

**KOMPARASI METODE EPHEMERIS, JEAN MEEUS, DAN
KITAB *AL-DURR AL-ANIQ* TERHADAP FENOMENA
GERHANA BULAN 08 NOVEMBER 2022**

SKRIPSI

Oleh
Firdausi Amalia Khoir
C06219011



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

**Universitas Islam Negeri Sunan Ampel
Fakultas Syariah dan Hukum
Jurusan Hukum Perdata Islam
Program Studi Ilmu Falak
Surabaya
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firdausi Amalia Khoir
NIM : C06219011
Fakultas/Prodi : Syariah dan Hukum/ Ilmu Falak
Judul : Komparasi Metode Ephemeris, Jean Meeus dan kitab Al-Durr Al-Anīq Terhadap Fenomena Gerhana Bulan 08 November 2022

Menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Surabaya, 19 Juni 2023

Saya yang menyatakan,



Firdausi Amalia Khoir

NIM. C06219011

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang ditulis oleh:

Nama : Firdausi Amalia Khoir

NIM : C06219011

Judul : Komparasi Metode Ephemeris, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* Terhadap Fenomena Gerhana Bulan Pada 08 November 2022.

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk dimunaqasahkan

Surabaya, 07 Juni 2023

Pembimbing,



Elly Uzlifatul Jannah, M.H.
NIP. 199110032019032018

PENGESAHAN


Skripsi yang ditulis oleh:

Nama : Firdausi Amalia Khoir
NIM. : C06219011


telah dipertahankan di depan sidang Majelis Munaqasah Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel pada hari Rabu, tanggal 26 Juli 2023, dan dapat diterima sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana strata satu dalam Ilmu Falak.

Majelis Munaqasah Skripsi:


Penguji I


Elly Ozlifatul Jannah, M.H
NIP. 199110032019032018


Penguji II


Dr. H. Mohammad Arif, MA
NIP. 197001182002121001

Penguji III


Siti Tatmainul Qulub, M.S.I.
NIP. 198912292015032007

Penguji IV


Ibnu Mardiyanto, S.Mn., S.H.,
M.H.
NIP. 198703152020121009

Surabaya, 26 Juli 2023

Mengesahkan,

Fakultas Syariah dan Hukum

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel

Dekan,



Dr. H. Sudiyah Musafa'ah, M.Ag.

NIP. 196303271999032001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Firdausi Amalia Khoir
NIM : C06219011
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum/Ilmu Falak
E-mail address : facrah1517@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
 Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Komparasi Metode Ephemeris, Jean Meeus, dan Kitab Al-Durr Al-ani@q Terhadap

Fenomena Gerhana Bulan 08 November 2022.

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juni 2023

Penulis

(Firdausi Amalia Khoir)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

Skripsi ini menjawab pertanyaan yang dituangkan dalam rumusan masalah: bagaimana hasil perhitungan gerhana Bulan dengan menggunakan metode Ephemeris, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*?, serta bagaimana komparasi fenomena gerhana Bulan dengan menggunakan metode Ephemeris, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* dengan hasil observasi pada 08 November 2022?.

Data penelitian ini dihimpun menggunakan jenis penelitian pustaka (*Library reserch*) menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Sumber data primer yang digunakan ialah buku ilmu falak yang membahas tentang metode Ephemeris, buku *Astronomical Algoritms* karya Jean Meeus serta kitab *Al-Durr Al-Anīq*. Sedangkan sumber data sekunder yang digunakan ialah buku, karya tulis, kitab maupun artikel yang berkaitan dengan gerhan Bulan. Penelitian dilaksanakan dengan observasi, perhitungan, dan dokumentasi. Kemudian untuk data yang dikumpulkan ialah data dari perhitungan ketiga metode Ephemeris, Jean Meeus dan Kitab *Al-Durr Al-Anīq*. Metode analisis data yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah metode komparatif deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan dua kesimpulan yaitu: *pertama*, bahwa hasil perhitungan dari metode Ephemeris, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* sesuai dengan proses terjadinya gerhana Bulan Total di Indonesia yang menunjukkan waktu awal gerhana Bulan, tengah gerhana Bulan dan akhir gerhana Bulan sebagai batu uji pada penelitian ini. Kedua, komparasi perhitungan gerhana Bulan menggunakan Metode Ephemeris, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*. Dari ketiga metode tersebut bahwa yang mendekati nilai keakuratannya yaitu kitab *Al-Durr Al-Anīq* karena memiliki nilai selisih rata-rata paling mendekati hanya selisih kurang lebih 20 detik dengan fenomena riilnya, dibandingkan dengan metode Jean Meeus dan kitab Ephemeris nilai selisih rata-ratanya kurang lebih 3 menit dari fenomena riilnya.

Disarankan untuk ahli falak untuk memberikan revisi penyempurnaan pada segi algoritma perhitungannya agar bisa menghasilkan angka momen hisab agar lebih selaras dengan fenomena riilnya, agar dapat dijadikan acuan umat muslim dalam waktu ibadah di saat gerhana Bulan. Dan perlu dilakukan penelitian berkelanjutan untuk membuktikan penelitian dikatakan sempurna karna tidak cukup suatu penelitian di buktikan dengan satu kejadian atau fenomena yang ada.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TRANSLITERASI.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi masalah dan Batasan Masalah	10
C. Rumusan Masalah.....	11
D. Tujuan Masalah.....	11
E. Manfaat Penelitian	12
F. Penelitian Terdahulu	12
G. Definisi Operasional	17
H. Metode Penelitian	20
I. Sistematika Pembahasan.....	23
BAB II KAJIAN UMUM GERHANA BULAN.....	25
A. Pengertian Gerhana Bulan	25
B. Dalil Hukum Tentang Peristiwa Gerhana Bulan	26
C. Jenis-Jenis Gerhana Bulan	30

D. Faktor – Faktor yang mempengaruhi gerhana Bulan.....	33
E. Alat-alat yang digunakan dalam mengamati gerhana.....	41
BAB III METODE HISAB GERHANA BULAN DALAM EPHEMERIS, JEAN MEEUS DAN KITAB <i>AL-DURR AL-ANĪQ</i> TERHADAP FENOMENA GERHANA BULAN PADA 08 NOVEMBER 2022.....	46
A. Konsep Perhitungan Gerhana Bulan Metode Ephemeris.....	46
1. Sejarah Ephemeris	46
2. Unsur-unsur Ephemeris	47
3. Perhitungan Gerhana Bulan Metode Ephemeris.....	50
B. Konsep Perhitungan Gerhan Bulan Metode Jean Meeus.....	55
1. Biografi Penulis Buku Astronomical Algorithm Jean Meeus	55
2. Perhitungan Gerhan Bulan Metode Jean Meeus.....	58
C. Konsep Perhitungan Gerhana Bulan Metode <i>Al-Durr Al-Anīq</i>	60
1. Biografi KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah Penulis Kitab <i>Al-Durr Al-Anīq</i>	60
2. Profil Kitab <i>Al-Durr Al-Anīq</i>	62
3. Perhitungan Gerhana Bulan Metode <i>Al-Durr Al-Anīq</i>	64
BAB IV ANALISIS KOMPARASI HASIL HISAB GERHANA BULAN 08 NOVEMBER 2022 ANTARA EPHEMERIS, JEAN MEEUS, DAN KITAB <i>AL-DURR AL-ANĪQ</i>”.....	70
A. Hasil Hisab”Gerhana Bulan 08 November 2022 Antara Ephemeris, Jean Meeus dan Kitab <i>Al-Durr Al-Anīq</i> .”	70
B. Analisis Komparasi Hasil Perhitungan Gerhana Bulan 08 November 2022 Antara Ephemeris, Jean Meeus, dan Kitab <i>Al-Durr Al-Anīq</i>	79
BAB V PENUTUP.....	94
A. Kesimpulan	94

B. Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Perhitungan Metode Ephemeris.....	70
Tabel 2. Hasil Perhitungan Metode Jean Meeus.....	72
Tabel 3. Hasil Perhitungan Kitab Al-Durr Al-Anīq.....	78
Tabel 4. Kesimpulan Hasil Perhitungan dari Ketiga Metode	84
Tabel 5. Selisih Hasil Perhitungan Metode Ephemeris dengan Fenomena Gerhana Bulan Total di Jayapura	91
Tabel 6. Selisih Hasil Perhitungan Metode Jean Meeus dengan Fenomena Gerhana Bulan di Jayapura	91
Tabel 7. Selisih Hasil Perhitungan Metode Kitab Al-Durr Al-Aniq dengan Fenomena Gerhana Bulan di Jayapura.....	92
Tabel 8. Selisih rata-rata dari ketiga metode dibandingkan dengan hasil fenomena di Jayapura	92

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gerhana Bulan Total	31
Gambar 2. Gerhana Bulan Sebagian	31
Gambar 3. Gerhana Bulan Penumbra Total.....	32
Gambar 4. Gerhana Bulan Penumbra Sebagian atau Parsial	33
Gambar 5. Wilayah Indonesia yang dilewati Gerhana Bulan Total.....	81
Gambar 6. Awal Umbra Gerhana Bulan kondisi cuaca mendung saat observasi di masjid Jami' Manyar masih belum terlihat gerhana Bulannya.	82
Gambar 7. Awal Total Gerhana Bulan di Masjid Jami' Manyar Gresik	82
Gambar 8. Piringan Bulan mulai keluar dari bayangan umbra	83
Gambar 9. Akhir umbra Gerhana Bulan Total.....	83
Gambar 10. Awal Umbra Gerhana Bulan Total di Tucson, Arizona, Amerika Serikat menggunakan waktu metode Ephemeris.....	85
Gambar 11. Awal Total Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan metode Ephemeris.....	86
Gambar 12. Akhir Total Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan Metode Ephemeris.	86
Gambar 13. Akhir Umbra Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan Metode Ephemeris.	87
Gambar 14. Awal Umbra Gerhana Bulan Total di Tucson, Arizona, Amerika Serikat menggunakan waktu metode Jean Meeus.....	87
Gambar 15. Awal Total Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan metode Jean Meeus	88
Gambar 16. Akhir Total Gerhan Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu metode Jean Meeus, cuaca mendung Bulan tertutupi oleh mendung	88
Gambar 17. Akhir Umbra Gerhan Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan metode Jean Meeus	89
Gambar 18. Awal Umbra Gerhan Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu metode Kitab Al-Durr Al-Anīq	89
Gambar 19. Awal Total Gerhan Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan Metode kitab Al-Durr Al-Anīq	90
Gambar 20. Akhir Total Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu metode kitab Al-Durr Al-Anīq, cuaca mendung Bulan tertutupi mendung.....	90

Gambar 21. Akhir Umbra Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan metode Kitab Al-Durr Al-Anīq, cuaca mendung Bulan tertutupi mendung 91



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TRANSLITERASI

Di dalam naskah skripsi ini banyak dijumpai nama dan istilah teknis (*technical term*) yang berasal dari bahasa Arab ditulis dengan huruf Latin. Pedoman transliterasi yang digunakan untuk penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

A. Konsonan

No	Arab	Indonesia	Arab	Indonesia
1.	ا	‘	ط	t
2.	ب	B	ظ	z
3.	ت	T	ث	‘
4.	ث	Th	ف	gh
5.	ج	J	ق	f
6.	ح	h	ك	q
7.	خ	Kh	ل	k
8.	د	D	م	l
9.	ذ	Dh	ن	m
10.	ر	R	و	n
11.	ز	Z	ه	w
12.	س	S	ء	h
13.	ش	Sh	ي	’
14.	ص	s		y
15.	ض	d		

Sumber: kate L. Turabian *A. Manual of Writers of Term Papers, Dissertations* (Chicago and London: The University of Chicago Press, 1987).

B. Vokal

1. Vokal Tunggal (monoftong)

Tanda dan Huruf Arab	Nama	Indonesia
َ	<i>fathah</i>	A
ِ	Kasrah	I
ُ	<i>ḍammah</i>	U

Catatan: Khusus untuk *hamzah*, penggunaan apostrof hanya berlaku jika *hamzah* ber \dot{h} arakat sukun atau didahului oleh huruf ber \dot{h} arakat sukun. Contoh: ‘*ulamā*’ (علماء)

1. Vokal Rangkap (diftong)

Tanda dan Huruf Arab	Nama	Indonesia	Ket.
اَيّ	<i>fathah dan ya'</i>	<i>Ay</i>	a dan y
اَوّ	<i>fathah dan wawu</i>	<i>Aw</i>	a dan w

Contoh : *layl* (ليل)
 : *al-yawm* (اليوم)

2. Vokal Panjang (*mad*)

Tanda dan Huruf Arab	Nama	Indonesia	Keterangan
اَ	<i>fathah dan alif</i>	<i>ā</i>	a dan garis di atas
اِ	<i>kasrah dan ya'</i>	<i>ī</i>	i dan garis di bawah
اُو	<i>dammah dan wawu</i>	<i>ū</i>	u dan garis di atas

Contoh : *al-nahār* (النهار)
 : *ghurūb* (غروب)
 : *tikrār* (تكرار)
 : *Yadūr* (يدور)

C. Tā' Marbūṭah

Transliterasi untuk tā' marbūṭah ada dua:

1. Jika hidup (menjadi muḍāf) transliterasinya adalah "t".
2. Jika mati atau sukun, transliterasinya adalah "h".

Contoh : *sharī'at al-Islām* (شريعة الإسلام)
 : *sharī'ah Islāmīyah* (شريعة إسلامية)

D. Penulisan Huruf Kapital

Penulisan huruf besar dan kecil pada kata, phrase (ungkapan) atau kalimat yang ditulis dengan transliterasi Arab-Indonesia mengikuti ketentuan penulisan yang berlaku dalam tulisan. Huruf awal (initial latter) untuk nama diri, tempat, judul buku, lembaga dan yang lain ditulis dengan huruf besar.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu fenomena alam yang menarik untuk diamati adalah gerhana. Gerhana sebenarnya terjadi ketika satu benda menghalangi cahaya dari sumber benda lainnya. Dalam gerhana Bulan dan gerhana Matahari, gerhana Bulan adalah karena cahaya bulan terhalang oleh matahari, sedangkan gerhana Matahari adalah saat terhalangnya cahaya matahari oleh bulan.¹ Banyak mitos terkait gerhana adalah yang sudah biasa dalam masyarakat kuno. Misalnya, gerhana Matahari seperti raksasa besar (Buto) yang mencoba menelan Matahari, sehingga terjadilah gerhana matahari. Sedangkan gerhana Bulan dianggap sebagai tanda datangnya bencana. Kemudian, masyarakat di perintahkan untuk menambahkan kentongan, gendang, bambu, dan suara lainnya agar raksasa itu dapat memuntahkan kembali Matahari yang telah di telannya.²

Pada masa Rasulullah saw. juga pernah terjadi gerhana. Pada masa Rasulullah Saw., masyarakat beranggapan bahwa terjadinya gerhana adalah penyebab meninggalnya seseorang, karena pada saat gerhana Matahari saat itu bersamaan dengan wafatnya Ibrahim (putra Rasulullah Saw.). Namun,

¹ Muhammad Hadi Bashori, *"Pengantar Ilmu Falak"*,(Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 226.

² Sayful Mujab, *"Gerhana; Antara Mitos, Sains, dan Islam"*, *Yudisia*, No.1,Vol.5 (Juni, 2014), 84.

peristiwa tersebut tidak dibenarkan oleh Rasulullah Saw. Diceritakan pada Salah satu hadis tentang peristiwa ini ialah HR. Bukhari Nomor 985 yang artinya sebagai berikut:

صحيح البخاري ٩٨٥: حَلَّنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مُحَمَّدٍ قَالَ حَلَّنَا هَاشِمُ بْنُ الْقَاسِمِ قَالَ حَلَّنَا شَيْبَانُ أَبُو مُعَاوِيَةَ عَنْ زَادِ بْنِ عَلَاقَةَ عَنِ الْمُغِيرَةِ بْنِ شُعْبَةَ قَالَ كَسَفَتْ الشَّمْسُ عَلَى عَهْدِ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَوْمَ مَاتَ إِبْرَاهِيمَ فَقَالَ النَّاسُ كَسَفَتْ الشَّمْسُ لِمَوْتِ إِبْرَاهِيمَ فَقَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ فَإِذَا بَلَغْتُمْ فَصَلُّوا وَادْعُوا اللَّهَ

Shahih Bukhari 985: Telah menceritakan kepada kami Abdullah bin Muhammad berkata: telah menceritakan kepada kami Hasyim bin Al Qasim berkata: telah menceritakan kepada kami Syaiban Abu Mu'awiyah dari Ziyad bin 'Alaqah dari Al Mughirah bin Syu'bah berkata: Pada masa Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam pernah terjadi gerhana matahari, yaitu di hari meninggalnya putera beliau, ibrahim. Orang-orang lalu berkata: "Gerhana matahari ini terjadi karena meninggalnya ibrahim!" Maka Rasulullah Shallallahu 'alaihi wa sallam pun bersabda: "Sesungguhnya matahari dan bulan tidak akan mengalami gerhana disebabkan karena mati atau hidupnya seseorang. Jika kalian melihat gerhana, maka shalat dan berdoalah kalian kepada Allah."³

Berdasarkan Hadis di atas menunjukkan tentang anggapan gerhana yang terjadi penyebab meninggalnya seseorang adalah tidak benar. Karena sebenarnya fenomena gerhana adalah salah satu dari tanda kebesaran Allah Swt. Fenomena gerhana merupakan tanda dari Allah Swt. untuk menakut-nakuti hambanya agar hambanya bisa melihat sesuatu melalui gerhana.

Seiring perkembangan teknologi mitos-mitos tersebut telah bergeser mejadi ilmu pengetahuan yang menarik untuk dibahas. Para astronom dan

³ M. Nashiruddin al-Albani, "Ringkasan Shahih Bukhor",i (Beirut: Dar Ibnu al-Katsir, 2022), 253.

ilmuwan memainkan peran penting dalam pengembangan pengetahuan saai ini. Salah satunya adalah Abu Ja'far Muhammad Ibn Musa al-khawarizmi, juga dikenal sebagai al-khawarizm, seorang ahli matematika dan astronom muslim yang hidup dari tahun 780 hingga 850.⁴

Penggunaan angka nol dalam aritmatika yang kemudian disebut sebagai algoritma dipelopori oleh Abu Ja'far Muhammad Ibn Musa al-khawarizmi. Selain itu, beliau adalah orang pertama yang menggunakan konsep busur untuk menyederhanakan perhitungan Ptolemeus. Kitab al-Mukhtasār fī Hisab al-Jabr wa al-Muqābalaḥ (Kalkulasi Integral dan Persamaan) adalah salah satu karyanya yang paling terkenal. Banyak pemikiran Eropa yang terpengaruh oleh karya ini, bahkan Robert Chester menerjemahkannya ke dalam bahasa latin (*Liber Algebras et Almucabola*) pada tahun 1140 M/535 H. Algorisme adalah nama yang diberikan kepada al-Khawārizmī di dunia barat.⁵

Gerhana dapat diartikan berkurangnya ketampakan benda atau hilangnya benda dari pandangan sebagai akibat masuknya benda tersebut ke dalam bayangan yang dibentuk oleh benda lain.⁶ Jenis gerhana ada dua, yakni gerhana Matahari dan gerhana Bulan. Gerhana Matahari disebut dalam

⁴ Akh.Mukharram, "*Ilmu Falak: Dasar –Dasar Hisab Praktis*", (Sidoarjo: Grafika Media, 2012), 8.

⁵ Ibid., 8

⁶ *Departemen Pendidikan Nasional, "Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi IV"*, (Jakarta: Pusat Bahasa, 2008), 471.

bahasa arab sebagai 'Kusūf'. Sementara itu, istilah 'Khusūf' biasanya digunakan untuk gerhana Bulan.⁷

Pada saat Matahari, Bumi, dan Bulan berada pada satu garis lurus. Ini disebut gerhana Bulan. Sehingga Bulan masuk ke dalam bayangan yang dibentuk bumi. Ada dua jenis gerhana Bulans, yakni gerhana Bulan total dan sebagian (parsial). Fenomena gerhana Bulan total akan terjadi pada tanggal 08 November 2022 dan dapat disaksikan dari seluruh wilayah Indonesia, kecuali Aceh, Sumatra Barat, Sumatra Utara, dan Bengkulu karena saat fase puncak terjadi, bulan masih di bawah ufuk atau belum terbit. Saat bulan terbit di Timur di kota Medan, Bulan telah berada dalam fase puncak menuju selesai saja dapat terlihat sehingga hanya sebagian saja yang dapat terlihat. Selain gerhana Bulan total dan parsial, ada pula gerhana Bulan penumbra. Namun selain magnitudo 0,7, gerhana Bulan Panumbra tidak dapat dilihat karena Bulan hanya melewati penumbra Bumi.⁸

Peristiwa Gerhana Bulan dalam setahun tidak bisa di prediksi karena dalam setahun gerhana Bulan tidak terjadi sama sekali, terkadang bisa terjadi peristiwa gerhana Bulan sebanyak 2 sampai 3 kali dalam setahun. namun dapat juga tidak terjadi gerhana Bulan sama sekali dalam setahun. gerhana Bulan dapat diamati oleh semua orang. Berbeda dengan gerhana Matahari yang hanya dapat diamati dari tempat tertentu yang dilewatinya saja.⁹ dalam

⁷ Muhyidin Khazin, *"Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan dan Gerhana"* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 185.

⁸ Miftach Rizcha Afifi, *"Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab"* (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019), 31.

⁹ Muhyidin Khazin, *"Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan dan Gerhana"*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 185.

persoalan gerhana tidak serumit persoalan penentuan awal Bulan Kamariyah, waktu salat, maupun arah kiblat karena, persoalan gerhana tidak begitu diperdebatan dan diperselisihan.¹⁰ Padahal hadis sebelumnya menjelaskan bahwa gerhana adalah fenomena alam yang patut diperhatikan. Sholat gerhana misalnya, adalah contoh ibadah dalam konteks ini. Disarankan bahwa selama gerhana selain berdoa, lebih banyak berdoa, dzikir, dan sedekah. Kita perlu mengetahui kapan terjadinya gerhana agar dapat melaksanakan ibadah yang dianjurkan.

Hisab atau perhitungan dilakukan untuk mengetahui terjadinya gerhana. Buku astronomi dan kitab ilmu falak biasanya berisi informasi tentang cara menghitung gerhana. Banyak buku ataupun kitab saat ini tersedia yang membahas perhitungan gerhana. Selain itu metode yang digunakan, mulai dari hisab urfi, hisab *hakiki takribi*, hisab *hakiki tahkiki*, hingga hisab *hakiki* kontemporer.¹¹

Hisab urfi didasarkan pada bagaimana Bulan bergerak mengelilingi Bumi dalam satu Bulan sinodik (bulan ijtimak) pada umumnya. Metode perhitungan menggunakan bilangan tetap yang tidak pernah berubah. Karena perhitungannya hanya didasarkan pada prinsip garis besar, maka disebut Hisab urfi. Terkadang hasil perhitungan yang sebenarnya berbeda dengan hasil Hisab *hakiki*.¹²

¹⁰ Khotibul Umam, "Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyad Al-Murid" (Skripsi--UIN Walisongo, Semarang, 2014), 1.

