

**ANALISIS HISAB GERHANA MATAHARI DENGAN
MENGUNAKAN *VOLVELLE INOVASI S-QUAD KARYA*
EHSAN HIDAYAT**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata 1 (S1)



Disusun Oleh:

M. ABDUL AZZAM

2102046050

PROGRAM STUDI ILMU FALAK

FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2025

PERSETUJUAN PEMBIMBING



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185 Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691,
Website: <http://fsh.walisongo.ac.id>.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. M Abdul Azzam
Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : M Abdul Azzam
NIM : 2102046050
Jurusan/prodi : Ilmu Falak
Judul skripsi : Analisis Hisab Gerhana Matahari Dengan Menggunakan *Volvelle Inovasi S-Quad* Karya Ehsan Hidayat

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 20 Juni 2025

Pembimbing

Ahmad Fuad Al-Anshary, S.H.I., M.S.I.
NIP 197204121999031003

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan, Semarang 50185, Telp.(024)7601293

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah skripsi/ tugas akhir berikut ini:

Judul : Analisis Hisab Gerhana Matahari Dengan Menggunakan *Volvelle*
Inovasi S-Quad Karya Ehsan Hidayat
Penulis : M. Abdul Azzam
NIM : 2102046050
Jurusan : Ilmu Falak

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana.

Semarang, 8 Juli 2015
Dewan penguji

Ketua Sidang

Alfian Qodri Azizi, M.H.
NIP. 198811052019031006

Sekretaris Sidang

Ahmad Fuad Al-Anshary, S. HI. M.S.I.
NIP. 198809162023211027

Penguji Utama I

Drs. H. Maksun, M.Ag
NIP. 196805151993031002

Penguji Utama II

Karis Lusdianto, M.S.I
NIP. 198910092019031005

Pembimbing I

Ahmad Fuad Al-Anshary, S. HI. M.S.I.
NIP. 198809162023211027

MOTTO

وَمِنْ آيَاتِهِ اللَّيْلُ وَالنَّهَارُ وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ لَا تَسْجُدُوا لِلشَّمْسِ وَلَا لِلْقَمَرِ
وَاسْجُدُوا لِلَّهِ الَّذِي خَلَقَهُنَّ إِن كُنتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ

“Dan sebagian dari tanda-tanda kebesaran-Nya adalah malam dan siang, Matahari dan Bulan. Janganlah bersujud kepada Matahari dan jangan pula kepada Bulan, tetapi bersujudlah kepada Allah yang menciptakannya, jika kamu menyembah kepada-Nya”
(Q.S Al Fushilat [41]: 37)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada Ayahanda dan Ibunda
tercinta:

Alm. Sahhran dan Almh. Sunanti

Yang telah melahirkan penulis dan merawat serta mendidik
penulis hingga penulis mampu menjadi seorang mahasiswa yang
mandiri dan percaya diri, salam rindu padamu ayah ibu.

Serta penulis persembahkan kepada saudara-saudara penulis
tersayang, Mas Mawan, Yu Rikhanah, Mas Sulkhan, Yu Dian,
Mas Mudi, Mas Zarqony, Mas Alif, yang telah mendukung dan
memotivasi penulis dalam setiap langkah selama perkuliahan

DEKLARASI

DEKLARASI

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

Semarang, 20 Juni 2025

Deklarator,



M. ABDUL AZZAM
NIM. 2102046050

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi yang digunakan adalah Sistem Transliterasi Arab latin SKB Menteri Agama RI No. 158/1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 0543b/1987 tertanggal 22 Januari 1998.

A. Konsonan Tunggal

Fonem konsonan bahasa Arab yang dalam sistem penulisan Arab dilambangkan dengan huruf, dalam Transliterasi ini sebagian dilambangkan huruf dan sebagian dilambangkan dengan tanda, dan sebagian lagi dilambangkan dengan huruf dan tanda sekaligus. Di bawah ini daftar huruf Arab itu dan Transliterasinya dengan huruf Latin.

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	alif	-	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 dibawah)
خ	kha	kh	ka dan ha
د	dal	d	de
ذ	zal	z	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
ه	ha	h	ha
ء	hamzah	..’..	apostrof
ي	ya	y	ye

B. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap (*tasydid*) ditulis rangkap

Contoh : **مقدمة** ditulis *Muqadiimah*

C. Vokal

1. Vokal Tunggal

Fathah ditulis “a”. Contoh: **فتح** ditulis *fataḥa*

Kasrah ditulis “i”. Contoh: **علم** ditulis *‘alimun*

Dammah ditulis “u”. Contoh: **كتب** ditulis *kutub*

2. Vokal Rangkap

Vokal rangkap (fathah dan ya) ditulis “ai”.

Contoh : **اين** ditulis *aina*

Vokal rangkap (fathah dan wawu) ditulis “au”.

Contoh: **حول** ditulis *ḥaula*

3. Vokal Panjang

Fathah ditulis “a”. Contoh: **باع** = *bā ‘a*

Kasrah ditulis “i”. Contoh: **عليم** = *‘alī mun*

Dammah ditulis “u”. Contoh: **علوم** = *‘ulūmun*

4. Hamzah

Huruf Hamzah (ء) di awal kata tulis dengan vokal tanpa didahului oleh tanda apostrof (‘). Contoh: **ايمان** = *īmān*

5. Lafzul jalalah

Lafzul jalalah (kata **الله**) yang terbentuk frase nomina ditransliterasikan tanpa hamzah. Contoh: **عبد الله** ditulis *‘Abdullah*

6. Kata Sandang “al-...”

1. Kata sandang “al-” tetap ditulis “al-”, baik pada kata yang dimulai dengan huruf *Kamariah* maupun *syamsiyah*.

2. Huruf “a” pada kata sandang “al-” tetap ditulis dengan huruf kecil.

3. Kata sandang “al-” di awal kalimat dan pada kata “AlQur’an” ditulis dengan huruf kapital.
7. Ta marbutah (ة)
 - Bila terletak diakhir kalimat, ditulis h, misalnya: البقرة ditulis *albaqarah*. Bila di tengah kalimat ditulis t.
Contoh: زكاة المال ditulis *zakāh al-māl* atau *zakātul māl*.

ABSTRAK

Volvelle Inovasi S-QUAD merupakan instrumen klasik yang dikembangkan oleh Ehsan Hidayat. Instrumen ini mampu memverifikasi dan memprediksi terjadinya gerhana Matahari dengan mudah dan tepat. Namun apabila dibandingkan dengan data NASA terdapat perbedaan yang signifikan. Dari permasalahan tersebut penulis merasa tertarik untuk mengkaji lebih lanjut untuk mengetahui *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memverifikasi dan memprediksi terjadi gerhana Matahari dan mengetahui keakurasian instrumen tersebut.

Penelitian ini tergolong dalam jenis penelitian kepustakaan (*library research*), di mana data-data yang dikumpulkan bersumber dari literatur tertulis seperti buku, jurnal, dokumen, dan sumber ilmiah lainnya. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan kualitatif, dengan memanfaatkan metode analisis isi (*content analysis*) untuk mengkaji makna dan struktur informasi yang terkandung, serta analisis komparatif guna membandingkan antara data dari instrumen *Volvelle* dengan data dari sumber lain seperti NASA.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Volvelle Inovasi S-Quad* menggunakan metode hisab *ḥaqīqī taqrībī*. Meskipun data astronomi yang digunakan bersumber dari algoritma Jean Meeus, namun karena belum disertai dengan koreksi tertentu, akurasiya masih bersifat pendekatan. Dalam konteks penetapan terjadinya gerhana Matahari, *Volvelle Inovasi S-Quad* belum dapat dijadikan sebagai acuan utama. Namun demikian, instrumen ini tetap memiliki nilai fungsional yang signifikan sebagai alat bantu dalam memperkirakan waktu terjadinya gerhana serta mengidentifikasi jenisnya, baik total, sebagian, maupun cincin.

Kata Kunci: *Verivicator, Volvelle Inovasi, Gerhana Matahari*

ABSTRACT

The S-QUAD Innovation Volvelle is a classical instrument developed by Ehsan Hidayat. This instrument is capable of verifying and predicting solar eclipses with ease and accuracy. However, when compared to data from NASA, significant discrepancies are observed. Based on this issue, the author is interested in conducting a more in-depth study to examine how the S-QUAD Innovation Volvelle functions in verifying and predicting solar eclipses, as well as to assess the accuracy of the instrument.

This research falls under the category of library research, in which data are collected from written literature such as books, journals, documents, and other scholarly sources. The obtained data are then analyzed using a qualitative approach, employing content analysis to explore the meaning and structure of the information contained, and comparative analysis to compare the data produced by the Volvelle instrument with those from other sources such as NASA.

*The results of this study indicate that the S-QUAD Innovation Volvelle employs the *ḥisāb ḥaqīqī taqrībī* method. Although the astronomical data used are based on Jean Meeus's algorithms, the absence of certain corrections makes its accuracy approximate. In the context of determining the occurrence of solar eclipses, the S-QUAD Innovation Volvelle cannot yet be regarded as a primary reference. Nevertheless, the instrument still holds significant functional value as a supporting tool for estimating the timing of eclipses and identifying their types—whether total, partial, or annular.*

Keywords: Verificator, Innovative Volvelle, Solar Eclipse

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT. Tuhan semesta alam, Yang telah memberikan banyak kenikmatan baik nikmat iman, nikmat Islam, nikmat panjang umur, nikmat akal dan nikmat sehat wal afiat sehingga dengan rahmat dan hidayah-Nya, tugas akhir penulis yang berjudul “*Analisis Hisab Gerhana Matahari Dengan Menggunakan Volvele Inovasi S-Quad Karya Ehsan Hidayat*” dapat terselesaikan dengan segala kemudahan yang diberikan-Nya.

Shalawat serta Salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW sehingga dapat membedakan yang mana hak dan mana bathil serta memberi teladan dalam kehidupan dari dulu hingga kelak di hari akhir.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat selesai dengan tidak luputnya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, penulis tidak lupa untuk menyampaikan ucapan terima kasih terutama kepada:

1. Kedua orang tua, saudara, dan segenap keluarga besar penulis yang selalu memberikan do'a dan motivasi yang tiada hentinya.
2. Bapak Fuad A-Anshary, S.H.I., selaku pembimbing, atas bimbingan dan arahnya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Moh. Khasan, M.Ag., selaku wali dosen, atas motivasi dan arahnya.
4. Kementerian Agama RI dan penyelenggara PBSB, atas dukungan beasiswa dalam pendidikan penulis.
5. Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Syaiah dan Hukum UIN Walisongo Semarang beserta seluruh staf dan jajarannya.
6. Bapak Ahmad Munif, M.S.I., selaku Ketua Prodi Ilmu Falak, serta Bapak Alfian Qodri Azizi, M.H., selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Falak.

7. Segenap dosen dan civitas akademika UIN Walisongo, khususnya Fakultas Syariah dan Hukum Jurusan Ilmu Falak.
8. Ehsan Hidayat dan Keluarga yang telah bersedia memberikan informasi dalam melengkapi data-data yang berkaitan dengan penelitian penulis.
9. Difa Armelisa selaku teman dekat penulis sejak semester satu, terima kasih atas dukungannya dan kesabarannya dalam menemani penulis untuk menyelesaikan penelitian ini dan terima kasih atas kesediaannya sebagai teman bicara dan tukar pikiran dalam penyusunan skripsi ini.
10. Sahabat dan rekan mahasiswa,teman-teman Zenith 2021, keluarga Najma yakni Wahyudi, Farhan, Julia, Yuyun, Zaki, Husain, dan Kholis, atas kebersamaan dan perjuangan dalam menempuh dinamika kehidupan dan perkuliahan.
11. Keluarga KKN Sahwahita Iqbal, Dimas, Saan, Azkiya, Farid, Julpa, Lili, Syifa, Heny, Difa, Alfina, Miftah, Palma, Sekhan. Terima kasih sudah menjadi peran penting kebahagiaan, keceriaan, dan keharmonisan persahabatan dalam cerita kehidupan penulis.
12. Semua pihak yang tak sempat penulis sebutkan yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi, terima kasih. Semoga semua kebaikan kalian berbalas dengan pahala dari Allah Yang Maha Kuasa.

Penulis berharap semoga amal dan kebaikan yang diberikan oleh pihak-pihak tersebut dapat diterima dan dibalas berkali lipat oleh Allah SWT. Penulis sadar bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi skripsi ini lebih baik lagi. Terakhir, penulis berharap skripsi ini memberikan manfaat dan berkah, baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
MOTTO.....	iii
PERSEMBAHAN	iv
DEKLARASI	v
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	vi
ABSTRAK.....	x
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian.....	8
D. Manfaat Penelitian.....	8
E. Telaah Pustaka.....	9
F. Metode Penulisan	13
G. Sistematika penulisan.....	16
BAB II KAJIAN UMUM GERHANA.....	17
A. Pengertian Gerhana	17
B. Dasar Hukum Gerhana	19
C. Macam-Macam Gerhana	26

D. Algoritma Peritungan Gerhana Matahari	35
BAB III PENGGUNAAN VOVELLE INOVASI S-QUAD DALAM HISAB GERHANA MATAHARI	41
A. Profil Keilmuan Ehsan Hidayat.....	41
B. Sejarah Perkembangan dan Rancang Bangun Volvelle Inovasi	44
C. Volvelle Inovasi S-Quad Sebagai Instrumen Penentuan Gerhana Matahari	59
D. Algoritma Volvelle Inovasi S-Quad Dalam Penentuan Gerhana Matahari	68
BAB IV ANALISIS ALGORITMA DAN KEAKURASIAN VOLVELLE INOVASI S-QUAD.....	72
A. Analisis Algoritma <i>Volvelle Inovasi S-Quad</i> dalam Hisab Gerhana Matahari	72
B. Analisis Akurasi Volvelle Inovasi S-Quad dalam Hisab gerhana Matahari.....	84
BAB V PENUTUP	94
A. KESIMPULAN	94
B. SARAN	95
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	100
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	142

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel hari dan pasaran Volvelle inovasi	50
Tabel 3. 2 Transormasi rumus Argumen Lintang Bulan (F) dari Jean Meeus menjadi Aritmatika	51
Tabel 3. 3 Data Gehana Matahari Pra-sejarah.....	60
Tabel 3. 4 Data Prediksi Gerhana Matahari	61
Tabel 4. 1 Argumen Lintang Bulan.....	74
Tabel 4. 2 Perbandingan Nilai Bulat (n) dan Nilai K (lunasi) new moon.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Volvelle Inovasi S-Quad	5
Gambar 1. 2 Cangkang Kura-Kura.....	7
Gambar 2. 1 Macam-macam gerhana Matahari	32
Gambar 3. 1 Volvelle Inovasi Basic.....	53
Gambar 3. 2 Volvelle Inovasi Koreksi	54
Gambar 3. 3 Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse	55
Gambar 3. 4 Volvelle Inovasi Special Lunar Eclipse.....	56
Gambar 3. 5 Volvelle Inovasi Development	57
Gambar 3. 6 Volvelle Inovasi S-Quad	58
Gambar 3. 7 Piringan Kalender Volvelle Inovasi S-QUAD	62
Gambar 3. 8 Piringan Hari Volvelle Inovasi S-QUAD	64
Gambar 3. 9 Piringan F Volvelle Inovasi S-QUAD	66
Gambar 3. 10 Piringan New moon dan Full Moon New Volvelle Inovasi S-QUAD	67
Gambar 3. 11 Penggaris Volvelle Inovasi S-QUAD.....	67

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Volvelle Inovasi S-QUAD merupakan salah satu karya pengembangan dalam bidang ilmu falak yang dirilis pada tahun 2022. Alat ini dibuat khusus untuk memverifikasi adanya fenomena gerhana, baik untuk tahun yang akan datang maupun tahun yang sudah lampau. Alat astronomi ini muncul pada abad ke-18 dan dirancang oleh Philippe De La Hire. Philippe De la Hire merupakan seorang ahli matematika dan astronomi berkebangsaan Prancis yang membuat *Volvelle* untuk mengetahui bujur suatu tempat dan memprediksi terjadinya gerhana. *Volvelle* karya Philippe De La Hire bukan merupakan awal penemuan pertama dalam sejarah astronomi. Sebelumnya, Petrus Apianus telah menciptakan *Volvelle* yang didedikasikan untuk Kerajaan Romawi. *Volvelle* tersebut berfungsi sebagai alat untuk menghitung posisi bujur dan lintang planet, Matahari, dan Bulan.¹ Seiring waktu, *Volvelle* karya Philippe De La Hire mendapat banyak kritikan dan saran untuk perbaikan. Salah satu perbaikan yang dilakukan oleh Ehsan Hidayat melalui inovasi *Volvelle* buatannya adalah dengan menambahkan grid yang menunjukkan hari, jam, dan menit, memberi nama hari dan pasaran pada bagian kalender, serta meningkatkan akurasi dan desain yang lebih baik. Tujuan modifikasi ini adalah untuk mengoptimalkan fungsi

¹ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrument *Volvelle* Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana”, Program Studi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, 2019, 2-3.

volvelle inovasi agar lebih sesuai dengan kebutuhan umat Islam.²

Sampai dengan hari ini Ehsan Hidayat telah mengembangkan beberapa inovasi dari pada *Volvelle*. Secara keseluruhan, variasi *Volvelle* sudah ada tujuh, yaitu ; *Volvelle Inovasi Basic* (VIB), *Volvelle Inovasi Koreksi* (VIK), *Volvelle Inovasi SSE* (VISSE), *Volvelle Inovasi SLE* (VISLE), *Volvelle Philippe Development* (VPD), *Volvelle Inovasi ToE* (VITE), dan terbaru adalah *Volvelle Inovasi S-Quad* (VISQ). Pengembangan ketujuh ini menjadi satu-satunya yang berbentuk mirip rubuk mujayyab / sine quadrant.³ Nama besar *Rubuk Mujayyab* mampu dijadikan inspirasi *Volvelle Inovasi* ketujuh dan sekarang bisa digunakan secara nyata. *Volvelle Inovasi S-Quad* memiliki perbedaan dengan *Volvelle* sebelumnya dimana jumlah lubang untuk *full moon* hanya satu dan *new moon* hanya dua. Ini jelas sangat berbeda karena *volvelle* edisi pertama memiliki 13 lubang *new moon* dan 13 *full moon*.

Secara pondasi algoritmanya, *Volvelle Inovasi S-QUAD* dibangun atas dua pondasi algoritma. Pertama algoritma yang digunakan untuk membuat konstruksi instrumen. Kedua algoritma yang digunakan untuk memprediksi gerhana. Algoritma pertama yang digunakan adalah hisab '*urfi*' yakni dengan menganggap pergerakan rata-rata matahari dan bulan. Satu bulan sinodis dianggap

² Ni'ma Nadia UI Ngulya "Analisis Hisab Aplikatif Gerhana Matahari Dengan Menggunakan *volvelle Inovasi Special Solar Eclipse* (SSE) Karya Ehsan Hidayat", *Skripsi* Sarjana UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2023), 3.

³ Ehsan Hidayat, "Volvelle Inovasi S-QUAD, Instrumen Gerhana Edisi Ke Tujuh, Berbentuk Mirip Rubukmujayyab", <https://www.padepokanalbiruni.com/2022/12/volvelle-inovasi-s-quad-instrumen.html>

tetap sebanyak 29 hari 12 jam 44 menit. Adapun pondasi algoritma kedua menggunakan reduksi dari *Jean Meeus*.⁴ Yakni fokus pada penentuan nilai argumen lintang bulan melalui rumus berikut :

$$F = 160.7108 + 390.670\ 502\ 74\ k - 0.001\ 6341\ T^2 - 0.000\ 002\ 27\ T^3 - 0.000\ 000\ 011\ T^4$$

Volvelle Inovasi S-QUAD dalam menentukan Gerhana Matahari, mangadopsi algoritma dari Jean Meeus namun tidak secara keseluruhan. Poin yang diadopsi terdapat dalam bagian *epoch* yaitu dengan menjadikan tahun 2000 sebagai awal *epochnya* yang diawali dengan $K=0$, sedangkan untuk yang lainnya diaritmatikakan. Ehsan Hidayat dalam mengembangkan *volvelle* ini membuat *epochnya* dari tahun 1900 – 2100 M (200 tahun).⁵ Hal ini dilakukan bertujuan untuk meminimalisir nilai F aritmatika dengan menggunakan konsep Jean Meeus yang disebabkan karena dari durasi 200 tahun tersebut selisih nilai F pada lunasi ke 1200 hanya sebesar 6,3 detik busur.

