamakan *satu tahun siderik*. Siderik berasal dari kata *Sidur* yang berarti bintang. Jadi bisa dikatakan satu tahun siderik karena periode revolusi ini merupakan selang waktu yang diperlukan Bumi dalam melakukan revolusi mengelilingi Matahari, mulai dari sebuah titik yang lurus dengan sebuah bintang dan berakhir di titik itu lagi. sedangkan dalam berotasi, Bumi memerlukan waktu 23<sup>j</sup> 57<sup>m</sup> 52<sup>d</sup>.<sup>71</sup>

Mengawali pembahasan tentang bentuk dan ukuran Bumi, perlu kiranya memperhatikan isyarat dan petunjuk yang terkandung dalam beberapa ayat berikut<sup>72</sup> :

a) Surat Al-Baqarah ayat 22

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً.....

Artinya :

“(Dialah) yang menjadikan Bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap.”<sup>73</sup>

b) Surat Thaha ayat 53

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ

السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya :

“(Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu, dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu, dan yang menurunkan air (hujan) dari langit, kemudian Kami tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan.”<sup>74</sup>

<sup>71</sup> Slamet Hambali, *Pengantar...*, hlm. 132

<sup>72</sup> Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Bidang Litbang & Diklat Kementerian Agama RI dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), *Penciptaan Bumi Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*, Jakarta : Kementerian Agama RI, 2012, hlm. 32

<sup>73</sup> Departemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan...* hlm. 4

<sup>74</sup> Departemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan...* hlm. 315

c) Surat Az-Zumar ayat 5

خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ يُكَوِّرُ اللَّيْلَ عَلَى النَّهَارِ وَيُكَوِّرُ  
النَّهَارَ عَلَى اللَّيْلِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي لِأَجَلٍ  
مُّسَمًّى ۗ أَلَا هُوَ الْعَزِيزُ الْغَفُورُ ﴿٥﴾

Artinya :

*“Dia menciptakan langit dan Bumi dengan (tujuan) yang benar, Dia menutupkan malam atas siang dan menutupkan siang atas malam dan menundukkan Matahari dan bulan, masing-masing berjalan menurut waktu yang ditentukan. Ingatlah Dialah yang Maha Perkasa lagi Maha Pengampun.”*<sup>75</sup>

Bumi memiliki atmosfer yang sangat ramah bagi makhluk hidup, karena jaraknya yang tidak terlalu dekat namun juga tidak terlalu jauh dengan Matahari. Selain itu, kemiringan sumbu rotasi Bumi terhadap bidang ekliptika juga telah mencegah pemanasan yang berlebihan di bawah ekuator Bumi. Tanpa kemiringan ini perbedaan temperatur antara wilayah ekuator dan kutubnya akan sangat ekstrim dan sukar untuk berseminya kehidupan makhluk (manusia, binatang, dan tumbuhan). Medan magnetik Bumi juga sangat ramah, tidak seperti delapan planet lain dalam tata surya kita. Allah telah menciptakan Bumi dengan atmosfer yang bukan saja melindungi dari radiasi sinar Matahari dan bintang-bintang lainnya, tapi juga melindungi Bumi dari hantaman meteor yang setiap saat jatuh menghantam Bumi karena meteor tersebut pada umumnya telah terbakar habis ketika memasuki dan bergesekan dengan atmosfer.<sup>76</sup>

<sup>75</sup> Departemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan...*, hlm. 458

<sup>76</sup> Tono Saksono, *Mengkompromikan...*, hlm. 26.

Atmosfer Bumi 78% berupa nitrogen, 21% oksigen, dan 1% adalah campuran gas lain. Bumi adalah satu-satunya planet yang punya makhluk hidup. Perputaran rotasi dan besarnya besi-nikel di intinya menghasilkan medan gravitasi yang sangat besar.<sup>77</sup>

Bumi diperkirakan tersusun atas inti dalam Bumi yang tersusun atas besi nikel beku setebal 1.370 km dengan suhu 4.500° C. Dalam inti Bumi juga diselimuti oleh inti luar yang bersifat cair setebal 2.100 km, kemudian diselimuti pula oleh mantel silika setebal 2.800 km yang membentuk 83% isi Bumi, dan kemudian diselimuti lagi oleh kerak Bumi tipis di dasar laut yaitu sekitar 85 km. kerak Bumi ini terbagi atas beberapa bagian dan bergerak melalui tektonik lempeng (*teori Continental Drift*) yang menyebabkan gempa Bumi.<sup>78</sup>

Titik tertinggi di permukaan Bumi adalah gunung Everest setinggi 8.848 meter, dan titik terdalam adalah palung Mariana di Samudera Pasifik dengan kedalaman 10.924 meter. Danau terdalam adalah danau Baikal dengan kedalaman 1.637 meter, sedangkan danau terbesar adalah laut Kaspia dengan luas 394.299 km<sup>2</sup>.<sup>79</sup>

Bumi merupakan satu-satunya planet yang memenuhi persyaratan untuk dapat di huni oleh makhluk hidup. Diperkirakan usianya mencapai 4,6 milyar tahun. Bumi mempunyai lapisan udara (*Atmosfer*) dan medan magnet yang disebut *magnetosfer* yang melindungi permukaan Bumi dari angin Matahari, sinar ultraviolet, dan radiasi dari luar angkasa. Lapisan

---

<sup>77</sup> *Ibid.*

<sup>78</sup> Slamet Hambali, *Pengantar...*, hlm. 132

<sup>79</sup> *Ibid.*

udara ini menyelimuti Bumi hingga ketinggian sekitar 700 km. lapisan udara ini dibagi menjadi *Troposfer*, *Stratosfer*, *Mesosfer*, *Termosfer*, dan *Eksosfer*.<sup>80</sup>

Bumi tersusun dari oksigen (20,946%) dan nitrogen (78,084%), juga beberapa unsur minoritas lainnya, seperti argon (Ar) 9340 ppm (per juta), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) 350 ppm, neon (Ne) 18,18 pm, helium (He) 5,24 ppm, metana (CH<sub>4</sub>) 1,7 ppm, kripton (Kr) 1,14 ppm, dan hidrogen (H<sub>2</sub>) 0,55 PPM.<sup>81</sup>

Jarak rata-rata dari Matahari 149,6 juta km (1 SA). Perihelionnya 147,09 juta km, sedangkan aphelionnya 152,10 juta km. diameter ekuatornya 12.756,3 km, sedangkan jarak antarkutubnya 12.713, 6 km. Jadi, Bumi berbentuk agak gepat (lonjong), dengan massa  $5,9736 \times 10^{24}$  kg. dan bergerak memutari Matahari dalam waktu 365,242 hari.<sup>82</sup> Bumi bergasing dari barat ke timur bertumpu pada porosnya dengan sekali putaran 23 jam 56 menit 4 detik (disebut satu hari sideris), yang digenapkan menjadi 24 jam atau satu hari surya.<sup>83</sup> Ekuator Bumi tidak sebidang dengan bidang orbit Bumi, tetapi miring sebesar 23°27'. Kemiringan yang menyebabkan terjadinya empat musim di tempat-tempat yang jauh letaknya dari ekuator, diduga berasal dari tumbukan-tumbukan meteorit yang jatuh saat Bumi baru terbentuk.<sup>84</sup>

---

<sup>80</sup> *Ibid.*

<sup>81</sup> Rohmat Haryadi, *Ensiklopedia Astronomi jilid 2...*, hlm. 19

<sup>82</sup> Rohmat Haryadi, *Ensiklopedia Astronomi*, jilid 2..., hlm. 21

<sup>83</sup> *Ibid.*

<sup>84</sup> Gunawan Admiranto, *Menjelajah...*, hlm. 74

Ketika berotasi, sumbu Bumi tidak tetap. Keadaannya seperti gasing yang sedang berputar tetapi hampir jatuh. Gerakan yang dinamakan *presesi* mengimbangi gaya gravitasi sehingga gasing tidak jatuh. Sumbu Bumi yang mengalami *presesi* bergerak membentuk lintasan kerucut yang memiliki sudut puncak  $23^{\circ}27'$  dengan periode rotasi sebesar 25.800 tahun. *Presesi* ini diakibatkan oleh keadaan Bumi yang bukan bola sempurna, memiliki sumbu orbit yang miring terhadap bidang orbitnya, dan menerima gaya tarik gravitasi bulan dan Matahari. Gabungan gaya-gaya ini menimbulkan suatu momen gaya yang cenderung menjatuhkan Bumi ke bidang ekliptika (bidang orbit Bumi), dan Bumi melawan gaya ini dengan melakukan *presesi*.<sup>85</sup>

Dalam gerak *presesinya*, sumbu Bumi tidak bergerak dalam lintasan lurus, melainkan bergelombang. Sumbu Bumi tampak seperti mengangguk-angguk, dan gerakan ini dinamakan *Nutasi*. *Nutasi* merupakan akibat dari gaya tarik gravitasi Bulan dan Matahari terhadap Bumi.<sup>86</sup>

Bumi kita tidak berupa bola sempurna, melainkan agak pepat di kutub-kutubnya. Jari-jari di kutub Bumi adalah 6.356,8 km, sedang jari-jarinya di ekuator adalah 6.378,2 km. pepatnya bola Bumi ini disebabkan pada saat Bumi baru terbentuk Bumi belum terlalu padat, dan rotasinya

---

<sup>85</sup> Gunawan Admiranto, *Menjelajah...*, hlm. 75

<sup>86</sup> Gunawan Admiranto, *Menjelajah...*, hlm. 76

membuatnya menggebu pada bagian yang tegak lurus sumbu rotasinya, yakni bagian ekuator.<sup>87</sup>

### 3. Matahari

Matahari, benda langit yang berbentuk bola gas pijar menyala amat panas. Panasnya mencapai 15 juta derajat celcius. Matahari mempunyai jarak rata-rata 149.680.000 kilometer (93.026.724 mil) dengan Bumi. jari-jarinya mencapai 696.000 km dengan kecepatannya rata-rata 1,4 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan periode rotasi di ekuator 26 hari, kecepatan gravitasi di permukaan 274 m/det<sup>2</sup>. Sedangkan massa 330.000 kali Bumi yaitu 5,96 x 10<sup>24</sup> kg dengan garis pusatnya 1.328.400 km.<sup>88</sup>

Matahari yang kelihatannya terbit di waktu pagi di ufuk timur dan terbenam di senja kala di kaki langit sebelah barat, mengeluarkan panas dan cahaya berwarna biru, putih, kuning, dan oranye (antara kuning dan merah).<sup>89</sup> Sebagai benda yang dominan di tata surya, matahari mendominasi kira-kira 99,8% dari total massa Tata Surya. Diameternya 1.390.000 km (109 kali diameter Bumi), dan perut Matahari mampu menelan 1,3 juta Bumi dengan massa 1,989x10<sup>30</sup> kg. Temperatur permukaannya 6.000°C, sedangkan intinya bertemperatur 15.000.000° C. Untuk sampai ke Bumi, cahaya Matahari butuh waktu 8 menit.<sup>90</sup>

---

<sup>87</sup> *Ibid.*

<sup>88</sup> Slamet Hambali, *Pengantar...*, hlm. 115

<sup>89</sup> Fachruddin Hs, *Ensiklopedia Al-Qur'an*, Jilid 2 M-Z, Jakarta : PT Rineka Cipta, cet I, 1992, hlm. 60

<sup>90</sup> Rohmat Haryadi, *Ensiklopedia Astronomi*, jilid 4, Jakarta : Penerbit Erlangga, 2008, hlm. 11



Bagian terluar Matahari yang kita saksikan (fotosfer atau bola cahaya) terdapat bintik Matahari daerah yang bertemperatur lebih rendah yakni  $3.500^{\circ}$  C. Daerah tersebut tampak lebih gelap di bandingkan dengan daerah sekitarnya. Bintik tersebut terlihat seperti noktah, akan tetapi sesungguhnya berukuran sangat besar, yang berdiameter sekitar 50.000-300.000 km.<sup>91</sup>

Masing-masing benda langit memiliki kecepatan yang berbeda-beda dalam peredarannya. Bulan berjalan dengan kecepatan 17 km perdetik, Bumi 15 km perdetik, dan Matahari 12 km perdetik.<sup>92</sup> Ketika bulan memulai revolusinya mengelilingi Bumi, permukaannya yang bercahaya menghadap ke arah Matahari sehingga dalam keadaan tersebut kita tidak bisa melihatnya. Kondisi ini disebut *mahaq*. Pada awal pecan pertama, kondisi ini telah berubah dan bulan tampak dalam rupa hilal. Lalu pada akhir pecan pertama, bentuk bulan sudah menjadi setengah lingkaran dan dinamakan *tarbi'* pertama.<sup>93</sup>

Gerhana bulan terjadi apabila bulan memasuki kerucut bayangan Bumi, yakni bila Matahari, Bumi dan bulan berada dalam satu garis. Kejadian ini tentunya terjadi pada waktu malam hari dimana bulan berada pada fase bulan purnama. Daerah yang dapat melihat gerhana bulan ini meliputi seluruh bagian Bumi yang berada pada waktu malam.<sup>94</sup>

---

<sup>91</sup> *Ibid.*

<sup>92</sup> Nadiyah Thayyarah, *Buku Pintar Sains dalam Al-Qur'an Mengerti Mukjizat Ilmiah Firman Allah*, hlm. 426

<sup>93</sup> Nadiyah Thayyarah, *Buku Pintar Sains...*, hlm. 435

<sup>94</sup> Adriana Ariasti, *Perjalanan Mengenal Astronomi*, Bandung : Penerbit ITB, 1995, hlm.

## G. Klasifikasi Hisab Gerhana Bulan

Kata hisab berasal dari bahasa Arab *حسب* *menghitung*, *عِلْمُ الْحِسَابِ* berarti *ilmu hitung*<sup>95</sup>. Dalam bahasa Inggris disebut *Arithmatic*<sup>96</sup>, suatu ilmu pengetahuan yang membahas tentang seluk beluk perhitungan. Menurut istilah, hisab adalah perhitungan benda-benda langit untuk mengetahui kedudukannya pada suatu saat yang diinginkan.

Jadi ilmu hisab adalah ilmu hitung. Ilmu hisab modern dalam prakteknya banyak menggunakan ilmu pasti yang kebenarannya tidak dapat diragukan lagi. Akan tetapi untuk penggunaan hisab dalam ilmu falak, para ulama dan fuqaha berbeda pendapat tentang kebolehan menggunakan ilmu hisab untuk menetapkan masuknya bulan Ramadhan dan Syawwal. Sebagian ulama membolehkan akan tetapi sebagiannya lagi menyatakan tidak boleh, dengan alasan harus menggunakan rukyah, sesuai dengan perintah nabi Muhammad SAW.<sup>97</sup>

Dalam perkembangannya, hisab tergolong menjadi dua kelompok, hisab urfi dan hisab hakiki. Hisab *'urfi* adalah sistem perhitungan kalender yang didasarkan pada peredaran rata-rata bulan mengelilingi Bumi dan ditetapkan secara konvensional. Sistem hisab ini dimulai sejak ditetapkan oleh Umar bin Khattab ra (17 H) sebagai acuan untuk menyusun kalender Islam abadi. Pendapat lain menyebutkan bahwa sistem kalender ini dimulai

---

<sup>95</sup> Ali Mutahar, *Kamus Arab-Indonesia*, Jakarta : Penerbit Hikmah (PT Mizan Publika), cet I, 2005, hlm 446

<sup>96</sup> John M. Echols dan Hassan Shadily, *An English-Indonesian Dictionary*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, cet XXVI, 2005, hlm. 37

<sup>97</sup> Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, Yogyakarta : Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, cet II, 2009, hlm. 13

pada tahun 16 H atau 18 H. Akan tetapi yang lebih masyhur tahun 17 H. sistem hisab ini tak ubahnya seperti sistem kalender Syamsiah (Miladiyah), bilangan hari pada tiap-tiap bulan berjumlah tetap kecuali bulan tertentu pada tahun-tahun tertentu jumlahnya lebih panjang satu hari. Sehingga sistem hisab ini tidak dapat digunakan dalam menentukan awal bulan kamariah untuk pelaksanaan ibadah (awal dan akhir Ramadan) karena menurut sistem ini umur bulan Syakban dan Ramadan adalah tetap, yaitu 29 hari untuk Syakban dan 30 hari untuk Ramadan.<sup>98</sup>

Hisab hakiki adalah sistem hisab yang didasarkan pada peredaran bulan dan Bumi yang sebenarnya. Menurut sistem ini umur tiap bulan tidaklah konstan dan juga tidak beraturan, tapi tergantung pada posisi hilal setiap awal bulan. Artinya, boleh jadi dua bulan berturut-turut umurnya 29 hari atau 30 hari, dan bisa jadi juga bergantian seperti menurut hisab *'urfi*. Sistem ini mempergunakan data-data astronomis dan gerakan bulan dan Bumi serta menggunakan kaidah-kaidah ilmu ukur segitiga bola (*Spherical trigonometry*).<sup>99</sup>

Dalam perjalanan perkembangannya, hisab hakiki terbagi menjadi tiga kelompok<sup>100</sup>, yakni :

1) Hisab hakiki takribi

Hisab hakiki takribi, Kelompok sistem hisab ini menggunakan data Bulan dan Matahari berdasarkan pada data dan tabel hisab Ulugh Beikh dengan proses perhitungan yang sederhana. Hisab

---

<sup>98</sup> Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab...*, hlm. 79-80

<sup>99</sup> Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab...*, hlm. 78

<sup>100</sup> Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab...*, hlm. 7

sistem ini hanya dengan cara : tambah, kurang, kali dan bagi tanpa menggunakan teori sistem ilmu segitiga bola.

- 2) Hisab hakiki tahkiki, kelompok sistem ini menggunakan tabel-tabel yang sudah dikoreksi dan menggunakan perhitungan yang relatif lebih rumit dari pada kelompok aliran hisab hakiki takribi serta telah memakai ilmu ukur segitiga bola.

Hisab hakiki kontemporer, Kelompok sistem ini dalam teoritis dan aplikasinya telah menggunakan media komputerisasi dan peralatan canggih seperti : Kompas, Theodolit, GPS, dan sebagainya. Dalam perhitungan data-data hisab nya menggunakan rumus-rumus yang sangat rumit disamping menggunakan teori ilmu ukur segitga bola, semua data hisab diprogramkan melalui perangkat komputerisasi untuk memperkecil kesalahan dalam perhitungan dan akurasi hasil perhitungan sesuai dengan kenyataannya di tempat observasi.

### BAB III

#### HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB

#### *MASLAK AL-QĀŞID ILĀ ‘AMAL AR-RĀŞID*

##### A. Biografi KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah

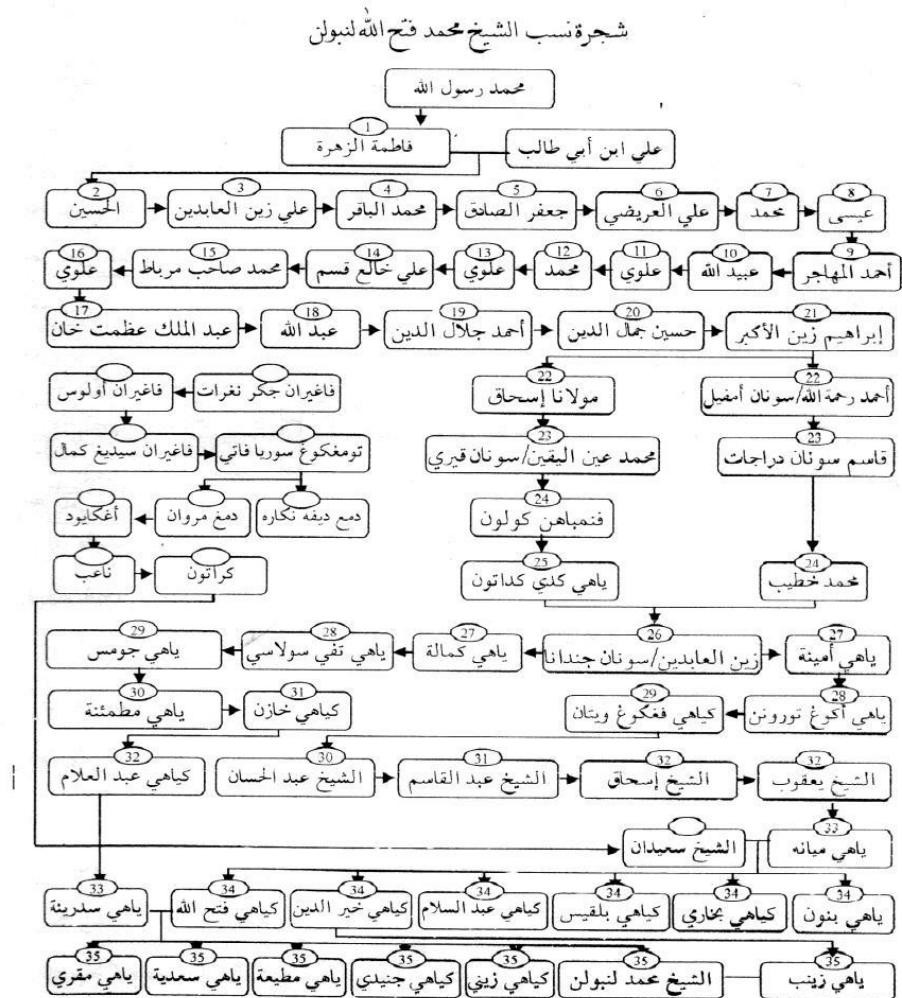
KH. Ghozali, pengarang kitab *Maslak al-Qāşid* memiliki nama lengkap KH. Ahmad Ghozali bin Muhammad bin Fathullah bin Sa'idah al-Samfani al-Maduri.