¹¹ Ibid., 3.

¹² Jafar Shodiq. "Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit" (Skripsi--UIN Walisongo, Semarang, 2016), 72.

Sebuah sistem hisab hakiki berdasarkan pada peredaran Bulan dan Bumi yang sebenarnya. Hisab hakiki dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Hisab *hakiki takribi*, adalah hasil dari data Ulugh Beyk As-Syamarkand (wafat 1420 M) yang disusun dan dikumpulkan berdasarkan teori Geosentris. Karena sebagian besar sistem perhitungan hanya menggunakan penjumlahan dan pengurangan dan tidak menggunakan rumus segitiga bola, sistem perhitungan ini sangat mudah dan dapat dihitung tanpa menggunakan kalkulator atau komputer.¹³
2. Hisab *hakiki takribi* ialah melanjutkan dari hisab hakiki takribi. Perhitungan dalam hisab hakiki takribi menggunakan trigonometri bola, tentang pengukuran segitiga bola untuk memproses data astronomi dan membuat penyesuaian yang sangat tepat untuk gerak Bulan dan Matahari. Alat untuk perhitungan, seperti komputer atau kalkulator diperlukan untuk penyelesaiannya.
3. Hisab hakiki kontemporer, merupakan lanjutan dari hisab hakiki takribi yang diprogram komputer yang mendasari hisab hakiki kontemporer. Para astronom saat ini menggunakan metode ini paling banyak dan sering. Almanak astronomi dan ephemeris adalah dua contoh perhitungan benar kontemporer yang berbentuk tabel data. Mawaqit karya Ing Hafidz dan Accurate Time karya Muhammad Odeh.¹⁴

Metode hisab *hakiki* kontemporer adalah metode hisab yang paling akurat, seperti yang terlihat dari berbagai metode hisab yang dibahas diatas.

¹³ Jafar Shodiq. “Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit” (Skripsi--UIN Walisongo, Semarang, 2016), 73.

¹⁴ Ibid., 74-75.

Rumus yang digunakan lebih banyak adalah rumus segetiga bola dan dilakukan dengan cermat serta teliti. Karena itu, dapat dihasilkan data yang valid untuk diterapkan.¹⁵

Dari beragam metode hisab terdapat salah satu metode yakni metode hisab kontemporer yang berada pada tingkat keakurasian tertinggi dan paling modern, Hisab kontemporer ialah hisab dengan koreksinya sangat teliti. Koreksi tersebut dilakukan hingga ratusan kali serta pembelokan cahaya dan pengaruh cuaca diperhitungkan secara teliti, menggunakan bantuan komputer. Metode tersebut didaapat dari telaah hasil penelitian pusat-pusat astronomi dan literatur astronomi modern di negara-negara barat, salah satunya ialah hisab yang menggunakan data astronomis yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama RI. Data-data Ephemeris diterbitkan tiap tahun di buku Ephemeris Hisab Rukyat.¹⁶

Salah satu hisab kontemporer yang membahas hisab gerhana Bulan ialah buku Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik karya Muhyiddin Khazin, Dosen Ilmu Falak pada Fakultas Syari'ah UIN (Universitas Islam Negeri) Sunan Kalijaga Yogyakarta. Beliau juga adalah ahli ilmu falak di lingkungan Nahdlatul Ulama (NU) yang dipercaya menjabat sebagai Ketua Lajnah Falakiyah Pengurus Wilayah NU Daerah Istimewa Yogyakarta (periode 1992-2004), dan menjadi pengurus Lembaga Falakiyah Pengurus Besar NU (periode 2005-2015). Beliau juga pernah menjadi anggota Musyawarah Kerja

¹⁵ Wahyu Fitria, "*Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Al-Khulashah Al-Waffiyah dan Ephemeris*" (Skripsi--IAIN Walisongo, Semarang, 2011), 11.

¹⁶ Kemenag RI, "*Almanak Hisab Rukyat*", (Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, 2010), 37-39.

dan Rapat Kerja Badan Hisab Rukyat Departemen Agama RI (periode 1997-2016) serta aktif sebagai instruktur pelatihan Hisab Rukyat, baik pada tingkat regional, nasional, dan pada tingkat MABIMS (Menteri Agama Brunei Darussalam, Indonesia, Malaysia dan Singapura).¹⁷

Di dalam buku karyanya, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, Muhyiddin Khazin menjelaskan banyak hal terkait ilmu falak mulai dari perkembangan ilmu falak, hisab arah kiblat, hisab waktu salat, hisab penanggalan, hisab awal Bulan, teknik rukyat, dan hisab gerhana. Mengenai gerhana Matahari beliau merumuskan algoritma hisabnya dalam 33 langkah dengan menggunakan acuan data astronomis Bulan dan Matahari yang bersumber dari Ephemeris Hisab Rukyat.¹⁸ Menurut penulis, algoritma hisab maupun data astronomis yang menjadi acuan Muhyiddin Khazin sudah masuk kategori hisab “kontemporer” yang secara umum hasilnya dinilai lebih akurat dibandingkan dengan hasil hisab yang masih terkategori “*hakiki tahqiqi*”, apalagi “*hakiki taqribi*”. Namun bagaimana pun juri yang paling otoritatif dalam menilai akurasi sebuah hasil hisab adalah realitas obyektif yang dalam konteks ini adalah peristiwa gerhana yang berhasil dideteksi dan direkam dengan standar ukur waktu yang akurat.

Astronomical Algorithms karya Jean Meeus adalah salah satu yang menggunakan hisab hakiki kontemporer. *Astronomical Algorithms* menyajikan berbagai data pergerakan benda langit secara komprehensif dan mendalam

¹⁷ Muhyiddin Khazin, “*Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*”, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), 273.

¹⁸ *Ibid.*, 209.

berdasarkan Pengamatan secara langsung dan tentunya dengan bantuan teknologi modern.¹⁹

Selain *Astronomical Algorithms*, ada pula kitab *Al-Durr Al-Anīq* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah. Kitab *Al-Durr Al-Anīq* adalah perpaduan dari beberapa kitab dan buku falak yang diramu sehingga hasilnya seperti NASA hanya selisih 2-4 detik saja untuk perhitungan gerhana Bulan dan Matahari. Diantara rujukan yang digunakan kitab *Al-Durr Al-Anīq* adalah *Astronomical Algorithms* (karya Jean Meeus), *Astronomi on the Personal Computer* (karya Oliver Montenbruck), *Practical Ephemeris Calculations* (karya Oliver Montenbruck), *Explanatory Supplement to the Astronomical Ephemeris and Nautical Almanac* digunakan oleh Amerika dan kerajaan Inggris, *Astronomy with Personal Computer* karya David Smith, dan masih banyak kitab klasik lain yang diramu dengan sedemikian rupa oleh Kyai Ghozali sehingga mudah digunakan oleh para pemula pengguna kitab *Al-Durr Al-Anīq*.²⁰

Pada saat melakukan perhitungan atau hisab, sering terjadi perbedaan hasil, perbedaan hasil antara kitab atau buku satu dengan lain sudah biasa ditemui. Ada juga berbagai perbedaannya diantaranya ada yang hanya berselisih beberapa detik dan beberapa menit. Namun, ada juga yang hasilnya tidak berbeda sama sekali atau tidak memiliki selisih. Peneliti ingin mengetahui hasil perhitungan mana yang lebih akurat, meskipun beberapa

¹⁹ Restu Trisna Wardani, “*Studi Komparatif Kitab Al-Durr Al-Anīq dengan Astronomical Algorithm Jean Meeus dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah*” (Skripsi--UIN Walisongo, Semarang, 2018), 125

²⁰ Yusrifal Fais Abdillah, “*Algoritma Pemograman Gerhana Bulan Metode Al-Durr Al-Anīq Menggunakan Software Visual Basic 6.0*”, (Skripsi--UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019), 29-30.

perhitungan memiliki selisih yang kecil. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi komparasi atau perbandingan antara perhitungan dari kitab atau buku satu dengan yang lain. Maka dari itu peneliti perlu mencocokkan hasil dari lapangan dengan hasil perhitungan untuk menunjukkan keakuratannya. Dalam perbedaan hasil hisab juga pastinya memiliki penyebab perbedaan. Apakah itu disebabkan oleh algoritma perhitungan yang berbeda, metode perhitungan yang berbeda atau karena perbedaan lainnya.

Berdasarkan penjelasan diatas menjadi hal yang menarik untuk dikaji oleh penulis untuk melakukan penelitian guna menganalisis lebih lanjut terkait hal-hal tersebut diatas. Penelitian tersebut, diangkat oleh penulis sebagai skripsi dengan judul **“Komparasi Metode Muhyiddin Khazin, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* terhadap Fenomena Gerhana Bulan 08 November 2022”**.

B. Identifikasi masalah dan Batasan Masalah

Identifikasi masalah yang penulis temukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tingkat akurasi dari perhitungan gerhana Bulan metode yang digunakan di Indonesia belum diketahui ukurannya.
2. Masih terdapat kelebihan dan kekurangan metode perhitungan gerhana Bulan berdasarkan Muhyiddin Khazin, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.
3. Belum adanya komparasi perhitungan gerhana Bulan berdasarkan metode Muhyiddin Khazin, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

4. Belum adanya pengujian metode gerhana Bulan berdasarkan Muhyiddin Khazin, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* menggunakan data observasi gerhana Bulan pada 08 November 2022.

Dari identifikasi masalah diatas ruang lingkup pembahasan yang dibatasi oleh penulis adalah :

1. Komparasi perhitungan gerhana Bulan berdasarkan metode Muhyiddin Khazin, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.
2. Pengujian akurasi metode gerhana Bulan menurut metode Muhyiddin Khazin, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* menggunakan data observasi gerhana Bulan pada 08 November 2022

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan yang dipaparkan sebelumnya, maka penulis mengambil rumusan sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perhitungan gerhana Bulan dengan menggunakan metode Muhyiddin Khazin, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*?
2. Bagaimana komparasi fenomena gerhana Bulan dengan menggunakan metode Muhyiddin Khazin, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* dengan hasil observasi pada 08 November 2022?

D. Tujuan Masalah

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini, adalah :

1. Untuk mengetahui hasil perhitungan gerhana Bulan dengan metode Muhyiddin Khazin, jeen meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

2. Untuk mengetahui perbandingan tingkat keakurasian perhitungan gerhana Bulan menggunakan metode Muhyiddin Khazin, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* menggunakan hasil observasi pada tanggal 08 November 2022.

E. Manfaat Penelitian

Adapun melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang diharapkan penulis, sebagai berikut :

1. Manfaat Praktis

Diharapkan dapat memperkuat keyakinan masyarakat dalam melaksanakan salat gerhana Bulan dengan adanya kepastian waktu yang memiliki keakurasian tinggi.

2. Manfaat Teoritis

Untuk menambah wawasan terhadap perhitungan gerhana Bulan serta bentuk pengabdian kepada masyarakat terhadap ilmu pengetahuan yang penulis dapat dari bangku perkuliahan. Selain itu, dari hasil penelitian ini nantinya bisa digunakan oleh penelitian selanjutnya yang berkeinginan meneliti lebih jauh masalah ini dengan sudut pandang yang berbeda.

F. Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa para penelitian yang membahas tentang perhitungan gerhana yang peneliti ketahui, diantaranya:

Pertama, skripsi yang ditulis Miftach Rizcha Afifi, mahasiswa Ilmu Falak UIN Sunan Ampel Surabaya pada tahun 2019, dengan judul “Akurasi

Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab”. Skripsi ini menyimpulkan bahwa hasil analisa perhitungan gerhana Bulan menggunakan algoritma Jean Meeus, baik perhitungan secara manual ataupun menggunakan software Matlab memiliki hasil akhir yang hampir sama. Persamaan bahwa penelitian ini dengan penelitian peneliti ialah sama-sama membahas perhitungan gerhana Bulan dalam Buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus. Perbedaannya dari penelitian ini membahas tentang akurasi perhitungan menggunakan Software Matlab. Sedangkan penelitian peneliti membahas tentang komparasi atau perbandingan hasil hisab serta metode antara *Ephemeris*, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.²¹

Kedua, skripsi yang ditulis Wahyu Fitria, mahasiswa Konsentrasi Ilmu Falak jurusan Ahwal Al-Syakhsyah IAIN Walisongo Semarang pada tahun 2011, dengan judul “Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *Al-Khulashah al-Wafiyah* dan *Ephemeris*”. Skripsi ini menyimpulkan bahwa metode hisab *Al-Khulashah al-Wafiyah* jika dibandingkan dengan hasil hisab kontemporer, maka hasilnya masih dibawah hisab kontemporer, karena data-data yang digunakan hisab kontemporer lebih valid dan lebih akurat, dan dalam pengambilan datanya pun sudah menggunakan tabel yang sudah diprogram dalam komputer. Persamaan bahwa penelitian ini dengan penelitian peneliti ialah sama-sama membahas studi komparasi hisab gerhana

²¹ Miftach Rizcha Afifi, “Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab”, (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019), 106.

Bulan. Sedangkan bedanya dari penelitian ini membahas pada metode yang dibandingkan.²²

Ketiga, skripsi yang ditulis oleh Rizqi Rauhillahi, mahasiswa program studi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang pada tahun 2019, dengan judul “Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *Tibyanul Murid ‘Ala Zijil Jadid* Karya Ali Mustofa”. Skripsi ini menyimpulkan bahwa hisab yang digunakan oleh Ali Mustofa dalam hisab gerhana Bulan *Tibyanul Murid ‘Ala Zijil Jadid* yaitu menggunakan metode perhitungan *element besse*l atau *awamil Khusuf* dan termasuk sistem hisab kontemporer. Persamaan bahwa penelitian ini dengan penelitian peneliti ialah sama-sama membahas tentang hisab gerhana Bulan. Perbedaannya hanya yang dibahas dalam penelitian ini ialah mengenai analisis bukan komparasi seperti dalam penelitian peneliti. Selain itu, kitab yang digunakan juga berbeda. Penelitian ini menggunakan Kitab *Tibyanul Murid ‘Ala Zijil Jadid* Karya Ali Mustofa, sedangkan penelitian peneliti menggunakan Kitab *Al-Durr Al-Anīq* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah.²³

Keempat, skripsi yang ditulis Sukarni, mahasiswa jurusan Ilmu Falak IAIN Walisongo Semarang pada tahun 2014, dengan judul “Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab *Irsyād Al-Murīd*”. Skripsi ini menyimpulkan bahwasanya kitab *Irsyād Al-Murīd* menggunakan metode hisab kontemporer. Dikatakan sebagai hisab kontemporer karena kitab *Irsyād*

²² Wahyu Fitria, “*Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Al-Khulashah al-Wafiyah dan Ephemeris*”, (Skripsi—IAIN Walisongo Semarang, 2011), 104.

²³ Rizqi Rauhillahi, “*Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Tibyanul Murid ‘Ala Zijil Jadid Karya Ali Mustofa*”, (Skripsi—UIN Walisongo Semarang, 2019), 65.

Al-Murîd dalam menghitung posisi Bulan dan Bumi sudah menggunakan koreksi yang cukup banyak atas gerakan Bulan dan Bumi yang tidak beraturan. Persamaan bahwa penelitian ini dengan penelitian peneliti ialah sama-sama membahas hisab gerhana Bulan. Perbedaannya dalam penelitian ini membahas tentang analisis metode hisab bukan komparasi. Sedangkan penelitian peneliti membahas tentang komparasi atau perbandingan hasil hisab serta metode antara *Ephemeris*, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anîq*.

Kelima, Skripsi yang ditulis Muhammad Akbarul Humam, mahasiswa program studi Ilmu Falak UIN Sunan Ampel Surabaya pada tahun 2021, dengan judul “ Hisab gerhana Bulan dengan acuan data Ephemeris hisab rukyat dalam buku “Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik” Karya Muhyiddin Khazin (Kajian Akurasi Dengan Data Dokumen Astrofotografi).²⁴ Skripsi ini menyimpulkan bahwa hisab gerhana Matahari karya Muhyiddin Khazin dalam buku “Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik” dapat dideskripsikan terdapat 36 langkah hisab berdasarkan data astronomis Matahari dan Bulan dalam data Ephemeris untuk mendapatkan detail waktu awal gerhana, tengah gerhana dan akhir gerhana, terdapat sembilan dokumen astrofotografi gerhana Matahari di Indonesia yang menunjukkan waktu awal gerhana Matahari, tengah gerhana Matahari dan akhir gerhana Matahari sebagai batu uji pada penelitian ini. *Ketiga*, hisab gerahan Matahari metode pada buku “Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik” karya Muhyiddin Khazin yang dibandingkan

²⁴ Muhammad Akbarul Humam, “ *Hisab gerhana Bulan dengan acuan data Ephemeris hisab rukyat dalam buku “Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik” Karya Muhyiddin Khazin (Kajian Akurasi Dengan Data Dokumen Astrofotografi)*, (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2021), 88.

dengan batu uji dokumentasi astrofotografi gerhana Matahari memiliki nilai ketidakakuratan yang tinggi karena hasil hisab gerhananya tidak dan memiliki selisih yang amat jauh pada waktu jam hingga detiknya jika dibandingkan dengan fenomena riilnya yang disajikan pada dokumentasi astrofotografi. Persamaan penelitian ini dengan penelitian peneliti ialah sama-sama membahas perhitungan gerhana dalam Buku ilmu falak dalam teori dan praktik karya Muhyiddin Khazin. Perbedaannya, penelitian membahas tentang akurasi dengan data dokumen Astrofotografi. Sedangkan penelitian peneliti membahas tentang komparasi atau perbandingan hasil hisab serta metode antara *Ephemeris*, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*

Selain penelitian-penelitian tersebut, peneliti juga menemukan banyak literatur-literatur falak, baik buku, maupun kitab yang membahas tentang gerhana bulan. Adapun buku-buku fikih, perhitungan dan kitab-kitab gerhana bulan antara lain: Buku Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik karya Muhyiddin Khazin, Buku Astronomical Algorithms karya Jean Meeus, kitab *Al-Durr Al-Anīq* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah dan pengantar ilmu falak karya Muhammad Hadi Bashori. Dari buku yang disebutkan di atas dapat membantu penelitian ini dalam pandangan referensi kedepan.

Sejauh penelusuran yang peneliti lakukan, peneliti belum menemukan penelitian dan tulisan yang secara khusus membahas tentang komparasi metode Muhyiddin Khazin, Jean Meeus dan kitab *al-durr al-aniq* terhadap fenomena gerhana bulan 08 November 2022. Tulisan-tulisan dan penelitian-penelitian yang peneliti ketahui sama-sama membahas tentang komparasi

tetapi dengan metode yang berbeda. Dengan dasar inilah peneliti menilai bahwa penelitian ini patut dan layak untuk diteliti karena disini peneliti akan membandingkan tiga metode perhitungan dan melakukan observasi gerhana Bulan secara langsung pada 08 november 2022.

G. Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan penjelasan tentang pengertian yang bersifat operasional dari konsep atau variabel penelitian sehingga dapat dijadikan acuan dalam menulisi, menguji atau mengukur variabel yang dibuat dalam penelitian.²⁵

Adapun istilah-istilah yang terdapat dalam pembahas judul tersebut, untuk lebih jelasnya istilah-istilah yang dipakai di antaranya adalah :

1. Komparasi

Komparasi berasal dari kata “comparison” yang berarti membandingkan sesuatu dengan sesuatu yang lain.²⁶ Dari pengertian tersebut dapat dipahami, bahwa komparasi adalah suatu usaha penyelidikan atau penelitian yang bertujuan untuk membandingkan sesuatu dengan sesuatu yang lain. Dalam penelitian ini penulis akan mengkomparasikan atau membandingkan tingkat kekuatan antara metode Ephemeris, Jean Meeus dan Kitab Al-Durr Al-Anīq terhadap fenomena gerhana Bulan 08 November 2022.

2. Ephemeris Buku *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*.

²⁵ Fakultas Syariah dan hukum, “*Petunjuk Penulis Skripsi*”, (Surabaya, UINSA Pess, 2017), 9.

²⁶ John M. Echols dan Hasan Shadily, *Kamus Inggris Indonesia*, (Jakarta: Gramedia, 1996), 131.

Buku Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik Karya Muhyiddin Khazin” ialah buku dengan judul dan penulis sebagaimana tersebut yang naskahnya diterbitkan di Yogyakarta oleh penerbit Buana Pustaka pada tahun 2008. Buku tersebut merupakan karya dari Muhyiddin Khazin yang merupakan Dosen Ilmu Falak fakultas Syari’ah UIN (Universitas Islam Negeri) Sunan Kalijaga Yogyakarta, beliau juga tokoh ahli ilmu falak dilingkungan Nahdlatul Ulama yang dipercaya sebagai pengurus Lembaga Falakiyah Pengurus Besar NU (periode 2005-2015) hingga menjadi instruktur pada berbagai pelatihan Hisab Rukyat, baik tingkat Regional maupun Nasional bahkan pada tingkat MABIMS.²⁷

Data yang diambil adalah data *Ephemeris* yang merupakan daftar atau tabel yang berisi data Matahari dan Bulan pada setiap jam dalam kurun waktu satu tahun.²⁸ Data *ephemeris* adalah data yang memuat matahari dan bulan dalam setiap jamnya, diterbitkan oleh Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI yang ditangani oleh Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah sejak 2005.²⁹ Dengan demikian yang dimaksud dengan *Muhyiddin Khazin* penulis mengambil perhitungan dengan buku ilmu falak teori dan praktik dengan acuan data Ephemeris untuk menghasilkan posisi bayangan bumi ketika terjadi kontak-kontak gerhana, yakni pada saat awal gerhana, awal total, akhir total dan akhir gerhana, baik kontak umbra maupun penumbra.

²⁷ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008) 273.

²⁸ *Ibid.*, 152.

²⁹ Asrini, “*Studi Komparatif Hisab Kontemporer Ephemeris dan Algoritma*”, (Skripsi—UIN Alauddin Makasar, Ilmu Falak, Fakultas Syariah dan Hukum, 2020), 10.