Volvelle dalam menentukan terjadinya gerhana menggunakan teknik perhitungan atau hisab. Terdapat dua metode perhitungan atau hisab yang dapat digunakan dalam menentukan waktu terjadinya gerhana, yaitu metode hisab *‘urfī* dan hisab *ḥaqīqī*. Hisab *‘urfī* yaitu sebuah metode perhitungan yang dilakukan dengan melakukan perhitungan rata-rata waktu yang diperlukan oleh Bulan untuk mengorbit Bumi.⁶ Sedangkan hisab *ḥaqīqī* yaitu sebuah perhitungan posisi benda langit berdasarkan gerak

⁴ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrument *Volvelle* Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana.”, 56.

⁵ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrument *Volvelle* Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana.”, 109.

⁶ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*, (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 143.

benda langit itu sendiri dengan tetap memperhatikan hal-hal yang berhubungan dengannya.⁷ Adapun sistem hisab *ḥaqīqī* sendiri dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu:

1. Hisab *ḥaqīqī Taqrībī* yaitu hisab *ḥaqīqī* yang menggunakan data Bulan dan Matahari berdasarkan data dan tabel Ulugh Bek dengan proses perhitungan yang sederhana yaitu dengan melakukan penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian tanpa menggunakan ilmu ukur segitiga bola (*spherical trigonometry*).⁸ Termasuk dalam hisab ini adalah *Sullam al-nayyirain*, dan *Syamsu al-hilal*.⁹
2. Hisab *ḥaqīqī Taḥqīqī* yaitu hisab *ḥaqīqī* yang sudah menggunakan tabel-tabel yang sudah dikoreksi dan perhitungan yang lebih rumit dibandingkan dengan hisab *ḥaqīqī Taqrībī* serta telah menggunakan ilmu ukur segitiga bola.¹⁰ Termasuk kedalam hisab ini yaitu *khulasah al-Wafiyah*, dan *Nūrul Anwār*.¹¹
3. Hisab *ḥaqīqī* kontemporer yaitu hisab *ḥaqīqī* yang menggunakan metode yang sama dengan hisab *ḥaqīqī Taḥqīqī* namun dengan koreksi kemajuan sains dan teknologi. Termasuk ke dalam hisab ini adalah data

⁷ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 28.

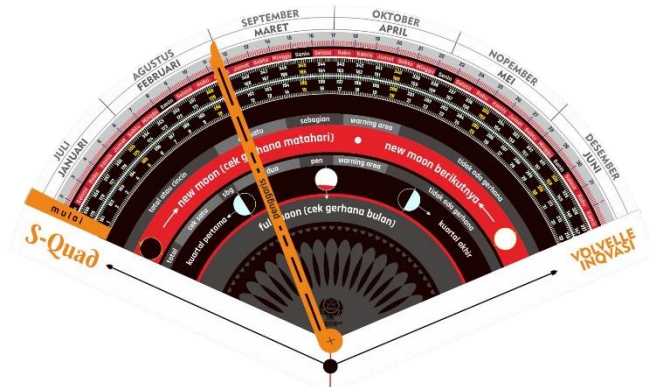
⁸ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyat* (Jakarta: Erlangga, 2007), 7.

⁹ Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat* (Jakarta: Direktorat jendral Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia, 2010), 39.

¹⁰ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyat*, 7-8.

¹¹ Kementerian Agama RI, *Almanak Hoisab Rukyat*, 40.

NASA, *al-Durūl ‘Anīq*, dan *Ephemeris Hisab Rukyat*.¹²



Gambar 1. 1 Volvelle Inovasi S-Quad (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Secara aplikasi penggunaan, *Volvelle Inovasi S-QUAD* ternyata hanya perlu melakukan operasi gerak instrumen sebanyak 2-3 kali. Langkah 1. Menentukan tahun yang ingin di prediksi gerhananya, langkah 2. Setting kode hari, langkah 3. Meluruskan nilai derajat (f) ke tanggal *new moon*, langkah 4. Mengarahkan lingkaran *new moon* pertama ke nilai derajat bulan, langkah 5. Amati keadaan lubang *new moon* tersebut. Tentunya ini berbeda cukup signifikan jika menggunakan model menghitung algoritma modern yang bisa sampai puluhan langkah. Meski demikian, hasil prediksinya masih bisa dibandingkan. Bahkan melalui keterangan yang diunggah pada website utamanya Volvelle squad ternyata bisa memverifikasi kebenaran gerhana yang terjadi pada 5 juni 1302 SM. Instrumen *Volvelle* baru ini bisa dikatakan sebagai *eclipse verifcator* karena perannya yang memang

¹² Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat*, 41.

untuk mengetahui apakah benar pada *new moon* tertentu terdapat gerhana Matahari. Atau pada *full moon* tertentu ada gerhana Bulan. Dalam uji coba terbarunya alat ini melacak gerhana yang terjadi di China pada tahun 1302 SM. Salah satu situs berita terkenal, yaitu NBSNEWS.COM menjelaskan pada tahun 1302 SM ada gerhana Matahari total yang terjadi di China dengan total durasi selama 6 menit 25 detik. Menariknya catatan ini ditemukan pada prasasti pecahan cangkang kura-kura purba.¹³ Setelah diteliti gerhana tersebut terjadi pada tanggal 5 Juni 1302 SM. Di sana tidak tertera data jam, urutan lunasi dan nilai F (Bulan) yang mana itu perlu diketahui sebelum menggunakan *Volvelle Inovasi S-Quad*. Oleh karena itu, melalui algoritma *Volvelle Inovasi* diketahui bahwa nilai F pada tanggal 5 Juni 1302 SM adalah 176,9 derajat. Nilai lunasinya -40823 serta jam *new moon*-nya pada 13:01 GMT. Setelah dilakukan perhitungan gerhana yang terjadi pada tahun 1302 SM yang terekam di cangkang kura-kura purba ternyata berhasil diverifikasi oleh instrument *Volvelle Inovasi S-QUAD*.

¹³ Ehsan Hidayat, “ Cangkang Kura-Kura Purba, *Volvelle Inovasi S-Quad* dan Gerhana di China Tahun 1302 SM ”, <https://www.padepokanalbiruni.com/2024/07/cangkang-kura-kura-purba-volvelle-s.html>



Gambar 1. 2 Cangkang Kura-Kura (sumber: <https://www.padepokanalbiruni.com>)

Volvelle Inovasi S-QUAD dikembangkan menggunakan metode *development research* dan menghasilkan beberapa temuan, diantaranya: mampu memverifikasi gerhana yang terjadi pada tahun-tahun lampau (seperti masa abad pertengahan), mampu memprediksi gerhana di tahun depan (hingga tahun 2100 Masehi), memiliki cara penggunaan yang lebih mudah dan simpel, dan bisa menjadi pedoman penanggalan karena terdapat piringan hari. Selain itu alat ini mampu merekayasa (menganalogikan) sudut satu lingkaran bukan 360 derajat, melainkan 90 derajat. Sehingga untuk mencapai 360 derajat maka perlu 4 putaran. Mampu mendeskripsikan jenis-jenis gerhana yang terjadi apakah total, sebagian, atau cincin

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi dan efektivitas *Volvelle Inovasi S-QUAD* sebagai alat bantu dalam praktik ilmu falak terutama dalam memverifikasi gerhana-gerhana yang pernah terjadi dalam peradaban manusia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran falak yang inovatif dan kontekstual. Dengan adanya hal

tersebut penulis merasa tertarik dan ingin membahas terkait dengan penentuan gerhana Matahari dengan menggunakan instrumen *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam sebuah skripsi yang berjudul *Analisis Hisab Gerhana Matahari Dengan Menggunakan Volvelle Inovasi S-QUAD Karya Esan Hidayat*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka penulis telah merumuskan beberapa pokok masalah yang akan menjadi pembahasan dalam skripsi ini. Adapun pokok permasalahan tersebut adalah:

1. Bagaimana algoritma *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memprediksi waktu terjadi gerhana Matahari?
2. Bagaimana keakurasian *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memprediksi waktu terjadi gerhana Matahari?

C. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan pokok permasalahan yang penulis ambil, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui algoritma *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memprediksi waktu terjadi gerhana Matahari.
2. Mengetahui keakurasian *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memprediksi waktu terjadi gerhana Matahari.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsep dan algoritma *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari.
2. Memberikan solusi yang cepat dan praktis serta mudah dalam memperkirakan waktu terjadinya gerhana Matahari.

3. Memberikan wawasan dan keilmuan baru terkhusus dalam bidang ilmu falak dan astronomi tentang *Volvelle Inovasi S-QUAD*.
4. Bagi akademika, diharapkan skripsi ini dapat memberikan kontribusi pemikiran dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan dapat dijadikan sebagai salah satu rujukan atau referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.
5. Bagi masyarakat umum, diharapkan skripsi ini dapat menjadi referensi dan sumber informasi.

E. Telaah Pustaka

Sebelum melakukan penelitian, penulis telah melakukan telaah atau kajian pustaka dari berbagai hasil penelitian terdahulu untuk mendapatkan gambaran tentang hubungan pembahasan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Sehingga penulis mengetahui apakah materi yang penulis teliti sudah pernah dikaji sebelumnya atau belum dan untuk menambah referensi, jika terdapat materi yang sama tetapi dengan objek yang berbeda. Adapun beberapa penelitian terdahulu yang relevan berkaitan dengan pembahasan penelitian dalam skripsi ini diantaranya sebagai berikut:

Thesis Ehsan Hidayat yang berjudul “*Inovasi instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana*”¹⁴. Penelitian tersebut menjelaskan tentang inovasi atau pengembangan dari *Volvelle* karya Philippe De La Hire dengan menambahkan grid hari, jam dan menit, memberi Nama hari dan pasaran dalam bidang kalender, serta mengembangkan sisi akurasi serta model

¹⁴ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana”.

yang lebih baik. Penelitian yang penulis lakukan memiliki persamaan dengan penelitian ini karena sama-sama mengkaji tentang instrument *Volvelle*, namun perbedaannya terdapat dalam jenis *Volvelle* yang digunakan. Dalam penelitian yang penulis lakukan menggunakan *Volvelle* Inovasi dari *Volvelle* yang dikembangkan oleh Ehsan Hidayat ini.

Skripsi Lauhatun Nasihah yang berjudul “*Analisis Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi*”¹⁵. Penelitian ini membahas tentang jenis-jenis gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle* Inovasi serta ditemukan hasil bahwa faktor penentu perbedaan jenis gerhana dalam *Volvelle* Inovasi dengan NASA adalah apabila dalam *Volvelle* Inovasi hanya menggunakan nilai argument lintang Bulan (nilai f) tanpa menggunakan magnitudo dan gamma sedangkan dalam NASA menggunakan hal tersebut serta ditemukan walaupun *Volvelle* Inovasi hanya menggunakan argument lintang Bulan sebagai penentu gerhana namun tingkat validitasnya cukup valid apabila dibandingkan dengan NASA. Meskipun sama-sama mengkaji tentang *Volvelle* inovasi, penelitian ini berbeda dengan penelitian yang penulis lakukan dimana dalam penelitian ini berfokus pada jenis gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle* Inovasi sedangkan dalam penelitian yang penulis lakukan mengkaji tentang hisab aplikatif gerhana Matahari dalam *Volvelle* Inovasi *S-QUAD*.

Skripsi Ni'ma Nadia Ul Ngulya yang berjudul “*Analisis Hisab Aplikatif Gerhana Matahari Dengan Menggunakan Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse*

¹⁵ Lauhatun Nasihah, “Analisis Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh *Volvelle* Inovasi”, Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2020).

(SSE) Karya Ehsan Hidayat”¹⁶. Penelitian ini membahas tentang bagaimana perhitungan gerhana Matahari dengan menggunakan *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* menggunakan metode *ḥisab ḥaqīqī taqrībī*, meskipun data astronomis yang digunakan berasal dari algoritma Jean Meeus karena belum ada koreksi yang digunakan. Dalam penentuan terjadi gerhana Matahari *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* belum dapat dijadikan sebagai acuan mandiri, akantetapi *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dapat dijadikan sebagai acuan dalam memprediksi atau memperkirakan waktu terjadi dan jenis gerhana Matahari. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang penulis lakukan dimana objek yang dikaji tidak sama. Penelitian ini mengkaji *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* sedangkan penelitian penulis mengkaji tentang *Volvelle Inovasi S-QUAD*.

Skripsi Putra Bagus Adityas yang berjudul “*Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi dan Ephemeris*”¹⁷. Penelitian ini membahas mengenai perhitungan gerhana bulan dengan *Volvelle Inovasi* kemudian di komparasikan dengan perhitungan Ephemeris. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa *Volvelle Inovasi* tergolong ke dalam *ḥisab ḥaqīqī taqrībī* meskipun data yang digunakan bersumber dari data kontemporer Jean Meeus, namun

¹⁶ Ni'ma Nadia Ul Ngulya “Analisis Hisab Aplikatif Gerhana Matahari Dengan Menggunakan *volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* Karya Ehsan Hidayat”, *Skripsi Sarjana UIN Walisongo Semarang*, (Semarang, 2023).

¹⁷ Putra Bagus Aditya, “*Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Dan Ephemeris*” *Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang*, (Semarang, 2021).

tidak menggunakan koreksi apapun, dan apabila dibandingkan dengan hisab sistem Ephemeris maka hasilnya masih dibawah kontemporer karena dta yang digunakan lebih valid dan dalam pengambilan datanya juga sudah menggunakan tabel yang sudah di program dalam computer. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang penulis lakukan meskipun sama-sama menggunakan instrument *Volvelle* iInovasi penulis mengkaji tentang penentuan hisab aplikatif gerhana Matahari dalam *Volvelle Inovasi S-QUAD*.

Skripsi Ehsan Hidayat yang berjudul “*Analisis Pola Gerhana Matahari Ditinjau Dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma (y), Dan Magnitudo (u)*”.¹⁸ Penelitian ini di maksudkan untuk mengetahui pola gerhana Matahari apabila ditinjau dari kriteria nilai argumen lintang Bulan (f), gamma (y), dan magnitudo (u) dan mengetahui akurasi kriteria tersebut dalam memprediksi adanya gerhana Matahari. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang penulis lakukan yakni sama-sama mengkaji gerhana Matahari, namun berbeda dari segi pengkajiannya di mana penulis mengkaji gerhana Matahari dengan Instrumen *Volvelle Inovasi S-QUAD*

Selain itu masih terdapat penelitian-penelitian lain yang terkait. Namun dari berbagai penelusuran dan telaah pustaka diatas belum dijumpai secara spesifik penelitian yang membahas tentang perkiraan gerhana Matahari dengan menggunakan *Volvelle Inovasi S-QUAD* karya Ehsan Hidayat.

¹⁸ Ehsan Hidayat, “Analisis Pola Gerhana Matahari Dari Kriteria Lintang Bulan (F), Gamma (y), Dan Magnitudo (U)”, Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2017)

F. Metode Penulisan

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian kepastakaan (*library research*) yaitu suatu penelitian yang dilakukan dengan teknik analisis dokumen, analisis catatan historis, dan analisis buku serta menelaah bahan pustaka.¹⁹ Metode yang dilakukan oleh penulis dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Metode kualitatif adalah sebuah penelitian yang berfokus pada aspek kualitas atau karakteristik utama dari suatu objek, baik berupa barang atau jasa.²⁰ Kemudian penulis menggunakan pendekatan astronomis untuk mengetahui sifat dan karakter khas objek yang diteliti sehingga dapat diketahui bagaimana carakerja, metode perhitungan, serta tingkat keakuratan *Volvelle Inovasi S-QUAD* karya Ehsan Hidayat dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari.

2. Sumber Data

a. Sumber Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumber data yang di kumpulkan berkaitan dengan objek penelitian yang dikaji.²¹ Data primer dalam penelitian ini adalah instrument *Volvelle Inovasi S-QUAD* karya

¹⁹ A. Muri Yusuf, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan Penelitian Gabungan Edisi Pertama* (Jakarta: Kencana, 2017).

²⁰ Dja'man Satori & Aan Qomariyah, *Metodologi Penelitian Kualitatif, Bandung: Alfabeta* (Bandung: Alfabeta, 2013), 22.

²¹ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian* (Yogyakarta: Pustaka Belajar, 2004), 39.

Ehsan Hidayat, dan buku panduan atau modul seri ke tujuh *Volvelle Inovasi S-QUAD*.

b. Sumber Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang telah ada sebelumnya dan digunakan oleh peneliti untuk keperluan penelitian, data aslinya tidak diambil peneliti tetapi oleh pihak lain.²² Data sekunder dalam penelitian ini penulis ambil dari hasil wawancara dengan narasumber Ehsan Hidayat selaku innovator instrument *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari, data NASA, buku-buku falak, astronomi, ensiklopedi, artikel-artikel, dokumen-dokumen ataupun laporan hasil penelitian yang berkaitan dengan objek penelitian.

3. Metode Pengumpulan Data

a. Metode Dokumentasi

Adapun dokumentasi dalam penelitian ini yaitu instrumen *Volvelle Inovasi S-QUAD*, modul atau buku panduan seri ke tujuh *Volvelle Inovasi S-QUAD* serta dokumen-dokumen, buku-buku, yang membahas mengenai gerhana Matahari, artikel-artikel, makalah-makalah yang membahas dengan tentang permasalahan yang ada di dalam penelitian ini.

b. Metode Wawancara

Peneliti menggunakan teknik wawancara dalam mengumpulkan data. Yakni peneliti berkomunikasi melalui percakapan oleh dua pihak Pewawancara mengajukan pertanyaan dan

²² Eko Murdiyanto, *Metode Penelitian Kualitatif* (Yogyakarta: LP2M Universitas Pembangunan Nasional “Veteran,” 2020), 101.

Narasumber memberikan jawaban atas pertanyaan tersebut.²³ Menurut Narasumber wawancara dalam penelitian ini adalah Ehsan Hidayat selaku innovator instrument *Volvelle Inovasi S-QUAD*. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data yang tidak bisa diperoleh dari studi literatur terkait *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari.

4. Metode Analisis Data

Analisis data adalah proses pengolahan, penyajian, interpretasi dan analisis data yang diperoleh dari lapangan, dengan tujuan agar data yang disajikan mempunyai makna²⁴. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan analisis isi (*content analysis*) dengan teknik deskriptif. Hal ini bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai metode, data primer serta fenomena yang diselidiki.²⁵

Penulis juga menggunakan analisis komparatif, yang mana dalam hal ini penulis mengkomparasikan instrument *Volvelle Inovasi S-QUAD* dengan data NASA. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memperkirakan terjadinya gerhana matahari.

²³ Eko Murdiyanto, *Metode Penelitian Kualitatif*, hlm.59.

²⁴ Nanang Martono, *Metode Penelitian Kuantitatif* (Jakarta: Rajawali Press, 2012), 143.

²⁵ Winarno Surakhmad, *Pengantar Penelitian Ilmiah: Dasar, Metode, Dan Teknik* (Bandung: Tarsito, 1985), 139-141.

G. Sistematika penulisan

Secara umum, skripsi hasil penelitian ini disusun dalam 5 Bab, dimana setiap babnya terdiri dari sub-sub bagian yang membahas teori, data hasil penelitian, serta analisis yang dilakukan oleh penulis. Adapun sistematika penulisan skripsi ini sebagai berikut:

Bab pertama adalah pendahuluan. Bab ini berisi mengenai penelitian yang meliputi uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, telaah pustaka, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab kedua adalah landasan teori yang meliputi pengertian, dasar hukum, macam-macam, dan metode penentuan gerhana Matahari.

Bab ketiga adalah pembahasan *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari. Dalam bab ketiga ini akan dipaparkan mengenai profil intelektual Ehsan Hidayat, sejarah perkembangan dan rancang bangun *Volvelle Inovasi S-QUAD*, dan algoritma penggunaan instrumen *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari.

Bab keempat adalah analisis. Dalam Bab keempat ini berisi analisis algoritma instrumen *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari serta analisis keakuratan *Volvelle Inovasi S-QUAD* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari.

Bab kelima adalah penutup. Bab kelima ini merupakan kesimpulan dari hasil pemahaman, penelitian serta pengkajian terhadap pokok permasalahan, saran, dan penutup.