Ia dilahirkan pada tanggal 7 Januari 1962 M di sebuah kampung yang bernama Lanbulan desa Baturasang kecamatan Tambelangan kabupaten Sampang, Jawa Timur.<sup>1</sup>

KH. Ghozali merupakan salah satu putra dari pasangan KH. Muhammad Fathullah dan ibu nyai Hj. Zainad Khoiruddin. Ayahnya, Syaikh Muhammad Fathullah merupakan *Muassis* (perintis pertama) berdirinya pondok pesantren Al-Mubarak Lanbulan. Adapun silsilah KH. Ghozali seperti yang telah diuraikan oleh Purkon Nur Ramdan dalam skripsinya bahwa silsilah KH. Ahmad Ghozali tercantum dalam kitabnya "*Tuhfat ar-Rawy*" adalah sebagai berikut :

---

<sup>1</sup> Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis ...* hlm. 48

Gambar 4. Silsilah KH. Ahmad Ghozali<sup>2</sup>

Pada tahun 1990 KH. Ghozali menikah dengan seseorang yang bernama bernama Hj. Asma Binti Abdul Karim. Dari pernikahan tersebut KH. Ghozali di karuniai sembilan orang anak (5 putra dan 4 putri), yakni :

<sup>2</sup> Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis...* hlm. 49

Nurul Bashiroh, Afiyah, Aly, Yahya, Salman, Muhammad, Kholil, A'isyah, dan Sofiyah.<sup>3</sup>

Sejak kecil KH. Ghozali dididik oleh orang tuanya dengan ilmu agama, sehingga ia memiliki minat yang tinggi dalam memperdalam ilmu agama. Ia pernah mengenyam pendidikan formal hingga kelas 3 SD dan kemudian melanjutkan pendidikan agamanya di pondok pesantren Al-Mubarak Lanbulan yang diasuh oleh ayahnya sendiri, KH. Muhammad Fathullah.<sup>4</sup>

Di pondok tersebut ia menjadi santri yang taat dan patuh. Ia berguru kepada KH. Muhammad Fathullah, selaku pengasuh pondok pesantren yang juga merupakan ayahnya sendiri. KH. Ghozali juga pernah berguru kepada kedua kakaknya, KH. Kurdi Muhammad (alm) dan KH. Barizi Muhammad.<sup>5</sup>

Pada tahun 1977, KH. Ghozali berguru kepada KH. Maimun Zubaer Rembang selama bulan Ramadan. Hal itu dilakukan setiap tahun berturut-turut selama 3 tahun sampai tahun 1980. Selain itu ia juga berguru kepada KH. Hasan Iraqi (alm) di kota Sampang, setiap hari selasa dan sabtu, pada tahun 1981 M. Setelah menyelesaikan pendidikan di pondoknya sendiri, di bawah asuhan ayahnya, ia melanjutkan studinya di Makkah al-Mukarromah kurang lebih selama 15 tahun. Tepatnya di pondok pesantren As-Shulatiyah selama tujuh tahun. Di sana ia belajar

---

<sup>3</sup> Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis ...* hlm. 50

<sup>4</sup> *Ibid.*

<sup>5</sup> *Ibid.*

kepada para ulama yang jelas diakui otoritas keilmuannya. Ulama-ulama tersebut yakni : Syaikh Isma'il Ustman Zain al-Yamany al-Makky, Syaikh Abdullah al-Lahjy, Syaikh Yasin bin Isa al-Fadany, dan ulama-ulama lainnya.<sup>6</sup>

Pondok pesantren Al-Mubarak Lanbulan terletak di daerah pulau Garam desa Baturasang, Sampang, Madura, perbatasan Madura dan Sampang. Lanbulan diambil dari kata Bulan yang dinisbatkan atas mimpi KH. Fathullah. KH. Fathullah bermimpi di desa Baturasang Tambelangan ada Bulan jatuh bersinar di sekitar desa tersebut. Setelah dihampiri, di tempat jatuhnya bulan tersebut ada seorang guru yang berkata : “dirikanlah pesantren di sini dan berilah nama Lanbulan”. Dengan hati tulus dan penuh takdim, maka didirikanlah pondok pesantren Lanbulan.<sup>7</sup>

Pertama kali KH. Ghozali belajar ilmu falak yakni kepada Syekh Mukhtaruddin al-Fimbany al-Makky. Kemudian guru-guru KH. Ghozali yang selanjutnya dalam mengembangkan ilmu falaknya antara lain : KH. Abd Nashir Syuja'i (alm), KH. Kamil Hayyan (alm), KH. Hasan Basri (alm), KH. Zubair Abd Karim (alm).<sup>8</sup>

Kitab yang telah disusun oleh KH. Ghozali telah terhitung banyak. Akan tetapi kitab-kitab tersebut (khususnya kitab Falak) hanya di cetak untuk kalangan sendiri, yakni sebagai bahan pembelajaran di Pondok

---

<sup>6</sup> Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis...* hlm. 51

<sup>7</sup> Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis...* hlm. 62

<sup>8</sup> Wawancara dengan Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, pada Rabu, 06 Mei 2015, melalui email.



Pesantren al-Mubarak, Lanbulan, Baturasang, Sampang, Madura.<sup>9</sup> Kitab-kitab karya KH. Ghozali antara lain, yakni<sup>10</sup> :

- a) Kitab yang berkaitan dengan Falak
  - 1. *At-Taqyidah al-Jaliyah* (Falak)
  - 2. *Faiḍ al-Karīm* (Falak)
  - 3. *Bugyah ar-Rafīq* (Falak)
  - 4. *Irsyād al-Murīd* (Falak)
  - 5. *Anfa' al-Waṣilah* (Falak)
  - 6. *Šamarat al-Fikar* (Falak)
  - 7. *Ad-Durr al-Anīq* (Falak)
- b) Kitab yang berkaitan dengan Hadits
  - 1. *An-Nujum an-Nayyirah* (Hadits)
  - 2. *Al-Qawl al-Mukhtaṣar* (mustolah hadits)
- c) Kitab yang berkaitan dengan Fiqh
  - 1. *Azhar al-Bustan* (Fiqh)
  - 2. *Ḍaw'u al-Badr* (jawaban mas'alah fiqh)
  - 3. *Az-Zahrah al-Wardiyah* (Fara'id)
- d) Lain-lain
  - 1. *Bugyah al-Wildan* (tajwid)
  - 2. *Tuhfah ar-Rawy* (tarajim)
  - 3. *Tuhfah al-Arib* (tarajim)
  - 4. *Al-Futuhah ar-Rabbaniyyah (Mada'ih Nabawiyah)*

---

<sup>9</sup> *Ibid.*

<sup>10</sup> Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis...* hlm. 53

5. *Al-Fawakih asy-Syahiyyah (Khutbah Mimbariyah)*
6. *Bugyah al-Ahbab (Fi al-Awrad Wa al-Ahزاب)*
7. *Majma' al-Fadla'il (Fi Ad'iyyah Wan Nawafil)*
8. *Irsyād al-Ibad (Fi al-Awrad)*

Dari berbagai kitab falak yang telah disusun, masing-masing memiliki konsen pembahasan yang berbeda-beda, dan tentunya juga metode hisab yang berbeda, sebagai contoh kitab *Šamarat al-Fikar*. Kitab tersebut membahas tentang waktu shalat, hilal, dan gerhana dengan menggunakan metode hisab hakiki tahkiki. Kitab *al-Irsyād al-Murīd* sendiri disusun sebagai penyempurnaan dari kitab-kitab KH. Ghozali yang sebelumnya. Kitab-kitab yang menggunakan metode hisab hakiki taqribi dan hakiki tahkiki, yakni kitab *al-Taqyidah al-Jaliyah*, *al-Faiḍ al-Karīm*, *al-Bughyah al-Rofīq*, *al-Anfa' al-Wasilah*, *al-Šamarah al-Fikar*.<sup>11</sup>

KH. Ghozali juga aktif di Lembaga Sosial Keagamaan Nahdlatul Ulama Wilayah Jawa Timur yaitu sebagai Wakil Ketua Syuriah NU di Kab. Sampang, Ketua Syuriah NU di Kec. Tambelangan. Penasehat LFNU Jatim, Anggota BHR Jawa Timur, anggota Hisab Rukyah Kementerian Agama RI.<sup>12</sup>

## **B. Sistematika Kitab *Maslak al-Qāšid Ilā 'Amal ar-Rāšid***

Kitab *Maslak al-Qāšid* (judul lengkap kitab *Maslak al-Qāšid Ilā 'Amal ar-Rāšid*) ini telah selesai disusun pada pukul 4:20, hari Rabu, 27

---

<sup>11</sup> Kitri Sulastri, *Studi Analisis...* hlm. 51

<sup>12</sup> Kitri Sulastri, *Studi Analisis...* hlm. 50

Rabiul awal 1435 H yang bertepatan pada 29 Januari 2014 di Lanbulan, Sampang, Jawa Timur.<sup>13</sup>

Setelah menyelesaikan kitab *Maslak al-Qāṣid* ini, KH. Ghozali menyusun kitab baru lagi yang sekarang masih dalam proses pembenahan dan sedang di tashhah. Disusunnya kitab ini masih ada kaitannya dengan kitab-kitab KH. Ghozali yang sebelumnya. Hal ini karena kitab *Maslak al-Qāṣid* ini merupakan kepanjangan dari kitab *Faiḍ al-Karīm* yang masih menggunakan hisab taqribi yang kemudian digabung dengan data-data dari kitab *Irsyād al-Murīd*. Adapun data-data dan rumus-rumus perhitungan gerhana bulan dalam kitab ini bersumber dari kitab *Faiḍ al-Karīm*, *Irsyād al-Murīd*, dan Jean Meeus.<sup>14</sup>

Alasan pengarang menggunakan cara klasik (menggunakan tabel) dan cara modern (menggunakan rumus-rumus modern) yakni tidak lain adalah untuk mempermudah pembaca serta menarik minat di kalangan pesantren. Hal ini sebagaimana tujuan disusunnya kitab ini yakni untuk bisa diterima dengan mudah oleh para pembaca yang tentunya masih ada yang menyukai perhitungan dengan cara klasik namun tak sedikit pula yang sudah menggunakan cara modern.<sup>15</sup>

Penulisan tanda operasi bilangan seperti perkalian, pembagian, penjumlahan, dan pengurangan dalam kitab ini sudah menggunakan tanda yang umum, yang biasa dipakai dalam penulisan tanda operasi bilangan.

---

<sup>13</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid*...hlm. 100

<sup>14</sup> Wawancara dengan Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, pada Rabu, 06 Mei 2015, melalui email.

<sup>15</sup> *Ibid.*

Adapun tanda operasi bilangan tersebut yakni : perkalian (x), pembagian (/), penjumlahan (+), dan pengurangan (-). Sedangkan untuk hitungan hari, hari pertama adalah Ahad, dan untuk pasarannya dimulai dari Legi.<sup>16</sup>

Secara global dapat diterangkan bahwa kitab *Maslak al-Qāsid* yang terdiri atas 134 halaman. Dari 134 halaman tersebut terbagi menjadi tiga bagian, yakni bagian inti, bagian lampiran, dan bagian tambahan. Adapun masing-masing bagian kitab terinci sebagai berikut :

1. Bagian inti

- a. Pertama pendahuluan
- b. Bagian dua : membahas tentang penanggalan, penanggalan Kamariah, Jawa Islam, Masehi, dan Peranata Mangsa. Adapun hal-hal yang di bahas dalam bagian penanggalan ini yakni mulai dari pengertian dari masing-masing penanggalan, cara mengetahui awal tahun dan awal bulan, mengetahui kabisat dan basithah dalam penanggalan masehi, serta konversi dari satu macam penanggalan ke penanggalan yang lainnya. Dari semuanya tentu saja ada contoh dari setiap pembahasannya.
- c. Bagian tiga : membahas tentang hisab untuk mengetahui awal bulan Kamariah. Dalam pembahasan ini diuraikan juga mengenai *ta'dīl* (mengambil data tengah dari dua data yang tersedia) data. Selain itu juga tentu saja diuraikan mengenai cara untuk mengetahui jarak Matahari dan Bulan, tinggi Bulan, dan sebagainya.

---

<sup>16</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāsid...*, hlm. 11

Bagian tiga ini selanjutnya menguraikan proses hisab awal bulan dengan memberikan contoh perhitungan. Yakni hisab untuk mengetahui hilal awal bulan Ramadan tahun 1435 H dengan *ijtima'* akhir Syakban. Contoh selanjutnya yakni mengetahui hilal awal Syawal tahun 1436 H dengan *ijtima'* akhir Ramadan. Kemudian mengetahui hilal awal Zulkaidah tahun 1436 H dengan *ijtima'* akhir Syawal. Dan contoh terakhir yakni mengetahui hilal awal Jumadil Akhir tahun 1429 H dengan *ijtima'* akhir Jumadil Ula.

- d. Bagian empat : Pada bagian ini membahas tentang gerhana bulan.

Bagian ini membahas mengenai pengertian gerhana bulan, perhitungan untuk mengetahui ukuran gerhana bulan dan fasenya, perhitungan tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat tengah gerhana, perhitungan tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat awal gerhana bulan penumbra, perhitungan tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat akhir gerhana bulan penumbra, perhitungan tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat awal gerhana bulan umbra, perhitungan tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat akhir gerhana bulan umbra, perhitungan tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat awal gelap pada gerhana bulan total, perhitungan tinggi bulan dan arah atau posisi bulan pada saat akhir gelap pada gerhana bulan total, dan beberapa contoh perhitungan gerhana bulan

## 2. Bagian lampiran

Bagian ini memuat tabel-tabel yang digunakan untuk mencari data-data dalam proses perhitungan, yakni :

- Tabel 1 : jadwal *ḥarakat* tahun *majmu'ah* untuk mencari *ijtima'*
- Tabel 2 : jadwal *ḥarakat* tahun *majmu'ah* untuk mencari gerhana
- Tabel 3 : jadwal *ḥarakat* tahun *mabsuṭah*
- Tabel 4 : jadwal *ḥarakat* bulan hijriah
- Tabel 5 : *ta'dīl 'alamah awal* untuk *ijtima'* yang diambil dari dalil *khaṣṣah* (A)
- Tabel 6 : *ta'dīl 'alamah sani* untuk *ijtima'* yang diambil dari dalil *Markaz* (M)
- Tabel 7 : *ta'dīl 'alamah salis* untuk *ijtima'* diambil dari dalil perkalian *khaṣṣah* (2A)
- Tabel 8 : *ta'dīl 'alamah rabi'* untuk *ijtima'* yang diambil dari dalil perkalian *hiṣṣah* (2F)
- Ta'dil 9 : *ta'dīl 'alamah khamis* untuk *ijtima'* diambil dari dalil pengurangan dalil *khaṣṣah* dengan dalil *markaz* (A – M)
- Ta'dil 10 : *ta'dīl 'alamah sadis* untuk *ijtima'* diambil dari dalil penjumlahan dalil *khaṣṣah* dengan dalil *markaz* (A + M)
- Ta'dil 11 : *ta'dīl 'alamah sabi'* untuk *ijtima'* diambil dari perkalian dali *markaz* (2M)
- Tabel 12 : *ta'dīl 'alamah samin* untuk *ijtima'* diambil dari dalil *khaṣṣah* yang dikurangi dengan perkalian dalil *hiṣṣah* (A – 2F)

- Tabel 13 : *ta'dīl 'alamah tasi'* untuk *ijtima'* diambil dari dalil *khaṣṣah* yang dijumlahkan dengan hasil perkalian dalil *hiṣṣah* (A + 2F)
- Tabel 14 : *ta'dīl markaz* (tm) yang diambil dari dalil *markaz*
- Tabel 15 : *ta'dīl ikhtilaf manẓar qamar* (HP') yang diambil dari dalil *khaṣṣah* (A)
- Tabel 16 : *ta'dil alamah awal* untuk gerhana (Tk1) diambil dari perkalian dalil *hiṣṣah* (2F)
- Tabel 17 : *ta'dīl alamah sani* untuk gerhana (Tk2) diambil dari dalil *khaṣṣah* yang dikurangi dengan perkalian dalil *hiṣṣah* (A – 2F)
- Tabel 18 : *ta'dīl alamah salis* untuk gerhana (Tk3) diambil dari dalil *khaṣṣah* yang dijumlahkan dengan perkalian dalil *hiṣṣah* (A + 2F)
- Tabel 19 : jadwal delta T untuk tahun *majmu'ah*
- Tabel 20 : jadwal delta T untuk tahun *mabsuṭah*

### 3. Bagian tambahan

Bagian ini menceritakan tentang salah satu guru KH. Ghozali dalam mempelajari ilmu falak, yakni Syaikh Zubair. Adapun yang dibahas antara lain sekilas tentang kitab *Ittifāq Dzāt al-Bain*, sekilas tentang Syaikh Zubair (alm).

Dalam proses perhitungannya, ada istilah-istilah yang kemudian untuk mempermudah proses perhitungannya, kitab *Maslak al-Qāṣid* ini

menggunakan simbol ataupun singkatan-singkatan. Adapun simbol ataupun singkatan tersebut yakni sebagai berikut<sup>17</sup> :

Simbol / singkatan	Keterangan	Simbol / singkatan	Keterangan
ALM	' <i>Alamah</i>	Mo'	<i>ṭul al-qamar</i>
F	<i>Ḥiṣṣah</i>	Bm'	<i>arḍ al-qamar</i>
W	<i>Wasat</i>	dm	<i>Bu'dul Qamar</i>
A	<i>Khaṣṣah</i>	PTm	<i>Ṣu'udul Mustaqim lil Qamar</i>
M	<i>Markaz</i>	S	<i>Wasat Syamsi</i>
TA	<i>ta'dīl 'Alamah</i>	Tts	<i>ta'dīl ṭul Syams</i>
LMT	<i>Local Mean Time</i>	S''	<i>Maqumu Syamsi</i>
WD	Waktu Daerah	PTs	<i>Ṣu'udul Mustaqim li Syamsi</i>
X	<i>Mahfuḥ Awal</i>	Tw	<i>Ta'dīl Waqt</i>
Y	<i>Mahfuḥ ṣani</i>	Fdm	<i>Faḍlud da'ir qamar</i>
γ	<i>Bu'duz Zawiyah</i>	Fds	<i>Faḍlud da'ir syams</i>
TZ	Time Zone (Zona Waktu)	Hm	<i>Irtifa' qamar hakiki</i>
λ	Bujur Tempat	hm'	<i>Irtifa' qamar mar'i</i>
Φ	Lintang Tempat	Hs	<i>Irtifa' syams</i>
U	<i>ta'dīl zil</i>	Azm	<i>Samtul irtifa' qamar</i>
P	<i>ma'khuz awal</i>	Azs	<i>Samtul irtifa' syams</i>
Q	<i>ma'khuz Ṣani</i>	Ttm	<i>ta'dīl ṭul al-qamar</i>
R	<i>ma'khuz Ṣaliṣ</i>	Tam	<i>ta'dīl arḍ al qamar</i>
n	<i>Sabaq Muaddal</i>	HP'	<i>Ikhtilaful manẓar qamar</i>
T0	Tengah Gerhana	SDm	<i>Nisfu qutril qamar</i>
T1	Semidurasi Penumbra	SDs	<i>Nisfu qutri syams</i>
T2	Semidurasi Umbra	NH	<i>Nūrul hilāl</i>
T3	Semidurasi Total	MH	<i>Mukṣul hilāl</i>
Mo'TG	<i>Ṭul Qamar</i> saat tengah gerhana	Tm	<i>ta'dīl Markaz</i>
Bm'TG	<i>Arḍul Qamar</i> saat tengah gerhana	S'	<i>ṭul syamsi</i>

Tabel 2. Simbol dan singkatan

<sup>17</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāsid...*, hlm. 55, 74, 75, dan 87-90



### C. Alur Logika Hisab Gerhana Bulan Dalam Kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā ‘Amal ar-Rāṣid*

Langkah-langkah perhitungan untuk menentukan waktu terjadinya gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* adalah sebagai berikut :

#### 1. Mencari nilai kemungkinan terjadinya gerhana bulan<sup>18</sup>

Mencari nilai kemungkinan terjadinya gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* didasarkan pada jadwal *al-ḥarakāti fi as-sinīn al-majmu’ah liṭalibi al-khusuf*. Penentuannya adalah sebagai berikut :

- Identifikasi angka tahun *majmu’ah* dan angka tahun *mabsuṭah* dari data tahun yang akan dicari
- Cari data tahun *majmu’ah* dari jadwal *al-ḥarakāti fi as-sinīn al-majmu’ah liṭalibi al-khusuf* yang ada pada kolom *al’alamah*<sup>19</sup> (ALM), *al-ḥiṣṣah*<sup>20</sup> (F), *al-wasaṭ*<sup>21</sup> (W), *al-khaṣṣah*<sup>22</sup> (A), *al-markaz*<sup>23</sup> (M) berdasarkan pada tahun *majmu’ah* yang didapatkan dari hasil identifikasi pada langkah pertama

<sup>18</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 70

<sup>19</sup> ‘*Alamah* berarti petunjuk, yakni petunjuk waktu (hari, jam, dan menit) terjadinya ijtima’ atau konjungsi antara matahari dan bulan yang ditentukan berdasarkan waktu rata-rata. ‘*Alamah* ini dijadikan acuan untuk mendapatkan waktu ijtima’ yang sebenarnya. Lihat Muhyiddin Khazin, *Op.Cit*, hlm. 1

<sup>20</sup> *Hiṣṣah* adalah tenggang waktu atau jarak yang harus diperhitungkan dari kedudukan benda langit ke kedudukan benda langit lainnya, yakni busur pada falak bulan dihitung dari titik simpul sampai ke titik pusat bulan berada atau di saat tertentu ke saat tertentu lainnya. *Ibid*, hlm. 30

<sup>21</sup> *Wasaṭ* adalah busur sepanjang ekliptika yang diukur dari bulan hingga ke titik aries sesudah bergerak. *Ibid*, hlm. 91

<sup>22</sup> *Khaṣṣah* adalah busur sepanjang ekliptika yang diukur dari titik pusat bulan hingga titik aries sebelum bergerak. Oleh Wardan disebut dengan *markaz*, sehingga *khaṣṣah* = *wasat – auj*, *Ibid*, hlm. 43

<sup>23</sup> *Markaz* dalam ilmu falak ada tiga pengertian, yaitu (1) *markaz* adalah tempat obeservasi atau suatu lokasi yang dijadikan dalam perhitungan, (2) *markaz* adalah titik pusat pada rubu’ yang padanya terdapat benang, (3) *markaz* adalah busur sepanjang ekliptika yang diukur dari matahari sampai titik aries sebelum bergerak. Pengertian yang ketiga sama artinya pula dengan *khaṣṣah*, sehingga *markaz* = *wasat – auj*. *Ibid*, hlm. 53

- Cari data tahun *mabsuṭah* dari jadwal *jadwal al-ḥarakāti fi as-sinīn al-majmu'ah liṭalibi al-khusuf*, yang ada pada kolom *al'alamah* (ALM), *al-ḥiṣṣah* (F), *al-wasaṭ* (W), *al-khaṣṣah* (A), *al-markaz* (M) berdasarkan pada tahun *mabsuṭah* yang didapatkan dari hasil identifikasi pada langkah pertama.
- Cari data bulan dari jadwal *al-ḥarakāti fi asy-syuhur al-'arabiyah* kolom *al'alamah* (ALM), *al-ḥiṣṣah* (F), *al-wasaṭ* (W), *al-khaṣṣah* (A), *al-markaz* (M).
- Jumlahkan data tahun *majmu'ah*, *mabsuṭah*, dan data bulan. Gerhana bulan berdasarkan kitab *Maslak al-Qāṣid* akan terjadi jika hasil penjumlahan ketiganya pada kolom (F) *al-ḥiṣṣah* nilainya termasuk dalam kriteria nilai kemungkinan gerhana berikut maka mungkin terjadi gerhana.

Kriteria kemungkinan gerhana<sup>24</sup> :

- $0^{\circ} - 12^{\circ}$
- $168^{\circ} - 192^{\circ}$
- $248^{\circ} - 360^{\circ}$

Jika hasilnya ternyata tidak termasuk dalam kriteria nilai di atas, maka proses perhitungan cukup sampai disini, karena tidak akan terjadi gerhana bulan. Sebaliknya, jika hasilnya termasuk dalam nilai-nilai di atas, berarti akan terjadi gerhana bulan dan proses perhitungan lanjut ke langkah selanjutnya.