3. Algoritma Jean Meeus karya Jean Meeus

Astronomical Algorithms ialah sebuah buku karangan seorang ahli astronomi bernama Jean Meeus. Buku ini ditulis dalam bahasa Inggris. Buku ini berisi perhitungan-perhitungan yang berhubungan dengan benda-benda langit. Dan salah satu perhitungan di dalamnya ialah tentang perhitungan terjadinya gerhana Bulan. Dalam buku ini pembahasan mengenai hisab gerhana (Bulan dan Matahari) terdapat dalam bab ke-52 dengan judul “Eclipses”.³⁰ Penulis menggunakan metode tersebut untuk membandingkan nilai keakuratan dengan metode Ephemeris dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

4. Kitab *AL-Durr Al- Anīq*

Sebuah kitab tentang metode *Al-Durr Al-Anīq* mengkaji perhitungan ilmu falak. Perhitungan yang dimaksud adalah perhitungan konversi tanggal hijriah atau masehi, perhitungan waktu sholat, perhitungan awal Bulan, dan perhitungan gerhana Bulan dan Matahari.³¹ Penulis menggunakan metode tersebut untuk membandingkan nilai keakuratan dengan metode Ephemeris, Jean Meeus dan *Al-Durr Al-Anīq*.

5. Fenomena Gerhana Bulan 08 November 2022

Gerhana Bulan atau dikenal eclipse dalam bahasa atau khusus dalam bahasa Arab merupakan fenomena alam yang disebabkan oleh Bulan, Bumi dan Matahari pada satu garis bujur astronomis yang sama

³⁰ Agus Minanur Rohman, “Visualisasi Gerak Semu Bulan dan Matahari Serta Pengaruhnya Terhadap Pasang Surut Air Laut Menggunakan Algoritma Jean Meeus”, (Skripsi--UIN Maulana Malik Ibrahim : Malang, 2016), 17.

³¹ Ahmad Ghozali bin Muhammad Fathullah, “*al-Durr al-Anīq*”, (Jakarta: LAFAL 2016), 1.

atau disebut dengan istiqlal dimana mengakibatkan bayang-bayang bumi jatuh pada bulan. Pada umumnya gerhana Bulan dibagi 2 yaitu: gerhana Bulan Total dan gerhana Bulan sebagian. Dalam penelitian ini penulis mengambil fenomena gerhana Bulan pada 08 November 2022 ini karena fenomena tersebut adalah gerhana Bulan Total yang dapat dilihat di seluruh Indonesia yang jarang terjadi khususnya di wilayah Jawa Timur, dari fenomena langka tersebut menjadi hal yang menarik untuk penulis kaji dalam penelitian ini.

H. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis dan pendekatan penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian ini yaitu menggunakan penelitian normatif atau biasa disebut dengan penelitian pustaka (*library research*), yang bersifat deskriptif kuantitatif, Dimana penelitian normatif ini memaparkan secara rinci dan sistematis tentang aspek-aspek yang diteliti dalam suatu perbandingan. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan jenis pendekatan perbandingan (*comparative approach*).

Metode analisis data yang digunakan adalah metode komparatif deskriptif, yakni menguraikan hasil perhitungan metode Ephemeris, Jean Meeus dan Kitab *Al-Durr Al-Anīq*, kemudian mengkomparasikan antara

ketiga metode tersebut dengan fenomena terjadinya gerhana Bulan Total pada 08 November 2022.

2. Data yang dikumpulkan

Untuk menjawab masalah penelitian yang sudah dirumuskan, data yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini adalah:

- a. Data perhitungan gerhana Bulan dalam buku ilmu falak dalam teori dan praktik, karya Muhyiddin Khazin.
- b. Data perhitungan gerhana Bulan dalam buku *Astromical Algorithms*.
- c. Data perhitungan gerhana Bulan dalam Kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

3. Sumber data

Data-data diatas akan dikumpulkan dari berbagai sumber, baik primer maupun sekunder, sebagai berikut:

a. Sumber data primer

- 1) Buku *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, karya Muhyiddin Khazin.
- 2) Buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus.
- 3) kitab *Al-Durr Al-Anīq* karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah.
- 4) Fenomena gerhana Bulan Total pada 08 November 2022 bersumber dari Youtube di wilayah Jayapura.

b. Sumber data sekunder

Sumber data sekunder dalam penelitian ini berupa dokumen yang membahas seputar gerhana bulan, mulai dari karya tulis ilmiah,

buku, maupun artikel yang berkaitan dengan penelitian gerhana Bulan dalam Kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

4. Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data yang dibutuhkan sebagai bahan penelitian ini, penelitian menggunakan teknik perhitungan dan dokumentasi. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan dengan cara melihat youtube di wilayah Jayapura pada tanggal 08 November 2022. Selain itu metode pengumpulan data yang digunakan yang digunakan penelitian yakni dengan dokumentasi, dokumentasi yang dilakukan dengan mengumpulkan data langkah-langkah perhitungan gerhana Bulan dalam buku ilmu falak praktis karya Muhyiddin khazin, buku *Astromical Algorithms*, serta kitab *Al-Durr Al-Anīq*. Selain itu, metode pengumpulan data yang digunakan peneliti yakni dengan cara perhitungan. Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan hasil perhitungan gerhana bulan dari *Ephemeris*, buku *stromical Algorithms* dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*, sehingga hasil dari ketiga dapat dibandingkan dengan fenomena yang terjadi pada 08 November 2022

5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan penulis dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, yakni:

- a) Tahap pengumpulan data perhitungan gerhana Bulan. Data yang dikumpulkan berupa langkah-langkah perhitungan gerhana Bulan

- dalam data *Ephemeris 2022*, buku *Astronomical Algorithms*, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.
- b) Tahap penghitungan gerhana Bulan (08 November 2022). Disini peneliti akan menghitung gerhana Bulan (08 November 2022) berdasarkan langkah-langkah dalam data *Ephemeris 2022* dan buku *Astronomical Algorithms* dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*. Dalam ketiga perhitungan tersebut yang peneliti gunakan untuk menghitung yaitu, kalkulator ilmiah, dan pemograman microsoft excel.
 - c) Tahap perbandingan. Dalam tahap perbandingan ini peneliti akan membandingkan hasil perhitungan gerhana Bulan antara data *Ephemeris 2022* dan buku *Astronomical Algorithms* dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*. Selain itu, peneliti juga akan menganalisa perbedaan yang terdapat dalam langkah-langkah perhitungan gerhana Bulan pada data *Ephemeris 2022* dan buku *Astronomical Algorithms* dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*. untuk mengetahui penyebab perbedaan hasil hisab gerhana Bulan dari ketiga perhitungan tersebut.
 - d) Tahap pengambilan kesimpulan. Pada tahap ini, peneliti akan menarik kesimpulan dari perbandingan hasil perhitungan gerhana Bulan serta komparasi perhitungan antara data *Ephemeris* dengan buku ilmu falak karya Muhyiddin Khazin, buku *Astronomical Algorithms* dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

I. Sistematika Pembahasan

Secara garis besar sistematika penulisan penelitian ini meliputi lima bab, dimana dalam setiap bab terdapat sub-sub pembahasan diantaranya :

Bab pertama berisi pendahuluan. Dalam bab ini diterangkan mengenai latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dari penelitian, peneliti terdahulu, definisi operasional, metode penelitian yang digunakan penulis dan sistematika pembahasan oleh penulis.

Bab kedua membahas tentang gambaran umum tentang metode gerhana Bulan meliputi; pengertian gerhana bulan, dasar hukum, jenis-jenis gerhana, faktor yang mempengaruhi gerhana Bulan dan alat-alat yang digunakan untuk mengamati gerhana Bulan.

Bab ketiga merupakan konsep perhitungan gerhana Bulan menggunakan metode Ephemeris, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

Bab keempat membahas pokok pembahasan sesuai dengan rumusan masalah yaitu hasil perhitungan gerhana bulan dengan menggunakan metode *ephemeris*, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* serta Analisis komparasi hasil perhitungan gerhana bulan dengan fenomena gerhana Bulan 08 November menggunakan metode *ephemeris*, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

Bab kelima membahas tentang penutup yang memaparkan secara singkat kesimpulan dari penelitian ini, serta kritik dan saran.

BAB II

KAJIAN UMUM GERHANA BULAN

A. Pengertian Gerhana Bulan

Gerhana dalam bahasa Arab disebut dengan “*kusūf*” atau “*khusūf*”. Menurut istilah gerhana dalam bahasa arab “*kusūf*” biasanya dipergunakan untuk penyebutan gerhana Matahari, sedangkan “*khusūf*” biasanya dipergunakan untuk penyebutan gerhana Bulan.¹ Kata “*kusūf*” memiliki arti “memasuki”, yang menggambarkan tentang fenomena yang terjadi saat Bulan memasuki bayangan Bumi. sedangkan “*khusūf*” berarti “menutup”, yang menggambarkan fenomena Bulan menutupi Matahari jika dilihat dari Bumi.²

Gerhana Bulan dalam bahasa inggris dikenal dengan istilah “*Eclipse*”.³ Istilah ini yang digunakan secara umum, baik untuk penyebutan gerhana Matahari maupun gerhana Bulan. Namun, dalam penyebutannya, didapat dua istilah *Eclipse of The Sun* untuk gerhana Matahari dan *Eclipse of The Moon* untuk gerhana Bulan.⁴ Peristiwa gerhana sesungguhnya terjadi akibat terhalangnya cahaya suatu benda dari sumber benda lainnya. Dalam konteks gerhana Bulan dan Matahari, gerhana Bulan adalah karena cahaya Bulan terhalang oleh Matahari, sedangkan gerhana Matahari adalah saat terhalangnya cahaya Matahari oleh Bulan.⁵

¹ Muhammad Hadi Bashori, “*Pengantar Ilmu Falak*”,(Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 225

² Muhyiddin Khazini, “*Ilmu Falak dalam teori dan praktik*”, (cet, 1: Yogyakarta : Buana Pustaka, 2004), 187.

³ Ibid., 187.

⁴ Ahmad Izzudin, “*Fiqh Hisab Rukyah*”, Jakarta: Erlangga, 2007, 42.

⁵ Muhammad Hadi Bashori, “*Pengantar Ilmu Falak*”,(Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 226.

Gerhana Bulan terjadi pada saat Bulan berada ditengahnya atau pada saat fase purnama (*Full Moon*). Fase istiqlal (oposisi) gerhana Bulan terjadi ketika Matahari berada 180° dari posisi Bulan dan Bulan berada di salah satu simpul atau di dekatnya.⁶ Namun, gerhana Bulan tidak terjadi setiap Bulan, melainkan hanya sekitar 2 samapai 3 kali dalam setahun dan dapat di saksikan oleh seluruh penduduk Bumi yang menghadap Bulan. Akan tetapi dalam satu tahun kalender, ada kemungkinan pula tidak ada fenomena gerhana Bulan sama sekali.⁷

B. Dalil Hukum Tentang Peristiwa Gerhana Bulan

Berikut beberapa dalil Al-qur'an dan hadis yang terkait dengan proses terjadinya gerhana:

1. Dalil Al-Qur'an

Berikut merupakan beberapa nas Al-qur'an yang berkaitan dengan proses terjadinya gerhana dan aktifitas ibadah yang dilakukan ketika berlangsung gerhana yaitu:

a. Q.S Yasin ayat 38-40

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ هَآءَ ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (٣٨) وَالْقَمَرَ قَدَّرَهُ مَنَازِلَ
حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (٣٩) لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ
سَابِقٌ لِلنَّهَارِ ۗ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (٤٠)

⁶ Muhyiddin Khazini, "Ilmu Falak dalam teori dan praktik", (cet, 1: Yogyakarta : Buana Pustaka, 2004), 185.

⁷ Muhammad Hadi Bashori, "Pengantar Ilmu Falak", (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 234.

“Dan Matahari berjalan ditempat peredarannya. Demikianlah ketetapan yang Maha Perkasa lagi Maha mengetahui. Dan telah kami tetapkan bagi Bulan manzilah-manzilah, sehingga (setelah Dia sampai ke manzilah yang terakhir) kembalilah Dia sebagai bentuk tandan yang tua.⁸ Tidaklah mungkin bagi Matahari mendapat Bulan dan malampun tidak dapat mendahului siang, dan masing-masing beredar pada garis edarnya.”⁹

Tafsir Jalalain menjelaskan وَالشَّمْسُ تَجْرِي (Dan matahari berjalan) ayat ini dan seterusnya merupakan bagian dari ayat *Wa-aayatul Lahum*, atau merupakan ayat yang menyendiri, yakni tidak berada oleh ayat sebelumnya demikian *Wal Qamara*, pada ayat selanjutnya لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا (di tempat peredarannya) tidak akan menyimpang dari garis edarnya. (Demikianlah) beredarnya matahari itu تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ (ketetapan Yang Maha Perkasa) di dalam kerajaan-Nya الْعَلِيمِ (lagi Maha Mengetahui) tentang makhluk-Nya. وَالْقَمَرَ (Dan bagi bulan) dapat dibaca *Wal Qamaru* atau *Wal Qamara*, bila dibaca nashab yaitu *Wal Qamara* berarti dinashabkan oleh Fiil sesudahnya yang berfungsi pengungkapannya yaitu قَدَرْنَا (telah Kami tetapkan) bagi peredarannya مَنَازِلَ (manzilah-manzilah) sebanyak dua puluh delapan manzilah selama dua puluh delapan malam untuk setiap bulannya. Kemudian selama bersembunyi dua malam, jika bilangan satu bulan tiga puluh hari, dan satu malam jika bilangan satu bulan dua puluh sembilan hari حَتَّىٰ عَادَ (sehingga kembalilah ia) setelah sampai ke manzilah yang

⁸ Maksudnya: bulan-bulan itu pada Awal Bulan, kecil berbentuk sabit, kemudian sesudah menempati manzilah-manzilah, Dia menjadi purnama, kemudian pada manzilah terakhir kelihatan seperti tandan kering yang melengkung.

⁹ Departemen Agama Republik Indonesia, *Mufasssir Al-Qur'an, Terjemahan Tafsir* (Bandung: Penerbit Al-Qur'an Hilal, 2010), 179.

terakhir, menurut pandangan mata كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (sebagai bentuk tandan yang tua) bila sudah lanjut masanya bagaikan ketandan, lalu menipis, berbentuk sabit dan berwarna kuning. لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ (Tidak mungkin bagi matahari) tidak akan terjadi (mendapatkan bulan) yaitu matahari dan bulan bersatu di malam hari وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ (dan malam pun tidak dapat menyembunyikan siang) malam hari tidak akan datang sebelumnya habis waktu siang hari. وَكُلٌّ (Dan masing-masing) matahari, bulan dan bintang-bintang. *Tanwin lafal Kullun* ini merupakan pergantian dari Mudhaf Ilaih فِي فَلَكٍ (pada garis edarnya) yang membundar بِسَبْحُونَ (beredar) pada garis edarnya masing-masing. Di dalam ungkapan ini benda-benda langit diserupakan sebagai makhluk yang berakal, makanya mereka dengan lafal Yasbahuuna.¹⁰

b. Q.S Al- An'am 96

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَاءً ۗ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (٩٦)

“Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan (menjadikan) Matahari dan Bulan untuk perhitungan. itulah ketentuan Allah swt., yang Maha Perkasa lagi Maha mengetahui.”¹¹

Tafsir Jalalain menjelaskan (Dia menyingsingkan pagi) mashdar yang bermakna isim yakni subuh atau pagi hari; artinya

¹⁰ Terjemahan Tafsir Jalalain, “*Sofwer Vers. 2.0, 2010*”, Yasin: 595.

¹¹ Departemen Agama Republik Indonesia, *Mufassir Al-Qur'an, Terjemahan Tafsir* (Bandung: Penerbit Al-Qur'an Hilal, 2010), 58.

Allahlah yang menyingsingkan sinar pagi, yaitu cahaya yang tampak di permulaan pagi hari mengusir kegelapan malam hari (dan menjadikan malam untuk beristirahat) waktu semua makhluk beristirahat dari kepenatannya (dan menjadikan matahari dan bulan) dibaca nashab diathafkan kepada Lafal lail secara makna (untuk perhitungan) untuk ukuran perhitungan waktu; atau dengan tanpa huruf ba atau hisaabun, maka menjadi hal bagi Lafal yang tersimpan. Artinya matahari dan bulan itu beredar menurut perhitungannya sebagaimana yang dijelaskan dalam ayat surah Ar-Rahman. (Itulah) yang telah tersebut itu (ketentuan Allah Yang Maha Perkasa) di dalam kerajaan-Nya (lagi Maha Mengetahui) seluk-beluk makhluk-Nya.¹²

c. Q.S Al-Qiyamah ayat 8

وَحَسَفَ الْقَمَرُ (٨)

“Dan apabila Bulan telah hilang cahayanya”.¹³

Yakni menjadi gelap dan lenyap sinarnya.¹⁴

2. Dalil Al-hadis

a. Hadis Riwayat Bukhari, Muslim dan Ahmad

إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ آيَاتَانِ مِنْ آتَاتِ اللَّهِ ، لَا يَنْخَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ ، فَإِذَا رَأَيْتُمْ ذَلِكَ فَادْعُوا اللَّهَ وَكَبِّرُوا ، وَصَلُّوا وَتَصَدَّقُوا

¹² Terjemahan Tafsir Jalalain, “*Sofwer Vers. 2.0, 2010*”, al-an’am: 547.

¹³ Departemen Agama Republik Indonesia, “*Mufassir Al-Qur’an, Terjemahan Tafsir*”, (Bandung: Penerbit Al-Qur’an Hilal, 2010), 233.

¹⁴ Terjemahan Tafsir Jalalain, “*Sofwer Vers. 2.0, 2010*”, al-Qiyamah: 1214.

“Sesungguhnya Matahari dan Bulan adalah sebuah tanda dari tanda-tanda Allah Swt. Keduanya tidak menjadi gerhana disebabkan kematian seseorang atau kelahirannya. Bila kalian mendapati gerhana, maka lakukanlah salat dan berdoalah hingga selesai fenomena itu.” (HR. Bukhari, Muslim dan Ahmad).¹⁵

b. Hadis Riwayat Bukhari

لَمَّا كَسَفَتِ الشَّمْسُ عَلَى عَهْدِ رَسُولِ اللَّهِ نُودِيَ: إِنَّ الصَّلَاةَ جَامِعَةٌ

“Ketika Matahari mengalami gerhana di zaman Rasulullah saw., orang-orang di panggil salat dengan lafaz : As-Shalatu Jamiah. (HR. Bukhari)”.

c. Hadis Riwayat Bukhari dan Muslim dari A’isyah

فَإِذَا رَأَيْتُمُوهُمَا فَكَبِّرُوا وَادْعُوا اللَّهَ وَصَلُّوا وَتَصَدَّقُوا

“Apabila kamu melihatnya (gerhana Matahari atau gerhana Bulan) maka hendaklah kamu bertakbir, berdoa kepada Allah swt., melaksanakan salat dan bersedekah (HR. Bukhari dan Muslim dari A’isyah)”.

C. Jenis-Jenis Gerhana Bulan

Masyarakat pada umumnya hanya mengenal 2 jenis gerhana Bulan, yakni gerhana Bulan total dan gerhana Bulan sebagian. Namun ada pula jenis gerhana Bulan yang jarang diketahui oleh masyarakat, yakni gerhana Bulan Penumbra. Disini penulis akan membagi gerhana Bulan menjadi 2 yakni gerhana Bulaumbra dan gerhana Bulan panumbra.

1. Gerhana Bulan Umbra

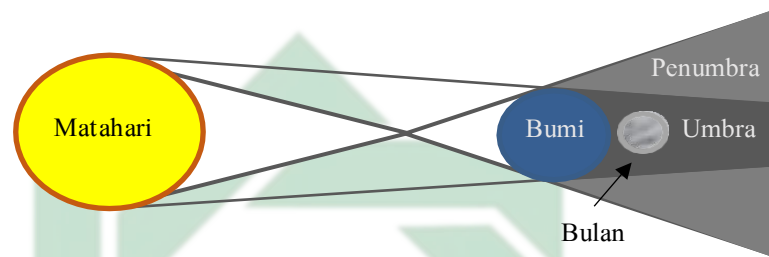
Umbra berasal dari kata latin yang berarti “bayangan”.¹⁶ Pada saat gerhana Bulan, Bulan berada di wilayah bayang-bayang umbra Bumi. Sehingga seluruh piringan Bulan tertutup oleh piringan Bumi

¹⁵ Muhammad Hadi Bashori, “Pengantar Ilmu Falak”, (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 241.

¹⁶ Sukma Perdana Prasetya, “Gerhana”, (Skripsi--Universitas Negeri Surabaya, Surabaya), 2.

seluruhnya.¹⁷ Akan tetapi meskipun Bulan berada di wilayah umbra Bumi. Bulan masih dapat memantulkan cahaya yang disebabkan oleh refraksi atmosfer Bumi. Gerhana Bulan umbra di bagi menjadi 2, yaitu:

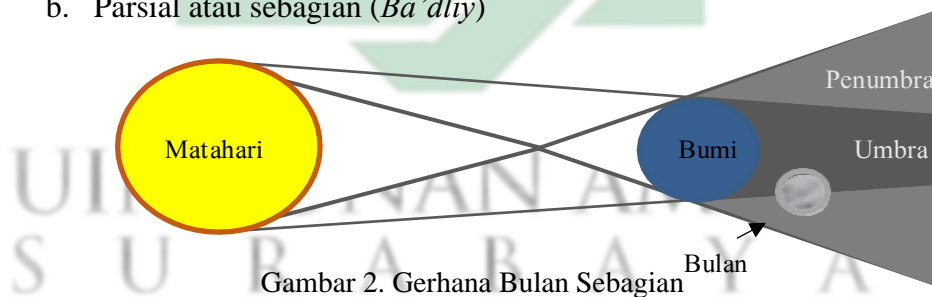
a. Total (*Kully*)



Gambar 1. Gerhana Bulan Total

Biasanya disebut gerhana Bulan total, Gerhana Bulan total terjadi ketika Matahari, Bumi, dan Bulan berada dalam satu garis lurus. Biasanya disebut gerhana Bulan total. Akibatnya, seluruh piringan Bulan dibayangi oleh inti Bumi atau umbrat.¹⁸

b. Parsial atau sebagian (*Ba'dliyy*)



Gambar 2. Gerhana Bulan Sebagian

Biasanya disebut gerhana Bulan parsial atau sebagian, terjadi saat Matahari, Bumi, dan Bulan tidak berada dalam satu garis lurus. terjadi ketika posisi Matahari, Bumi, dan Bulan tidak berada pada

¹⁷ Slamet Hambali, “*Pengantar Ilmu Falak*”, (Banyuwangi : Bismillah Publisher, 2012), 232.