BAB II

KAJIAN UMUM GERHANA

A. Pengertian Gerhana

Gerhana dalam bahasa Inggris disebut dengan *eclipse*. *Eclipse* merupakan fenomena alam yang terjadi karena suatu benda langit tidak terlihat disebabkan terhalang oleh benda langit lainnya.²⁶ Istilah ini dipergunakan secara umum baik untuk gerhana Matahari maupun gerhana Bulan. Terdapat dua istilah *eclipse* dalam penyebutannya yaitu, *eclipse of the moon/lunar eclipse* untuk gerhana Bulan dan *eclipse of the sun/solar eclipse* untuk penyebutan gerhana Matahari.²⁷ *Eclipse of the moon* adalah suatu kondisi dimana Bumi melintas di antara Bulan dan Matahari, sehingga Bulan terlihat sebagian atau bahkan tertutup seluruhnya. Sedangkan *eclipse of the sun* adalah suatu kondisi dimana bulan sedang melintas di antara Matahari dan Bumi, sehingga Matahari tidak terlihat utuh atau bahkan tertutup sempurna.²⁸

Sedangkan dalam Bahasa Arab Gerhana disebut dengan *khusūf* atau *kusūf*. Kedua kata tersebut digunakan baik untuk gerhana Bulan ataupun gerhana Matahari. Istilah *khusūf* biasa dikenal untuk penyebutan gerhana Bulan dan kata *kusūf* lebih dikenal dalam penyebutan gerhana Matahari. *Khusūf* memiliki arti memasuki, yang mana menggambarkan fenomena alam Bulan memasuki bayangan Bumi sehingga terjadi gerhana Bulan.

²⁶ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005).

²⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2012).

²⁸ Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana* (Malang: CV. Madza Media, 2020).

Sedangkan *Kusūf* memiliki arti menutupi, yang berarti jika dilihat dari Bumi Bulan menutupi Matahari.²⁹

Gerhana berdasarkan sudut pandang ilmu astronomi adalah fenomena yang terjadi karena gerak revolusi Bulan yang mengelilingi Bumi. Gerak Bulan ini membentuk lintasan yang tidak sejajar dengan bidang lintasan Bumi, sehingga membentuk sudut yang nilainya bervariasi antara $4^{\circ} 27'$ hingga $5^{\circ} 20'$ dengan rata-rata sudut sebesar $5^{\circ} 8'$. Perpotongan antara orbit Bulan dan bidang ekliptika bumi menghasilkan dua titik yang disebut dengan titik simpul, yaitu simpul atas atau *ascending node* dan simpul bawah atau *descending node*.³⁰

Pada dasarnya terjadinya gerhana sangat berkaitan dengan pergerakan Bumi, Bulan, dan Matahari terutama terhadap revolusi Bumi. Ketika gerhana terjadi, Bumi atau Bulan menghasilkan bayangan akibat terhalangnya cahaya Matahari, yang terbagi menjadi dua zona utama yaitu bayangan umbra atau bayangan yang sangat gelap dan bayangan penumbra atau bayangan palsu.³¹ Struktur bayangan ini akan menentukan jenis gerhana yang akan terjadi.

Gerhana matahari berlangsung saat fase bulan baru (*new moon*), yaitu ketika terjadi konjungsi atau *ijtimak* antara Matahari dan Bulan. Sebaliknya gerhana Bulan terjadi ketika Bulan berada pada fase purnama (*full moon*), yaitu saat terjadi oposisi atau *istiqbal*. Sedangkan saat gerhana Bulan terjadi, posisi Bulan berada pada suatu titik dan posisi Matahari berada pada bujur astronomis

²⁹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008), 187.

³⁰ Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana*. 21.

³¹ Arwin Juli Rakhmadi Butar Butar, *Pengantar Ilmu Falak; Teori, Praktik, Dan Fikih* (Depok: Rajawali press, 2018).104.

180⁰ dari bulan atau berlawanan dengan posisi Bulan. Meskipun fenomena gerhana bertepatan dengan konjungsi atau oposisi, gerhana tidak terjadi setiap bulan pada konjungsi atau oposisi.

B. Dasar Hukum Gerhana

Dasar hukum yang terkait dengan gerhana Matahari dan Bulan, dibedakan menjadi dua. *Pertama*, dasar hukum yang berkaitan dengan proses terjadinya fenomena gerhana secara astronominya. *Kedua*, ibadah yang berkaitan dengan terjadinya peristiwa gerhana.

Al Qur'an dan hadits tidak menjelaskan secara jelas dalil yang menerangkan proses terjadinya fenomena gerhana. Yang ada adalah dalil-dalil yang mengisyaratkan tentang ibadah apa saja yang harus dilakukan ketika terjadi peristiwa gerhana. Namun, dengan proses terjadinya fenomena gerhana matahari dan Bulan, kita bisa mengambil dalil yang bersifat umum dari al-Qur'an atau Hadits Nabi SAW. Berikut dalil-dalil umum yang berhubungan dengan gerhana:

1. Dalil al-Qur'an

a. QS. al-An'am ayat 96

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ

حُسْبَانًا ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (٩٦)

“Dia yang menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, serta (menjadikan) matahari dan bulan untuk perhitungan. Itulah ketetapan Allah Yang Maha

Perkasa lagi Maha Mengetahui.”³² (Q.S. 6 [al-An’am]: 96)

Ayat diatas menerangkan bahwa Allah berkuasa atas benda-benda di langit. Dalam *tafsir Muyassar* dijelaskan bahwa Allah menyingsingkan pagi supaya setiap makhluk dapat bergerak bebas, kemudian menjadikan adanya malam sebagai waktu untuk beristirahat. Allah jua menjadikan matahari dan bulan berjalan pada porosnya dengan hitungan yang stabil dan ketelitian pada porosnya dengan hitungan yang stabil dan ketelitian yang sempurna pada waktu-waktu yang diketahui dan masa-masa yang di tentukan.³³ Perputaran antara keduanya yang saling bergantin menjadi penyebab adanya gelap dan terang sehingga terjadilah malam dan siang, hal ini juga bertujuan sebagai perhitungan waktu.³⁴

Kata *husbānan* yang diambil dari kata *hisab* memiliki arti perhitungan, dengan adanya penambahan huruf *alif* dan *nun* dalam kata tersebut memberikan makna kesempurnaan dan ketelitian sehingga kata tersebut diartikan sebagai perhitungan yang sempurna dan teliti.³⁵ Sebagian ulama menafsirkan sebagian dari ayat ini bermakna perputaran Matahari dab Bumi

³² Kementerian Agama RI, *Al-Qur’an Dan Terjemahnya* (solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2015).

³³ Tim Qisthi Press, *Tafsir Muyassar* (Jakarta: Qisthi Press, 2007), 616.

³⁴ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah Vol-4* (Jakarta: Lentera Hati, 2002), Cet III, 210.

³⁵ Abu Abdullah Muhammad bin Ahmad bin Abu Bakr al-Qurthubi, *Tafsir Al-Qurṭubī*, jilid 7, 116.

terlaksana dalam perhitungan yang teliti. Peredaran benda-benda langit yang sedemikian konsisten, teliti dan pasti maka tidak akan mengakibatkan terjadinya tabrakan antara planet-planet, dengan begitu dapat diukur pula fenomena alam semisal kapan terjadinya gerhana dapat kita ketahui jauh sebelum gerhana itu terjadi.³⁶

Ulama lain mengartikan ayat diatas bahwa Allah menetapkan peredaran Matahari dan Bulan untuk dijadikan alat dalam melakukan perhitungan waktu, baik tahun, bulan, minggu, hari, bahkan menit dan detik. Bulan tampak bersinar di langit malam dengan memantulkan cahaya dari Matahari ke Bumi. Sehingga tampak terang permukaannya dan bentuk sinar yang dipantulkan berbeda-beda setiap harinya. Pada fase pertama, ketika posisi Bulan berada diantara Matahari dan Bumi, sehingga Bulan menyusut dan akan terlihat sebagian kecil cahaya tipis yang tampak membentuk wujud bulan sabit. Seiring waktu, bagian yang diterangi semakin luas hingga mencapai fase bulan purnama, yaitu ketika Bulan berada berseberangan dengan Matahari dan bumi berada di tengah-tengah keduanya. Setelah itu, cahaya Bulan secara bertahap kembali menyusut hingga kembali menjadi sabit yang menua, dikenal sebagai sabit tua. Siklus ini berlangsung secara berulang dan menjadi dasar dalam penetapan kalender Hijriah atau kamariah, dimana satu putaran lengkap fase-fase bulan dijadikan satu bulan dalam sistem penanggalan tersebut. Dari

³⁶ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah Vol-4*, 210.

fenomena ini manusia belajar memahami dan menghitung perjalanan waktu berdasarkan bulan. Sementara itu, pergerakan Matahari menjadi acuan dalam menghitung hari dan tahun. Dengan demikian, alam semesta, melalui keteraturan peredaran benda langit, mengajarkan manusia sistem perhitungan waktu mendalam dan bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.³⁷

b. QS. Yasin ayat 38-40

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا ۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

(٣٨) وَالْقَمَرَ قَدْرُزُهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ

(٣٩) لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ

سَابِقُ النَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (٤٠)

*“Dan Matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan yang Maha Perkasa, Maha Mengetahui. Dan telah kami tetapkan tempat peredaran bagi Bulan sehingga (setelah dia sampai ke tempat peredaran yang terakhir) kembalilah ia seperti bentuk tandan yang tua. Tidaklah mungkin bagi Matahari mengejar Bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.”*³⁸(Q.S. 36 [Yāsīn]: 38-40)

Ayat-ayat ini menjelaskan tentang pergerakan bulan dan Matahari. Ibnu Katsir dalam tafsirnya menjelaskan. Ibnu Katsir dalam tafsirnya

³⁷ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Mishbah*, vol. 4, 210.

³⁸ Kementrian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*.

menjelaskan yang dimaksud *limustaqarril lahā* memiliki 2 pengertian. Pengertian yang pertama maksud dari pada tempat peredarannya adalah dibawah *arsy*. Dimanapun Matahari beredar, maka dia akan selalu berada dibawah *arsy*. Apabila posisi Matahari berada di langit di pertengahan siang, maka ia lebih dekat dengan *arsy* dan posisi Matahari yang berada lebih jauh dari *arsy* yaitu pada waktu pertengahan malam. Sedangkan pengertian yang kedua yang di maksud tempat peredaran adalah waktu akhir perjalanannya, atau hari kiamat.³⁹

Dalam penafsirannya, Ibnu Katsir menjelaskan bahwa Allah membedakan antara Matahari dan Bulan, di mana Matahari memancarkan cahaya sendiri (bersinar), sedangkan Bulan hanya memantulkan cahaya (bercahaya). Setiap hari, Matahari terbit dan terbenam dengan intensitas cahaya yang konstan, namun posisi terbit dan terbenamnya mengalami pergeseran yang dipengaruhi oleh perubahan musim. Pada musim panas, durasi penyinaran Matahari lebih panjang sehingga waktu siang menjadi lebih lama dibandingkan malam. Sebaliknya, pada musim dingin, durasi penyinaran menjadi lebih singkat, yang menyebabkan malam lebih panjang. Sementara itu, Allah telah menetapkan lintasan peredaran Bulan. Pada awal bulan kamariyah, Bulan terbit pada malam hari dengan cahaya yang masih redup. Seiring

³⁹ Ahmad Syakir, *Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir* (Jakarta Timur: Darus Sunnah press, 2012), 550-552.

berjalannya waktu, intensitas cahaya Bulan bertambah hingga mencapai puncaknya sekitar tanggal empat belas, yang ditandai dengan fase purnama. Setelah itu, intensitas cahaya Bulan berangsur-angsur menurun hingga akhir bulan, di mana bentuknya menyerupai tandan kurma yang tua (hilal akhir).⁴⁰

Pada penafsiran ayat selanjutnya dijelaskan bahwa antara Matahari dengan Bulan memiliki batasan yang tidak mungkin dapat dilewati, dimana apabila kekuasaan Matahari datang maka kekuasaan Bulan pergi begitupun sebaliknya. Imam Mujtahid menjelaskan makna dari ungkapan “*dan malam pun tidak dapat mendahului siang*” sebagai gambaran bahwa malam dan siang berlangsung secara berkesinambungan tanpa adanya jeda atau sela waktu di antara keduanya. Keduanya saling menyusul secara teratur, menunjukkan keteraturan dan ketundukan terhadap hukum alam yang telah ditetapkan oleh Sang Pencipta. Sementara itu, para mufasir seperti Abbas, Ikrimah, dan Qatadah menafsirkan pernyataan “*masing-masing beredar pada garis edarnya*” sebagai penegasan bahwa matahari, bulan, siang, dan malam masing-masing memiliki orbit atau lintasan peredaran tersendiri di langit. Mereka bergerak secara teratur sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.⁴¹

⁴⁰ Ahmad Syakir. *Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir*, 554.

⁴¹ Ahmad Syakir. *Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir*, 555.

2. Dalil hadits

Hadits Riwayat Imam Bukhari r.a:

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مُحَمَّدٍ قَالَ حَدَّثَنَا هَاشِمُ بْنُ الْقَاسِمِ قَالَ
حَدَّثَنَا شَيْبَانُ أَبُو مُعَاوِيَةَ عَنْ زِيَادِ بْنِ عِلَاقَةَ عَنْ الْمُغِيرَةِ بْنِ
شُعْبَةَ قَالَ كَسَفَتْ الشَّمْسُ عَلَى عَهْدِ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ
عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَوْمَ مَاتَ إِبْرَاهِيمَ فَقَالَ النَّاسُ كَسَفَتْ الشَّمْسُ
لِمَوْتِ إِبْرَاهِيمَ فَقَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ
الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ فَإِذَا
رَأَيْتُمْ فَصَلُّوا وَادْعُوا اللَّهَ

“Telah menceritakan kepada kami ‘Abdullah bin Muhammad, ia berkata: telah menceritakan kepada kami Hasyim bin al-Qasim, ia berkata: telah menceritakan kepada kami Syaiban Abu Mu’awiyah, dari Ziyad bin ‘Illaqoh dari al-Mughiroh bin Syu’bah berkata: “Pada masa Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam pernah terjadi gerhana matahari, yaitu di hari meninggalnya putera beliau, Ibrahim.” Orang-orang lalu berkata: “Gerhana matahari ini terjadi karena meninggalnya Ibrahim!” Maka Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam pun bersabda: “Sesungguhnya matahari dan bulan tidak akan mengalami gerhana disebabkan karena mati atau hidupnya seseorang. Jika kalian melihat gerhana,

maka shalat dan bordoalah kalian kepada Allah.”
(H.R. Bukhari I: No. 1043)⁴²

Hadits ini menceritakan tentang keadaan orang jahiliyah pada zaman dahulu, mereka meyakini bahwa peristiwa terjadinya gerhana itu disebabkan oleh perubahan di muka bumi, seperti kematian seseorang atau hal-hal yang tidak diinginkan (*mudharat*). Oleh sebab itu hal ini Rasulullah SAW memberitahukan bahwa hal itu merupakan keyakinan yang batil. Karena sesungguhnya Matahari dan Bulan tanda-tanda kebesaran Allah dan keduanya merupakan ciptaan yang tunduk kepada Allah. Matahari maupun Bulan tidak memiliki kekuasaan atas makhluk lain dan tidak pula memiliki kekuatan menolak *kemudharatan* dari diri mereka sendiri. Hal ini dijelaskan dalam kitab *fathul Bari*.⁴³

Gerhana terjadi bukan disebabkan oleh kematian atau kelahiran seseorang, tidak juga karena akan datangnya peristiwa bencana dan lainnya. Tetapi, gerhana terjadi semata-mata menjadi bagian dari sunnah kauniah dan ketetapan Allah yang merupakan wujud dari ayat-ayat Allah di alam semesta.⁴⁴

C. Macam-Macam Gerhana

Gerhana merupakan fenomena alam yang terjadi ketika suatu benda langit menutupi benda langit lainnya. Dalam konteks Bumi, gerhana yang umum terjadi adalah

⁴² Abi Abdillah Muhammad bin Ismail al-Bukhori, *Shahih Al-Bukhari* (Beirut: Dar Ibnu Katsir, 2002), 253.

⁴³ Gazirah bdi Ummah, *Terjemah Fathul Baari Syarah: Sahih Bukhari/Ibnu Hajar Al Asqalani* (Jakarta: Pustaka Azzam, Jilid 6, 2002), 8.

⁴⁴ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, 1st ed. (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015).

gerhana Bulan dan gerhana Matahari. Berikut penjelasan macam-macam gerhana secara umum:

a. Gerhana Bulan

Gerhana Bulan terjadi ketika posisi Bulan melewati atau berada dalam bayangan Bumi (umbra Bumi)⁴⁵ dan terjadi hanya pada saat oposisi (*istiqbal*) dengan Matahari atau pada saat bulan purnama, yaitu ketika bujur astronomisnya berbeda 180^0 atau deklinasi yang dimiliki harga mutlak yang hampir sama. Bayangan Bumi saat terjadi gerhana terbagi menjadi dua bagian, yaitu bayangan inti (umbra atau *Zil al-Hakiki*) dan bayangan samar (penumbra atau *Zil Asy-Syibhi*). Saat gerhana Bulan terjadi, ukuran bayangan Bumi yang mengenai Bulan jauh lebih besar dibandingkan bayangan Bulan saat menutupi Matahari dalam gerhana Matahari. Perbedaan ukuran bayangan ini berdampak langsung pada lamanya durasi gerhana. Karena bayangan Bumi lebih luas, maka gerhana Bulan khususnya gerhana total cenderung berlangsung lebih lama dibandingkan dengan gerhana Matahari.⁴⁶ Saat Bulan melewati bayangan Bumi, ada beberapa kemungkinan gerhana yang dapat terjadi, sebagaimana penjelasan berikut:

1. Gerhana Bulan Total

Gerhana Bulan total terjadi ketika Bumi, Bulan dan Matahari berada pada satu garis lurus dan seluruh piringan Bulan berada didalam bayangan inti Bumi atau umbra Bumi, pada saat inilah

⁴⁵ slamet hambali, *Pengantar Ilmu Falak Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta* (Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012).

⁴⁶ Abu Sabda, *Ilmu Falak Rumusan Syar'i Dan Astronomi Seri 2* (Bandung: Persis Pers, 2019), 129.

terjadinya fase gerhana maksimum.⁴⁷ Pada saat terjadinya gerhana Bulan total, warna Bulan tidak sepenuhnya gelap total, hal ini karena cahaya Matahari masih dapat mencapai ke permukaan Bumi oleh refraksi atmosfer Bumi.⁴⁸

Gerhana Bulan total dapat berlangsung hingga lebih dari 1 jam 47 menit pada puncaknya. Dalam prosesnya, terdapat empat fase penting atau kontak yang menandai jalannya gerhana. Kontak pertama terjadi ketika Bulan mulai memasuki bayangan inti Bumi (umbra), yang menandai dimulainya gerhana. Kontak kedua terjadi saat seluruh permukaan Bulan telah berada di dalam umbra, dan pada fase inilah gerhana Bulan total benar-benar terjadi. Selanjutnya, kontak ketiga terjadi ketika Bulan mulai meninggalkan bayangan inti Bumi, yang menandai berakhirnya fase total. Terakhir, kontak keempat adalah saat seluruh bagian Bulan sepenuhnya keluar dari umbra, sehingga gerhana Bulan total dinyatakan selesai.⁴⁹

2. Gerhana Bulan Sebagian

Gerhana Bulan sebagian, yang juga dikenal sebagai gerhana parsial atau *badhi*, terjadi ketika Matahari, Bumi, dan Bulan tidak berada dalam satu garis lurus sempurna, sehingga hanya sebagian permukaan Bulan yang masuk ke dalam bayangan inti (umbra) Bumi.⁵⁰ Akibatnya, hanya

⁴⁷ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 190.

⁴⁸ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 108.

⁴⁹ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 191-192.

⁵⁰ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 191-192.

bagian Bulan yang berada dalam umbra yang tampak gelap, sementara sisanya tetap terang. Dalam fenomena ini, terdapat dua fase utama atau kontak. Kontak pertama terjadi ketika sebagian Bulan mulai memasuki bayangan inti Bumi, yang menjadi tanda awal terjadinya gerhana sebagian. Kemudian, kontak kedua terjadi saat Bulan sepenuhnya keluar dari bayangan tersebut, menandakan bahwa gerhana Bulan sebagian telah berakhir. Peristiwa ini menunjukkan dinamika langit yang dapat diamati langsung dengan mata telanjang dan memberikan wawasan menarik tentang pergerakan benda-benda langit.⁵¹

3. Gerhana Bulan Penumbra

Gerhana Bulan penumbra terjadi ketika Bulan hanya melintas melalui bayangan penumbra Bumi, tanpa memasuki bayangan inti atau umbra. Dalam kondisi ini, seluruh atau sebagian permukaan Bulan berada di area bayangan samar (penumbra), sehingga Bulan tetap tampak dari Bumi, meskipun terlihat lebih redup daripada biasanya.⁵² Gerhana jenis ini baru dapat teramati dengan cukup jelas jika magnitudo gerhana melebihi 0,7.⁵³ Karena perubahan kecerahan Bulan pada fase penumbra cenderung halus dan sulit dikenali tanpa alatbantu.