---

<sup>24</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 70

## 2. Konversi tanggal, waktu istiqbal, dan waktu tengah gerhana.<sup>25</sup>

Proses untuk menghitung gerhana bulan dalam kitab ini tertuang dalam tahun hijriah, sehingga untuk mengetahui terjadinya gerhana bulan dalam tahun syamsiah diperlukan adanya konversi tanggal. Proses konversi ini langkahnya berangkaian dengan proses pencarian kemungkinan terjadinya gerhana bulan, pencarian waktu istiqbal, dan juga waktu tengah gerhana. Langkah untuk melakukan konversi hijriah ke syamsiah sebagai berikut :

- Pertama mencari nilai H dengan cara berikut :

$$H = \text{INT} \left( \frac{11 \times Y + 3}{30} \right) + (354 \times Y) + (30 \times M) - \text{INT} \left( \frac{M - 1}{2} \right) + D - 386$$

Jikan hasil  $H < 0$ , maka  $H - 1$ , jika tidak maka  $H + 1$

Keterangan :

H = jumlah hari dalam tahun hijriah

Y = tanggal pada bulan hijriah yang dihitung

M = bulan hijriah yang dihitung

D = tahun hijriah yang dihitung

- Mencari Z (jumlah hari Julian),  $Z = H + 1948440$
  - Mencari  $\alpha$  (*maḥsub al-awal*),  $\alpha = \text{int} \left( \frac{Z - 1867216.25}{36524.25} \right)$
  - Mencari A (*maḥsub sani*),  $A = Z + 1 + \alpha - \text{int} \left( \frac{\alpha}{4} \right)$
- Jika  $Z < 2299161$ , maka  $A = Z$ , jika tidak, maka  $A = Z + 1 + \alpha - \text{int} \left( \frac{\alpha}{4} \right)$

---

<sup>25</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāsid...*, hlm. 70

- Mencari B (*maḥsub salīs*),  $B = A + 1524$
- Mencari C (*maḥsub rabi'*),  $C = \text{int} [(B - 122.1) / 365.25]$
- Mencari D (*maḥsub khamis*),  $D = \text{int} (365.25 \times C)$
- Mencari E (*maḥsub sadis*),  $E = \text{int} [(B - D) / 30.6001]$
- Mencari Dm (tanggal *miladi*),  $Dm = B - T - \text{int} (30.6001 \times E)$
- Mencari Mm (bulan *miladi*),  $Mm = E - 13$   
 Jika  $E < 14$ , maka  $Mm = E - 1$ , jika tidak, maka  $Mm = E - 13$
- Mencari Ym (tahun *miladi*),  $Ym = C - 4715$   
 Jika  $Ym > 2$ , maka  $Ym = C - 4716$ , jika tidak, maka  $Ym = C - 4715$
- Mencari L (*majmu'*),  $L = Z + 16$
- Mencari Hr (hari *usbu'i*),  $Hr = L - \text{int} (L/7) \times 7$  (hari dihitung dari Ahad)
- Mencari Psr (hari pasaran),  $Psr = L - \text{int} (L/5) \times 5$  (hari dihitung dari Legi)

Proses konversi tersebut, untuk perhitungan gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* diterapkan menjadi satu rangkaian tabel bersamaan dengan pencarian waktu istiqbal dan juga waktu tengah gerhana<sup>26</sup>

Setelah melakukan konversi, selanjutnya mencari waktu istiqbal dan tengah gerhana dengan melakukan beberapa langkah *Ta'dīl* berikut :

- *Ta'dīl al-'alamah al-awal* (T1) : lihat pada jadwal no.5 (data A (*khaṣṣah*))

---

<sup>26</sup> Contoh konversi bisa dilihat pada halaman lampiran.

- *Ta'dīl al-'alamah al-šani* (T2) : lihat pada jadwal no.6 (data M (markaz))
- *Ta'dīl al-'alamah al-šališ* (T3) =  $2xA$
- *Ta'dīl al-'alamah al-khamis* (T5) =  $A - M$
- *Ta'dīl al-'alamah al-sadis* (T6) =  $A + M$
- *Ta'dīl al-'alamah al-sabi'* (T7) =  $2M$
- *Ta'dīl al-khusuf al-awal* (Tk1) =  $2F$
- *Ta'dīl al-khusuf al-šani* (Tk2) =  $A - 2F$
- *Ta'dīl al-khusuf al-šališ* (Tk3) =  $A + 2F$
- *Ta'dīl al-'alamah* (menjumlahkan semua *ta'dīl* di atas) =  $(T1 + T2 + T3 + T5 + T6 + T7 + Tk1 + Tk2 + Tk3)$
- *'Alamah mu'addalah* (menjumlahkan *ta'dīl 'alamah* dengan *'alamah muḥlaqah*)

Hasil waktunya adalah waktu LMT (*Local Mean Time*). Waktu yang digunakan sesuai dengan data astronomis daerah Sampang, maka jika ingin menambah akurasi waktunya harus disesuaikan dengan delta sebagaimana contoh perhitungan gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāšid*. Juga perlu diperhatikan untuk menghitung daerah lainnya, data Lintang Tempat, *Time Zone*, Bujur Tempat dan sebagainya harus disesuaikan dengan data daerah yang dihitung. Untuk mengubah waktu LMT menjadi waktu daerah (WD) dapat dilakukan dengan cara berikut<sup>27</sup> :

$$T0 = T0 \text{ LMT} + ((TZ \times 15) - \lambda)/15$$


---

<sup>27</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāšid...*, hlm. 74

### 3. Mengetahui ukuran gerhana bulan

Setelah menghitung kemungkinan terjadi gerhana, konversi tanggal, waktu istiqbal, dan waktu tengah gerhana, selanjutnya yakni menghitung ukuran gerhana bulan. Adapun langkah-langkahnya adalah berikut :

a. Menghitung *Mahfudz al-awal* (X)

Untuk memperoleh nilai X, dihitung dengan cara  $X = 0.2070 \times \sin M + 0.0024 \times \sin 2M - 0.0392 \times \sin A + 0.0116 \times \sin 2A + 0.0118 \times \sin 2F - 0.0073 \times \sin (A + M) + 0.0067 \times \sin (A - M)$

b. Menghitung *Mahfudz Šani* (Y)

Untuk memperoleh nilai Y, dihitung dengan cara  $Y = 5.2207 - 0.0048 \times \cos M + 0.0020 \times \cos 2M - 0.3299 \times \cos A - 0.0060 \times \cos (A+M) + 0.0041 \times \cos (A - M)$

c. Menghitung *Bu'duz Zawiyah* ( $\gamma$ )

Untuk memperoleh nilai  $\gamma$  dihitung dengan cara  $\gamma = X \cos F + Y \sin F$

d. Menghitung *Ta'dil Zil* (u)

Untuk menghitung nilai u dengan cara  $u = 0.0006 + 0.0046 \times \cos M - 0.0182 \times \cos A + 0.0004 \times \cos 2A - 0.0005 \times \cos (A+M)$

e. Mencari nilai  $P = 1.5573 + u$

f. Mencari nilai  $Q = 1.0128 - u$

g. Mencari nilai  $R = 0.4678 - u$

h. Mencari nilai n (*Sabaq Muaddal*) =  $0.5458 + 0.0400 \times \cos A$

i. Magnitudo Penumbra =  $(1.5573 + u - \text{abs}(\gamma)) / 0.5450$

j. Magnitudo Umbra =  $(1.0128 - u \text{ abs}(\gamma)) / 0.5450$

k. T1 (semidurasi penumbra) =  $\sqrt{(P^2 - \gamma^2)} / n$

l. T2 (semidurasi umbra) =  $\sqrt{(Q^2 - \gamma^2)} / n$

m. T3 (semidurasi total) =  $\sqrt{(R^2 - \gamma^2)} / n$

**1. Langkah selanjutnya yakni menghitung tinggi bulan dan arah bulan pada saat terjadi kontak gerhana.**

➤ **Pertama**

menghitung tinggi bulan dan arah atau posisi bulan pada saat tengah gerhana berikut langkahnya<sup>28</sup> :

- a.  $t_m$  (*Ta'dīl Markaz*) = (lihat jadwal no. 14 pada kolom *markaz*)
- b.  $S'$  (*tul asy-syamsi*) = *wasaf* +  $t_m$
- c.  $Mo'TG$  (*tul al-qamar* saat tengah gerhana) =  $S' + 180$
- d.  $Bm'TG$  (*arḍ al-qamar* saat tengah gerhana) =  $\sin^{-1}$  ( $\sin \text{hiṣṣah} \times \sin 5^\circ 8'$ )
- e.  $dm$  (*bu'dul qamar* pada saat tengah gerhana) =  $\sin^{-1}$  ( $\sin Bm'TG \times \cos 23^\circ 27' + Bm'TG \times \sin 23^\circ 27' \times \sin Mo'TG$ )
- f.  $PTM$  =  $\cos^{-1}$  ( $\cos Mo'TG \times \cos Bm'TG / \cos dm$ )
- g.  $S$  = *wasaf* – ( $2' 28'' \times T_0$  LMT)
- h.  $tts$  =  $2' 28'' + 5'' \times \cos \text{Markaz}$
- i.  $S''$  =  $S' - (tts \times T_0$  LMT)
- j.  $PTs$  =  $\tan^{-1}$  ( $\tan S'' \times \cos 23^\circ 27'$ )
- k.  $tw$  =  $(S - PTs) / 15$
- l. *Waqt Najm* =  $PTs + (24 - (12 - tw)) \times 15$
- m. *Waqt Najm TG* = *Waqt Najm* + ( $T_0$  LMT  $\times 1.00273790935$ )  $\times 15$
- n.  $Fdm$  = *Waqt Najm TG* –  $PTm$
- o.  $hm$  =  $\sin^{-1}$  ( $\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm$ )
- p.  $Azm$  :

$$x = \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi$$

$$y = -\cos dm \times \sin Fdm$$

$$Azm = \tan^{-1} (y / x)$$

<sup>28</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 76

➤ **Kedua**

Mencari *ta'dīl ṭul qamar wa arḍuhu*<sup>29</sup>

- a.  $t_{tm} = 0.55 + 0.06 \times \cos khaṣṣah$   
 b.  $t_{am} = 0.05 \times \cos ḥiṣṣah$

➤ **Ketiga**

Menghitung tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat awal

*khusuf syibhi* (penumbra).<sup>30</sup>

- a.  $Mo' = Mo'TG - (t_{tm} \times T1)$   
 b.  $Bm' = Bm'TG - (t_{am} \times T1)$   
 c.  $dm = \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin Mo')$   
 d.  $PTm = \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm)$   
 e.  $Waqt Najm = waqt Najm TG - (T1 \times 1.00273790935) \times 15$   
 f.  $Fdm = Waqt Najm - PTm$   
 g.  $hm = \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm)$   
 h. Azm :  
 $x = \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi$   
 $y = -\cos dm \times \sin Fdm$   
 $Azm = \tan^{-1} (y / x)$

➤ **Keempat**

Menghitung tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat akhir

*gerhana syibhi* (penumbra).<sup>31</sup>

- a.  $Mo' = Mo'TG + (t_{tm} \times T1)$   
 b.  $Bm' = Bm'TG + (t_{am} \times T1)$

<sup>29</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 78

<sup>30</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 78

<sup>31</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 80



$$c. \text{ dm} = \sin^{-1} (\sin \text{ Bm}' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos \text{ Bm}' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin \text{ Mo}')$$

$$d. \text{ PTm} = \cos^{-1} (\cos \text{ Mo}' \times \cos \text{ Bm}' / \cos \text{ dm})$$

$$e. \text{ Waqt Najm} = \text{waqt Najm TG} + (\text{T1} \times 1.00273790935) \times 15$$

$$f. \text{ Fdm} = \text{Waqt Najm} - \text{PTm}$$

$$g. \text{ hm} = \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin \text{ dm} + \cos \Phi \times \cos \text{ dm} \times \cos \text{ Fdm})$$

h. Azm :

$$x = \sin \text{ dm} \times \cos \Phi - \cos \text{ dm} \times \cos \text{ Fdm} \times \sin \Phi$$

$$y = -\cos \text{ dm} \times \sin \text{ Fdm}$$

$$\text{Azm} = \tan^{-1} (y / x)$$

### ➤ Kelima

Menghitung tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat awal

gerhana hakiki (umbra)<sup>32</sup>

$$a. \text{ Mo}' = \text{Mo}'\text{TG} - (\text{ttm} \times \text{T2})$$

$$b. \text{ Bm}' = \text{Bm}'\text{TG} - (\text{tam} \times \text{T2})$$

$$c. \text{ dm} = \sin^{-1} (\sin \text{ Bm}' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos \text{ Bm}' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin \text{ Mo}')$$

$$d. \text{ PTm} = \cos^{-1} (\cos \text{ Mo}' \times \cos \text{ Bm}' / \cos \text{ dm})$$

$$e. \text{ Waqt Najm} = \text{waqt Najm TG} - (\text{T2} \times 1.00273790935) \times 15$$

$$f. \text{ Fdm} = \text{Waqt Najm} - \text{PTm}$$

$$g. \text{ hm} = \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin \text{ dm} + \cos \Phi \times \cos \text{ dm} \times \cos \text{ Fdm})$$

h. Azm :

$$x = \sin \text{ dm} \times \cos \Phi - \cos \text{ dm} \times \cos \text{ Fdm} \times \sin \Phi$$

$$y = -\cos \text{ dm} \times \sin \text{ Fdm}$$

$$\text{Azm} = \tan^{-1} (y / x)$$

---

<sup>32</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 81

➤ **Keenam**

Menghitung tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat akhir gerhana bulan hakiki (umbra)<sup>33</sup>

- a.  $Mo' = Mo'TG + (ttm \times T2)$
- b.  $Bm' = Bm'TG + (tam \times T2)$
- c.  $dm = \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin Mo')$
- d.  $PTm = \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm)$
- e.  $Waqt Najm = waqt Najm TG + (T2 \times 1.00273790935) \times 15$
- f.  $Fdm = Waqt Najm - PTm$
- g.  $hm = \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm)$
- h. Azm :  
 $x = \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi$   
 $y = -\cos dm \times \sin Fdm$   
 $Azm = \tan^{-1} (y / x)$

➤ **Ketujuh**

Menghitung tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat awal *zalam* (total).<sup>34</sup>

- a.  $Mo' = Mo'TG - (ttm \times T3)$
- b.  $Bm' = Bm'TG - (tam \times T3)$
- c.  $dm = \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin Mo')$
- d.  $PTm = \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm)$
- e.  $Waqt Najm = waqt Najm TG - (T3 \times 1.00273790935) \times 15$
- f.  $Fdm = Waqt Najm - PTm$
- g.  $hm = \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm)$
- h. Azm :

<sup>33</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāsid...*, hlm. 83

<sup>34</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāsid...*, hlm. 84

$$x = \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi$$

$$y = -\cos dm \times \sin Fdm$$

$$Azm = \tan^{-1} (y / x)$$

➤ **Kedelapan**

Menghitung tinggi bulan dan arah atau posisi bulan saat akhir

*zalam* (total).<sup>35</sup>

a.  $Mo' = Mo'TG + (ttm \times T3)$

b.  $Bm' = Bm'TG + (tam \times T3)$

c.  $dm = \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin Mo')$

d.  $PTm = \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm)$

e.  $Waqt Najm = waqt Najm TG + (T3 \times 1.00273790935) \times 15$

f.  $Fdm = Waqt Najm - PTm$

g.  $hm = \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm)$

h. Azm :

$$x = \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi$$

$$y = -\cos dm \times \sin Fdm$$

$$Azm = \tan^{-1} (y / x)$$

---

<sup>35</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāsid...*, hlm. 85

## BAB IV

### ANALISIS METODE HISAB GERHANA BULAN DALAM KITAB

#### *MASLAK AL-QĀSID ILĀ ‘AMAL AR-RĀSID*

#### A. Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *Maslak al-Qāsid Ilā ‘Amal ar-Rāsid*

Ilmu hisab merupakan ilmu sains yang terus menerus berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Hal ini dipengaruhi oleh semakin mutakhirnya peralatan dan teknologi. Sampai saat ini, ilmu ini sudah mengalami perkembangan, dan juga akan terus mengalami adanya perubahan-perubahan data dikarenakan sifatnya yang dinamis.<sup>1</sup>

Untuk sistem hisab generasi ketiga dari sistem hisab hakiki, dan kelima dari sistem hisab secara umum. Pada dasarnya hisab hakiki kontemporer memiliki kemiripan dengan hisab hakiki tahkiki, yaitu perhitungannya berdasarkan data astronomis yang telah diolah dengan ilmu ukur segitiga bola (*spherical trigonometri*) dengan berbagai koreksi yang dilakukan terhadap perhitungan gerak Bulan dan Matahari dengan sangat teliti.<sup>2</sup>

Perbedaan antara hisab hakiki tahkiki dan hisab hakiki kontemporer adalah data yang ditampilkan. Data-data tersebut merupakan data yang sudah jadi dan tinggal diaplikasikan dalam rumus segitiga bola, tanpa harus diolah

---

<sup>1</sup> Sukarni, *Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyād al-Murīd*. Skripsi S1 Fakultas Syari’ah, Semarang : IAIN Walisongo, 2014, tp, tt. hlm. 73

<sup>2</sup> Rifa Jamaludin Nasir, *Pemikiran Hisab KH. Ma’shum Bin Ali Al-Maskumambangī (Analisis Terhadap Kitab Badi’ah al-Miṣāl Fī ḥisab al-Sinīn Wa al-Hilāl)*, Skripsi S1 Fakultas Syari’ah, Semarang: IAIN Walisongo, 2010, tp, tt. hlm. 41

sebagaimana hisab yang sebelum-sebelumnya. Selain itu, koreksi yang dilakukan dalam hisab hakiki kontemporer terbilang banyak.<sup>3</sup>

Ada banyak program, software, ataupun lainnya yang hanya menampilkan data-data sebagai bahan dalam perhitungan hisab hakiki kontemporer, antara lain : Almanak Nautika, *Astronomical Almanac*, Jean Meeus, EW. Brown, New Comb, Ephemeris Hisab Rukyat, (Hisab Win dan Win Hisab), Ephemeris al-Falakiyah, *Taqwim al-Falakiyah*, *Mawaqit*, *Nur al-Falak*, *Nur al-Anwar* program, *al-Ahillah*, *Mooncal Monzur*, *Accurate Times*, *Sun Times*, *Ascript*, dan lain sebagainya.<sup>4</sup>

Zaman sekarang semakin banyak bermunculan program software data astronomis bulan dan matahari untuk keperluan perhitungan pengukuran arah kiblat, waktu salat, awal bulan, dan gerhana. Program yang berhasil dibuat yakni “mawaqit” merupakan program yang dihasilkan oleh ICMI korwil Belanda pada tahun 1993, program “Falakiyah Najmi” oleh Nuril Fu’ad pada tahun 1995, program “astinfo” tahun 2000 dan program Ahillah, misal pengetan dan Tsaqib tahun 2004 oleh Muhyiddin Khazin, program “mawaqit versi 2002” oleh Hafidz pada tahun 2002.<sup>5</sup>

a. Analisis sumber data

Untuk menganalisis metode hisab perlu melihat data-data yang dipakai serta rumus-rumus dalam proses perhitungannya. Data yang dipakai dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* ini menggunakan data yang sudah disediakan pada tabel. Data tersebut tidak selalu berubah

---

<sup>3</sup> Rifa Jamaludin Nasir, *Pemikiran Hisab...*, hlm. 41

<sup>4</sup> *Ibid.*

<sup>5</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak ...*, hlm. 37

sebagaimana data pada hisab kontemporer, yakni data yang digunakan diperoleh dari data yang telah diprogram dalam komputer.

b. Koreksi-koreksi

Waktu istiqbal dalam kitab *Maslak al-Qāṣid*<sup>6</sup> diperoleh dengan menghitung *ta'dīl* berikut :

$$T1 = A$$

$$T2 = M$$

$$T3 = 2xA$$

$$T5 = A - M$$

$$T6 = A + M$$

$$T7 = 2M$$

$$Tk1 = 2F$$

$$Tk2 = A - 2F$$

$$Tk3 = A + 2F$$

$$TA = T1 + T2 + T3 + T5 + T6 + T7 + Tk1 + Tk2 + Tk3$$

Keterangan :

- T1 : *Ta'dīl al-'alamah al-awal*
- T2 : *Ta'dīl al-'alamah al-šani*
- T3 : *Ta'dīl al-'alamah al-šališ*
- T5 : *Ta'dīl al-'alamah al-khamis*
- T6 : *Ta'dīl al-'alamah al-sadis*
- T7 : *Ta'dīl al-'alamah al-sabi'*
- Tk1 : *Ta'dīl al-khusuf al-awal*
- Tk2 : *Ta'dīl al-khusuf al-šani*
- Tk3 : *Ta'dīl al-khusuf al-šališ*

---

<sup>6</sup> Ahmad Ghozali, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 74

- TA : *Ta'dīl al-'alamah*
- A : *khaṣṣah*
- M : *markaz*

c. Rumus-rumus yang dipakai

Proses awal perhitungan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* ini menggunakan data hakiki tahkiki yang berbentuk data abadi, atau data rata-rata. Baru kemudian proses selanjutnya proses koreksi (*ta'dīl*), dan perhitungan selanjutnya sudah menggunakan rumus-rumus matematika modern.

Melihat data yang dipakai dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* ada yang diambil dari kitab *Irsyād al-Murīd*, maka kitab ini menjadi penyempurna. Dalam kitab *Irsyād al-Murīd* (kitab KH. Ghozali yang terdahulu) tidak ada perhitungan delta T ( $\Delta T$ ) yang menyebabkan adanya perbedaan nilai *equation of time* dan deklinasi pada tahun tertentu.<sup>7</sup> Kitab *Maslak al-Qāṣid* ini sudah ada perhitungan delta T ( $\Delta T$ ), sehingga hasilnya akurat tanpa terbatas tahun tertentu.

Delta T dalam kitab ini sudah ada tabel jadwal delta t<sup>8</sup> untuk tiap tahunnya, dan jadwal delta T ini merupakan jadwal takribi. Pencarian delta T pada jadwal tersebut yakni dengan cara mencari tahun hijriah yang akan dicari delta T-nya. Lihat besar detik yang ada pada tahun *majmu'ah* dan tahun *mabsuṭah*, kemudian tambahkan detik tersebut.

---

<sup>7</sup> Sukarni, *Metode Hisab...*, hlm. 102

<sup>8</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 119.

Contoh mencari delta T tahun 1435 H :

Majmua (1410) = 57 detik

Mabsuthah (25) = 13 detik –

Jumlah = 70 detik

Jadi Delta T pada tahun 1435 H adalah 70 detik (takribi).

Delta T pada tahun 1435 H dengan melihat jadwal delta t adalah 70 detik, sedangkan pada perhitungan kitab *Maslak al-Qāsid*<sup>9</sup> delta T tahun 1435 diperoleh 68.9 detik. 68.9 detik ini sama dengan hasil delta T dengan menggunakan rumus polynomial NASA :  $\Delta T = 62.92 + 0.32217 \times t + 0.00589 \times t^2$ .<sup>10</sup> Dimana t adalah tahun yang dihitung – 2000 (y – 2000). y adalah tahun yang dihitung + (bulan yang dihitung – 0.5) : 12 (th + (bln – 0.5): 12).. Berikut perhitungannya :

$$\Delta T = 62.92 + 0.32217 \times t + 0.00589 \times t^2$$

$$t = (2014 + (10 - 0.5) : 12) - 2000$$

$$= 2014.791667 - 2000$$

$$= 14.791667$$

$$\Delta T = 62.92 + 0.32217 \times 14.791667 + 0.00589 \times$$

$$14.791667^2$$

$$= 68.90826774$$

$$= 68.9$$

<sup>9</sup> Ahmad Ghozali Muhammadiyah Fathullah, *Maslak al-Qāsid...*, hlm. 74

<sup>10</sup> <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEhelp/deltatpoly2004.html> diakses pada 5 Juni 2015 pukul 11:28 AM.



Melihat hasil dari rumus delta T polynomial NASA tersebut sama dengan delta T yang diterapkan pada perhitungan delta T dalam kitab *Maslak al-Qāṣid*, penulis menyimpulkan bahwa KH. Ghozali mengambil rumus delta T polynomial NASA tersebut dan kemudian menyusun jadwal delta T dalam bentuk takribi.