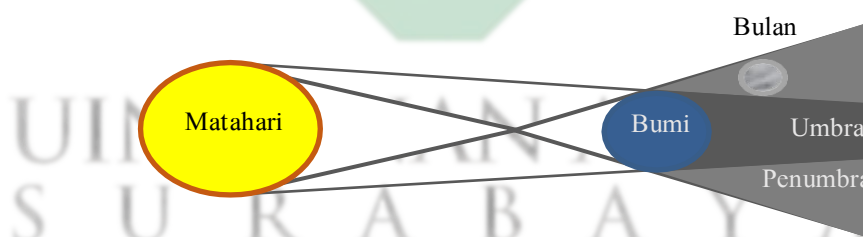
¹⁸ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam teori dan praktik*, (cet, 1: Yogyakarta : Buana Pustaka, 2004), 188.

garis lurus. Karna itu, hanya sebagian piringan Bulan yang masuk umbra atau bayangan inti Bumi.¹⁹

2. Gerhan Bulan penumbra

Penumbra dikenal sebagai “bayangan semu”. Dalam bahasa latin penumbra berarti “hampir suatu bayangan”.²⁰ Pada gerhana Bulan panumbra, Bulan hanya melewati wilayah penumbra Bumi. oleh karena itu gerhana Bulan panumbra hampir tidak terdeteksi secara visual kecuali magnitudonya sebesar 0,7.²¹ Bayangan penumbra Bumi berbentuk seperti kerucut terpancung dengan puncaknya di Bumi. saat bayangan bergerak menjauh dari Bumi, maka semakin membesar sampai menghilang di ruang angkasa. Bumi hanya menutupi sebagian piringan Matahari dalam bayangan penumbra..²² Gerhana Bulan penumbra dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

a. Gerhana Bulan penumbra total



Gambar 3. Gerhana Bulan Penumbra Total

Gerhana Bulan penumbra total merupakan jenis gerhana yang seluruh bagian Bulan masuk ke dalam penumbra Bumi.

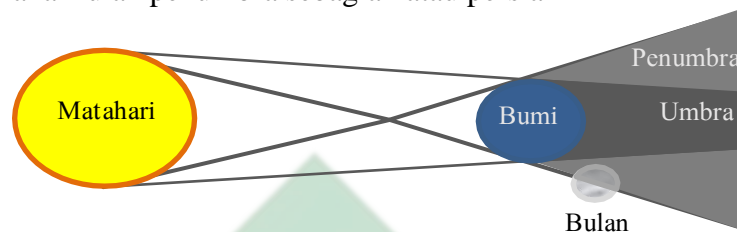
¹⁹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam....*, 189.

²⁰ Sukma Perdana Prasetya, “Gerhana” (Surabaya: Universitas Negeri Surabaya, t.p., t.t.), 2.

²¹ Miftach Rizcha Afifi, “Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab” (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019), 31.

²² Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Kementerian Agama Republik Indonesia, *Ilmu Falak Praktik* (Jakarta: t.p., 2013), 111.

b. Gerhana Bulan penumbra sebagian atau persial



Gambar 4. Gerhana Bulan Penumbra Sebagian atau Persial

Gerhana Bulan penumbra sebagian ini merupakan bagian Bulan yang masuk dalam penumbra Bulan hanya sebagian saja.²³

D. Faktor – Faktor yang mempengaruhi gerhana Bulan

1. Faktor jarak (posisi)

Jarak merupakan salah satu faktor terjadinya gerhana Bulan dan gerhana Matahari. Telah disebutkan dalam gerhana Matahari meskipun itu faktor jarak antara Matahari dan Bumi atau jarak antara Bulan dan Bumi. Pada gerhana Bulan ragam jarak hanya mempengaruhi pada ukuran (perkiraan) durasi gerhana bukan pada jenis gerhananya, sehingga ketika Bumi pada posisi terendahnya dari Matahari (aphelion) dan Bulan melalui pertengahan bayangan umbra Bumi ketika Bulan sedang purnama maka akan terjadi gerhana Bulan dengan durasi terlama ketimbang peristiwa gerhana lainnya. Sedangkan, gerhana Matahari mempengaruhi jenis gerhananya menjadi *kulliy* atau *khalqiy*.

²³ Nur Fadhilah, “*Studi Komparasi Hisab Gerhana Bulan 28 Juli 2018*”, (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2021), 35.

²³ Miftach Rizcha Afifi, “*Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab*”, (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019), 31.

2. Faktor Perbedaan (selisih) Lintasan atau Orbit.

Faktor perbedaan (selisih) lintasan Bumi di orbitnya mengelilingi Matahari dan perbedaan selisih lintasan Bulan di orbitnya mengelilingi Bumi menyebabkan ketiadaan terjadinya gerhana Matahari, pada waktu Mahaq (akhir Bulan (شهر)) disetiap Bulan (شهر) serta begitu pula sebab perbedaan (selisih) ini sehingga menyebabkan ketiadaan gerhana Bulan di masing-masing pertengahan Bulan (شهر). Oleh sebab itu, gerhana Bulan yang biasanya terjadi dua kali dalam setahun..²⁴

Selain itu adapun faktor yang mempengaruhi gerhana Bulan yaitu :

a) Peredaran semu Matahari

Matahari adalah bintang di pusat tata surya kita, iklim dan cuaca di Bumi dikendalikan oleh Matahari. Mtermasuk dalamatahari memiliki massa total $1,99 \times 10^{30}$ kilogram dengan selisih diameter antara kutub dan ekuatornya 10 kilometer. Matahari termasuk dalam bintang utama tipe G2V karena pembentukannya diperkirakan terjadi sekitar 4,6 miliar tahun yang lalu.²⁵ Maksudnya, Matahari adalah bintang deret utama tipe G (tipe spektrum GV), yang juga dikenal sebagai “bintang katai kuning” atau “bintang katai G”. Dari spektrum G, ini adalah bintang deret utama dengan luminositas kelas V.

²⁴ Yusrifal Fais Abdillah, “*Algoritma Pemrograman Gerhana Bulan Metode Al-Durr Al-Ani>q Menggunakan Software Visual Basic 6.0*”, Skripsi--- UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019, 34.

²⁵ Nur Fadhilah, “*Studi Komparasi Hisab Gerhana Bulan 28 Juli 2018*”, (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2021), 20.

Matahari juga bergerak, seperti halnya planet dan satelit bersama tata suryanya, Matahari berputar mengelilingi pusat galaksi bima sakti dalam gerakan yang dikenal sebagai rotasi. Waktu rotasi Matahari berbeda-beda pada tiap bagiannya.²⁶ Matahari berotasi sekitar 24 hari di ekuator, sedangkan di kutub membutuhkan waktu lebih 30 hari. Sementara, Matahari dan tata suryanya mengelilingi pusat galaksi Bima Sakti dengan kecepatan sekitar 20 km/detik.

Selain rotasi dan gerak mengitari pusat galaksi Bima Sakti, Matahari juga memiliki gerak semu. Berbeda dengan dua gerak sebelumnya yang benar-benar dilakukan oleh Matahari, gerak semu Matahari hanyalah gerak yang seolah-olah dilakukan oleh Matahari. Gerak Semu Matahari dibagi menjadi 2 yakni:

1) Gerak semu harian Matahari (gerak diurnal)

Apabila diperhatikan, Matahari seolah-olah bergerak mengelilingi Bumi dari arah timur ke barat. Padahal sinar Matahari selalu bergerak dari timur ke barat karena Bumi berputar. Akan ada siang (terang) di daerah yang terkena Matahari, sedangkan akan ada malam (gelap) di daerah yang tidak terkena sinar Matahari.²⁷ Rotasi

²⁶ Zul Amri Fathinul Inshafi, “*Aplikasi Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Pada Smartphone Android*”, (Skripsi—UIN Walisongo, Semarang, 2016), 29.

²⁷ Yusman Hestiyanto, “*Geografi 1 SMA Kelas X*”, (Jakarta: Yudhistira, 2007), 35.

Bumi berdampak pada gerak ini, yang memiliki periode perantara 24 jam.²⁸

Letak geografis pengamat menentukan kemiringan lintasan gerak harian Matahari. Lintasannya adalah lingkaran horizontal jika pengamat berada di kutub, tetapi merupakan lingkaran vertikal jika pengamat berada di ekuator. Lintasan miring ke utara jika pengamat berada di belahan Bumi selatan, sedangkan lintasan miring ke selatan jika pengamat berada di belahan Bumi utara. Kemiringannya sesuai besar lintangnya.²⁹

2) Gerak semu tahunan Matahari (gerak annual)

Arah gerak semu tahunan Matahari selama 365,25 hari kira-kira 1° per hari di timur. Karena itu, arah Matahari terbit dan terbenam berubah sepanjang tahun.³⁰ Matahari terbit di timur dan terbenam di barat pada tanggal 21 Maret dan 23 September setiap tahunnya. Sebaliknya pada tanggal 22 Juni berada pada posisi paling posisi paling utara sejauh $23,5^\circ$ busur dari timur atau barat, dan pada tanggal 22 Desember berada pada posisi paling selatan sejauh $23,5^\circ$ busur.³¹

²⁸ Zul Amri Fathinul Inshafi, “Aplikasi Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Pada Smartphone Android” (Skripsi—UIN Walisongo, Semarang, 2016), 29.

²⁹ Taufiqurrahman Kurniawan, “Ilmu Falak dan Tinjauan Matlak Global”, (Yogyakarta: MPKSDI, 2010), 79.

³⁰ Zul Amri Fathinul Inshafi, “Aplikasi Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Pada Smartphone Android”, (Skripsi—UIN Walisongo, Semarang, 2016), 31.

³¹ Taufiqurrahman Kurniawan, “Ilmu Falak dan Tinjauan Matlak Global” (Yogyakarta: MPKSDI, 2010), 79.

Orbit atau posisi Matahariselalu berubah dalam perjalanan hariannya, Matahari terkadang melintasi ekuator, juga dikenal sebagai ekuator langit, atau bagian garis katulistiwa. Kecenderungan $23,5^\circ$ antara bidang ekliptika dan ekuator menghasilkan jarak yang di tempuh Matahari.³²

b) Rotasi dan revolusi Bumi

Planet ketiga yang paling dekat dengan Matahari adalah Bumi. Bumi berjarak 150 juta kilometer (93 juta mil) dari Matahari. Diameter Bumi adalah 12.756 km atau 7.926 mil.³³ Bumi berevolusi dan berputar. Dari barat ke timur atau berlawanan arah jarum jam, Bumi berputar pada porosnya. Bumi membutuhkan satu hari untuk berotasi, atau 23 jam, 56 menit, dan 4 detik, dibulatkan menjadi 24 jam.³⁴

Atmosfer Bumi juga berputar ketika bergerak. Gerak semu harian Matahari, terjadinya siang dan malam, serta adanya perbedaan waktu, semuanya di semuanya disebabkan oleh peredaran semu harian benda langit dari timur ke barat yang disebabkan oleh rotasi bumi. Rotasi Bumi, di sisi lain, adalah gerakan Bumi mengelilingi Matahari.

³² Ayu Nurul Faizah, "Gerhana Pada Masa Nabi Muhammad saw. (Studi Analisis Gerhana Bulan Periode Madinah Perspektif Astronomi)" (Tesis—UIN Walisongo, Semarang, 2015), 31.

³³ Erlina Ayu, "Pengetahuan Luar Angkasa, Cuaca, dan Fenomena Alam" (Yogyakarta: Familia, 2011), 21.

³⁴ Taufiqurrahman Kurniawan, "Ilmu Falak dan Tinjauan Matlak Global", (Yogyakarta: MPKSDI, 2010), 76

Sedangkan revolusi Bumi ialah peredaran Bumi mengelilingi Matahari. Revolusi Bumi di sebabkan tarik menarik antara gaya gravitasi Matahari dengan gaya gravitasi Bumi, selain rotasi Bumi.³⁵ waktu yang dibutuhkan dalam peredaran Bumi mengelilingi Matahari ialah 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik, atau dibulatkan menjadi $365\frac{1}{4}$ hari (1 tahun Masehi).

Bumi berevolusi dengan arah yang berlawanan dengan arah perputaran jarum jam (dari barat ke timur), sama dengan rotasi Bumi. Bumi miring ke arah yang sama untuk membentuk sudut $23,5^\circ$ trhadap Matahari daripada berputar tegak lurus terhadap bidang ekliptiks, yaitu orbit Bumi mengelilingi Matahari. Sumbu rotasi, garis imajiner yang membentang antara kutub utara dan selatan, digunakan untuk mengukur sudut ini. Adapun akibat dari revolusi Bumi, yakni terjadinya gerak semu tahunan Matahari, perbedaan lamanya siang dan malam dan pergantian musim.³⁶

c) Rotasi dan revolusi Bulan

Bulan adalah benda angkasa sekaligus satu-satunya dan satelit alami Bumi. Jarak antara Bulan dan Bumi adalah 354.336 km, sedangkan jarak antara keduanya kurang lebih 404.320 km. 3.476 km adalah diameter Bulan, yang hampir seperempat diameter Bumi. setiap malam, Bulan akan bersinar, tetapi bukan karena Bulan terdiri

³⁵ Dara Juwita, “Aplikasi Gerhana Matahari dan Bulan untuk Pembelajaran Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Adobe Flash CS 3” (Tugas Akhir—Universitas Sumatera Utara, Medan, 2013), 35.

³⁶ Rizki Isnaini, “Peningkatan Hasil Belajar IPA Materi Sistem Tata Surya Melalui Media Audio Visual Pada Siswa Kelas VII Semester 2 SMP Negeri 3 Getasan Kabupaten Semarang Tahun Pelajaran 2018/2019” (Skripsi—IAIN Salatiga, 2019), 24.

atas yang menyala seperti Matahari. Ini karena cahaya Mathari dipantulkan oleh Bulan.

Bulan juga berotasi dan berevolusi. Namun, saat Bumi bergerak dua kali, Bulan bergerak tiga kali sekaligus. Pertama, gerakan Bulan berputar pada porosnya (rotasi). Kedua, orbit yang ditempuh Bulan mengelilingi Bumi (revolusi). Dan ketiga, orbit yang ditempuh Bulan dan Bumi bersama-sama mengelilingi Matahari. Bulan membutuhkan waktu 27,3 hari atau 27 hari 7 jam 43 menit, dan 12 detik, untuk berotasi pada porosnya. Bulan memiliki dua jenis tenggang waktu peredaran, yakni bulan sideris dan sinodis.³⁷

1. Bulan sideris (*siderical month*)

Sideris berarti “bintang”. Bulan menyelesaikan rotasi 360° mengelilingi Bumi dalam 27 hari, 7 jam, 43 menit, dan 11,5 detik atau kira-kira jumlah waktu yang sama dengan yang dibutuhkan Bulan untuk mengorbit bintang satu kali berdar relatif terhadap sebuah bintang. Hal tersebut ditandai dengan letaknya kembali ke tempat semua di latar bintang-bintang yang sama. Bulan harus berotasi dan berevolusi dengan jumlah waktu yang sama, yaitu kurang lebih 27,3 hari. Karena itu, Bulan selalu memiliki luas permukaan yang sama menghadap Bumi.³⁸

³⁷ Nur Fadhilah, “*Studi Komparasi Hisab Gerhana Bulan 28 Juli 2018*”, (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2021), 20.

³⁸ Taufiqurrahman Kurniawan, “*Ilmu Falak dan Tinjauan Matlak Global*” (Yogyakarta: MPKSDI, 2010), 78.

2. Bulan sinodis (*synodical month*)

Waktu yang dibutuhkan Bulan untuk mengorbit Bumi dari “Bulan baru” atau konjungsi ke “Bulan baru” berikutnya juga dapat dipahami sebagai waktu yang dibutuhkan Bulan untuk mengorbit Matahari satu kali. 29 hari, 12 jam, 44 menit, dan 2.8 detik kira-kira 29,5 hari diperlukan Bulan untuk kembali ke fase sebelumnya. Sistem penanggalan Hijriah membuat perhitungan berdasarkan waktu sinodik Bulan.³⁹

Bulan melakukan gerak revolusi mengelilingi Bumi dari arah barat ke timur. Karena gerakan ini, Bulan terbit setiap hari kira-kira 50 menit atau 13 derajat di belakang beberapa bintang. Bulan, di sisi lain, bergerak lebih lambat setiap hari menuju Matahari sekitar 12 derajat busur. Ini menunjukkan bahwa gerak Matahari meninggalkan Bulan sebesar 0,5 derajat busur, atau sebanyak piringan Matahari atau piringan Bulan setiap jam.⁴⁰

Selain itu, orbit Bulan mengelilingi Bumi tidak mengikuti bidang yang sama dengan orbit Bumi mengelilingi Matahari. Sebaliknya orbit Bulan memotong orbit Bumi pada sudut 5° , dengan bidang orbit Bulan miring 5° ke arah ekliptika. Hal ini lah yang menyebabkan gerhana Bulan tidak terjadi setiap bulan purnama.⁴¹

³⁹ Taufiqurrahman Kurniawan, “*Ilmu Falak dan Tinjauan Matlak Global*” (Yogyakarta: MPKSDI, 2010), 81.

⁴⁰ *Ibid.*, 80.

⁴¹ Nur Fadhillah, “*Studi Komparasi Hisab Gerhana Bulan 28 Juli 2018*”, (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2021), 27.

D. Alat-alat yang digunakan dalam mengamati gerhana

Alat-alat bantu yang digunakan dalam mengamati gerhana yaitu :

1. Binokuler

Binokuler atau teropong sangat berguna untuk melihat fitur-fitur permukaan Bulan, seperti kawah atau mare, selama gerhana terjadi. Dengan teropong, masyarakat dapat mudah melihat perubahan warna pada permukaan Bulan saat bayangan Bumi bergerak melewati.⁴²

Ketika menggunakan binokuler untuk mengamati gerhana, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

- a. Kualitas binokuler: Pilihlah binokuler yang memiliki kualitas optik yang baik untuk memastikan gambar yang jernih dan tajam. Binokuler dengan pembesaran rendah, seperti 7x atau 10x, lebih disarankan agar tidak memperbesar gerhana terlalu besar sehingga sulit diamati.
- b. Perlindungan mata: Penting untuk melindungi mata saat mengamati gerhana, terutama saat melihat gerhana matahari. Jangan pernah melihat matahari langsung dengan mata telanjang atau melalui binokuler tanpa perlindungan yang tepat. Gunakan filter khusus yang dirancang untuk melindungi mata dari sinar matahari yang berbahaya.
- c. Stabilisasi: Agar mendapatkan gambar yang jelas dan stabil, gunakanlah tripod atau dukungan lainnya untuk menjaga binokuler tetap stabil saat mengamati gerhana. Hal ini akan mengurangi getaran tangan dan membantu menjaga gambar tetap terfokus.

⁴² "Infoastronomy.org": Dikutip pada 17 desember 2022

- d. Penyesuaian fokus: Pastikan Anda telah menyesuaikan fokus binokuler dengan benar sehingga gambar gerhana terlihat jelas. Mungkin perlu melakukan beberapa penyesuaian saat mengamati gerhana karena kondisi cahaya yang berubah.
- e. Lokasi yang tepat: Pilihlah lokasi yang terbaik untuk mengamati gerhana dengan binokuler. Pastikan Anda berada di tempat yang terbuka dan minim hambatan seperti gedung atau pohon yang dapat menghalangi pandangan Anda.

2. Teleskop dan kamera

Teleskop dapat digunakan agar pengamat gerhana Bulan lebih jelas. Teleskop sangat membantu masyarakat untuk melihat fitur-fitur permukaan Bulan dengan detail yang lebih tinggi dari sekedar teropong. Selain itu, masyarakat juga dapat menghubungkan kamera DSLR ke teleskop untuk mendapatkan foto Bulan saat gerhana yang lebih besar dari pada hanya menggunakan lensa kita.⁴³

Berikut adalah beberapa hal yang perlu diperhatikan saat menggunakan teleskop untuk mengamati gerhana:

- a. Kualitas teleskop: Pilihlah teleskop yang memiliki kualitas optik yang baik. Pastikan lensa atau cermin teleskop dalam kondisi baik dan bersih untuk mendapatkan gambar yang tajam dan jelas.
- b. Pembesaran yang tepat: Saat mengamati gerhana, pilih pembesaran yang tepat untuk mendapatkan gambar yang optimal. Terlalu banyak

⁴³ Infoastronomy.org: Dikutip pada 17 desember 2022

pembesaran dapat menyebabkan gambar menjadi buram atau gelap. Penting untuk menyesuaikan pembesaran berdasarkan ukuran gerhana dan kondisi atmosfer saat itu.

- c. Filter matahari: Jika Anda mengamati gerhana matahari, pastikan menggunakan filter matahari yang aman dan sesuai untuk teleskop Anda. Filter ini dirancang untuk melindungi mata dari radiasi matahari yang berbahaya. Jangan pernah melihat matahari langsung melalui teleskop tanpa perlindungan yang tepat.
- d. Stabilisasi: Agar mendapatkan gambar yang jelas dan stabil, gunakanlah tripod atau dukungan lainnya untuk menjaga teleskop tetap stabil. Ini akan membantu mengurangi getaran dan menjaga gambar tetap terfokus.
- e. Penyesuaian fokus: Sesuaikan fokus teleskop dengan cermat untuk mendapatkan gambar yang jelas dan tajam. Kondisi cahaya selama gerhana dapat berubah, jadi Anda mungkin perlu menyesuaikan fokus secara berkala.
- f. Lokasi yang tepat: Pilihlah lokasi yang terbaik untuk mengamati gerhana dengan teleskop. Pastikan Anda berada di tempat yang terbuka, minim hambatan, dan memiliki langit yang cerah dan jernih.

3. Theodolite

Theodolit merupakan peralatan yang digunakan untuk menentukan tinggi azimuth suatu benda langit pada system koordinat horizon.

Theodolite membaca jarak zenith dan azimuth dalam pengukuran menggunakan satuan derajat, menit busur dan detik busur.⁴⁴

Theodolite berfungsi sebagai alat pengukur sudut horizontal dan vertikal. Theodolite memiliki 2 lensa atau ada yang memiliki 3 lensa, yaitu: lensa objektif, lensa fokus, dan lensa pembalik (pada theodolite digital).⁴⁵

Berikut adalah beberapa hal yang perlu diperhatikan saat menggunakan theodolit untuk mengamati gerhana:

- a. Kalibrasi dan akurasi: Pastikan theodolit Anda dikalibrasi dengan baik sebelum penggunaan dan memiliki akurasi yang memadai. Dalam konteks mengamati gerhana, Anda perlu mengukur sudut dengan presisi tinggi untuk mendapatkan informasi yang akurat tentang posisi gerhana.
- b. Stabilisasi: Theodolit perlu ditempatkan pada permukaan yang stabil dan diikat dengan baik untuk menghindari getaran yang dapat mempengaruhi pengukuran sudut. Pastikan Anda menggunakan tripod yang kokoh dan menjaga theodolit tetap stabil saat mengamati gerhana.
- c. Pencahayaan: Pilih theodolit yang memiliki fitur pencahayaan yang cukup untuk membantu pengamatan dalam kondisi cahaya yang rendah atau terbatas. Hal ini dapat berguna saat mengamati gerhana

⁴⁴ N.Sopwan dkk., "Akurasi Penentuan Altitude dan Azimuth Bulan saat Gerhana Bulan Total 26 Mei 2021 di OASA UINSA Surabaya", Makalah Seminar Nasional Fisika (SNF), Surabaya: 18 Oktober 2021, 137.