Gerhana Bulan total dan sebagian dapat disaksikan secara langsung dengan mata telanjang,

⁵¹ Sayful Mujab, “Gerhana: Antara Mitos, Sains Dan Islam,” *Yudisia* 5 (2014): 84–100.

⁵² slamet hambali, *Pengantar Ilmu Falak Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, 233.

⁵³ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 108.

sehingga disebut juga sebagai gerhana syar'i. Istilah ini digunakan karena kedua jenis gerhana tersebut memiliki kaitan dengan ajaran syariat, di mana umat Islam dianjurkan untuk bertakbir, melaksanakan salat gerhana, memperbanyak istigfar, dan bersedekah, sebagaimana dicontohkan dan dianjurkan oleh Rasulullah SAW ketika menyaksikan peristiwa tersebut. Sementara itu, gerhana Bulan penumbra lebih sulit dikenali secara kasat mata karena perubahan cahayanya sangat tipis, kurang dari 1%, sehingga tampak hampir seperti Bulan purnama biasa. Oleh karena itu, pada saat terjadi gerhana penumbra, tidak disyariatkan untuk melaksanakan ibadah khusus sebagaimana pada gerhana Bulan total dan sebagian. Fenomena ini lebih bersifat astronomis daripada bernilai ibadah dalam konteks hukum Islam.⁵⁴

b. Gerhana Matahari

Gerhana Matahari terjadi ketika konjungsi atau *ijtimak*. Yaitu ketika Bulan dan Matahari berada dalam salah satu titik simpul atau di dekatnya. Pada posisi ini kedudukan Bulan berada diantara Bumi dan Matahari, sehingga cahaya Matahari tertutupi oleh Bulan. Meskipun ukuran Bulan jauh lebih kecil dibandingkan Matahari, kedekatannya dengan Bumi sekitar 384.400 km membuat bayangannya cukup menghalangi cahaya Matahari sepenuhnya yang jaraknya sekitar 149.680.000 km dari Bumi.⁵⁵ Gerhana Matahari terjadi ketika Bulan berada tepat di antara Matahari dan

⁵⁴ Muhammad Farid Azmi, "Prediksi Pergerakan Bayangan Bumi Saat Terjadi Gerhana Bulan Menggunakan Ephemeris Hisab Rukyat," *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 2 (2018).

⁵⁵ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 113.

Bumi. Pada posisi ini, cahaya Matahari yang seharusnya mencapai Bumi tertutupi oleh Bulan, sehingga terbentuk bayangan yang jatuh ke permukaan Bumi. Karena ukuran Matahari jauh lebih besar daripada Bulan, bayangan yang dihasilkan berbentuk kerucut. Namun, bayangan ini hanya mengenai sebagian kecil wilayah Bumi, sehingga tidak semua daerah dapat menyaksikan gerhana. Hanya tempat-tempat yang berada di jalur bayangan Bulan saja yang bisa melihat peristiwa tersebut secara langsung.⁵⁶

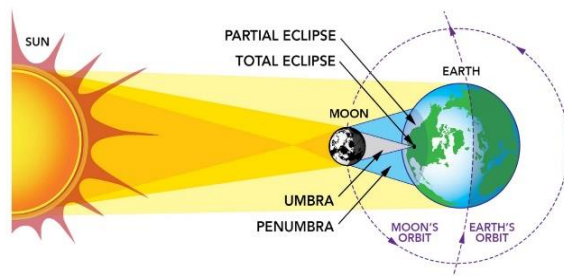
Gerhana Matahari dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu: *pertama*, gerhana Matahari total atau sempurna terjadi ketika posisi Bulan dengan Bumi berada pada jarak yang dekat (*perigee*, bahasa Yunani peri: Dekat dan Go: Bumi)⁵⁷, sehingga bayangan kerucut (*umbra*) Bulan menjadi panjang dan dapat menyentuh permukaan Bumi, serta Bumi-Bulan_Matahari pada satu garis lurus.

Kedua Gerhana Matahari cincin terjadi ketika piringan Bulan tidak sepenuhnya menutupi piringan Matahari pada puncak gerhana. Gerhana ini biasanya terjadi saat Bulan berada pada jarak terjauhnya dari Bumi, sehingga tampak lebih kecil dari Matahari. Karena ukuran sudut Bulan lebih kecil, bagian tepi Matahari tetap terlihat mengelilingi Bulan, membentuk cincin cahaya yang terang di sekelilingnya. Inilah yang menyebabkan gerhana ini disebut sebagai gerhana Matahari cincin.

⁵⁶ Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana*, 21-22.

⁵⁷ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrumen Volvele Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana” (UIN Walisongo Semarang, 2019).

Ketiga Gerhana Matahari sebagian terjadi ketika hanya sebagian cahaya Matahari yang terhalang oleh Bulan saat mencapai Bumi. Pada fase puncaknya, Bulan hanya menutupi sebagian dari piringan Matahari, sehingga bagian lainnya tetap terlihat. Dalam jenis gerhana ini, piringan Matahari tidak tertutup sepenuhnya oleh Bulan, sehingga pengamat hanya akan melihat sebagian Matahari yang tampak seperti tergigit. Secara geometri ketiga gerhana diatas bisa dilihat dalam gambar berikut.



Gambar 2. 1 Macam-macam gerhana Matahari (Sumber: <https://mynasadata.larc.nasa.gov>)

Namun, bila ditinjau secara global, ada 6 tipe gerhana Matahari yaitu:

- 1) Gerhana tipe P, yang dikenal juga sebagai gerhana sebagian (*kusūf al-juz'ī* atau *partial eclipse*), merupakan jenis gerhana di mana hanya sebagian bayangan umbra Bulan jatuh ke permukaan Bumi. Di wilayah yang berada dalam cakupan bayangan ini, pengamat akan melihat Bulan menutupi hanya sebagian dari piringan Matahari, sehingga Matahari tampak tidak sepenuhnya tertutup.

- 2) Gerhana tipe T, atau yang dikenal sebagai gerhana total (*kusūf al-kullī* atau *total eclipse*), terjadi ketika sumbu bayangan Bulan jatuh tepat mengenai permukaan Bumi. Jenis gerhana ini juga sering disebut sebagai central line karena garis tersebut menghubungkan pusat piringan Bulan dengan pusat piringan Matahari. Di wilayah yang berada dalam jalur ini, seluruh piringan Matahari akan tertutupi oleh Bulan, sehingga pengamat akan menyaksikan gerhana secara total.
- 3) Gerhana tipe A, atau dikenal sebagai gerhana cincin (*kusūf al-ḥalqī* atau *annular eclipse*), merupakan jenis gerhana sentral di mana perpanjangan bayangan umbra Bulan yang disebut antumbra mengenai permukaan Bumi. Di wilayah yang mengalami gerhana ini, pengamat akan melihat piringan Bulan berada tepat di tengah piringan Matahari, namun karena ukuran sudut Bulan lebih kecil, bagian tepi Matahari tetap tampak bercahaya, membentuk cincin terang di sekeliling Bulan.
- 4) Gerhana tipe A-T, yang dikenal sebagai gerhana hibrida (*al-ḥajinī* atau *annular-total eclipse*), merupakan jenis gerhana sentral yang merupakan perpaduan antara gerhana Matahari total dan gerhana cincin. Dalam peristiwa ini, sebagian wilayah di Bumi akan melihat gerhana sebagai gerhana total, sementara wilayah lainnya akan melihatnya sebagai gerhana cincin. Fenomena ini terjadi karena pada puncak gerhana, bayangan Bulan menyentuh permukaan Bumi yang melengkung. Di daerah dengan ketinggian

tertentu, bayangan inti (umbra) dapat mencapai permukaan sehingga tampak sebagai gerhana total. Sementara itu, di bagian barat dan timur, yang permukaannya lebih rendah, hanya bayangan antumbra yang sampai, sehingga gerhana tampak sebagai gerhana cincin.

- 5) Gerhana tipe T, atau dikenal sebagai gerhana Matahari total *non-sentral*, yaitu gerhana di mana hanya sebagian bayangan umbra Bulan menyentuh permukaan Bumi, biasanya di wilayah sekitar kutub. Pada gerhana ini, sumbu bayangan umbra tidak mengenai permukaan Bumi secara langsung, sehingga tidak termasuk dalam kategori gerhana sentral.
- 6) Gerhana tipe A, atau dikenal sebagai gerhana Matahari cincin *non-sentral*, adalah jenis gerhana di mana hanya sebagian dari perpanjangan bayangan umbra Bulan (antumbra) menyentuh permukaan Bumi, umumnya di wilayah sekitar kutub. Pada gerhana ini, sumbu bayangan tidak mengenai permukaan Bumi secara langsung, sehingga tidak termasuk dalam kategori gerhana sentral, meskipun tetap terlihat sebagai gerhana cincin di area tertentu.⁵⁸

Gerhana Matahari dapat diprediksi karena terjadi dalam pola yang berulang. Salah satu siklus yang umum digunakan untuk memperkirakan kemunculan gerhana adalah siklus Saros. Siklus ini menunjukkan bahwa gerhana Matahari dengan karakteristik serupa

⁵⁸ Abu Sabda, *Ilmu Falak Rumusan Syar'i Dan Astronomi Seri 2*, 127-128.

akan kembali terjadi setiap 6585,32 hari, atau sekitar 18 tahun, 11 hari, dan 8 jam. Rentang waktu ini merupakan hasil dari kombinasi tiga periode peredaran Bulan, yaitu periode sinodis (fase Bulan), drakonis (lintasan terhadap simpul orbit), dan anomalis (jarak terhadap Bumi).⁵⁹

Terdapat beberapa fakta penting yang perlu diketahui. Pertama, ketika membahas jumlah gerhana baik gerhana Bulan maupun gerhana Matahari yang dimaksud adalah jumlah gerhana yang terjadi secara global di seluruh permukaan Bumi, bukan hanya yang terlihat di suatu wilayah atau negara tertentu. Kemudian yang di maksud 1 tahun adalah dari tanggal 1 Januari hingga 31 Desember. 1 tahun bisa juga didefinisikan sebagai rentang 365 hari yang tidak selalu dimulai dari 1 Januari. Misalnya, satu tahun bisa dihitung dari 30 Juli 1916 hingga 29 Juli 1917.⁶⁰

D. Algoritma Perhitungan Gerhana Matahari

Terdapat beberapa metode dalam penentuan gerhana Matahari, salah satunya yaitu menentukan gerhana Matahari dengan metode algoritma Jean Meeus. Adapun langkah-langkah yang harus disiapkan dalam menentukan gerhana Matahari dengan menggunakan metode algoritma Jean Meeus dalam bukunya *Astronomical Algorithms* adalah sebagai berikut:

1. Menghitung K ⁶¹

$$k = (\text{tahun} - 2000) \times 12,3685$$

untuk mengetahui nilai k digunakan rumus

⁵⁹ Alfani Maghfuri, *Algoritma Gerhana*, 24-25

⁶⁰ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada, 2012), 128.

⁶¹ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms* (Virginia, 1991), 320.

pendekatan. Tahun yang digunakan dalam rumus tersebut merupakan tanggal yang dinyatakan dalam tahun. Nilai interger k menyatakan new moon. Jika ingin menghitung:

- First Quarter maka $k + 0,25$
- Full Moon $k + 0,5$
- Last Quarter $k + 0,75$

Apabila dirumuskan maka:

$$K = \text{INT}(((\text{TAHUN} + \text{BULAN}/12) - 2000) \times 12,3645)$$

2. Menghitung *Julian Day Ephemeris* (JDE)

JDE merupakan waktu terjadinya *new moon* (yang akan dicari) yang dinyatakan dalam *Julian Day* dalam waktu ephemeris (ET) atau waktu dinamik (DT).

$$T = K/1236,85$$

$$\text{JDE}^{93} = 2451550,09765 + 29,530588853 \times k + 0,0001337 \times T^2 - 0,000000150 \times T^3 + 0,00000000073 \times T^4$$

3. Menghitung *Sun's Mean Anomaly* (M)⁹⁴

$$\text{Rumusnya: } M = 2,5534 + 29,1053569 \times k - 0,00000011 \times T^3$$

Hasil nilai M menggunakan satuan derajat sehingga harus dirubah kedalam satuan radian caranya dengan merubah bilangan derajat menjadi antara $0^\circ - 360^\circ$ kemudian dirubah ke satuan radian dengan rumus: nilai radian = $M \times \pi/180$.

Apabila hasil M negatif maka cara mencarinya adalah dengan mencari kelipatan dari 360 yang mendekati nilai M yang lebih besar. Dengan mengurangkan nilai M yang lebih besar dengan hasil nilai M yang negative hasilnya baru dimasukkan kedalam rumus.

4. Menghitung *Moon's Mean Anomaly* (M')

$$\text{Rumusnya } M' = 201,5643 + 385,81693528 \times k + 0,0107438 \times T^2 + 0,00001239 \times T^3 - 0,000000058 \times T^4$$

Apabila hasil M' negatif maka cara adalah sama

seperti yang sebelumnya.

5. Menghitung Argumen Lintang Bulan (F)
Rumusnya: $F = 160,7108 + 390,67050274 \times k - 0,0016341 \times T^2 - 0,00000227 \times T^3 + 0,000000011 \times T^4$.
Apabila nilai F antara $0^\circ - 13^\circ 54'$, $166^\circ 6' - 193^\circ 54'$ maka pasti terjadi gerhana, dan apabila nilai F berada di antara $14^\circ - 21^\circ$, $159^\circ - 165^\circ$, $194^\circ - 201^\circ$, atau $399^\circ - 345^\circ$ maka kemungkinan bisa terjadi gerhana atau tidak.
6. Menghitung Bujur Astronomi Bulan dari *Ascending Node* atau Titik Simpul Naik Orbit Bulan (Ω) Rumusnya: $\Omega = 124,7746 - 1,56375580 \times k + 0,0020691 \times T^2 + 0,00000215 \times T^3$.
7. Menghitung Eksentrisitas Orbit Bumi Mengelilingi Matahari yang dikoreksi dengan T (E)
Rumusnya: $E = 1 - 0,002516 \times T - 0,0000074 \times T^2$.
8. Menghitung Koreksi untuk Mengetahui Tengah Gerhana⁹⁶
 - 1) Koreksi pertama dengan rumus $= 0,4075 \times \sin M'$
 - 2) Koreksi ke dua dengan rumus $= 0,1721 \times E \times \sin M$
 - 3) Koreksi ke tiga dengan rumus $= 0,0161 \times \sin (2 \times M')$
 - 4) Koreksi ke empat dengan rumus $= 0,0097 \times \sin (2 \times F1)$
 - 5) Koreksi ke lima dengan rumus $= 0,0073 \times \sin (M' - M)$
 - 6) Koreksi ke enam dengan rumus $= -0,0050 \times E \times \sin (M' + M)$
 - 7) Koreksi ke tujuh dengan rumus $= -0,0023 \times \sin (M' - (2 \times F1))$
 - 8) Koreksi ke delapan dengan rumus $= 0,0021 \times E \times \sin 2M$
 - 9) Koreksi ke sembilan dengan rumus $= 0,0012 \times$

- $\sin (M' + (2 \times F1))$
- 10) Koreksi ke sepuluh dengan rumus = $0,0006 \times E \times \sin (2 \times M' + M)$
 - 11) Koreksi ke sebelas dengan rumus = $-0,0004 \times \sin (3 \times M')$
 - 12) Koreksi ke dua belas dengan rumus = $-0,0003 \times E \times \sin (M + (2 \times F1))$
 - 13) Koreksi ke tiga belas dengan rumus = $0,0003 \times \sin A1$
 - 14) Koreksi ke empat belas dengan rumus = $-0,0002 \times E \times \sin (M - (2 \times F1))$
 - 15) Koreksi ke lima belas dengan rumus = $-0,0002 \times E \times \sin (2 \times M' - M)$
 - 16) Koreksi ke enam belas dengan rumus = $-0,0002 \times \sin \Omega$
 - 17) Menjumlahkan nilai koreksi = koreksi 1 + koreksi 2 + koreksi 3 + koreksi 4 + koreksi 5 + koreksi 6 + koreksi 7 + Koreksi 8 + koreksi 9 + koreksi 10 + koreksi 11 + koreksi 12 + koreksi 13 + koreksi 14 + koreksi 15 + koreksi 16.

Untuk mengetahui waktu permulaan dan akhir gerhana dibutuhkan beberapa perhitungan elemen yang meliputi P, Q, W, Y, dan U yang dihitung sebagai berikut:

1. Menghitung nilai P pertama dengan rumus:
2. Menghitung nilai Q dengan koreksi-koreksi:
3. Mencari nilai W dengan rumus = $\text{Abs} (\cos F1)$
4. Mencari nilai Y dengan rumus = $(P \times \cos F1 + Q \times \sin F1) \times (1 - 0,0048 \times W)$
5. Menghitung nilai U dengan koreksi-koreksi:
6. Mencari nilai magnitude gerhana dengan rumus = $1.5433 + U - \text{Abs } Y/0.5461$
7. Mencari *semi duration of partial phase* (setengah durasi terjadinya gerhana Matahari dari awal hinngga akhir)

Diperlukan beberapa elemen untuk mengetahui nilai *semi duration of partial phase* yaitu P dan N, berikut adalah rumus untuk mengetahui P dan N:

$$P = 1,0128 - U$$

$$N = 0,5458 + 0,04 \times \cos M'$$

semi duration of partial phase dihitung dengan rumus

$$\frac{60}{N} \sqrt{P^2 + Y^2}$$

8. Menghitung awal dan akhir gerhana
 - Awal gerhana = tengah gerhana - *semi duration of partial phase*
 - Akhir gerhana = tengah gerhana + *semi duration of partial phase*
9. Mencari *semi duration of total phase* (setengah durasi terjadinya gerhana Matahari mulai awal total hingga akhir total)
 Untuk mencari nilai *semi duration of total phase* diperlukan elemen T yang dapat diketahui dengan rumus:

$$T = 0,4678 - U$$
semi duration of total phase diketahui dengan rumus:

$$\frac{60}{N} \times \sqrt{T^2 + Y^2}$$
10. Menghitung awal dan akhir total gerhana
 Awal total gerhana = tengah gerhana – *semi duration of total phase*
 Akhir total gerhana = tengah gerhana + *semi duration of total phase*
11. Menghitung JDE *Terrestrial Dynamical Time* (TDT) terkoreksi dengan rumus JDE (TDT) = JDE + koreksi tengah gerhana
12. Menghitung delta T dengan rumus Delta T = $((102,3 + 123,5 \times T + 32,5 \times T^2) / 3600$
13. Menghitung JDE *Universal Time* (UT) dengan rumus JDE (UT) = JDE (TDT) – delta T

14. Mengkonversi JDE (UT) menjadi waktu lokal, caranya adalah dengan menambahkan JD dengan 0,5. Maka nilai Z adalah hasil interger nilai tersebut dan F adalah hasil desimalnya.

$$\text{JDE UT} + 0,5$$

Apabila hasil $Z < 2299161$ maka $A=Z$, dan apabila nilai Z lebih atau sama dengan 2299161 cara menghitungnya yaitu:

$$A = \text{INT}((Z - 1867216,25)) / 36524,25 \quad A = Z + 1 + \alpha - \text{INT}(\alpha / 4)$$

Kemudian menghitung:

$$B = A + 1524$$

$$C = \text{INT}((B - 122,1) / 365,25)$$

$$D = \text{INT}(365,25 \times C)$$

$$E = \text{INT}((B-D) / 30,6001)$$

Tanggal terjadinya gerhana dapat diketahui dengan rumus:

$$\text{Tanggal} = B - D - \text{INT}(30,6001 \times E)$$

Jam terjadinya gerhana dapat diketahui dengan merubah nilai F menjadi satuan jam dengan rumus:

$$\text{Jam} = F \times 24$$

Bulan (m) terjadinya gerhana dapat diketahui dengan cara:

$$\text{Jika } E < 14, \text{ maka } m = E - 1$$

$$\text{Jika } E = 14 \text{ atau } 15, \text{ maka } m = E - 13$$

Tahun terjadinya gerhana dapat diketahui dengan cara:

$$\text{Jika } m > 2, \text{ maka } y = C - 4716$$

$$\text{Jika } m = 1 \text{ atau } 2, \text{ maka } y = C - 4715.$$

BAB III

PENGUNAAN *VOVELLE INOVASI S-QUAD* DALAM HISAB GERHANA MATAHARI

A. Profil Keilmuan Ehsan Hidayat

Ehsan Hidayat merupakan seorang akademisi dan aktivis yang memiliki perhatian besar terhadap perkembangan Ilmu Falak. Ia dilahirkan pada tanggal 28 Oktober 1994 di Desa Sidomulyo, Kecamatan Kesesi, Kabupaten Pekalongan, Provinsi Jawa Tengah, dari pasangan Bapak Wartono dan Ibu Tanimah. Ehsan tumbuh dalam lingkungan keluarga besar sebagai anak keenam dari delapan bersaudara. Ia memiliki lima orang kakak, yaitu Agus Subkhi, Ahmad Khaeron, Endang Suci Asih, Siti Khaeriyah, dan Siti Nurul Hikmah. Sementara itu, dua orang adiknya adalah Siti Khumaeroh dan Annisa Murni Asih.⁶²

Perjalanan pendidikan Ehsan Hidayat dimulai di SD N 2 Sidomulyo, tempat ia menempuh pendidikan dasar hingga lulus pada tahun 2007. Setelah itu, ia melanjutkan studi ke MTs N Kesesi dan berhasil menyelesaikannya pada tahun 2010. Pendidikan menengah atasnya ia tempuh di MA Salafiyah Simbangkulon, Buaran, Pekalongan. Selama masa tersebut, Ehsan juga mengikuti pendidikan pesantren di Ma'had Takhassus Simbangkulon, Ia menyelesaikan pendidikan di jenjang ini pada tahun 2013.⁶³

Sejak usia dini, Ehsan Hidayat telah dikenal sebagai siswa yang cerdas. Kecemerlangannya dalam bidang akademik membawanya memperoleh keringanan biaya

⁶² Daftar riwayat hidup yang ditulis langsung oleh Ehsan Hidayat

⁶³ Daftar riwayat hidup yang ditulis langsung oleh Ehsan Hidayat

pendidikan, berupa pembebasan uang buku, mulai dari jenjang MTs hingga MA. Pada tahun 2013, ia melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata Satu (S1) di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dengan memilih Program Studi Ilmu Falak. Kesempatan tersebut ia raih melalui Program Beasiswa Santri Berprestasi (PBSB) yang diselenggarakan oleh Kementerian Agama Republik Indonesia. Selama masa perkuliahan, Ehsan menunjukkan kiprah yang aktif dalam dunia kemahasiswaan. Ia terlibat dalam berbagai organisasi dan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM), di antaranya CSSMoRA dan UKM *Jam'iyatul Qurra' wal Huffaz* (JQH). Kepemimpinannya yang menonjol menjadikannya dipercaya untuk memegang beberapa posisi ketua, seperti Ketua UKM JQH pada tahun 2015 – 2016, Ketua Alumni MA Salafiyah Simbangkulon wilayah Semarang pada periode yang sama, serta Ketua Alka Designer, sebuah komunitas yang bergerak di bidang desain multimedia. Selain aktif di lingkungan kampus, Ehsan juga turut berkontribusi di bidang pendidikan masyarakat dengan menjadi tutor di Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM) Tunas Melati selama kurun waktu 2016 hingga 2019. Di tengah kesibukannya sebagai mahasiswa, ia tetap melanjutkan pendidikan pesantren di Pondok Pesantren YPMI Al-Firdaus. Dedikasi dan semangat belajarnya yang tinggi mengantarkannya menyelesaikan studi S1 pada tahun 2017 dengan hasil yang membanggakan.

