

**ANALISIS PERHITUNGAN GERHANA MATAHARI
GLOBAL DALAM KITAB ILMU FALAK NUBALA KARYA**

ALI MUSTOFA



Disusun oleh:

SHOFA A'INUN HUDA

1802046017

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

2023

Dr. Ahmad Syifaul Anam S.H.I., M.H.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal . : Naskah Skripsi

a.n. Shofa A'inun Huda

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warrahmatullah wabarakatuh

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi Saudara:

Nama : Shofa A'inun Huda

NIM : 1802046017

Prodi : Ilmu Falak

Judul : **ANALISIS PERHITUNGAN GERHANA MATAHARI GLOBAL DALAM
KITAB ILMU FALAK NUBALA KARYA ALI MUSTOFA**

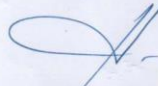
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum warrahmatullah wabarakatuh

Semarang, 21 Desember 2023

Pembimbing I



Dr. Ahmad Syifaul Anam S.H.I., M.H.
NIP. 198001202003121001

M. Ihtirozun Ni'am M.H.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal . : Naskah Skripsi

a.n. Shofa A'inun Huda

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum warrahmatullah wabarakatuh

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi Saudara:

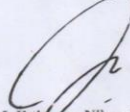
Nama : Shofa A'inun Huda
NIM : 1802046017
Prodi : Ilmu Falak
Judul : **ANALISIS PERHITUNGAN GERHANA MATAHARI GLOBAL DALAM
KITAB ILMU FALAK NUBALA KARYA ALI MUSTOFA**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan. Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu 'alaikum warrahmatullah wabarakatuh

Semarang, 21 Desember 2023

Pembimbing I



M. Ihtirozun Ni'am M.H.
NIP. 199307102019031008



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp/Fax (024)7608454 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah Skripsi dengan:

Judul : Analisis Perhitungan Gerhana Matahari Global dalam Kitab Ilmu Falak Nubala Karya Ali Mustofa
Penulis : Shofa A'inun Huda
NIM : 1802046017
Jurusan : Ilmu Falak

telah dimunaqasahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, dan dinyatakan lulus dengan predikat Cumlaude/baik/cukup, pada tanggal: 27 Desember 2023 dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I tahun akademik 2023/2024

Semarang, 4 Januari 2024

Ketua Sidang

Ahmad Munif, M.S.I.
NIP. 198603062015031006

Sekretaris Sidang

Dr. Ahmad Syifa'ul Anam, S.H.I., M.H.
NIP. 198001202003121001

Penguji I

Dr. Ahmad Adib Rofiudin, M.S.I.
NIP. 196911022018011001



Penguji II

M. Zainal Mawahib, M.S.I.
NIP. 199010102019031018

Pembimbing I

Dr. Ahmad Syifa'ul Anam, S.H.I., M.H.
NIP. 198001202003121001

Pembimbing II

M. Alhtirozen Si'am, M.H.
NIP. 199307102019031008

MOTTO

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ^١

Matahari dan bulan (beredar) sesuai dengan perhitungan.¹

¹ Kementerian Agama, “Qur’an Kemenag,” *Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an*, 2020.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini Saya persembahkan kepada:

1. Guru-guru saya yang sudah membimbing saya dengan tekun sehingga saya dapat sampai pada titik ini semua itu berkat jasa-jasa beliau.
2. Orang tua Saya Bapak Zubaedi dan Ibu Sofiatun yang telah yang selama ini mendo'akan dan berjuang dengan sepenuh hati tanpa mengenal lelah, serta mencurahkan tenaga, pikiran, moril ataupun materil kepada penulis.
3. Adik Saya Wildan Sofi Mubarak yang menjadi penyemangat dan motivasi untuk bisa menyelesaikan skripsi ini.
4. Pengasuh Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Prof. Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag. Yang mengarahkan saya baik di Pondok Pesantren maupun di UIN Walisongo Semarang.
5. Dosen Pembimbing, Dr. Ahmad Syifaul Anam, M. Ag. dan M. Ihtirozun Ni'am, S.H.I., M.H. yang dengan sabar membimbing saya dalam mengerjakan skripsi hingga selesai.
6. Kyai Ali Mustofa, Rbk. Selaku penulis kitab Ilmu Falak Nubala, yang sudah berkenan penulis untuk mengangkat kitab beliau sebagai bahan skripsi saya.
7. Sahabat-sahabat Ilmu Falak IF B 2018 (GQ Squaq) yang sudah membersamai saya dari awal semester hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

8. Keluarga JQH el Fasya el Febi's sudah mau menerima saya dan menjadi wadah dalam berproses untuk berorganisasi di UIN Walisongo Semarang.
9. HMJ Ilmu Falak yang menjadi wadah dalam berproses untuk berorganisasi di UIN Walisongo Semarang.
10. Sahabat-sahabat santri Life Skill Daarun Najaah sudah memberikan motivasi untuk dapat menyelesaikan skripsi.
11. Serta teman-teman yang lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu namanya yang mendukung dan mensupport penulis selama perkuliahan maupun penulisan skripsi ini.

DEKLARASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Shofa A'inun Huda
NIM : 1802046017
Jurusan : Ilmu Falak
Fakultas : Fakultas Syari'ah dan Hukum
Judul skripsi : **Analisis Perhitungan Gerhana Matahari Global
dalam Kitab Ilmu Falak Nubala Karya Ali Mustofa**

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis orang lain atau telah diterbitkan. Demikian skripsi ini tidak berisi pikiran-pikiran orang lain, kecuali pendapat-pendapat yang terdapat di dalam referensi sebagai rujukan

Semarang, 22 Desember 2023

Deklarator



A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Shofa A'inun Huda'.

Shofa A'inun Huda

1802046017

ABSTRAK

Kitab Ilmu Falak Nubala adalah buku tentang astronomi yang membahas perihal gerhana Matahari disusun oleh Ali Mustofa. Kitab ini membahas tentang perhitungan gerhana Matahari baik itu global maupun lokal. Secara sepintas kitab ini hampir mirip dengan kitab *ad Durul Aniq* karya KH. Ahmad Ghozali. Perbedaan kitab Ilmu Falak Nubala dengan kitab *ad Durul Aniq* terletak pada sumber data, yaitu pada Ilmu Falak Nubala menggunakan perhitungan algoritma Jean Meus. Penelitian kualitatif ini bermaksud menganalisis perhitungan gerhana Matahari pada Ilmu Falak Nubala. Masalah utama adalah mengetahui bagaimana algoritma perhitungan gerhana Matahari dalam Ilmu Falak Nubala, dan nilai akurasi yang didapatkan dari kitab Ilmu Falak Nubala. Terdapat dua hasil penelitian ini. Pertama, kitab ini mengadopsi dari perhitungan pada kitab *ad Durul Aniq*. Kedua, penggunaan algoritma Jean Meus dan penerapan *awamil kusuf* atau elemen *Bessel* menjadikan kitab ini tergolong pada hisab kontemporer. Ketiga, hasil perhitungan menunjukkan tingkat akurasi yang akurat selisih kurang dari beberapa detik dari NASA.

Kata Kunci: Gerhana, Matahari, Nubala, *Awamil Kusuf*

**PEDOMAN TRANSLITERASI
KEPUTUSAN BERSAMA
MENTERI AGAMA DAN MENTERI PENDIDIKAN DAN
KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA
Nomor: 158 Tahun 1987
Nomor: 0543b//U/1987**

Transliterasi dimaksudkan sebagai pengalih-hurufan dari abjad yang satu ke abjad yang lain. Transliterasi Arab-Latin di sini ialah penyalinan huruf-huruf Arab dengan huruf-huruf Latin beserta perangkatnya.

A. Konsonan Tunggal

Fonem konsonan bahasa Arab yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf. Dalam transliterasi ini sebagian dilambangkan dengan huruf dan sebagian dilambangkan dengan tanda, dan sebagian lagi dilambangkan dengan huruf dan tanda sekaligus.

Berikut ini daftar huruf Arab yang dimaksud dan transliterasinya dengan huruf latin:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
أ	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Ša	š	es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ḥa	ḥ	ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	ka dan ha

د	Dal	d	De
ذ	Ḍal	ḏ	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	r	er
ز	Zai	z	zet
س	Sin	s	es
ش	Syin	sy	es dan ye
ص	Ṣad	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	Ḍad	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	Ṭa	ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	Ẓa	ẓ	zet (dengan titik di bawah)
ع	`ain	`	koma terbalik (di atas)
غ	Gain	g	ge
ف	Fa	f	ef
ق	Qaf	q	ki
ك	Kaf	k	ka
ل	Lam	l	el
م	Mim	m	em
ن	Nun	n	en

و	Wau	w	we
هـ	Ha	h	ha
ء	Hamzah	‘	apostrof
ي	Ya	y	ye

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia, terdiri dari vokal tunggal atau *monofong* dan vokal rangkap atau *diftong*.

1. Vokal Tunggal

Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ـَ	Fathah	a	a
ـِ	Kasrah	i	i
ـُ	Dammah	u	u

2. Vokal Rangkap

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ـِـي	Fathah dan ya	ai	a dan u
ـِـو	Fathah dan wau	au	a dan u

Contoh:

- كَتَبَ kataba
- فَعَلَ fa`ala

- سُئِلَ suila
- كَيْفَ kaifa
- حَوْلَ haula

C. Maddah

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا...ى...	Fathah dan alif atau ya	ā	a dan garis di atas
ى...	Kasrah dan ya	ī	i dan garis di atas
و...	Dammah dan wau	ū	u dan garis di atas

Contoh:

- قَالَ qāla
- رَمَى ramā
- قِيلَ qīla
- يَقُولُ yaqūlu

D. Ta' Marbutah

Transliterasi untuk ta' marbutah ada dua, yaitu:

1. Ta' marbutah hidup
Ta' marbutah hidup atau yang mendapat harakat fathah, kasrah, dan dammah, transliterasinya adalah "t".
2. Ta' marbutah mati
Ta' marbutah mati atau yang mendapat harakat sukun, transliterasinya adalah "h".

3. Kalau pada kata terakhir dengan ta' marbutah diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang *al* serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka ta' marbutah itu ditransliterasikan dengan "h".

Contoh:

- رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ raudah al-atfāl/raudahtul atfāl
- الْمَدِينَةُ الْمُنَوَّرَةُ al-madīnah al-munawwarah/
al-madīnatul munawwarah
- طَلْحَةَ talhah

E. Syaddah (Tasydid)

Syaddah atau tasydid yang dalam tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda, tanda syaddah atau tanda tasydid, ditransliterasikan dengan huruf, yaitu huruf yang sama dengan huruf yang diberi tanda syaddah itu.

Contoh:

- نَزَّلَ nazzala
- الْبِرُّ al-birr

F. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf, yaitu ال, namun dalam transliterasi ini kata sandang itu dibedakan atas:

1. Kata sandang yang diikuti huruf syamsiyah
Kata sandang yang diikuti oleh huruf syamsiyah ditransliterasikan sesuai dengan bunyinya, yaitu huruf "l" diganti dengan huruf yang langsung mengikuti kata sandang itu.
2. Kata sandang yang diikuti huruf qamariyah
Kata sandang yang diikuti oleh huruf qamariyah ditransliterasikan dengan sesuai dengan aturan yang digariskan di depan dan sesuai dengan bunyinya.

Baik diikuti oleh huruf syamsiyah maupun qamariyah, kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikuti dan dihubungkan dengan tanpa sempang.

Contoh:

- الرَّجُلُ ar-rajulu
- الْقَلَمُ al-qalamu
- الشَّمْسُ asy-syamsu
- الْجَلَالُ al-jalālu

G. Hamzah

Hamzah ditransliterasikan sebagai apostrof. Namun hal itu hanya berlaku bagi hamzah yang terletak di tengah dan di akhir kata. Sementara hamzah yang terletak di awal kata dilambangkan, karena dalam tulisan Arab berupa alif.

Contoh:

- تَأْخُذُ ta'khužu
- شَيْءٌ syai'un
- النَّوْءُ an-nau'u
- إِنَّ inna

H. Penulisan Kata

Pada dasarnya setiap kata, baik fail, isim maupun huruf ditulis terpisah. Hanya kata-kata tertentu yang penulisannya dengan huruf Arab sudah lazim dirangkaikan dengan kata lain karena ada huruf atau harkat yang dihilangkan, maka penulisan kata tersebut dirangkaikan juga dengan kata lain yang mengikutinya.

Contoh:

- وَإِنَّ اللَّهَ فَهُوَ خَيْرُ الرَّازِقِينَ Wa innallāha lahuwa khair ar-rāziqīn/Wa innallāha lahuwa khairurrāziqīn
- بِسْمِ اللَّهِ مَجْرَاهَا وَمُرْسَاهَا Bismillāhi majrehā wa mursāhā

I. Huruf Kapital

Meskipun dalam sistem tulisan Arab huruf kapital tidak dikenal, dalam transliterasi ini huruf tersebut digunakan juga. Penggunaan huruf kapital seperti apa yang berlaku dalam EYD, di antaranya: huruf kapital digunakan untuk menuliskan huruf awal nama diri dan permulaan kalimat. Bilamana nama diri itu didahului oleh kata sandang, maka yang ditulis dengan huruf kapital tetap huruf awal nama diri tersebut, bukan huruf awal kata sandangnya.

Contoh:

- الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ Alhamdu lillāhi rabbi al-`ālamīn/Alhamdu lillāhi rabbil `ālamīn
- الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ Ar-rahmānir rahīm/Ar-rahmān ar-rahīm

Penggunaan huruf awal kapital untuk Allah hanya berlaku bila dalam tulisan Arabnya memang lengkap demikian dan kalau penulisan itu disatukan dengan kata lain sehingga ada huruf atau harakat yang dihilangkan, huruf kapital tidak dipergunakan.

Contoh:

- اللَّهُ غَفُورٌ رَحِيمٌ Allaāhu gafūrun rahīm
- لِلَّهِ الْأُمُورُ حَمِيَّةٌ Lillāhi al-amru jamī`an/Lillāhil-amru jamī`an

J. Tajwid

Bagi mereka yang menginginkan kefasihan dalam bacaan, pedoman transliterasi ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dengan Ilmu Tajwid. Karena itu peresmian

pedoman transliterasi ini perlu disertai dengan pedoman tajwid.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT penguasa semesta alam atas segala limpahan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul Analisis Perhitungan Gerhana Matahari Global dalam Kitab Ilmu Falak Nubala Karya Ali Mustofa.

Sholawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada beliau Nabi Muhammad SAW beserta segenap keluarga dan para sahabatnya, semoga kita senantiasa mendapatkan sayafaat beliau dari dunia sampai akhirat, amiin.

Skripsi ini disadari oleh Penulis masih jauh dari harapan dan masih banyak kekurangannya. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini, tidak akan berhasil tanpa dukungan, bimbingan dan bantuan dari semua pihak yang berada disekeliling penulis, sehingga skripsi ini dapat diterima sebagai pra syarat dalam menempuh studi di Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, harapannya dengan adanya tulisan ini dapat bermanfaat untuk kedepannya. Amin.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
NOTA PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN	vii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN.....	xi
DEKLARASI.....	xiii
ABSTRAK	xv
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	xvii
KATA PENGANTAR	xxv
DAFTAR ISI.....	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Telaah Pustaka	6
F. Metodologi Penelitian.....	7
G. Sistematika Penulisan Skripsi	11
BAB II TINJAUAN UMUM PERHITUNGAN GERHANA MATAHARI	13
A. Pengertian Umum Gerhana.....	13
B. Landasan Teori Gerhana	17
C. Objek Kajian Gerhana Matahari	22
D. Macam-macam Gerhana Matahari.....	28
E. Periode Gerhana Matahari	30
F. Macam-Macam Perhitungan Gerhana Matahari.....	32
G. Algoritma Perhitungan Gerhana Matahari	34
BAB III METODE HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL DALAM KITAB ILMU FALAK NUBALA KARYA ALI MUSTOFA.....	41
A. Biografi Pengarang Kitab Ilmu Falak Nubala	41
B. Data Hisab dalam Kitab Ilmu Falak Nubala.....	45

C. Algoritma Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab Ilmu Falak Nubala.....	47
BAB IV ANALISIS ALGORITMA HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL DALAM KITAB ILMU FALAK NUBALA KARYA ALI MUSTOFA	53
A. Analisis Algoritma Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab Ilmu Falak Nubala Karya Ali Mustofa.....	53
B. Analisis Akurasi Gerhana Matahari Global dalam Kitab Ilmu Falak Nubala.....	59
BAB V PENUTUP	67
A. Kesimpulan.....	67
B. Saran.....	68
C. Penutup.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN.....	75
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	101

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gerhana merupakan fenomena langka yang istimewa, dikarekan terjadinya tidak setiap waktu. Terhitung gerhana terjadi setiap tahun, akan tetapi tidak semua belahan bumi dapat melihatnya, hanya tempat yang menyentuk bayang-bayang akibat terhalangnya cahaya matahari.

Pengertian gerhana dalam bahasa arab disebut sebagai *husūf* untuk penyebutan gerhana bulan (*husūf al-qamr*) atau *khusūf* untuk penyebutan gerhana matahari (*khusūf al-syams*).² Dalam segi makna, *khusūf* mempunyai arti menutupi, ini menggambarkan bulan menutupi matahari sehingga cahaya matahari tertutup oleh bulan jika dilihat dari permukaan bumi. sedangkan *husūf* bermakna memasuki, hal ini dikarenakan bulan memasuki bayangan bumi sehingga bulan tertutup oleh bumi mengakibatkan gerhana bulan.³

Fenomena gerhana bulan (*husūf al-qamr*) terjadi pada saat Matahari, Bumi, dan Bulan dalam satu garis bujur yaitu ketika Bulan saat purnama, sehingga ketika bulan melewati bayangan yang dibentuk bumi mengakibatkan bulan tidak mendapatkan cahaya.⁴ Gerhana matahari (*khusūf al-syams*) adalah fenomena tertutupnya sinar matahari menuju bumi, dikerenakan posisi bulan

² Ahmad Izzudin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012).

³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana* (Yogyakarta: Buana pustaka, 2004), 187.

⁴ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 111.

berada di antara Matahari dan Bumi yang mengakibatkan terhalang.⁵

Sejak zaman dulu kala, fenomena gerhana matahari dan bulan sudah dialami oleh umat manusia. Keterbatasan intelektual, ilmu pengetahuan pada saat itu menjadikan setiap gelaja selalu diterkaitkan dengan kekuatan supranatural, mitos-mitos, keyakinan keagamaan. Seperti di pulau Jawa, Sebagian besar kelompok masyarakat mempercayai faktor utama terjadinya gerhana adalah karena terdapat sosok *Buto* (Raksasa besar) yang berusaha memakan matahari. Kemudian masyarakat memukul berbagai alat yang ada seperti kentongan, bedug, dan lain sebagainya dengan maksud memuntahkan kembali matahari yang ditelannya.⁶

Dapat kita ketahui, bahwa gerhana merupakan bukti Kemahaesaan Allah. Maka dari itu umat islam memaknai terjadinya gerhana dengan malakukan ibadah kepada Allah yaitu salat gerhana.⁷

Secara astronomis, gerhana merupakan fenomena alam yang dapat dihitung dan diprediksi. Dalam ilmu falak, hal ini sering disebut sebagai hisab yang diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang memperelajari tentang perhitungan.⁸ Ilmu hisab secara garis besar dibagi menjadi dua, *Pertama* adalah *hisab 'ilmiy* yang pembahasannya mempelajari tentang teori dan konsep benda-

⁵ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta* (Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012), 233.

⁶ Sayful Mujab, *Gerhana Antara Mitos, Sains dan Islam*, *Yudisia Jurnal Pemikiran Hukum Dan Hukum Islam* 5 (2014), 84.

⁷ Muhammad Jayusman, *Fenomena Gerhana dalam Wacana Hukum Islam dan Astronomi*, *Al-'Adalah* 10, no. 2 (2011).

⁸ *Pedoman Rukyat Dan Hisab Nahdlatul Ulama* (Jakarta: Lajnah Falakiyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, 2006), 14.

benda langit, seperti kosmogoni, kosmologi, kosmografi, astrometrik, dan astrofisika. *Hisab 'ilmiy* juga sering disebut dengan *Theoretical Astronomy*. Kemudian yang *Kedua* yaitu *hisab 'amaliy* yang mempelajari tentang perhitungan untuk dapat mengetahui posisi dan kedudukan benda langit. *Hisab 'amaliy* sering disebut dengan *Practical Astronomy*. Di kalangan masyarakat *hisab 'amaliy* lebih umum dikenal sebagai ilmu hisab.⁹

Dalam ilmu falak, ilmu hisab terbagi menjadi beberapa metode, mulai dari hisab *urfi*. Hisab ini menggunakan sistem rata-rata peredaran bulan mengelilingi bumi dalam perhitungannya. Kemudian terdapat hisab *hakiki*, yaitu sistem perhitungan yang berdasarkan peredaran bulan dan bumi yang sebenarnya.¹⁰ Sistem hisab *hakiki* terbagi menjadi tiga,¹¹ yaitu:

1. Hisab *hakiki taqribi*, yaitu hisab menggunakan data matahari dan bulan yang tersaji dalam data dan tabel hisab ulugh beikh dengan sistem perhitungan yang sederhana tanpa menerapkan teori segitiga bola
2. Hisab *hakiki tahkiki*, yaitu hisab menggunakan tabel-tabel data dengan koreksi dan perhitungan yang relatif rumit jika dibandingkan dengan hisab *hakiki taqribi*.
3. Hisab *hakiki kontemporer*, yaitu perhitungan yang sudah menerapkan teori segitiga bola serta pemograman yang

⁹ Slamet Hambali, "*Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*," (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 5.

¹⁰ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah* (Yogyakarta: Pelajar Pustaka, 2008), 78 .

¹¹ Ahmad Izzudin, *Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU & MUHAMMADIYAH Dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, Dan Idul Adha)* (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2007), 7.

menggunakan perangkat komputerisasi guna meminimalisir kesalahan perhitungan. Maka dari itu, hasil perhitungan yang akurat dengan keadaan pada saat melakukan observasi.

Dari beberapa metode hisab di atas, hisab *hakiki kontemporer* yang paling banyak digunakan. Algoritma Jean Meeus merupakan salah satu perhitungan yang menggunakan hisab *hakiki kontemporer*. Begitu juga dengan perhitungan dengan elemen besel.

Algoritma Jean Meeus merupakan algoritma karya Jean Meeus, seorang ahli meteorologi dari Belgia. Beliau juga seorang astronom yang ahli di bidang mekanika langit, Astronomi bola dan astronomi mekanik. Dalam algoritma ini terdapat beberapa perbaikan sebagai pembaharuan dari versi sebelumnya. Selain itu penyesuaian pembahasan dan isi yang dengan penyesuaian dari *the International Astronomical Union*. Penerapan terhadap epoch standar baru J2000.00 dan tambahan teori-teori baru tentang planet dan bulan yang dikembangkan oleh *the Bureau des Longitudes* di Paris.