⁴⁵ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi*, (Depok : Rajawali pers, 2017), 271.

matahari yang menghasilkan perubahan kondisi cahaya yang signifikan.

- d. Pemahaman sudut dan pengukuran: Pelajari cara menggunakan theodolit dengan baik, termasuk pembacaan dan pengukuran sudut dengan akurat. Perhatikan bahwa pengamatan gerhana melibatkan pengukuran sudut antara posisi gerhana dan benda langit lainnya atau posisi observasi Anda sendiri.
- e. Referensi dan pemantauan: Pastikan Anda memiliki pemahaman yang baik tentang gerhana yang akan diamati, termasuk waktu, lokasi, dan pergerakan benda langit terkait. Dengan pemahaman ini, Anda dapat menggunakan theodolit untuk memantau pergerakan dan posisi gerhana Bulan selama pengamatan.⁴⁶

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

⁴⁶ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi*, (Depok : Rajawali pers, 2017), 271.

BAB III

METODE HISAB GERHANA BULAN DALAM EPHEMERIS, JEAN MEEUS DAN KITAB *AL-DURR AL-ANĪQ* TERHADAP FENOMENA GERHANA BULAN PADA 08 NOVEMBER 2022

A. Konsep Perhitungan Gerhana Bulan Metode Ephemeris

1. Sejarah Ephemeris

Ephemeris merupakan tabel yang memuat data-data astronomi benda-benda langit. Ephemeris juga disebut dengan *astronomical handbook*. Pembentukan Ephemeris pertama kali di plopri oleh Taufik dan putranya yang dibiayai oleh Kementrian Agama Republik Indonesia yang berbentuk Iqsoft. Taufik dilahirkan di desa babat kota Lamongan pada tanggal 02 Januari 1938 M. Ia merupakan orang yang aktif mengikuti seminar, study perbandingan, dan konverensi hisab rukyat pada tingkat regional maupun internasional. Diantara negara-negara yang pernah ia kunjungi ketika seminar Malaysia, Brunei Darussalam, serta Arab Saudi. Beliau pertama kali mendapatkan gelar sarjana tingkat strata satu di IAIN Sunan Kalijaga Yogyakarta pada tahun 1967 M. Sedangkan gelar Magister Hukum beliau peroleh dari Universitas Airlangga Surabaya.¹

Beberapa karya tulis Taufik di bidang hisab rukyat yaitu : Peranan Hisab Rukyat Dalam Penentuan Awal Bulan Kamariyah, Menentukan

¹ Fathul Ulum, “*Studi Komparatif Hisab Penentuan Awal Waktu Shalat dalam Kitab Al-Durusul Al-Falakiyah dan Ephemeris*”, Skripsi--- IAIN Ponorogo, 2020, 59.

Hari Raya Idul Adha 1405 H, Bagaimana Cara Menetapkan Awal Bulan Ramadhan Dan Syawal, Perkembangan Ilmu Hisab Di Indonesia , Pengkajian Ulang Metode Hisab *Sullam al-Nayyirān* dan Problematika Penyatuan Taqwīl Islam Internasional.²

Ephemeris disebut juga *hisab for windows versi 1.0* yang berbentuk program sofwer data astronomis. Adapun hasil yang dikeluarkan mirip dengan *nautical al manac* atau semacamnya. Program tersebut kemudian disempurnakan pada tahun 1998 M dan berubah menjadi *Winhisab versi 2.0* yang memiliki hak paten pada Badan Hisab Rukyat Kemetrian Agama Republik Indonesia. Perhitungan ini lah yang kemudian kita kenal dengan istilah sistem ephemeris hisab rukyat.³

Adapun tabel ephemeris berisikan data Matahari dan Bulan yang digunakan untuk perhitungan arah kiblat, waktu sholat, awal Bulan Hijriyah, maupun gerhana. Data-data Ephemeris bisa kita dapatkan dalam buku yang berjudul *Ephemeris hisab rukyat* yang diterbitkan oleh kementerian agama republik Indonesia setiap satu tahun sekali semenjak tahun 2005.⁴

2. Unsur-unsur Ephemeris

a. *Ecliptic Longitude*

Ecliptic longitude, taqwim atau *thul al-syams*, dalam istilah bahasa Indonesia dikenal dengan Bujur Astronomis. Data ini adalah

² Wahyu Fitria, “Studi Komperatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Al-Khulashah Al-Wafiyah dan Ephemeris”, (Semarang: IAIN Walisongo, 2011), 69.

³ Muhyiddin Khazin, “Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik”, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2004), 38.

⁴ Ibid.,152.

jarak Matahari dari titik Aries diukur sepanjang ekliptika. Jika nilai bujur astronomi Matahari sama dengan nilai Bujur astronomis Bulan, akan terjadi ijtima'. Data ini diperlukan anantara lain dalam ijtima' dan gerhana.

b. *Ecliptic latitude*

Ecliptic latitude dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai Lintang astronomis. Data ini adalah jarak titik pusat Matahari dari lingkaran ekliptika. Sebenarnya ekliptika itu adalah lingkaran yang ditempuh oleh gerak semu Matahari secara tahunan dan data ini dibutuhkan untuk perhitungan gerhana.

c. *Apparent Right Asension*

Apparent right asension dalam bahasa Indonesia disebut dengan asension rekta atau panjatan tegak. Data ini adalah jarak matahari dari titik aries diukur sepanjang lingkaran equator dan data ini diperlukan untuk perhitungan ijtima', ketinggian hilal dan gerhana.⁵

d. *Apparent Declination*

Apparent Declination atau deklinasi Matahari atau Bulan atau mail *al-syams* atau *al-qamar*, yaitu jarak antara Matahari atau Bulan dari equator diukur sepanjang lingkaran deklinasi. Lingkaran deklinasi adalah lingkaran besar yang mengelilingi bola langit dan melalui titik-titik kutub langit. Nilai deklinasi positif berarti Matahari atau Bulan

⁵ Fathul Ulum, "Studi Komparatif Hisab Penentuan Awal Waktu Shalat Dalam Kitab Al-Durusul Al-Falakiyah dan Ephemeris", Skripsi---IAIN Ponorogo, 2020, 61.

berada di sebelah utara garis equator. Sedangkan jika nilai negatif berarti Matahari atau Bulan berada di sebelah selatan garis equator. Data ini diperlukan untuk menentukan waktu shalat, bayang-bayang kiblat, ketinggian hilal dan lain-lain.

e. *Semi Diameter*

Semi diameter merupakan jarak antara titik pusat Matahari dan Bulan dengan piringan luarnya. Semi diameter ini digunakan untuk menghitung secara tepat saat Matahari terbenam atau terbit. Untuk nilai semi diameter Bulan rata-rata 15' sebab piringan bulatan Bulan penuh adalah 30' (1/2 derajat).

f. *True Geocentric*

True geocentric merupakan data yang menggambarkan jarak antara Bumi dan Matahari. Nilai pada data ini merupakan jarak rata-rata Bumi dan Matahari, sekitar 150 juta km.

g. *True Obliquity*

True obliquity yaitu besarnya sudut kemiringan antara equator dan ekliptika. *True obliquity* digunakan untuk menghitung ijtima' dan gerhana.

h. *Equation Of Time*

Equation of time merupakan selisih antara waktu kulminasi Matahari hakiki dengan waktu kulminasi Matahari hakiki dengan

waktu kulminasi Matahari rata-rata. Equation of time ini digunakan untuk menentukan waktu shalat.⁶

3. Perhitungan Gerhana Bulan Metode Ephemeris

Adapun hisab gerhana Matahari pada koordinat tertentu menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat yang tercakup pada buku Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik karya Muhyiddin Khazin proses hisabnya ialah sebagai berikut :⁷

Adapun untuk menghitung terjadinya gerhana Bulan dengan sistem Ephemeris Hisab Rukyat maka menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Hisab kemungkinan terjadinya gerhana Bulan
 - a. Ambil data kelompok tahun pada tabel A
 - b. Ambil data satuan tahun pada tabel B
 - c. Ambil data gerhana Bulan pada tabel C
 - d. Jumlahkan data A, B, dan C
 - e. Gerhana Bulan akan terjadi apabila hasil penjumlahan menunjukkan:
 - Antara 000° s/d 14°
 - Antara 165° s/d 194°
 - Antara 345° s/d 360°

⁶ Fathul Ulum, “*Studi Komparatif Hisab Penentuan Awal Waktu Shalat Dalam Kitab Al-Durusul Al-Falakiyah dan Ephemeris*”, Skripsi---IAIN Ponorogo, 2020, 62.

⁷ Muhyiddin Khazin, “*Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*”,(Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), 193.

- 2) Konversi penanggalan Hijriyah menjadi penanggalan Masehi untuk menentukan tanggal kemungkinan gerhana Bulan. Perlu diketahui bahwa gerhana Bulan akan terjadi saat Matahari dan Bulan mengalami oposisi yang terjadi sekitar tanggal 15 hijriyah
- 3) Mengumpulkan data astronomis pada tanggal yang telah dikonversikan di atas. Data-data tersebut bisa didapatkan dari buku Ephemeris Hisab Rukyat yang di keluarkan oleh kemenag ataupun dari aplikasi *winhisab*. Perlu diperhatikan bahwa pengambilan FIB pada kolom nilai yang paling besar. Apabila FIB terbesar tidak ditemukan pada tanggal konversi, maka ambillah data Ephemeris pada satu hari sebelumnya.⁸
- 4) Untuk memastikan terjadinya gerhana Bulan, maka lihat pada kolom *Apparent Latitude Bulan* (ALB) saat terjadinya FIB terbesar.
 - a. $ALB > 1^{\circ}05'07''$ (Tidak terjadi gerhana Bulan)
 - b. $ALB < 1^{\circ}00'24''$ (Pasti terjadi gerhana Bulan)
 - c. $ALB < 1^{\circ}05'07''$ dan $> 1^{\circ}00'24''$ (Kemungkinan terjadi gerhana Bulan)
- 5) Menghitung sabaq Matahari (B_1)

B_1 = Selisih kecepatan ELM pada jam FIB terbesar dengan satu jam berikutnya
- 6) Menghitung sabaq Bulan (B_2)

⁸ Muhyiddin Khazin, *"Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik"*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), 194.

B_2 = Selisih kecepatan ALB pada jam FIB terbesar dengan satu jam berikutnya

- 7) Menghitung jarak Matahari dan Bulan (MB)

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

- 8) Menghitung sabaq Bulan mu'addal (SB)

$$SB = B_2 - B_1$$

- 9) Menghitung titik istiqbal

$$\text{Titik istiqbal} = MB / SB$$

- 10) Menghitung waktu istiqbal

$$\text{Istiqbal} = \text{Waktu FIB} + \text{Titik istiqbal} - 00:01:49.29$$

- 11) Data astronomis yang dapat ditemukan secara langsung pada tabel

Ephemeris Hisab Rukyat:⁹

- a. Semi diameter Bulan (SDc)
- b. Horizontal parallaks Bulan (HPc)
- c. Lintang Bulan (Lc)
- d. Semi diameter Matahari (Sdo)
- e. Jarak Bumi (JB)

- 12) Menghitung hozontal parallaks (Hpo)

$$\sin Hpo = \sin 08.794'' / JB$$

- 13) Menghitung jarak Bulan dari titik simpul (H)

$$\sin H = \sin Lc / \sin 5$$

- 14) Menghitung lintang Bulan maksimum terkoreksi (U)

⁹ Muhyiddin Khazin, "Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik", (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008),194.

$$\tan U = (\tan Lc / \sin H)$$

- 15) Menghitung lintang Bulan minimum terkoreksi (Z)

$$\sin Z = (\sin U \times \sin H)$$

- 16) Menghitung koreksi kecepatan Bulan relatif terhadap Matahari (K)

$$K = \cos Lc \times SB / \cos U$$

- 17) Menghitung semi diameter bayangan inti Bumi (D)

$$D = (HPc + Hpo - Sdo) \times 1.02$$

- 18) Menghitung jarak titik pusat bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan ketika piringan Bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti Bumi (X)

$$X = D + SDc$$

- 19) Menghitung jarak titik pusat bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan ketika seluruh piringan Bulan mulai masuk pada bayangan inti Bumi (Y)

$$Y = D - SDc$$

- 20) Menghitung jarak titik pusat bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan ketika piringan Bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan saat segaris dengan bayangan inti Bumi (C)¹⁰

$$\cos C = \cos X / \cos Z$$

¹⁰ Muhyiddin Khazin, "Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik", (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), 195.

- 21) Menghitung waktu yang diperlukan Bulan untuk berjalan mulai ketika piringan Bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan saat segaris dengan bayangan inti Bumi (T1)

$$T1 = C / K$$

NB: Apabila $Y < Y$ maka akan terjadi gerhana Bulan sebagian. Oleh karena itu, E dan T2 tidak perlu dihitung

- 22) Menghitung jarak titik pusat Bulan saat segaris dengan bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan ketika seluruh piringan Bulan masuk pada bayangan inti Bumi (E)

$$\cos E = \cos Y / \cos Z$$

- 23) Menghitung waktu yang diperlukan Bulan untuk berjalan mulai titik pusat Bulan saat segaris dengan bayangan inti Bumi sampai titik pusat Bulan ketika seluruh piringan Bulan masuk pada bayangan inti Bumi (T2)¹¹

$$T2 = E / K$$

- 24) Koreksi pertama kecepatan Bulan (Ta)

$$Ta = \cos H / \sin K$$

- 25) Koreksi kedua kecepatan Bulan (Tb)

$$Tb = \sin Lc / \sin K$$

- 26) Menghitung waktu gerhana (T0)

$$T0 = (\sin 0.05 \times Ta \times Tb)$$

- 27) Menghitung waktu tengah gerhana (Tgh)

¹¹ Ibid.,196.

- Apabila harga mutlak ALB semakin mengecil

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

- Apabila harga mutlak ALB semakin membesar
- $T_{gh} = \text{Istiqbal} - T_0 - \Delta T$

28) Menghitung waktu mulai gerhana (MG)

$$MG = T_{gh} - T_1$$

29) Menghitung waktu mulai gerhana total (MT)

$$MT = T_{gh} - T_2$$

30) Menghitung waktu selesai gerhana total (ST)

$$ST = T_{gh} + T_2$$

31) Menghitung waktu selesai gerhana (SG)

$$SG = T_{gh} + T_1 \setminus d$$

32) Menghitung lebar gerhana (LG) jika terjadi gerhana bulan sebagian ($Y < Z$)

$$LG = ((D + SD_c - Z) / 2 \times SD_c) \times 100\%$$

B. Konsep Perhitungan Gerhan Bulan Metode Jean Meeus

1. Biografi Penulis Buku *Astronomical Algorithm* Jean Meeus

Jean Meeus adalah astronom asal Belgia yang lahir pada tahun 1928 M.¹² Beliau menempuh pendidikan di Universitas Lovain Belgia, beliau belajar matematika sampai mendapat gelar diploma pada tahun 1953 dan sejak itu menjadi ahli meteorologi di Brussels Airport. Beliau juga menjadi anggota dari beberapa asosiasi astronomi, minatnya dalam

¹² Miftach Rizcha Afifi, "Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab" (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019), 36.

astronomi dan matematika sangat kuat dan itu semua beliau buktikan dengan karya-karya yang beliau tulis, baik artikel ilmiah atau buku-buku tentang astronomi. Dalam bidang astronomi telah banyak buku-buku yang beliau tulis, diantaranya *The Canon of Solar Eclipses* (1966), *The Canon of Lunar Eclipse* (1979) dan *The Canon of Solar Eclipses* (1983). Pada tahun 1979 sampai 1982 beliau juga menciptakan dan terus mengembangkan rumus-rumus astronomis untuk kalkulator, rumus-rumus yang dikembangkannya tersebut telah banyak diakui oleh berbagai astronom baik amatir maupun profesional sebab keakuratan hasilnya.¹³

Sejak lama Jean Meeus mendapatkan pujian dan penghargaan dalam bidang perhitungan benda-benda langit, bahkan sebelum mikro komputer hadir dan hanya kalkulator yang menjadi alat bantu hitung pada saat itu. Pada tahun 1979 tulisan beliau yang membahas tentang rumus-rumus tentang astronomi untuk kalkulator menjadi satu-satunya genre buku yang cepat menjadi sumber utama dari segala sumber. Hingga saat ini karya Jean Meeus tersebut menjadi metode perhitungan yang tak tertandingi oleh karya-karya perhitungan astronomi lainnya.

Astronom Belgia sampai saat ini belum menyerah hampir setiap bukunya yang berkaitan dengan perhitungan benda-benda langit harus mengandalkan perhitungan dari Matahari, Bulan dan planet-planet yang lain untuk acuannya. Dalam dunia observatorium telah diciptakan revolusi menakjubkan dengan menghasilkan almanak, *Jet Propulsion*

¹³ Jean Meeus, *Astronomical Algorithm Secon Edition*, Willmann-Bell, Inc., Virginia, 1991, 354.

Laboratory di California dan *US Naval Observatory* di Washington DC memiliki metode sempurna yang didukung dengan mesin hitung baru untuk pemodelan gerakan dan interaksi benda-benda langit dalam tata surya. *The Bureau des Longitudes* menjadi pusat kegiatan pendeskripsian gerak benda langit secara analitis dalam bentuk eksplisit. Tempat ini berlokasi di kota Paris negara Perancis.¹⁴

Karya- karya luar biasa tersebut masih di luar jaungkauan manusia umum, datanya masih tersimpan dalam gulungan tape magnetik yang hanya cocok untuk manusia atau mesin elektronik yang mempunyai otak prima, namun dengan adanya *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus merubah semua itu, dengan bakat beliau yang luar biasa dalam hal matematika, astronomi dan perhitungan. dengan berbekal keahliannya jean meeus mampu menciptakan perhitungan modern yang mudah dioprasikan bagi semua orang yang memiliki keinginan untuk mempelajari algoritma astronomi yang rumit.¹⁵

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

¹⁴ Restu Trisna Wardani, *Studi Komparatif Kitab Al-Durr Al-Ani>q dengan Astromical Algoritm Jean Meeus dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah*, Skripsi---UIN Walisongo Semarang, 2018, 77.

¹⁵ Restu Trisna Wardani, *Studi Komparatif Kitab Al-Durr Al-Ani>q dengan Astromical Algoritm Jean Meeus dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah*, Skripsi---UIN Walisongo Semarang, 2018, 78.

2. Perhitungan Gerhan Bulan Metode Jean Meeus

Perhitungan algoritma Jean Meeus untuk menentukan terjadinya gerhana yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah kita tentukan perkiraan tahun dengan rumus:¹⁶

- 1) Menghitung perkiraan tahun terjadinya gerhana Bulan

Perkiraan tahun = tahun + bulan yang telah lewat / 12 + tanggal/365
 perkiraan nilai $k = (\text{perkiraan tahun} - 2000) * 12,3685$

- 2) $T = k / 1236.85$

- 3) $F = \text{Modulo} (160,7108 + 390,67050274 * k - 0,0016341 * T * T : 360)$

- 4) $E = 1 - 0,002516 * T - 0,0000074 * T * T$

- 5) $(M) = \text{Modulo} (2,5534 + 29,10535669 * k - 0,0000218 * T * T : 360)$

- 6) $(M') = \text{Modulo} (201,5643 + 385,81693528 * k + 0,0107438 * T * T : 360)$

- 7) $\text{Omega} = \text{Modulo} (124,7746 - 1,56375580 * k + 0,0020691 * T * T : 360)$

- 8) $F1 = F - 0,02665 * \sin(\text{Omega})$

- 9) $A1 = 299,77 + 0,107408 * k - 0,009173 * T * T$

- 10) $\text{JDE} = 2451550,09765 + 29,530588853 * k + 0,0001337 * T * T$

- 11) $10000 * \text{Koreksi JDE} = -4065 * \sin(M') + 1727 * E * \sin(2 * M') - 97 * \sin(2 * F1) + 73 * E * \sin(M' - M) - 50 * E * \sin(M' + M) - 23 * \sin(M' - 2 * F1) + 21 * E * \sin(2 * M) + 12 * \sin(M' + 2 * F1) + 6 * E * \sin$

¹⁶ Miftach Rizcha Afifi, "Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab" (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019), 45.

$$(2*M'+ M) - 4*\sin(3*M') - 3*E*\sin(2*F1) + 3*\sin(A1) - 2*E*\sin(M-2*F1) - 2*E*\sin(M-2*F1) + 2*E*\sin(2*M'-M) - 2*\sin(\text{Omega})$$

12) JDE belum terkoreksi + koreksi JDE

13) JD saat gerhana maksimum = JDE terkoreksi – Delta T

$$14) 10000*P = 2070*E*\sin(M) + 24*E*\sin(2*m) - 392*\sin(M') + 116*\sin(2*M') - 73*E*\sin(M'+M) + 67*E*\sin(M'-M) + 118*\sin(2*F1)^{17}$$

$$15) 10000*Q = 52207 - 48*E*\cos(M) + 20*E*\cos(2*M) - 3299*\cos(M') - 60*E*\cos(M'+M) + 41*E*\cos(M'-M)$$

$$16) W = \text{Abs}(\cos(F1))$$

$$17) \text{Gamma} = (P*\cos(F1) + Q*\sin(F1))*(1 - 0,0048*W)$$

$$18) 10000*U = 59 + 46*E*\cos(M) - 182*\cos(M') + 4*\cos(2*M') - 5*E*\cos(M+M')$$

$$19) \text{Radius Penumbra} = 1,2848 + u$$

$$20) \text{Radius Umbra} = 0,7403 - u$$

$$21) \text{Magnitude gerhana penumbra} = 1,5573 - u - \text{Abs}(\text{Gamma})/0,545$$

$$22) \text{Magnitude gerhana umbra} = (1,0128 - u - \text{Abs}(\text{Gamma}))/0,545$$

$$23) P_u = 1,0128 - u$$

$$24) T_1 = 0,4678 - u$$

$$25) H = 1,5573 + u$$

¹⁷ Miftach Rizcha Afifi, "Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab" (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019), 45.