Setelah menyelesaikan studi Strata Satu (S1), Ehsan Hidayat segera melanjutkan pendidikan ke jenjang pascasarjana di Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang, tepatnya di Program Studi Ilmu Falak, Fakultas Syariah dan Hukum. Pada awal masa perkuliahan

magisternya, Ehsan bersama beberapa rekannya membentuk sebuah komunitas kajian yang diberi nama Padepokan Al-Biruni. Kelompok ini berfokus pada studi instrumen-instrumen astronomi klasik, sebagai bentuk upaya pelestarian dan pengembangan warisan intelektual Islam di bidang astronomi. Diskusi yang intens dan eksploratif dalam kelompok tersebut melahirkan berbagai gagasan serta inovasi, hingga akhirnya mereka berhasil merekonstruksi dan memproduksi ulang beberapa instrumen falak klasik. Salah satu instrumen yang menarik perhatian Ehsan secara khusus adalah volvelle, sebuah alat astronomi kuno yang kemudian menjadi fokus utama dalam penelitian tesis magisternya. Ehsan berhasil menyelesaikan pendidikan pascasarjananya pada tahun 2019.

Pasca menyelesaikan pendidikan formalnya, Ehsan Hidayat terus menunjukkan dedikasi dalam pengembangan ilmu falak melalui berbagai kegiatan akademik. Dia aktif menjadi narasumber dalam beragam seminar dan forum diskusi ilmiah. Di antaranya, ia tampil sebagai pembicara dalam *Workshop* Falakiyah “Implementasi Teori dan Praktik Ilmu Falak” yang diselenggarakan oleh HMJ HKI IAIN Pekalongan pada 29 November 2019. Selain itu, ia juga menjadi pemateri dalam Seminar Nasional bertema “Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat” yang dilaksanakan pada 12 Desember 2019 dalam rangka *Dies Natalis* ke-XII CSSMoRA UIN Walisongo Semarang. Saat ini, Ehsan aktif mengabdikan diri sebagai pengajar di Pesantren Penghafal Al-Qur’an (PPQ) Nurul Falah, Simbangkulon. Ia juga secara rutin mengisi Kajian Bulanan Ilmu Falak yang diselenggarakan oleh HMJ HKI IAIN Pekalongan.

Di samping aktivitas mengajarnya, Ehsan terus melanjutkan kegiatan riset dan pengembangan terhadap *Volvelle* Inovasi, sebuah instrumen falak klasik yang menjadi fokus utama kajiannya sejak masa studi pascasarjana. Beberapa karya tulis ilmiah Ehsan Hidayat yaitu:

- a. Penentuan Jumlah Gerhana Matahari Dengan Argumen Lintang Bulan dan Teori Aritmatika (MIYAH: Jurnal Studi Islam Volume 15, Nomor 1, Januari 2019)
- b. Sejarah Pengembangan Hisab dan Rukyat (El-Falaky: Jurnal Ilmu Falak Vol 3, No. 01 Tahun 2019)
- c. Skripsi “Analisis Pola Gerhana Matahari Ditinjau dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma (y), dan Magnitudo (u)”
- d. Thesis “Inovasi Instrumen *Volvelle* Inovasi Phillippe De La Hire dalam Penentuan Gerhana”
- e. Materi Seminar *The Art, History And New Of Volvelle* “Instrumen Astronomi dari Kertas untuk Penentuan Waktu Gerhana”
- f. Materi Seminar Pengukuran Arah Kiblat dengan Digital Theodolite.

B. Sejarah Perkembangan dan Rancang Bangun *Volvelle* Inovasi

Volvelle mulai dikenal pada abad ke-18, ketika para astronom aktif mencari cara untuk menentukan bujur geografis suatu lokasi. Di antara berbagai pendekatan yang digunakan saat itu, salah satunya melibatkan pengamatan waktu terjadinya gerhana Bulan, serta pemanfaatan pergerakan satelit Jupiter. Seorang astronom terkemuka, Philippe De La Hire, turut berkontribusi dengan mengusulkan metode penentuan bujur melalui pengaturan

waktu fenomena gerhana. Ia merancang sebuah alat yang dikenal dengan nama *Volvelle*.⁶⁴ Istilah *Volvelle* berasal dari kata Latin *Volvella*, yang merujuk pada sebuah instrumen mekanis yang terdiri atas satu atau lebih cakram berbahan kertas atau perkamen yang disusun secara bertumpuk. Cakram-cakram ini dipasang pada suatu halaman menggunakan pin di pusatnya, memungkinkan masing-masing cakram diputar secara mandiri atau bersamaan mengelilingi poros tersebut. Dalam konteks modern, *Volvella* juga dikenal sebagai *wheel charts*, yang berarti bagan geser atau bagan berbentuk roda yang dapat diputar untuk menampilkan informasi tertentu.⁶⁵

Volvelle yang dirancang oleh Philippe De La Hire bukanlah tonggak awal dalam sejarah perkembangan astronomi. Sebelumnya sejumlah ilmuwan telah lebih dulu mengembangkan alat serupa. Salah satunya adalah *volvelle* karya Petrus Apianus, yang dibuat sebagai bentuk dedikasi untuk kekaisaran Romawi. Alat ini digunakan untuk menghitung koordinat bujur dan lintang planer, Matahari dan Bulan. *Volvelle* rancangan Philippe De La Hire mengandalkan teori rata-rata pergerakan Matahari dan Bulan yang terdiri dari tiga piringan yang terbuat dari tembaga atau kertas, dilengkapi dengan penggaris dan benang, dan digunakan dengan cara memutarnya untuk memperoleh informasi astronomis.⁶⁶ Berikut adalah

⁶⁴ Lars Gislén and Chris Eade, "Philippe De La Hire 'S Eighteenth Century Eclipse Predictor," *Journal of Astronomical History and Heritage*, 2016, 46.

⁶⁵ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana" (UIN Walisongo Semarang, 2019), 2.

⁶⁶ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 1.

komponen utama yang terdapat pada *volvelle* karya Philippe De La Hire:

1. Piringan Kalender

Komponen ini merupakan bagian pertama yang memuat data kalender, dimulai dari tanggal 1 Maret dan berakhir pada 28 atau 29 Februari. Philippe de La Hire menetapkan total sudut sebesar $368^{\circ} 2' 42''$ (setara dengan 368,045 derajat), yang dibagi untuk 354 hari 9 jam. Dengan demikian, satu lingkaran penuh dalam sistem ini mencakup 346 hari 15 jam. Kalender yang dirancang oleh Philippe menggunakan satuan terkecil per hari, sehingga memungkinkan untuk memetakan hari-hari sepanjang tahun ke dalam bentuk lingkaran. Agar satu siklus penuh dalam kalender ini tercapai, perhitungan dimulai dari 1 Maret hingga 10 Februari. Sisa 18 hingga 19 hari yang tidak masuk dalam lingkaran penuh kemudian digambarkan menjorok keluar, melampaui batas lingkaran utama.⁶⁷

2. Piringan Divisi

Komponen ini merupakan bagian tengah (komponen kedua) dari instrumen, yang memuat data mengenai siklus lunasi Bulan selama periode 179 tahun. Informasi tersebut disajikan dalam bentuk kombinasi angka dan area bayangan yang berfungsi sebagai penanda terjadinya gerhana, beserta jenisnya—dengan warna hitam digunakan untuk menandai gerhana Matahari, dan merah untuk gerhana Bulan. Instrumen ini menggunakan konsep pembagian (divisi) sebagai dasar sistemnya, di mana akhir tahun

⁶⁷ Nicolas Bion, *The Traite De La Construction Usages Des Instrumen* (Paris: Pres La Rue Gille, 1752), 236.

pertama dan awal tahun kedua dipisahkan menurut satuan divisi keempat dari total 179 tahun.⁶⁸

3. Piringan *Epoch*

Komponen ini merupakan bagian teratas dari instrumen, yang memuat tabel epoch serta dua set lingkaran berlubang. Set pertama, yang terletak di bagian tepi luar, terdiri dari 13 lubang kecil melingkar yang merepresentasikan fase Bulan baru (*new moon*), sedangkan set kedua di bagian dalam terdiri dari 12 lubang yang menggambarkan fase Bulan purnama (*full moon*). Lubang-lubang ini berfungsi sebagai indikator untuk mendeteksi kemungkinan terjadinya gerhana Matahari. Jarak antara satu lubang dengan lubang berikutnya mencerminkan periode rata-rata dari satu *new moon* ke *new moon* berikutnya, yaitu sekitar 29 hari, 12 jam, dan 33 menit.

4. Penggaris

Penggaris atau alidade ini membentang dari pusat lempeng utama hingga ke bagian tepi terluar instrumen. Fungsinya adalah sebagai alat bantu untuk memindahkan atau mentransfer informasi dari satu divisi ke divisi lainnya. Dalam konteks instrumen ini, alidade digunakan untuk menghubungkan data lunasi dan lunasi gerhana dengan bagian kalender.⁶⁹

5. *Epack*

Epack merupakan bagian dalam sistem kalender yang mendahului bulan Maret. Dalam tradisi kalender Gereja, *epack* digunakan untuk menunjukkan usia

⁶⁸ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 89-90.

⁶⁹ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 98.

Bulan pada tanggal tertentu, yang dihitung dalam kalender Julian, epack dimulai pada tanggal 22 Maret, sedangkan dalam kalender Gregorian, perhitungan epack dimulai dari 1 Januari.⁷⁰

Seiring dengan perkembangan zaman, Volvelle karya Philippe De La Hire mendapat berbagai kritik dan masukan dari para ilmuwan dan pemerhati astronomi. Salah satu upaya pengembangan dilakukan oleh Ehsan Hidayat melalui inovasi instrumen Volvelle yang ia ciptakan guna meraih gelar magister bidang ilmu falak di Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang tahun 2019. Dalam inovasi tersebut, Ehsan Hidayat memodifikasi desain asli dengan menambahkan grid tanggal, jam, dan menit, serta menyertakan penamaan hari dan pasaran pada bagian kalender. Selain itu, ia juga meningkatkan tingkat akurasi dan menyempurnakan model instrumen agar lebih efisien. Pengembangan ini bertujuan untuk mengoptimalkan fungsi Volvelle agar lebih relevan dan bermanfaat sesuai kebutuhan umat islam.⁷¹

Volvelle Inovasi karya Ehsan Hidayat terdiri atas 5 piringan utama dan tiga penggaris. Dua penggaris tergabung dengan piringan epoch dan berfungsi sebagai titik awal perhitungan, sedangkan satu penggaris lainnya berperan sebagai penghubung utama untuk mencocokkan data dari piringan epoch ke piringan kalender. Kelima piringan yang membentuk struktur utama instrumen ini

⁷⁰ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 98.

⁷¹ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 1.

meliputi: piringan kalender, piringan pasaran, piringan hari, piringan F, dan piringan *epoch*.

1. Piringan Kalender

Volvelle karya Philippe De La Hire merujuk pada kalender Gregorian, yang memulai sistem penanggalannya dari bulan Maret dan menggunakan desain spiral. Desain spiral ini kemudian diadopsi dan tetap digunakan oleh Ehsan Hidayat dalam Volvelle Inovasinya karena terbukti mempermudah penyesuaian penambahan satu hari pada akhir Februari saat tahun kabisat. Pada Volvelle Philippe, ruang kalender hanya mencakup grid harian dengan besaran sudut per hari sebesar 1,038575 derajat. Sementara itu, dalam Volvelle Inovasi, ruang kalender diperluas dengan sudut sebesar 2,07720409 derajat dua kali lipat dari versi sebelumnya. Perluasan ini dimaksudkan agar *grid* kalender tidak hanya menampilkan hari, tetapi juga mencakup jam. Dalam hal ini, ruang antar hari disisipi 12 baris tambahan yang masing-masing mewakili interval waktu 2 jam. Perbedaan berikutnya terletak pada titik awal kalender. Jika Philippe memulai kalendernya pada 1 Maret, maka Volvelle Inovasi karya Ehsan Hidayat menetapkan 1 Januari sebagai permulaan tahun, selaras dengan sistem kalender Gregorian yang berlaku umum saat ini.⁷²

2. Piringan Hari dan Pasaran

Piringan hari dan pasaran dalam Volvelle Inovasi dirancang berdasarkan metode hisab 'urfī. Dalam konsep ini, tanggal 1 Januari 2001 dijadikan sebagai

⁷² Ni'ma Nadia Ul Ngulya, "Analisis Hisab Aplikatif Gerhana Matahari Dengan Menggunakan Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SEE) Karya Ehsan Hidayat" (Uin Walisongo Semarang, 2019), 57.

acuan awal, yang bertepatan dengan hari Senin Pahing. Penentuan hari dan pasaran dilakukan dengan menyelaraskan penanda kode HP (Hari-Pasaran) ke tanggal 1 Januari, kemudian menambahkan satu hari untuk setiap tahun berikutnya.⁷³

Tabel 3. 1 Tabel hari dan pasaran Volvelle inovasi

Kode	Nama Hari	Kode	Nama Pasaran
1	Senin	1	Pahing
2	Selasa	2	Pon
3	Rabu	3	Wage
4	Kamis	4	Kliwon
5	Juma'at	5	Legi
6	Sabtu		
7	Minggu		

3. Piringan F (Argumen Lintang Bulan)

Pada Volvelle Philippe De La Hire, terdapat komponen yang dikenal sebagai piringan Divisi. Namun, dalam Volvelle Inovasi, komponen ini telah digantikan dengan piringan F. Piringan F atau argumen lintang Bulan ini berfungsi sebagai informasi awal dalam menentukan kemungkinan terjadinya gerhana. Ehsan Hidayat menggabungkan pendekatan visual dengan metode perhitungan aritmatika untuk menyederhanakan proses identifikasi gerhana. Selain itu, piringan F dilengkapi dengan kurva berwarna yang menggambarkan jenis gerhana: warna hitam mewakili

⁷³ Ni'ma Nadia Ul Ngulya, "Analisis Hisab Aplikatif Gerhana Matahari Dengan Menggunakan Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SEE) Karya Ehsan Hidayat", 57-58.

gerhana Matahari, sementara warna merah menunjukkan gerhana Bulan. Piringan F ini disusun berdasarkan algoritma Jean Meeus, namun telah disesuaikan dan diperbarui menggunakan rumus persamaan aritmatika.⁷⁴

Tabel 3. 2 Transormasi rumus Argumen Lintang Bulan (F) dari Jean Meeus menjadi Aritmatika

Rumus Awal Argumen Lintang Bulan (F) Jean Meeus	Rumus Awal Argumen Lintang Bulan (F) Pola Aritmatika
$F = 160.7108 + 390.670\,502\,74\,k - 0.001\,6341\,T^3 - 0.000\,002\,27\,T^3 - 0.000\,000\,011\,T^4$	$F_k = 130,04030 + (k+1).30,67050$

Volvelle Inovasi mencantumkan data F New Moon awal tahun dalam rentang waktu dua abad, yaitu dari tahun 1900 hingga 2100. Salah satu elemen penting pada piringan F adalah adanya garis melingkar yang menunjukkan siklus lunasi, serta kurva khusus sebagai penanda potensi terjadinya gerhana. Kurva ini memiliki puncak pada titik $0^\circ / 180^\circ / 360^\circ$, sedangkan intensitasnya mulai menurun menuju arah $21^\circ / 159^\circ / 201^\circ / 339^\circ$.

4. Piringan *Epoch*

Epoch atau mabda' merupakan titik acuan waktu yang digunakan sebagai dasar untuk menghitung. Dalam Volvelle Inovasi, piringan epoch dirancang

⁷⁴ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 112.

menyerupai bentuk sayap dan dilengkapi dengan berbagai data yang dibutuhkan dalam perhitungan gerhana. Data tersebut meliputi tahun, nilai *lunasi* (k), nilai F (argumen lintang Bulan), nilai M (*anomali* Matahari), nilai M' dan $2M'$ (*anomali* Bulan), $2F$, tanggal, jam, menit, hari, serta hari pasaran (HP). Data ini mencakup periode dari tahun 1900 hingga 2100. Selain itu, piringan ini dilengkapi dengan 26 lubang sebagai penanda gerhana, terdiri dari 13 lubang berwarna hitam yang menunjukkan gerhana Matahari dan 13 lubang berwarna merah yang merepresentasikan gerhana Bulan.⁷⁵

5. Tiga Penggaris

Tiga penggaris yang digunakan dalam Volvelle Inovasi terdiri atas dua penggaris yang tergabung dalam piringan epoch, berfungsi sebagai titik awal atau starter dalam proses perhitungan. Sementara itu, satu penggaris lainnya berperan sebagai penggaris utama yang bertugas mentransfer data dari piringan epoch menuju piringan kalender. Penggunaannya dilakukan dengan cara memutar penggaris sesuai posisi awalnya.⁷⁶

Seiring dengan berjalannya waktu, Ehsan Hidayat terus melakukan pengembangan dan penyempurnaan terhadap instrumen Volvelle yang dirancangnya, sebagai upaya untuk mengatasi berbagai kekurangan yang ditemukan pada versi sebelumnya. Sejak tahun 2019 hingga kini, setidaknya telah dilakukan tujuh kali ujicoba

⁷⁵ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 110.