Elemen besel adalah sebuah perhitungan yang menggunakan koreksi-koreksi tertentu dalam sebuah algoritma. Seperti perhitungan dalam buku Ilmu Falak Nubala karya Ali Mustofa. Buku ini membahas tentang perhitungan gerhana matahari global dan lokal. Kitab Ilmu Falak Nubala memiliki kesamaan dengan kitab *ad Durul Aniq* karya KH. Ahmad Ghozali. Kesamaan tersebut terletak pada proses perhitungan gerhana Matahari. Sedangkan perbedaan diantara keduanya adalah penggunaan sumber data.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis melakukan penelitian Studi Analisis Perhitungan Gerhana Matahari dalam Kitab Ilmu Falak Nubala Karya Ali Mustofa

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat tersampaikan pokok-pokok permasalahan yang akan diteliti penulis sebagai berikut:

1. Bagaimana algoritma gerhana Matahari global dalam kitab Ilmu Falak Nubala?
2. Bagaimana tingkat akurasi perhitungan gerhana Matahari global dalam kitab Ilmu Falak Nubala?

C. Tujuan Penelitian

Atas dasar pokok permasalahan di atas, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui algoritma gerhana Matahari global dalam kitab Ilmu Falak Nubala.
2. Mengaetahui tingkat akurasi perhitungan gerhana Matahari global dalam kitab Ilmu Falak Nubala.

D. Tujuan Penelitian

Adapun manfaat yang dapat dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan wawasan dalam bidang keilmuan, khususnya terhadap bidang Ilmu Falak dan Astronomi, dalam bidang perhitungan gerhana Matahari global.
2. Memberikan pengetahuan kepada para ahli Falak hisab maupun rukyat, perihal perhitungan gerhana Matahari global dalam buku Ilmu Falak Nubala.

3. Bermanfaat sebagai suatu karya ilmiah dari hasil penelitian yang dapat memberikan informasi dan dapat dijadikan rujukan bagi para peneliti selanjutnya.

E. Telaah Pustaka

Perhitungan gerhana merupakan salah satu cabang perhitungan di dalam ilmu falak. Dari berbagai perhitungan gerhana banyak metode yang digunakan. Sejauh pengetahuan penulis, terdapat penelitian ilmiah yang berhubungan dengan perhitungan gerhana menggunakan elemen besel diantaranya:

1. Penelitian oleh Fiki Nu`afi Qurrota Aini dengan judul “Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Matahari Elements Of Solar Eclipses Jean Meeus dan Textbook On Spherical Astronomy W.M. Smart”.¹² Penelitian ini menjelaskan tentang komparasi perhitungan gerhana menggunakan elemen besel Jean Meeus dengan perhitungan dalam *Textbook On Spherical Astronomy* W.M. Smart. Penelitian ini berbeda dengan yang penulis teliti, karena pembahasan yang diteliti oleh penulis adalah perhitungan elemen besel versi Ali Mustofa.
2. Skripsi Jafar Shodiq, dengan judul “Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit”.¹³ Skripsi ini membahas proses perhitungan matahari dalam buku mekanika benda

¹² Fiki Nu`afi Qurrota Aini, “*Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Matahari Elements Of Solar Eclipses Jean Meeus Dan Textbook On Spherical Astronomy W.M. Smart*” Skripsi Universitas Islam Negeri Walisongo, (Semarang, 2019).

¹³ Jafar Shodiq, “*Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit*” Skripsi Universitas Islam Negeri Walisongo, (Semarang, 2016).

langit karya Rinto Anugraha. Dalam skripsi berbeda dengan yang akan penulis teliti, karena skripsi ini fokus terhadap analisis perhitungan gerhana matahari pada buku mekanika benda langit. Sedangkan penulis akan mencoba mengkomparasi perhitungan tersebut dengan perhitungan gerhana matahari pada buku ilmu falak nubala karya Ali Mustofa.

3. Penelitian Charist Allaist yang berjudul, “Akurasi Hasil Perhitungan Gerhana Matahari Metode Nubala dengan Siaran Live Youtube Time and Date”.¹⁴ Skripsi ini menguji keakurasian perhitungan gerhana matahari pada buku ilmu falak nubala dengan siaran *Live Youtube Time and Date*. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang akan penulis teliti, penelitian ini berfokus pada uji coba akurasi perhitungan gerhana dengan metode yang ada dalam buku Ilmu Falak Nubala.

F. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan metode-metode yang melakukan pengamatan dengan tahapan-tahapan yang disusun secara ilmiah untuk mencari, menyusun serta menganalisis dan menyimpulkan data.¹⁵ Dalam tugas akhir ini penulis menggunakan berbagai metode penelitian.

1. Jenis Penelitian

¹⁴ Charist Allaist, “*Akurasi Hasil Perhitungan Gerhana Matahari Metode Nubala Dengan Siaran Live Youtube Time and Date*” Skripsi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, (Surabaya, 2021).

¹⁵ Abu Achmadi Cholid Narbuko, *Metode Penelitian* (Jakarta: PT Bumi Aksara, 2003), 2.

Adapun penelitian ini menggunakan jenis penelitian penelitian kualitatif, dengan pendekatan deduktif-induktif yang bersumber dari kerangka teori, pemikiran para ahli, dan pemahaman peneliti yang dikembangkan menjadi suatu masalah yang diajukan untuk pembenaran berupa dukungan data empiris. dalam laporan.¹⁶ Penelitian ini menggunakan penelitian kepustakaan (*library research*), Penelusuran pustaka ini menggunakan sumber pustaka untuk mendapatkan data penelitian.¹⁷ Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan aritmatika.

2. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu sumber data primer dan sekunder.

- a. Data Primer didapatkan dari sumber utama yang diperoleh peneliti melalui prosedur pengambilan data, peneliti dalam hal ini mengambil data dengan melakukan kajian pustaka, mengambil sumber dari referensi-referensi yang berkaitan dengan perhitungan gerhana Matahari global kemudian dianalisis. Pada penelitian ini diperoleh data berupa algoritma-algoritma yang terdapat dalam kitab Ilmu Falak Nubala. Penulis selanjutnya akan menganalisis algoritma tersebut.
- b. Data Sekunder yaitu berupa data pendukung dari data primer. Data yang diperoleh tidak secara langsung

¹⁶ Harnani Dkk, *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*, Cetakan 1 (Yogyakarta: Pustaka Ilmu Grup Yogyakarta, 2020), 254.

¹⁷ Mestika Zed, *Metode Penelitian Kepustakaan*, Cetakan 1 (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2008), 1-2.

diperoleh oleh peneliti dari subjek penelitiannya. Adapun data sekunder meliputi buku pelengkap, kumpulan karya tulis ilmiah yang berupa dokumen maupun berupa *file-file e-book* yang membahas perihal algoritma perhitungan gerhana Matahari. Penulis juga memerlukan buku-buku astronomi dan ilmu falak lainnya untuk menunjang data primer. Data sekunder lainnya bersumber dari situs yang membahas perhitungan gerhana Matahari seperti <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html>.

3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, penulis menggunakan teknik pengumpulan data yang dapat menguraikan masalah penelitian secara subjektif. Data yang diperoleh berasal dari metode *Library research* yang diawali menelusuri sumber-sumber literatur yang memiliki kaitannya dengan data astronomis yang nantinya diolah. Penulis juga melakukan pengumpulan data dengan teknik dokumentasi. Dokumen yang dimaksud merupakan catatan peristiwa yang sudah terjadi. Dokumen tersebut dapat berupa tulisan, gambar maupun karya monumental.¹⁸

Penulis juga melakukan wawancara sebagai metode pengumpulan data untuk menggali beberapa informasi mendalam dari narasumber. Dalam skripsi ini, penulis melakukan wawancara dengan Ali Mustofa selaku penulis kitab tersebut. Tujuannya untuk mengetahui biografi penulis

¹⁸ Prof Dr Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif*, (Bandung: CV Alfabeta, 2010), 240

buku tersebut dan mempelajari metode perhitungan dalam buku yang ditulisnya secara lebih rinci.

4. Metode Analisis Data

Metode yang penulis gunakan dalam menganalisis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif.

Langkah awal yang penulis lakukan adalah mengumpulkan data-data yang penulis perlukan, baik dari hasil wawancara dengan Ali Mustofa yang menjadi data utama, maupun data pendukung berupa kitab Ilmu Falak Nubala dan kitab-kitabnya. literasi yang berkaitan dengan Ilmu Falak, khususnya yang melanjutkan penelitian yang akan penulis bahas, yaitu terkait penghitungan gerhana matahari. Setelah mengumpulkan data-data yang diperlukan, penulis memaparkan konsep penghitungan gerhana matahari menurut kitab Ilmu Falak Nubala, kemudian menjelaskan secara gamblang konsep penghitungan gerhana matahari menurut Ali Mustofa. Selanjutnya penulis melakukan analisis komputasi untuk mengetahui tingkat akurasi perhitungan gerhana matahari pada kitab tersebut tersebut dengan menggunakan algoritma perhitungan gerhana matahari NASA yang ditampilkan pada situs resminya yang khusus membahas tentang gerhana matahari.

Dalam menguji tingkat akurasi penulis menggunakan analisis regresi sederhana. Analisis regresi merupakan salah satu teknik untuk mengetahui tingkat eror atau penjelasan

tersebut.¹⁹ Analisis regresi linier bertujuan untuk menjelaskan variabel Y berdasarkan X dengan memprediksi melalui persamaan regresi yang didapatkan dari skor kedua variabel.²⁰

G. Sistematika Penulisan Skripsi

Secara garis besar, sistematika penulisan skripsi terdiri dari lima bab dan terdiri dari sub-sub bab pembasan sistematika penulisan tersebut. Sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, telaah pustaka, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Umum Perhitungan Gerhana Matahari

Membahas tentang tinjauan umum mengenai perhitungan gerhana matahari, meliputi berbagai sistem rumusan dasar. Selain itu juga beberapa tahapan yang terkandung dalam perhitungan gerhana matahari.

BAB III : Sistem Perhitungan Gerhana Matahari Global dalam Buku Ilmu Falak Nubala

Pada bab ini akan dibahas seputar algoritma dalam perhitungan gerhana matahari dalam Buku Ilmu Falak Nubala.

BAB IV : Analisis Perhitungan Gerhana Matahari Global dalam Buku Ilmu Falak Nubala

¹⁹ Ibnu Hadjar, *Dasar-Dasar Statistik Untuk Ilmu Pendidikan, Sosial, & Humaniora*, 1st ed. (Semarang: Pustaka Zaman, 2014).

²⁰ Ibnu Hadjar, *Dasar-Dasar.....*, 178.

Bab ini penguraikan analisis hasil dari komparasi perhitungan yang dilakukan penulis yang didasarkan pada perhitungan dalam buku Ilmu Falak Nubala yang berdasar pada perhitungan gerhana.

BAB V : Penutup

Bab lima ini merupakan sub bab terakhir yang berisikan kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN UMUM PERHITUNGAN GERHANA MATAHARI

A. Pengertian Umum Gerhana

Gerhana dapat diartikan *eclipse* dalam bahasa inggris.²¹ Istilah tersebut dipergunakan secara umum untuk gerhana matahari maupun gerhana bulan. Akan tetapi dalam penyebutan terdapat perbedaan istilah, *eclipse of the moon* untuk gerhana bulan dan *eclipse of the sun* untuk gerhana matahari.²² Selain itu, ada juga yang menggunakan *solar eclipse* untuk gerhana matahari dan *lunar eclipse* untuk gerhana bulan.²³ Gerhana matahari memiliki arti suatu keadaan dimana bulan melintas di antara bumi dan matahari, sehingga matahari tidak tampak utuh atau bahkan tertutup sama sekali dalam jangka waktu tertentu jika dilihat dari bumi, sedangkan gerhana bulan adalah suatu keadaan saat bumi melintas di antara bulan dan matahari, sehingga penampakan bulan hanya terlihat sebagian atau bahkan tertutup seluruhnya untuk beberapa waktu jika dilihat dari bumi.²⁴

²¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*. (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 187.

²² Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab Rukyah* (Erlangga, 2007), 27.

²³ Soetjipto, *Islam Dan Ilmu Pengetahuan Tentang Gerhana* (Yogyakarta: LPPM IAIN Sunan Kalijaga, 1983), 1.

²⁴ Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana Kajian Mengenai Perhitungan Gerhana Matahari Dengan Data Ephemeris Hisab Rukyat* (Bojonegoro: CV. Madza Media, 2020), 13.

Gerhana dalam bahasa arab disebut sebagai *husūf* untuk penyebutan gerhana bulan (*husūf al-qamr*) atau *khusūf* untuk penyebutan gerhana matahari (*khusūf al-syams*).²⁵ Dalam segi makna, *khusūf* mempunyai arti menutupi, ini menggambarkan bulan menutupi matahari sehingga cahaya matahari tertutup oleh bulan jika dilihat dari permukaan bumi. sedangkan *husūf* bermakna memasuki, hal ini dikarenakan bulan memasuki bayangan bumi sehingga bulan tertutup oleh bumi mengakibatkan gerhana bulan.²⁶

Gerhana matahari terjadi ketika bulan dan matahari mendekati simpul yang sama. Namun jika bulan dan matahari berlawanan arah maka yang akan terjadi adalah gerhana bulan. Jika gerhana matahari terjadi bertepatan dengan fase bulan baru, maka gerhana bulan akan terjadi bertepatan dengan fase bulan purnama.²⁷ Namun setiap bulan baru tidak menyebabkan gerhana matahari, dan tidak setiap bulan purnama menyebabkan gerhana bulan, karena tingkat orbit bulan mengelilingi bumi tidak sejajar dengan tingkat orbit bumi mengelilingi matahari (tingkat ekliptika). tetapi cenderung membentuk sudut sekitar 5°. Jika bidang orbit bulan yang mengelilinginya terletak tepat pada bidang ekliptika, maka setiap bulan baru akan selalu ada gerhana matahari dan setiap bulan purnama akan selalu ada gerhana bulan.²⁸

²⁵ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*.

²⁶ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, (Yogyakarta: Buana pustaka, 2004), 187.

²⁷ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, (Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012), Cet I, 231

²⁸ Ahmad Ghazali, "Irsyad Al-Murid", (*Sampang: LAFAL*, 2005), 157-159.

Pada dasarnya prinsip terjadinya gerhana sangat berkaitan erat dengan pergerakan Matahari, Bulan dan Bumi, terutama terhadap revolusi Bumi.²⁹ Saat terjadi gerhana, Bumi mengeluarkan bayangan dari matahari dan terbagi menjadi dua pola, yaitu pola bayangan yang sangat gelap, disebut umbra atau bayangan primer, dan pola bayangan yang tidak jelas disebut penumbra atau bayangan palsu.³⁰ Bayangan ini akan mempengaruhi jenis gerhana yang terjadi. Gerhana matahari terjadi bertepatan dengan bulan baru (*new moon*), yaitu saat terjadi konjungsi atau *ijtimā'*, sedangkan gerhana bulan terjadi bersamaan dengan bulan purnama (*full moon*) atau *badr*, yaitu saat oposisi. atau *istiqbāl* terjadi.³¹ Pada saat gerhana matahari, matahari dan bulan berada pada satu titik sumbu atau ketika berdekatan.

Sedangkan pada saat gerhana bulan, posisi bulan berada pada atau di dekat suatu titik dan posisi matahari berada pada bujur astronomis 180 derajat dari bulan atau berlawanan dengan posisi bulan. Meskipun fenomena gerhana bertepatan dengan konjungsi atau *istiqbāl* (oposisi), gerhana tidak terjadi setiap bulan pada konjungsi atau *istiqbāl* (oposisi).³²

Hal ini dapat dijelaskan dengan fakta bahwa bidang lintasan elips Bumi dan ekliptika membentuk sudut 0 derajat, sehingga keduanya berimpit, sedangkan orbit atau lintasan atau orbit Bulan

²⁹ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 45.

³⁰ Arwin Juli Rakhmadi Butar Butar, *Pengantar Ilmu Falak; Teori, Praktik, Dan Fikih*, (Depok: Rajawali Pres, 2018), 104.

³¹ A Katsir, *Matahari & Bulan Dengan Hisab* (Surabaya: Bina Ilmu, 1979), 95.

³² Forest Moulton, Ray, *An Introduction to Astronomy* (New York: The Macmillan Company, 1916), 184.

dan ekliptika memiliki perbedaan.³³ Bulan memiliki bidang yang membentuk sudut sekitar 5 derajat terhadap bidang ekliptika. Dengan demikian, bidang lintasan matahari atau lintasan bumi dan lintasan bulan tidak saling berhimpitan dan akan mengakibatkan perpotongan di dua titik. Inilah mengapa gerhana tidak selalu terjadi setiap bulan, dan jika terjadi gerhana di setiap bulan baru, maka bidang jalur bulan harus bertepatan dengan jalur gerhana, dan semua itu tidak sesuai dengan kenyataan saat ini.³⁴ Titik potong kedua bidang disebut *node* atau simpul dan garis yang menghubungkan dua titik potong disebut garis *node*.³⁵ Simpul pertama disebut (*ascending node*) karena pada titik ini bulan terbit di atas tingkat ekliptika dan simpul kedua disebut (*descending node*) karena pada titik itu bulan turun di bawah ekliptika. Oleh karena itu, gerhana akan terjadi jika terjadi pertemuan atau resepsi di *node* ini.³⁶

Dalam rentang waktu 4000 tahun dihitung sejak -600 hingga 3400, terjadinya gerhana matahari dalam satu tahun maksimal sebanyak 5 kali. Terbukti dalam rentang waktu di atas terdapat 14 tahun yang memiliki gerhana matahari sebanyak 5 kali.³⁷

³³ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, (Yogyakarta: Buana pustaka, 2004), 188.

³⁴ Michael George, *Planetary Science: The Science of Planets Around Stars* (London: Institute of Physics Publishing, 2002), 90-91.

³⁵ David H. Levy, *David Levy's Guide to Eclipses, Transits, and Occultations* (New York: Cambridge University Press, 2010), 27.

³⁶ Syamsul Anwar, "Bulan Sinodis Dan Beberapa Pengetahuan Populer", *Dalam Awi Cs (Ed), Hisab Bulan Kamariah: Tinjauan Syar'i Tentang Penetapan Awal Ramadan, Syawal Dan Zulhijah* (2012: Suara Muhammadiyah, 2012), Cet. III, 82.

³⁷ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Jurusan FMIPA UGM, 2012), 128-129.

B. Landasan Teori Gerhana

Segala sesuatu di alam semesta tidak ada dengan sendirinya. Apa yang ada di langit dan di bumi yang kita saksikan dengan indera mata atau tidak, semuanya adalah ciptaan Allah SWT.³⁸ Ini termasuk terjadinya gerhana, yang jarang terjadi. Semua ini disebutkan dalam al-Qur'an dan Hadits. Berikut adalah beberapa argumen yang terkait dengan proses gerhana:

1. Dalil al-Qur'an
 - a. Surat Al-Anbiyā' ayat 33.

وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ



Artinya: *Dialah yang telah menciptakan malam dan siang, matahari dan bulan. Masing-masing beredar pada garis edarnya.*³⁹

Pada ayat di atas, Allah lalu mengarahkan perhatian manusia agar memperhatikan kekuasaan-Nya dalam menciptakan waktu malam dan siang. Dan Dialah, yang telah menciptakan malam untuk istirahat, dan siang untuk mencari penghidupan; dan Allah telah menciptakan matahari yang bersinar di waktu siang dan bulan yang bercahaya di waktu malam. Masing-masing beredar pada garis edarnya dengan setia, patuh dan tunduk kepada hukum alam ciptaan Allah.⁴⁰

³⁸ Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang & Diklat Kementerian Agama RI (LIPPI) dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, *Manfaat Benda-Benda Langit Dalam Prespektif Al-Qur'an Dan Sains* (Jakarta: Widya Cahaya, 2015), 3.

³⁹ Kementerian Agama, "Qur'an Kemenag."

⁴⁰ Kementerian Agama.

b. Surat Yasin ayat 38-40.

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

Artinya: 38)(Suatu tanda juga atas kekuasaan Allah bagi mereka adalah) matahari yang berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Allah) Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui. 39)(Begitu juga) bulan, Kami tetapkan bagi(-nya) tempat-tempat peredaran sehingga (setelah ia sampai ke tempat peredaran yang terakhir,) kembalilah ia seperti bentuk tandan yang tua. 40)Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.⁴¹

Allah menjelaskan bukti lain tentang kekuasaan-Nya, yaitu peredaran matahari, yang bergerak pada garis edarnya yang tertentu dengan tertib menurut ketentuan yang telah ditetapkan Allah. Sedikit pun ia tidak menyimpang dari garis yang telah ditentukan itu.⁴² Hal tersebut yang mengakibatkan terjadinya siang dan malam.

Kata *taqdir* (تقدير) digunakan dalam ayat 38 di atas untuk menunjukkan bahwa sesuatu memiliki tingkat keteraturan yang spesifik dan mencakup semuanya dan dapat juga berarti menentukan nilai sesuatu yang berkaitan dengan materi dan waktu. Allah menetapkan

⁴¹ Kementerian Agama.

⁴² Kementerian Agama.

bahwa matahari berputar dalam orbitnya dengan hati-hati, dan pada saat yang sama Allah mengatur waktu rotasinya.⁴³

Pada ayat 39, Allah menetapkan jarak tertentu untuk rotasi bulan, sehingga bulan pada jarak tersebut berubah bentuk, ukuran, dan kekuatan cahayanya. Pada awalnya, bulan tampak kecil dan redup. Kemudian menjadi bulan sabit yang melengkung sehingga cahayanya menjadi lebih terang. Apalagi bentuknya akan semakin bulat, sehingga menjadi bulan dengan cahaya yang begitu terang. tetapi kemudian ia akan menyusut lebih banyak lagi, sehingga ia akan kembali ke keadaan semula dalam bentuk tandan kering yang meringkuk dalam cahaya redup.⁴⁴

Ayat 40 menjelaskan bahwa Allah telah menempatkan matahari dan bulan pada orbitnya masing-masing dengan sangat hati-hati dan konsisten, sehingga masing-masing tidak keluar dari orbitnya sebelum yang lain.⁴⁵

c. Surat Ar-Rahman ayat 5

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ ۝

⁴³ M. Quraish Shihab, “*Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan Dan Kekeragaman Al-Quran)*,” (Jakarta : Lentera Hati), vol. 7, 2002, 153.

⁴⁴ Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Direktorat Urusan Agama Islam dan pembinaan Syariah, *Al-Qur'an Dan Tafsirnya* (Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012), 226.

⁴⁵ Shihab, “*Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan Dan Kekeragaman Al-Quran)*”, 154.