- 26) $n = 0,5448 + 0,0400 * \cos(M')$
- 27) Semi Durasi Fase Penumbra = $(60/n) * \sqrt{H^2 - \Gamma * \Gamma}$
- 28) Semi Durasi Fase Parsial Umbra = $(60/n) * \sqrt{P_u^2 - \Gamma * \Gamma}$ ¹⁸
- 29) Semi durasi fase total umbra = $(60/n) * \sqrt{T_1^2 - \Gamma * \Gamma}$
- 30) Awal Fase Penumbra (P1) = waktu jd – 176.66 menit
- 31) U1 = waktu jd – 105.8 menit
- 32) “Awal fase Total (U2) = waktu jd – 24.83 menit”
- 33) “Gerhana Maksimum
- 34) Akhir fase total (U3) = waktu gerhana maksimum + 24.83 menit
- 35) Akhir fase umbra = waktu gerhana maksimum + 105.8 menit
- 36) Akhir fase penumbra (P2) = waktu gerhana maksimum + 176.66 menit.¹⁹

C. Konsep Perhitungan Gerhana Bulan Metode *Al-Durr Al-Anīq*

1. Biografi KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah Penulis Kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah al-Samfani al-Maduri diambil dari keturunannya, yaitu KH. Ahmad Ghozali bin Muhammad bin Fathullah yang dilahirkan di kabupaten Sampang Pulau Madura. Beliau

¹⁸ Miftach Rizcha Afifi, “Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab” (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019), 45.

¹⁹ Ibid., 45.

terlahir dari pasangan KH. Muhammad bin Fathullah dan ibu Nyai Hj. Zainab binti Khoiruddin. KH. Ahmad Ghozali menikah pada tahun 1990 M dengan seorang wanita bernama Hj. Asma binti Abul Karim. Istrinya memiliki silsilah garis keturunan Syaikhona Kholil Bangkalan dalam garis keturunan ke-5. Dalam pernikahan Kyai Ghozali dan Nyai Asma dikaruniai sembilan orang anak (5 putra dan 5 putri), yaitu Nurul Bashiroh, Afiyah, Aly, Yahya, Salman, Muhammad, Kholil, Aisyah dan Sufiyah.²⁰

KH. Ahmad Ghozali mulai mendalami ilmu agama sejak tahun 70-an. Semua ilmu beliau senangi terlebih dengan ilmu fiqih. Karena kegigihannya, beliau bisa dikatakan ahli dalam bidang fiqih. Hanyalah kalah pamor dengan Kyai Barizi kakaknya sendiri yang sangat fikih. Sesuai dengan prinsip beliau bahwa untuk menjadi ilmuan harus menekuni dalam satu bidang sampai mendapat gelar ahli dalam bidang tertentu. Sehingga beliau mengambil keilmuan falak untuk mencapai prinsipnya.

Bermula dari kegelisaan beliau tentang perbedaan antara awal Ramadhan dan hari raya di Indonesia, maka pada tahun 1995 M mulai menekankan ilmu falak. Apalagi dimasa mudanya tidak ada daerah tersebut orang yang mendalami ilmu falak, sehingga beliau ditawari kesempatan untuk menekuni ilmu falak kepada Kyai Nasir Syuja'i sampang Madura. Satu hal yang menjadi motto beliau saat belajar yaitu “ Suatu saat saya harus bisa menandangi guruku.” Sesuai dengan

²⁰ Yusrifal Fais Abdillah, *Algoritma Pemrograman Gerhana Bulan Metode Al-Durr Al-Anīq Menggunakan Software Visual Basic 6.0*, Skripsi--- UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019, 25.

kebiasaannya beliau ketika belajar selalu diselingi untuk menulis sebuah karya. Maka dari itu, disela-sela belajar falak pada tahun 1995 M disempatkan untuk mengarang kitab falak pertamanya yang berjudul al-Taqyidaat. Pada tahun yang sama juga tersusunlah kitab yang diberi nama Faidl al-Karim Al-Rouf. Begitu juga banyaknya kitab yang beliau karang agar dapat membantu umat islam dan beliau sangat mengharapkan anak-anak muda untuk belajar dan mengajarkan ilmu yang mereka miliki kepada masyarakat, khususnya umat muslim.²¹

2. Profil Kitab *Al-Durr Al-Anīq*

Kitab *Al-Durr Al-Anīq* mulai dipublikasikan pada tanggal 13 November 2013 M. Dalam kitab *Al-Durr Al Anīq* mempunyai ketebalan 269 halaman, terbagi atas dua bagian, yaitu; bagian utama, dan bagian lampiran²²:

a. Bagian Utama

1) Perhitungan awal Bulan

Hisab ijtima' (konjungsi) Matahari dan istiqlal (oposisi) Bulan.

2) Perhitungan gerhana Bulan

Dalam bab ini menguraikan tentang cara perhitungan menentukan terjadinya gerhana Bulan.

3) Perhitungan gerhana Matahari

²¹ Yusrifal Fais Abdillah, *Algoritma Pemrograman Gerhana Bulan Metode Al-Durr Al-Anīq Menggunakan Software Visual Basic 6.0*, Skripsi--- UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019, 26.

²² Ahmad Ghozali bin Muhammad Fathullah, *Al-Durr Al-Anīq*, (Jakarta: LAFAL 2016), 11.

Dalam bab ini menguraikan tentang bagaimana cara menentukan dan mengitung terjadinya gerhana Matahari.

b. Bagian Lampiran

Bagian ini berisi tentang lampiran-lampiran dari bagian pertama sehingga lampiran ini merupakan bagian penting dari kitab ini, bagian ini memuat tabel-tabel gerak Matahari dan Bulan, data-data astronomi, jadwal tahun *majmu'ah*, jadwal tahun *mabsuthah*, jadwal bulan *hijriyah*, jadwal *ta'dil markas*, jadwal *ta'dil khashshah*, jadwal bulan *Miladiyah*, jadwal *mail Syams*, jadwal *ta'dil waqti*, jadwal *al-ayyam*, jadwal *al-sa'ah*, jadwal *daqiqoh*, jadwal *tsaniyah*, jadwal *ta'dil thul syams*, jadwal *ta'dil al-bu'du bain arull syams*, jadwal *ta'dil Nurul Qomar*.²³

Tabel astronomi yang digunakan pada bagian ketiga buku ini sudah menggunakan angka (1, 2, 3, dll), berbeda dengan buku-buku astronomi sebelumnya yang beberapa diantaranya menggunakan huruf-huruf dalam angka arab (abjadiyah). Kitab *Al-Durr Al-Aniq* dalam penulisan tanda operasi bilangan seperti penambahan, pengurangan, penjumlahan, dan pembagian sudah menggunakan tanda umum atau kebiasaan. Dalam tanda operasi bilangan yang digunakan buku ini yaitu (+) untuk penjumlahan, (-) untuk pengurangan, (×) untuk perkalian dan (/) untuk pembagian. Dalam buku ini awal hari

²³ Yusrifal Fais Abdillah, *Algoritma Pemrograman Gerhana Bulan Metode Al-Durr Al-Aniq Menggunakan Software Visual Basic 6.0*, Skripsi--- UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019, 29.

dihitung dari hari pertama minggu, hari kedua senin, hari ketiga selasa dan seterusnya. Sedangkan pasarnya dimulai dari legi dan seterusnya.

Kitab *Al-Durr Al-Anīq* menggunakan rumus yang sangat modern. Hal tersebut wajar karna kitab *Al-Durr Al-Anīq* adalah perpaduan dari sebagian kitab serta buku falak yang di ramu sehingga hasilnya seperti NASA. Jika dibandingkan perhitungan gerhana Bulan dan Matahari kitab *Al-Durr Al-Anīq* dengan NASA hanya selisih 2-4 detik saja. Diantara referensi yang digunakan kitab *Al-Durr Al-Anīq* merupakan *Astronomical Algorithms* (karya Jean Meeus), *Astronomi on the Personal Computer* (karya Oliver Montenbruck), *Practical Ephemeris Calculation* (karya Oliver Montenburk), *Explanatory Supplement to the Astronomical Ephemeris and Nautical Almanac* (karya H. Meter Nautical Almanac), *Text Bookon Spherical Astronomy* (karya Smart), *Astronomical With Personal Computer* (karya David Smith) serta masih banyak kitab klasik lain yang diramu dengan sedemikian oleh kyai Ghozali sehingga jadi rumus yang mudah digunakan oleh para pemula kitab *Al-Durr Al-Ani>q*.²⁴

3. Perhitungan Gerhana Bulan Metode *Al-Durr Al-Ani>q*

Untuk menghitung gerhana Bulan, data-data yang diperlukan adalah:

Tempat :
 Lintang (φ) :
 Bujur (λ) :

²⁴ Yusrifal Fais Abdillah, *Algoritma Pemrograman Gerhana Bulan Metode Al-Durr Al-Anīq Menggunakan Software Visual Basic 6.0*, Skripsi--- UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019, 30.

1. Awamil Gerhana/Elemen Bessel

$$2. \quad Th = \text{Tahun} + (\text{Bulan}-1) / 12 + \text{Tanggal} / 365$$

$$\text{Delta}_T = 62,92 + 0,32217 \times (Th - 2000) + 0.005589 \times (Th - 2000)^2$$

3. Tengah Gerhana (TO UT)

$$n^2 = x_1^2 + (y_1)^2$$

$$n = \sqrt{n^2}$$

$$t = -(x_0 * x_1 + y_0 * y_1) / n^2$$

$$\text{TO UT} = \text{TD} + t - \Delta t / 3600$$

$$L_1 = L_{10} + L_{11} * t$$

$$L_2 = L_{20} + L_{21} * t$$

$$L_3 = L_{30} + L_{31} * t$$

4. Menghitung jari-jari bulan (Sc) saat tengah gerhana:

$$Sc = Sc_0 + Sc_1 * t$$

5. Menghitung magnitudo gerhana sebagai berikut:

$$m = \sqrt{(x_0 + x_1 * t)^2 + (y_0 + y_1 * t)^2}$$

$$\text{mag penumbra} = (L_1 - m) / (2 * Sc)$$

$$\text{mag umbra} = (L_2 - m) / (2 * Sc)$$

- Jika magnitudo penumbra < 0 , maka tidak terjadi gerhana, baik penumbra maupun umbra.
- Jika magnitudo penumbra > 0 dan umbra < 0 , maka terjadi gerhana penumbra.
- Jika magnitudo umbra > 0 , maka terjadi gerhana umbra.

d. Jika magnitudo umbra >1 , maka terjadi gerhana total.

Jika perhitungan magnitudo menunjukkan adanya gerhana, maka perhitungan dilanjutkan, jika tidak menunjukkan adanya gerhana maka tidak usah melanjutkan perhitungan.

6. Menghitung sudut waktu bulan (H); deklinasi bulan (dm); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) saat tengah gerhana:

$$H = M_0 + M_1 * t + \lambda - 0,00417807 * \text{delta}_T$$

$$dm = dm_0 + dm_1 * t$$

$$h = \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin dm + \cos \varphi * \cos dm * \cos H)$$

$$x = \sin dm * \cos \varphi - \cos dm * \sin \varphi * \cos H$$

$$y = -\cos dm * \sin H$$

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

- Jika nilai x dan y > 0 , maka $Az = Az$
- Jika nilai x dan y < 0 atau nilai x < 0 dan y > 0 , maka $Az = Az + 180^\circ$
- Jika nilai x > 0 dan y < 0 , maka $Az = Az + 360$

Ketentuan azimuth bulan ini juga berlaku untuk azimuth bulan pada waktu berikutnya

7. Menghitung semidurasi penumbra (T1); semidurasi (T2); semidurasi total (T3)

$$\Delta = (x_0 * y_1 - (y_0 * x_1)) / n$$

$$T_1 = \sqrt{(L_1^2 - \Delta^2)} / n$$

$$T_2 = \sqrt{(L_2^2 - \Delta^2)} / n$$

$$T_3 = \sqrt{(L_3^2 - \Delta^2)} / n$$

8. Menghitung awal gerhana penumbra; sudut waktu bulan (Hap); deklinasi (dmap); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat awal gerhana penumbra:

$$\text{Awal Penumbra} = TO_{UT} - T_1$$

$$Hap = H (\text{tengah gerhana}) - M1 * T1$$

$$dmap = dm - dm1 * T1$$

$$h = \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin dmap + \cos \varphi \cos dmap * \cos Hap)$$

$$x = \sin dmap * \cos \varphi - \cos dmap * \sin \varphi * \cos Hap$$

$$y = -\cos dmap * \sin Hap$$

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

9. Menghitung akhir gerhana penumbra; sudut waktu bulan (Hkp); deklinasi bulan (dmkp); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat akhir gerhana penumbra:

$$\text{Akhir Penumbra} = TO UT + T1$$

$$Hkp = H (\text{tengah gerhana}) + M1 * T1$$

$$dmkp = dm + dm1 * T1$$

$$h = \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin dmkp + \cos \varphi * \cos dmkp * \cos Hkp)$$

$$x = \sin dmkp * \cos \varphi - \cos dmkp * \sin \varphi * \cos Hkp$$

$$y = -\cos dmkp * \sin Hkp$$

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

10. Menghitung awal gerhana umbra; sudut waktu bulan (Hau); deklinasi bulan (dmau); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat awal gerhana umbra:

$$\text{Awal Umbra} = TO UT - T2$$

$$Hau = H (\text{tengah gerhana}) - M1 * T2$$

$$dmau = dm - dm1 * T2$$

$$h = \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin dmau + \cos \varphi * \cos dmau * \cos Hau)$$

$$x = \sin dmau * \cos \varphi - \cos dmau * \sin \varphi * \cos Hau$$

$$y = -\cos d_{\text{mau}} * \sin H_{\text{au}}$$

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

11. Menghitung akhir gerhana umbra; sudut waktu bulan (Hku); deklinasi bulan (dmku); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat akhir gerhana umbra:

$$\text{Akhir Umbra} = TO_{UT} + T_2$$

$$H_{\text{ku}} = H (\text{tengah gerhana}) + M_1 * T_2$$

$$d_{\text{mku}} = d_{\text{m}} + d_{\text{m1}} * T_2$$

$$h = \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin d_{\text{mku}} + \cos \varphi * \cos d_{\text{mku}} * \cos H_{\text{ku}})$$

$$x = \sin d_{\text{mku}} * \cos \varphi - \cos d_{\text{mku}} * \sin \varphi * \cos H_{\text{ku}}$$

$$y = -\cos d_{\text{mku}} * \sin H_{\text{ku}}$$

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

12. Menghitung awal gerhana total; sudut waktu bulan (Hat); deklinasi bulan (dmat); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat awal gerhana total:

$$\text{Awal Total} = TO_{UT} - T_3$$

$$H_{\text{at}} = H (\text{tengah gerhana}) - M_1 * T_3$$

$$d_{\text{mat}} = d_{\text{m}} - d_{\text{m1}} * T_3$$

$$h = \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin d_{\text{mat}} + \cos \varphi * \cos d_{\text{mat}} * \cos H_{\text{at}})$$

$$x = \sin d_{\text{mat}} * \cos \varphi - \cos d_{\text{mat}} * \sin \varphi * \cos H_{\text{at}}$$

$$y = -\cos d_{\text{mat}} * \sin H_{\text{at}}$$

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

13. Menghitung akhir gerhana total; sudut waktu bulan (Hkt); deklinasi bulab (dmkt); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat gerhana total:

$$\text{Akhir Total} = TO_{UT} + T_3$$

$$H_{kt} = H (\text{tengah gerhana}) + M1 * T3$$

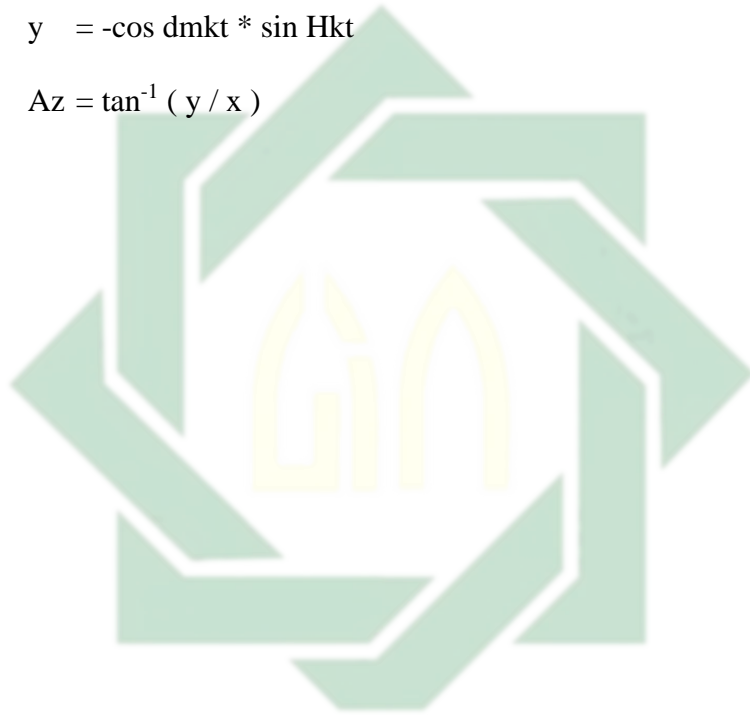
$$dm_{kt} = dm + dm1 * T1$$

$$h = \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin dm_{kt} + \cos \varphi * \cos dm_{kt} * \cos H_{kt})$$

$$x = \sin dm_{kt} * \cos \varphi - \cos dm_{kt} * \sin \varphi * \cos H_{kt}$$

$$y = -\cos dm_{kt} * \sin H_{kt}$$

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



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

ANALISIS KOMPARASI HASIL HISAB GERHANA BULAN 08 NOVEMBER 2022 ANTARA EPHEMERIS, JEAN MEEUS, DAN KITAB *AL-DURR AL-ANĪQ*

A. Hasil Hisab Gerhana Bulan 08 November 2022 Antara Ephemeris, Jean Meeus dan Kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

Pada bab sebelumnya, menurut buku Muhyiddin Khazin, algoritma astronomi, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* memberi penjelasan mengenai perhitungan gerhana Bulan, berikut penjabaran hasil perhitungan gerhana Bulan dari ketiga metode yaitu;

a. Perhitungan hasil metode Ephemeris

Berikut ini ialah hasil hisab gerhana Bulan menggunakan data astronomis Ephemeris dengan algoritma Hisab dalam buku “Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik“ karya Muhyiddin Khazin dengan perhitung menggunakan excel untuk tanggal 08 November 2022 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Metode Ephemeris

Perhitungan Gerhana Bulan metode Ephemeris			
Tahun hijriyah	1444	waktu	105
Bulan	Rabiul Akhir	Lintang	-2° 33’
Kota	Jayapura	Bujur	140° 46’
Tanggal masehi	8	Bulan dan tahun	11-2022

No		Hasil
1	FIB	25
2	B1	0° 2' 30,5"
3	B2	0° 31' 52,7"
4	MB	0° 0' 57,25"
5	SB	0° 29' 22,18"
6	Titik istiqbal	0° 1' 56,96"
7	Istiqbal	-16° 30' 38,02"
8	SDC	0° 15' 17,63"
9	HPC	0° 56' 7,81"
10	LC	0° 14' 24,58"
11	SD Matahari	0° 16' 8,55"
12	JB	11
13	HP Matahari	0° 0' 8,88"
14	H	2° 45' 23,79"
15	U	4° 58' 52,01"
16	Z	0° 14' 21,33"
17	K	0° 29' 28,85"
18	D	0° 40' 56,3"
19	X	0° 56' 13,93"
20	Y	0° 25' 38,67"
21	C	0° 54' 22,14"
22	T1	1° 50' 39,19"
23	E	0° 21' 15,01"
24	T2	0° 43' 14,93"
25	Ta	116° 28' 34,43"
26	Tb	0° 29' 19,64"
27	T0	0° 2' 58,86"
28	Tgh	10° 55' 56,61"

Mulai Gerhana	16° 5' 17,43"
Mulai Total	17° 12' 41,69"
Selesai Total	18° 39' 11,54"
Selesai Gerhana	19° 46' 35,8"

b. Perhitungan hasil Jean Meeus

Berikut ini ialah hasil hisab gerhana Bulan menggunakan buku "Astronomical Algorithms" karya Jean Meeus untuk tanggal 08 November 2022 dengan perhitungan menggunakan excel sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Metode Jean Meeus

Perhitungan Gerhana Bulan dalam Algoritma Jean Meeus			
Tanggal	8	November	2022
Awal fase umbra	16° 9' 55,34"	Akhir Fase Umbra	19° 48' 30,66"
Awal Fase Total	17° 16' 58,86"	Akhir Fase Penumbra	20° 55' 14,42"
Gerhana Maksimum	17° 59' 13"	Hasil Konversi	8 – 11 - 2022

No		Hasil
1	Perkiraan tahun	2022,855251
2	Perkiraan nilai K	282,6851737
3	Nilai yang tepat	282,5
4	Nilai T	0,228402797 (0° 13' 42,25)
5	Nilai F	5,127738803
6	Penentuan gerhana	-174,8722612
7	Nilai E	0,999424953
8	Menghitung (M)	304.8166638
9	Menghitung (M')	114,8490771
10	Menghitung Bujur	43,01369444
11	Menghitung FI	5,109558888
12	Menghitung A1	330,1122815
13	Menghitung JDE	2459892,489
14	Menghitung koreksi JDE	-0,53036338
15	JDE terkoreksi	2459891,95864457 (73 detik)
16	JD	2459891,95779741
17	Menghitung P	-0,219556398
18	Menghitung Q	5,348834748
19	Menghitung W	0,996026221
20	Menghitung Gamma	0.256453826
21	Menghitung u	0,015661945
22	Menghitung Radius Penumbra	1,300481945
23	Menghitung Radius Umbra	0,724638055
24	Menghitung Magnitude Penum	2,4399362
25	Menghitung Magnitude Um	1,359053631
26	Menghitung Pu	0,997138055
27	Menghitung T1	0,452138055
28	Menghitung H	1,572961945
29	Menghitung n	0,52899082
30	Menghitung semi durasi penum	176,0236794

31	Menghitung semi durasi persial um	109,2943594
32	Menghitung semi durasi total um	42,23564328
33	Awal Fase Penumbra	15,05321645 (15° 3' 11,58")
34	Awal Fase Umbra	16,16537179 (16° 9' 55,34")
35	Awal Fase Total	17,28301706 (17° 16' 58,86")
36	Gehana Maksimum	17,98694444 (17° 59' 13")
37	Akhir Fase Total	18,69087183 (18° 41' 27,14)
38	Akhir Fase Umbra	19.8085171 (19° 48' 30,66")
39	Akhir Fase Penumbra	20,92067244 (20° 55' 14,42")

c. Perhitungan hasil Kitab *Al-Durr Al-Anīq*

Berikut ini ialah hisab gerhana Bulan menggunakan kitab *Al-Durr Al-Anīq* pada tanggal 08 November 2022 di markaz Masjid Jami' Manyar