**B. Analisis keakurasian metode hisab dalam kitab *Maslak al-Qāṣid Ilā ‘Amal ar-Rāṣid***

Dari waktu ke waktu, perhitungan falak semakin berkembang dalam hal keakurasian hasil perhitungannya. Maka untuk kitab yang baru terbit permasalahan keakurasian ini menjadi sesuatu yang penting. Hal ini menjadi penting karena kitab itu akan dijadikan sebagai rujukan oleh santri ataupun masyarakat yang mempelajarinya. Dan jika ternyata kitab yang baru tersusun memiliki keakurasian yang lebih akurat, maka tentunya eksistensi kitab harus dijaga, mengingat hasil perhitungan yang dibutuhkan dalam hal peribadatan, misalnya salat sunah gerhana.

Sebagai salah satu kitab karangan KH. Ghozali, yang bahkan kitab sebelumnya ada yang dijadikan bahan rujukan untuk menentukan permasalahan ibadah oleh Kementrian Agama Republik Indonesia, Lajnah Falakiyah Jawa Timur dan Madura. Tentunya keakuratan kitab yang baru selesai disusun oleh KH. Ghozali perlu diketahui pula keakuratannya, untuk bisa dijadikan sebuah rujukan.

Kitab *Maslak al-Qāṣid* mengklasifikan gerhana bulan menjadi 3, gerhana bulan total, gerhana bulan sebagian, dan gerhana bulan penumbra.

Lain dengan kitab *Irsyād al-Murīd* (karya KH. Ghozali terdahulu) mengklasifikasikan gerhana bulan hanya 2 bentuk gerhana bulan, yakni gerhana bulan total dan gerhana bulan sebagian.

Untuk hal akurasi hasil perhitungan kitab *Maslak al-Qāṣid*, metode hisab yang dijadikan tolak ukur adalah metode hisab kontemporer, metode hisab yang saat ini dipercaya keakuratannya. Dalam penelitian ini, penulis membandingkan hasil perhitungan gerhana bulan metode kitab *Maslak al-Qāṣid* dengan hasil perhitungan dengan menggunakan metode Ephemeris dan hasil prediksi gerhana bulan NASA.

NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) adalah lembaga pemerintah milik Amerika Serikat yang bertanggung jawab atas program luar angkasa AS dan penelitian umum luar angkasa jangka panjang. Organisasi ini bertanggungjawab atas program penelitian luar angkasa bagi masyarakat sipil, aeronautika, dan program kedirgantaraan.<sup>11</sup> Dari sinilah maka NASA dipercaya oleh sebagian masyarakat dunia.

Dari berbagai hisab yang telah berkembang, untuk saat ini hisab yang dipercaya keakuratannya yakni hisab kontemporer, yang kemudian banyak dijadikan rujukan dalam perhitungan falak.

Kitab *Maslak al-Qāṣid* adalah salah satu kitab falak dari beberapa kitab falak karangan KH. Ghozali. Kitab ini memiliki model perhitungan yang sedikit berbeda dari kitab-kitab falak yang baru-baru ini disusun. Adapun perbedaan yang terlihat secara langsung yakni penggunaan tabel-

---

<sup>11</sup> Sukarni, *Metode Hisab...*, hlm. 91

tabel dalam sebagian proses perhitungan gerhana bulannya. Tabel-tabel tersebut adalah jadwal *ḥarakat* tahun majmu'ah untuk menghitung gerhana bulan, jadwal *ḥarakat* tahun mabsuthah, jadwal *ḥarakat* bulan hijriah, *ta'dīl 'alamah* (untuk *ijtima'*) 1, *ta'dīl 'alamah* (untuk *ijtima'*) 2, *ta'dīl 'alamah* (untuk *ijtima'*) 3, *ta'dīl 'alamah* (untuk *ijtima'*) 5, *ta'dīl 'alamah* (untuk *ijtima'*) 6, *ta'dīl 'alamah* (untuk *ijtima'*) 7, *ta'dīl markaz*, *ta'dīl 'alamah* (untuk gerhana bulan) 1, *ta'dīl 'alamah* (untuk gerhana bulan) 2, *ta'dīl 'alamah* (untuk gerhana bulan) 3, jadwal delta T.

Alasan masih digunakannya jadwal ataupun tabel tidak lain karena menurut pengarang cara tersebut lebih dibutuhkan dan lebih mudah dipahami di kalangan santri dan masyarakat, terutama yang masih kukuh untuk melakukan hisab dengan cara klasik.<sup>12</sup>

Perhitungan gerhana bulan dalam kitab-kitab falak biasanya untuk melakukan konversi tanggal hijriah ke tanggal masehi dikerjakan secara terpisah. Akan tetapi dalam kitab ini, konversi tanggal (*ta'dīl tāriḫ* masehi) dikerjakan bersamaan dengan proses perhitungan *ḥarakat* yang lainnya, seperti *markaz*, *'uqdah*<sup>13</sup>, *wasat*, *khaṣṣah*, *ḥiṣṣah*, hari beserta pasarannya dan juga jam.

Dalam beberapa kitab yang penulis temui, perjalanan koreksi-koreksi dalam perhitungannya hanya meliputi *markaz*, *'uqdah*, *wasat* bulan, *wasat* matahari, *khaṣṣah*, *ḥiṣṣah*, hari hijriah dan jam. Kitab ini memiliki perbedaan

---

<sup>12</sup> Wawancara dengan Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, pada Rabu, 06 Mei 2015, melalui email.

<sup>13</sup> *'Uqdah* adalah titik simpul, yang dalam astronomi dikenal dengan sebutan *Node*, yaitu titik perpotongan antara lintasan bulan dengan ekliptika. Selengkapnya lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu...*, hlm. 88

dalam konversi tanggal hijriah menjadi tanggal masehi, atau *ta'dīl* tarikh masehi. Dalam kitab ini konversinya digabung sekaligus dengan proses perhitungan lainnya, seperti *markaz*, *wasat*, *khaṣṣah*, *hiṣṣah*, hari dan jam.<sup>14</sup>

Telah disinggung sebelumnya, bahwa dalam proses perhitungan gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* ini yang menjadikannya berbeda dari kitab-kitab falak lainnya yang juga membahas tentang perhitungan gerhana bulan yakni pada perhitungan ketinggian bulan pada setiap terjadi kontak gerhana. Dalam kitab-kitab lain yang juga mengulas gerhana bulan (yang penulis ketahui) belum ada yang menghitung ketinggian bulan di setiap kontak gerhananya.

#### 1. Analisis waktu istiqbal

Untuk mencari waktu istiqbal data yang digunakan melihat pada tabel no. 2<sup>15</sup> (tabel tahun *majmu'ah* hijriah untuk gerhana bulan), tabel no. 3<sup>16</sup> (tabel tahun *mabsuṭah*), dan tabel no. 4<sup>17</sup> (jadwal bulan hijriah). Data-data tersebut adalah data rata-rata, data sepanjang masa.

Waktu istiqbal menurut kitab *Maslak al-Qāṣid* pada 4 April 2015<sup>18</sup> terjadi pada jam 19<sup>j</sup> 22<sup>m</sup> 46<sup>d</sup> LMT atau 19<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 10<sup>d</sup> WIB pada hari Rabu Kliwon. Sedangkan waktu istiqbal menurut Ephemeris<sup>19</sup> waktu istiqbal terjadi pada jam 12<sup>j</sup> 03<sup>m</sup> 48.48<sup>d</sup> GMT atau 19<sup>j</sup> 03<sup>m</sup> 48.48<sup>d</sup> WIB. Dari hasil perhitungan tersebut ada selisih perbedaan 00<sup>j</sup> 02<sup>m</sup> 38.48<sup>d</sup>.

---

<sup>14</sup> Mambaul Hikmah, *Studi Analisis...*, *Loc.cit*

<sup>15</sup> Ahmad Ghozali, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 102

<sup>16</sup> Ahmad Ghozali, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 103

<sup>17</sup> Ahmad Ghozali, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 104

<sup>18</sup> Perhitungan lengkap ada pada halaman lampiran.

<sup>19</sup> Metode Ephemeris ini menggunakan metode hisab gerhana bulan Muhyiddin Khazin, dalam bukunya *Ilmu Falak Praktis...*, hlm. 217-223

## 2. Analisis kriteria kemungkinan gerhana

Gerhana bulan terjadi pada saat istiqbal (*oposisi*), dimana bulan berada pada salah satu titik simpul lainnya atau di dekatnya, dan matahari berada pada jarak bujur astronomi  $180^\circ$  dari posisi bulan. Bidang ellips lintasan bumi dengan bidang ekliptika membentuk sudut  $0^\circ$  akibat dari letak kedua bidang yang berimpit. Sedangkan bidang lintasan bulan dan bidang ekliptika tidak berimpit, tapi membentuk sudut  $5^\circ 8'$ . Oleh karena itu tidak setiap ijtima' akan terjadi gerhana matahari, dan juga tidak setiap istiqbal akan terjadi gerhana bulan.<sup>20</sup>

Kriteria kemungkinan terjadinya gerhana dari kitab satu dengan kitab lainnya berbeda. Hal ini karena besaran lintang bulan (*ard al-qamar*) yang dipakai dari kitab satu dengan kitab yang lainnya berbeda, sesuai dengan pengarang kitabnya. Kitab *Maslak al-Qāṣid* sendiri lintang bulannya memakai nilai  $5^\circ 8'$ , sedangkan kitab *Nūr al-Anwār* memakai nilai  $5^\circ$ , kemudian kitab *Ittifāq Dzāt al-Bain* memakai nilai  $5^\circ 8'$ , lain pula dengan kitab *Khulaṣah al-Wafiyah* dan *Badi'ah al-Miṣāl* yang memakai nilai  $5^\circ 8' 52''$ . Nilai lintang bulan lah yang mempengaruhi perbedaan kriteria bulan berada dekat pada titik simpul atau mendekati titik simpul yakni sekitar  $12^\circ$  dari titik simpul.<sup>21</sup>

Jika dilihat dari besarnya nilai lintang Bulan yang dipakai pada kitab *Maslak al-Qāṣid*, yakni  $5^\circ 8'$ , maka nilai ini sudah sesuai dengan lintang Bulan yang dipakai sistem hisab modern.

---

<sup>20</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak...*, hlm. 188

<sup>21</sup> Mambaul hikmah, *Studi Analisis...*, hlm. 95

Bentuk dari bidang lintasan Bulan dan bidang ekliptika bumi yang tidak berimpit, maka jarak lintasan Bulan pun juga tidak bisa tetap. Sehingga secara otomatis sudut penumbra atau batas ekliptika juga tidak selalu tetap. Dalam hal batas ekliptika ini masing-masing kitab memiliki kriteria masing-masing, sesuai dengan data pengarang kitab masing-masing. Contoh batas ekliptika dari beberapa kitab :

Kitab *Maslak al-Qāṣid*<sup>22</sup> :

- $0^{\circ} - 12^{\circ}$
- $168^{\circ} - 192^{\circ}$
- $248^{\circ} - 360^{\circ}$

Kitab *Ittifāq Dzāt al-Bain* (meode hisab hakiki tahkiki)<sup>23</sup> :

- $0^{\circ} - 14^{\circ}$
- $168^{\circ} - 192^{\circ}$
- $348^{\circ} - 360^{\circ}$

Kitab *Nūr al-Anwar* (metode hisab hakiki tahkiki)<sup>24</sup> :

- $0^{\circ} - 12^{\circ}$
- $168^{\circ} - 180^{\circ}$
- $180^{\circ} - 192^{\circ}$
- $348^{\circ} - 360^{\circ}$

---

<sup>22</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Maslak al-Qāṣid...*, hlm. 70

<sup>23</sup> Mambaul Hikmah *Studi Analisis...*, hlm. 97

<sup>24</sup> Zaenudin NurJaman *Sistem Hisab ...*, hlm. 68

### 3. Analisis magnitudo<sup>25</sup>

Untuk menentukan gerhana bulan total, gerhana bulan penumbra, atau gerhana bulan sebagian, kitab *Maslak al-Qāṣid* ini mengacu pada nilai magnitudenya. Jika magnitudo penumbra bernilai negatif, maka tidak terjadi gerhana bulan. Nilai magnitudo umbra negatif maka akan terjadi gerhana bulan penumbra, nilai magnitudo umbra positif tapi kurang dari 1 maka akan terjadi gerhana bulan sebagian, dan jika nilai magnitudo umbra bernilai 1 atau lebih maka akan terjadi gerhana bulan total.

Berikut Cuplikan perhitungan mencari magnitudo penumbra dan magnitudo umbra pada gerhana total 4 April 2015<sup>26</sup> :

$$\begin{aligned} \text{Magnitudo penumbra} &= (1.5573 + u - \text{abs}(\gamma)) : 0.5450 \\ &= 2.062599388 \\ \text{Magnitudo umbra} &= (1.0128 - u - \text{abs}(\gamma)) : 0.5450 \\ &= 1.002069317 \end{aligned}$$

Rumus yang digunakan untuk menghitung magnitudo penumbra dan magnitudo umbra ini sama dengan rumus untuk mencari magnitudo dalam hisab Ephemeris<sup>27</sup>. Namun hasilnya sedikit berbeda. Hasil Ephemeris untuk magnitudo penumbra sebesar 2.07408777044037, sedangkan untuk magnitudo umbra 0.994107449068653.

Perbedaan ini karena nilai gamma atau *ta'dāl dzil* (u) berbeda, juga dalam perhitungannya, Ephemeris ini menggunakan desimal, sedangkan

---

<sup>25</sup> Magnitudo adalah skala atau kadar terang-tidaknya suatu cahaya atau sinar benda langit pada saat gerhana. lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu...*, hlm. 66

<sup>26</sup> Perhitungan dilakukan oleh penulis menggunakan metode hisab kitab *Maslak al-Qāṣid*. Perhitungan lengkap ada pada bagian lampiran.

<sup>27</sup> Kementerian Agama Republik Indonesia WinHisab2010.

kitab *Maslak al-Qāṣid* menggunakan derajat. Ephemeris ini menetapkan bahwa jika magnitude umbra positif maka terjadi gerhana bulan umbra, dan jika magnitude penumbra positif maka terjadi gerhana bulan penumbra. Sebaliknya, jika nilai magnitude umbra negatif, maka tidak terjadi gerhana umbra, dan jika magnitude penumbra negatif, maka juga tidak terjadi gerhana penumbra.

#### 4. Ketinggian Bulan

Sebagaimana penulis jelaskan sebelumnya, bahwa salah satu yang membuat kitab ini berbeda dari kitab-kitab lainnya adalah perhitungan ketinggian bulan pada setiap kontak gerhana. Kitab *Ad-Dur al-Anīq* yang juga merupakan karya dari KH Ghozali, dalam kitab ini juga tidak ada perhitungan ketinggian bulan pada setiap kontak gerhana. Selain itu kitab *Ittifāq Dzāt al-Bain* juga tidak menyertakan perhitungan ketinggian bulan pada setiap terjadi kontak gerhana.

Hasil perhitungan ketinggian bulan pada gerhana bulan total 4 April 2015 :

Tinggi Bulan	<i>Maslakul Qasīd</i> <sup>28</sup>
Tinggi bulan awal penumbra	0° 32' 16"
Tinggi bulan awal umbra	19° 12' 47.32"
Tinggi bulan awal total	45° 03' 22.4"
Tinggi bulan tengah gerhana	45° 06' 53.09"
Tinggi bulan akhir total	46° 02' 11.88"
Tinggi bulan akhir umbra	72° 15' 31.72"
Tinggi bulan akhir penumbra	87° 57' 41.05"

Tabel 3. Tinggi bulan

<sup>28</sup> Perhitungan dilakukan oleh penulis dengan menggunakan metode hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid*



## 5. Analisis waktu gerhana

Berdasarkan hadist Rasulullah SAW berikut :

حدثنا محمود قال : حدثنا سعيد بن عامر عن شعبة عن يونس عن الحسن عن ابي بكره رضي الله عنه قال : انكسفت الشمس علي عهد رسول الله صلّي الله عليه وسلم فصلي ركعتين<sup>29</sup>

Artinya :

“Menceritakan kepada kami mahmud berkata : menceritakan kepada kami Sa'id ibnu Amir dari Syu'bah dari Yunus dari Hasan dari Abi Bakrah ra berkata : terjadi gerhana matahari pada masa Rasulullah SAW maka aku shalat dua rakaat”

Dari hadits tersebut, penulis mendapatkan hikmah pentingnya hisab gerhana bulan. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian ini bukan hanya dalam hal untuk mengetahui peristiwa alam, melainkan juga untuk keperluan ibadah tentunya. Jika seseorang memperhitungkan lama gerhana, maka seseorang tersebut dapat mempersiapkan diri dan memanfaatkan tanda kebesaran Allah dalam fenomena gerhana bulan.

Berikut penulis tampilkan hasil perhitungan waktu gerhana bulan total, gerhana bulan penumbra, juga gerhana bulan penumbra. Perhatikan tabel 4, tabel 5, dan tabel 6 perbandingan hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid*<sup>30</sup>, Ephemeris<sup>31</sup> dan NASA<sup>32</sup> (waktu : WIB) berikut.

---

<sup>29</sup> Imam Abi Abdillah Muhammad ibnu Ismail ibnu Ibrahim ibnu al-Mughirah ibnu Bardazbah al-Bukhari al-Ja'fiy, *Shahih Bukhari*..., hlm. 216

<sup>30</sup> Perhitungan dilakukan oleh penulis menggunakan metode hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslakul Qasid*

<sup>31</sup> Perhitungan diperoleh dari hasil pencarian gerhana bulan dalam program WinHisab 2010 Kementerian Agama Republik Indonesia.

<sup>32</sup> Perhitungan diperoleh dari hasil prediksi gerhana bulan di website resmi NASA <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html> diakses pada 5 Mei 2015, pukul 4:04 PM.

Tabel perbandingan hisab gerhana bulan total 4 April 2015.

<b>Gerhana Bulan Total</b>			
<b>4 April 2015</b>	<b><i>Maslak al-Qāṣid</i></b>	<b>Ephemeris</b>	<b>NASA</b>
Awal penumbra	16 <sup>j</sup> 03 <sup>m</sup> 53.18 <sup>d</sup>	16 <sup>j</sup> 03 <sup>m</sup> 23 <sup>d</sup>	16 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 27 <sup>d</sup>
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 30.18<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 02<sup>m</sup> 26.18<sup>d</sup></b>
Awal umbra	17 <sup>j</sup> 16 <sup>m</sup> 43.42 <sup>d</sup>	17 <sup>j</sup> 17 <sup>m</sup> 33 <sup>d</sup>	17 <sup>j</sup> 15 <sup>m</sup> 45 <sup>d</sup>
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 49.58<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 58.42<sup>d</sup></b>
Awal total	18 <sup>j</sup> 57 <sup>m</sup> 25.28 <sup>d</sup>	-	18 <sup>j</sup> 57 <sup>m</sup> 54 <sup>d</sup>
Selisih		-	<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 28.72<sup>d</sup></b>
Tengah gerhana	19 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 10.07 <sup>d</sup>	19 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 21 <sup>d</sup>	19 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 14.5 <sup>d</sup>
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 10.93<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 55.57<sup>d</sup></b>
Akhir total	19 <sup>j</sup> 04 <sup>m</sup> 54.86 <sup>d</sup>	-	19 <sup>j</sup> 02 <sup>m</sup> 37 <sup>d</sup>
Selisih		-	<b>00<sup>j</sup> 02<sup>m</sup> 17.86<sup>d</sup></b>
Akhir umbra	20 <sup>j</sup> 45 <sup>m</sup> 36.72 <sup>d</sup>	20 <sup>j</sup> 45 <sup>m</sup> 09 <sup>d</sup>	20 <sup>j</sup> 44 <sup>m</sup> 46 <sup>d</sup>
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 27.72<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 50.72<sup>d</sup></b>
Akhir penumbra	21 <sup>j</sup> 58 <sup>m</sup> 26.96 <sup>d</sup>	21 <sup>j</sup> 59 <sup>m</sup> 19 <sup>d</sup>	21 <sup>j</sup> 58 <sup>m</sup> 58 <sup>d</sup>
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 52.04<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 31.04<sup>d</sup></b>

Tabel 4. Gerhana bulan total

Tabel perbandingan gerhana bulan penumbra 23 Maret 2016

<b>Gerhana Bulan Penumbra</b>			
<b>23 Maret 2016</b>	<b><i>Maslakul Qasīd</i></b>	<b>Ephemeris</b>	<b>NASA</b>
Awal penumbra	16 <sup>j</sup> 42 <sup>m</sup> 55.69 <sup>d</sup>	16 <sup>j</sup> 41 <sup>m</sup> 20 <sup>d</sup>	16 <sup>j</sup> 39 <sup>m</sup> 29 <sup>d</sup>
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 35.69<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 03<sup>m</sup> 26.69<sup>d</sup></b>
Awal umbra		-	-
Selisih		-	-
Awal total		-	-
Selisih		-	-
Tengah gerhana	18 <sup>j</sup> 47 <sup>m</sup> 44.9 <sup>d</sup>	18 <sup>j</sup> 47 <sup>m</sup> 45 <sup>d</sup>	18 <sup>j</sup> 47 <sup>m</sup> 11.8 <sup>d</sup>
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 00.1<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 33.1<sup>d</sup></b>
Akhir total		-	-
Selisih		-	-
Akhir umbra		-	-
Selisih		-	-
Akhir penumbra	20 <sup>j</sup> 52 <sup>m</sup> 34.11 <sup>d</sup>	20 <sup>j</sup> 54 <sup>m</sup> 09 <sup>d</sup>	20 <sup>j</sup> 54 <sup>m</sup> 50 <sup>d</sup>
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 34.89<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 02<sup>m</sup> 15.89<sup>d</sup></b>

Tabel 5. Gerhana bulan penumbra

Tabel perbandingan gerhana bulan sebagian 8 Agustus 2017

<b>Gerhana Bulan Sebagian</b>			
<b>8 Agustus 2017</b>	<i>Maslakul Qasīd</i>	<b>Ephemeris</b>	<b>NASA</b>
Awal penumbra	22 <sup>j</sup> 53 <sup>m</sup> 17 <sup>d</sup> (7 Agustus 2017)	22 <sup>j</sup> 52 <sup>m</sup> 44 <sup>d</sup> (7 Agustus 2017)	22 <sup>j</sup> 50 <sup>m</sup> 02 <sup>d</sup> (7 Agustus 2017)
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 33<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 03<sup>m</sup> 15<sup>d</sup></b>
Awal umbra	00 <sup>j</sup> 24 <sup>m</sup> 11.01 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)	00 <sup>j</sup> 25 <sup>m</sup> 11 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)	00 <sup>j</sup> 22 <sup>m</sup> 55 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 59.99<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 16.01<sup>d</sup></b>
Awal total		-	-
Selisih		-	-
Tengah gerhana	01 <sup>j</sup> 22 <sup>m</sup> 08.77 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)	01 <sup>j</sup> 22 <sup>m</sup> 33 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)	01 <sup>j</sup> 20 <sup>m</sup> 27.7 <sup>d</sup>
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 24.23</b>	<b>00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 41.07<sup>d</sup></b>
Akhir total		-	-
Selisih		-	-
Akhir umbra	02 <sup>j</sup> 20 <sup>m</sup> 06.53 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)	02 <sup>j</sup> 19 <sup>m</sup> 56 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)	02 <sup>j</sup> 18 <sup>m</sup> 10 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 10.53<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 56.53<sup>d</sup></b>
Akhir penumbra	03 <sup>j</sup> 51 <sup>m</sup> 00.33 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)	03 <sup>j</sup> 52 <sup>m</sup> 23 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)	03 <sup>j</sup> 50 <sup>m</sup> 56 <sup>d</sup> (8 Agustus 2017)
Selisih		<b>00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 22.67<sup>d</sup></b>	<b>00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 04.33<sup>d</sup></b>

Tabel 6. Gerhana bulan sebagian

Dari tabel di atas diperoleh selisih waktu untuk awal gerhana, tengah gerhana, dan akhir gerhana sebagai berikut :

<b>Gerhana bulan total</b>		
4 April 2015	Selisih	
	Ephemeris	NASA
Awal gerhana	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 30.18 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 02 <sup>m</sup> 26.18 <sup>d</sup>
Tengah	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 10.93 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 55.57 <sup>d</sup>

gerhana		
Akhir gerhana	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 52.04 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 31.04 <sup>d</sup>

Tabel 7. Selisih waktu gerhana bulan total diambil dari tabel 4

Dari tabel 7 di atas, selisih waktu dengan Ephemeris dari mulai gerhana hingga akhir gerhana selisihnya semakin besar, namun hanya dalam hitungan detik. Selisih dengan NASA pada awal gerhana selisihnya mencapai 2 menit, namun pada saat tengah gerhana dan akhir gerhana selisihnya semakin mengecil, hingga selisih detik saja. Selisih rerata dengan Ephemeris 00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 31.05<sup>d</sup>, dan selisih rerata dengan NASA 00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 17.6<sup>d</sup>

<b>Gerhana bulan penumbra</b>		
3 Maret 2016	Selisih	
	Ephemeris	NASA
Awal gerhana	00 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 35.69 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 03 <sup>m</sup> 26.69 <sup>d</sup>
Tengah gerhana	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 00.1 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 33.1 <sup>d</sup>
Akhir gerhana	00 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 34.89 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 02 <sup>m</sup> 15.89 <sup>d</sup>

Tabel 8. Selisih waktu gerhana bulan penumbra diambil dari tabel 5

Dari tabel 8 di atas selisih dengan Ephemeris saat mulai gerhana mencapai 1 menit, pada saat tengah gerhana bahkan hampir tidak ada selisih waktu, hanya 0.1 detik. Namun ketika akhir gerhana selisihnya menjadi lebih besar yakni mencapai 1 menit. Selisih dengan NASA pada awal gerhana mencapai 3 menit, kemudian pada tengah gerhana hanya terbilang dalam hitungan detik, namun pada saat akhir gerhana selisihnya menjadi lebih besar, 2 menit. Selisih rerata dengan Ephemeris 00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 03.56<sup>d</sup>, dan selisih rerata dengan NASA 00<sup>j</sup> 02<sup>m</sup> 05.23<sup>d</sup>.