Artinya: *Matahari dan bulan (beredar) sesuai dengan perhitungan.*⁴⁶

Allah menyebutkan bahwa matahari dan bulan yang termasuk di antara benda-benda angkasa yang terbesar, beredar dalam orbitnya masing-masing matahari dan bulan yang sangat pasti, karena adanya itu maka terjadilah perubahan musim. Dengan memperhitungkan perubahan-perubahan tersebut manusia dapat mengatur pertanian, perdagangan, pendidikan dan sebagainya.⁴⁷

1. Dalil Hadits

a. Hadits riwayat al-Bukhari dari Ibnu Umar

حَدَّثَنَا عَمْرُو بْنُ عَوْنٍ قَالَ حَدَّثَنَا خَالِدٌ عَنْ يُونُسَ عَنِ الْحَسَنِ عَنِ أَبِي بَكْرَةَ قَالَ كُنَّا عِنْدَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَأَنكَسَفَتِ الشَّمْسُ فَقَامَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَجْرُ رِدَاءَهُ حَتَّى دَخَلَ الْمَسْجِدَ فَدَخَلْنَا فَصَلَّى بِنَا رَكَعَتَيْنِ حَتَّى انْجَلَتِ الشَّمْسُ فَقَالَ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ فَإِذَا رَأَيْتُمُوهَا فَصَلُّوا وَادْعُوا حَتَّى يُكْشَفَ مَا بَكُمْ. رواه البخاري⁴⁸

Artinya; *Telah menceritakan kepada kami [Amru bin 'Aun] berkata, telah menceritakan kepada kami [Khalid] dari [Yunus] dari [Al Hasan] dari [Abu Bakrah] berkata, "Kami pernah duduk-duduk bersama Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam lalu terjadi gerhana*

⁴⁶ Kementerian Agama, "Qur'an Kemenag."

⁴⁷ Kementerian Agama.

⁴⁸ Imam Muslim, *Sahih Muslim Juz II* (Lebanon: Daar Kutub al Ilmiah, 1991), 618.

matahari. Maka Nabi shallallahu 'alaihi wasallam berdiri menjulurkan selendangnya hingga masuk ke dalam masjid, kamipun ikut masuk ke dalam Masjid, beliau lalu mengimami kami shalat dua rakaat hingga matahari kembali nampak bersinar. Setelah itu beliau bersabda: "Sesungguhnya matahari dan bulan tidak akan mengalami gerhana disebabkan karena matinya seseorang. Jika kalian melihat gerhana keduanya, maka dirikanlah shalat dan banyaklah berdoa hingga selesai gerhana yang terjadi pada kalian."⁴⁹

b. Hadist riwayat oleh Aisyah r.a

حَدَّثَنَا مُسَدَّدٌ قَالَ حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ سَعِيدٍ عَنْ إِسْمَاعِيلَ قَالَ حَدَّثَنِي قَيْسٌ عَنْ أَبِي مَسْعُودٍ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ وَلَكِنَّهُمَا آيَاتَانِ مِنْ آيَاتِ اللَّهِ فَإِذَا رَأَيْتُمُوهُمَا فَصَلُّوا⁵⁰.

Telah menceritakan kepada kami Musaddad berkata, telah telah menceritakan kepada kami Yahya bin Sa'id dari Isma'il berkata, telah menceritakan kepadaku Qais dari Ibnu Mas'ud berkata, "Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "Matahari dan bulan tidak akan mengalami gerhana disebabkan karena mati atau hidupnya seseorang, akan tetapi keduanya adalah dua tanda dari tanda-tanda kebesaran Allah. Jika kalian melihat gerhana keduanya maka shalatlah".

⁴⁹ Imam An-Nawawi, *Syarah Shahih Muslim*, ed. Soffandi Wawan Djunaedi (Jakarta: Pustaka Azzam, 2010), 572-573.

⁵⁰ Imam Abi Abdillah Muhammad bin Ismail, "Shahih Bukhari," Juz 1 (Lebanon: Dar al-Fikr, 1994), 184.

Hadits di atas memperlihatkan fenomena gerhana pada zaman Nabi Muhammad Saw. dengan mengatakan bahwa gerhana bukanlah disebabkan oleh kelahiran atau kematian seseorang, melainkan tanda kebesaran Allah, dan umat Islam dianjurkan untuk melakukan shalat gerhana. Sunah Nabi. Berdoalah dan perbanyak sedekah saat gerhana terjadi sebagai bentuk rasa syukur atas ciptaan-Nya dan bentuk takwa kepada hamba-hambanya.

C.Objek Kajian Gerhana Matahari

Dalam ilmu astronomi, setidaknya dibutuhkan 3 benda langit yang sering dikaitkan dengan pembahasan ini. Ketiga benda langit tersebut adalah:

1. Matahari

Dalam kamus bahasa Indonesia, matahari adalah benda langit dan merupakan titik pusat tata surya yang berbentuk bola berisi gas (hidrogen dan helium) yang membawa cahaya dan panas ke bumi pada siang hari. Menurut J.R Mayer, bahwa panas matahari berasal dari bebatuan meteorit yang jatuh di permukaan matahari dengan kecepatan tinggi. Sebaliknya, menurut teori kontraksi H. Helmholtz, panas berasal dari kontraksi bola gas. Sedangkan pakar lain, Dr. Booth mengatakan, panas tersebut berasal

dari reaksi nuklir yang disebut reaksi "fusi hidrogen-helium".⁵¹

Matahari adalah bintang, sekumpulan bintang yang membentuk gugusan galaksi. Galaksi yang besar dan luas, yaitu Galaksi Bima Sakti yang berisi hampir 200 miliar bintang. Matahari dan sistemnya bergerak dengan kecepatan sekitar 828.000 kilometer per jam, dan dibutuhkan 230 juta tahun untuk mengorbit Bima Sakti dengan kecepatan cahaya.⁵² Suhu matahari mencapai 15 juta derajat celcius, berdiameter 1,4 miliar. Matahari adalah bintang terdekat dengan Bumi, dengan jarak rata-rata 149.680.000 km.⁵³

Di dalam al-Qur'an, terdapat sekitar 32 ayat dalam Al-Qur'an yang menyebutkan kata *al-syams* (Matahari) yang mengandung kebenaran yang dapat ditangkap oleh mereka yang ingin mengambil pelajaran.⁵⁴ Matahari adalah sumber kehidupan di bumi, Allah berfirman dalam al-Qur'an Surat Nuh ayat 16:

وَجَعَلَ الْقَمَرَ فِيهِنَّ نُورًا وَجَعَلَ الشَّمْسَ سِرَاجًا ۝١٦

⁵¹ Jasin Maskoeri, *Ilmu Alamiah Dasar* (Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 2006), 96.

⁵² Yuberti Yuberti, "Ketidakpastian Usia Dunia (Kilasan Kaji Konsep Ilmu Pengetahuan Bumi Dan Antariksa)," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni* 5, no. 1 (2016), 155, <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.111>.

⁵³ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, 114.

⁵⁴ Hisam Thalbah, *Ensiklopedia Mukjizat Al Quran Dan Hadis* (Bekasi: Sapta Sentosa, 2008), 59.

Artinya: *Di sana Dia menjadikan bulan bercahaya dan matahari sebagai pelita (yang cemerlang).*

Dalam ayat ini dijelaskan: Allah menjadikan matahari sebagai lampu, sebagai sumber kehidupan manusia.⁵⁵

Matahari selalu muncul di ufuk timur, kemudian berada diposisi tertingginya dan pada sore hari terbenam di ufuk barat. Hal tersebut terjadi jika dilihat dari bumi. Waktu terbit dan terbenam setiap waktu selalu berubah, begitu pula posisi matahari. Fenomena ini akan terlihat jelas bagi pengamat yang keberadaannya dekat dengan garis katulistiwa, seperti Indonesia. Posisi matahari dapat ditentukan dengan perhitungan yang meliputi garis bujur ekliptika, jarak matahari ke bumi, asensio rekta, deklinasi, azimuth, dan ketinggian. Hasil perhitungan tersebut dapat digunakan sebagai perkiraan kapan kekerasan akan terjadi dengan akurasi yang tinggi.⁵⁶

2. Bulan

Bulan merupakan satu-satunya salelit alami yang dimiliki bumi, dengan diameter 3.480 km dan garis edar mengelilingi bumi rata-rata 384.421 km.⁵⁷ Cuaca bulan ini dingin dan kering, suhu terendah bisa mencapai -177 derajat,

⁵⁵ Shihab, *Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan Dan Keserasian Al-Quran)*, 468.

⁵⁶ Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, 63.

⁵⁷ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, 133.

dan suhu panas saat pancaran matahari di beberapa daerah bisa mencapai 184 derajat. Karena perbedaan yang ekstrim tersebut, planet ini seolah-olah tidak dapat dihuni oleh makhluk hidup.⁵⁸

Meskipun bulan termasuk benda langit, akan tetapi bulan tidak dapat memancar cahaya sendiri, oleh sebab itu bulan tidak termasuk dalam kategori bintang. Bulan memantulkan cahaya dari matahari yang akan nampak jika dilihat dari bumi.⁵⁹

Jika diperhatikan bulan memiliki permukaan yang selalu sama ketika diamati dari bumi disebabkan periode revolusi bulan sama dengan periode rotasi bumi.⁶⁰ Dalam satu kali mengelilingi Bumi, Bulan memerlukan waktu 27 hari, 7 jam, 43 menit dan 11 detik (periode sideris), dan perubahan siklus dalam sistem Bumi-Bulan-Matahari menghasilkan terjadinya fase bulan yang berulang setiap 29 hari, 12 jam, 44 menit, dan 3 detik (periode sinodis).⁶¹ Bulan

⁵⁸ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, 133-134.

⁵⁹ Baharuddin Zainal, *Ilmu Falak*, 2nd ed. (Kuala Lumpur: Dawama, 2004), 60.

⁶⁰ Muhammad Hidayat et al., "Pengukuran Diameter Dan Kedalaman Kawah Bulan," *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology* 6, no. 1 (2021), 122, <https://doi.org/10.30651/must.v6i1.7547>.

⁶¹ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, 135.

akan melewati beberapa tahap fase bulan, berikut tahap-tahap fase bulan dalam satu periode:⁶²

a. Bulan baru (*New Moon*)

Fase ini sering disebut konjungsi/*ijtima'* yaitu pada saat Matahari, Bumi dan Bulan berada pada satu garis bujur astronomi yang sama. Keadaan tersebut yang menyebabkan kemungkinan terjadi gerhana atau tidak.

b. Bulan Sabit Pekan Pertama (*Waxing Crescent*)

Pada fase ini akan diawali muncul bulan sabit pertama (hilal) sampai bulan nampak setengah (*First quarter*). Tahap ini akan terjadi hingga hari ke-7.

c. *Waxing gibbous*

Ini adalah proses peningkatan penampakan bulan dari setengah lingkaran menjadi bulan purnama (*full moon*) atau seperempat bulan kedua (*second quarter*). Ini terjadi pada hari kedelapan hingga kelima belas.

d. *Wanning gibbous*

Ini adalah proses pengurangan fase bulan dari bulan purnama menjadi setengah lingkaran pada kuartal

⁶² Dinar Maftukh Fajar, *Modul Mata Kuliah Bumi Dan Antariksa Sistem Bumi Bulan Dengan Basis Integrasi Sains Islam* (Jember: Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Jember, 2020), 8-9.

ketiga (*third quarter*). Hal ini terjadi pada hari ke 15 sampai hari ke 21.

e. Bulan sabit pekan terakhir (*Waning Crescent*)

Dalam hal ini, bulan mulai menyusut dari setengah lingkaran pada tanggal 22 menjadi sabit tipis sebelum bulan baru pada tanggal 29.

3. Bumi

Bumi adalah planet terestrial, artinya Bumi terdiri dari bebatuan dan tidak terdiri dari gas seperti Jupiter, dan Bumi adalah planet terestrial terbesar keempat saat ini, dalam hal ukuran dan massa.⁶³ Dibandingkan dengan planet-planet di tata surya, Bumi hingga saat ini tercatat sebagai satu-satunya planet yang terdapat kehidupan.

Bentuk bumi sesungguhnya tidak bulat sempurna, melainkan oval atau sedikit lonjong yang mana lengkungannya terletak pada sepanjang sumbu kutub utara dan selatan yang sedikit datar seperti yang ada di sekitar garis khatulistiwa (ekuator bumi).⁶⁴ Jarak bumi dengan matahari sekitar 1.00 SA (Satuan Astronomis) atau

⁶³ Djauhari Noor, *Geologi Dinamis*, 1st ed. (Depok: Khalifah Mediatama, 2016).

⁶⁴ Djauhari Noor, *Geologi Dinamis*, 1st ed. (Depok: Khalifah Mediatama, 2016)

149.500.000 km.⁶⁵ di Bumi selalu terjadi fenomena siang dan malam, itu diakibatkan karena Bumi berotasi pada porosnya. Dalam satu kali rotasi Bumi membutuhkan waktu selama 23 jam 56 menit.⁶⁶ Selain itu, Bumi juga bergerak mengelilingi Matahari (revolusi). Waktu yang dibutuhkan bumi berevolusi adalah 365,2422 hari.⁶⁷

D.Macam-macam Gerhana Matahari

Gerhana matahari merupakan fenomena astronomi yang spesial karena hanya dapat dirasakan di beberapa tempat di belahan bumi. Gerhana matahari terjadi ketika bulan menutupi piringan matahari sehingga sebagian tempat di bumi tidak terkena sinar matahari. Dapat dikatakan bahwa pada saat itu matahari, bulan, dan bumi berada dalam satu garis. Benar saja, gerhana matahari ini terjadi sekitar tengah hari pada fase bulan baru. Berbeda dengan gerhana bulan, gerhana matahari hanya dapat dilihat dari area terbatas di permukaan bumi.⁶⁸

Terdapat beberapa tipe gerhana matahari, setidaknya terdapat 6 tipe gerhana.⁶⁹

⁶⁵ Muhammad Falih, "Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Ali Mustofa Dalam Kitab Al-Natijah Al-Mahshunah" (UIN Walisongo Semarang, 2019).

⁶⁶ Muhammad Hadi Basrowi, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 50.

⁶⁷ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumihan Dan Antariksa* (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2013), 4.

⁶⁸ UPT Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, *Perjalanan Mengenal Astronomi* (Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1995).

⁶⁹ Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, 126-128.

1. Tipe P

Jenis gerhana sebagian (parsial), di mana hanya sebagian dari bayangan bulan purnama yang membentur bumi. Pengamat di area pandang hanya bisa melihat gerhana sebagian.

2. Tipe T

Jenis gerhana total adalah gerhana sentral di mana kerucut bayangannya mengenai Bumi. Pada gerhana sentral, sumbu bayangan Bulan membentur permukaan bumi. Pada gerhana jenis ini dikenal dengan garis tengah karena garis ini menghubungkan pusat cakram bulan dengan pusat cakram matahari.

3. Tipe A

Gerhana annular (cincin), jenis ini adalah gerhana sentral di mana bayangan berbentuk kerucut memanjang menghantam Bumi.

4. Tipe T-A

Tipe cincin-total, yaitu gerhana sentral dimana sebagian gerhana berupa gerhana total dan sebagian lainnya berupa gerhana cincin.

5. Tipe (T)

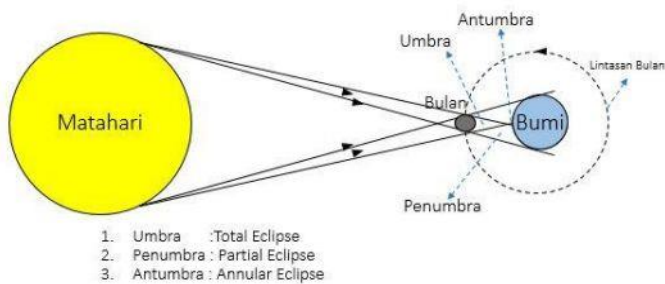
Gerhana total non-sentral, di mana hanya sebagian kerucut bayangan yang mengenai permukaan bumi daerah kutub, tetapi sumbu kerucut bayangan tidak menyentuh permukaan bumi, sehingga gerhana ini bukan gerhana pusat.

6. Tipe (A)

Gerhana cincin non-sentral, di mana hanya sebagian perpanjangan kerucut bayangan yang terlihat di daerah

kutub, tetapi sumbu kerucut bayangan hilang dari permukaan bumi.

Diketahui dari tipe-tipe gerhana di atas, dapat disimpulkan bahwa jenis gerhana dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu gerhana total (sentra), gerhana sebagian (parsial) dan gerhana cincin (antumbra). Jika digambarkan, ketiga gerhana tersebut sebagai berikut:



Gambar 1 ilustrasi gerhana matahari⁷⁰

E. Periode Gerhana Matahari

Konsep memprediksi terjadinya gerhana, baik matahari maupun bulan, rupanya sudah diketahui masyarakat pada zaman dahulu. Pengamatan yang dilakukan secara rutin telah menghasilkan suatu penemuan yang dapat memperkirakan waktu terjadinya gerhana, hal ini disebut dengan periode gerhana. Periode gerhana yang ada antara lain:

1. Periode Saros

Matahari dan titik naik dan turun orbit Bulan mempunyai selang waktu 346,62 hari. Setiap 19 periode

⁷⁰<https://rachmanabdul.wordpress.com/2011/12/07/gerhana-bulan-dan-matahari/> diakses pada jam 3.26 WIB tanggal 3 Agustus 2023

gerhana (6585,78 hari atau 18 tahun 11 hari) bulan akan kembali ke titik nodal yang sama, hal ini hampir sama dengan panjang bulan sinodik 223 (6585,321 hari) hanya berjarak 11 jam. Periode 18 tahun 11 hari ini disebut periode saros. Masa saros telah dikenal sejak zaman Babilonia kuno melalui pengamatan gerhana secara berkala.⁷¹

Sedangkan 223 bulan sinodik juga sama dengan 239 bulan anomali (6585.537 hari), keduanya hanya berjarak 6 jam, hanya saja selang waktu tersebut menjadi periode saros selain mengembalikan bulan ke fase yang sama pada titik nodal yang sama, dan juga akan kembali ke Bulan pada jarak yang kurang lebih sama dari Bumi. Oleh karena itu, gerhana terpisah pada periode saros akan memiliki ciri-ciri yang serupa.⁷²

Dampak periode saros akan menyebabkan lamanya hari menjadi sepersekian $\frac{1}{3}$ hari (8 jam), sehingga pada gerhana berikutnya yang dipisahkan periode saros maka bumi akan berotasi sekitar $\frac{1}{3}$ hari. Oleh karena itu, jalur gerhana yang dipisahkan periode saros akan bergeser 120° ke arah barat. Dan setiap 3 periode saros (54 tahun 34 hari) dapat diamati gerhana pada geografi yang sama. Misalnya peta gerhana matahari total 3 November 1994 dan gerhana berikutnya setelah periode saros pada 13 November 2012. Pada gerhana pertama, jalur total melewati Amerika Selatan, Samudera Atlantik hingga Afrika bagian selatan, sedangkan

⁷¹ Hannu Karttunen et al., *Fundamental Astronomy, Fundamental Astronomy* (Heidelberg: Springer, 2016), 139.

⁷² Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 111.

pada gerhana kedua melewati sebagian Australia dan Samudera Pasifik.⁷³

2. Periode Inex

Jangka waktu pelunasan 358 tahun atau 29 tahun dikurangi 20 hari disebut periode inex, dan periode inex ini sama dengan 388,5 putaran *dragonic*. Rasio sebesar 0,5 ini disebabkan adanya periode inex antara node satu dengan node lainnya. Oleh karena itu, gerhana akan terlihat dari kedua belahan bumi. utara. Kemudian, setelah Inex, gerhana matahari berikutnya akan terlihat dari belahan bumi selatan. Inex kemudian akan kembali ke belahan bumi utara, sebagai contoh:

- a. Pada tanggal 6 Mei 1845, gerhana matahari cincin terlihat dari Samudera Arktik, di titik turunnyanya bulan.
- b. Pada tanggal 16 April 1874, gerhana matahari total terlihat dari Antartika di titik terbitnya bulan.
- c. Pada tanggal 29 Maret 1903, gerhana matahari cincin terlihat dari Siberia, saat bulan memudar.

F. Macam-Macam Perhitungan Gerhana Matahari

Gerhana Matahari adalah fenomena alam yang langka terjadinya. Untuk mengetahui terjadinya gerhana Matahari perlu dilakukan perhitungan yang sangat panjang. Perhitungan gerhana matahari terbagi menjadi dua bagian, lokal dan global.⁷⁴ Gerhana matahari global merupakan gerhana yang konsep perhitungannya tidak menggunakan tanda wilayah. Jadi, jika gerhana terjadi di

⁷³ Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, 131.

⁷⁴ Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Irsyadul Al-Murid* (Madura: Lafal, 2005), 185.

suatu wilayah dalam waktu yang bersamaan, keterkaitan gerhananya tetap sama. Sedangkan untuk gerhana matahari lokal, perhitungan gerhana mencakup lokasi menyertakan garis lintang dan garis bujur wilayah tersebut. Waktu terjadinya gerhana di suatu daerah akan berbeda-beda. Berikut beberapa perbedaan antara perhitungan gerhana matahari global dan matahari lokal:

Perbedaan	Global	Lokal
<i>Input Data</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanggal 2. Data Matahari dan Bulan 3. Delta T 4. <i>Dynamical Time</i> (TD) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanggal 2. Data Matahari dan Bulan 3. Data Lokasi atau <i>markaz</i> 4. Tinggi Tempat 5. Zona Waktu 6. Delta T 7. <i>Dynamical Time</i> (TD)
Proses Perhitungan	Tidak ada <i>Ta'dil</i> atau Koreksi	Terdapat <i>Ta'dil</i> atau Koreksi
<i>Output</i> Perhitungan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lokasi terjadinya gerhana 2. Waktu terjadinya gerhana (dalam <i>universal Time</i>) 3. Tinggi Matahari 4. Azimuth Matahari 5. Durasi gerhana 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waktu terjadinya gerhana (dalam <i>local Time</i>) 2. Tinggi Matahari 3. Azimuth Matahari 4. Durasi Gerhana 5. Magnitude 6. Gamma

	6. Luas daerah yang terkena gerhana	
	7. Maghnitude	
	8. Gamma	

Dari penjelasan tabel di atas, dapat dipahami bahwa dalam perhitungan gerhana Matahari global bertujuan mencari lokasi koordinat bujur dan lintang yang terkena garis umbra. Sedangkan perhitungan gerhana Matahari lokal mencari waktu terjadinya gerhana akan tetapi menerapkan waktu setempat atau *local time*. Selain itu dalam proses perhitungan gerhana Matahari lokal diperlukan beberapa *ta'dil* atau koreksi yang bertujuan untuk mendapatkan nilai yang paling akurat dalam perhitungannya

G. Algoritma Perhitungan Gerhana Matahari

Terdapat beberapa cara untuk mengetahui terjadinya gerhana, salah satunya adalah dengan menentukan gerhana matahari dengan menggunakan metode ephemeris. Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam menghitung dan menentukan gerhana matahari dengan metode ephemeris adalah sebagai berikut:⁷⁵

1. Mencari kemungkinan terjadinya gerhana menggunakan tabel berikut:

⁷⁵ Khazini, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, 195-205.