Gresik dengan perhitungan secara manual sebagai berikut:

Markas : Jayapura
 Lintang (φ) : -2° 33'
 Bujur (λ) : 140° 46'

1. Awamil Gerhana/Elemen Bessel

	شهر	سنة	TD	X0	Y0	LI0	L20	L30	Sc0	M0	Dm0
تاريخ	شهر	سنة	نوع	X1	Y1	L11	L21	L31	Sc1	M1	Dm1
	4	1444	11	-340,3904	795,6079	5296,5819	3359,7906	1524,4845	917,6530	169,1673	16,8507
	11	2022	T	1637,2746	678,2638	-1,6572	-1,6770	-0,9687	-0,3542	14,5242	0,2005

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Th} &= \text{Tahun} + (\text{Bulan}-1) / 12 + \text{Tanggal} / 365 \\
 &= 2022 + (11 - 1) / 12 + 8 / 365 \\
 &= 2022,85525114
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Delta}_T &= 62,92 + 0,32217 \times (\text{Th} - 2000) + 0,005589 \times (\text{Th} - 2000) \\
 &\quad \times (\text{Th} - 2000) \\
 &= 62,92 + 0,32217 \times (22,85525114) + 0,005589 \times \\
 &\quad (22,85525114) \times (22,85525114) \\
 &= 73,2027603
 \end{aligned}$$

3. Tengah Gerhana (TO UT)

$$n2 = x1^2 + (y1)^2 = 1637,2746^2 + (678,2638)^2$$

$$\begin{aligned}
 n &= \sqrt{n_2} = 3.140.709,898 \\
 &= \sqrt{3.140.709,898} \\
 &= 1.772,204813 \\
 t &= -(x_0 * x_1 + y_0 * y_1) / n_2 \\
 &= (-340,3904 * 1637,2746 + 795,6079 * 678,2638) / \\
 &\quad 3.140.709,898 \\
 &= 0,005629465635 \\
 TO UT &= TD + t - \Delta t / 3600 \\
 &= 11 + 0,005629465635 - 73,2027603 / 3600 \\
 &= 10,98529537 \\
 &= 10^\circ 59' 7,06'' \\
 &= 1637,2746 \\
 4. L1 &= L10 + L11 * t \\
 &= 5296,5819 + (-1,6572) * 0,005629465635 \\
 &= 5296,572571 \\
 L1 &= L20 + L21 * t \\
 &= 3359,7906 + (-1,6770) * 0,005629465635 \\
 &= 3359,781159 \\
 L3 &= L30 + L31 * t \\
 &= 1524,4845 + (-0,9678) * 0,005629465635 \\
 &= 1524,479047
 \end{aligned}$$

5. Menghitung jari-jari bulan (Sc) saat tengah gerhana:

$$\begin{aligned}
 Sc &= Sc_0 + Sc_1 * t \\
 &= 917,651006
 \end{aligned}$$

6. Menghitung magnitudo gerhana sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 m &= \sqrt{(x_0 + x_1 * t)^2 + (y_0 + y_1 * t)^2} \\
 &= 865,308051 \\
 \text{mag penumbra} &= (L1 - m) / (2 * Sc) \\
 &= 2,414460667 \\
 \text{mag umbra} &= (L2 - m) / (2 * Sc) \\
 &= 1,359162193
 \end{aligned}$$

- Jika magnitudo penumbra < 0 , maka tidak terjadi gerhana, baik penumbra maupun umbra.
- Jika magnitudo penumbra > 0 dan umbra < 0 , maka terjadi gerhana penumbra.
- Jika magnitudo umbra > 0 , maka terjadi gerhana umbra.
- Jika magnitudo umbra > 1 , maka terjadi gerhana total.

Jika perhitungan magnitudo menunjukkan adanya gerhana, maka perhitungan dilanjutkan, jika tidak menunjukkan adanya gerhana maka tidak usah melanjutkan perhitungan.

7. Menghitung sudut waktu bulan (H); deklinasi bulan (dm); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) saat tenga gerhana:

$$\begin{aligned}
 H &= M_0 + M_1 * t + \lambda - 0,00417807 * \text{delta}_T \\
 &= 281,5468006 \\
 dm &= dm_0 + dm_1 * t \\
 &= 16,85182871 \\
 h &= \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin dm + \cos \varphi * \cos dm * \cos H) \\
 &= 8,868185404 \\
 x &= \sin dm * \cos \varphi - \cos dm * \sin \varphi * \cos H \\
 &= 0,311407859 \\
 y &= -\cos dm * \sin H \\
 &= 0,93768835 \\
 Az &= \tan^{-1} (y / x) \\
 &= 71,62857101 \\
 &= 71^\circ 37' 42,86''
 \end{aligned}$$

Jika nilai x dan y > 0, maka Az = Az

Jika nilai x dan y < 0 atau nilai x < 0 dan y > 0, maka Az = Az + 180

Jika nilai x > 0 dan y < 0, maka Az = Az + 360

Ketentuan azimuth bulan ini juga berlaku untuk azimuth bulan pada waktu berikutnya

8. Menghitung semidurasi penumbra (T1), semidurasi (T2), semidurasi total (T3).

$$\begin{aligned}
 \Delta &= (x_0 * y_1 - (y_0 * x_1)) / n \\
 &= -865,3080508 \\
 T_1 &= \sqrt{(L_1^2 - \Delta^2)} / n \\
 &= 2,948536893 \\
 T_2 &= \sqrt{(L_2^2 - \Delta^2)} / n \\
 &= 1,831864908 \\
 T_3 &= \sqrt{(L_3^2 - \Delta^2)} / n \\
 &= 0,708214377
 \end{aligned}$$

9. Menghitung awal gerhana penumbra; sudut waktu bulan (Hap); deklinasi (dmap); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat awal gerhana penumbra:

$$\begin{aligned}
 \text{Awal Penumbra} &= T_0 - T_1 \\
 &= 8,036759254 \\
 Hap &= H (\text{tengah gerhana}) - M_1 * T_1 \\
 &= 238,7216611
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_{map} &= d_m - d_{m1} * T1 \\
&= 16,26064706 \\
h &= \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin d_{map} + \cos \varphi \cos d_{map} * \cos H_{ap}) \\
&= -31,95755181 \\
x &= \sin d_{map} * \cos \varphi - \cos d_{map} * \sin \varphi * \cos H_{ap} \\
&= 0,216066921 \\
y &= -\cos d_{map} * \sin H_{ap} \\
&= 0,820467122 \\
Az &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= 75,24634586 \\
&= 75^\circ 14' 46,85''
\end{aligned}$$

10. Menghitung akhir gerhana penumbra; sudut waktu bulan (Hkp); deklinasi bulan (dmkp); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat akhir gerhana penumbra:

$$\begin{aligned}
\text{Akhir Penumbra} &= TO UT + T1 \\
&= 13,93383226 \\
H_{kp} &= H (\text{tengah gerhana}) + M1 * T1 \\
&= 324,3719401 \\
d_{mkp} &= d_m + d_{m1} * T1 \\
&= 17,44301036 \\
h &= \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin d_{mkp} + \cos \varphi * \cos d_{mkp} * \cos H_{kp}) \\
&= 47,07982408 \\
x &= \sin d_{mkp} * \cos \varphi - \cos d_{mkp} * \sin \varphi * \cos H_{kp} \\
&= 0,393562687 \\
y &= -\cos d_{mkp} * \sin H_{kp} \\
&= 0,55573421 \\
Az &= \tan^{-1} (y / x) \\
&= 54,69444251 \\
&= 54^\circ 41' 39,99''
\end{aligned}$$

11. Menghitung awal gerhana umbra; sudut waktu bulan (Hau); deklinasi bulan (dmau); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat awal gerhana umbra:

$$\begin{aligned}
\text{Awal Umbra} &= TO UT - T2 \\
&= 9,153430462 \\
H_{au} &= H (\text{tengah gerhana}) - M1 * T2 \\
&= 254,9404283 \\
d_{mau} &= d_m - d_{m1} * T2 \\
&= 16,4845398 \\
h &= \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin d_{mau} + \cos \varphi * \cos d_{mau} * \cos H_{au}) \\
&= -16,40316332 \\
x &= \sin d_{mau} * \cos \varphi - \cos d_{mau} * \sin \varphi * \cos H_{au}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,250686454 \\
 y &= -\cos d_{\text{mau}} * \sin H_{\text{au}} \\
 &= 0,925964196 \\
 Az &= \tan^{-1} (y / x) \\
 &= 74,85143842 \\
 &= 74^{\circ} 51' 5,18''
 \end{aligned}$$

12. Menghitung akhir gerhana umbra; sudut waktu bulan (Hku); deklinasi bulan (dmku); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat akhir gerhana umbra:

$$\begin{aligned}
 \text{Akhir Umbra} &= TO UT + T2 \\
 &= 12,81716028 \\
 H_{\text{ku}} &= H (\text{tengah gerhana}) + M1 * T2 \\
 &= 308,1531729 \\
 d_{\text{mku}} &= d_{\text{m}} + d_{\text{m1}} * T2 \\
 &= 17,21911762 \\
 h &= \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin d_{\text{mku}} + \cos \varphi * \cos d_{\text{mku}} * \cos H_{\text{ku}}) \\
 &= 33,28703647 \\
 x &= \sin d_{\text{mku}} * \cos \varphi - \cos d_{\text{mku}} * \sin \varphi * \cos H_{\text{ku}} \\
 &= 0,366885263 \\
 y &= -\cos d_{\text{mku}} * \sin H_{\text{ku}} \\
 &= 0,751117018 \\
 Az &= \tan^{-1} (y / x) \\
 &= 63,96667103 \\
 &= 63^{\circ} 58' 0,02''
 \end{aligned}$$

13. Menghitung awal gerhana total; sudut waktu bulan (Hat); deklinasi bulan (dmat); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat awal gerhana total:

$$\begin{aligned}
 \text{Awal Total} &= TO UT - T3 \\
 &= 10,27708099 \\
 H_{\text{at}} &= H (\text{tengah gerhana}) - M1 * T3 \\
 &= 271,2605533 \\
 d_{\text{mat}} &= d_{\text{m}} - d_{\text{m1}} * T3 \\
 &= 16,70983173 \\
 h &= \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin d_{\text{mat}} + \cos \varphi * \cos d_{\text{mat}} * \cos H_{\text{at}}) \\
 &= -0,84409731 \\
 x &= \sin d_{\text{mat}} * \cos \varphi - \cos d_{\text{mat}} * \sin \varphi * \cos H_{\text{at}} \\
 &= 0,28791922 \\
 y &= -\cos d_{\text{mat}} * \sin H_{\text{at}} \\
 &= 0,957541382 \\
 Az &= \tan^{-1} (y / x) \\
 &= 73,26470676
 \end{aligned}$$

$$= 73^{\circ} 15' 52,94''$$

14. Menghitung akhir gerhana total; sudut waktu bulan (Hkt); deklinasi bulab (dmkt); tinggi bulan (h); dan azimuth bulan (Az) pada saat gerhana total:

$$\begin{aligned} \text{Akhir Total} &= \text{TO UT} + \text{T3} \\ &= 11,69350975 \\ \text{Hkt} &= \text{H (tengah gerhana)} + \text{M1} * \text{T3} \\ &= 291,8330479 \\ \text{dmkt} &= \text{dm} + \text{dm1} * \text{T1} \\ &= 16,99382569 \\ h &= \sin^{-1} (\sin \varphi * \sin \text{dmkt} + \cos \varphi * \cos \text{dmkt} * \cos \text{Hkt}) \\ &= 18,46313789 \\ x &= \sin \text{dmkt} * \cos \varphi - \cos \text{dmkt} * \sin \varphi * \cos \text{Hkt} \\ &= 0,334100138 \\ y &= -\cos \text{dmkt} * \sin \text{Hkt} \\ &= 0,887739662 \\ \text{Az} &= \tan^{-1} (y / x) \\ &= 69,37621047 \\ &= 69^{\circ} 22' 34,36'' \end{aligned}$$

15. Kesimpulan

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kitab Al-Durr Al-Anīq

PHASE	JAM UT	JAM WIB	TINGGI	AZIMUTH
Awal Panumbra	08:02:12,33	15:02:12,33	-31° 57' 27,19"	75° 14' 46,85"
Awal Umbra	09:09:12,35	16:09:12,35	-16° 24' 11,39"	74° 51' 5,18"
Awal Total	10:16:37,49	17:16:37,49	-0° 50' 38,75"	73° 15' 52,94"
Tengah Gerhana	10:59:7,06	17:59:7,06	8° 52' 5,47"	71° 37' 42,86"
Akhir Total	11:41:36,64	18:41:36,64	18° 27' 47,3"	69° 22' 34,36"
Akhir Umbra	12:49:1,78	19:49:1,78	33° 17' 13,33"	63° 58' 0,02"
Akhir Panumbra	13:56:1,8	20:56:1,8	47° 4' 47,37"	54° 41' 39,99"
Durasi Panumbra	05:53:49,47	MAGNITUDE		
Durasi Umbra	03:39:49,43	Umbra	1,359162193	1:21:32,98
Durasi Total	01:24:59,15	Panumbra	2,414460667	2:24:52,06

B. Analisis Komparasi Hasil Perhitungan Gerhana Bulan 08 November 2022 Antara Ephemeris, Jean Meeus, dan Kitab *Al-Durr Al-Anīq*.

Komparasi berasal dari kata “*comparison*” yang berarti membandingkan sesuatu dengan sesuatu yang lain.¹ Dari pengertian tersebut dapat dipahami, bahwa komparasi adalah suatu usaha penyelidikan atau penelitian yang bertujuan untuk membandingkan sesuatu dengan sesuatu yang lain. Membandingkan di sini yaitu tingkat akurasi perhitungan fenomena gerhana Bulan 08 November 2022. Dalam penelitian ini penulis melakukan observasi secara langsung di lapangan pada 08 November 2022 di masjid Jami’ Manyar Gresik. Penulis melakukan observasi terhadap gerhana bulan yang terjadi, banyak hal yang bisa kita teliti dalam proses terjadinya gerhana, mulai dari bagaimana awal memasuki proses terjadinya gerhana hingga berakhirnya, lalu bagaimana penulis bisa meneliti hasil perhitungan penulis apakah sudah sesuai dengan proses terjadinya gerhana dilapangan, juga banyak hal-hal lain yang bisa diamati dari fenomena gerhana.

Penulis mengamati banyak hal dalam proses terjadinya gerhana tersebut, salah satunya yakni sulitnya untuk mengetahui pasti kapan gerhana bulan dimulai dan kapan berakhirnya gerhana tersebut. Berbeda dengan terjadinya gerhana matahari, yang mana matahari sebagai sumber cahaya tertutup sinarnya sehingga tidak terlihat di bumi. Sangat berbeda dengan proses terjadinya gerhana Bulan, pada proses terjadinya gerahan bulan, bulan yang tidak dapat mengeluarkan cahaya, malah sebagai pemantul cahaya

¹ John M. Echols dan Hasan Shadily, Kamus Inggris Indonesia, (Jakarta: Gramedia, 1996), 131.

tertutupi oleh bumi dari sumber cahaya, yakni Bulan. Sehingga awal dan akhir terjadinya gerhana tampak samar, karena bias cahaya dari bumi, dan sulitnya menentukan kapan tepat awal dan akhirnya.

Sebelum pelaksanaannya penulis melakukan perhitungan pada fenomena gerhana bulan dengan panduan metode Ephemeris, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq*. Penulis tetap kesulitan, sebab ketika dilihat dari hasil perhitungan dengan fenomena riilnya seharusnya gerhana sudah selesai, pada kenyataannya lingkaran bulan masih tertutupi sehingga belum sepenuhnya terang. Dibantu dengan teleskop juga kamera yang terpasang pada teleskop, pengamatan tersebut agak dimudahkan, tetapi dalam pembedaan akhir dari gerhana tetap sulit dilakukan.

Dalam melakukan observasi penulis memiliki adanya beberapa kendala yaitu *pertama*, karena cuaca pada saat itu sedang mendung, sehingga bulan tidak dapat dilihat. *Kedua*, mulai dari letak lintang dan bujur yang bisa selisih karena bumi berbentuk bulat jadi antara daerah satu dengan daerah lainnya pastinya berbeda, yang seharusnya sudah selesai, namun masih terlihat. *Ketiga*, gerhana Bulan tidak bisa teramati di Jawa Timur mulai awal masuk penumbra dan umbra hanya saja bisa teramati pada saat awal total gerhana Bulan. Berikut data dokumentasi gerhana Bulan untuk wilayah-wilayah yang dapat teramati di Indonesia sebagai berikut;



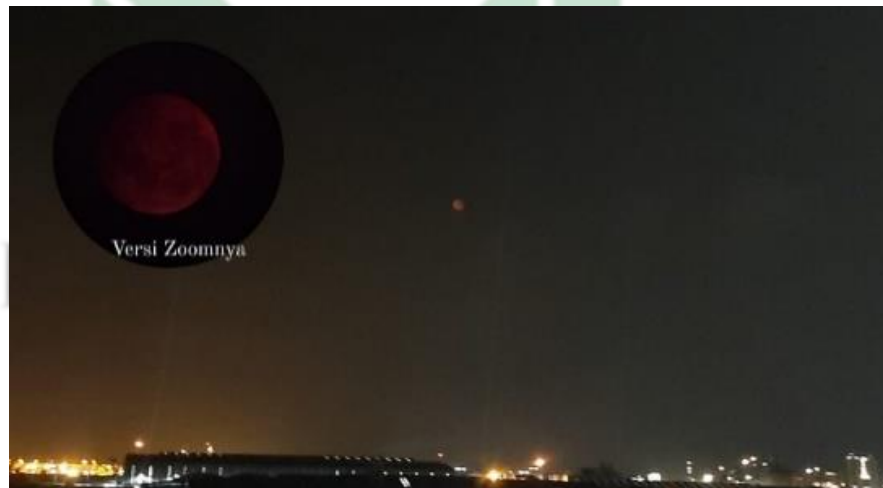
Gambar 5. Wilayah Indonesia yang dilewati Gerhana Bulan Total

Pada permulaan gerhana karena diketahui pada perhitungan Ephemeris awal gerhana umbra pukul 16:05:17,43 WIB, sedangkan perhitungan Jean Meeus pukul 16 : 09 : 55,34 WIB, sedangkan perhitungan dari kitab *Al-Durr Al-Anīq* pukul 16:09:12 WIB. Maka gerhana pada wilayah Jawa Timur pada saat itu belum terlihat akibat matahari masih terbit.

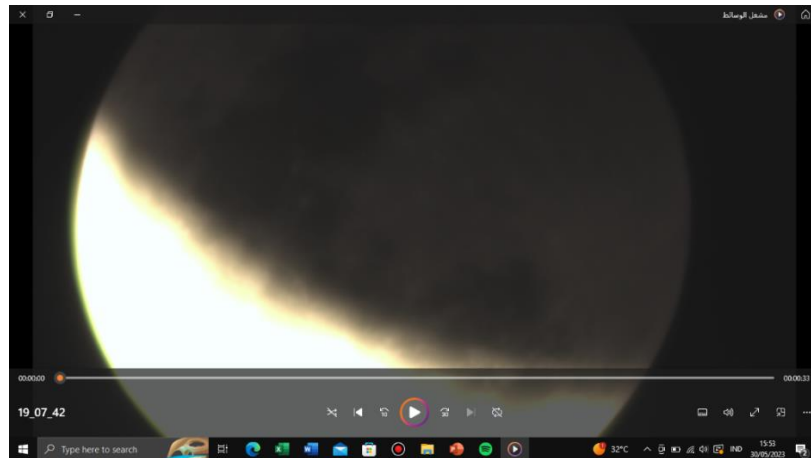


Gambar 6. Awal Umbra Gerhana Bulan kondisi cuaca mendung saat observasi di masjid Jami' Manyar masih belum terlihat gerhana Bulannya.

Wilayah Jawa Timur, khususnya di Masjid Jami' Manyar Gresik dapat terlihat sekitar saat memasuki maghrib atau sekitar pukul 17:16:00 WIB, pada saat itu gerhana udah memasuki awal total gerhana Bulan.



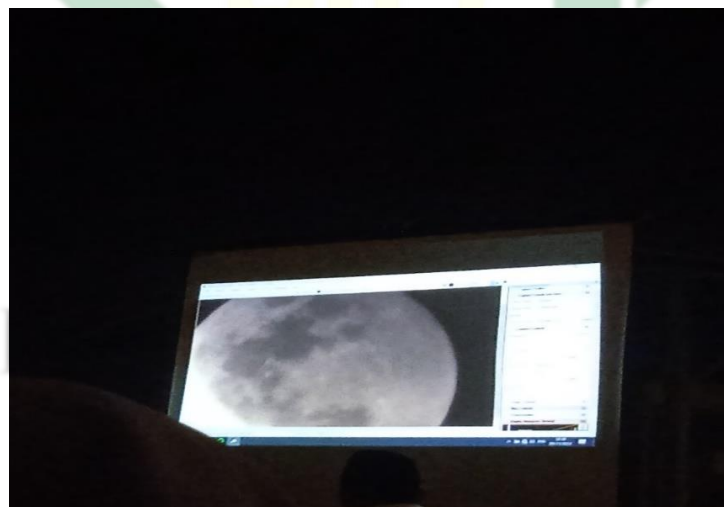
Gambar 7. Awal Total Gerhana Bulan di Masjid Jami' Manyar Gresik
 Karena langit sebelumnya juga mendung tebal bulan sempat menghilang dari pandangan mata.



Gambar 8. Piringan Bulan mulai keluar dari bayangan umbra

Dapat terlihat lagi pada saat akhir umbra pada pukul 19:52:12 WIB.

Penulis menemukan adanya perbedaan waktu selesai gerhana saat dilaksanakan pengamatan.



Gambar 9. Akhir umbra Gerhana Bulan Total

Perbedaan dalam perhitungan Ephemeris selisih sekitar kurang lebih 6 menit terjadi, sedangkan perhitungan Jean Meeus selisih kurang lebih 4 menit, dan perhitungan kitab *Al-Durr Al-Anīq* selisih kurang lebih 8 menit. Akhir panumbra yang seharusnya selesai sekitar pukul 20:56:1,8 WIB,

pukul 21:00:00 WIB masih terlihat dikarenakan adanya perbedaan antara perhitungan dengan fenomena riilnya yang teramati.