Gerhana bulan sebagian		
8 Agustus 2017	Selisih	
	Ephemeris	NASA
Awal gerhana	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 33 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 03 <sup>m</sup> 15 <sup>d</sup>
Tengah gerhana	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 24.23 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 41.0 <sup>d</sup>
Akhir gerhana	00 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 22.67 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 00 <sup>m</sup> 33.1 <sup>d</sup>

Tabel 9. Selisih waktu gerhana bulan sebagian diambil dari tabel 6

Dari tabel 9 di atas didapat selisih dengan Ephemeris pada awal gerhana hingga tengah gerhana selisihnya hanya terbilang detik, namun pada saat akhir gerhana selisihnya menjadi lebih besar, 1 menit. Selisih dengan NASA dari awal gerhana sampai akhir gerhana selisihnya semakin mengecil, 3 menit, kemudian 1 menit, dan kemudian hanya terbilang detik. selisih rerata dengan Ephemeris 00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 46.63<sup>d</sup>, dan selisih dengan NASA 00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 49.7<sup>d</sup>.

Dari penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa selisih waktu saat gerhana total antara hisab dengan metode kitab *Maslak al-Qāsid*, Ephemeris, lebih kecil daripada selisih dengan hasil NASA. Pada gerhana bulan penumbra sesilih dengan Ephemeris juga lebih kecil dibandingkan dengan hasil NASA, dan selisih paling kecil terjadi pada saat tengah gerhana. Pada saat gerhana bulan sebagian pada awal gerhana dan tengah gerhana selisih dengan NASA lebih besar, akan tetapi pada saat akhir gerhana justru selisih dengan Ephemeris lebih besar.

Selisih minimum jika dibandingkan dengan hasil Ephemeris 00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 00.1<sup>d</sup> dan selisih maksimum 00<sup>j</sup> 01<sup>m</sup> 35.69<sup>d</sup>. Sedangkan jika dibandingkan dengan hasil NASA selisih minimum 00<sup>j</sup> 00<sup>m</sup> 33.1<sup>d</sup> dan selisih maksimum 00<sup>j</sup> 03<sup>m</sup> 26.69<sup>d</sup>. Melihat hasil tersebut maka dapat

disimpulkan hasil perhitungan kitab *Maslak al-Qāṣid* ini memiliki selisih lebih sedikit dengan hasil Ephemeris daripada dengan hasil NASA.

Melihat hasil di atas, hasil hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* ini masih memiliki selisih, baik itu dengan Ephemeris ataupun dengan NASA. Dan dilihat dari selisih minimum dan selisih maksimumnya, hasil perhitungan kitab *Maslak al-Qāṣid* lebih mendekati hasil perhitungan Ephemeris. Selisihnya lebih kecil dibandingkan dengan hasil NASA.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis di atas penulis dapat menyimpulkan beberapa hal di bawah ini.

1. Data yang dipakai dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* ini menggunakan data *ḥarakat* yang sudah tercantum pada tabel. Data tersebut tidak selalu berubah sebagaimana data yang diperoleh dari data yang telah diprogram dalam komputer. Proses awal perhitungan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* ini menggunakan data abadi, atau data rata-rata, baru kemudian proses selanjutnya proses koreksi (*ta'dīl*), dan perhitungan selanjutnya sudah menggunakan rumus-rumus matematika modern.

Melihat data-data yang digunakan serta rumus-rumus dalam proses perhitungannya, kemudian menilik kembali pada berbagai metode hisab dengan data-data dan proses perhitungan masing-masing, metode hisab dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* ini termasuk dalam metode hisab hakiki tahkiki semi kontemporer. Melihat hasil hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* kemudian dibandingkan dengan hasil Ephemeris dan NASA selisihnya ada yang bahkan hanya 00.01 detik, akan tetapi pada saat tertentu selisihnya mencapai 3 menit.

2. Untuk hasil perhitungan hisab gerhana bulan dalam kitab *Maslak al-Qāṣid* masih memiliki selisih perbedaan, baik itu dengan hasil Ephemeris ataupun hasil prediksi NASA. Selisih antara hasil kitab

*Maslak al-Qāṣid* dengan Ephemeris dan NASA, dari hasil penelitian penulis terpaut dalam hitungan kurang dari 5 menit. Hasil dari kitab *Maslak al-Qāṣid* masih di bawah hasil hisab dengan Ephemeris dan juga NASA.

## **B. Saran**

1. Hendaknya para pakar ilmu falak lebih mengkoreksi lagi kitab-kitab yang baru disusun dengan menambahkan teori-teori baru agar sesuai dengan metode kekinian. Hal ini karena bagaimanapun juga kitab yang telah disusun akan dijadikan acuan oleh para ahli falak, atau minimal untuk acuan belajar falak bagi kalangan sendiri (misalnya untuk kalangan pondok yang diasuh saja). Kitab falak biasanya disusun dalam bentuk bahasa Arab, dengan semakin akuratnya hasil hisab dari kitab tersebut tentunya kitab tersebut juga akan dipelajari banyak kalangan, dan mungkin juga dijadikan acuan. Bahasa kitab, mau tidak mau untuk memahami kitab tersebut minimal harus memahami bahasa Arab, jadi sekaligus juga mengembangkan bahasa arab.
2. Dilihat dari fenomena di masyarakat, gerhana bulan tidaklah sebesar peristiwa perbedaan awal bulan kamariah (terutama awal bulan Ramadan, Syawal, dan Zulhijah), dan waktu salat fardhu. Namun demikian penulis menilai bahwa shalat sunnah gerhana pun memiliki nilai khusus, karena shalat ini juga dalam rangka mensyukuri nikmat untuk menyaksikan kebesaran Allah SWT. Sehingga kiranya penting



pula hisab dalam rangka mengetahui waktu gerhana bulan yang kemudian umat Islam dapat melaksanakan shalat gerhana sesuai dengan waktunya.

3. Melihat ilmu falak yang merupakan ilmu langka, maka perlu adanya pembelajaran ilmu falak di berbagai pondok, ataupun instansi formal. Sehingga ilmu falak dapat berkembang di kalangan luas, dan juga di kenal di kalangan manapun, bukan hanya di kalangan pondok (yang mengajarkan ilmu falak) saja.

### **C. Penutup**

Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan berlimpah nikmat dan karuniaNya kepada penulis. Dengan izin Allah SWT penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam bentuk skripsi ini.

Penulis telah berusaha sebaik mungkin dalam penyusunan skripsi ini, namun demikian penulis menyadari masih ada kesalahan dalam penyusunan skripsi ini. Tersusunnya skripsi ini tidak menutup kemungkinan bisa dilakukan penelitian lebih lanjut dari hasil penelitian penulis, guna meluruskan kekeliruan penulis dalam penelitian ini. Selanjutnya, kritik dan saran dari para pembaca akan sangat membantu penulis dalam penulisan karya ilmiah selanjutnya. Terlepas dari semuanya, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya, dan bagi pembaca pada umumnya. Amin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Admiranto, Gunawan, *Menjelajah Tata Surya*, Yogyakarta : Penerbit Kanisius, 2009.
- Agama RI, Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementrian, *Almanak Hisab Rukyat*, cet III, 2010.
- Agama RI, Departemen, *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*, Bandung : Diponegoro, cet X, 2007.
- Agama, Badan Hisab Dan Rukyat Dep., *Almanak Hisab Rukyat*, Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, tt.
- Agama, Direktorat Jenderal Badan Peradilan, *Almanak Hisab Rukyah*, Jakarta : Mahkamah Agung RI, 2007.
- Al-Asqalani Al Imam Al Hafidz, *Fathul Baari*, jilid 6, Jakarta : Pustaka Azzam, cet III, 2011.
- Al-Bukhari, Abi Abdillah Muhammad Ibnu Ismail, *Shahih Al-Bukhari*, Juz awal, Indonesia : Maktabah Dahlan, tt.
- Ali, Atabik & Ahmad Zuhdi Muhdlor, *Kamus Kontemporer Arab-Indonesia*, Yogyakarta : Multi Karya Grafika, cet IX, 1998.
- Al-Ja'fiy, Imam Abi Abdillah Muhammad ibnu Ismail ibnu Ibrahim ibnu al-Mughirah ibnu Bardazbah al-Bukhari, *Shahih Bukhari*, Beirut : Daruul Kitab al-Alamiah, Juz awal, 1992.
- Ariasti, Adriana, *Perjalanan Mengenal Astronomi*, Bandung : Penerbit ITB, 1995.
- Ath-Thayyar, Abdullah, *Ensiklopedia Shalat*, Jakarta : Maghfirah Pustaka, cet II, 2007.
- Echols, John M. dan Hassan Shadily, *Kamus Inggris – Indonesia*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, cet XXIV, 1997.
- Fathullah, Ahmad Ghozali Muhammad, *Maslak al-Qāsid*, tp, tt.
- Fitria, Wahyu, *Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Al-Khulaṣah Al-Wafiiyah dan Ephemeris*, Skripsi S1 Fakultas Syariah, Semarang : IAIN Walisongo, 2011, tp, tt.

- Gunawan, Imam, *Metode Penelitian Kualitatif : Teori dan Praktik*, Jakarta : PT Bumi Aksara, cet I, 2013.
- Hambali, Slamet, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi : Bismillah Publisher, cet I, 2012.
- Haryadi, Rohmat, *Ensiklopedia Astronomi*, jilid 4, Jakarta : Penerbit Erlangga, 2008.
- Haryadi, Rohmat, *Ensiklopedia Astronomi*, jilid 2, Jakarta : Penerbit Erlangga, 2008.
- Hikmah, Mambaul *Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Ittifāq Dzāt Al-Bain Al Bain Karya KH. Moh. Zubair Abdul Karim*, Skripsi S1 Fakultas Syariah, Semarang : IAIN Walisongo, 2012, tp, tt.
- Hs, Fachruddin, *Ensiklopedia Al-Qur'an*, (Jilid 2 M-Z), Jakarta : PT Rineka Cipta, cet I, 1992.
- Ibnu Hajar, An-Nawawi, Imam, *Syarah Shahih Muslim*, jilid 4, Jakarta : Darus Sunnah Press, cet III, 2014.
- Izzuddin, Ahmad, *Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU & MUHAMMADIYAH Dalam Penentuan Awal Ramadan, Idul Fitri, dan Idul Adha)*, Jakarta : Penerbit Erlangga, 2007.
- \_\_\_\_\_, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang : Pustaka Rizki Putra, 2012.
- John M. Echols dan Hassan Shadily, *An English-Indonesian Dictionary*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, cet XXVI, 2005.
- Kementerian Agama Republik Indonesia WinHisab2010.
- Khazin, Muhyiddin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta : Buana Pustaka, cet I, 2005.
- \_\_\_\_\_, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, Yogyakarta : Buana Pustaka, cet IV, 2005.
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Bidang Litbang & Diklat Kementerian Agama RI dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), *Penciptaan Bumi Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*, Jakarta : Kementerian Agama RI, 2012.
- Munawwir, Ahmad Warson, *Al-Munawwir Kamus Arab Indonesia*, Yogyakarta : Unit Pengadaan Buku-Buku Ilmiah Keagamaan, 1984.

- Mutahar, Ali, *Kamus Arab-Indonesia*, Jakarta : Penerbit Hikmah (PT Mizan Publika), cet I, 2005.
- Nasir, Rifa Jamaludin, *Pemikiran Hisab KH. Ma'shum Bin Ali Al-Maskumambang (Analisis Terhadap Kitab Badi'ah al-Miṣāl Fī hisab al-Sinīn Wa al-Hilāl)*, Skripsi S1 Fakultas Syariah, Semarang: IAIN Walisongo, 2010, tp, tt.
- Nugroho, Rinto, *Serba Serbi Gerhana*, artikel dalam majalah Zenith ed. VII, (desember 2011).
- Nurjaman, Zaenudin, *Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH. Noor Ahmad SS dalam Kitab Nūr al-Anwār*, Skripsi S1 Fakultas Syariah, Semarang : IAIN Walisongo, 2012, tp, tt.
- Purwanto, Agus, *Ayat-Ayat Semesta Sisi-Sisi Yang Terlupakan*, Bandung : Mizan Media Utama, cet II, 2008.
- Pusat Muhammadiyah, Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan, *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, Yogyakarta : Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, cet II, 2009.
- Raharto, Moedji, *Dasar-Dasar Sistem Kalendar Bulan dan Kalendar Matahari*, Bandung : Penerbit ITB, 2013.
- Ramdhan, Purkon Nur, *Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyaad Al-Muriid*, Skripsi S1 Fakultas Syariah, Semarang: IAIN Walisongo, 2012, tp, tt.
- Schneider, Stephen E. and Thomas T. Arny, *Pathways to Astronomy*, China : Mc Graw Hill Companies, 2007.
- Setiadi, Yadi, *Akurasi Perhitungan Terjadi Gerhana Dengan Rubu' Al-Mujayyab*, Skripsi S1 Fakultas Syariah, Semarang : IAIN Walisongo, 2012, tp, tt.
- Shihab, M. Quraish, *Tafsir Al-Mishbah (pesan, kesan, dan keserasian Al-Qur'an)*, Jakarta : Penerbit Lentera Hati, cet. V, 2012.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta, cet. Ke-14, 2011.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*, Bandung : Alfabeta, Cet. Ke-10, 2010.

Sukarni, *Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyād al-Murīd*. Skripsi S1 Fakultas Syariah, Semarang : IAIN Walisongo, 2014, tp, tt.

Sulastri, Kitri, *Studi Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah dalam Kitab Al- Irsyād al-Murīd*, Skripsi S1 Fakultas Syariah, Semarang : IAIN Walisongo, 2011, tp, tt.

Syazili, Ahmad Fawaidz, *Ensiklopedi Tematis Al-Qur'an*, Jilid 2, Konsep Takwa, Jakarta : PT Kharisma Ilmu, cet I, 2005.

Thayyarah, Nadiah, *Buku Pintar Sains dalam Al-Qur'an Mengerti Mukjizat Ilmiah Firman*, tp, tt.

Wawancara dengan Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, pada Rabu, 06 Mei 2015, melalui email.

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/lunar.html> diakses pada 5 Mei 2015, pukul 4:04 PM.

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEhelp/deltatpoly2004.html> , diakses pada 5 Juni 2015 pukul 11:28 AM.

<http://hakamabbas.blogspot.com/2014/10/sejarah-gerhana-bulan.html>, \_\_\_\_\_ diakses pada 19 Mei 2015 pukul 10:30 PM.

<http://id.wikipedia.org/wiki/NASA> diakses pada 20 Mei 2015 pukul 6:35 AM

<http://metroterkini.com/berita-14601-ini-fakta-dan-mitos-gerhana-bulan-merah-darah.html> diakses pada 16 April 2015 pukul 10:58 AM.

<http://personal.fmipa.itb.ac.id/moedji/gerhana-bulan-dan-gerhana-Matahari-tahun-2014-sebuah-catatan/> diakses pada 16 April 2015 pukul 11:11 AM.

<http://www.infomistika.com/2015/01/fenomena-misteri-kisah-dan-mitos-di.html> diakses pada 20 April 2015 pkul 10:07 AM.

<https://rachmanabdul.wordpress.com/2011/12/07/gerhana-bulan-dan-matahari/> diakses pada 31 Mei 2015 pukul 9:45 AM.

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

Nama : Hanik Maridah  
Tempat tanggal lahir : Sragen, 16 Februari 1993  
Alamat asal : Rt. 02/ Rw. 01, desa Galeh, Kecamatan Tangen,  
Kabupaten Sragen, Jawa Tengah  
Alamat sekarang : YPMI Al-firdaus Putri  
Jalan Honggowongso No. 7 Ringin wok Ngalian Semarang  
50181

Jenjang pendidikan :

a. Pendidikan Formal :

1. SD Negeri Galeh 2, Desa Galeh, Kecamatan Tangen, Kabupaten Sragen. Lulus tahun 2005.
2. MTs Fillial Negeri Popongan, Desa Popongan, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Klaten. Lulus tahun 2008.
3. MA Al-Manshur Popongan, Desa Popongan, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Klaten. Lulus tahun 2011.

b. Pendidikan Non Formal :

1. Madrasah Diniyah Al-Wahhab, Desa Grasak, Kecamatan Bago, Kabupaten Purwodadi.
2. Pondok Pesantren Al-Manshur popongan, Desa Popongan, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Klaten

Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk menjadi maklum adanya dan dipergunakan semestinya.

Semarang, 10 Juni 2015

Hormat Saya



Hanik Maridah  
NIM : 112111066

## LAMPIRAN 1

### Hisab gerhana bulan metode kitab *Maslak al-Qāsid*, 4 April 2015

التاريخ العربي	ميلادي	(A) العلامة					(F) الحصاة			(W) الوسط			(A) الخاصة			(M) المركز			
		Hr	Ps	Jm	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	
Majmu'ah	1410	2447726	3	2	16	49	25	328	52	50	116	10	14	278	16	17	193	24	35
Mabsu'ah	26	9213	1	3	13	2	58	209	11	48	81	18	22	134	53	4	80	52	17
Jumadil Akhir	6	177	2	2	4	24	17	184	1	23	174	38	26	154	54	6	174	37	56
Alamah Mu'laqah		2457116	0	3	10	16	40	2	6	1	12	7	2	208	3	27	88	54	48
(-)		1																	
		2457115																	
									DALIL				Ta'dil Alamah						
2000		2451544							D1 A	208	3	27		T1	4	35	48.05		
		5571							D2 M	88	54	48		T2	4	8	13.39		
15		5478							D3 2A	56	6	54		T3	0	19	13.5		
		93							D5 (A-M)	119	8	19		T5	0	9	17.31		
April		90							D6 (A+M)	296	57	55		T6	0	6	36.1		
		3							D7 (2M)	177	49	36		T7	0	0	6.52		
TA (+)					9	18	39		DTk1 (2F)	4	12	2		Tk1 (-0)	1	1.01			
FT (+)					(-0)	11	24		DTk2 (A-2F)	203	51	25		Tk2	0	1	20.57		
Delta T (-)							69		DTk3 (A+2F)	212	15	29		Tk3 (-0)	0	55.26			
Alamah Mu'addalah		4	0	3	19	22	46		Jumlah (TA)				9	18	39.17				

Tempat : Semarang

Bujur Tempat (  $\lambda$  ) :  $110^{\circ} 24'$  BT

Lintang Tempat (  $\Phi$  ) :  $07^{\circ} 00'$  LS

Time Zone ( TZ ) : 7

$$FT = (\lambda - 113^{\circ} 15') / 15$$

$$= -0^{\circ} 11' 24''$$

$$\Delta T (\Delta T) = 62.92 + 0.32217 X t + 0.005589 x t^2$$

$$t = y - 2000$$

$$y = th + (bln - 0.5) / 12$$

$$= 2015 + (4 - 0.5) / 12$$

$$= 2015.291667$$

$$t = 2015.291667 - 2000$$

$$= 15.291667$$

$$\Delta T (\Delta T) = 62.92 + 0.32217 x 15.291667 + 0.005589 x 15.291667^2$$

$$= 69.15342062$$

$$= 69.1$$

Gerhana bulan yang terjadi pada Sabtu Pon, Jumadil Akhir 1436 H bertepatan pada tanggal 4 April 2015.

$$T0 = 19 : 22 : 46.07 \text{ LMT}$$

$$T0 = T0 \text{ LMT} + ((TZ \times 15) - \lambda) / 15$$

$$= 19 : 22 : 46.07 + ((7 \times 15) - 110^{\circ} 24') / 15$$

$$= 19 : 01 : 20.07$$

#### *A'malul Khusuf*

##### 1. *Mahfuz Awwal* ( X )

$$X = 0.2070 x \sin M + 0.0024 x \sin 2M - 0.0392 x \sin A + 0.0116 x \sin 2A + 0.0118 x \sin 2F - 0.0073 x \sin (A + M) + 0.0067 x \sin (A - M)$$

$$\begin{aligned}
&= 0.2070 \times \sin 88^\circ 54' 48'' + 0.0024 \times \sin 177^\circ 49' 36'' - 0.0392 \times \sin 208^\circ 3' 27'' + 0.0116 \times \sin 56^\circ 06' 54'' + 0.0118 \times \sin 4^\circ 12' 02'' - 0.0073 \times \sin (208^\circ 3' 27'' + 88^\circ 54' 48'') + 0.0067 \times \sin (208^\circ 3' 27'' - 88^\circ 54' 48'') \\
&= 0.2070 \times \sin 88^\circ 54' 48'' + 0.0024 \times \sin 177^\circ 49' 36'' - 0.0392 \times \sin 208^\circ 3' 27'' + 0.0116 \times \sin 56^\circ 06' 54'' + 0.0118 \times \sin 4^\circ 12' 02'' - 0.0073 \times \sin 296^\circ 57' 55'' + 0.0067 \times \sin 119^\circ 08' 19'' \\
&= 0^\circ 14' 54.04''
\end{aligned}$$