TABEL A					
TH	DATA	TH	DATA	TH	DATA
00	331° 05' 12"	1400	084 50' 12"	1700	338 ⁰ 50' 12"
30	212° 29' 12"	1430	326 ⁰ 14' 12"	1730	220 ⁰ 14' 12"
60	093 ⁰ 53' 12"	1460	207 ⁰ 38' 12"	1770	101 ⁰ 38' 12"
90	335 ⁰ 17' 12"	1490	089 ⁰ 02' 12"	1800	343 ⁰ 02' 12"
1220	076 ⁰ 26' 12"	1520	330 ⁰ 26' 12"	1830	224 ⁰ 26' 12"
1250	317° 50' 12"	1550	211° 50' 12"	1800	105° 50' 12"
1280	199° 14' 12"	1580	093° 14' 12"	1890	347° 14' 12"

Tabel data A gerhana Matahari berdasarkan tahun

TABEL B					
TH	DATA	TH	DATA	TH	DATA
01	008° 02' 48"	11	088° 30' 48"	21	168° 58' 48"
02	016° 05' 36"	12	096° 33' 36"	22	177° 01' 36"
03	024° 08' 24"	13	104° 36' 24"	23	185° 04' 24"
04	032° 11' 22"	14	112° 39' 12"	24	193° 07' 12"
05	040° 14' 00"	15	120° 42' 00"	25	201° 10' 00"
06	048° 16' 48"	16	128° 44' 48"	25	209° 12' 48"
07	056° 19' 36"	17	136° 47' 36"	27	217° 15' 36"
08	064° 22' 24"	18	144° 50' 24"	28	225° 18' 24"
09	072° 25' 12"	19	152° 53' 12"	29	233° 21' 12"
10	080° 28' 00"	20	160° 56' 00"	30	241° 24' 00"

Tabel data B gerhana Matahari berdasarkan tahun

TABEL C			
NAMA BULAN	GERHANA MATAHARI	NAMA BULAN	GERHANA MATAHARI
Muharram	030° 40' 15"	Rajab	214° 41' 45"
Shafar	061° 20' 30"	Sya'ban	245° 22' 00"
Rabi'ul Awal	092° 00' 45"	Ramadhan	276° 02' 15"
Rabi'ul Akhir	122° 41' 00"	Syawwal	306° 42' 30"
Jumadil Ula	153° 21' 15"	Dzulqa'dah	337° 22' 45"
Jumadil Akhir	184° 01' 30"	Dzulhijjah	008° 03' 00"

Tabel data B gerhana Matahari berdasarkan tahun⁷⁶

Dengan tabel di atas kita dapat mengetahui peluang terjadinya gerhana matahari, langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil data dari Tabel A tergantung kelompok tahun Hijriah yang ingin dihitung. Setelah itu, ambil data Tabel B berdasarkan tahun dan data Tabel C berdasarkan bulan Hijriah untuk peluang terjadinya gerhana. Hasil dari ketiga data tersebut (data A, B, C) kemudian dikumpulkan. Gerhana matahari dapat terjadi jika totalnya antara 00° hingga 014°, 165° hingga 194°, atau 345° hingga 360°.64.⁷⁷

2. Mengubah tanggal Hijriah ke tanggal Masehi

Gerhana matahari selalu terjadi pada saat konjungsi Matahari dan Bulan, sehingga gerhana Matahari hanya terjadi menjelang bulan baru, yaitu sekitar tanggal 29 atau

⁷⁶ Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, 287.

⁷⁷ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*, 196.

30 bulan Hijriah. Oleh karena itu, ada kemungkinan gerhana matahari terjadi pada tanggal berapa pun menurut kalender Masehi.

3. Menyiapkan data astronomis sesuai tanggal hasil dari konversi Hijriah ke Masehi. Data astronomis dapat dicari pada data *ephemeris* Hisab Rukyat Kementerian Agama RI atau dari yang lainnya.
4. Mencari **FIB** (*Fraction Illumination Bulan*) sesuai tanggal hasil dari konversi Hijriah ke Masehi pada data astronomis.

Kemudian menghitung *Sabaq* Matahari (**B1**) dengan mencari selisih **ELM** jam FIB terkecil kemudian dikurangi dengan **ELM** pada jam berikutnya. Selain itu juga mencari *Sabaq* bulan (**B2**), caranya pun sama dengan mencari *Sabaq* Matahari (**B1**) yaitu dengan mencari selisih **ALB** pada FIB terkecil dikurangi **ALB** jam berikutnya.

5. Mencari jarak Matahari dengan Bulan (**MB**) dengan rumus:
MB = ELM – ALB
6. Mencari *Sabaq* Bulan *Mu'addal* dengan rumus:
SB = B2 – B1
7. Menghitung waktu Ijtima pertama
Dalam mencari ijtimak, harus diketahui nilai titik ijtimak dengan rumus: **Titik ijtimak = MB – SB.**
Rumus Ijtimak 1: **Ijt1 = Waktu FIB + Titik Ijtimak**
8. Mencari data pada waktu istiqbal, data tersebut diantaranya:
 - a. Semidiameter Bulan (**SD'**)
 - b. Horizontal Parallaks Bulan (**HP'**)
 - c. Apparent Latitude Bulan (**L'**)
 - d. Semidiameter Matahari (**SD₀**)

- e. True Obliquity Matahari (**Obl**)
- f. Equation of Time (**e**) atau perata waktu.

9. Menghitung jarak ijtimak (**JI**)

Sebelumnya harus mengetahui *Meridian Pass* (**MP**) dengan rumus: $MP = 12 - e$

Selanjutnya mencari waktu ijtimak local atau ijtimak kedua dengan rumus:

$$\text{Ijtimak Dua} = \text{Ijt1} + (\text{bujur tempat}/15)$$

$$\text{Dan Jarak Ijtimak: } \text{JI} = [\text{MP} - \text{Ijtimak Dua}] \times 15^\circ$$

10. Menghitung Waktu Gerhana

- a. Tengah Gerhana

Asyir Pertama (**A₁**):

$$- \text{ Jika Ijtimak Dua} < \text{MP} = \text{ELM} - \text{JI}$$

$$- \text{ Jika Ijtimak Dua} > \text{MP} = \text{ELM} + \text{JI}$$

Mail Asyir pertama (**MA₁**):

$$\text{Sin MA} = \text{sin A1} \times \text{sin Obl}$$

Irtifa' Asyir pertama (**IA₁**):

$$\text{IA1} = 90 - [\text{MA} - \text{lintang tempat}]$$

Sudut pembantu (**SP**):

$$\text{Sin SP} = (\text{sin SB} \times \text{cos MA1}) / (\text{sin HP}' \times \text{sin IA1})$$

Sa'atul Bu'dil Wasath (**WSB**):

$$\text{SBW} = \text{sin JI} / \text{sin SP}$$

Tengah Gerhana:

$$- \text{ Jika Ijt2} < \text{MP} = \text{Jika Ijtimak} - \text{SBW} - (\text{BT} - \text{BD})/15$$

$$- \text{ Jika Ijt2} > \text{MP} = \text{Jika Ijtimak} + \text{SBW} - (\text{BT} - \text{BD})/15$$

b. Awal Gerhana

Jarak Gerhana (JG)

$$\mathbf{JG} = [\mathbf{MP} - \mathbf{tgh}] \times 15^\circ$$

Asyir Kedua (A_2):

- Jika *Ijtimak* Dua < MP = ELM – JG
- Jika *Ijtimak* Dua > MP = ELM + JG

Ardlu Iqlimir Rukyat (AIR)

$$\mathbf{AIR} = 90 - \mathbf{IA2}$$

Ikhtilaful Ardli (IkA)

- Jika AIR > 0 = sin –IkA = [cos IA2 x sin 00°
51' 22"]
- Jika AIR < 0 = sin IkA = [cos IA2 x sin 00°
51' 22"]

Ardlul Qamar Mar'I (L'M)

- Jika (L'M) > 0 = (L'M) = [L' + IkA]
- Jika (L'M) < 0 = -(L'M) = [L' + IkA]

al-Jam'u (J) setengah lebar bayangan penumbra

Bulan:

$$\mathbf{J} = [\mathbf{SD}' + \mathbf{SD0} + [\mathbf{L}'\mathbf{M}]]$$

al-Baqiy (B) atau setengah lebar bayangan umbra

Bulan:

$$\mathbf{B} = [\mathbf{SD}' + \mathbf{SD0} - [\mathbf{L}'\mathbf{M}]]$$

Daqo'iqul Kusuf (DK):

$$\mathbf{DK} = \sqrt{(\mathbf{J} \times \mathbf{B})}$$

Sabaq Mu'addal (SM)

$$\mathbf{SM} = \mathbf{SB} - 00^\circ 11' 48''$$

Sa'atus Suquth (SS)

$$\mathbf{SS} = \mathbf{DK}/\mathbf{SM}$$

Awal Gerhana:

$$\mathbf{MG = TGH - SS}$$

c. Akhir Gerhana

Sa'atul Muksi (SMk):

$$\mathbf{SMk = [12 - LG'] / 15}$$

Akhir Gerhana:

$$\mathbf{MT = TGH + SMk}$$

11. Menghitung Lebar Gerhana (LG)

$$\mathbf{LG' = ((B / (SD0 \times 2)) \times 100\%) \times 12}$$

12. Menghitung Durasi Gerhana (MT)

$$\mathbf{MT = TGH - SMk}$$

BAB III
METODE HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL
DALAM KITAB ILMU FALAK NUBALA KARYA ALI
MUSTOFA

A. Biografi Pengarang Kitab Ilmu Falak Nubala

Kitab Ilmu Falak Nubala adalah buku tentang astronomi yang membahas perihal gerhana Matahari disusun oleh Ali Mustofa. Beliau merupakan ahli falak asal Jawa Timur dan tinggal di Beloso, Desa Misan, Kecamatan Mojo, Kabupaten Kediri. Nama lengkap beliau adalah Ali Mustofa Al-Qadiri bin Mustangir. Kata *Al-Qadiri* mempunyai dua arti, yang pertama karena ia berasal dari kota Kediri, dan yang kedua berarti bangsa Qadiri, karena orang tuanya berasal dari komunitas Qadiri. Beliau lahir di Kediri pada tanggal 24 Maret 1983. Beliau merupakan anak kedua dari dua bersaudara yang lahir dari pasangan Bapak Mustangir dan Ibu Malikhah. Ali Mustofa memiliki istri asal Mojokerto bernama Siti Muf'ulah, dan memiliki dua orang anak, Ahmad Nabil al-Kaustar dan Mahsunatul Fuad.⁷⁸

Proses pendidikan Ali Mustofa dimulai dari bangku sekolah dasar, dimana ia bersekolah di SDN 2 Maesan, dan selesai disana pada tahun 1996 M, kemudian ke jenjang menengah di MTs. Sunan Kalijaga Mayan Mojo Kediri dan lulus pada tahun 1999 M, kemudian melanjutkan studi di MAK Al-Hikmah Purwosari-Kediri dan lulus pada tahun 2002 M. Selain pendidikan formal tersebut,

⁷⁸ Falih, *Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Ali Mustofa Dalam Kitab Al-Natijah Al-Mahshunah*, 44-45.

beliau juga memperluas ilmunya dengan belajar di Pondok Pesantren Al-Hikmah Islam Burusari Kediri semasa MAK. Ia juga melanjutkan pendidikannya di Universitas Tripakti Lerbuyu Kediri, jurusan Pendidikan Agama Islam (PAI) pada tahun 2003. Selain itu, ia juga bersekolah di Pondok Pesantren Al-Falah Baluso Kediri.⁷⁹

Pada tahun 2002, Ali Mustofa mulai mempelajari Ilmu Falak. Ia belajar Ilmu Falak kepada ustadz Mahsus Izzi Tulungagung yang saat itu mempelajari kitab “*Tabyan al-Miqat* dan *Sulam al-Nayirain*” Metode pembelajaran pada saat itu masih menggunakan alat klasik berupa *rubu’* sehingga proses perhitungan yang dipelajari menggunakan sistem manual. Kemudian beliau juga mempelajari buku *Durusul al-Falakiyah* bersama KH. Zainudin Basyari. Ia mempelajari kitab *Risalah al-Qamarain*, *Nur al-Anwar*, dan *Ephemeris* Bersama H. Shofiyuddin. Selain itu, ia juga mempelajari Ilmu Falak pada berbagai tokoh antara lain Pak Sriyatin, Ma’muri Abdus Shomad, Cecep Nurwendiya, Slamet Hambali, Ahmad Izzuddin, Hendro Setyanto, Gus Shofiyullah, Admad Tholhah, Ismail Abay dari Madura, Raden Muhammad Wasil, dan Sahlan Rasidi Ia juga menguasai Ilmu Falak secara otodidak, mulai dari menghitung waktu sholat, arah kiblat, menghitung gerhana bulan, dan menghitung gerhana matahari, selain itu juga mempelajari

⁷⁹ Falih, *Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Ali Mustofa Dalam Kitab Al-Natijah Al-Mahshunah*, 44-47.

perhitungan dengan menggunakan berbagai kalkulator dan aplikasi *Microsoft Excel* dan *Visual Basic*.⁸⁰

Pada tahun 2004, Ali Mustofa mengawali masa pengabdian sebagai *khadim alma'had* Pondok Pesantren Al-Falah Ploso Mojo Kediri sebagai pengajar berbagai mata pelajaran, antara lain ilmu Falak, *Faroid*, *Manteq*, *Fiqh*, dan *Nahwu*. Dalam proses pembelajaran Ilmu Falak di sana, ia menggunakan metode pembelajaran dengan alat peraga untuk menggambarkan letak bola langit. Alat ini terbuat dari bambu dan secara kreatif menyerupai bentuk bola langit. Dengan menggunakan alat ini, siswa dapat dengan mudah memahami keterbatasan penggunaan gambar bola langit yang canggih.⁸¹

Ali Mustofa mengembangkan Ilmu Falak di pondok Ploso. Pendekatan standar yang ia perkenalkan untuk mempelajari Ilmu Falak adalah dengan mempelajari buku *Tibyan al-Miqat* dan *Sulam al-Nayyirain*. Selain itu, beliau juga berinisiatif untuk mengadakan kelas Ilmu Falak tambahan bagi santri yang mempunyai minat lebih di bidang Ilmu Falak. Materi yang diberikan berupa ilmu hitung tingkat dasar, misalnya *Al-Durr Al-Anqiq*, *ephemeris*, dan buku karya Ali Mustofa sendiri, selain itu juga pelatihan pembuatan teleskop *handmade*.⁸²

Ali Mustofa juga turut serta sebagai staf di Lembaga Falakiyah Nahdlatul Ulama (PCNU) Kediri, Lajnah Falakiyah

⁸⁰ Khoirun Nisak, *Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah Ali Mustofa Dalam Buku Al-Natijah Al-Mahshunah*, (UIN Walisongo Semarang, 2017), 66-67.

⁸¹ Nisak, *Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah Ali Mustofa Dalam Buku Al-Natijah Al-Mahshunah*, 67.

⁸² Falih, *Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Ali Mustofa Dalam Kitab Al-Natijah Al-Mahshunah*, 44-47.

Pondok Pesantren Al-Falah Ploso. Lembaga Sosial Keagamaan Nahdlatul Ulama' di Kabupaten Kediri, serta sering menjadi pembicara di berbagai tempat.⁸³

Selain kitab Ilmu Falak, ia juga mempunyai banyak karya yang bermula dari pemikirannya di bidang astronomi dan telah dituangkan dalam buku. Banyak dari bukunya memiliki fokus diskusi yang berbeda dan sebagian besar penelitian berkisar pada proses aritmatika. Dari karya Ali Mustafa:

1. Formula-Formula Program Falak dengan Casio 4500
2. Khulashah al-Tibyan
3. Bulugh al-Amali
4. al-Sulam al-Tagribi wa Tahqiqy
5. al-Istiqbal al-Nayyiroin
6. al-Kusuf al-Jawi Falak Nusantara
7. at-Taisir
8. Sulam al-Qodiriyah
9. al-Kausar Ali Jadid
10. Tashil al-Wildan
11. al-Natijah al-Mahshunah
12. Tsimarul al-Mustafid
13. Tsimarul Murid
14. Pengembangan Hisab Taqribi menjadi Hisab Tahkiki
15. Visual Basic untuk Ilmu Falak dan Hisab

Berbagai karyanya dikenal luas di kalangan santri-santri yang mempelajari ilmu falak dan penggiat Ilmu Falak.⁸⁴

⁸³ Falih, *Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Ali Mustofa Dalam Kitab Al-Natijah Al-Mahshunah*, 44-47.

⁸⁴ Falih, *Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Ali Mustofa Dalam Kitab Al-Natijah Al-Mahshunah*, 44-47.

B. Data Hisab dalam Kitab Ilmu Falak Nubala

Kitab Ilmu Nubala merupakan kategori kitab kontemporer. Secara Bahasa Nubala (نبل) mempunyai makna memuliakan. Seperti halnya pengarang yang sangat memuliakan Ilmu Falak. Asal mula penyusunan kitab tersebut adalah pada tahun 2020 bertepatan dengan Covid-19, saat itu pengarang merasa sangat dibatasi untuk berkegiatan diluar. Sehingga pengarang muncul keinginan untuk membuat kitab tentang gerhana matahari.⁸⁵ Sebenarnya kitab ini adalah penetus dari kitab *Tsamarul Murid* yang di dalamnya terdapat perhitungan gerhana matahari dan kitab Ilmu Falak Nubala tindak lanjut atas kitab sebelumnya (*Tsamarul Murid*).

Kitab ini menginduk pada kitab *ad-Durul Aniq* yang menggunakan metode data *awamil khusuf* dan *kusuf*. Pengarang mencoba menyajikan data *awamil* yang berfungsi untuk memprediksi terjadinya gerhana, seperti halnya elemen besel. Ia memodifikasi data *awamil* sehingga dapat dengan mudah dipahami. Data tersebut diperoleh dari perhitungan algoritma *Jean Meus* yang menyajikan data Matahari berupa 1) Deklinasi Matahari (Dm); 2) Asensio Rekta Matahari (Arm); 3) Semidiameter Matahari (Sdm); dan 4) *True Geocentric Distance* atau Jarak Geosentrik (Rm). Sedangkan data bulan berupa 1) Deklinasi Bulan (Db); 2) Asensio Rekta Bulan (Arb); 3) *Horizontal Parallax* Bulan (Hpb); dan 4) *Sideral Time* atau Jam Bintang (ST). Data matahari dan bulan disajikan dalam bentuk tabel pada bagian akhir kitab,

⁸⁵ Wawancara dengan Ali Mustofa pada Senin, 30 Oktober 2023 pukul 15:09 WIB

selain itu dalam tabel juga terdapat data deltaT, hari beserta pasarannya sebagaimana contoh dibawah ini:⁸⁶

Tanggal Hari	TD	Data Matahari			
		Dm	Arm	Sdm	Rm
20 April 2023	4	11° 24' 38.65"	027° 44' 44.04"	15' 55.361"	1.004 467
Kamis Legi		11° 25' 30.25"	027° 47' 04.01"	15' 55.350"	1.004 479
Delta T		Data Bulan			
Tipe Gerhana		Db	Arb	Hpb	ST
73.46		10° 59' 44.97"	027° 46' 19.98"	00° 58' 20.29"	267° 59' 28.24"
Total Cincin		11° 14' 47.66"	027° 18' 01.41"	00° 58' 18.79"	283° 01' 56.09"

Tabel Data Matahari dan Bulan dalam Kitab Ilmu Falak Nubala

Setelah itu, data matahari tersebut diolah menggunakan *awamil kusuf* yang akan digunakan untuk perhitungan gerhana matahari selanjutnya, baik gerhana Matahari global maupun lokal.⁸⁷ Berikut adalah *awamil kusuf* pada kitab ilmu falak nubala:⁸⁸

1. X0 = طول ظل القمر/Bujur bayangan Bulan
2. X1 = تعديله/Besaran kecepatan thul dzil setiap jamnya
3. Y0 = عرض ظل القمر/Kemiringan bayangan Bulan
4. Y1 = تعديله/Besaran kecepatan thul dzil setiap jamnya
5. D0 = ميل العاشر/Deklinasi sumbu bayangan
6. D1 = تعديله/Besaran kecepatan Mail asyir setiap jamnya
7. M0 = زاوية الوقت/Sudut waktu sumbu bayangan pada waktu referensi
8. M1 = تعديله/Besaran kecepatan zawiyah waqt setiap jamnya
9. L10 = نصف قطر شبة القمر/Jari-jari penumbra
- 10.L11 = تعديله/Besaran kecepatan nisfu qutri syibhil qomar setiap jamnya
- 11.L20 = نصف قطر ظل القمر/Jari-jari umbra

⁸⁶ Ali Mustofa, *Ilmu Falak Nubala* (Kediri: Astro Santri Kediri, 2020), 52.

⁸⁷ Ali Mustofa, *Ilmu Falak Nubala* (Kediri: Astro Santri Kediri, 2020), 4.

⁸⁸ Mustofa, *Ilmu Falak*, 4.