Berikut ini ialah Kesimpulan hasil perhitungan Ephemeris, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* yaitu:

Tabel 4. Kesimpulan Hasil Perhitungan dari Ketiga Metode

	Ephemeris	Astronomical Algorithms	<i>Al-Durr Al-Anīq</i>
Awal penumbra	-	15 : 03 : 11,58	15 : 02 : 12
Awal umbra	16 : 05 : 17,43	16 : 09 : 55,34	16 : 09 : 12
Awal total	17 : 12 : 41,69	17 : 16 : 58,86	17 : 16 : 37
Gerhana maksimum	-	17 : 59 : 13	17 : 59 : 07
Akhir total	18 : 39 : 11,54	18 : 41 : 27,14	18 : 41 : 37
Akhir umbra	19 : 46 : 35,8	19 : 48 : 30,66	19 : 49 : 02
Akhir penumbra	-	20 : 55 : 14,42	20 : 56 : 02

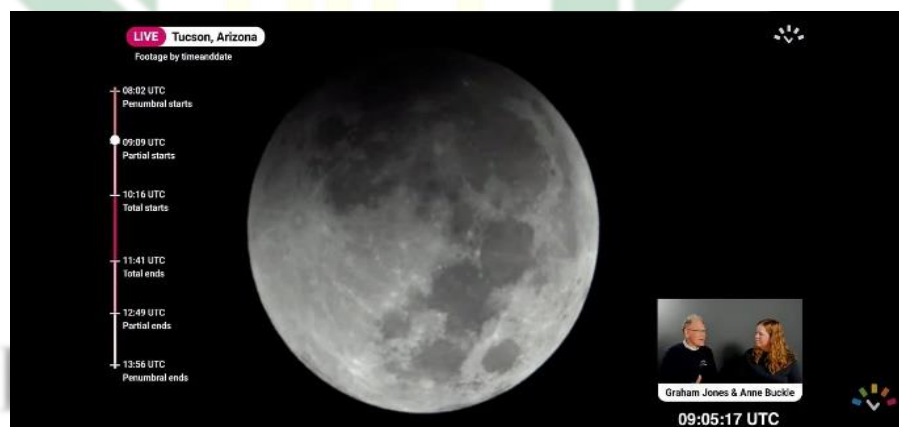
Pada saat observasi gerhana Bulan dilapangan penulis tidak maksimal dalam pengamatannya karena mendung oleh karena itu penulis uji coba akurasi perhitungan waktunya dengan melihat fenomena gerhana di youtube tempatnya di Jayapura dikarenakan wilayah di indonesia, yang bisa teramati pada awal umbra sampai akhir gerhana yaitu Jayapura dan penulis juga mengambil link youtube di wilayah Asia Tucson, Arizon, Amerika Serikat karena pada saat mengamati di link youtube di Jayapura juga mengalami mendung maka pada saat itu gerhana tidak bisa teramati dan bisa teramati pada wilayah Asia untuk awal umbra gerhana. Oleh karena itu, penulis mengambil dokumentasi pada awal umbra gerhana saja seterusnya di link youtube wilayah Jayapura.

Untuk menguji keakurasian hasil Hisab dengan Ephemeris dalam buku “ Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik” karya Muhyiddin Khazin, Jean Meeus dalam buku *Astronomical Algorithms* dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* penulis membandingkan keakurasian dengan hasil hisab dari awal hingga akhir gerhana Bulan. Berikut ini adalah dokumentasi gerhana Bulan pada Kamis, 08 November 2022.

1. Ephemeris

Berikut ini ialah dokumentasi gerhana Bulan Total pada 08 November 2022 dengan hasil perhitungan Ephemeris sebagai berikut;

a) Awal Umbra (16 : 05 : 17.43)



Gambar 10. Awal Umbra Gerhana Bulan Total di Tucson, Arizona, Amerika Serikat menggunakan waktu metode Ephemeris

b) Awal total (17 : 12 : 41.69)



Gambar 11. Awal Total Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan metode Ephemeris

c) Akhir Total (18 : 39 : 11,54)



Gambar 12. Akhir Total Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan Metode Ephemeris.

d) Akhir Umbra (19 : 46 : 35,8)

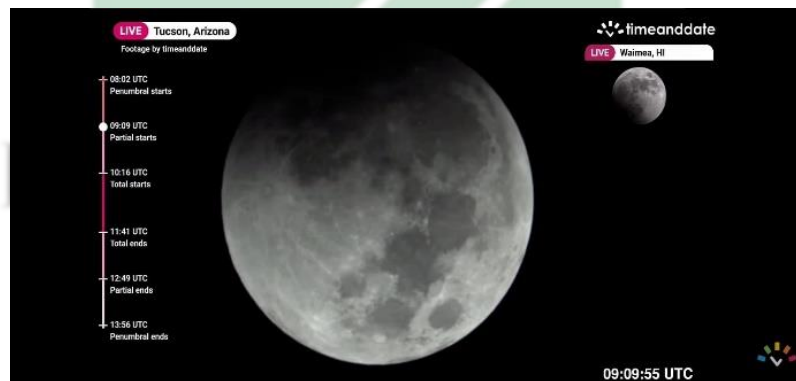


Gambar 13. Akhir Umbra Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan Metode Ephemeris.

2. Jean Meeus

Berikut ini ialah dokumentasi gerhana Bulan Total pada 08 November 2022 dengan hasil perhitungan Jean Meeus sebagai berikut;

a) Awal Umbra (16 : 09 : 55.34)



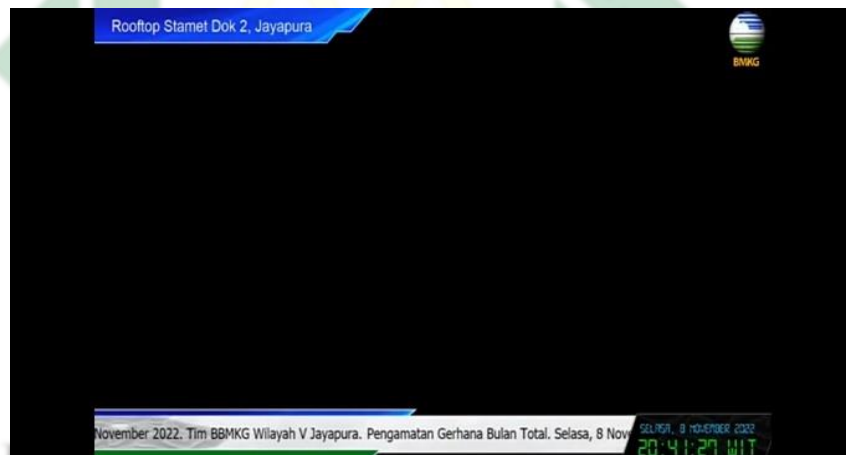
Gambar 14. Awal Umbra Gerhana Bulan Total di Tucson, Arizona, Amerika Serikat menggunakan waktu metode Jean Meeus

b) Awal Total (17 : 16 : 58.86)



Gambar 15. Awal Total Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan metode Jean Meeus

c) Akhir Total (18 : 41 : 27.14)



Gambar 16. Akhir Total Gerhan Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu metode Jean Meeus, cuaca mendung Bulan tertutupi oleh mendung

d) Akhir Umbra (19 : 48 : 30,66)

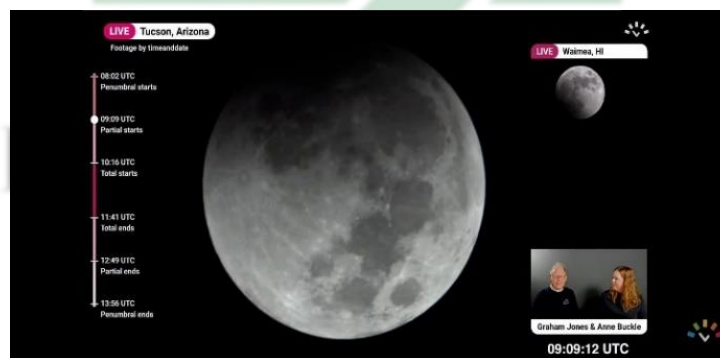


Gambar 17. Akhir Umbra Gerhan Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan metode Jean Meeus

3. Kitab *Al-Durr Al-Anīq*

Berikut ini ialah dokumentasi Gerhana Bulan Total pada 08 November 2022 dengan hasil perhitungan kitab *Al-Durr Al-Anīq* sebagai berikut;

a. Awal Umbra (16 : 09 : 12)



Gambar 18. Awal Umbra Gerhan Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu metode Kitab *Al-Durr Al-Anīq*

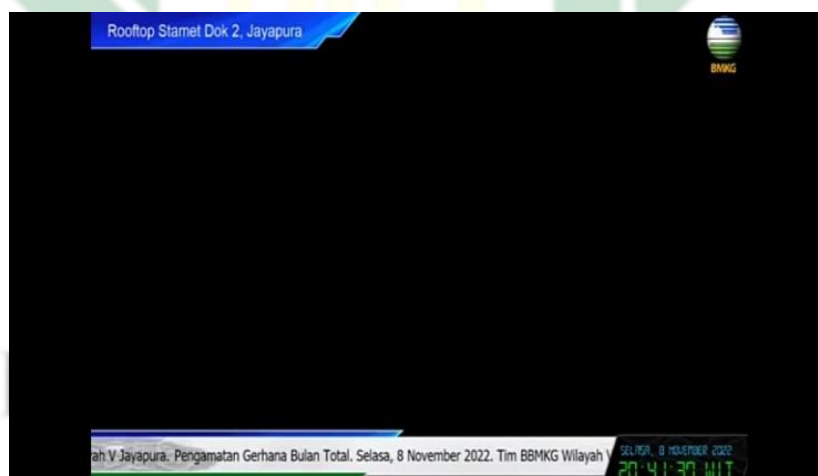
\

b. Awal Total (17 : 16 : 37)



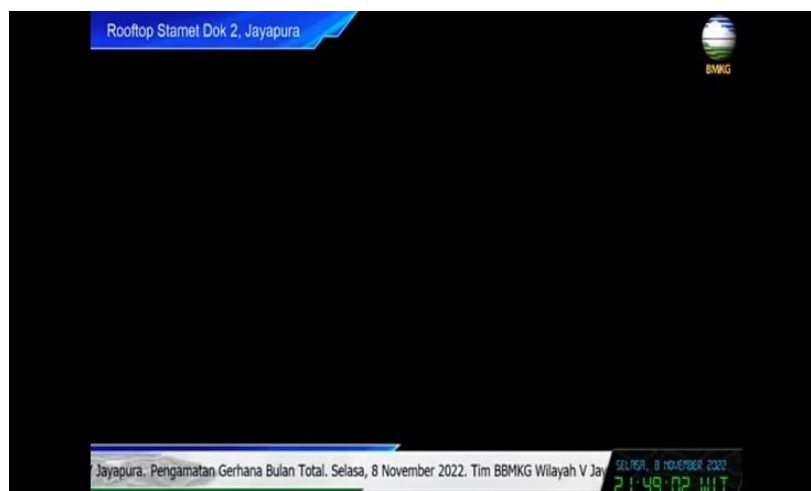
Gambar 19. Awal Total Gerhan Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan Metode kitab Al-Durr Al-Anīq

c. Akhir Total (18 : 41 : 37)



Gambar 20. Akhir Total Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu metode kitab Al-Durr Al-Anīq, cuaca mendung Bulan tertutupi mendung.

d. Akhir Umbra (19 : 49 : 02)



Gambar 21. Akhir Umbra Gerhana Bulan Total di Jayapura menggunakan waktu dengan metode Kitab *Al-Durr Al-Anīq*, cuaca mendung Bulan tertutupi mendung

Berdasarkan pemaparan dari dokumentasi diatas dapat diketahui bahwa dalam perhitungan hasil gerhana Bulan dari ketiga metode yaitu Ephemeris, Jean Meeus dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Selisih Hasil Perhitungan Metode Ephemeris dengan Fenomena Gerhana Bulan Total di Jayapura

Momen Gerhana	Ephemeris	Fenomena	Selisih
Awal umbra	16 : 05 : 17,43	16 : 08 : 59	00:03:41,57
Awal total	17 : 12 : 41,69	17 : 16 : 19	00:03:37,31
Gerhana maksimum	-	17 : 59 : 11	-
Akhir total	18 : 39 : 11,54	18 : 42 : 03	00:02:51,46
Akhir umbra	19 : 46 : 35,8	19 : 49 : 22	00:02:46,2

Tabel 6. Selisih Hasil Perhitungan Metode Jean Meeus dengan Fenomena Gerhana Bulan di Jayapura

Momen Gerhana	Jean Meeus	Fenomena	Selisih
Awal umbra	16 : 09 : 55,34	16 : 08 : 59	00:00:56,34
Awal total	17 : 16 : 58,86	17 : 16 : 19	00:00:39,86
Gerhana maksimum	17 : 59 : 13	17 : 59 : 11	00:00:02
Akhir total	18 : 41 : 27,14	18 : 42 : 03	00:00:35,86
Akhir umbra	19 : 48 : 30,66	19 : 49 : 22	00:00:51,34

Tabel 7. Selisih Hasil Perhitungan Metode Kitab Al-Durr Al-Aniq dengan Fenomena Gerhana Bulan di Jayapura

Momen Gerhana	<i>Al-Durr Al-Aniq</i>	Fenomena	Selisih
Awal umbra	16 : 09 : 12	16 : 08 : 59	00:00:13
Awal total	17 : 16 : 37	17 : 16 : 19	00:00:18
Gerhana maksimum	17 : 59 : 07	17 : 59 : 11	00:00:04
Akhir total	18 : 41 : 37	18 : 42 : 03	00:00:26
Akhir umbra	19 : 49 : 02	19 : 49 : 22	00:00:20

Dari ketiga tabel diatas untuk mengetahui metode yang mendekati tingkat keakuratannya yaitu kitab *Al- Durr Al-Aniq* karena hanya selisih kurang lebih 04 detik dibandingkan dengan metode Jean meeus kurang lebih 35 detik dan ephemeris yang selisihnya kurang lebih 2 menit . Oleh karena itu penulis melakukan selisih rata-rata dari ketiga metode tersebut dengan hasil untuk metode Ephemeris yaitu :

Tabel 8. Selisih rata-rata dari ketiga metode dibandingkan dengan hasil fenomena di Jayapura

Momen Gerhana	Ephemeris	Jean Meeus	<i>Al-Durr Al-Aniq</i>
Awal umbra	00:03:41,57	00:00:56,34	00:00:13
Awal total	00:03:37,31	00:00:39,86	00:00:18
Gerhana maksimum	-	00:00:02	00:00:04
Akhir total	00:02:51,46	00:00:35,86	00:00:26
Akhir umbra	00:02:46,2	00:00:51,34	00:00:20
Selisih rata-rata	00:03:14,14	00:00:46,35	00:00:20,25

Kesimpulannya bahwa dalam perbandingan hasil perhitungan gerhana Bulan dan selisih rata-rata yang mendekati nilai keakuratan yang paling tinggi adalah *pertama*, metode kitab *Al-Durr Al-Aniq*, *kedua*, metode Jean Meeus dan ketiga Ephemeris. maka ketiga metode tersebut dibandingkan dengan batu uji dokumentasi diatas gerhana Bulan hampir mendekati keakuratannya hanya selisih rata paling rendah yaitu kitab *Al-Durr Al-Aniq* karena hasil perhitungan gerhana

Bulan selisihnya yang tidak besar dengan fenomena riilnya. Dibandingkan dengan batu uji dokumentasi dengan data Jean Meeus juga mendekati dengan *Al-Durr Al-Anīq* hanya selisih beberapa detik. Dibandingkan dengan data Ephemeris memiliki nilai ketidak akuratan yang tinggi karena hasil perhitungannya tidak sesuai dan memiliki selisih 3 menit jika dibandingkan dengan fenomena riilnya yang disajikan pada dokumentasi diatas. Untuk lebih jelasnya penjelasannya penulis lampirkan pada lampiran 1.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang berjudul “Komparasi Metode Ephemeris, Jean Meeus, dan kitab *Al-Durr Al-Anīq* Terhadap Fenomena Gerhana Bulan Pada 08 November 2022” ini, sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan ketiga metode gerhana Bulan sesuai dengan proses terjadinya gerhana Bulan mulai dari awal masuk umbra, awal total, akhir total dan akhir umbra berikut kesimpulan hasil dari ketiga metode yaitu: Hasil perhitungan metode Ephemeris diketahui awal umbra pada pukul 16:05:17,43, awal total pukul 17:12:41,69, akhir total pada pukul 18:39:11,54, dan akhir umbra pukul 19:46:35,8, Hasil perhitungan metode Algoritma Jean Meeus diketahui awal umbra pukul 16:09:55,34, awal total pukul 17:16:58,86, akhir total 18:41:27,14, dan akhir umbra 19:48:30,66, Hasil perhitungan metode *Al-Durr Al-Anīq* diketahui awal umbra pukul 16:09:12, awal total 17:16:37, akhir total 18:41:37 dan akhir umbra pukul 19:49:02.
2. Komparasi hasil hisab gerhana Bulan metode yang mendekati nilai keakuratan yang akurat yaitu *pertama*, metode kitab *Al-Durr Al-Anīq*, *kedua*, metode Jean Meeus dan *ketiga*, metode Ephemeris karena dilihat dari selisih rata-rata dari ketiga metode tersebut dengan hasil yaitu: Metode Ephemeris memiliki selisih rata-rata kurang lebih 00:03:14,14, Metode Jean

Meeus memiliki selisih rata-rata kurang lebih 00:00:46,35, Metode kitab *Al-Durr Al-Anīq* memiliki selisih rata-rata kurang lebih 00:00:20,25.

B. Saran

Sejalan dengan hasil penelitian ini penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Pada kalangan terpelajar atau mahasiswa khususnya ilmu falak, dalam metode perhitungan gerhana Bulan di buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus dan Kitab *Al-Durr Al-Anīq* penulis sarankan bahwa metodi ini cukup layak untuk dijadikan literatur kajian hisab gerhana Bulan, bisa dijadikan untuk dipedomani sebagai acuan penentuan waktu ibadah terjadinya gerhana Bulan. Sedangkan untuk metode Ephemeris di buku “Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik” karya Muhyiddin Khazin ini cukup layak dijadikan literatur kajian perhitungan gerhana Bulan, tetapi namun kurang cermat untuk dipedomi sebagai acuan penentuan waktu ibadah terjadinya gerhana Bulan.
2. Disarankan untuk para ahli falak untuk memberikan revisi penyempurnaan pada segi algoritma perhitungannya agar bisa menghasilkan angka momen hisab agar lebih selaras dengan fenomena riilnya, agar dapat dijadikan acuan oleh umat muslim dalam waktu ibadah disaat gerhana Bulan.
3. Disarankan Perlu dilakukan penelitian berkelanjutan untuk membuktikan penelitian dikatakan sempurna karna tidak cukup suatu penelitian di buktikan dengan satu kejadian atau fenomena yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- al-Albani, M. Nashiruddin. *Ringkasan Shahih Bukhori*. Beirut: Dar Ibnu al-Katsir, 2022.
- Bashori, Muhammad Hadi. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015.
- Departemen Agama Republik Indonesia. *Mufassir Al-Qur'an, Terjemahan Tafsir*. Bandung: Penerbit Al-Qur'an Hilal, 2010.
- Departemen Pendidikan Nasional. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi IV*. Jakarta: Pusat Bahasa, 2008.
- Fakultas Syariah dan Hukum. *Petunjuk Penulis Skripsi*. Surabaya, UINSA Pess, 2017.
- Fathullah, Ahmad Ghozali bin Muhammad. *ad-Durr al-Aniq*. Jakarta: LAFAL 2016.
- Hambali, Slamet. *Pengantar Ilmu Falak*. Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012.
- Izzudin, Ahmad. *Fiqh Hisab Rukyah*. Jakarta: Erlangga, 2007.
- Kemenag RI. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam, 2010.
- Khazin, Muhyidin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan dan Gerhana*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algoritm Secon Edition*. Willmann-Bell, Inc., Virginia, 1991.
- Mukharram, Akh. *Ilmu Falak: Dasar –Dasar Hisab Praktis*. Sidoarjo: Grafika Media, 2012.
- Pitaloka, Ayudiah. *Bumi dan Tata Surya*. Jakarta: PT. Gading Prima, 2011.
- Prasetya, Sukma Perdana. *Gerhana*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya, t.p., t.t.

Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi*. Depok: Rajawali pers, 2017.

Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Kementerian Agama Republik Indonesia. *Ilmu Falak Praktik*. Jakarta: t.p., 2013.

Skripsi

Agus Minanur Rohman, Visualisasi Gerak Semu Bulan dan Matahari Serta Pengaruhnya Terhadap Pasang Surut Air Laut Menggunakan Algoritma Jean Meeus, *Skripsi*, (UIN Maulana Malik Ibrahim : Malang 2016).

Asrini, Studi Komparatif Hisab Kontemporer *Ephemeris* dan Algoritma, *Skripsi*, Ilmu Falak, Fakultas Syariah dan Hukum, (Skripsi--UIN Alauddin Makasar), 2020.

Fathul Ulum, *Studi Komparatif Hisab Penentuan Awal Waktu Shalat dalam Kitab Al-Durusul Al-Falakiyah dan Ephemeris*, (Skripsi--- IAIN Ponorogo, 2020)

Jafar Shodiq. “Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit” (Skripsi--UIN Walisongo, Semarang, 2016).

Khotibul Umam,”Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyad Al-Murid” (Skripsi--UIN Walisongo, Semarang, 2014).

Miftach Rizcha Afifi, “Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan Menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab” (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019).

Mujab, Sayful. “Gerhana; Antara Mitos, Sains, dan Islam”, *Yudisia*, No.1, Vol.5 (Juni, 2014).

Nur Fadhilah, “ Studi Komparasi Hisab Gerhana Bulan 28 Juli 2018”, (Skripsi— UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2021).

N.Sopwan dkk,” Akurasi Penentuan Altitude dan Azimuth Bulan saat Gerhana Bulan Total 26 Mei 2021 di OASA UINSA Surabaya”, (Makalah Seminar Nasional Fisika (SNF)), Surabaya: 18 Oktober 2021.

Restu Trisna Wardani, :Studi Komparatif Kitab *Al-Durr Al-Anīq* dengan Astronomical Algorithm Jean Meeus dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah” (Skripsi--UIN Walisongo, Semarang, 2018).

Rizqi Rauhillahi, “Analisis Metode Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Tibyanul Murid ‘Ala Zijil Jadid Karya Ali Mustofa”,(Skripsi—UIN Walisongo Semarang, 2019).

Sukarni, “Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyād Al-Murīd”, (Skripsi—IAIN Walisongo Semarang, 2014).

Wahyu Fitria, “Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Al-Khulashah Al-Waffiyah dan *Ephemeris*” (Skripsi--IAIN Walisongo, Semarang, 2011).

Yusrifal Fais Abdillah, ”Algoritma Pemograman Gerhana Bulan Metode *Al-Durr Al-Anīq* Menggunakan Software Visual Basic 6.0 ”, (Skripsi--UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019).

Web

Infoastronomy.org (Dikutip pada 17 desember 2022)



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A