2. *Mahfuz Šani* ( Y )

$$\begin{aligned}
Y &= 5.2207 - 0.0048 \times \cos M + 0.0020 \times \cos 2M - 0.3299 \times \cos A - 0.0060 \times \cos (A+M) + 0.0041 \times \cos (A-M) \\
&= 5.2207 - 0.0048 \times \cos 88^\circ 54' 48'' + 0.0020 \times \cos 177^\circ 49' 36'' - 0.3299 \times \cos 208^\circ 3' 27'' - 0.0060 \times \cos (208^\circ 3' 27'' + 88^\circ 54' 48'') + 0.0041 \times \cos (208^\circ 3' 27'' - 88^\circ 54' 48'') \\
&= 5.2207 - 0.0048 \times \cos 88^\circ 54' 48'' + 0.0020 \times \cos 177^\circ 49' 36'' - 0.3299 \times \cos 208^\circ 3' 27'' - 0.0060 \times \cos 296^\circ 57' 55'' + 0.0041 \times \cos 119^\circ 08' 19'' \\
&= 5^\circ 30' 18.08''
\end{aligned}$$

3. *Bu'duz Zawiyah* (  $\gamma$  )

$$\begin{aligned}
\gamma &= X \cos F + Y \sin F \\
&= 0^\circ 14' 54.04'' \cos 2^\circ 6' 1'' + 5^\circ 30' 18.08'' \sin 2^\circ 6' 1'' \\
&= 0^\circ 26' 59.74''
\end{aligned}$$

4. *Ta'dil Zil* ( u )

$$\begin{aligned}
u &= 0.0006 + 0.0046 \times \cos M - 0.0182 \times \cos A + 0.0004 \times \cos 2A - 0.0005 \times \cos (A+M) \\
&= 0.0006 + 0.0046 \times \cos 88^\circ 54' 48'' - 0.0182 \times \cos 208^\circ 3' 27'' + 0.0004 \times \cos 56^\circ 06' 54'' - 0.0005 \times \cos (208^\circ 3' 27'' + 88^\circ 54' 48'') \\
&= 0^\circ 01' 00.28''
\end{aligned}$$

5. P = 1.5573 + u

$$\begin{aligned}
&= 1.5573 + 0^\circ 01' 00.28'' \\
&= 1^\circ 34' 26.56''
\end{aligned}$$

6. Q = 1.0128 - u

$$\begin{aligned}
&= 1.0128 - 0^\circ 01' 00.28'' \\
&= 0^\circ 59' 45.8''
\end{aligned}$$

7. R = 0.4678 - u

$$\begin{aligned}
&= 0.4678 - 0^\circ 01' 00.28'' \\
&= 0^\circ 27' 03.8''
\end{aligned}$$

8. n (*sabaq mu'addal*)

$$\begin{aligned}
n &= 0.5458 + 0.0400 \times \cos A \\
&= 0.5458 + 0.0400 \times \cos 208^\circ 3' 27'' \\
&= 0^\circ 30' 37.8''
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
9. \text{ Magnitudo Penumbra} &= (1.5573 + u - \text{abs}(\gamma)) / 0.5450 \\
&= (1.5573 + 0^\circ 01' 00.28'' - \text{abs}(0^\circ 26' 59.74'')) / 0.5450 \\
&= 2.062599388 \\
10. \text{ Magnitudo Umbra} &= (1.0128 - u \text{abs}(\gamma)) / 0.5450 \\
&= (1.0128 - 0^\circ 01' 00.28'' \text{abs}(0^\circ 26' 59.74'')) / 0.5450 \\
&= 1.002069317 \\
11. \text{ T1 (semidurasi penumbra)} &= \sqrt{(P^2 - \gamma^2)} / n \\
&= \sqrt{(1^\circ 34' 26.56''^2 - 0^\circ 26' 59.74''^2)} / 0^\circ 30' 37.8'' \\
&= 2 : 57 : 16.89 \\
12. \text{ T2 (semidurasi umbra)} &= \sqrt{(Q^2 - \gamma^2)} / n \\
&= \sqrt{(0^\circ 59' 45.8''^2 - 0^\circ 26' 59.74''^2)} / 0^\circ 30' 37.8'' \\
&= 1 : 44 : 26.65 \\
13. \text{ T3 (semidurasi total)} &= \sqrt{(R^2 - \gamma^2)} / n \\
&= \sqrt{(0^\circ 27' 03.8''^2 - 0^\circ 26' 59.74''^2)} / 0^\circ 30' 37.8'' \\
&= 0 : 03 : 44.79 \\
\text{Awal penumbra} &= T_0 - T_1 \\
&= 19 : 22 : 46.07 - 2 : 57 : 16.89 \\
&= 16 : 25 : 29.18 \\
\text{Awal umbra} &= T_0 - T_2 \\
&= 19 : 22 : 46.07 - 1 : 44 : 26.65 \\
&= 17 : 38 : 19.42 \\
\text{Awal total} &= T_0 - T_3 \\
&= 19 : 22 : 46.07 - 0 : 03 : 44.79 \\
&= 19 : 19 : 01.28 \\
\text{Tengah gerhana} &= T_0 \\
&= 19 : 22 : 46.07 \\
\text{Akhir total} &= T_0 + T_3 \\
&= 19 : 22 : 46.07 + 0 : 03 : 44.79 \\
&= 19 : 26 : 30.86 \\
\text{Akhir umbra} &= T_0 + T_2 \\
&= 19 : 22 : 46.07 + 1 : 44 : 26.65 \\
&= 21 : 07 : 12.72 \\
\text{Akhir penumbra} &= T_0 + T_1
\end{aligned}$$

$$= 19 : 22 : 46.07 + 2 : 57 : 16.89$$

$$= 22 : 20 : 02.96$$

**4. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan pada saat tengah gerhana adalah berikut langkahnya :**

q.  $tm$  (*Ta'dil Markaz*) =  $1^{\circ} 54' 52.91''$  (lihat jadwal no. 14 pada kolom *markaz*)

r.  $S'$  (*thul syamsi*) =  $wasat + tm$   
 $= 12\ 7\ 2 + 1^{\circ} 54' 52.91''$   
 $= 14^{\circ} 01' 54.91''$

s.  $Mo'TG$  (*thul qamar* saat tengah gerhana)

$$Mo'TG = S' + 180$$

$$= 14^{\circ} 01' 54.91'' + 180$$

$$= 194^{\circ} 01' 54.91''$$

t.  $Bm'TG$  (*ardhul qamar* saat tengah gerhana)

$$Bm'TG = \sin^{-1} (\sin hishshah \times \sin 5^{\circ} 8')$$

$$= \sin^{-1} (\sin 2^{\circ} 6' 1'' \times \sin 5^{\circ} 8')$$

$$= 0^{\circ} 11' 16.36''$$

u.  $dm$  (*bu'dul qamar* pada saat tengah gerhana)

$$dm = \sin^{-1} (\sin Bm'TG \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm'TG \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin Mo'TG)$$

$$= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 11' 16.36'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 11' 16.36'' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 194^{\circ} 01' 54.91'')$$

$$= -5\ 21\ 49.58$$

v.  $PTM = \cos^{-1} (\cos Mo'TG \times \cos Bm'TG / \cos dm)$

$$= \cos^{-1} (\cos 194^{\circ} 01' 54.91'' \times \cos 0^{\circ} 11' 16.36'' / \cos dm)$$

$$= 167^{\circ} 00' 47.94''$$

w.  $S = wasat - (2' 28'' \times T0\ LMT)$

$$= 12\ 7\ 2 \times (2' 28'' \times 19 : 22 : 46.07)$$

$$= 11\ 19\ 13.84$$

x.  $tts = 2' 28'' + 5'' \times \cos Markaz$

$$= 2' 28'' + 5'' \times \cos 88^{\circ} 54' 48''$$

$$= 0^{\circ} 02' 28.09''$$

y.  $S'' = S' - (tts \times T0\ LMT)$

$$= 14^{\circ} 01' 54.91'' - (0^{\circ} 02' 28.09'' \times 19 : 22 : 46.07)$$

$$= 13^{\circ} 14' 05.01''$$

z.  $PTs = \tan^{-1} (\tan S'' \times \cos 23^{\circ} 27')$

$$= \tan^{-1} (\tan 13^{\circ} 14' 05.01'' \times \cos 23^{\circ} 27')$$

$$= 12^{\circ} 10' 32.32''$$

aa.  $tw = (S - PTs) / 15$

$$= (11^{\circ} 19' 13.84'' - 12^{\circ} 10' 32.32'') / 15$$

$$= -0^{\circ} 03' 25.23''$$

bb. *Waqt Najm* =  $PTs + (24 - (12 - tw)) \times 15$   
 $= 12^{\circ} 10' 32.32'' + (24 - (12 - (-0^{\circ} 03' 25.23''))) \times 15$   
 $= 191^{\circ} 19' 13.87''$

cc. *Waqt Najm TG* =  $Waqt Najm + (T0 LMT \times 1.00273790935) \times 15$   
 $= 191^{\circ} 19' 13.87'' + (19 : 22 : 46.07 \times 1.00273790935) \times 15$   
 $= 122^{\circ} 48' 30.12''$

dd. *Fdm* =  $Waqt Najm TG - PTm$   
 $= 122^{\circ} 48' 30.12'' - 167^{\circ} 00' 47.94''$   
 $= -44^{\circ} 12' 17.82''$

ee. *hm* =  $\sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm)$   
 $= \sin^{-1} (\sin 07^{\circ} 00' \times \sin -5^{\circ} 21' 49.58'' + \cos 07^{\circ} 00' \times \cos -5^{\circ} 21' 49.58'' \times \cos -44^{\circ} 12' 17.82'')$   
 $= 46^{\circ} 02' 11.88''$

ff. *Azm :*

x =  $\sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi$   
 $= \sin -5^{\circ} 21' 49.58'' \times \cos 07^{\circ} 00' - \cos -5^{\circ} 21' 49.58'' \times \cos -44^{\circ} 12' 17.82'' \times \sin 07^{\circ} 00'$   
 $= -5.8024804$

y =  $-\cos dm \times \sin Fdm$   
 $= -\cos -5^{\circ} 21' 49.58'' \times \sin -44^{\circ} 12' 17.82''$   
 $= 0.69417406$

*Azm* =  $\tan^{-1} (y : x)$   
 $= \tan^{-1} (0.69417406 : -5.8024804)$   
 $= 104^{\circ} 31' 05.66''$

## 5. *Ta'dīl tul qamar wa arḍuhu*

c. *ttm* =  $0.55 + 0.06 \times \cos khaṣṣah$   
 $= 0.55 + 0.06 \times \cos 208^{\circ} 3' 27''$   
 $= 0^{\circ} 29' 49.39''$

d. *tam* =  $0.05 \times \cos hiṣṣah$   
 $= 0.05 \times \cos 2^{\circ} 6' 1''$   
 $= 0^{\circ} 02' 59.88''$

## 6. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat awal *khusuf syibhi* (penumbra)

i. *Mo'* =  $Mo'TG - (ttm \times T1)$   
 $= 194^{\circ} 01' 54.91'' - (0^{\circ} 29' 49.39'' \times 2^{\circ} 57' 16.89'')$

$$\begin{aligned}
&= 192^{\circ} 33' 47.81'' \\
\text{j. } Bm' &= Bm'TG - (tam \times T1) \\
&= 0^{\circ} 11' 16.36'' - (0^{\circ} 02' 59.88'' \times 2^{\circ} 47' 16.89'') \\
&= 0^{\circ} 02' 24.87'' \\
\text{k. } dm &= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin \\
Mo') & \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 02' 24.87'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 02' 24.87'' \\
&\times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 192^{\circ} 33' 47.81'') \\
&= -4^{\circ} 55' 43.43'' \\
\text{l. } PTm &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 192^{\circ} 33' 47.81'' \times \cos 0^{\circ} 02' 24.87'' / \cos -4^{\circ} \\
&55' 43.43'') \\
&= 168^{\circ} 25' 46.19'' \\
\text{m. } Waqt Najm &= waqt Najm TG - (T1 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 122^{\circ} 48' 30.12'' - (2 : 57 : 16.89 \times \\
&1.00273790935) \times 15 \\
&= 78^{\circ} 21' 59.93'' \\
\text{n. } Fdm &= Waqt Najm - PTm \\
&= 78^{\circ} 21' 59.93'' - 168^{\circ} 25' 46.19'' \\
&= 269^{\circ} 56' 13.74'' \\
\text{o. } hm &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin 07^{\circ} 00' \times \sin -4^{\circ} 55' 43.43'' + \cos 07^{\circ} 00' \times \cos - \\
&4^{\circ} 55' 43.43'' \times \cos 269^{\circ} 56' 13.74'') \\
&= 0^{\circ} 32' 16'' \\
\text{p. } Azm : & \\
x &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -4^{\circ} 55' 43.43'' \times \cos 07^{\circ} 00' - \cos -4^{\circ} 55' 43.43'' \times \cos \\
&269^{\circ} 56' 13.74'' \times \sin 07^{\circ} 00' \\
&= -0.0854093 \\
y &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -4 55 43.43 \times \sin 269^{\circ} 56' 13.74'' \\
&= 0.9963017398 \\
Azm &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (0.9963017398 / -0.0854093) \\
&= 94^{\circ} 53' 59.2''
\end{aligned}$$

## 7. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat akhir gerhana syibhi (penumbra)

$$\begin{aligned}
\text{i. } Mo' &= Mo'TG + (ttm \times T1) \\
&= 194^{\circ} 01' 54.91'' + (0^{\circ} 29' 49.39'' \times 2 : 57 : 16.89)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 195^{\circ} 30' 02.01'' \\
\text{j. } Bm' &= Bm'TG + (\text{tam} \times T1) \\
&= 0^{\circ} 11' 16.36'' + (0^{\circ} 02' 59.88'' \times 2 : 57 : 16.89) \\
&= 0^{\circ} 20' 07.85'' \\
\text{k. } dm &= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin \\
Mo') & \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 20' 07.85'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 20' 07.85'' \\
&\times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 195^{\circ} 30' 02.01'') \\
&= -5^{\circ} 47' 43.54'' \\
\text{l. } PTm &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 195^{\circ} 30' 02.01'' \times \cos 0^{\circ} 20' 07.85'' / \cos -5^{\circ} \\
&47' 43.54'') \\
&= 165^{\circ} 35' 42.34'' \\
\text{m. } Waqt Najm &= waqt Najm TG + (T1 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 122^{\circ} 48' 30.12'' + (2 : 57 : 16.89 \times \\
&1.00273790935) \times 15 \\
&= 167^{\circ} 15' 00.31'' \\
\text{n. } Fdm &= Waqt Najm - PTm \\
&= 167^{\circ} 15' 00.31'' - 165^{\circ} 35' 42.34'' \\
&= 1^{\circ} 39' 17.97'' \\
\text{o. } hm &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin 07^{\circ} 00' \times \sin -5^{\circ} 47' 43.54'' + \cos 07^{\circ} 00' \times \cos - \\
&5^{\circ} 47' 43.54'' \times \cos 1^{\circ} 39' 17.97'') \\
&= 87^{\circ} 57' 41.05'' \\
\text{p. } Azm : & \\
x &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -5^{\circ} 47' 43.54'' \times \cos 07^{\circ} 00' - \cos -5^{\circ} 47' 43.54'' \times \cos \\
&39' 17.97'' \times \sin 07^{\circ} 00' \\
&= 0.0209716 \\
y &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -5^{\circ} 47' 43.54'' \times \sin 1^{\circ} 39' 17.97'' \\
&= -0.0287334 \\
Azm &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (-0.0287334 / 0.0209716) \\
&= 306^{\circ} 07' 28.29''
\end{aligned}$$

## 8. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat awal gerhana hakiki (umbra)

$$\begin{aligned}
\text{i. } Mo' &= Mo'TG - (\text{ttm} \times T2) \\
&= 194^{\circ} 01' 54.91'' - (0^{\circ} 29' 49.39'' \times 1 : 44 : 26.65)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 193^{\circ} 10' 00.05'' \\
\text{j. } Bm' &= Bm'TG - (tam \times T2) \\
&= 0^{\circ} 11' 16.36'' - (0^{\circ} 02' 59.88'' \times 1 : 44 : 26.65) \\
&= 0^{\circ} 06' 03.24'' \\
\text{k. } dm &= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin \\
Mo') & \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 06' 03.24'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 06' 03.24'' \\
&\times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 193^{\circ} 10' 00.05'') \\
&= -5^{\circ} 06' 28.28'' \\
\text{l. } PTm &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 193^{\circ} 10' 00.05'' \times \cos 0^{\circ} 06' 03.24'' / \cos -5^{\circ} 06' \\
&28.28'') \\
&= 167^{\circ} 50' 52.39'' \\
\text{m. } Waqt Najm &= waqt Najm TG - (T2 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 122^{\circ} 48' 30.12'' - (T2 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 96^{\circ} 37' 33.01'' \\
\text{n. } Fdm &= Waqt Najm - PTm \\
&= 96^{\circ} 37' 33.01'' - 167^{\circ} 50' 52.39'' \\
&= -71^{\circ} 13' 19.38'' \\
\text{o. } hm &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin 07^{\circ} 00' \times \sin -5^{\circ} 06' 28.28'' + \cos 07^{\circ} 00' \times \cos - \\
&5^{\circ} 06' 28.28'' \times \cos -71^{\circ} 13' 19.38'') \\
&= 19^{\circ} 12' 47.32'' \\
\text{p. } Azm : & \\
x &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -5^{\circ} 06' 28.28'' \times \cos 07^{\circ} 00' - \cos -5^{\circ} 06' 28.28'' \times \\
&\cos -71^{\circ} 13' 19.38'' \times \sin 07^{\circ} 00' \\
&= -0.0492931 \\
y &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -5^{\circ} 06' 28.28'' \times \sin -71^{\circ} 13' 19.38'' \\
&= 0.9430134 \\
Azm &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (y / x) \\
&= 92^{\circ} 59' 32.05''
\end{aligned}$$

**9. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat akhir gerhana bulan hakiki (umbra)**

$$\begin{aligned}
\text{i. } Mo' &= Mo'TG + (ttm \times T2) \\
&= 194^{\circ} 01' 54.91'' + (0^{\circ} 29' 49.39'' \times 1 : 44 : 26.65) \\
&= 194^{\circ} 19' 00.88''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{j. } Bm' &= Bm'TG + (\text{tam} \times T2) \\
&= 0^\circ 11' 16.36'' + (0^\circ 02' 59.88'' \times 1 : 44 : 26.65) \\
&= 0^\circ 06' 29.48'' \\
\text{k. } dm &= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^\circ 27' + \cos Bm' \times \sin 23^\circ 27' \times \sin \\
Mo') & \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^\circ 06' 29.48'' \times \cos 23^\circ 27' + \cos 0^\circ 06' 29.48'' \\
&\times \sin 23^\circ 27' \times \sin 194^\circ 19' 00.88'') \\
&= -5^\circ 32' 51.69'' \\
\text{l. } PTm &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 194^\circ 19' 00.88'' \times \cos 0^\circ 06' 29.48'' / \cos -5^\circ \\
&32' 51.69'') \\
&= 166^\circ 46' 49.56'' \\
\text{m. } Waqt Najm &= waqt Najm TG + (T2 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 122^\circ 48' 30.12'' + (1 : 44 : 26.65 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 148^\circ 59' 27.23'' \\
\text{n. } Fdm &= Waqt Najm - PTm \\
&= 148^\circ 59' 27.23'' - 166^\circ 46' 49.56'' \\
&= 342^\circ 12' 37.67'' \\
\text{o. } hm &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin 07^\circ 00' \times \sin -5^\circ 32' 51.69'' + \cos 07^\circ 00' \times \cos - \\
&5^\circ 32' 51.69'' \times \cos 342^\circ 12' 37.67'') \\
&= 72 15 31.72 \\
\text{p. } Azm : & \\
x &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -5^\circ 32' 51.69'' \times \cos 07^\circ 00' - \cos -5^\circ 32' 51.69'' \times \\
&\cos 342^\circ 12' 37.67'' \times \sin 07^\circ 00' \\
&= 0.0195449 \\
y &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -5^\circ 32' 51.69'' \times \sin 342^\circ 12' 37.67'' \\
&= 0.3040904 \\
Azm &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (0.3040904 / 0.0195449) \\
&= 86^\circ 19' 20.89''
\end{aligned}$$

#### 10. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat awal *zulam* (total)

$$\begin{aligned}
\text{i. } Mo' &= Mo'TG - (\text{ttm} \times T3) \\
&= 194^\circ 01' 54.91'' - (0^\circ 29' 49.39'' \times 0 : 03 : 44.79) \\
&= 194^\circ 00' 03.18'' \\
\text{j. } Bm' &= Bm'TG - (\text{tam} \times T3) \\
&= 0^\circ 11' 16.36'' - (0^\circ 02' 59.88'' \times 0 : 03 : 44.79) \\
&= 0^\circ 11' 05.13''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{k. } dm \quad &= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^\circ 27' + \cos Bm' \times \sin 23^\circ 27' \times \sin \\
Mo') & \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^\circ 11' 05.13'' \times \cos 23^\circ 27' + \cos 0^\circ 11' 05.13'' \\
&\times \sin 23^\circ 27' \times \sin 194^\circ 00' 03.18'') \\
&= -5^\circ 21' 16.6'' \\
\text{l. } PTm &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 194^\circ 00' 03.18'' \times \cos 0^\circ 11' 05.13'' / \cos -5^\circ \\
&21' 16.6'') \\
&= 167^\circ 02' 40.36'' \\
\text{m. } Waqt Najm &= waqt Najm TG - (T3 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 122^\circ 48' 30.12'' - (0 : 03 : 44.79 \times \\
&1.00273790935) \times 15 \\
&= 121^\circ 52' 09.04'' \\
\text{n. } Fdm &= Waqt Najm - PTm \\
&= 121^\circ 52' 09.04'' - 167^\circ 02' 40.36'' \\
&= 314^\circ 48' 28.68'' \\
\text{o. } hm &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin 07^\circ 00' \times \sin -5^\circ 21' 16.6'' + \cos 07^\circ 00' \times \cos - \\
&5^\circ 21' 16.6'' \times \cos 314^\circ 48' 28.68'') \\
&= 45^\circ 03' 22.4 \\
\text{p. } Azm : & \\
x &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -5^\circ 21' 16.6'' \times \cos 07^\circ 00' - \cos -5^\circ 21' 16.6'' \times \cos \\
&314^\circ 48' 28.68'' \times \sin 07^\circ 00' \\
&= -7.1134784 \\
y &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -5^\circ 21' 16.6'' \times \sin 314^\circ 48' 28.68'' \\
&= 0.7063767 \\
Azm &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (0.7063767 / -7.1134784) \\
&= 174^\circ 19' 44.59''
\end{aligned}$$

### 11. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat akhir *zulam* (total)

$$\begin{aligned}
\text{i. } Mo' &= Mo'TG + (ttm \times T3) \\
&= 194^\circ 01' 54.91'' + (0^\circ 29' 49.39'' \times 0 : 03 : 44.79) \\
&= 194^\circ 03' 46.64'' \\
\text{j. } Bm' &= Bm'TG + (tam \times T3) \\
&= 0^\circ 11' 16.36'' + (0^\circ 02' 59.88'' \times T3) \\
&= 0^\circ 11' 27.59'' \\
\text{k. } dm \quad &= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^\circ 27' + \cos Bm' \times \sin 23^\circ 27' \times \sin \\
Mo') &
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 11' 27.59'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 11' 27.59'' \\
&\quad \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 194^{\circ} 03' 46.64'') \\
&= -5^{\circ} 22' 22.55'' \\
\text{l. PTm} &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 194^{\circ} 03' 46.64'' \times \cos 0^{\circ} 11' 27.59'' / \cos -5^{\circ} \\
&\quad 22' 22.55'') \\
&= 166^{\circ} 59' 00.12'' \\
\text{m. Waqt Najm} &= \text{waqt Najm TG} + (T3 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 122^{\circ} 48' 30.12'' + (0 : 03 : 44.79 \times \\
&\quad 1.00273790935) \times 15 \\
&= 123^{\circ} 44' 51.2'' \\
\text{n. Fdm} &= \text{Waqt Najm} - \text{PTm} \\
&= 123^{\circ} 44' 51.2'' - 166^{\circ} 59' 00.12'' \\
&= -43^{\circ} 14' 08.92'' \\
\text{o. hm} &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin 07^{\circ} 00' \times \sin -5^{\circ} 22' 22.55'' + \cos 07^{\circ} 00' \times \cos - \\
&\quad 5^{\circ} 22' 22.55'' \times \cos -43^{\circ} 14' 08.92'') \\
&= 45 06 53.09 \\
\text{p. Azm :} \\
\text{x} &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -5^{\circ} 22' 22.55'' \times \cos 07^{\circ} 00' - \cos -5^{\circ} 22' 22.55'' \times \cos \\
&\quad -43^{\circ} 14' 08.92'' \times \sin 07^{\circ} 00' \\
&= -0.1813366 \\
\text{y} &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -5^{\circ} 22' 22.55'' \times \sin -43^{\circ} 14' 08.92'' \\
&= -0.6819925 \\
\text{Azm} &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (-0.6819925 / -0.1813366) \\
&= 255^{\circ} 06' 36.03''
\end{aligned}$$