12.L21 = تعديلہ/ besaran kecepatan Nisfu qutri dhil qomar
setiap jamnya

13.tanf1 = زاوية الشبه/Sudut penumbra

14.tanf2 = زاوية الظل/Sudut umbra

Pada halaman terakhir kitab ilmu falak nubala terdapat tabel data matahari dan bulan tersaji sejak tahun 2019 M hingga 2050 M

C. Algoritma Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab Ilmu Falak Nubala

Dalam kitab ilmu falak nubala terdapat dua hisab gerhana matahari global dan lokal. Untuk mengetahui gerhana Matahari global, perlu dilakukan beberapa langkah perhitungan. Berikut langkah-langkah hisab gerhana matahari global dalam kitab ilmu falak nubala:

1. Menyiapkan data matahari, data bulan dan delta T. Dapat diketahui pada halaman belakang.
2. Melakukan perhitungan *awamil kusuf*.
 - a. Perhitungan data jam pertama (data diambil dari baris pertama)
 - 1) $b = 0.000042664 / R_m / \sin H_{pb}$
 - 2) $u = \cos D_m \cos A_{rm} - b \cos D_b \cos A_{rb}$
 - 3) $v = \cos D_m \sin A_{rm} - b \cos D_b \sin A_{rb}$
 - 4) $w = \sin D_m - b \sin D_b$
 - 5) $g = \sqrt{(u^2 + v^2 + w^2)}$
 - 6) $a = \text{Mod}(\text{Degres}(\text{Atan2}(u,v)), 360)$
 - 7) $D = \tan^{-1}(w / \sqrt{(u^2 + v^2)})$
 - 8) $X = (\cos D_b \sin(A_{rb} - a)) / \sin H_{pb}$
 - 9) $Y = (\sin D_b \cos D - \cos D_b \sin D \cos(A_{rb} - a)) / \sin H_{pb}$

- 10) $M = \text{Mod}(ST - a, 360)$
- 11) $z = (\text{Sin } Db \text{ Sin } D + \text{Cos } Db \text{ Sin } D \text{ Cos } (Arb - a)) / \text{Sin } Hpb$
- 12) $r = \sqrt{(X^2 + Y^2)}$
- 13) $\text{tanf1} = \text{Tan}(\text{Asin}(0.004664018/g/Rm))$
- 14) $\text{tanf2} = \text{Tan}(\text{Asin}(0.004647083/g/Rm))$
- 15) $L1 = (z + 0.272488/(0.004664018/g/Rm)) \text{tanf1}$
- 16) $L2 = (z + 0.272488/(0.004647083/g/Rm)) \text{tanf2}$

b. Perhitungan data jam kedua (data diambil dari baris kedua)

- 1) $b = 0.000042664 / Rm / \text{Sin } Hpb$
- 2) $u = \text{Cos } Dm \text{ Cos } Arm - b \text{ Cos } Db \text{ Cos } Arb$
- 3) $v = \text{Cos } Dm \text{ Sin } Arm - b \text{ Cos } Db \text{ Sin } Arb$
- 4) $w = \text{Sin } Dm - b \text{ Sin } Db$
- 5) $g = \sqrt{(u^2 + v^2 + w^2)}$
- 6) $a = \text{Mod}(\text{Degres}(\text{Atan2}(u,v)), 360)$
- 7) $D = \text{Tan}^{-1}(w / \sqrt{(u^2 + v^2)})$
- 8) $X = (\text{Cos } Db \text{ Sin } (Arb - a)) / \text{Sin } Hpb$
- 9) $Y = (\text{Sin } Db \text{ Cos } D - \text{Cos } Db \text{ Sin } D \text{ Cos } (Arb - a)) / \text{Sin } Hpb$
- 10) $M = \text{Mod}(ST - a, 360)$
- 11) $z = (\text{Sin } Db \text{ Sin } D + \text{Cos } Db \text{ Sin } D \text{ Cos } (Arb - a)) / \text{Sin } Hpb$
- 12) $r = \sqrt{(X^2 + Y^2)}$
- 13) $\text{tanf1} = \text{Tan}(\text{Asin}(0.004664018/g/Rm))$
- 14) $\text{tanf2} = \text{Tan}(\text{Asin}(0.004647083/g/Rm))$
- 15) $L1 = (z + 0.272488/(0.004664018/g/Rm)) \text{tanf1}$
- 16) $L2 = (z + 0.272488/(0.004647083/g/Rm)) \text{tanf2}$

c. Kesimpulan *Awamil Kusuf*

- 1) X_0 = Hasil dari perhitungan X jam pertama
- 2) X_1 = X hasil kedua – X hasil pertama
- 3) Y_0 = Hasil perhitungan Y jam pertama
- 4) Y_1 = Y hasil kedua – Y hasil pertama
- 5) D_0 = Hasil dari perhitungan D jam pertama
- 6) D_1 = D hasil kedua – D hasil pertama
- 7) M_0 = Hasil dari perhitungan M jam pertama
- 8) M_1 = M hasil kedua – M hasil pertama
- 9) L_{10} = Hasil dari perhitungan L1 jam pertama
- 10) L_{11} = L1 hasil kedua – L1 hasil pertama
- 11) L_{20} = Hasil dari perhitungan L2 jam pertama
- 12) L_{21} = L2 hasil kedua – L2 hasil pertama
- 13) $\tan f_1$ = Hasil dari perhitungan $\tan f_1$ jam pertama
- 14) $\tan f_2$ = Hasil dari perhitungan $\tan f_2$ jam pertama

3. Melakukan perhitungan Gerhana Global

a. Menentukan waktu terjadinya puncak gerhana global

- 1) $F = \tan^{-1}(X_0 / Y_0)$
- 2) $G = \text{if}(Y_0 < 0, F + 180, F + 360)$
- 3) $H = \tan^{-1}(X_1 / Y_1)$
- 4) $J = \text{If}(Y_1 < 0, H + 180, H + 360)$
- 5) $K = (X_0^2 + Y_0^2)^{0.5}$
- 6) $L = (X_1^2 + Y_1^2)^{0.5}$
- 7) $P = G - J$
- 8) $T = -(K \times \cos P) / L$
- 9) $TG = TD + T - \Delta T / 3600$
- 10) $R = L_{10} + L_{11} \times T$
- 11) $S = L_{20} + L_{21} \times T$

b. Menentukan tipe gerhana global

Ketentuan:

- Jika K lebih kecil dari $00^{\circ} 59' 49.920''$, maka gerhana sentral
- Jika K lebih besar dari $00^{\circ} 59' 49.920''$, maka ditafsil
- Jika K lebih kecil dari $(S + 00^{\circ} 59' 49.920'')$, maka gerhana non sentral

Tipe

- Jika S lebih kecil dari nol, maka gerhana total
- Jika S lebih besar dari nol, maka ditafsil
- Jika S lebih besar dari 2.5405, maka gerhana parsial
- Jika S lebih kecil dari 2.5405, maka gerhana cincin

c. Menentukan posisi koordinat tempat pada saat puncak gerhana sentral

- 1) $a = 6378137$
- 2) $b = 6356752$
- 3) $c = 0.0066944782$

- 1) $X = X_0 + X_1 \times T$
- 2) $Y = Y_0 + Y_1 \times T$
- 3) $D = D_0 + D_1 \times T$
- 4) $M = M_0 + M_1 \times T$
- 5) $p_0 = (1 - c \times \cos D)^{0.5}$
- 6) $d_1 = \tan^{-1}(\sin D / (\cos D \times (b/a)))$
- 7) $p_1 = ((\sin D \times (b/a))^2 + (\cos D)^2)^{0.5}$
- 8) $d_2 = \tan^{-1}((b/a) \times \sin D / \cos D)$
- 9) $y_1 = Y / p_0$
- 10) $z = (1 - X^2 - y_1^2)^{0.5}$

- 11) $q1 = \text{Sin}^{-1}(y1 \times \text{Cos } d1 + z + \text{Sin } d1)$
- 12) $\text{Lat} = \text{Tan}^{-1}((a/b) \times \text{Tan } q1)$
- 13) $x2 = -y1 \times \text{Sin } d1 + z \times \text{Cos } d1$
- 14) $q2 = \text{Tan}^{-1}(X / x2)$
- 15) $H = \text{If}(\text{AND}(x2 < 0), q2 + 180, \text{If}(\text{AND}(x2 > 0, X < 0), q2 + 360, q2))$
- 16) $\text{Long1} = H - M + 0.004178 \times \text{DeltaT}$
- 17) $\text{Long} = \text{IF}(\text{AND}(\text{Long1} > 180), \text{Long1} - 360, \text{IF}(\text{AND}(\text{Long1} < -180), \text{Long1} + 360, \text{Long1}))$

d. Menentukan tinggi (h) dan azimuth (Az) saat puncak gerhana

- 1) $\text{Alt} = \text{Sin}^{-1}(\text{Sin } \text{Lat} \times \text{Sin } d1 + \text{Cos } \text{Lat} \times \text{Cos } d1 \times \text{Cos } H)$
- 2) $\text{Azm} = \text{Atan2}(\text{Cos } H \text{ Sin } \text{Lat} - \text{Tan } d1 \text{ Cos } \text{Lat}, \text{Sin } H) + 180$

e. Menentukan durasi (lama gerhana) saat puncak gerhana sentral

- 1) $C = P1 \times (z \text{ Cos}(d1-d2) - y1 \times \text{Sin}(d1 - d2))$
- 2) $C' = (M1 - \pi/180) \times (Y \times \text{Sin } d1 + C \times \text{Cos } d1)$
- 3) $n' = ((M1 \times X \times \text{Sin } d1 - d1 + D1 \times C) \times \pi/180)$
- 4) $n1 = (((X1) - C')^2 + ((Y1) - n')^2)^{0.5}$
- 5) $L1 = S - C \times (\text{Tanf}2)$
- 6) $\text{Lama} = \text{Abs}(2 \times L1)/n1$

f. Menentukan lebar saat puncak gerhana sentral (dalam kilometer)

- 1) $a1 = 6378.137$

$$2) k = (z^2 + (X \times (X1-C') + Y \times (Y1- n'))^2 / n1^2)^{0.5}$$

$$3) \text{Lebar} = (2 \times a1 \times \text{Abs}(L1)) / k$$

g. Menentukan Magnitude saat puncak gerhana sentral

$$1) L2 = R - C \times (\text{Tanf1})$$

$$2) \text{Mag} = (L2 - L1) / (L2 + L1)$$

h. Awal dan Akhir Penumbra

$$1) Wp = \text{Sin}^{-1}(K \times \text{Sin}(G - J) / (R + P0))$$

$$2) Tp = ((R + 1) \times \text{Cos } Wp) / L$$

$$3) P1 = TG - tp$$

$$4) P4 = TG + tp$$

i. Awal dan Akhir Umbral

$$1) a' = \text{Sin}^{-1}(K \times \text{Sin}(G - J) / (L20 - P0))$$

$$2) b' = \text{Sin}^{-1}(K \times \text{Sin}(G - J) / (L20 + P0))$$

$$3) Wu = \text{IF}(L20 < 0, a', b')$$

$$4) tu = \text{Cos } Wu / L$$

$$5) U1 = TG - tu$$

$$6) U4 = TG + tu$$

j. Awal dan Akhir Sentral

$$1) Ws = \text{Sin}^{-1}(K \times \text{Sin}(G - J))$$

$$2) Tq = \text{Cos } Ws / L$$

$$3) U2 = TG - tq$$

$$4) U3 = TG + tq$$

BAB IV
ANALISIS ALGORITMA HISAB GERHANA MATAHARI
GLOBAL DALAM KITAB ILMU FALAK NUBALA KARYA
ALI MUSTOFA

A. Analisis Algoritma Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab Ilmu Falak Nubala Karya Ali Mustofa

Kitab ilmu falak nubala merupakan kitab Ali Mustofa yang diterbitkan sejak tahun 2020. Dalam menentukan gerhana Matahari sudah menggunakan rumus matematika modern dan memanfaatkan pemograman yang utamanya untuk *Microsoft excel* dan kalkulator. Ali Mustofa juga sudah banyak menulis kitab Falak, dan kitab Ilmu Falak Nubala ini merupakan kelanjutan dari kitab beliau yang berjudul *Tsamarul Murid*. Hal tersebut dibuktikan dengan algoritma yang sama persis antara kitab Ilmu Falak Nubala dan *Tsamarul Murid*. Kitab ini menggunakan metode hisab kontemporer, dikarenakan sumber data dan rumus-rumus yang menghasilkan perhitungan dengan hasil yang baik akuratnya.

Hisab kontemporer dalam kitab Ilmu Falak Nubala merujuk pada teori Heliosentris yang digagas oleh Nicolas Copernicus. Hal itu yang menjadikan kitab Ilmu Falak Nubala menghasilkan nilai yang hampir sama dengan hisab kontemporer lainnya. Teori tersebut dapat dibuktikan dengan adanya *Awamil Kusuf* pada awal perhitungan. Berbeda dengan kitab-kitab beliau, pada kitab ini penyajian *awamil kusuf* berupa rumus-rumus.

Pada bab ini akan dijelaskan analisis metode dan dasar penghitungan gerhana Matahari global dalam kitab Ilmu Falak Nubala karya Ali Mustofa.

Bab ini juga akan membandingkan perhitungan gerhana Matahari global menurut Ilmu Falak Nubala dengan metode hisab dengan tingkat akurasi lainnya.

1. Sumber data kitab Ilmu Falak Nubala

Saat menganalisis metode penghitungan, Anda perlu mengetahui data yang digunakan dan rumus dalam proses penghitungan. Data yang digunakan pada kitab Ilmu Falak Nubala dalam hisab gerhana Matahari hanya menggunakan data utama yaitu *Awamil Kusuf*. Selain itu dalam kitab ini juga menyajikan data Matahari dan data Bulan yang diperoleh dengan algoritma *Jean Meus*.

Data Matahari dan Bulan dapat diganti menggunakan sumber data lainya seperti algoritma VSOP 87, NASA, Ephemeris dll.⁸⁹ Semakin baik sumber data yang digunakan, semakin baik pula nilai yang dihasilkan.⁹⁰ Berikut table data Matahari dan data Bulan pada 5 Februari 2046:

Tanggal Hari	TD	Data Matahari			
		Dm	Arm	Sdm	Rm
5 Februari 2046 Senin Pon	23	-15° 38' 47.34"	319° 44' 55.91"	15' 13.224"	0.986 032
		-15° 38' 1.15"	319° 47' 26.40"	15' 13.217"	0.986 039
Delta T		Data Bulan			
Jenis Gerhana		Db	Arb	Hpg	ST
89.65		-15° 21' 17.46"	319° 33' 42.84"	0° 54' 11.79"	121° 15' 25.78"
Cincin		-15° 9' 38.30"	320° 2' 12.84"	0° 54' 11.30"	136° 17' 53.63"

Berdasarkan table di atas tersedia nilai delta T untuk setiap tahun terjadinya gerhana matahari. Fungsi Delta T mengubah *Dynamical Time* (TD) menjadi waktu Bumi atau *Universal Time* (UT). Perubahan nilai delta T tidak sama setiap tahunnya, namun nilainya selalu berubah akibat

⁸⁹ Wawancara dengan Ali Mustofa pada Senin, 30 Oktober 2023 pukul 15:09 WIB

⁹⁰ Wawancara dengan Ali Mustofa pada Senin, 30 Oktober 2023 pukul 15:09 WIB

adanya fluktuasi rotasi bumi. Oleh karena itu, terdapat rumus untuk mencari nilai delta T. Keberadaan nilai delta T pada kitab Ilmu Falak Nubala didasarkan pada rumus polinomial yang digunakan NASA. Rumus polinomial delta T oleh NASA adalah sebagai berikut:

- a. Untuk delta T antara tahun 1860 – 1900 maka:

$$\Delta T = 7.62 + 0.5737 \times t - 0.251754 \times t^2 + 0.01680668 \times t^3 - 0.0004473624 \times t^4 + t^5 / 233174 \text{ (dimana } t = \text{year (y) - 1860)}^{91}$$

- b. Untuk delta T antara tahun 1900 – 1920 maka:

$$\Delta T = -2.79 + 1.494119 \times t - 0.598939 \times t^2 + 0.001966 \times t^3 - 0.000197 \times t^4 \text{ (dimana } t = \text{year (y) - 1900)}$$

- c. Untuk delta T antara tahun 1920 – 1941 maka:

$$\Delta T = 21.20 + 0.84493 \times t - 0.076100 \times t^2 + 0.0020936 \times t^3 \text{ (dimana } t = \text{year (y) - 1920)}$$

- d. Untuk delta T antara tahun 1941 – 1961 maka:

$$\Delta T = 29.07 + 0.407 - t^2 / 233 + t^3 / 2547 \text{ (dimana } t = \text{year (y) - 1950)}$$

- e. Untuk delta T antara tahun 1961 – 1986 maka:

$$\Delta T = 45.45 + 1.067 \times t - t^2 / 260 - t^3 / 718 \text{ (dimana } t = \text{year (y) - 1975)}$$

⁹¹ Untuk mencari nilai desimal setiap year (y) yaitu menggunakan rumus $y = \text{tahun} + (\text{bulan} - 0.5) / 12$.

- f. Untuk delta T antara tahun 1986 – 2005 maka:

$$\Delta T = 63.86 + 0.3345 \times t - 0.060374 \times t^2 + 0.0017275 \times t^3 + 0.000651814 \times t^4 + 0.00002373599 \times t^5$$
(dimana $t = \text{year } (y) - 2000$)
- g. Untuk delta T antara tahun 2005 – 2050 maka:

$$\Delta T = 62.92 + 0.32217 \times t + 0.005589 \times t^2$$
 (dimana $t = \text{year } (y) - 2000$)
- h. Untuk delta T antara tahun 2050 - 2150 maka:

$$\Delta T = -20 + 32 \times ((y - 1820) / 100)^2 - 0.5628 \times (2150 - y)$$
 (dimana $t = \text{year } (y) - 2000$)
- i. Untuk delta T setelah tahun 2150 maka:

$$\Delta T = -20 + 32 \times u^2$$
(dimana $t = \text{year } (y) - 1820 / 100$)

Seperti kebanyakan kitab-kitab beliau yang terinspirasi dari kitab *ad-Durul Aniq*. Dalam kitab ini Ali Mustofa juga menggunakan nilai-nilai konstanta tetap kitab *ad-Durul Aniq* dalam perhitungan gerhana Matahari, karena menghasilkan tingkat keakurasian yang hampir sama jika dibandingkan pada saat pengamatan secara langsung.

2. *Awamil Kusuf*

Dalam bukunya Ali Mustofa, Ilmu Falak Nubala menggunakan data *awamil* berupa rumus. Metode *awamil* ini terinspirasi dari kitab *ad-Durul Aniq* karangan KH. Ahmad Ghozali adalah orang pertama yang menggunakan metode ini, sehingga konsepnya hampir sama, termasuk

dalam menghitung gerhana matahari yaitu menggunakan data dari *Awamil kusuf*.⁹²

Berikut adalah *Awamil kusuf* dalam kitab Ilmu Falak Nubala:

- a. $X0 = \text{طول ظل القمر} / \text{Bujur bayangan Bulan}$
- b. $X1 = \text{تعديله} / \text{Besaran kecepatan thul dzil setiap jamnya}$
- c. $Y0 = \text{عرض ظل القمر} / \text{Kemiringan bayangan Bulan}$
- d. $Y1 = \text{تعديله} / \text{Besaran kecepatan thul dzil setiap jamnya}$
- e. $D0 = \text{ميل العاشر} / \text{Deklinasi sumbu bayangan}$
- f. $D1 = \text{تعديله} / \text{Besaran kecepatan Mail asyir setiap jamnya}$
- g. $M0 = \text{زاوية الوقت} / \text{Sudut waktu sumbu bayangan pada waktu referensi}$
- h. $M1 = \text{تعديله} / \text{Besaran kecepatan zawiyah waqt setiap jamnya}$
- i. $L10 = \text{نصف قطر شبه القمر} / \text{Jari-jari penumbra}$
- j. $L11 = \text{تعديله} / \text{Besaran kecepatan nisfu qutri syibhil qomar setiap jamnya}$
- k. $L20 = \text{نصف قطر ظل القمر} / \text{Jari-jari umbra}$
- l. $L21 = \text{تعديله} / \text{besaran kecepatan Nisfu qutri dhil qomar setiap jamnya}$
- m. $\text{tanf1} = \text{زاوية الشبه} / \text{Sudut penumbra}$
- n. $\text{tanf2} = \text{زاوية الظل} / \text{Sudut umbra}$

Data *Awamil kusuf* di atas merupakan penjabaran dari tabel *awamil kusuf* pada kitab *Tsimarul Murid* dan diterapkan di kitab ini.

⁹² Wawancara dengan Ali Mustofa pada Senin, 30 Oktober 2023 pukul 15:09 WIB

3. *Geosentris* dan *Toposentris*

Geosentris dan *Toposentris* disini adalah dua istilah yang merujuk pada gerhana matahari global dan gerhana matahari lokal. Perhitungan gerhana matahari *geosentris* pada kitab Ilmu Falak Nubala menggunakan data yang dimasukkan berupa tanggal, bulan dan tahun. Hasil akhir dari perhitungan ini dapat mencari letak garis lintang dan garis bujur dimana terjadinya gerhana matahari pada puncak gerhana, serta dapat menghasilkan ketinggian matahari, azimuth matahari, durasi gerhana, dan kontak gerhana.

Sedangkan untuk perhitungan gerhana Matahari *toposentris* pada kitab Ilmu Falak Nubala menggunakan input data tanggal, bulan dan tahun selain itu juga memerlukan data lintang dan bujur, sehingga perhitungan ini disebut juga perhitungan gerhana matahari *universal* karena dapat digunakan untuk semua lokasi di Bumi. Gerhana Matahari. *geosentris* dan *toposentris* dalam perhitungannya banyak hal yang mirip dengan kitab *ad-Durul Aniq*, dan selebihnya merupakan gagasan sendiri.

4. Rumus-rumus yang digunakan dalam hisab gerhana Matahari global

Rumus yang digunakan untuk menghitung gerhana matahari terdapat dalam kitab Ilmu Falak Nubala merupakan kategori perhitungan kontemporer. Proses perhitungan yang dilakukan sama dengan yang digunakan pada buku-buku kontemporer tentang gerhana Matahari. Oleh sebab itu, banyak metode perhitungan yang menggunakan persamaan matematika modern untuk menentukan besarnya

(magnitude) gerhana, lama gerhana, waktu terjadinya gerhana, lokasi yang terkena bayangan gerhana, serta ketinggian, azimut, dan luas juring dari gerhana. matahari.

Penggunaan rumus dalam perhitungan gerhana Matahari global dalam kitab Ilmu Falak Nubala memiliki kesamaan dengan rumus pada kitab *ad-Durul Aniq*.

Ilmu Falak Nubala	<i>Ad-Durul Aniq</i>
$TG = \frac{TD+T - \text{Delta}T}{3600}$	$SWK = TD+tm-\text{Delta}T$
$Lat = \tan^{-1}((a/b) \times \tan q_1)$	$\phi = \tan^{-1}((a/b) \times \tan \phi_1)$
$Alt = \sin^{-1}(\sin Lat \times \sin d_1 + \cos Lat \times \cos d_1 \times \cos H)$	$h = \sin^{-1}(\sin \phi \times \sin d + \cos \phi \times \cos d \times \cos \theta)$
$Lama = \text{Abs}(2 \times L_1)/n_1$	$Lama = \text{Abs}(2 L_1)/n_1$
$Lebar = \frac{(2 \times a_1 \times \text{Abs}(L_1))}{k}$	$Lebar = \frac{(2 \times a_1 \times \text{Abs}(L_1))}{k}$
$Mag = \frac{(L_2 - L_1)}{(L_2+L_1)}$	$Mag = \frac{(L_2 - L_1)}{(L_2+L_1)}$

B. Analisis Akurasi Gerhana Matahari Global dalam Kitab Ilmu Falak Nubala

Kitab Ilmu Falak Nubala merupakan kitab yang tergolong kitab kontemporer, sehingga sistem perhitungan yang dijadikan ukuran untuk menentukan keakuratannya juga merupakan sistem perhitungan kontemporer. Dalam penelitian ini penulis akan membandingkan hasil perhitungan kitab Ilmu Falak Nubala dengan data NASA (National Aeronautics and Space Administration). NASA adalah badan pemerintah Amerika Serikat yang

bertanggungjawab atas program luar angkasa negara tersebut dan penelitian umum luar angkasa jangka panjang.. Oleh karena itu, *Website* resmi NASA yang fokus membahas dan menampilkan data gerhana matahari dapat dikunjungi di <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html>.