⁷⁶ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 98.

inovasi terhadap Volvelle karyanya. Dari tujuh ini, satu dalam status gagal dan enam berhasil yakni sebagaimana penjelasan di bawah ini:

1. *Volvelle Inovasi Basic*

Volvelle Inovasi Basic merupakan bentuk pengembangan dari Volvelle Philippe De La Hire yang berasal dari abad ke-18, yang difungsikan untuk melakukan perhitungan terhadap gerhana Matahari dan Bulan. Instrumen ini terdiri dari 5 komponen utama, yaitu piringan kalender, piringan hari, piringan pasaran, piringan F, piringan epoch, serta dilengkapi dengan penggaris sebagai alat bantu. Volvelle ini dirancang sedemikian rupa agar mampu mengidentifikasi seluruh peristiwa gerhana baik Matahari maupun Bulan⁷⁷ dalam rentang satu tahun. Proses ini dapat dilakukan hanya dengan dua kali putaran jika hari dan pasaran belum diketahui, atau empat kali putaran apabila informasi hari dan pasaran disertakan.⁷⁸ Dibuat pada tahun 2019 di UIN Walisongo Semarang.



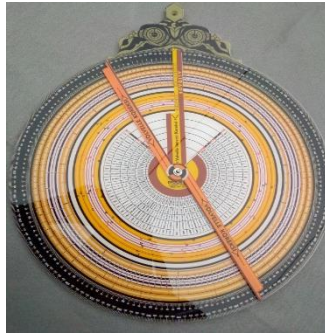
Gambar 3. 1 Volvelle Inovasi Basic
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

⁷⁷

⁷⁸ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 1 Volvelle Inovasi Basic* (Yogyakarta: Pustaka Egaliter, 2021), 5.

2. *Volvelle Inovasi Koreksi*

Volvelle ini merupakan generasi kedua dari *Volvelle Inovasi* yang dikembangkan oleh Ehsan Hidayat. Latar belakang pembuatannya berangkat dari keprihatinan terhadap keterbatasan pada *Volvelle Inovasi Basic*, khususnya dalam hal ketelitian hasil waktu (jam) yang masih tergolong kasar. Oleh karena itu, *Volvelle Inovasi Koreksi* dirancang sebagai solusi untuk menyempurnakan akurasi waktu.⁷⁹ Dibatasi pada tahun 2020 di Pekalongan.



Gambar 3. 2 *Volvelle Inovasi Koreksi* (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3. *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)*

Volvelle ini merupakan generasi ketiga dari pengembangan *Volvelle Inovasi*. Instrumen ini secara khusus dirancang untuk mempermudah perhitungan terjadinya gerhana Matahari. Salah satu keunggulannya adalah kemampuannya dalam mengidentifikasi waktu-waktu new moon secara otomatis dalam satu tahun kalender Masehi. Yang menarik dari generasi ini adalah penerapan konsep

⁷⁹ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 2 Volveelle Inovasi Koreksi* (Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2021).

Zoom-In yang diadaptasi dari dunia grafis atau multimedia yakni, meskipun skala sudut jam tetap, skala pandangnya diperluas, sehingga tampilan informasi menjadi lebih jelas, mudah dibaca, dan praktis digunakan.⁸⁰ Selain itu, Volvelle ini juga telah dilengkapi dengan area penunjuk jenis gerhana, yang semakin mempermudah pengguna dalam memvisualisasikan jenis gerhana yang akan terjadi. Dibuat pada tahun 2021 di Pekalongan. Karya ini menjadi jawaban bahwa instrument klasik bisa menghasilkan data yang mendekati data kontemporer.



Gambar 3. 3 Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

⁸⁰ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 3 Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse* (Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2023), 4.

4. *Volvelle Inovasi Special Lunar Eclipse (SLE)*

Volvelle ini merupakan generasi keempat dari Volvelle Inovasi. Instrumen ini secara khusus dirancang untuk mempermudah perhitungan waktu terjadinya gerhana Bulan. Keunggulannya terletak pada kemampuannya dalam mendeteksi waktu-waktu full moon secara otomatis dalam satu tahun kalender Masehi. Salah satu aspek menarik dari volvelle ini adalah penerapan konsep Zoom-In yang diadopsi dari bidang grafis atau multimedia. Konsep ini memungkinkan skala sudut jam tetap dipertahankan, namun dengan cakupan pandang yang lebih luas, sehingga informasi yang ditampilkan menjadi lebih mudah diakses dan dibaca. Selain itu, volvelle ini juga dilengkapi dengan area penanda jenis gerhana, yang berfungsi untuk memudahkan visualisasi terhadap jenis gerhana Bulan yang terjadi.⁸¹



Gambar 3. 4 Volvelle Inovasi Special Lunar Eclipse (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

⁸¹ Ehsan Hidayat, *Modul Seri IV Volvelle Inovasi Special Lunar Eclipse* (Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2021), 4.

5. *Volvelle* Inovasi *Development*

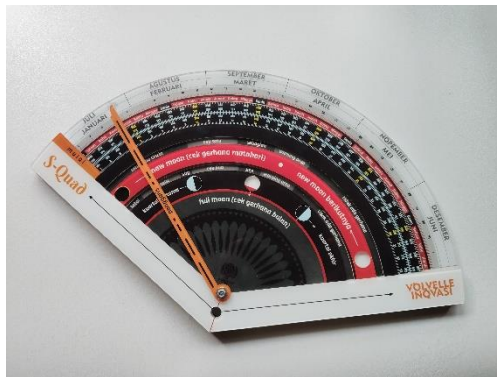
Volvelle ini merupakan generasi yang kelima dari *Volvelle* Inovasi. *Volvelle* ini mengadopsi dari *Volvelle* karya Philippe De La Hire. Instrumen ini dikembangkan kembali pada 2022 karena memiliki nilai ilmiah yang tinggi dan metode cepat dalam memprediksi gerhana. Tahun *epoch* diperbarui menjadi 2022–2195 dan tersedia dalam dua bahasa (Prancis & Inggris). Instrumen ini menggunakan 3 cakram: piringan kalender, *epoch*, dan lubang new/full moon, serta satu penggaris. Algoritmanya mengecek apakah terjadi gerhana berdasarkan sisa pembagian dari nilai tertentu.



Gambar 3. 5 *Volvelle* Inovasi *Development*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

6. *Volvelle* Inovasi S-Quad

Volvelle ini sejatinya merupakan generasi ketujuh dari rangkaian *Volvelle* Inovasi. Namun, karena *Volvelle* generasi keenam tidak sempat dirilis, maka *volvelle* ini menjadi generasi keenam. Instrumen ini memiliki keunikan dibandingkan versi sebelumnya, yakni kemampuannya dalam memverifikasi gerhana Matahari dan gerhana Bulan secara bersamaan oleh karenanya *Volvelle* ini disebut *eclipse verivicator*. Bentuknya yang menyerupai kuadran atau Rubu' Mujayyab menjadikan *volvelle* ini dikenal dengan sebutan Rubu' Gerhana.⁸²



Gambar 3. 6 *Volvelle* Inovasi S-Quad (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

⁸² Ehsan Hidayat, “*Volvelle* S-Quad generasi ke Tujuh Berbentuk Mirip Rubu' Mujayyab”, dalam *Volvelle InovasiI*, <https://www.volvelleinovasi.com/2022/12/volvelle-inovasi-s-quad-instrumen.html>, diakses pada 11 Juni 2025.

C. **Volvelle Inovasi S-Quad Sebagai Instrumen Penentuan Gerhana Matahari**

Volvelle Inovasi S-Quad merupakan instrumen falak klasik yang dirancang dengan fungsi khusus untuk mengetahui waktu terjadinya gerhana Matahari dan Bulan. Secara visual, bentuknya menyerupai kuadran atau rubu', sebagaimana yang sering ditemukan di lingkungan pendidikan astronomi.⁸³ Menariknya *Volvelle Inovasi S-Quad* ini dikembangkan menggunakan metode *development research* dan menghasilkan beberapa temuan diantaranya: mampu memverifikasi gerhana yang terjadi pada tahun-tahun lampau (seperti masa abad pertengahan), mampu memprediksi gerhana di tahun depan (hingga tahun 2100 Masehi), memiliki cara penggunaan yang lebih mudah dan simple, dan bisa menjadi pedoman penanggalan karena terdapat piringan hari. Selain itu alat ini mampu merekayasa (menganalogikan) sudut satu lingkaran bukan 360 derajat, melainkan 90 derajat. Mampu mendeskripsikan jenis-jenis gerhana yang terjadi apakah total, sebagian, atau cincin.⁸⁴

Dalam perkembangannya *Volvelle Inovasi S-Quad* berhasil menarik perhatian ilmuwan astronomi dari berbagai belahan dunia termasuk Jerman dan Yaman, berkat keunikan desain dan fungsionalitasnya dalam membantu memperkirakan terjadinya gerhana. Ketertarikan tersebut mendorong pengiriman alat ini ke Negara-negara tersebut sebagai bahan studinlebih lanjut, sekaligus menjadi bukti bahwa instrumen tradisional ini

⁸³ Ehsan Hidayat, *Panduan Volvelle Inovasi S-Quad* (Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2024), 3.

⁸⁴ Wawancara Ehsan Hidayat, M.H, tanggal 4 Juni 2025.

memiliki potensi besar dalam mendukung riset ilmiah internasional.

Instrumen *Volvelle* baru ini bisa dikatakan sebagai *eclipse verificator* karena perannya yang memang untuk mengetahui apakah benar pada *new moon* tertentu terdapat gerhana Matahari. Atau pada *full moon* tertentu ada gerhana Bulan. *Volvelle* baru ini lebih fokus pada penentuan tiap *new moon* dan *full moon*. Apakah terdapat gerhana atau tidak. Sedangkan pada edisi *Volvelle* sebelumnya, maka banyak *full moon* dan *new moon* sehingga bagi yang baru mempelajarinya akan merasa bingung. Instrumen ini lebih enak digunakan karena lebih spesifik tiap *New Moon*.

Dalam hal ini penulis mencoba kemampuan *Volvelle Inovasi S-Quad* dalam memverifikasi terjadinya gerhana yang telah lampau dengan data sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Data Gerhana Matahari Pra-sejarah

No	Tahun	Tanggal	Lokasi
1	1302 BC	5 Juni	China
2	763 BC	15 Juni	Irak
3	557 BC	19 Mei	Suriah
4	1133 CE	2 Agustus	
5	1879 CE	22 Januari	
6	1919 CE	29 Mei	Amerika selatan
7	1991 CE	11 Juli	Amerika tengah
8	3340 BCE	1 Desember	Irlandia

Selain sebagai *eclipse verificator Volvelle Inovasi S-Quad* juga mampu memprediksi dengan baik terjadinya gerhana Matahari. Dalam penelitian ini penulis mencoba

memprediksi terjadinya gerhana matahari dengan data sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Data Prediksi Gerhana Matahari

No	Tahun	Tanggal	
1	2026	16 Februari	13 Agustus
2	2027	6 Februari	2 Agustus
3	2028	26 Januari	21 Juli
4	2029	15 Januari	11 Juni
		11 Juli	5 Desember
5	2030	1 Juni	25 November
6	2031	21 Mei	14 November
7	2032	9 Mei	
8	2033	30 Maret	
9	2034	20 Maret	12 September
10	2035	9 Maret	2 September

Volvelle Inovasi S-Quad terdiri dari 5 komponen yaitu: piringan kalender, piringan hari, piringan derajat Bulan, piringan new moon dan full moon, serta penggaris. Pada bagian belakang ada panduan singkat dan data epoch dari 1901 – 2100 Masehi.

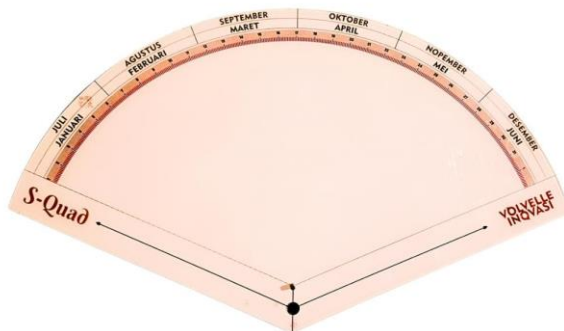
Semua komponen di atas memiliki fungsi yang saling terikat dan berikut penjelasan detailnya.

1. Piringan Kalender

Kalender pada *Volvelle Inovasi S-Quad* dimulai dari tanggal 1 hingga tanggal 31, dengan penambahan satu hari ekstra yang disertakan untuk mendukung konstruksi fisik instrumen. Tanggal ini digunakan sebagai acuan untuk seluruh bulan dalam satu tahun, disesuaikan dengan jumlah hari masing-masing bulan,

seperti Februari yang terkadang berjumlah 28 atau 29 hari, dan bulan lainnya sesuai dengan umur kalendernya.⁸⁵ Dalam piringan kalender ini, ada beberapa catatan penting yaitu tanggal dan bulan. Tanggal pada *Volvelle Inovasi S-Quad* ini dimulai dari tanggal 1,2,3,...31, dan diakhiri tanggal 1. Jadi total ada 32 tanggal. Hal ini bertujuan untuk mengkover tanggal *new moon* berikutnya jika terjadi dan kepentingan konstruksi instrumen.

Penanda tanggal pada *Volvelle Inovasi S-Quad* ditunjukkan dengan garis berwarna biru kehitaman, sementara penanda waktu (jam) ditandai dengan garis berwarna merah. Di antara dua garis penanda tanggal terdapat 11 garis merah tambahan yang masing-masing merepresentasikan interval waktu 2 jam. Sebagai contoh, apabila penggaris menunjuk pada garis merah ketiga, maka menunjukkan waktu pukul 06.00. Hal ini didasarkan pada pembagian satu hari menjadi 24 jam, sehingga setiap satu garis merah memiliki nilai 2 jam.⁸⁶



Gambar 3. 7 Piringan Kalender Volvelle Inovasi S-QUAD
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

⁸⁵ Ehsan Hidayat, *Panduan Volvelle Inovasi S-Quad*, 5.

⁸⁶ Ehsan Hidayat, *Panduan Volvelle Inovasi S-Quad*, 5.

2. Piiringan Hari

Piringan hari merupakan komponen kedua yang diposisikan di atas piringan kalender. Komponen ini merupakan salah satu hasil pengembangan yang tetap dipertahankan karena fungsinya yang penting. Dengan bantuan piringan hari, data gerhana dapat diketahui hingga nama harinya. Apakah jatuh pada Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jum'at, Sabtu, atau Minggu. Penggunaannya mengikuti aturan kode yang telah diberikan.⁸⁷

Dalam sistem Volvelle Inovasi S-Quad, penetapan kode hari didasarkan pada acuan hari Senin, yang dikaitkan dengan tanggal 1 Januari 2001 hari pertama dalam sistem ini. Oleh karena itu, Senin diberi kode 1, dan hari-hari berikutnya secara berurutan diberi kode: Selasa (2), Rabu (3), Kamis (4), Jum'at (5), Sabtu (6), dan Minggu (7). Sebagai contoh, pada tahun 2002, kode hari adalah 2, yang berarti tanggal 1 Januari tahun tersebut jatuh pada hari Selasa. Dengan demikian, dalam penggunaan instrumen, angka 2 (Selasa) harus disejajarkan dengan tanggal 1 sebagai titik acuan awal, dan seterusnya mengikuti urutan hari. Adapun data jam yang digunakan adalah versi GMT.⁸⁸

⁸⁷ Ehsan Hidayat, *Panduan Volvelle Inovasi S-Quad*, 6.

⁸⁸ Ehsan Hidayat, *Panduan Volvelle Inovasi S-Quad*, 6.



Gambar 3. 8 Piringan Hari Volvelle Inovasi S-QUAD
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3. Piringan F (Derajat Bulan, Kurva, dan Jenis)

Piringan Bulan (F) berperan sebagai inti atau jantung dari keseluruhan instrumen, karena seluruh komponen lainnya sangat bergantung padanya. Jika piringan ini diperbesar, maka komponen-komponen lain pun akan ikut menyesuaikan, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap peningkatan kualitas skala dan ketelitian instrumen. Piringan Bulan ini memiliki tiga fitur utama, yaitu derajat acuan, area jenis gerhana, serta kurva gerhana.⁸⁹

- 1) Derajat Acuan. Nilai F terdiri dari empat kelompok yaitu: barisan pertama dimulai dari 0 derajat hingga 33 derajat, barisan kedua dimulai dari 180 derajat dan berjalan naik hingga berakhir di 213 derajat, barisan ketiga dimulai dari 180 derajat dan berjalan turun hingga berakhir di 147 derajat, dan barisan keempat dimulai dari 360 derajat berjalan turun hingga berakhir di 327 derajat. Aturan kelompok nilai F ini sekaligus menegaskan bagi *new moon* atau *full moon* yang

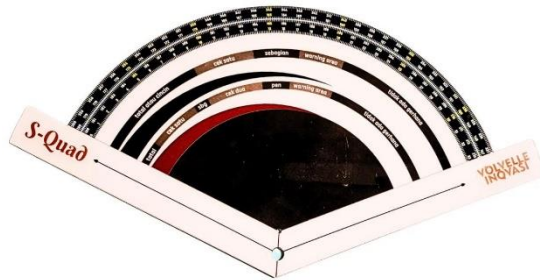
⁸⁹ Ni'ma Nadia Ul Ngulya, "Analisis Hisab Aplikatif Gerhana Matahari Dengan Menggunakan Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SEE) Karya Ehsan Hidayat", 65.

memiliki derajat bulan di luar itu, maka dipastikan tidak ada gerhana yang terjadi.⁹⁰

- 2) Kurva Gerhana. Terdapat dua jenis kurva pada instrumen ini, masing-masing dibedakan berdasarkan warna: kurva berwarna hitam digunakan sebagai penanda gerhana Matahari, sedangkan kurva berwarna merah menunjukkan gerhana Bulan. Keduanya memiliki bentuk yang meruncing dan mengikuti lengkungan melingkar dari piringan. Kurva-kurva ini akan tampak melalui lubang-lubang yang menunjukkan fase new moon atau full moon pada piringan berikutnya.
- 3) Jenis Gerhana. Fitur ini merupakan terobosan baru yang bisa digunakan untuk informasi bahwa suatu gerhana berjenis ini akan terjadi. Area jenis yang dimuat untuk gerhana matahari terbagi menjadi: Total atau cincin, cek I (area kemungkinan gerhana Total/cincin atau sebagian), sebagian, warning area, dan tidak ada gerhana. Adapun untuk gerhana Bulan maka terbagi menjadi: total, cek I (kemungkinan gerhana total atau sebagian), sebagian, cek II (kemungkinan terjadi gerhana sebagian atau penumbra), penumbra, warning area, dan tidak ada gerhana.⁹¹

⁹⁰ Ehsan Hidayat, *Panduan Volvelle Inovasi S-Quad*, 6.

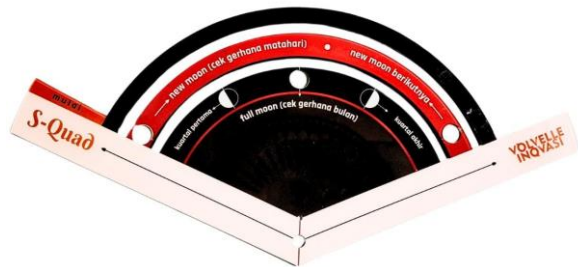
⁹¹ Ehsan Hidayat, *Panduan Volvelle Inovasi S-Quad*, 8.



Gambar 3. 9 Piringan F Volvele Inovasi S-QUAD
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4. Piringan *New moon* dan *Full Moon*. Piringan ini terletak di atas piringan Bulan dan terdiri dari 5 lingkaran yang merepresentasikan fase *new moon* dan *full moon*. Dua dari lingkaran tersebut memiliki lubang dan berfungsi untuk menunjukkan fase *new moon*, sekaligus menjadi indikator kemungkinan terjadinya gerhana Matahari. Satu lingkaran berlubang lainnya menunjukkan fase *full moon*, yang digunakan untuk memprediksi kemungkinan terjadinya gerhana Bulan. Sementara itu, dua lingkaran sisanya tidak berlubang dan digunakan untuk menggambarkan fase kuartal pertama dan kuartal akhir bulan.⁹² Jarak antara satu *new moon* ke *new moon* berikutnya menggunakan jarak rata-rat yaitu sekitar 29 hari, 12 jam, dan 44 menit.

⁹² Ehsan Hidayat, *Panduan Volvele Inovasi S-Quad*, 9.



Gambar 3. 10 Piringan New moon dan Full Moon New Volvelle Inovasi S-QUAD (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

5. Penggaris, merupakan komponen teratas dalam susunan tampilan depan instrumen. Fungsinya adalah sebagai alat penunjuk yang menghubungkan dan mengarahkan nilai dari piringan paling atas hingga ke piringan paling bawah, yaitu piringan kalender.



Gambar 3. 11 Penggaris Volvelle Inovasi S-QUAD (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

6. Tabel Epoch dan Panduan. Pada tampilan belakang *Volvelle Inovasi S-Quad* terdapat panduan singkat dan data *epoch* dari tahun 1901 – 2100 Masehi. Data *epoch* ini meliputi tahun, F (nilai derajat Bulan), tanggal, jam, dan hari. Pada posisi panduan ada dua bagian yaitu sekilas deskripsi instrumen dan cara penggunaan instrumen.