Hisab gerhana bulan metode kitab *Maslak al-Qāsid*, 23 Maret 2016

التاريخ العربي	الميلادي	(A) العلامة					(F) الحصاة			(W) الوسط			(A) الخاصة			(M) المركز			
		Hr	Ps	Jm	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	
Majmu'ah	1410	2447726	3	2	16	49	25	328	52	50	116	10	14	278	16	17	193	24	35
Mabsu'ah	27	9567	5	2	21	51	33	217	14	34	70	35	13	84	41	16	70	8	8
Jumadil Akhir	6	177	2	2	4	24	17	184	1	23	174	38	26	154	54	6	174	37	56
Alamah Mu'tlaqah		2457471	4	2	19	5	15	10	8	47	1	23	53	157	51	39	78	10	39
(-)		1																	
		2457470																	
2000		2451544							DALIL				Ta'dil Alamah						
		5926							D1 A	157	51	39		T1	-3	40	58.05		
		5844							D2 M	78	10	39		T2	4	3	0.23		
16		82							D3 2A	315	43	18		T3	(-0)	16	9.73		
		59							D5 (A-M)	79	41	0		T5	0	10	28.37		
Maret		23							D6 (A+M)	236	2	18		T6	0	6	8.15		
									D7 (2M)	156	21	18		T7	0	1	11.94		
TA (+)					0	16	39.49		DTk1 (2F)	20	17	34		Tk1	(-0)	4	50.81		
FT (+)					(-0)	11	24		DTk2 (A-2F)	137	34	5		Tk2	(-0)	2	14.3		
Delta T (-)						69.6			DTk3 (A+2F)	178	9	13		Tk3	0	0	3.69		
Alamah Mu'addalah		23	4	2	19	9	20.09						Jumlah (TA)		0	16	39.49		

Tempat : Semarang

Bujur Tempat ( $\lambda$ ) :  $110^{\circ} 24'$  BT

Lintang Tempat ( $\Phi$ ) :  $07^{\circ} 00'$  LS

Time Zone (TZ) : 7

$$FT = (\lambda - 113^{\circ} 15') / 15$$

$$= -0^{\circ} 11' 24''$$

$$\Delta T (\Delta T) = 62.92 + 0.32217 X t + 0.005589 x t^2$$

$$t = y - 2000$$

$$y = th + (bln - 0.5) / 12$$

$$= 2016 + (3 - 0.5) / 12$$

$$= 2016.208333$$

$$t = 2016.208333 - 2000$$

$$= 16.208333$$

$$\Delta T (\Delta T) = 62.92 + 0.32217 x 16.208333 + 0.005589 x 16.208333^2$$

$$= 69.61012516$$

$$= 69.6$$

Gerhana bulan yang terjadi pada Rabu Pahing, Jumadil Akhir 1437 H bertepatan pada tanggal 23 Maret 2016

$$T0 = 19 : 09 : 20.09 \text{ LMT}$$

$$T0 = T0 \text{ LMT} + ((TZ \times 15) - \lambda) / 15$$

$$= 19 : 09 : 20.09 + ((7 \times 15) - 110^{\circ} 24') / 15$$

$$= 18 : 47 : 44.9 \text{ WD}$$

### A'malul Khusuf

#### 14. Mahfuz Awwal (X)

$$X = 0.2070 x \sin M + 0.0024 x \sin 2M - 0.0392 x \sin A + 0.0116 x \sin 2A +$$

$$0.0118 x \sin 2F - 0.0073 x \sin (A + M) + 0.0067 x \sin (A - M)$$

$$= 0.2070 x \sin 212^{\circ} 58' 6'' + 0.0024 x \sin 156^{\circ} 21' 18'' - 0.0392 x \sin 157^{\circ}$$

$$51' 39'' + 0.0116 x \sin 315^{\circ} 43' 18'' + 0.0118 x \sin 20^{\circ} 17' 34'' - 0.0073 x$$

$$\begin{aligned}
& \sin (157^{\circ} 51' 39'' + 78^{\circ} 10' 39'') + 0.0067 \times \sin (157^{\circ} 51' 39'' - 78^{\circ} 10' 39'') \\
& = 0.2070 \times \sin 212^{\circ} 58' 6'' + 0.0024 \times \sin 156^{\circ} 21' 18'' - 0.0392 \times \sin 157^{\circ} 51' 39'' \\
& + 0.0116 \times \sin 315^{\circ} 43' 18'' + 0.0118 \times \sin 20^{\circ} 17' 34'' - 0.0073 \times \sin 236^{\circ} 2' 18'' \\
& + 0.0067 \times \sin 79^{\circ} 41' 0'' \\
& = 00^{\circ} 11' 50.78''
\end{aligned}$$

15. *Mahfuz šani ( Y )*

$$\begin{aligned}
Y & = 5.2207 - 0.0048 \times \cos M + 0.0020 \times \cos 2M - 0.3299 \times \cos A - 0.0060 \\
& \times \cos (A+M) + 0.0041 \times \cos (A-M) \\
& = 5.2207 - 0.0048 \times \cos 212^{\circ} 58' 6'' + 0.0020 \times \cos 156^{\circ} 21' 18'' - 0.3299 \\
& \times \cos 157^{\circ} 51' 39'' - 0.0060 \times \cos (157^{\circ} 51' 39'' + 78^{\circ} 10' 39'') + 0.0041 \times \\
& \cos (157^{\circ} 51' 39'' - 78^{\circ} 10' 39'') \\
& = 5.2207 - 0.0048 \times \cos 212^{\circ} 58' 6'' + 0.0020 \times \cos 156^{\circ} 21' 18'' - 0.3299 \\
& \times \cos 157^{\circ} 51' 39'' - 0.0060 \times \cos 236^{\circ} 2' 18'' + 0.0041 \times \cos 79^{\circ} 41' 0'' \\
& = 5^{\circ} 31' 39.7''
\end{aligned}$$

16. *Bu'duz Zawiyah ( γ )*

$$\begin{aligned}
\gamma & = X \cos F + Y \sin F \\
& = 0^{\circ} 11' 50.78'' \cos 10^{\circ} 8' 47'' + 5^{\circ} 31' 39.7'' \sin 10^{\circ} 8' 47'' \\
& = 1^{\circ} 10' 05.18''
\end{aligned}$$

17. *Ta'dil Zil ( u )*

$$\begin{aligned}
u & = 0.0006 + 0.0046 \times \cos M - 0.0182 \times \cos A + 0.0004 \times \cos 2A - 0.0005 \times \\
& \cos (A+M) \\
& = 0.0006 + 0.0046 \times \cos 78^{\circ} 10' 39'' - 0.0182 \times \cos 157^{\circ} 51' 39'' + 0.0004 \\
& \times \cos 315^{\circ} 43' 18'' - 0.0005 \times \cos (157^{\circ} 51' 39'' + 78^{\circ} 10' 39'') \\
& = 0^{\circ} 01' 08.28''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
18. P & = 1.5573 + u \\
& = 1.5573 + 0^{\circ} 01' 08.28'' \\
& = 1^{\circ} 34' 34.56''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
19. Q & = 1.0128 - u \\
& = 1.0128 - 0^{\circ} 01' 08.28'' \\
& = 0^{\circ} 59' 37.8''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
20. R & = 0.4678 - u \\
& = 0.4678 - 0^{\circ} 01' 08.28'' \\
& = 0^{\circ} 30' 31.5''
\end{aligned}$$

21. *n (sabaq mu'addal)*

$$\begin{aligned}
n & = 0.5458 + 0.0400 \times \cos A \\
& = 0.5458 + 0.0400 \times \cos 157^{\circ} 51' 39'' \\
& = 0^{\circ} 30' 31.5''
\end{aligned}$$

$$22. \text{Magnitudo Penumbra} = (1.5573 + u - \text{abs}(\gamma)) / 0.5450$$

$$\begin{aligned}
&= (1.5573 + 0^\circ 01' 08.28'' - \text{abs}(1^\circ 10' 05.18'')) / \\
&0.5450 \\
&= 0.7489202 \\
23. \text{ Magnitudo Umbra} &= (1.0128 - u \text{ abs}(\gamma)) / 0.5450 \\
&= (1.0128 - 0^\circ 01' 08.28'' \text{ abs}(1^\circ 10' 05.18'')) / \\
&0.5450 \\
&= -0.3197634 \\
24. \text{ T1 (semidurasi penumbra)} &= \sqrt{(P^2 - \gamma^2)} / n \\
&= \sqrt{(1^\circ 34' 34.56''^2 - 1^\circ 10' 05.18''^2)} / 0^\circ 30' \\
&31.5'' \\
&= 02 : 04 : 49.21 \\
25. \text{ T2 (semidurasi umbra)} &= - \\
26. \text{ T3 (semidurasi total)} &= - \\
\text{Awal penumbra} &= T0 - T1 \\
&= 19 : 09 : 20.9 - 02 : 04 : 49.21 \\
&= 17 : 04 : 31.69 \\
\text{Awal umbra} &= - \\
\text{Awal total} &= - \\
\text{Tengah gerhana} &= T0 \\
&= 19 : 09 : 20.9 \\
\text{Akhir total} &= - \\
\text{Akhir umbra} &= - \\
\text{Akhir penumbra} &= T0 + T1 \\
&= 19 : 09 : 20.9 + 02 : 04 : 49.21 \\
&= 21 : 14 : 10.11
\end{aligned}$$

**12. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan pada saat tengah gerhana adalah berikut langkahnya :**

gg.  $tm$  (*Ta'dīl Markaz*) =  $1^\circ 52' 53.91''$  (lihat jadwal no. 14 pada kolom *markaz*)

hh.  $S'$  (*tul syamsi*) =  $wasat + tm$   
=  $12^\circ 7' 2'' + 1^\circ 52' 53.91''$   
=  $3^\circ 16' 46.91''$

ii.  $Mo'TG$  (*tul qamar* saat tengah gerhana)

$$\begin{aligned}
Mo'TG &= S' + 180 \\
&= 3^\circ 16' 46.91'' + 180 \\
&= 183^\circ 16' 46.9''
\end{aligned}$$

jj.  $Bm'TG$  (*ardul qamar* saat tengah gerhana)

$$\begin{aligned}
\text{Bm'TG} &= \sin^{-1} (\sin \text{hişşah} \times \sin 5^{\circ} 8') \\
&= \sin^{-1} (\sin 10^{\circ} 8' 47'' \times \sin 5^{\circ} 8') \\
&= 0^{\circ} 54' 11.29'' \\
\text{kk. dm (bu'dul qamar pada saat tengah gerhana)} \\
\text{dm} &= \sin^{-1} (\sin \text{Bm'TG} \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos \text{Bm'TG} \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin \text{Mo'TG}) \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 54' 11.29'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 54' 11.29'' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 183^{\circ} 16' 46.9'') \\
&= -00^{\circ} 28' 32.78'' \\
\text{ll. PTM} &= \cos^{-1} (\cos \text{Mo'TG} \times \cos \text{Bm'TG} / \cos \text{dm}) \\
&= \cos^{-1} (\cos 183^{\circ} 16' 46.9'' \times \cos 0^{\circ} 54' 11.29'' / \cos -00^{\circ} 28' 32.78'') \\
&= 183^{\circ} 22' 5.68'' \\
\text{mm. S} &= \text{wasaf} - (2' 28'' \times \text{T0 LMT}) \\
&= 1^{\circ} 23' 53'' \times (2' 28'' \times 19 : 09 : 20.9) \\
&= 0^{\circ} 36' 37.94'' \\
\text{nn. tts} &= 2' 28'' + 5'' \times \cos \text{Markaz} \\
&= 2' 28'' + 5'' \times \cos 78^{\circ} 10' 39'' \\
&= 0^{\circ} 02' 29.02'' \\
\text{oo. S''} &= \text{S''} - (\text{tts} \times \text{T0 LMT}) \\
&= 3^{\circ} 16' 46.91'' - (0^{\circ} 02' 29.02'' \times 19 : 09 : 20.9) \\
&= 2^{\circ} 29' 12.31'' \\
\text{pp. PTs} &= \tan^{-1} (\tan \text{S''} \times \cos 23^{\circ} 27') \\
&= \tan^{-1} (\tan 2^{\circ} 29' 12.31'' \times \cos 23^{\circ} 27') \\
&= 2^{\circ} 16' 53.73'' \\
\text{qq. tw} &= (\text{S} - \text{PTs}) / 15 \\
&= (0^{\circ} 36' 37.94'' - 2^{\circ} 16' 53.73'') / 15 \\
&= -0^{\circ} 06' 41.05'' \\
\text{rr. Waqt Najm} &= \text{PTs} + (24 - (12 - \text{tw})) \times 15 \\
&= 2^{\circ} 16' 53.73'' + (24 - (12 - (-0^{\circ} 06' 41.05''))) \times 15 \\
&= 180^{\circ} 36' 37.98'' \\
\text{ss. Waqt Najm TG} &= \text{Waqt Najm} + (\text{T0 LMT} \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 180^{\circ} 36' 37.98'' + (19 : 09 : 20.9 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 108^{\circ} 44' 03.61'' \\
\text{tt. Fdm} &= \text{Waqt Najm TG} - \text{PTm} \\
&= 108^{\circ} 44' 03.61'' - 183^{\circ} 22' 5.68'' \\
&= 285^{\circ} 21' 57.93'' \\
\text{uu. hm} &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin \text{dm} + \cos \Phi \times \cos \text{dm} \times \cos \text{Fdm})
\end{aligned}$$

$$= \sin^{-1} (\sin 07^{\circ} 00' \times \sin -00^{\circ} 28' 32.78'' + \cos 07^{\circ} 00'; \times \cos -00^{\circ} 28' 32.78'' \times \cos 285^{\circ} 21' 57.93'')$$

$$= 15^{\circ} 18' 29.98''$$

vv. Azm :

$$x = \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi$$

$$= \sin -00^{\circ} 28' 32.78'' \times \cos 07^{\circ} 00'; - \cos -00^{\circ} 28' 32.78'' \times \cos 285^{\circ} 21' 57.93'' \times \sin 07^{\circ} 00'$$

$$= 0.0248953518$$

$$y = -\cos dm \times \sin Fdm$$

$$= -\cos -00^{\circ} 28' 32.78'' \times \cos 285^{\circ} 21' 57.93''$$

$$= 0.9642191509$$

$$\text{Azm} = \tan^{-1} (y : x)$$

$$= \tan^{-1} (0.9642191509 : 0.0248953518)$$

$$= 88^{\circ} 31' 15.69''$$

### 13. *Ta'dīl ṭul qamar wa arḍuhu*

e. ttm =  $0.55 + 0.06 \times \cos khaṣṣah$

$$= 0.55 + 0.06 \times \cos 157^{\circ} 51' 39''$$

$$= 0^{\circ} 29' 39.93''$$

f. tam =  $0.05 \times \cos hiṣṣah$

$$= 0.05 \times \cos 10^{\circ} 8' 47''$$

$$= 0^{\circ} 02' 57.18''$$

### 14. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat awal *khusuf syibhi* (penumbra)

q. Mo' =  $Mo'TG - (ttm \times T1)$

$$= 183^{\circ} 16' 46.9'' - (0^{\circ} 29' 39.93'' \times 02 : 04 : 49.21)$$

$$= 182^{\circ} 15' 4.05''$$

r. Bm' =  $Bm'TG - (tam \times T1)$

$$= -00^{\circ} 28' 32.78'' - (0^{\circ} 02' 57.18'' \times 02 : 04 : 49.21)$$

$$= 0^{\circ} 48' 02.7''$$

s. dm (Mo')

$$= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin Mo')$$

$$= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 48' 02.7'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 48' 02.7'' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 182^{\circ} 15' 4.05'')$$

$$= -0^{\circ} 09' 39.33''$$

t. PTm =  $\cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm)$

$$= \cos^{-1} (\cos 182^{\circ} 15' 4.05'' \times \cos 0^{\circ} 48' 02.7'' / \cos -0^{\circ} 09' 39.33'')$$

$$= 177^{\circ} 36' 58.28''$$

u. *Waqat Najm* =  $waqt Najm TG - (T1 \times 1.00273790935) \times 15$

$$= 108^{\circ} 44' 03.61'' - (2 : 57 : 16.89 \times 1.00273790935) \times 15$$

$$= 77^{\circ} 26' 37.89''$$

v. Fdm = *Waqat Najm* – PTm  
 $= 77^{\circ} 26' 37.89'' - 177^{\circ} 36' 58.28''$   
 $= 259^{\circ} 49' 39.61''$

w. hm =  $\sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm)$   
 $= \sin^{-1} (\sin -07^{\circ} 00' \times \sin -0^{\circ} 09' 39.33'' + \cos -07^{\circ} 00' \times \cos -0^{\circ} 09' 39.33'' \times \cos 259^{\circ} 49' 39.61'')$   
 $= -10^{\circ} 04' 32.7''$

x. Azm :

x =  $\sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi$   
 $= \sin -0^{\circ} 09' 39.33'' \times \cos -07^{\circ} 00' - \cos -0^{\circ} 09' 39.33'' \times \cos 259^{\circ} 49' 39.61'' \times \sin -07^{\circ} 00'$   
 $= -0.02431092229$

y =  $-\cos dm \times \sin Fdm$   
 $= -\cos -0^{\circ} 09' 39.33'' \times \sin 259^{\circ} 49' 39.61''$   
 $= 0.9842771292$

Azm =  $\tan^{-1} (y / x)$   
 $= \tan^{-1} (0.9842771292 / -0.02431092229)$   
 $= 91^{\circ} 24' 53.55''$

**15. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat akhir gerhana bulan syibhi (penumbra)**

q. Mo' = Mo'TG + (ttm x T1)  
 $= 183^{\circ} 16' 46.9'' + (0^{\circ} 29' 39.93'' \times 02 : 04 : 49.21)$   
 $= 184^{\circ} 18' 29.75''$

r. Bm' = Bm'TG + (tam x T1)  
 $= 0^{\circ} 54' 11.29'' + (0^{\circ} 25' 7.18'' \times 02 : 04 : 49.21)$   
 $= 1^{\circ} 00' 19.88''$

s. dm (Mo')

 $= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin Mo')$ 
 $= \sin^{-1} (\sin 1^{\circ} 00' 19.88'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 1^{\circ} 00' 19.88'' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 184^{\circ} 18' 29.75'')$ 
 $= -0^{\circ} 47' 24.67''$ 

t. PTm =  $\cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm)$   
 $= \cos^{-1} (\cos 184^{\circ} 18' 29.75'' \times \cos 1^{\circ} 00' 19.88'' / \cos -0^{\circ} 47' 24.67'')$   
 $= 175^{\circ} 38' 49.82''$

u. *Waqat Najm* = *waqt Najm TG* + (T1 x 1.00273790935) x 15

$$\begin{aligned}
&= 108^{\circ} 44' 03.61'' + (02 : 04 : 49.21 \times \\
&1.00273790935) \times 15 \\
&= 140^{\circ} 01' 29.33''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{v. Fdm} &= \text{Waqt Najm} - \text{PTm} \\
&= 140^{\circ} 01' 29.33'' - 175^{\circ} 38' 49.82'' \\
&= 324^{\circ} 22' 39.51''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{w. hm} &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin -07^{\circ} 00' \times \sin -0^{\circ} 47' 24.67'' + \cos -07^{\circ} 00' \times \\
&\cos -0^{\circ} 47' 24.67'' \times \cos 324^{\circ} 22' 39.51'') \\
&= 53^{\circ} 56' 30.11''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{x. Azm :} \\
\text{x} &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -0^{\circ} 47' 24.67'' \times \cos 07^{\circ} 00' - \cos -0^{\circ} 47' 24.67'' \times \cos \\
&324^{\circ} 22' 39.51'' \times \sin 07^{\circ} 00' \\
&= 0.08536682678
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{y} &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -0^{\circ} 47' 24.67'' \times \sin 324^{\circ} 22' 39.51'' \\
&= 0.5823848297
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Azm} &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (0.5823848297 / 0.08536682678) \\
&= 261^{\circ} 39' 39.19''
\end{aligned}$$



Hisab gerhana bulan metode kitab *Maslak al-Qāsid*, 8 Agustus 2017

التاريخ العربي	الميلادي	(A) العلامة					(F) الحصة			(W) الوسط			(A) الخاصة			(M) المركز			
		Hr	Ps	Jm	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	Dr	Mn	Dt	
Majmu'ah	1410	2447726	3	2	16	49	25	328	52	50	116	10	14	278	16	17	193	24	35
Mabsu'ah	28	9922	3	2	6	40	8	225	17	20	59	52	5	34	29	28	59	23	59
Zulkaidah	11	324	2	4	20	4	32	337	22	32	320	10	27	283	59	11	320	9	32
Alamah Mu'laqah		2457973	2	4	19	34	5	171	32	42	136	12	46	236	44	56	212	58	6
(-)		1																	
		2457972																	
2000		2451544							DALIL				Ta'dil Alamah						
		6428							D1 A	236	44	56		T1	8	10	20.87		
		6209							D2 M	212	58	6		T2	(-2)	15	6.07		
17		219							D3 2A	113	29	52		T3	0	21	14.02		
		212							D5 (A-M)	23	46	50		T5	0	4	17.59		
Agustus		7							D6 (A+M)	89	43	2		T6	(-0)	7	24		
									D7 (2M)	65	56	12		T7	0	2	43.94		
TA (+)					6	22	14.07		DTk1 (2F)	343	5	24		Tk1	0	4	3.74		
FT (+)					(-0)	11	24		DTk2 (A-2F)	253	39	32		Tk2	0	3	10.66		
Delta T (-)						70.3			DTk3 (A+2F)	219	50	20		Tk3	(-0)	1	6.68		
Alamah Mu'addalah		8	3	0	1	43	44.77		Jumlah (TA)				6	22	14.07				

Tempat : Semarang

Bujur Tempat (  $\lambda$  ) :  $110^{\circ} 24'$  BT

Lintang Tempat (  $\Phi$  ) :  $07^{\circ} 00'$  LS

Time Zone ( TZ ) : 7

FT = (  $\lambda - 113^{\circ} 15'$  ) / 15

=  $-0^{\circ} 11' 24''$

Delta T (  $\Delta T$  ) =  $62.92 + 0.32217 X t + 0.005589 x t^2$

t = y - 2000

y = th + (bln - 0.5) / 12

= 2017 + (4 - 0.5) / 12

= 2017.625

t = 2017.625 - 2000

= 17.625

Delta T (  $\Delta T$  ) =  $62.92 + 0.32217 x 17.625 + 0.005589 x 17.625^2$

= 70.3344167

= 70.3

Gerhana bulan yang terjadi pada Selasa Kliwon, Zulkaidah 1438 H bertepatan pada tanggal 8 Agustus 2017