Pada bab ini, penulis sertakan tabel data perbandingan antara hasil perhitungan gerhana Matahari dalam kitab Ilmu Falak Nubala dengan hasil perhitungan NASA yang menunjukkan waktu mulai gerhana, pertengahan gerhana, dan waktu terjadinya gerhana. gerhana. Akhir gerhana, magnitude dan lebar gerhana. Gerhana yang dihitung merupakan gerhana matahari global.

Tabel 4.a Gerhana Matahari *hybrid*

20 April 2023	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Penumbra	01:34:11.3	01:34:15.8
Awal Umbra	02:36:55.7	02:36:56.2
Awal Puncak	02:36:52.9	02:37:03.0
Puncak Gerhana	04:16:43.0	04:16:37.5
Akhir Puncak	05:56:33.1	05:56:23.1
Akhir Umbra	05:56:30.3	05:56:35.2
Akhir Penumbra	06:59:14.8	06:59:13.5
Durasi Puncak Gerhana	01m 12.7s	01m 16.1s
Magnitude	1.0126	1.0132
Lintang Tempat	09° 37,4' LS	09° 35.4' LS
Bujur Tempat	125° 47.9' BT	125° 48.4' BT
Azimuth Matahari	334.0°	334.0°
Tinggi Matahari	66.6°	66.7°

Tabel 4.b Gerhana Matahari *Annular* atau Cincin

14 Oktober 2023	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Penumbra	15:03:42.2	15:03:38.4
Awal Umbral	16:11:56.3	16:09:59.1

Awal Puncak	16:12:11.7	16:14:32.6
Puncak Gerhana	17:59:31.6	17:59:21.0
Akhir Puncak	19:46:51.5	19:44:25.5
Akhir Umbral	19:47:07.0	19:48:53.5
Akhir Penumbra	20:55:21.0	20:55:06.9
Durasi Puncak Gerhana	05m 21.3s	05m 17.2s
Magnitude	0.9514	0.9520
Lintang Tempat	11° 21.6' LU	11° 21.7' LU
Bujur Tempat	83° 07.2' BB	83° 04.3' BB
Azimuth Matahari	207.9°	208.0°
Tinggi Matahari	67.8°	67.9°

Tabel 4.c Gerhana Matahari Total

08 April 2024	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Penumbra	15:42:12.5	15:42:07.0
Awal Umbral	16:39:54.0	16:38:44.4
Awal Puncak	16:39:59.2	16:41:01.7
Puncak Gerhana	18:17:18.8	18:17:13.1
Akhir Puncak	19:54:38.5	19:53:13.9
Akhir Umbral	19:54:43.7	19:55:29.1
Akhir Penumbra	20:52:25.1	20:52:13.8
Durasi Puncak Gerhana	04m 25.4s	04m 28.1s
Magnitude	1.0560	1.0565
Lintang Tempat	25° 17.9' LU	25° 17.5' LU
Bujur Tempat	104° 08.9' BB	104° 07.2' BB
Azimuth Matahari	149.3°	149.4°
Tinggi Matahari	69.8°	69.8°

Tabel 4.d Gerhana Matahari *Annular* atau Cincin

02 Oktober 2024	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Penumbra	15:42:49.8	15:42:46.5
Awal Umbral	16:53:11.3	16:50:24.3
Awal Puncak	16:53:30.3	16:56:31.0

Puncak Gerhana	18:44:55.7	18:44:51.3
Akhir Puncak	20:36:21.2	20:32:56.9
Akhir Umbral	20:36:40.2	20:39:04.5
Akhir Penumbra	21:47:01.7	21:46:47.1
Durasi Puncak Gerhana	07m 29.3s	07m 25.1s
Magnitude	0.9320	0.9326
Lintang Tempat	21° 56.5' LS	21° 57.5' LU
Bujur Tempat	114° 28.5' BB	114° 28.2' BB
Azimuth Matahari	31°	31.1°
Tinggi Matahari	69.3°	69.3°

Tabel 4.e Gerhana Matahari Sebagian

29 Maret 2025	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Gerhana	08:51:10.4	08:50:34.9
Puncak Gerhana	10:47:35.1	10:47:18.4
Akhir Gerhana	12:43:59.8	12:43:36.2
Magnitude	1.0591	0.9361

Tabel 4.f Gerhana Matahari Sebagian

21 September 2025	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Gerhana	17:29:42.3	17:29:31.8
Puncak Gerhana	19:41:44.8	19:41:43.6
Akhir Gerhana	21:53:47.3	21:53:33.3
Magnitude	0.9608	0.8535

Tabel 4.g Gerhana Matahari *Annular* atau Cincin

17 Februari 2026	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Penumbra	09:56:20.9	09:56:14.4
Awal Umbral	11:43:06.4	11:42:37.6
Awal Puncak	11:46:45.5	11:44:06.0
Puncak Gerhana	12:11:55.7	12:11:44.6
Akhir Puncak	12:37:05.9	12:28:59.6
Akhir Umbral	12:40:45.0	12:41:21.0

Akhir Penumbra	14:27:30.5	14:27:29.8
Durasi Puncak Gerhana	01m 47.7s	02m 19.6s
Magnitude	0.9624	0.9630
Lintang Tempat	64° 42.7' LS	64° 43.1' LS
Bujur Tempat	165° 51.6' BT	86° 45.3' BT
Azimuth Matahari	268.2°	268.3°
Tinggi Matahari	12.3°	12.3°

Tabel 4.h Gerhana Matahari Total

12 Agustus 2026	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Penumbra	15:33:52.0	15:34:01.1
Awal Umbral	16:58:15.7	16:57:54.1
Awal Puncak	16:59:09.9	17:01:54.9
Puncak Gerhana	17:45:42.2	17:45:43.7
Akhir Puncak	18:32:14.6	18:30:01.4
Akhir Umbral	18:33:08.8	18:33:57.4
Akhir Penumbra	19:57:32.4	19:57:47.6
Durasi Puncak Gerhana	02m 16.0s	02m 18.3s
Magnitude	1.0380	1.0386
Lintang Tempat	65° 12.9' LU	65° 13.0' LU
Bujur Tempat	25° 06.6' BB	25° 13.6' BB
Azimuth Matahari	248.4°	248.3°
Tinggi Matahari	25.7°	25.8°

Tabel 4.i Gerhana Matahari *Annular* atau Cincin

06 Februari 2027	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Penumbra	12:57:28.2	12:57:23.5
Awal Umbral	14:06:37.2	14:03:41.9
Awal Puncak	14:06:51.3	14:10:03.8
Puncak Gerhana	15:59:31.1	15:59:24.2
Akhir Puncak	17:52:10.8	17:48:55.7
Akhir Umbral	17:52:24.9	17:55:13.4
Akhir Penumbra	19:01:34.0	19:01:26.9

Durasi Puncak Gerhana	07m 55.0s	07m 51.0
Magnitude	0.9275	0.9281
Lintang Tempat	31° 18.4' LS	31° 17.8' LS
Bujur Tempat	48° 26.4' BB	48° 25.3' BT
Azimuth Matahari	333.4°	333.5°
Tinggi Matahari	72.7°	72.7°

Tabel 4.j Gerhana Matahari Total

02 Agustus 2027	Ilmu Falak Nubala	NASA
Awal Penumbra	07:29:59.9	07:30:00.3
Awal Umbral	08:24:49.7	08:23:16.1
Awal Puncak	08:24:51.2	08:26:29.4
Puncak Gerhana	10:06:31.1	10:06:28.6
Akhir Puncak	11:48:11.0	11:46:31.6
Akhir Umbral	11:48:12.5	11:49:44.4
Akhir Penumbra	12:43:02.3	12:42:59.6
Durasi Puncak Gerhana	06m 19.9s	06m 22.6s
Magnitude	1.0785	1.0790
Lintang Tempat	25° 30.0' LS	25° 29.6' LS
Bujur Tempat	33° 12.8' BT	33° 13.2' BT
Azimuth Matahari	202.1°	202.0°
Tinggi Matahari	81.7°	81.7°

Jika dilihat sepuluh tabel perbandingan di atas, menjelaskan bahwa hasil akhir perhitungan gerhana Matahari Global antara kitab Ilmu Falak Nubala dengan data NASA menunjukkan perbedaan sangat tipis. Perbedaan tersebut tidak melebihi 1 menit, misalnya pada gerhana Matahari *hybrid* pada tabel 4.a, awal gerhana pada 20 April 2023 kitab Ilmu Falak Nubala 01:43:12.3, sedang awal gerhana NASA 01:34:15.8; tengah gerhana kitab Ilmu Falak Nubala 04:16:43.0, sedangkan tengah gerhana NASA

04:16:37.5; akhir gerhana kitab Ilmu Falak Nubala 06:59:14.8, sedangkan akhir gerhana NASA 06:59:13.5; dan magnitudo gerhana kitab Ilmu Falak Nubala 1.0126, sedangkan pada NASA 1.0132.

Kemudian gerhana Matahari *annular* atau cincin pada tabel 4.b awal gerhana pada 14 Oktober 2023 kitab Ilmu Falak Nubala 15:03:42.2, sedang awal gerhana NASA 15:03:38.4; tengah gerhana kitab Ilmu Falak Nubala 17:59:31.6, sedangkan tengah gerhana NASA 17:59:21.0; akhir gerhana kitab Ilmu Falak Nubala 20:55:21.0, sedangkan akhir gerhana NASA 20:55:06.9; dan magnitudo gerhana kitab Ilmu Falak Nubala 0.9514, sedangkan pada NASA 0.9520.

Dan gerhana Matahari Sebagian pada tabel 4.e, awal gerhana pada 29 Maret 2025 kitab Ilmu Falak Nubala 08:51:10.4, sedang awal gerhana NASA 08:50:34.9; tengah gerhana kitab Ilmu Falak Nubala 10:47:35.1, sedangkan tengah gerhana NASA 10:47:18.4; akhir gerhana kitab Ilmu Falak Nubala 12:43:59.8, sedangkan akhir gerhana NASA 12:43:36.2; dan magnitudo gerhana kitab Ilmu Falak Nubala 1.0583, sedangkan pada NASA 0.9361.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan dan analisa di atas, terdapat beberapa kesimpulan mengenai cara menghitung gerhana matahari menurut Ali Mustafa dalam kitab Ilmu Falak Nubala, yaitu:

1. Metode perhitungan yang digunakan Ali Mustofa dalam menghitung gerhana matahari dalam kitab Ilmu Falak Nubala adalah metode perhitungan kontemporer berupa *awamil kusuf*. Metode tersebut terinspirasi dari kitab *ad-Durul Aniq* karya K.H. Ahmad Ghazali. Perhitungan gerhana Matahari menggunakan nilai astronomi yang tetap dan menggunakan beberapa fase. Dalam menghitung gerhana Matahari kitab Ilmu Falak Nubala juga dapat menghitung gerhana Matahari *toposentris* (Global) dan *geosentris* (Lokal)
2. Hasil perhitungan berdasarkan yang diberikan pada bab sebelumnya yang diambil dari gerhana matahari yang telah dan akan terjadi dari berbagai jenis gerhana cukup akurat. Acuan akurasi yang digunakan adalah hasil perhitungan yang dilakukan NASA dengan total selisih waktu 00,2 detik hingga 21 detik.

3. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi selisih hasil waktu puncak gerhana Matahari Ilmu Falak Nubala dengan NASA. Salah satu faktor tersebut adalah nilai γ .

B. Saran

1. Proses perhitungan gerhana matahari Ali Mustofa dalam buku Hasil Terisi mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dengan langkah-langkah perhitungan yang terorganisir, mudah dipahami bagi pemula karena dalam buku tersebut telah dijelaskan langkah-langkahnya dengan beberapa contoh sekaligus. Oleh karena itu, Ilmu Falak Nubala dijadikan pedoman bagi akademisi dan masyarakat luas.
2. Keakuratan setiap fase gerhana berbeda-beda, Fase puncak gerhana merupakan resolusi tertinggi setelah fase penumbra. Fase umbra dan sentral memerlukan koreksi tambahan untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi.

C. Penutup

Puji syukur kehadiran Tuhan dan puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan karunia dan nikmatnya kepada penulis. Insya'allah penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk skripsi ini. Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menulis skripsi ini, namun penulis juga berpendapat bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan, baik dari segi isi maupun penulisan. Oleh karena itu, penulis selalu menantikan kritik dan saran yang bersifat membangun. Saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian penelitian ini. Penulis berharap dan berdoa semoga pesan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Amin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abi Abdillah Muhammad bin Ismail, Imam. *Shahih Bukhari. Juz 1. Juz 1*. Lebanon: Dar al-Fikr, 1994.
- Aini, Fiki Nu`afi Qurrota. “Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Matahari Elements Of Solar Eclipses Jean Meeus Dan Textbook On Spherical Astronomy W.M. Smart.” Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2019.
- Allaist, Charist. “Akurasi Hasil Perhitungan Gerhana Matahari Metode Nubala Dengan Siaran Live Youtube Time and Date.” Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, 2021.
- An-Nawawi, Imam. *Syarah Shahih Muslim*. Edited by Soffandi Wawan Djunaedi. Jakarta: Pustaka Azzam, 2010.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Jurusan FMIPA UGM, 2012.
- Anwar, Syamsul. “*Bulan Sinodis Dan Beberapa Pengetahuan Populer*”, *Dalam Awi Cs (Ed), Hisab Bulan Kamariah: Tinjauan Syar`i Tentang Penetapan Awal Ramadan, Syawal Dan Zulhijah*. 2012: Suara Muhammadiyah, 2012.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Cetakan 2. Yogyakarta: Pelajar Pustaka, 2008.
- Bandung, UPT Observatorium Bosscha Institut Teknologi. *Perjalanan Mengenal Astronomi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1995.
- Butar Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Pengantar Ilmu Falak; Teori, Praktik, Dan Fikih*. Depok: Rajawali Pres, 2018.
- Cholid Narbuko, Abu Achmadi. *Metode Penelitian*. Jakarta: PT

Bumi Aksara, 2003.

Dkk, Harnani. *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Cetakan 1. Yogyakarta: Pustaka Ilmu Grup Yogyakarta, 2020.

Falih, Muhammad. “Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Ali Mustofa Dalam Kitab Al-Natijah Al-Mahshunah.” UIN Walisongo Semarang, 2019.

George, Michael. *Planetary Science: The Science of Planets Around Stars*. London: Institute of Physics Publishing, 2002.

Ghazali, Ahmad. “Irsyad Al-Murid.” *Sampang: LAFAL*, 2005.

Ghozali Muhammad Fathullah, Ahmad. *Irsyadul Al-Murid*. Madura: Lafal, 2005.

H. Levy, David. *David Levy’s Guide to Eclipses, Transits, and Occultations*. New York: Cambridge University Press, 2010.

Hadi Basrowi, Muhammad. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Pustaka Al- Kautsar, 2015.

Hadjar, Ibnu. *Dasar-Dasar Statistik Untuk Ilmu Pendidikan, Sosial, & Humaniora*. 1st ed. Semarang: Pustaka Zaman, 2014.

Hambali, Slamet. “Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia.” *Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo*, 2011.

———. *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*. Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012.

HIDAYAT, EHSAN. “ANALISIS POLA GERHANA MATAHARI DITINJAU DARI KRITERIA NILAI ARGUMEN LINTANG BULAN (F).” UIN Walisongo

Semarang, 2017.

Hidayat, Muhammad, Leo Hermawan, Riskiyan Hadi, Hariyadi Putraga, and Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar. "Pengukuran Diameter Dan Kedalaman Kawah Bulan." *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology* 6, no. 1 (2021). <https://doi.org/10.30651/must.v6i1.7547>.

Izzuddin, Ahmad. *Fiqih Hisab Rukyah*. Erlangga, 2007.

Izzudin, Ahmad. *Fiqih Hisab Rukyah (Menyatukan NU & MUHAMMADIYAH Dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, Dan Idul Adha)*. Jakarta: Penertbit Erlangga, 2007.

———. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.

Jayusman, Muhammad. "FENOMENA GERHANA DALAM WACANA HUKUM ISLAM DAN ASTRONOMI." *Al-'Adalah* 10, no. 2 (2011).

Karttunen, Hannu, Pekka Kröger, Heikki Oja, Markku Poutanen, and Karl Johan Donner. *Fundamental Astronomy. Fundamental Astronomy*. Heidelberg: Springer, 2016. <https://doi.org/10.1007/9783662530450>.

Katsir, A. *Matahari & Bulan Dengan Hisab*. Surabaya: Bina Ilmu, 1979.

Kementerian Agama. "Qur'an Kemenag." *Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an*, 2020.

Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik: Perhitungan Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Dan Gerhana*. Yogyakarta: Buana pustaka, 2004.

———. *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.

- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an Badan Litbang & Diklat Kementerian Agama RI (LIPI) dengan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. *Manfaat Benda-Benda Langit Dalam Prespektif Al-Qur'an Dan Sains*. Jakarta: Widya Cahaya, 2015.
- Maftukh Fajar, Dinar. *Modul Mata Kuliah Bumi Dan Antariksa Sistem Bumi Bulan Dengan Basis Integrasi Sains Islam*. Jember: Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Jember, 2020.
- Maghfuri, Alfian. *ALGORITMA GERHANA Kajian Mengenai Perhitungan Gerhana Matahari Dengan Data Ephemeris Hisab Rukyat*. Bojonegoro: CV. Madza Media, 2020.
- Maskoeri, Jasin. *Ilmu Alamiah Dasar*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 2006.
- Moulton, Ray, Forest. *An Introduction to Astronomy*. New York: The Macmillan Company, 1916.
- Mujab, Sayful. "Gerhana Antara Mitos, Sains Dan Islam." *Yudisia Jurnal Pemikiran Hukum Dan Hukum Islam* 5, no. 1 (2014).
- Muslim, Imam. *Sahih Muslim Juz II*. Lebanon: Daar Kutub al Ilmiah, 1991.
- Mustofa, Ali. *Ilmu Falak Nubala*. Kediri: Astro Santri Kediri, 2020.
- Nisak, Khoirun. "Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah Ali Mustofa Dalam Buku Al-Natijah Al-Mahshunah." UIN Walisongo Semarang, 2017.
- Noor, Djauhari. *Geologi Dinamis*. 1st ed. Depok: Khalifah Mediatama, 2016.

- Pedoman Rukyat Dan Hisab Nahdlatul Ulama*. Jakarta: Lajnah Falakiyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, 2006.
- Shihab, M. Quraish. "Tafsir Al-Misbah (Pesan, Kesan Dan Keserasian Al-Quran)." *Jakarta : Lentera Hati*. Vol. 7, 2002.
- Shodiq, Jafar. "STUDI ANALISIS METODE HISAB GERHANA MATAHARI MENURUT RINTO ANUGRAHA DALAM BUKU MEKANIKA BENDA LANGIT." Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2016.
- Soetjipto. *Islam Dan Ilmu Pengetahuan Tentang Gerhana*. Yogyakarta: LPPM IAIN Sunan Kalijaga, 1983.
- Sugiyono, Prof Dr. "Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif." *Bandung: CV Alfabeta*, 2010.
- Syariah, Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Direktorat Urusan Agama Islam dan pembinaan. *Al-Qur'an Dan Tafsirnya*. Jakarta: PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012.
- Thalbah, Hisam. *Ensiklopedia Mukjizat Al Quran Dan Hadis*. Bekasi: Sapta Sentosa, 2008.
- Tjasyono, Bayong. *Ilmu Kebumian Dan Antariksa*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2013.
- Yuberti, Yuberti. "Ketidakpastian Usia Dunia (Kilasan Kaji Konsep Ilmu Pengetahuan Bumi Dan Antariksa)." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni* 5, no. 1 (2016). <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.111>.
- Zainal, Baharuddin. *Ilmu Falak*. 2nd ed. Kuala Lumpur: Dawama, 2004.
- Zed, Mestika. *Metode Penelitian Kepustakaan*. Cetakan 1. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2008.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Draf Wawancara

1. Apa ide awal bapak hingga membuat kitab Ilmu Falak Nubala?
2. Apa yang membedakan hisab gerhana Matahari pada kitab *ad Durul Aniq* dan Ilmu Falak Nubala?
3. Darimana sumber data *Awamil al-Kusuf* pada kitab bapak ini?
4. Tujuan dari terciptanya kitab Ilmu Falak Nubala?