D. Algoritma Volvelle Inovasi S-Quad Dalam Penentuan Gerhana Matahari

Algoritma *Volvelle Inovasi S-Quad* dalam mengetahui gerhana matahari pada lubang *new moon* hanya membutuhkan 3 kali putar untuk bisa memperoleh data lengkap seperti hari, gerhana, tanggal, jam, menit, serta bulan. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Tentukan tahun yang ingin di prediksi gerhananya, untuk mengetahui data tahun bisa melihat di piringan *epoch* yang ada di bagian belakang instrumen. Datav yang diperoleh meliputi nilai F, tahun, tanggal, dam, dan menit *new moon*, dan kode hari.⁹³
2. Setting kode hari, pastikan kode hari sesuai dan lurus pada tanggal 1 di kalender.
3. Luruskan nilai derajat (F) ke tanggal *new moon*, gunakan penggaris untuk meluruskan antara nilai derajat dengan tanggal *new moon*.
4. Arahkan lingkaran *new moon* pertama ke nilai derajat Bulan
5. Amati keadaan lubang *new moon* tersebut. Jika anda melihat warna hitam pada lingkaran lubang *new moon*, maka itu artinya gerhana Matahari. Kemudian area jenis gerhananya, apakah lurus dengan total, sebagian, atau tidak ada.

Selain dapat digunakan berdasarkan data *epoch* yang tercantum pada instrumen, yaitu rentang tahun 1901 hingga 2100 Masehi, *Volvelle Inovasi S-Quad* juga dirancang untuk berfungsi sebagai verifikator terhadap peristiwa gerhana yang terjadi pada masa lampau. Kemampuan ini menjadi salah satu keunggulan menarik

⁹³ Ehsan Hidayat, *Panduan Volvelle Inovasi S-Quad*, 12.

dari instrumen tersebut. Adapun langkah-langkah verifikasi adalah sebagai berikut.

1. Temukan data new moon atau full moon yang bertepatan dengan peristiwa gerhana.
2. Jika data belum tersedia, lakukan perhitungan manual untuk memperoleh tanggal, jam, menit, serta nilai F (argumen lintang Bulan).
3. Atur instrumen sesuai prosedur pelacakan gerhana.
4. Amati posisi pada lingkaran new moon atau full moon yang relevan untuk mengidentifikasi kemungkinan gerhana.

Dan ini adalah algoritma dalam membuat data *new moon* pada tahun-tahun pra-sejarah:⁹⁴

1. Membuat Data *Epoch*

Sebagaimana diketahui bahwa data-data yang ada di piringan atas *Volvelle* adalah data *epoch* dari algoritma Jean Meeus. Jean Meeus sendiri merupakan seorang ilmuwan yang berjasa besar dalam bidang ilmu astronomi / ilmu falak dengan bukunya “Astronomical Algorithms”. Hal ini karena hasil datanya masuk kategori kontemporer (akurasi tinggi). Adapun dalam masalah *epoch*, maka J2000 merupakan salah satu gagasannya dan ini juga yang penulis gunakan untuk membuat data-data epoch full moon tiap tahun.

Komponen data pada epoch itu sendiri adalah; Tahun, F (data bulan), k (lunasi), Day (tanggal), Hour (jam) dan M (menit). Dalam pembuatan data epoch, penulis mengulas beberapa versi. Pertama,

- Tentukan tahun yang ingin dibuat data epochnya
- Tentukan tanggal new moon pertama (perkiraan saja)

⁹⁴ Ehsan Hidayat, *Panduan Volvelle Inovasi S-Quad*, 19.

- Hitung perkiraan tahun dengan rumus
 $PK = \text{tahun} + 0/12 + \text{tanggal}/365$
- Hitung nilai k dengan rumus
 $k = (\text{perkiraan tahun} - 2000) \times 12,3685$
- Bulatkan hasil k untuk data new moon & tambah 0,5 untuk data full moon
- Konversi nilai k ke bentuk tanggal
- Jika tanggal sudah jatuh di Januari, maka data sudah didapat. Jika jatuh di Februari maka k-1 dan jika Desember, maka k+1.

Contoh 1: Tentukan data epoch tahun 1905 M!

Jawab :

- Tahun ybs = 1905, bulan = Januari
 - Tanggal perkiraan = 8 Januari
 - Perkiraan Tahun = $1905 + 0/12 + 8/365 = 1905,022$
 - $k = (1905,022 - 2000) \times 12,3685 = -1174,74$
 - Dibulatkan menjadi -1175 untuk New Moon dan -1174,5 untuk Full Moon
 - -1175 dikonversi ke tanggal adalah 6 Januari 1905 jam 03:44:28 GMT dan -1174,5 bertepatan pada 20 Januari 1905 jam 22:06:30 GMT
 - Karena sudah jatuh di Januari, maka itulah data epoch untuk : Tahun, k, Day, Hour, & Minute
- Selanjutnya, Menghitung Nilai F (AML). Dengan diketahuinya nilai k (lunasi) = -1175, maka masukkan k tersebut ke dalam rumus berikut:
- Rumus I

$$\begin{aligned}
 &= 130,04030 + (k+1) \times 30,67050 \\
 &= 130,04030 + (-1175+1) \times 30,67050 \\
 &= 122,8733
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \blacksquare \text{ Rumus II} &= 160,7108 + 390,67050274 (k) - \\
 &0,0016341(T) - 0,00000227 (T^2) - 0,000000011 \\
 &(T^3) \\
 &= 122,8686
 \end{aligned}$$

Dalam hal ini, Penulis menggunakan rumus Jean Meeus sehingga data F yang dipilih adalah 122,8686. Adapun untuk tahun yang diluar epoch bisa menggunakan Jean Meeus saja.

Dengan demikian, kita dapatkan data epoch new moon tahun 1905 berikut:

F (AML)	YEAR	DAY	HOURL	MINUTE
122,8686	1905	06	03	44

BAB IV

ANALISIS ALGORITMA DAN KEAKURASIAN VOLVELLE INOVASI S-QUAD

A. Analisis Algoritma *Volvelle Inovasi S-Quad* dalam Hisab Gerhana Matahari

Volvelle adalah instrumen kalkulasi yang dapat memprediksi gerhana. Dikenal pada abad ke -18 oleh Philippe De La Hire yang kemudian dikembangkan oleh Ehsan Hidayat dan diberi nama *Volvelle Inovasi*. Salah satunya adalah *Volvelle Inovasi S-Quad*, alat ini merupakan instrumen kalkulasi yang masih mempertahankan konsep *Volvelle* karya Philippe De La Hire yaitu menggunakan konsep rata-rata pergerakan Bulan dan Matahari yang dianggap sama dengan basis teori rata-rata jarak antara *new moon* yaitu 29 hari 12 jam 44 menit yang berimplikasi terhadap jarak antar lubang pada instrumennya.

Dalam menganalisis metode perhitungan terlebih dahulu mengetahui data-data dan rumus-rumus yang menjadi dasar perhitungannya. *Volvelle Inovasi S-Quad* dalam menentukan waktu terjadinya gerhana Matahari merujuk pada sejumlah data kontemporer yang bersumber dari berbagai referensi yang beragam. Adapun data yang digunakan yaitu tahun, luminasi (k), argument lintang Bulan (F), tanggal, jam, dan menit.

- a. Data tahun yang digunakan dalam instrumen *Volvelle Inovasi S-Quad* mencakup periode dua abad, yakni dari tahun 1900 hingga 2100 Masehi. Namun, data yang ditampilkan secara dimulai dari tahun 1901 sebagai tahun awal dan berakhir pada tahun 2097.
- b. Nilai lunasi atau k sebagai indikator awal untuk menghitung nilai F (Fase Bulan). Nilai k ini diperoleh melalui rumus yang dikembangkan oleh Jean Meeus, yang secara khusus digunakan untuk memperkirakan

waktu ijtimak sebagai dasar terjadinya gerhana. Untuk gerhana Matahari, nilai k berbentuk bilangan bulat dan dihitung dengan rumus:

$$k = (\text{tahun yang diperkirakan} - 2000) \times 12,3685$$

- c. Nilai argumen lintang Bulan (F) menjadi indikator awal dalam mendeteksi kemungkinan terjadinya gerhana Matahari. Nilai ini disederhanakan dari algoritma milik Jean Meeus ke dalam bentuk persamaan aritmatika yang lebih praktis, yang berasumsi bahwa jarak waktu antara *new moon* ke *new moon* berikutnya bersifat konstan. Model nilai F ini telah diuji selama 1000 kali lunasi, terhitung sejak tahun 2020 hingga 2100. Hasil pengujian menunjukkan bahwa selisih terbesar dengan algoritma asli Jean Meeus yaitu 5,73 detik, sedangkan selisih terkecilnya adalah 0,1 detik.⁹⁵
- d. Tanggal, jam, dan menit digunakan sebagai acuan awal dalam menghubungkan nilai F dengan sistem kalender, sehingga menjadi dasar dalam memprediksi kemungkinan terjadinya gerhana pada suatu tahun. Sumber utama data ini berasal dari buku Mekanika Benda Langit karya Rinto Anugraha.

⁹⁵ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana”, Tesis, Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, (Semarang, 2019), 158.

Tabel 4. 1 Argumen Lintang Bulan

Nilai K	Hasil F
0	160,71080
1	191,38130
2	222,05181
3	252,72231
4	283,39281
5	314,06331
6	344,73382
7	15,40432
8	46,07482
9	76,74532
10	107,41583
11	138,08633
12	168,75863

Dari tabel diatas terlihat bahwa nilai F mengikuti pola yang cukup teratur, sehingga memungkinkan penggunaan metode aritmetika untuk menyederhanakan rumus awalnya. Rumus umum dalam transformasi ini menggunakan persamaan aritmatika: $U_n = a + (n - 1) b$.

Dimana a adalah suku pertama yaitu 160,71080, dan b adalah beda antar suku yaitu 30,6705, serta n adalah nilai F yang akan dihitung. Nilai n disiti disimbolkan sebagai nilai k yang dalam perhitungan gerhana adalah *representative* dari *new moon*, dan nilai k *new moon* tersebut adalah 0 sebagai patokan awal. Jadi rumus baru untuk menghitung nilai F adalah:

$$\begin{aligned}
 U_n &= 160,71080 + (n - 1) 30,6705 \\
 &= 160,71080 + 30,6705n - 30,6705 \\
 &= 130,04030 + n.30,6705
 \end{aligned}$$

Sehingga nilai F ke sekian adalah $F_k = 130,04030 + (k+1) \times 30,6705$.

Dalam konteks ini, dapat dianalogikan bahwa bilangan bulat yang dilambangkan dengan n dalam persamaan aritmatika dimulai dari angka 1. Sementara itu, nilai k *new moon* dalam konteks gerhana Matahari dimulai dari angka 0. Dengan demikian, agar sesuai dengan struktur barisan aritmatika, maka nilai n dalam persamaan harus disesuaikan menjadi $k + 1$.

Tabel 4. 2 Perbandingan Nilai Bulat (n) dan Nilai K (lunasi) *new moon*

n	1	2	3	4	Dan seterusnya
k	0	1	2	3	Dan seterusnya

Selain data-data tersebut, dalam penentuan gerhana Matahari dengan *Volvelle Inovasi S-Quad* penting untuk melakukan analisis terhadap komponen penyusun *Volvelle*. Komponen-komponen tersebut meliputi piringan kalender, piringan hari, piringan Bulan (F), piringan *new moon* dan *full moon*, serta penggaris. Sedangkan tampilan belakangnya memuat panduan singkat dan tabel *epoch* dari tahun 1901 – 2100 Masehi.

1. Piringan Kalender

Kalender yang terdapat pada *Volvelle Inovasi S-Quad* dimulai dari tanggal 1 dan berakhir pada 31, dengan tambahan satu tanggal, tanggal 1 setelah 31

yang berfungsi untuk kepentingan struktur konstruksi instrumen. Penambahan satu hari ini juga dimaksudkan agar prediksi *new moon* yang terjadi di awal bulan berikutnya tetap dapat tercover. Sehingga total keseluruhan tanggal pada piringan kalender ini adalah 32 hari.

Tanggal-tanggal ini diterapkan pada semua bulan berdasarkan jumlah hari masing-masing, seperti Februari yang terkadang terdiri dari 28 atau 29 hari. Pada bagian piringan kalender tersebut, terdapat informasi penting seperti susunan tanggal dan nama dari dua belas bulan dalam kalender Masehi. Tanggal-tanggal ditampilkan dalam urutan berurutan dari 1 hingga 31 dan kembali ke 1, sedangkan nama-nama bulan disusun dalam dua tingkat, yaitu Januari hingga Juni di tingkat bawah, dan Juli hingga Desember di tingkat atas. Posisi ini tidak memengaruhi fungsionalitas pelacakan tanggal, karena penggunaan tetap berfokus pada titik tanggal itu sendiri, bukan letak bulan.

Untuk keperluan membaca waktu, terdapat sistem penandaan visual. Garis berwarna biru kehitaman menandai tanggal, sedangkan garis merah digunakan untuk menunjukkan waktu dalam satuan jam. Di antara dua garis penanda tanggal, terdapat sebelas garis merah yang mewakili pembagian waktu setiap 2 jam. Maka, jika indikator menunjuk ke garis merah ketiga, berarti waktu menunjukkan pukul 06.00. Ini didasarkan pada pembagian waktu 24 jam dalam sehari, yang mana setiap garis merah mewakili 2 jam.

Piringan kalender ini merupakan bagian paling dasar dari susunan instrumen Volvele, dan menjadi fondasi dalam melacak peristiwa astronomi seperti gerhana secara manual namun sistematis.

2. Piringan Hari

Piringan hari merupakan komponen kedua dalam struktur Volvelle Inovasi S-Quad yang terletak tepat di atas piringan kalender. Komponen ini merupakan salah satu inovasi yang dipertahankan karena memberikan informasi tambahan berupa hari. Melalui piringan ini, prediksi gerhana tidak hanya diketahui dari sisi tanggal dan jam, tetapi juga sampai pada nama hari seperti Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jum'at, Sabtu, dan Minggu.

Sistem penanggalan harian pada piringan ini menggunakan kode tertentu yang sudah ditetapkan sebagai acuan. Titik referensialnya dimulai dari Senin, dengan menjadikan tanggal 1 Januari tahun 2001 sebagai patokan awal. Oleh karena itu, Senin diberikan kode 1. Hari-hari berikutnya dikodekan secara berurutan: Selasa (2), Rabu (3), Kamis (4), Jum'at (5), Sabtu (6), dan Minggu (7).

Penggunaannya cukup sederhana: setiap tahun memiliki kode hari yang menunjukkan hari apa jatuh pada 1 Januari tahun tersebut. Misalnya, tahun 2002 memiliki kode 2, yang berarti 1 Januari jatuh pada hari Selasa. Maka, pada instrumen Volvelle, angka 2 harus diposisikan sejajar dengan tanggal 1 untuk menyesuaikan penanggalan secara akurat.

Visualisasi hari-hari pada piringan ini dibedakan dengan warna: hari Senin sebagai awal minggu ditandai dengan warna hitam, sedangkan hari-hari selanjutnya diberi warna merah secara berurutan. Jumlah hari yang ditampilkan mengikuti struktur piringan kalender, yakni sebanyak 32 hari. Dengan jumlah tersebut, jika diawali dari Senin, maka hari

terakhir yang muncul dalam urutan akan berakhir pada Kamis.

Adapun data waktu yang digunakan dalam perhitungan ini mengacu pada sistem waktu internasional GMT (Greenwich Mean Time).

3. Piringan Bulan (F)

Piringan ini disebut juga dengan piringan Bulan atau F. Dan menjadi komponen inti di semua jenis instrumen Volvelle. Terletak di atasnya piringan hari. Di dalamnya ada beberapa komponen penting yaitu; derajat bulan, kurva gerhana, dan jenis gerhana.

1) Derajat Bulan (F)

Ini adalah nilai F yang nantinya menjadi acuan ada tidaknya gerhana Matahari maupun gerhana Bulan. Terdapat garis warna kuning dan garis warna putih berjumlah 9. Garis kuning untuk nilai derajat dan garis putih untuk per 6 menit.

Nilai F ini terdiri dari 4 kelompok sebagai berikut:

- Barisan pertama dimulai dari 0 derajat dan berakhir di 33 derajat lebih 12 menit (2 garis putih berarti 6 x 2 menit).
- Barisan kedua dimulai dari 180 dan berjalan naik hingga berakhir di 213 derajat lebih 12 menit.
- Barisan ketiga dimulai dari 180 dan berjalan turun hingga berakhir di 147 derajat lebih 12 menit.
- Barisan keempat dimulai dari 360 dan berjalan turun hingga berakhir di 327 derajat lebih 12 menit.

Aturan kelompok nilai F ini sekaligus menegaskan bagi new moon atau full moon yang memiliki

derajat bulan di luar itu, maka dipastikan tidak ada gerhana yang terjadi.

2) Kurva Gerhana

Pada instrumen *Volvelle Inovasi S-Quad* terdapat dua kurva penting yang merepresentasikan jenis-jenis gerhana. Kurva berwarna hitam digunakan sebagai penanda gerhana Matahari, sementara kurva berwarna merah menunjukkan gerhana Bulan. Keduanya dirancang dengan bentuk meruncing yang mengikuti kontur lengkung lingkaran, selaras dengan bentuk keseluruhan piringan *Volvelle*.

Fungsi utama dari kurva ini adalah sebagai indikator visual yang akan muncul atau tampak pada lubang-lubang khusus di piringan fase Bulan, yaitu saat terjadi *new moon* (bulan baru) untuk gerhana Matahari dan *full moon* (bulan purnama) untuk gerhana Bulan. Ketika piringan diputar dan posisi gerhana sesuai dengan konfigurasi kurva tersebut, maka penanda gerhana akan terlihat dengan jelas melalui lubang tersebut, sehingga memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi potensi terjadinya gerhana dalam suatu waktu tertentu.

3) Jenis Gerhana

Fitur jenis gerhana merupakan salah satu terobosan baru yang bisa digunakan untuk informasi bahwa suatu gerhana berjenis ini akan terjadi. Area jenis yang dimuat untuk gerhana matahari terbagi menjadi:

1. Jenis Gerhana: Total atau Cincin

Dalam penggunaan *Volvelle Inovasi S-Quad*, saat ini belum terdapat kemampuan untuk membedakan secara antara jenis gerhana

Matahari total dan cincin. Kedua jenis gerhana tersebut masih dianggap jenis gerhana yang sama. Hal ini disebabkan oleh kompleksnya algoritma yang diperlukan untuk melakukan pemisahan secara akurat, yang belum dapat diakomodasi dalam konstruksi sederhana instrumen ini.

2. Area Pemeriksaan I (Cek I)

Pada bagian tertentu dalam konstruksi Volvelle, terdapat area yang berfungsi sebagai indikator awal potensi terjadinya gerhana Matahari yang bisa bersifat total/cincin maupun sebagian. Hal ini dikarenakan adanya nilai perpotongan atau persilangan antara jenis gerhana total dan sebagian. Sehingga, untuk memastikan jenis gerhana yang sebenarnya apakah total, cincin, atau sebagian dibutuhkan pemeriksaan lanjutan dengan rumus sebagai berikut:

- Catat nilai lunasinya (k)
- Hitung T dengan rumus $T = k/1236,85$
- Hitung JDE dengan rumus $JDE = 2451550,09765 + 29,530588853(k) + 0,0001337(T^2) - 0,000000150(T^3) + 0,00000000073(T^4)$
- Hitung Anomali Matahari dengan rumus $M = 2,5534 + 29,10535669(k) - 0,0000218(T^2) - 0,00000011(T^3)$
- Hitung Anomali Bulan dengan rumus $M' = 201,5643 + 385816935 + 0,0107438(T^2) + 0,00001239(T^3) - 0,000000058(T^4)$

- Hitung ALB dengan rumus $F = 160,7108 + 390,67050274(k) - 0,0016341(T2) - 0,00000227(T3) - 0,000000011(T4)$
- Hitung Omega dengan rumus $Omg = 124,7746 - 1,56375580(k) + 0,0020691(T2) + 0,00000215(T3)$
- Hitung Eksentrisitas dengan rumus $E = 1 - 0,002516(T) - 0,0000074(T2)$
- Hitung F1 dengan rumus $F1 = F - 0,02665 \times \sin \Omega$
- Hitung A1 dengan rumus $A1 = 2290,77 + 0,107408(k) - 0,009173(T2)$
- Hitung P dengan rumus $P = 0,2070 \times E \times \sin M + 0,0024 \times E \times \sin 2M - 0,0392 \sin M' + 0,0116 \sin 2M' + 0,0073 \times E \times \sin (M' + M) + 0,0067 \times E \times \sin (M' - M) + 0,0118 \sin 2F1$
- Hitung Q dengan rumus $Q = 5,2207 - 0,0048 \times E \times \cos M + 0,0020 \cos 2M + 0,3299 \cos M' - 0,0060 \times E \times \cos (M' + M) + 0,0041 \times E \times \cos (M' - M)$
- Hitung w dengan rumus $w = \text{abs}(\cos F1)$
- Hitung gamma dengan rumus $y = (P \cos F1 + Q \sin F1)(1 - 0,0048 \times w)$

Gerhana Matahari akan berjenis total atau cincin, jika nilai gamma di antara -0,9972 dan +0,9972. Dan jika diluar itu, maka berjenis sebagian.