T0 = 1 : 43 : 44.77 LMT

T0 = T0 LMT + ((TZ x 15) -  $\lambda$ ) / 15

= 1 : 43 : 44.77 + ((7 x 15) -  $110^{\circ} 24'$ ) / 15

= 1 : 22 : 08.77 WD

**A'malul Khusuf**

27. Mahfuz Awwal ( X )

X =  $0.2070 x \sin M + 0.0024 x \sin 2M - 0.0392 x \sin A + 0.0116 x \sin 2A +$

$0.0118 x \sin 2F - 0.0073 x \sin (A + M) + 0.0067 x \sin (A - M)$

=  $0.2070 x \sin 212^{\circ} 58' 6'' + 0.0024 x \sin 65^{\circ} 56' 12'' - 0.0392 x \sin 236^{\circ}$

$44' 56'' + 0.0116 x \sin 113^{\circ} 29' 52'' + 0.0118 x \sin 343^{\circ} 5' 24'' - 0.0073 x$

$$\begin{aligned} & \sin (236^{\circ} 44' 56'' + 212^{\circ} 58' 6'') + 0.0067 \times \sin (236^{\circ} 44' 56'' - 212^{\circ} 58' 6'') \\ & = 0.2070 \times \sin 212^{\circ} 58' 6'' + 0.0024 \times \sin 65^{\circ} 56' 12'' - 0.0392 \times \sin 236^{\circ} 44' 56'' \\ & + 0.0116 \times \sin 113^{\circ} 29' 52'' + 0.0118 \times \sin 343^{\circ} 5' 24'' - 0.0073 \times \sin 89^{\circ} 43' 02'' \\ & + 0.0067 \times \sin 23^{\circ} 46' 50'' \\ & = -0^{\circ} 4' 30.23'' \end{aligned}$$

28. *Mahfuz šani ( Y )*

$$\begin{aligned} Y & = 5.2207 - 0.0048 \times \cos M + 0.0020 \times \cos 2M - 0.3299 \times \cos A - 0.0060 \\ & \times \cos (A+M) + 0.0041 \times \cos (A-M) \\ & = 5.2207 - 0.0048 \times \cos 212^{\circ} 58' 6'' + 0.0020 \times \cos 65^{\circ} 56' 12'' - 0.3299 \times \\ & \cos 236^{\circ} 44' 56'' - 0.0060 \times \cos (236^{\circ} 44' 56'' + 212^{\circ} 58' 6'') + 0.0041 \times \\ & \cos (236^{\circ} 44' 56'' - 212^{\circ} 58' 6'') \\ & = 5.2207 - 0.0048 \times \cos 88^{\circ} 54' 48'' + 0.0020 \times \cos 177^{\circ} 49' 36'' - 0.3299 \times \\ & \cos 208^{\circ} 3' 27'' - 0.0060 \times \cos 89^{\circ} 43' 02'' + 0.0041 \times \cos 23^{\circ} 46' 50'' \\ & = 5^{\circ} 24' 36.55'' \end{aligned}$$

29. *Bu'duz Zawiyah (  $\gamma$  )*

$$\begin{aligned} \gamma & = X \cos F + Y \sin F \\ & = 0^{\circ} 11' 50.78'' \cos 171^{\circ} 32' 42'' + 5^{\circ} 31' 39.7'' \sin 171^{\circ} 32' 42'' \\ & = 0^{\circ} 52' 10.98'' \end{aligned}$$

30. *Ta'dil zil ( u )*

$$\begin{aligned} u & = 0.0006 + 0.0046 \times \cos M - 0.0182 \times \cos A + 0.0004 \times \cos 2A - 0.0005 \times \\ & \cos (A+M) \\ & = 0.0006 + 0.0046 \times \cos 212^{\circ} 58' 6'' - 0.0182 \times \cos 236^{\circ} 44' 56'' + 0.0004 \\ & \times \cos 113^{\circ} 29' 52'' - 0.0005 \times \cos (236^{\circ} 44' 56'' + 212^{\circ} 58' 6'') \\ & = 0^{\circ} 0' 23.61'' \end{aligned}$$

31.  $P = 1.5573 + u$

$$\begin{aligned} & = 1.5573 + 0^{\circ} 0' 23.61'' \\ & = 1^{\circ} 33' 49.89'' \end{aligned}$$

32.  $Q = 1.0128 - u$

$$\begin{aligned} & = 1.0128 - 0^{\circ} 0' 23.61'' \\ & = 1^{\circ} 0' 22.47'' \end{aligned}$$

33.  $R = 0.4678 - u$

$$\begin{aligned} & = 0.4678 - 0^{\circ} 0' 23.61'' \\ & = 0^{\circ} 27' 40.47'' \end{aligned}$$

34.  $n$  (*sabaq mu'addal*)

$$\begin{aligned} n & = 0.5458 + 0.0400 \times \cos A \\ & = 0.5458 + 0.0400 \times \cos 236^{\circ} 44' 56'' \\ & = 0^{\circ} 31' 25.92'' \end{aligned}$$

35. Magnitudo Penumbra =  $(1.5573 + u - \text{abs}(\gamma)) / 0.5450$

$$= (1.5573 + 0^{\circ} 0' 23.61'' - \text{abs } (0^{\circ} 52' 10.98'')) / 0.5450$$

$$= 1.2736547$$

36. Magnitudo Umbra  $= (1.0128 - u \text{ abs } (\gamma)) / 0.5450$

$$= (1.0128 - 0^{\circ} 01' 08.28'' \text{ abs } (0^{\circ} 52' 10.98'')) / 0.5450$$

$$= 0.2505061$$

37. T1 (semidurasi penumbra)  $= \sqrt{(P^2 - \gamma^2)} / n$

$$= \sqrt{(1^{\circ} 33' 49.89''^2 - 0^{\circ} 52' 10.98''^2)} / 0^{\circ} 31' 25.92''$$

$$= 02 : 28 : 51.46$$

38. T2 (semidurasi umbra)  $= \sqrt{(Q^2 - \gamma^2)} / n$

$$= \sqrt{(1^{\circ} 0' 22.47''^2 - 0^{\circ} 52' 10.98''^2)} / 0^{\circ} 31' 25.92''$$

$$= 00 : 57 : 57.76$$

39. T3 (semidurasi total)  $= \sqrt{(R^2 - \gamma^2)} / n$

$$= \sqrt{(0^{\circ} 30' 31.5''^2 - 1^{\circ} 10' 05.18''^2)} / 0^{\circ} 30' 31.5''$$

$$= 0 : 03 : 44.79$$

Awal penumbra  $= T0 - T1$

$$= 1 : 43 : 44.77 - 02 : 28 : 51.46$$

$$= 23 : 14 : 53.21$$

Awal umbra  $= T0 - T2$

$$= 1 : 43 : 44.77 - 00 : 57 : 57.76$$

$$= 0 : 45 : 47.01$$

Awal total  $= -$

Tengah gerhana  $= T0$

$$= 1 : 43 : 44.77$$

Akhir total  $= -$

Akhir umbra  $= T0 + T2$

$$= 1 : 43 : 44.77 + 00 : 57 : 57.76$$

$$= 2 : 41 : 42.53$$

Akhir penumbra  $= T0 + T1$

$$= 1 : 443 : 44.77 + 02 : 28 : 51.46$$

$$= 4 : 12 : 36.33$$

**16. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan pada saat tengah gerhana adalah berikut langkahnya :**

ww.  $tm (Ta'dil Markaz) = -1^{\circ} 1' 25.83''$  (lihat jadwal no. 14 pada kolom *markaz*)

$$\begin{aligned}
\text{xx. } S' \text{ (} tul \text{ syamsi)} &= wasaf + tm \\
&= 136^{\circ} 12' 46'' + (-1^{\circ} 1' 25.83'') \\
&= 135^{\circ} 11' 20.1'' \\
\text{yy. } Mo'TG \text{ (} tul \text{ qamar saat tengah gerhana)} \\
Mo'TG &= S' + 180 \\
&= 135^{\circ} 11' 20.1'' + 180 \\
&= 315^{\circ} 11' 20.1'' \\
\text{zz. } Bm'TG \text{ (} ardul \text{ qamar saat tengah gerhana)} \\
Bm'TG &= \sin^{-1} (\sin hisshah \times \sin 5^{\circ} 8') \\
&= \sin^{-1} (\sin 171^{\circ} 32' 42'' \times \sin 5^{\circ} 8') \\
&= 0^{\circ} 45' 15.61'' \\
\text{aaa. } dm \text{ (} bu'dul \text{ qamar pada saat tengah gerhana)} \\
dm &= \sin^{-1} (\sin Bm'TG \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm'TG \times \sin 23^{\circ} \\
&\quad 27' \times \sin Mo'TG) \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 45' 15.61'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 45' 15.61'' \\
&\quad \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 315^{\circ} 11' 20.1'') \\
&= -15^{\circ} 34' 2.15'' \\
\text{bbb. } PTM &= \cos^{-1} (\cos Mo'TG \times \cos Bm'TG / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 315^{\circ} 11' 20.1'' \times \cos 0^{\circ} 45' 15.61'' / \cos -15^{\circ} \\
&\quad 34' 2.15'') \\
&= 317^{\circ} 25' 28.3'' \\
\text{ccc. } S &= wasaf - (2' 28'' \times T0 \text{ LMT}) \\
&= 1272 \times (2' 28'' \times 1 : 43 : 44.77) \\
&= 136^{\circ} 08' 30.09'' \\
\text{ddd. } tts &= 2' 28'' + 5'' \times \cos Markaz \\
&= 2' 28'' + 5'' \times \cos 212^{\circ} 58' 6'' \\
&= 0^{\circ} 2' 23.81'' \\
\text{eee. } S'' &= S' - (tts \times T0 \text{ LMT}) \\
&= 135^{\circ} 11' 20.1'' - (0^{\circ} 2' 23.81'' \times 1 : 43 : 44.77) \\
&= 135^{\circ} 07' 11.44'' \\
\text{fff. } PTs &= \tan^{-1} (\tan S'' \times \cos 23^{\circ} 27') \\
&= \tan^{-1} (\tan 135^{\circ} 07' 11.44'' \times \cos 23^{\circ} 27') \\
&= 137^{\circ} 35' 09.13'' \\
\text{ggg. } tw &= (S - PTs) / 15 \\
&= (136^{\circ} 08' 30.09'' - 137^{\circ} 35' 09.13'') / 15 \\
&= -0^{\circ} 05' 46.6'' \\
\text{hhh. } Waqt \text{ Najm} &= PTs + (24 - (12 - tw)) \times 15 \\
&= 137^{\circ} 35' 09.13'' + (24 - (12 - (-0^{\circ} 05' 46.6''))) \times \\
&\quad 15 \\
&= 316^{\circ} 08' 30.13''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{iii. Waqt Najm TG} &= \text{Waqt Najm} + (\text{T0 LMT} \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 316^{\circ} 08' 30.13'' + (1 : 43 : 44.77 \times 1.00273790935) \\
&\quad \times 15 \\
&= 342^{\circ} 08' 57.32''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{jjj. Fdm} &= \text{Waqt Najm TG} - \text{PTm} \\
&= 342^{\circ} 08' 57.32'' - 317^{\circ} 25' 28.3'' \\
&= 24^{\circ} 43' 29.02''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{kkk. hm} &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin -07^{\circ} 00' \times \sin -15^{\circ} 34' 2.15'' + \cos -07^{\circ} 00' \times \cos - \\
&\quad 15^{\circ} 34' 2.15'' \times \cos 24^{\circ} 43' 29.02'') \\
&= 64^{\circ} 18' 54.01''
\end{aligned}$$

lll. Azm :

$$\begin{aligned}
x &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -15^{\circ} 34' 2.15'' \times \cos 07^{\circ} 00' - \cos -15^{\circ} 34' 2.15'' \times \cos \\
&\quad 24^{\circ} 43' 29.02'' \times \sin 07^{\circ} 00' \\
&= -0.1597325929
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
y &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -15^{\circ} 34' 2.15'' \times \sin 24^{\circ} 43' 29.02'' \\
&= -0.4029157361
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Azm} &= \tan^{-1} (y : x) \\
&= \tan^{-1} ((-0.4029157361) : (-0.1597325929)) \\
&= 248^{\circ} 22' 28.42''
\end{aligned}$$

### 17. Ta'dil thul qamar wa ardluhu

$$\begin{aligned}
\text{g. ttm} &= 0.55 + 0.06 \times \cos kha\text{ṣṣ}ah \\
&= 0.55 + 0.06 \times \cos 236^{\circ} 44' 56'' \\
&= 0^{\circ} 31' 1.57''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{h. tam} &= 0.05 \times \cos hi\text{ṣṣ}ah \\
&= 0.05 \times \cos 171^{\circ} 32' 42'' \\
&= -0^{\circ} 02' 58.04''
\end{aligned}$$

### 18. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat awal khusuf syibhi (penumbra)

$$\begin{aligned}
\text{y. Mo}' &= \text{Mo}'\text{TG} - (\text{ttm} \times \text{T1}) \\
&= 315^{\circ} 11' 20.1'' - (0^{\circ} 31' 1.57'' \times 02^{\circ} 28' 51.56'') \\
&= 313^{\circ} 54' 21.57''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{z. Bm}' &= \text{Bm}'\text{TG} - (\text{tam} \times \text{T1}) \\
&= 0^{\circ} 45' 15.61'' - (-0^{\circ} 02' 58.04'' \times 02^{\circ} 28' 51.56'') \\
&= 0^{\circ} 52' 37.33''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{aa. dm} &= \sin^{-1} (\sin \text{Bm}' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos \text{Bm}' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin \\
&\quad \text{Mo}')
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 52' 37.33'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 52' 37.33'' \\
&\times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 313^{\circ} 54' 21.57'') \\
&= -15^{\circ} 49' 16.59'' \\
\text{bb. PTm} &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 313^{\circ} 54' 21.57'' \times \cos 0^{\circ} 52' 37.33'' / \cos -15^{\circ} \\
&49' 16.59'') \\
&= 316^{\circ} 06' 43.78'' \\
\text{cc. Waqt Najm} &= \text{waqt Najm TG} - (T1 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 342^{\circ} 08' 57.32'' - (2 : 28 : 51.56 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 304^{\circ} 49' 57.11'' \\
\text{dd. Fdm} &= \text{Waqt Najm} - \text{PTm} \\
&= 304^{\circ} 49' 57.11'' - 316^{\circ} 06' 43.78'' \\
&= 348^{\circ} 43' 13.33'' \\
\text{ee. hm} &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin -07^{\circ} 00' \times \sin -15^{\circ} 49' 16.59'' + \cos -07^{\circ} 00' \times \\
&\cos -15^{\circ} 49' 16.59'' \times \cos 348^{\circ} 43' 13.33'') \\
&= 75^{\circ} 51' 56.54'' \\
\text{ff. Azm :} & \\
\quad x &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -15^{\circ} 49' 16.59'' \times \cos 07^{\circ} 00' - \cos -15^{\circ} 49' 16.59'' \times \\
&\cos 348^{\circ} 43' 13.33'' \times \sin 07^{\circ} 00' \\
&= -0.1556175934 \\
\quad y &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -15^{\circ} 49' 16.59'' \times \sin 348^{\circ} 43' 13.33'' \\
&= 0.1881876549 \\
\text{Azm} &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (0.1881876549 / -0.1556175934) \\
&= 129^{\circ} 35' 17.84''
\end{aligned}$$

### 19. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat akhir gerhana bulan syibhi

$$\begin{aligned}
\text{y. Mo'} &= Mo'TG + (ttm \times T1) \\
&= 315^{\circ} 11' 20.1'' + (0^{\circ} 31' 1.57'' \times 2 : 28 : 51.56) \\
&= 316^{\circ} 28' 18.63'' \\
\text{z. Bm'} &= Bm'TG + (tam \times T1) \\
&= 0^{\circ} 45' 15.61'' + (-0^{\circ} 02' 58.04'' \times 2 : 28 : 51.56) \\
&= 0^{\circ} 37' 53.89'' \\
\text{aa. dm} &= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin \\
\text{Mo'}) & \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 37' 53.89'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 37' 53.89'' \\
&\times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 316^{\circ} 28' 18.63'') \\
&= -15^{\circ} 18' 14.64''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{bb. PTm} &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 316^{\circ} 28' 18.63'' \times \cos 0^{\circ} 37' 53.89'' / \cos -15^{\circ} 18' 14.64'') \\
&= 318^{\circ} 43' 59.47'' \\
\text{cc. Waqt Najm} &= \text{waqt Najm TG} + (T1 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 342^{\circ} 08' 57.32'' + (2 : 28 : 51.56 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 19^{\circ} 27' 57.53'' \\
\text{dd. Fdm} &= \text{Waqt Najm} - \text{PTm} \\
&= 19^{\circ} 27' 57.53'' - 318^{\circ} 43' 59.47'' \\
&= 60^{\circ} 43' 58.06'' \\
\text{ee. hm} &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin -07^{\circ} 00' \times \sin -15^{\circ} 18' 14.64'' + \cos -07^{\circ} 00' \times \cos -15^{\circ} 18' 14.64'' \times \cos 60^{\circ} 43' 58.06'') \\
&= 30^{\circ} 00' 47.24'' \\
\text{ff. Azm :} & \\
\text{x} &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -15^{\circ} 18' 14.64'' \times \cos -07^{\circ} 00' - \cos -15^{\circ} 18' 14.64'' \times \cos 60^{\circ} 43' 58.06'' \times \sin -07^{\circ} 00' \\
&= -0.2045070335 \\
\text{y} &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -15^{\circ} 18' 14.64'' \times \sin 60^{\circ} 43' 58.06'' \\
&= -0.8414145887 \\
\text{Azm} &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (-0.8414145887 / -0.2045070335) \\
&= 256^{\circ} 20' 20.65''
\end{aligned}$$

**20. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat awal gerhana hakiki (umbra)**

$$\begin{aligned}
\text{q. Mo'} &= Mo' TG - (ttm \times T2) \\
&= 315^{\circ} 11' 20.1'' - (0^{\circ} 31' 1.57'' \times 00 : 57 : 57.76) \\
&= 314^{\circ} 41' 21.74'' \\
\text{r. Bm'} &= Bm' TG - (tam \times T2) \\
&= 0^{\circ} 45' 15.61'' - (-0^{\circ} 02' 58.04'' \times 1 : 44 : 26.6500 : 57 : 57.76) \\
&= 0^{\circ} 08' 07.6'' \\
\text{s. dm} &= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin Mo') \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 08' 07.6'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 08' 07.6'' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 314^{\circ} 41' 21.74'') \\
&= -16^{\circ} 18' 16.63''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{t. PTm} &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm) \\
&= \cos^{-1} (\cos 314^{\circ} 41' 21.74'' \times \cos 0^{\circ} 08' 07.6'' / \cos -16^{\circ} 18' 16.63'') \\
&= 317^{\circ} 06' 56.49'' \\
\text{u. Waqt Najm} &= \text{waqt Najm TG} - (T2 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 342^{\circ} 08' 57.32'' - (00 : 57 : 57.76 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 327^{\circ} 37' 08.09'' \\
\text{v. Fdm} &= \text{Waqt Najm} - \text{PTm} \\
&= 327^{\circ} 37' 08.09'' - 317^{\circ} 06' 56.49'' \\
&= 10^{\circ} 30' 11.6'' \\
\text{w. hm} &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin -07^{\circ} 00' \times \sin -16^{\circ} 18' 16.63'' + \cos -07^{\circ} 00' \times \cos -16^{\circ} 18' 16.63'' \times \cos 10^{\circ} 30' 11.6'') \\
&= 76^{\circ} 08' 21.51'' \\
\text{x. Azm :} & \\
\text{x} &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -16^{\circ} 18' 16.63'' \times \cos -07^{\circ} 00' - \cos -16^{\circ} 18' 16.63'' \times \cos 10^{\circ} 30' 11.6'' \times \sin -07^{\circ} 00' \\
&= -0.1636432256 \\
\text{y} &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -16^{\circ} 18' 16.63'' \times \sin 10^{\circ} 30' 11.6'' \\
&= -0.17495957 \\
\text{Azm} &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (-0.17495957 / -0.1636432256) \\
&= 223^{\circ} 05' 09.05''
\end{aligned}$$

**21. Menghitung tinggi bulan dan arah bulan saat akhir gerhana bulan hakiki (umbra)**

$$\begin{aligned}
\text{q. Mo}' &= Mo'TG + (ttm \times T2) \\
&= 315^{\circ} 11' 20.1'' + (0^{\circ} 31' 1.57'' \times 00 : 57 : 57.76) \\
&= 315^{\circ} 41' 18.46'' \\
\text{r. Bm}' &= Bm'TG + (tam \times T2) \\
&= 0^{\circ} 45' 15.61'' + (0^{\circ} 02' 58.04'' \times 00 : 57 : 57.76) \\
&= 0^{\circ} 02' 23.62'' \\
\text{s. dm} &= \sin^{-1} (\sin Bm' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos Bm' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin Mo') \\
&= \sin^{-1} (\sin 0^{\circ} 02' 23.62'' \times \cos 23^{\circ} 27' + \cos 0^{\circ} 02' 23.62'' \times \sin 23^{\circ} 27' \times \sin 315^{\circ} 41' 18.46'') \\
&= -16^{\circ} 06' 08'' \\
\text{t. PTm} &= \cos^{-1} (\cos Mo' \times \cos Bm' / \cos dm)
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
&= \cos^{-1} (\cos 315^{\circ} 41' 18.46'' \times \cos 0^{\circ} 02' 23.62'' / \cos -16^{\circ} 06' 08'') \\
&= 318^{\circ} 08' 21.78''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{u. } Waqt Najm &= waqt Najm TG + (T2 \times 1.00273790935) \times 15 \\
&= 342^{\circ} 08' 57.32'' + (00 : 57 : 57.76 \times 1.00273790935) \times 15
\end{aligned}$$

$$= 327^{\circ} 37' 08.09''$$

$$\begin{aligned}
\text{v. Fdm} &= Waqt Najm - PTm \\
&= 327^{\circ} 37' 08.09'' - 318^{\circ} 08' 21.78'' \\
&= 9^{\circ} 28' 46.5''
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{w. hm} &= \sin^{-1} (\sin \Phi \times \sin dm + \cos \Phi \times \cos dm \times \cos Fdm) \\
&= \sin^{-1} (\sin -07^{\circ} 00' \times \sin -5^{\circ} 32' 51.69'' + \cos -07^{\circ} 00' \times \cos -5^{\circ} 32' 51.69'' \times \cos 9^{\circ} 28' 46.5'') \\
&= 77^{\circ} 00' 14.2''
\end{aligned}$$

x. Azm :

$$\begin{aligned}
x &= \sin dm \times \cos \Phi - \cos dm \times \cos Fdm \times \sin \Phi \\
&= \sin -16^{\circ} 06' 08'' \times \cos -07^{\circ} 00' - \cos -16^{\circ} 06' 08'' \times \cos 9^{\circ} 28' 46.5'' \times \sin -07^{\circ} 00' \\
&= -1.22293306
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
y &= -\cos dm \times \sin Fdm \\
&= -\cos -16^{\circ} 06' 08'' \times \sin 9^{\circ} 28' 46.5'' \\
&= -0.1582348507
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Azm} &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= \tan^{-1} (-0.1582348507 / -1.22293306) \\
&= 187^{\circ} 22' 21.07''
\end{aligned}$$