Lampiran 2 Perhitungan Gerhana Matahari Dalam Kitab Ilmu Falak Nubala

Hari	Tanggal	TD	Data Matahari			
			Dm	Arm	Sdm	Rm
Kamis Legi	20-Apr-23	4	11° 24' 38.650"	27° 44' 44.040"	0° 15' 55.361"	1.004467
			11° 25' 30.250"	27° 47' 04.010"	0° 15' 55.350"	1° 00' 16.124"
Delta T	Tipe Gerhana		Data Bulan			
			Db	Arb	Hpb	ST
73.46			10° 59' 44.970"	27° 46' 19.980"	0° 58' 20.290"	267° 59' 28.240"
			11° 14' 47.660"	28° 18' 01.410"	0° 58' 18.790"	283° 01' 56.090"

Waktu Puncak Gerhana Global	04:16:43.0 UT
Koordinat Puncak Gerhana Global	-9° 37.4' LS 125° 47.9' BT
Tinggi Matahari	66.6°
Azimuth Matahari	334°
Durasi Puncak Gerhana Global	0h 01m 12.7s
Lebar Puncak Gerhana Global	46.8221142252448 KM
Magnitude Puncak Gerhana Global	1.0126

(P1) Awal Penumbra	01:34:11.3 UT
(U1) Awal Umbral	02:36:55.7 UT
(U2) Awal Puncak	02:36:53.9 UT
(U) Puncak Gerhana	04:16:43.0 UT
(U3) Akhir Puncak	05:56:33.1 UT
(U4) Akhir Umbral	05:56:30.3 UT
(P4) Akhir Penumbra	06:59:14.8 UT

b	0.0025 0° 00' 09.011"
u	0.8654 0° 51' 55.283"
v	0.4552 0° 27' 18.717"
w	0.1974 0° 11' 50.509"
g	0.9975 0° 59' 50.989"
a	27.7455 27° 44' 43.799"
D	11.4118 11° 24' 42.398"
X	0.0270 0° 01' 37.110"
Y	-0.4278 -0° 25' 40.140"
M	240.2457 240° 14' 44.441"
z	58.9292 58° 55' 45.079"
r	0.4287 0° 25' 43.198"
tanf1	0.0047 0° 00' 16.758"
tanf2	0.0046 0° 00' 16.697"
L1	0.5468 0° 32' 48.498"
L2	0.0008 0° 00' 02.978"
b	0.0025 0° 00' 09.015"
u	0.8650 0° 51' 54.051"
v	0.4557 0° 27' 20.683"
w	0.1976 0° 11' 51.352"
g	0.9975 0° 59' 50.986"
a	27.7832 27° 46' 59.344"
D	11.4255 11° 25' 31.859"
X	0.5220 0° 31' 19.203"
Y	-0.1837 -0° 11' 01.184"
M	255.2491 255° 14' 56.746"
z	58.9534 58° 57' 12.286"
r	0.5534 0° 33' 12.126"
tanf1	0.0047 0° 00' 16.758"
tanf2	0.0046 0° 00' 16.697"
L1	0.5469 0° 32' 48.893"
L2	0.0009 0° 00' 03.371"
X0	0.0270 0° 01' 37.110"
X1	0.4950 0° 29' 42.093"
Y0	-0.4278 -0° 25' 40.140"
Y1	0.2442 0° 14' 38.956"
D0	11.4118 11° 24' 42.398"
D1	0.0137 0° 00' 49.461"
M0	240.2457 240° 14' 44.441"
M1	15.0034 15° 00' 12.305"
L10	0.5468 0° 32' 48.498"
L11	0.0001 0° 00' 00.395"

L20	0.0008 0° 00' 02.978"
L21	0.0001 0° 00' 00.394"
tanf1	0.0047 0° 00' 16.758"
tanf2	0.0046 0° 00' 16.697"

F	-3.6079 -3° 36' 28.294"
G	176.3921 176° 23' 31.706"
H	63.7468 63° 44' 48.398"
J	63.7468 63° 44' 48.398"
K	0.4287 0° 25' 43.198"
L	0.5520 0° 33' 07.063"
P	112.6454 112° 38' 43.308"
T	0.2990 0° 17' 56.472"
TG	4.2786 04:16:43.0 UT
R	0.5468 0° 32' 48.616"
S	0.0009 0° 00' 03.095"

TIPE	GERHANA SENTRAL
2 TIPE	DITAFSIL

a	6378137.0000
b	6356752.0000
c	0.0067

X	0.1750 0° 10' 29.991"		
Y	-0.3548 0° 21' 17.315"		
D	11.4159 11° 24' 57.188"		
M	244.7320 244° 43' 55.205"		
p0	0.9967 0° 59' 48.169"		
d1	11.4533 11° 27' 11.797"		
p1	0.9999 0° 59' 59.528"		
d2	11.3786 11° 22' 42.995"		
y1	-0.3560 0° 21' 21.526"		
z	0.9180 0° 55' 04.664"	0.917962	0.842654443
q1	-9.5909 -9° 35' 27.267"		
Lat	-9.6226 -9° 37.4'	-9° 37.4'	LS
x2	0.9704 0° 58' 13.329"		
q2	10.2229 10° 13' 22.474"		
H	10.2229 10° 13' 22.474"		234.8160077
Long1	-234.2022 -234° 12' 07.833"		
Long	125.7978 125° 47.9'		BT

Alt	66.6015 66.6°	
Azm	334.0230 334°	334.02°
C	0.9183 0° 55' 05.897"	
C'	0.2541 0° 15' 14.755"	0.2618590418
n'	0.0088 0° 00' 31.859"	
n1	0.3368 0° 20' 12.373"	
L1	-0.0034 0° 00' 12.238"	
Lama	0.0202 0h 01m 12.7s	
a1	6378.137	
k	0.926128145	
Lebar	46.8221142252448 KM	
L2	0.542563165	
Mag	1.012609781	
Wp	14.8509 14° 51' 03.136"	
tp	2.7088 2° 42' 31.765"	
P1	1.5698 01:34:11.3 UT	
P4	6.9874 06:59:14.8 UT	
a'	-23.4065 -23° 24' 23.538"	
b'	23.3654 23° 21' 55.499"	
Wu	23.3654 23° 21' 55.499"	
tu	1.6631 1° 39' 47.331"	
U1	2.6155 02:36:55.7 UT	
U4	5.9418 05:56:30.3 UT	
Ws	23.3046 23° 18' 16.397"	
tq	1.6639 1° 39' 50.075"	
U2	2.6147 02:36:52.9 UT	
U3	5.9425 05:56:33.1 UT	

Hari	Tanggal	TD	Data Matahari			
			Dm	Arm	Sdm	Rm
Senin Kliwon	8-Apr-24	18	7° 35' 12.230"	17° 53' 30.730"	0° 15' 58.190"	1.001503
			7° 36' 08.040"	17° 55' 48.410"	0° 15' 58.180"	1° 00' 05.454"
Delta T	Tipe Gerhana	Data Bulan				
		Db	Arb	Hpb	ST	
74.03		7° 48' 33.070"	17° 33' 56.890"	1° 00' 56.820"	107° 29' 07.110"	
		8° 05' 56.990"	18° 07' 39.120"	1° 00' 56.020"	122° 31' 34.950"	

Waktu Puncak Gerhana Global	18:17:18.8 UT
Koordinat Puncak Gerhana Global	25° 17.9' LU -104° 08.9' BB
Tinggi Matahari	69.8°
Azimuth Matahari	149.3°
Durasi Puncak Gerhana Global	06:04m 25.4s
Lebar Puncak Gerhana Global	195.531233743754 KM
Magnitude Puncak Gerhana Global	1.0560

(P1) Awal Penumbra	15:42:12.5 UT
(U1) Awal Umbral	16:39:54.0 UT
(U2) Awal Puncak	16:39:59.2 UT
(U) Puncak Gerhana	18:17:18.8 UT
(U3) Akhir Puncak	19:54:38.5 UT
(U4) Akhir Umbral	19:54:43.7 UT
(P4) Akhir Penumbra	20:52:25.1 UT

b	0.0024 0° 00' 08.651"
u	0.9410 0° 56' 27.736"
v	0.3038 0° 18' 13.729"
w	0.1317 0° 07' 54.121"
g	0.9976 0° 59' 51.349"
a	17.8927 17° 53' 33.556"
D	7.5862 7° 35' 10.300"
X	-0.3188 -0° 19' 07.694"
Y	0.2197 0° 13' 10.768"
M	89.5927 89° 35' 33.554"
z	56.4071 56° 24' 25.700"
r	0.3872 0° 23' 13.742"
tanf1	0.0047 0° 00' 16.806"
tanf2	0.0047 0° 00' 16.745"
L1	0.5358 0° 32' 08.936"
L2	-0.0101 -0° 00' 36.441"

b	0.0024 0° 00' 08.653"
u	0.9408 0° 56' 26.911"
v	0.3044 0° 18' 15.878"
w	0.1320 0° 07' 55.043"
g	0.9976 0° 59' 51.348"
a	17.9296 17° 55' 46.700"
D	7.6010 7° 36' 03.730"
X	0.1929 0° 11' 34.542"
Y	0.4906 0° 29' 26.012"
M	104.5967 104° 35' 48.250"
z	56.4183 56° 25' 06.048"
r	0.5271 0° 31' 37.679"
tanf1	0.0047 0° 00' 16.806"
tanf2	0.0047 0° 00' 16.745"
L1	0.5359 0° 32' 09.114"
L2	-0.0101 -0° 00' 36.264"

X0	-0.3188 -0° 19' 07.694"
X1	0.5117 0° 30' 42.236"
Y0	0.2197 0° 13' 10.768"
Y1	0.2709 0° 16' 15.244"
D0	7.5862 7° 35' 10.300"
D1	0.0148 0° 00' 53.430"
M0	89.5927 89° 35' 33.554"
M1	15.0041 15° 00' 14.696"
L10	0.5358 0° 32' 08.936"
L11	0.0000 0° 00' 00.177"

L20	-0.0101 0° 00' 36.441"
L21	0.0000 0° 00' 00.177"
tanf1	0.0047 0° 00' 16.806"
tanf2	0.0047 0° 00' 16.745"

F	-55.4329 -55° 25' 58.518"
G	304.5671 304° 34' 01.482"
H	62.1041 62° 06' 14.884"
J	62.1041 62° 06' 14.884"
K	0.3872 0° 23' 13.742"
L	0.5790 0° 34' 44.450"
P	242.4629 242° 27' 46.598"
T	0.3091 0° 18' 32.853"
TG	18.2886 18:17:18.8 UT
R	0.5358 0° 32' 08.991"
S	-0.0101 0° 00' 36.386"

TIPE	GERHANA SENTRAL
2 TIPE	GERHANA TOTAL

a	6378137.0000
b	6356752.0000
c	0.0067

X	-0.1606 0° 09' 38.211"		
Y	0.3034 0° 18' 12.241"		
D	7.5908 7° 35' 26.816"		
M	94.2308 94° 13' 50.898"		
p0	0.9967 0° 59' 48.036"		
d1	7.6160 7° 36' 57.670"		
p1	0.9999 0° 59' 59.790"		
d2	7.5656 7° 33' 56.256"		
y1	0.3044 0° 18' 15.883"		
z	0.9389 0° 56' 20.046"	0.938902	0.881536393
q1	25.2243 25° 13' 27.394"		
Lat	25.2985 25° 17.9'	25° 17.9'	LU
x2	0.8903 0° 53' 24.988"		
q2	-10.2267 -10° 13' 36.165"		
H	349.7733 349° 46' 23.835"		-255.2331853
Long1	255.8518 255° 51' 06.408"		
Long	-104.1482 -104° 08.9'		BB

Alt	69.8041 69.8°	
Azm	149.3537 149.3°	149.35°
C	0.9386 0° 56' 18.884"	
C'	0.2331 0° 13' 59.293"	0.2618706374
n'	-0.0058 0° 00' 20.877"	
n1	0.3927 0° 23' 33.559"	
L1	-0.0145 0° 00' 52.102"	
Lama	0.0737 0h 04m 25.4s	
a1	6378.137	
k	0.944195618	
Lebar	195.531233743754 KM	
L2	0.531449355	
Mag	1.055990388	
Wp	-12.9444 -12° 56' 39.977"	
tp	2.5851 2° 35' 06.316"	
P1	15.7035 15:42:12.5 UT	
P4	20.8736 20:52:25.1 UT	
a'	19.9361 19° 56' 10.132"	
b'	-20.3632 -20° 21' 47.460"	
Wu	19.9361 19° 56' 10.132"	
tu	1.6236 1° 37' 24.873"	
U1	16.6650 16:39:54.0 UT	
U4	19.9121 19:54:43.7 UT	
Ws	-20.0775 -20° 04' 39.018"	
tq	1.6221 1° 37' 19.625"	
U2	16.6664 16:39:59.2 UT	
U3	19.9107 19:54:38.5 UT	

Hari	Tanggal	TD	Data Matahari			
			Dm	Arm	Sdm	Rm
Sabtu Kliwon	29-Mar-25	11	3° 34' 06.120"	8° 16' 12.470"	0° 16' 01.070"	0.998502
			3° 35' 04.510"	8° 18' 29.090"	0° 16' 01.060"	0° 59' 54.650"
Delta T	Tipe Gerhana	Data Bulan				
		Db	Arb	Hpb	ST	
74.61		4° 32' 58.210"	7° 51' 26.040"	1° 01' 07.920"	352° 06' 09.520"	
		4° 50' 57.860"	8° 24' 52.920"	1° 01' 08.530"	7° 08' 37.370"	

Waktu Puncak Gerhana Global	10:47:35.1 UT
Koordinat Puncak Gerhana Global	79° 22.1' LU -6° 35.9' BB
Tinggi Matahari	13.1°
Azimuth Matahari	153.4°
Durasi Puncak Gerhana Global	0h 04m 53.4s
Lebar Puncak Gerhana Global	168.36834529062 KM
Magnitude Puncak Gerhana Global	1.0591

(P1) Awal Penumbra	08:51:10.4 UT
(U1) Awal Umbral	#NUM!
(U2) Awal Puncak	#NUM!
(U) Puncak Gerhana	10:47:35.1 UT
(U3) Akhir Puncak	#NUM!
(U4) Akhir Umbral	#NUM!
(P4) Akhir Penumbra	12:43:59.8 UT

b	0.0024 0° 00' 08.651"
u	0.9853 0° 59' 07.114"
v	0.1432 0° 08' 35.642"
w	0.0620 0° 03' 43.376"
g	0.9976 0° 59' 51.351"
a	8.2711 8° 16' 16.046"
D	3.5660 3° 33' 57.612"
X	-0.4050 -0° 24' 17.871"
Y	0.9654 0° 57' 55.376"
M	343.8315 343° 49' 53.474"
z	56.2280 56° 13' 40.926"
r	1.0469 1° 02' 48.770"
tanf1	0.0047 0° 00' 16.856"
tanf2	0.0047 0° 00' 16.795"
L1	0.5358 0° 32' 08.766"
L2	-0.0102 -0° 00' 36.610"

b	0.0024 0° 00' 08.649"
u	0.9852 0° 59' 06.725"
v	0.1439 0° 08' 37.906"
w	0.0623 0° 03' 44.348"
g	0.9976 0° 59' 51.353"
a	8.3078 8° 18' 28.167"
D	3.5815 3° 34' 53.545"
X	0.1045 0° 06' 16.234"
Y	1.2442 1° 14' 38.944"
M	358.8359 358° 50' 09.203"
z	56.2146 56° 12' 52.439"
r	1.2485 1° 14' 54.718"
tanf1	0.0047 0° 00' 16.856"
tanf2	0.0047 0° 00' 16.795"
L1	0.5357 0° 32' 08.527"
L2	-0.0102 -0° 00' 36.848"

X0	-0.4050 -0° 24' 17.871"
X1	0.5095 0° 30' 34.105"
Y0	0.9654 0° 57' 55.376"
Y1	0.2788 0° 16' 43.568"
D0	3.5660 3° 33' 57.612"
D1	0.0155 0° 00' 55.933"
M0	343.8315 343° 49' 53.474"
M1	15.0044 15° 00' 15.729"
L10	0.5358 0° 32' 08.766"
L11	-0.0001 -0° 00' 00.239"

L20	-0.0102 -0° 00' 36.610"
L21	-0.0001 -0° 00' 00.238"
tanf1	0.0047 0° 00' 16.856"
tanf2	0.0047 0° 00' 16.795"
F	-22.7574 -22° 45' 26.518"
G	337.2426 337° 14' 33.482"
H	61.3138 61° 18' 49.783"
J	61.3138 61° 18' 49.783"
K	1.0469 1° 02' 48.770"
L	0.5808 0° 34' 50.715"
P	275.9288 275° 55' 43.700"
T	-0.1862 0° 11' 10.311"
TG	10.7931 10:47:35.1 UT
R	0.5358 0° 32' 08.811"
S	-0.0102 0° 00' 36.566"

TIPE	DITAFSIL
2 TIPE	GERHANA TOTAL

a	6378137.0000
b	6356752.0000
c	0.0067

X	-0.4998 0° 29' 59.377"		
Y	0.9135 0° 54' 48.514"		
D	3.5631 3° 33' 47.197"		
M	341.0377 341° 02' 15.876"		
p0	0.9967 0° 59' 47.953"		
d1	3.5751 3° 34' 30.238"		
p1	1.0000 0° 59' 59.953"		
d2	3.5512 3° 33' 04.300"		
y1	0.9165 0° 54' 59.555"		
z	1.0899 1° 05' 23.563"	1.089878	-0.089878483
q1	79.3332 79° 19' 59.536"		
Lat	79.3682 79° 22.1'	79° 22.1'	LU
x2	1.0306 1° 01' 50.179"		
q2	-25.8726 -25° 52' 21.501"		
H	334.1274 334° 07' 38.499"		7.222103182
Long1	-6.5987 -6° 35' 55.183"		
Long	-6.5987 -6° 35.9'		BB

Alt	13.1186 13.1°	
Azm	153.4362 153.4°	153.43°
C	1.0895 1° 05' 22.137"	
C'	0.2699 0° 16' 11.606"	0.2618756435
n'	-0.0084 0° 00' 30.348"	
n1	0.3740 0° 22' 26.435"	
L1	-0.0152 0° 00' 54.864"	
Lama	0.0815 0h 04m 53.4s	
a1	6378.137	
k	1.154644180	
Lebar	168.368345229062 KM	
L2	0.530679459	
Mag	1.059133979	
Wp	-42.8042 -42° 48' 14.961"	
tp	1.9402 1° 56' 24.678"	
P1	8.8529 08:51:10.4 UT	
P4	12.7333 12:43:59.8 UT	
a'	#NUM!	#NUM!
b'	#NUM!	#NUM!
Wu	#NUM!	#NUM!
tu	#NUM!	#NUM!
U1	#NUM!	#NUM!
U4	#NUM!	#NUM!
Ws	#NUM!	#NUM!
tq	#NUM!	#NUM!
U2	#NUM!	#NUM!
U3	#NUM!	#NUM!

Lampiran 3 Hasil Hisab Gerhana Matahari Global NASA

Hybrid Solar Eclipse of 2023 Apr 20

Geocentric Conjunction = 03:55:26.5 UT J.D. = 2460054.663502
 Greatest Eclipse = 04:16:37.5 UT J.D. = 2460054.678212

Eclipse Magnitude = 1.0132 Gamma = -0.3951

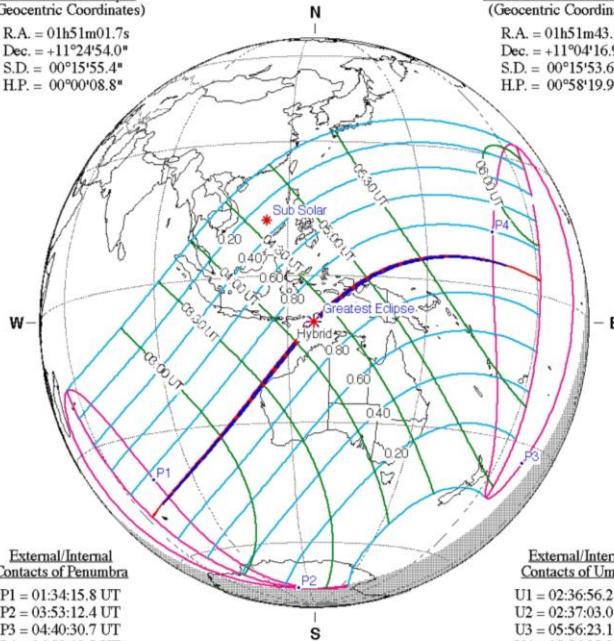
Saros Series = 129 Member = 52 of 80

Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h51m01.7s
 Dec. = +11°24'54.0"
 S.D. = 00°15'55.4"
 H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h51m43.1s
 Dec. = +11°04'16.9"
 S.D. = 00°15'53.6"
 H.P. = 00°58'19.9"



External/Internal Contacts of Penumra

P1 = 01:34:15.8 UT
 P2 = 03:53:12.4 UT
 P3 = 04:40:30.7 UT
 P4 = 06:59:13.5 UT

External/Internal Contacts of Umbra

U1 = 02:36:56.2 UT
 U2 = 02:37:03.0 UT
 U3 = 05:56:23.1 UT
 U4 = 05:56:35.2 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 09°35.4'S Sun Alt. = 66.7°
 Long. = 125°48.4'E Sun Azm. = 334.0°
 Path Width = 49.0 km Duration = 01m16.1s

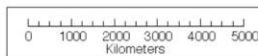
Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE
 $\Delta T = 80.2$ s
 $k_1 = 0.2724880$
 $k_2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration (Optical + Physical)

$l = 4.67''$
 $b = 0.46''$
 $c = -19.05''$

Brown Lun. No. = 1241



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Annular Solar Eclipse of 2023 Oct 14

Geocentric Conjunction = 17:36:28.8 UT J.D. = 2460232.233667

Greatest Eclipse = 17:59:21.0 UT J.D. = 2460232.249549

Eclipse Magnitude = 0.9520 Gamma = 0.3752

Saros Series = 134 Member = 44 of 71

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 13h18m05.4s

Dec. = $-08^{\circ}14'36.3''$

S.D. = $00^{\circ}16'02.0''$

H.P. = $00^{\circ}00'08.8''$

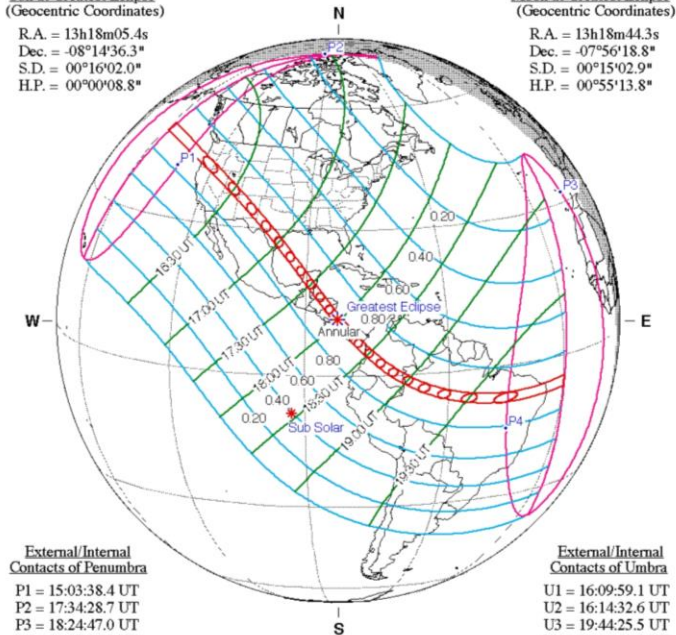
Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 13h18m44.3s

Dec. = $-07^{\circ}56'18.8''$

S.D. = $00^{\circ}15'02.9''$

H.P. = $00^{\circ}55'13.8''$



External/Internal
Contacts of Penumbra

P1 = 15:03:38.4 UT

P2 = 17:34:28.7 UT

P3 = 18:24:47.0 UT

P4 = 20:55:06.9 UT

External/Internal
Contacts of Umbra

U1 = 16:09:59.1 UT

U2 = 16:14:32.6 UT

U3 = 19:44:25.5 UT

U4 = 19:48:53.5 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = $11^{\circ}21.7'N$ Sun Alt. = 67.9°

Long. = $083^{\circ}04.3'W$ Sun Azm. = 208.0°

Path Width = 187.4 km Duration = 05m17.2s

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE

$\Delta T = 80.7$ s

$k1 = 0.2724880$

$k2 = 0.2722810$

$\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration
(Optical + Physical)

$l = -3.80^{\circ}$

$b = -0.48^{\circ}$

$c = 20.45^{\circ}$

Brown Lun. No. = 1247



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Total Solar Eclipse of 2024 Apr 08

Geocentric Conjunction = 18:36:02.5 UT J.D. = 2460409.275029
 Greatest Eclipse = 18:17:13.1 UT J.D. = 2460409.261957
 Eclipse Magnitude = 1.0565 Gamma = 0.3432

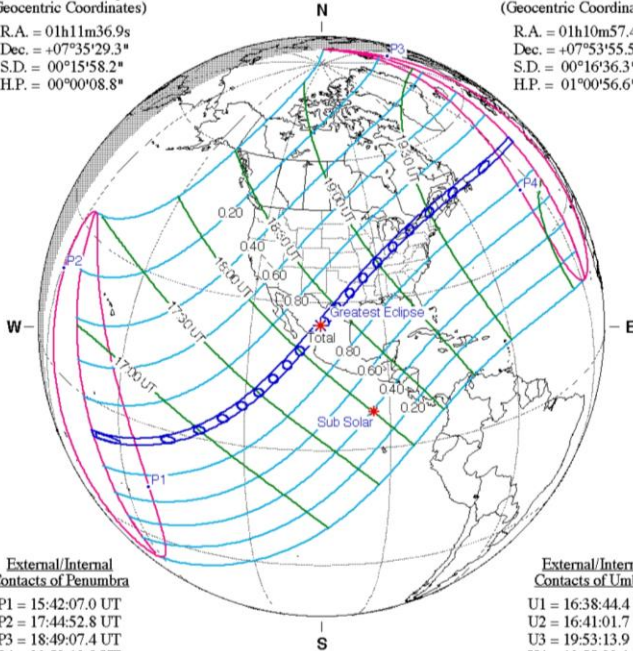
Saros Series = 139 Member = 30 of 71

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h11m36.9s
 Dec. = +07°35'29.3"
 S.D. = 00°15'58.2"
 H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h10m57.4s
 Dec. = +07°53'55.5"
 S.D. = 00°16'36.3"
 H.P. = 01°00'56.6"



External/Internal
Contacts of Penumbra

P1 = 15:42:07.0 UT
 P2 = 17:44:52.8 UT
 P3 = 18:49:07.4 UT
 P4 = 20:52:13.8 UT

External/Internal
Contacts of Umbra

U1 = 16:38:44.4 UT
 U2 = 16:41:01.7 UT
 U3 = 19:53:13.9 UT
 U4 = 19:55:29.1 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 25°17.5'N Sun Alt. = 69.8°
 Long. = 104°07.2'W Sun Azm. = 149.4°
 Path Width = 197.5 km Duration = 04m28.1s

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE
 $\Delta T = 81.2$ s
 $k1 = 0.2724880$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration
(Optical + Physical)

$l = 2.00''$
 $b = -0.46''$
 $c = -20.75''$
 Brown Lun. No. = 1253



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Annular Solar Eclipse of 2024 Oct 02

Geocentric Conjunction = 19:07:53.1 UT J.D. = 2460586.297142
 Greatest Eclipse = 18:44:51.3 UT J.D. = 2460586.281150

Eclipse Magnitude = 0.9326 Gamma = -0.3510

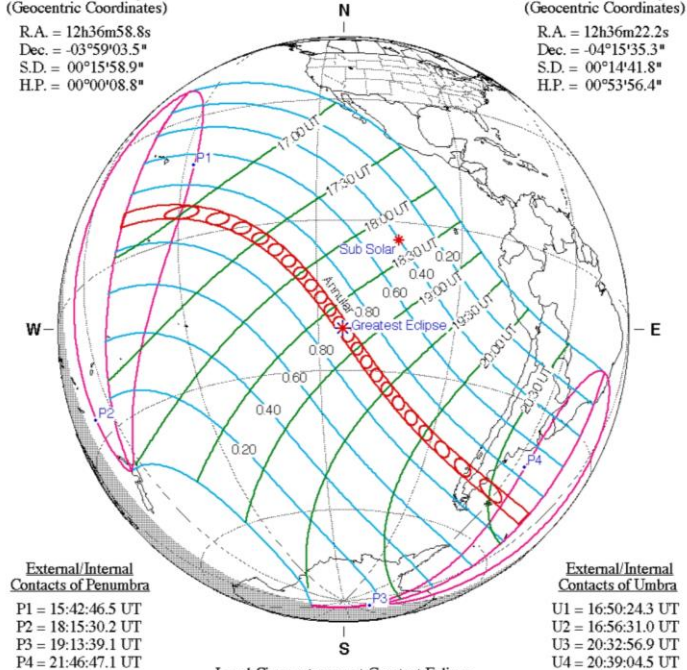
Saros Series = 144 Member = 17 of 70

Sun at Greatest Eclipse
 (Geocentric Coordinates)

R.A. = 12h36m58.8s
 Dec. = -03°59'03.5"
 S.D. = 00°15'58.9"
 H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse
 (Geocentric Coordinates)

R.A. = 12h36m22.2s
 Dec. = -04°15'35.3"
 S.D. = 00°14'41.8"
 H.P. = 00°53'56.4"



External/Internal
Contacts of Penumbra

P1 = 15:42:46.5 UT
 P2 = 18:15:30.2 UT
 P3 = 19:13:39.1 UT
 P4 = 21:46:47.1 UT

External/Internal
Contacts of Umbra

U1 = 16:50:24.3 UT
 U2 = 16:56:31.0 UT
 U3 = 20:32:56.9 UT
 U4 = 20:39:04.5 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 21°57.5'S Sun Alt. = 69.3°
 Long. = 114°28.2'W Sun Azm. = 31.1°

Ephemeris & Constants

Geocentric Libration

Partial Solar Eclipse of 2025 Mar 29

Geocentric Conjunction = 11:46:09.2 UT J.D. = 2460763.990384

Greatest Eclipse = 10:47:18.4 UT J.D. = 2460763.949519

Eclipse Magnitude = 0.9361 Gamma = 1.0405

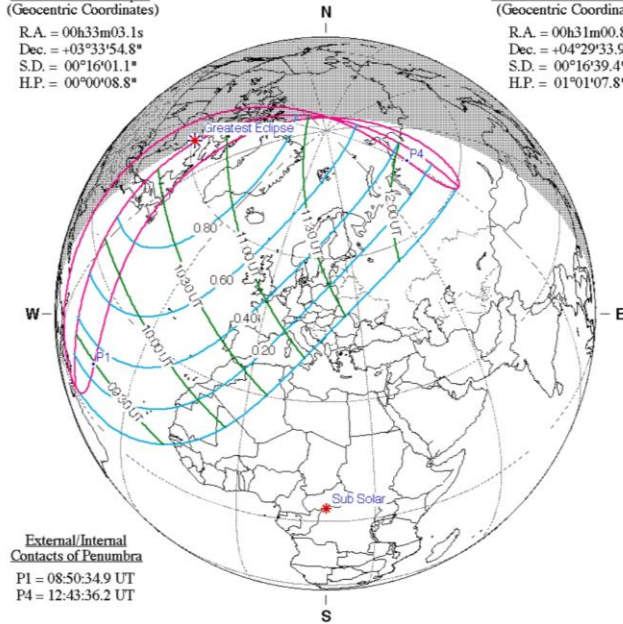
Saros Series = 149 Member = 21 of 71

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 00h33m03.1s
Dec. = +03°33'54.8"
S.D. = 00°16'01.1"
H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 00h31m00.8s
Dec. = +04°29'33.9"
S.D. = 00°16'39.4"
H.P. = 01°01'07.8"



External/Internal
Contacts of Penumbra

P1 = 08:50:34.9 UT
P4 = 12:43:36.2 UT

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE

$\Delta T = 82.3$ s

$k1 = 0.2724880$

$k2 = 0.2722810$

$\Delta b = 0.0^{\circ}$ $\Delta l = 0.0^{\circ}$

Geocentric Libration
(Optical + Physical)

$l = -2.00^{\circ}$

$b = -1.35^{\circ}$

$c = -21.73^{\circ}$

Brown Lun. No. = 1265



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Partial Solar Eclipse of 2025 Sep 21

Geocentric Conjunction = 20:50:18.4 UT J.D. = 2460940.368269

Greatest Eclipse = 19:41:43.6 UT J.D. = 2460940.320643

Eclipse Magnitude = 0.8535 Gamma = -1.0652

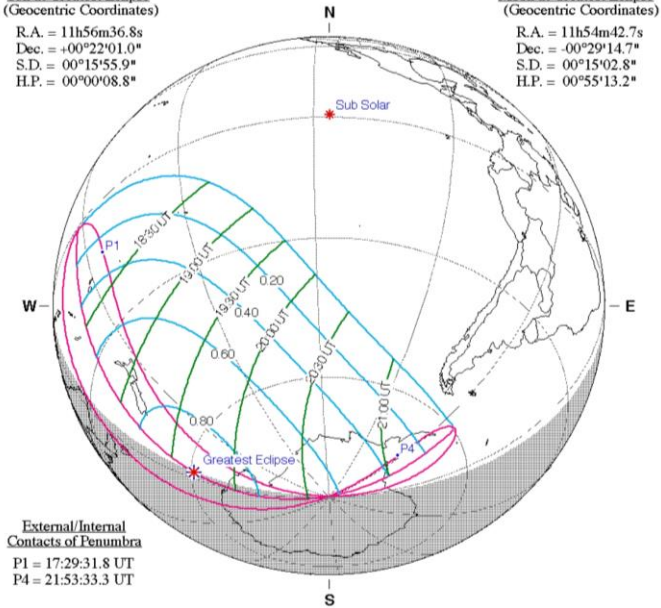
Saros Series = 154 Member = 7 of 71

Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 11h56m36.8s
Dec. = +00°22'01.0"
S.D. = 00°15'55.9"
H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 11h54m42.7s
Dec. = -00°29'14.7"
S.D. = 00°15'02.8"
H.P. = 00°55'13.2"



External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 17:29:31.8 UT
P4 = 21:53:33.3 UT

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE
 $\Delta T = 82.8$ s
k1 = 0.2724880
k2 = 0.2722810
 $\Delta b = 0.0^\circ$ $\Delta i = 0.0^\circ$

Geocentric Libration (Optical + Physical)

l = 4.15°
b = 1.31°
c = 21.92°

Brown Lun. No. = 1271



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Annular Solar Eclipse of 2026 Feb 17

Geocentric Conjunction = 11:18:37.8 UT J.D. = 2461088.971271
 Greatest Eclipse = 12:11:44.6 UT J.D. = 2461089.008155
 Eclipse Magnitude = 0.9630 Gamma = -0.9742

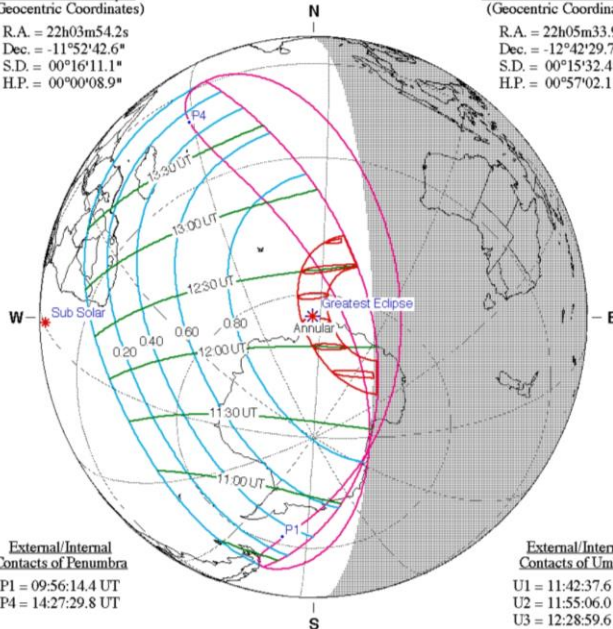
Saros Series = 121 Member = 61 of 71

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 22h03m54.2s
 Dec. = -11°52'42.6"
 S.D. = 00°16'11.1"
 H.P. = 00°00'08.9"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 22h05m33.9s
 Dec. = -12°42'29.7"
 S.D. = 00°15'32.4"
 H.P. = 00°57'02.1"



External/Internal Contacts of Penumbra
 P1 = 09:56:14.4 UT
 P4 = 14:27:29.8 UT

External/Internal Contacts of Umbra
 U1 = 11:42:37.6 UT
 U2 = 11:55:06.0 UT
 U3 = 12:28:59.6 UT
 U4 = 12:41:21.0 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 64°43.1'S Sun Alt. = 12.3°
 Long. = 086°45.3'E Sun Azm. = 268.3°
 Path Width = 615.6 km Duration = 02m19.6s

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE
 $\Delta T = 83.2$ s
 $k1 = 0.2724880$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0^* \quad \Delta l = 0.0^*$

Geocentric Libration
(Optical + Physical)

l = -5.01°
 b = 1.24°
 c = -18.93°

Brown Lun. No. = 1276



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Total Solar Eclipse of 2026 Aug 12

Geocentric Conjunction = 17:03:39.9 UT J.D. = 2461265.210878

Greatest Eclipse = 17:45:43.7 UT J.D. = 2461265.240089

Eclipse Magnitude = 1.0386 Gamma = 0.8976

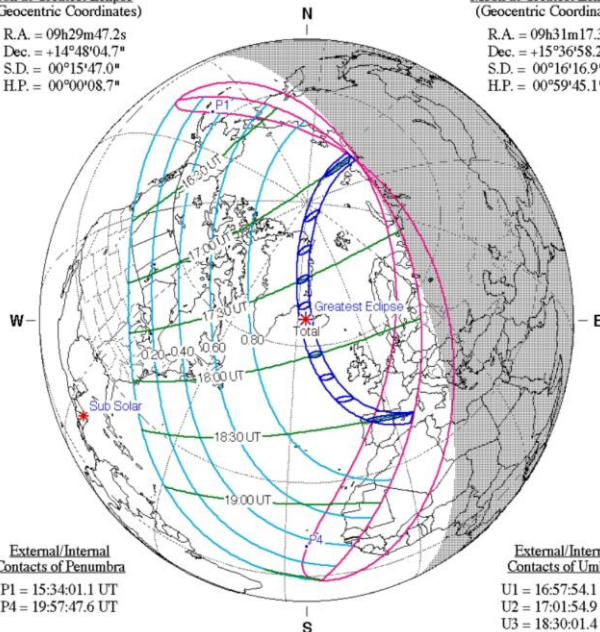
Saros Series = 126 Member = 48 of 72

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 09h29m47.2s
Dec. = +14°48'04.7"
S.D. = 00°15'47.0"
H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 09h31m17.3s
Dec. = +15°36'58.2"
S.D. = 00°16'16.9"
H.P. = 00°59'45.1"



External/Internal
Contacts of Penumbra

P1 = 15:34:01.1 UT
P4 = 19:57:47.6 UT

External/Internal
Contacts of Umbra

U1 = 16:57:54.1 UT
U2 = 17:01:54.9 UT
U3 = 18:30:01.4 UT
U4 = 18:33:57.4 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 65°13.0'N Sun Alt. = 25.8°
Long. = 025°13.6'W Sun Azm. = 248.3°
Path Width = 293.8 km Duration = 02m18.3s

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/JLE
 $\Delta T = 83.8$ s
k1 = 0.2724880
k2 = 0.2722810
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration
(Optical + Physical)

l = 4.08°
b = -1.12°
c = 16.98°
Brown Lun. No. = 1282



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Annular Solar Eclipse of 2027 Feb 06

Geocentric Conjunction = 15:44:15.0 UT J.D. = 2461443.155730

Greatest Eclipse = 15:59:24.2 UT J.D. = 2461443.166253

Eclipse Magnitude = 0.9281 Gamma = -0.2950

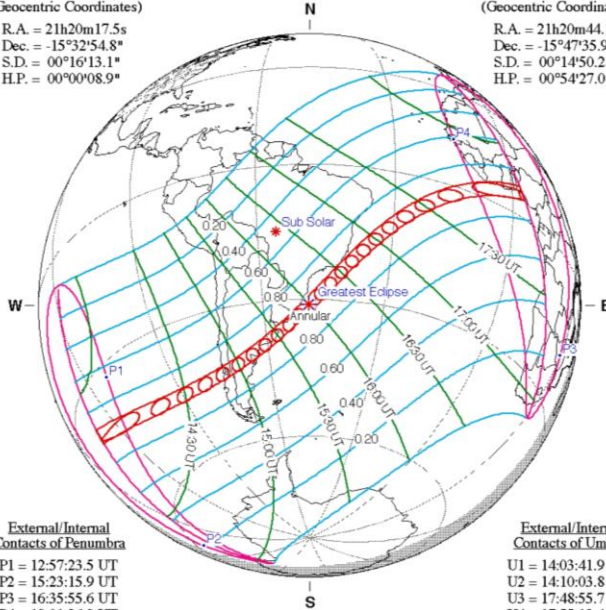
Saros Series = 131 Member = 52 of 71

Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 21h20m17.5s
Dec. = $-15^{\circ}32'54.8''$
S.D. = $00^{\circ}16'13.1''$
H.P. = $00^{\circ}00'08.9''$

Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 21h20m44.1s
Dec. = $-15^{\circ}47'35.9''$
S.D. = $00^{\circ}14'50.2''$
H.P. = $00^{\circ}54'27.0''$



External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 12:57:23.5 UT
P2 = 15:23:15.9 UT
P3 = 16:35:55.6 UT
P4 = 19:01:26.9 UT

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/LE
 $\Delta T = 84.3$ s
 $k1 = 0.2724880$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$

External/Internal Contacts of Umbra

U1 = 14:03:41.9 UT
U2 = 14:10:03.8 UT
U3 = 17:48:55.7 UT
U4 = 17:55:13.4 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = $31^{\circ}17.8'S$ Sun Alt. = 72.7°
Long. = $048^{\circ}25.3'W$ Sun Azm. = 333.5°
Path Width = 281.6 km Duration = 07m51.0s

Geocentric Libration (Optical + Physical)

$l = -2.83^{\circ}$
 $b = 0.38^{\circ}$
 $c = -16.24^{\circ}$

Brown Lun. No. = 1288



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,

sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Total Solar Eclipse of 2027 Aug 02

Geocentric Conjunction = 10:00:49.5 UT J.D. = 2461619.917240

Greatest Eclipse = 10:06:28.6 UT J.D. = 2461619.921164

Eclipse Magnitude = 1.0790 Gamma = 0.1419

Saros Series = 136 Member = 38 of 71

Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 08h49m26.9s

Dec. = +17°45'41.4"

S.D. = 00°15'45.5"

H.P. = 00°00'08.7"

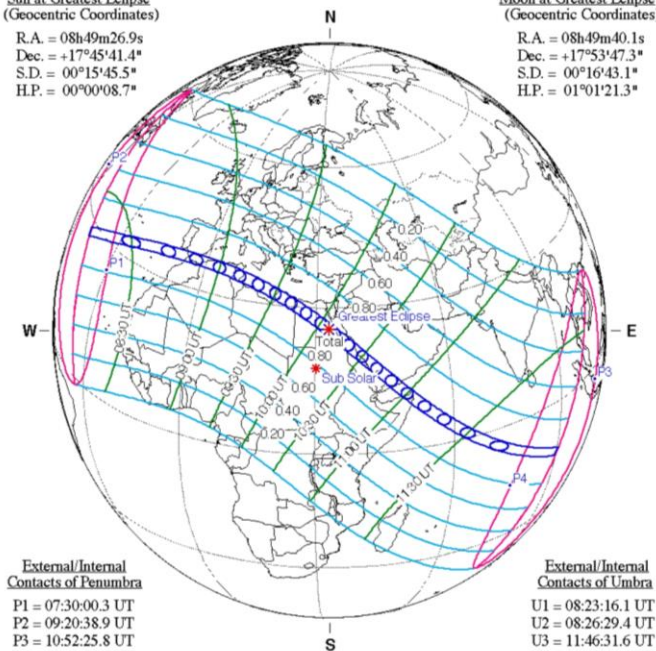
Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 08h49m40.1s

Dec. = +17°53'47.3"

S.D. = 00°16'43.1"

H.P. = 01°01'21.3"



External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 07:30:00.3 UT

P2 = 09:20:38.9 UT

P3 = 10:52:25.8 UT

P4 = 12:42:59.6 UT

External/Internal Contacts of Umbra

U1 = 08:23:16.1 UT

U2 = 08:26:29.4 UT

U3 = 11:46:31.6 UT

U4 = 11:49:44.4 UT

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE

$\Delta T = 84.8$ s

$k1 = 0.2724880$

$k2 = 0.2722810$

$\Delta b = 0.0^{\circ}$ $\Delta l = 0.0^{\circ}$

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 25°29.6'N Sun Alt. = 81.7°

Long. = 033°13.2'E Sun Azm. = 202.0°

Path Width = 257.7 km Duration = 06m22.6s

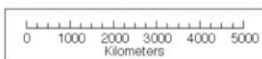
Geocentric Libration (Optical + Physical)

$l = 0.45^{\circ}$

$b = -0.18^{\circ}$

$c = 14.05^{\circ}$

Brown Lun. No. = 1294



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,

sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Lampiran 4 Tabel Analisis Regresi Linier Antara Selisih Magnitudo dan Waktu Puncak Gerhana

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0,307301983
R Square	0,094434509
Adjusted R Square	-0,018761178
Standard Error	4,958312005
Observations	10

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	20,51013648	20,51013648	0,834258898	0,387741962
Residual	8	196,6788635	24,58485794		
Total	9	217,189			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 095%	Upper 095%
Intercept	5,878108263	1,760843906	3,338233583	0,010258053	1,817594936	9,938621589	1,817594936	9,938621589
X	31,1575878	34,11248863	0,913377741	0,387741962	-47,50595198	109,8211276	-47,50595198	109,8211276

Lampiran 5 Surat Pernyataan Wawancara

SURAT PENYATAAN TELAH MELAKUKAN WAWANCARA

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ali Mustofa
Jabatan : Staf Ahli LP 99. Al Falah dan CFNU Kediri

Menyatakan bahwa saudara

Nama : Shaka Anam Huda
NIM : 1802096017
Jurusan : Ilmu Falak

Benar-benar telah melakukan wawancara dengan saya sebagai nasasumber penelitian.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kediri, 30 Oktober 2023



(Ali Mustofa, S.Pd.I.)

Lampiran 6 Dokumentasi Bersama Narasumber



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Shofa A'inun Huda
 TTL : Demak, 30 Juli 2000
 Jenis Kelamin : Laki-Laki
 Agama : Islam
 Alamat : Desa Kalitengah Kec. Mranggen Demak
 Email : shofaainunh@gmail.com

Riwayat Pendidikan

1. Formal

SDN Kalitengah 3	tahun 2006 – 2012
MTsN Karangawen	tahun 2012 – 2015
MA Al Hadi Girikusuma	tahun 2015 – 2018

2. Non Formal

Pondok Pesantren Al Hadi Girikusuma
 Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah

Riwayat Organisasi

2019 – 2020	HMJ Ilmu Falak UIN Walisongo
2020 – 2021	JQH eL Fasya eL Febi's
2021	DEMA Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo
2021 – 2026	Lembaga Falakiyah PCNU Kota Semarang
2021 – Sekarang	Kawakin Institute Kota Semarang