3. Area Sebagian

Area ini menginformasikan bahwa jenis gerhana Matahari yang terjadi tergolong sebagai gerhana Matahari sebagian (partial eclipse). Sebagian yang dimaksud nisa

sebagian kecil maupun sebagian besar tergantung dengan besar kecilnya kurva gerhana yang terlihat dalam lubang *new moon* yang tersedia.

4. Warning Area

Area ini dapat diidentifikasi sebagai area peniadaan, yaitu suatu wilayah pada piringan *Volvelle Inovasi S-Quad* yang menandakan ketiadaan fenomena gerhana, baik gerhana Matahari maupun gerhana Bulan. Ketika indikator atau penggaris pada instrumen menunjuk ke area ini, maka dapat disimpulkan bahwa pada waktu tersebut tidak terjadi peristiwa gerhana.

4. Piringan *New moon* dan *full moon*

Piringan ini terletak di atas piringan bulan dan terdiri atas 5 lingkaran yang merepresentasikan fase-fase utama bulan. Dua lingkaran berlubang digunakan untuk fase *new moon* (bulan baru), yang sekaligus menjadi acuan utama dalam prediksi kemungkinan terjadinya gerhana Matahari. Satu lingkaran berlubang lainnya digunakan untuk menandai fase *full moon* (bulan purnama), yang digunakan dalam memprediksi gerhana Bulan. Sementara itu, dua lingkaran tambahan yang tidak berlubang menggambarkan fase bulan kuartal pertama dan kuartal akhir. Meskipun tidak digunakan secara langsung untuk mendeteksi gerhana, keberadaan keduanya melengkapi visualisasi siklus sinodik bulan dalam sistem kerja instrumen.

Adapun jarak antara satu *new moon* ke *new moon* berikutnya diasumsikan berdasarkan nilai rata-rata siklus sinodik, yaitu 29 hari, 12 jam, dan 44 menit.

5. Penggaris

Penggaris merupakan komponen utama yang terletak paling atas pada struktur tampilan *Volvelle Inovasi S-Quad*. Fungsinya sangat krusial karena digunakan sebagai alat penunjuk atau penanda untuk membaca dan menyelaraskan nilai-nilai dari piringan paling atas hingga ke piringan paling bawah, yaitu piringan kalender.

6. Tabel *epoch*

Pada tampilan belakang *Volvelle Inovasi S-Quad*, terdapat panduan singkat dan data *epoch* dari tahun 1901 – 2100 Masehi. Data *epoch* ini meliputi:

Tahun	F	Tanggal	J:M	Hari
1901	60,01	20 Januari	03:46	2
1902	68,05	9 Januari	12:34	3
1903	106,77	28 Januari	10:07	4
1904	114,82	17 Jauari	18:55	5

Sebagai contoh penerapan, pada tahun 1901, berdasarkan perhitungan algoritma rata-rata, fase new moon awal tahun diperkirakan terjadi pada tanggal 20 Januari pukul 03:46 GMT. Nilai argumen lintang Bulan (F) saat itu adalah sebesar 60,01 derajat. Sementara itu, kode hari menunjukkan angka 2, yang berarti bahwa tanggal 1 Januari 1901 jatuh pada hari Selasa, jika dihitung dengan acuan bahwa Senin adalah hari pertama (kode 1). Tahun 1901 juga termasuk dalam kategori tahun kabisat pendek, yang ditandai dengan baris berwarna kuning pada data *epoch*. Tanda ini digunakan untuk menunjukkan tahun kabisat yang terjadi setiap kelipatan empat tahun.

Pada bagian panduan instrumen, terdapat dua komponen penting, yaitu deskripsi singkat mengenai struktur *Volvelle* serta langkah-langkah

penggunaannya. Keberadaan dua bagian ini bertujuan agar pengguna dapat memahami cara kerja instrumen secara mandiri tanpa harus bergantung pada buku petunjuk terpisah, karena seluruh informasi dasar telah terintegrasi langsung dalam desain *Volvelle*.

Setelah menelaah data serta rumus yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa *Volvelle Inovasi S-Quad* mengadopsi algoritma perhitungan dari Jean Meeus, namun telah mengalami penyederhanaan dalam bentuk reformulasi aritmatika. Metode yang digunakan dalam instrumen ini termasuk dalam kategori hisab *ḥaqīqī taqrībī*, yaitu metode perhitungan berbasis data astronomis yang cukup akurat, namun belum dilengkapi dengan unsur koreksi yang menyempurnakan hasil perhitungannya. Oleh karena itu, dari sisi ketelitian, metode ini masih berada di bawah tingkat akurasi hisab *ḥaqīqī* kontemporer. Namun demikian, tidak dapat dipungkiri bahwa keberadaan *Volvelle* sebagai instrumen perhitungan gerhana merupakan pencapaian yang patut diapresiasi. Philippe De La Hire, sang pencipta pada abad ke-18, telah merancang alat yang mampu memprediksi peristiwa gerhana Matahari dengan cukup cepat dan tepat. Hanya dengan dua kali rotasi piringan, pengguna sudah bisa mengetahui potensi gerhana dalam kurun satu tahun. Meskipun saat ini telah tersedia metode perhitungan yang lebih modern dan akurat.

B. Analisis Akurasi *Volvelle Inovasi S-Quad* dalam Hisab gerhana Matahari

Volvelle Inovasi S-Quad dirancang sebagai instrumen bantu hisab dan verifikasi visual gerhana matahari dalam rentang waktu tertentu, yakni dari tahun 1901–2100 M, meskipun juga dapat digunakan untuk melacak peristiwa gerhana pada masa lampau. Dalam

pengujian ini, *Volvelle Inovasi S-Quad* dibandingkan secara langsung dengan data dari NASA yang menjadi salah satu metode paling akurat sehingga menjadi rujukan oleh para ahli falak. Hal ini dilakukan untuk melihat sejauh mana akurasi *Volvelle Inovasi S-Quad* dalam merepresentasikan waktu terjadinya gerhana Matahari dan mengetahui kelemahan supaya dilakukan pengembangan terhadap kelemahan tersebut untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan akurat.

Berikut penulis tampilkan hasil verifikasi gerhana Matahari pada masa pra-sejarah antara *Volvelle Inovasi S-Quad* dengan data NASA terhadap 8 gerhana Matahari dalam sejarah mausia.

No	Tahun	Volvelle Inovasi S-Quad			NASA		
		Tgl	Jam	Jenis	Tgl	Jam	Jenis
1.	1302 BC	5 Jun	12:46	GMT/A	5 Jun	10:57	GMT
2.	763 BC	15 Jun	22:04	GMT/A	15 Jun	14:07	GMT
3.	557 BC	19 Mei	07:30	GMT/A	19 Mei	11:10	GMT
4.	1206 BC	30 Okt	14:49	GMT/A	30 Okt	21:20	GMA
6.	1133 CE	2 Agu	19:39	GMT/A	2 Agu	12:24	GMT
7.	1879 CE	22 Jan	20:05	GMT/A	22 Jan	11:53	GMA
8.	1919 CE	29 Mei	14:24	GMT/A	29 Mei	13:09	GMT
9.	1991 CE	11 Jul	21:15	GMT/A	11 Jul	19:07	GMT

Berdasarkan tabel diatas *Volvelle Inovasi S-Quad* mampu memverifikasi 8 gerhana Matahari yang terjadi di masa pra-sejarah yaitu pada tanggal 5 Juni 1302 BC pukul 12:46 dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 15 Juni 763 BC pukul 22:04 dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 19 Mei 557 BC pukul 07:30 dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 30 Oktober 1206 BC pukul 14:49 dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 2 Agustus 1133 CE pukul 19:39 dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 22 Januari 1879 CE

pukul 20:05 dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 29 Mei 1919 CE pukul 14:24 dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 11 Juli 1991 CE pukul 21:15 dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*.

Sedangkan hasil verifikasi dalam data NASA gerhana Matahari yang terjadi Pada tahun pra-sejarah tersebut yakni pada tanggal 5 Juni 1302 BC pukul 10:57 dengan jenis gerhana Matahari total, 15 Juni 763 BC pukul 14:07 dengan jenis gerhana Matahari total, 19 Mei 557 BC pukul 11:10 dengan jenis gerhana Matahari total, 30 Oktober 1206 BC pukul 21:20 dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 2 Agustus 1133 CE pukul 12:24 dengan jenis gerhana Matahari total, 22 Januari 1879 CE pukul 11:53 dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 29 Mei 1919 CE pukul 13:09 dengan jenis gerhana Matahari total, 11 Juli 1991 CE pukul 21:15 dengan jenis gerhana Matahari total.

Adapun selisih antara *Volvelle Inovasi S-Quad* dengan data NASA terhadap 8 data gerhana Matahari yang terjadi pada masa lampau menunjukkan bahwa selisih waktu antara *Volvelle Inovasi S-Quad* dan NASA bervariasi yaitu pada tanggal 5 Juni 1302 BC terdapat selisih 1 jam 49 menit (*Volvle* menunjukan waktu lebih lambat dari NASA), tanggal 15 Juni 763 BC terdapat selisih 7 jam 57 menit (*Volvle* menunjukan waktu lebih lambat dari NASA), tanggal 19 Mei 557 BC terdapat selisih 3 jam 40 menit (*Volvle* menunjukan waktu lebih cepat dari NASA), tanggal 30 Oktober 1206 BC terdapat selisih 6 jam 31 menit (*Volvle* menunjukan waktu lebih cepat dari NASA), tanggal 2 Agustus 1133 CE terdapat selisih 7 jam 15 menit (*Volvle* menunjukan waktu lebih lambat dari NASA), tanggal 22 Januari 1879 CE terdapat selisih 8 jam 12 menit (*Volvle* menunjukan waktu lebih

lambat dari NASA), tanggal 29 Mei 1919 CE terdapat selisih 1 jam 15 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA), tanggal 11 Juli 1991 CE terdapat selisih 2 jam 8 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA).

Berikut penulis tampilkan hasil prediksi gerhana Matahari antara *Volvelle Inovasi S-Quad* dengan data NASA dari tahun 2026 sampai tahun 2030.

No	Tahun	Volvelle Inovasi S-Quad			NASA		
		Tgl	Jam	Jenis	Tgl	Jam	Jenis
1.	2026	16 feb	23:28	GMT/P	17 Feb	12:13	GMA
		13 Agu	03:52	GMT/P	12 Agu	17:47	GMT
2.	2027	6 Feb	08:00	GMT/A	6 Feb	16:00	GMT
		2 Agu	12:00	GMT/A	2 Agu	10:07	GMA
3.	2028	26 Jan	17:00	GMT/A	26 Jan	15:08	GMA
		21 Jul	21:00	GMT/A	22 Jul	02:56	GMT
4.	2029	15 Jan	02:00	GMT/P	14 Jan	17:12	GMP
		11 Jun	17:33	GMP	12 Jun	04:04	GMP
		11 Jul	06:00	GMP	11 Jul	15:35	GMP
		5 Des	22:00	GMT/P	5 Des	15:02	GMP
5.	2030	1 Jun	02:22	GMT/A	1 Jun	06:29	GMA
		25 Nov	06:46	GMT/A	25 Nov	06:51	GMT
6.	2031	21 Mei	11:11	GMT/A	21 Mei	07:16	GMA
		14 Nov	15:35	GMT/A	14 Nov	21:07	GM Hybrid
7.	2032	9 Mei	19:59	GMT/A	9 Mei	13:26	GMA
8.	2033	30 Mar	16:04	GMT/P	30 Mar	18:02	GMT
9.	2034	20 Mar	00:52	GMT/A	20 Mar	10:18	GMT
		13 Sep	05:16	GMT/A	12 Sep	16:19	GMA
10	2035	9 Mar	09:41	GMT/A	9 Mar	23:05	GMA
		2 Sep	14:05	GMT/A	2 Sep	01:56	GMT

Volvelle Inovasi S-Quad memprediksi bahwa pada kurun waktu 10 tahun yaitu dari tahun 2026 hingga 2035 terjadi 20 kali gerhana Matahari yakni pada tanggal 16 Februari 2026 pukul 23:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular partial*, 13 Agustus 2026 pukul 04:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular partial*, 6 februari 2027 pukul 08:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 2 Agustus 2027 pukul 12:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 26 Januari 2028 pukul 15:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 21 Juli 2028 pukul 21:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 15 Januari 2029 pukul 02:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular/ partial*, 11 Juni 2029 pukul 17:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 11 Juli 2029 pukul 06:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 5 Desember 2029 pukul 22:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular* atau *partial*, 1 Juni 2030 pukul 02:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 25 November 2030 pukul 06:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 21 Mei 2031 pukul 11:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 14 November 2031 pukul 15:35 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 9 Mei 2032 pukul 20:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 30 Maret 2033 pukul 16:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 20 Maret 2034 pukul 01:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 13 September 2034 pukul 05:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*, 9 Maret 2035 pukul 09:41 GMT dengan jenis gerhana total atau *annular*, dan 2 September 2035 pukul 14:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular*.

Sedangkan dalam data NASA dalam kurun waktu 10 tahun yaitu dari tahun 2026 hingga 2035 terjadi 20 kali gerhana Matahari yaitu pada tanggal 21 September pukul 19:41 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 17 Februari 2026 pukul 12:13 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 12 Agustus 2026 pukul 17:45 GMT dengan jenis gerhana Matahari total, 6 Februari 2027 pukul 10:06 GMT dengan jenis gerhana Matahari total, 2 Agustus 2027 pukul 15:59 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 26 Januari 2028 pukul 15:07 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 22 Juli 2028 pukul 02:55 GMT dengan jenis gerhana Matahari total, 14 Januari 2029 pukul 17:12 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 12 Juni 2029 pukul 04:04 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 11 Juli 2029 pukul 15:35 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 5 Desember 2029 pukul 15:02 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 1 Juni 2030 pukul 06:27 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 25 November 2030 pukul 06:50 GMT dengan jenis gerhana Matahari total, 21 Mei 2031 pukul 11:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 14 November 2031 pukul 15:35 GMT dengan jenis gerhana Matahari *hybrid*, 9 Mei 2032 pukul 20:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 30 Maret 2033 pukul 16:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total, 20 Maret 2034 pukul 01:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total, 13 September 2034 pukul 05:16 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 9 Maret 2035 pukul 09:41 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, dan 2 September 2035 pukul 14:00 dengan jenis gerhana Matahari total.

Berdasarkan data hasil perhitungan menggunakan *Volvelle Inovasi S-Quad* dalam kurun waktu 10 tahun diketahui bahwa terdapat selisih waktu terjadinya gerhana

Matahari jika dibandingkan dengan data NASA. Adapun selisihnya yakni pada tanggal 16 Februari 2026 terdapat selisih 12 jam 43 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 13 Agustus 2026 terdapat selisih 13 jam 55 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 6 Februari 2027 terdapat selisih 8 jam 0 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 2 Agustus 2027 terdapat selisih 1 jam 53 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA), pada tanggal 26 Januari 2028 terdapat selisih 1 jam 52 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA), pada tanggal 21 Juli 2028 terdapat selisih 18 jam 04 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA), pada tanggal 15 Januari 2029 terdapat selisih 15 jam 12 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 11 Juni 2029 terdapat selisih 13 jam 29 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA), pada tanggal 11 Juli 2029 terdapat selisih 9 jam 35 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 5 Desember 2029 terdapat selisih 6 jam 58 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA), pada tanggal 1 Juni 2030 terdapat selisih 4 jam 07 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 25 November 2030 terdapat selisih 0 jam 05 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 21 Mei 2031 terdapat selisih 3 jam 55 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA), pada tanggal 14 November 2031 terdapat selisih 5 jam 32 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 9 Mei 2032 terdapat selisih 6 jam 33 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA), pada tanggal 30 Maret 2033 terdapat selisih 1 jam 58 menit (*Volvle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 20 Maret 2034 terdapat

selisih 9 jam 26 menit (*Volvelle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 13 September 2034 terdapat selisih 11 jam 03 menit (*Volvelle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 9 Maret 2035 terdapat selisih 13 jam 24 menit (*Volvelle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA), pada tanggal 2 September 2035 terdapat selisih 12 jam 09 menit (*Volvelle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA).

Berdasarkan data yang telah disajikan, dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi selisih waktu antara hasil perhitungan menggunakan metode *Volvelle Inovasi S-Quad* dan data hasil perhitungan NASA. Meskipun keduanya sama-sama mengacu pada algoritma Jean Meeus sebagai dasar perhitungannya, *Volvelle Inovasi S-Quad* hanya menggunakan nilai F (argumen lintang Bulan). Namun untuk memperoleh hasil yang lebih akurat instrumen *Volvelle Inovasi S-Quad* dengan bantuan instrumen lain yaitu *Volvelle Inovasi Koreksi* untuk dilakukan pengkoreksian atau interpolasi sehingga hasilnya akan lebih akurat. Sementara itu, metode NASA mempertimbangkan lebih banyak parameter astronomis seperti nilai *magnitude* dan *gamma*, sehingga tingkat keakurasiannya lebih rendah dan karena keterbatasan tersebut, *Volvelle Inovasi S-Quad* belum dapat dijadikan sebagai acuan utama dalam penetapan waktu gerhana Matahari secara presisi. Namun demikian, instrumen ini tetap memiliki nilai praktis sebagai media bantu untuk memprediksi kemungkinan terjadinya gerhana Matahari dengan cara yang lebih sederhana dan mudah diakses oleh berbagai kalangan.

Hasil prediksi yang diperoleh melalui instrumen *Volvelle Inovasi S-Quad* menunjukkan kesesuaian dan selaras dengan fakta-fakta gerhana sebagaimana dijelaskan oleh Rinto Anugraha dalam bukunya *Mekanika Benda*

Langit, yang menyatakan bahwa jumlah maksimal gerhana Matahari dalam satu tahun kalender adalah lima kali, dan minimal terjadi sebanyak dua kali.

Setelah dilakukan analisis mendalam terhadap kinerja dan struktur instrumen *Volvelle Inovasi S-Quad* penulis menemukan sejumlah kelebihan dan kekurangan dari instrumen ini, yang dapat dirinci sebagai berikut:

a. Kelebihan

- Mudah digunakan oleh semua kalangan: Tanpa memerlukan latar belakang astronomi yang kompleks, pengguna dapat mengoperasikan instrumen ini dengan mudah.
- Efisiensi waktu: Cukup dengan dua kali pemutaran piringan, pengguna dapat mengetahui potensi terjadinya gerhana Matahari dalam satu tahun.
- Kemandirian data: Instrumen ini telah dilengkapi dengan data yang diperlukan, khususnya melalui piringan *epoch*, sehingga pengguna tidak perlu lagi melakukan pencarian data tambahan.
- Identifikasi jenis gerhana: Tersedianya area khusus untuk menampilkan jenis gerhana memudahkan pengguna dalam memahami klasifikasi gerhana yang terjadi pada tahun tertentu.
- Jika pada *Volvelle* jenis sebelumnya terdapat keterbatasan fungsi kurva gerhana pada kondisi tertentu: Jika nilai F awal new moon melebihi $53,3^\circ$ atau lebih dari $233,3^\circ$, maka kurva gerhana tidak dapat digunakan, dan pengguna harus melakukan perhitungan manual. Namun pada *Volvelle Inovasi S-Quad* tegas dalam memberi kepastian ada tidaknya gerhana sehingga tidak memerlukan perhitungan manual.

b. Kelemahan dan solusi

- Harga yang relatif tinggi: Saat ini, harga instrumen mencapai sekitar Rp 1.000.000,00. Solusi yang dapat ditawarkan adalah menggunakan bahan dasar yang lebih ekonomis agar harga jualnya lebih terjangkau.
- Batasan rentang tahun: Instrumen hanya mencakup data antara tahun 1900–2100. Untuk mengatasi hal ini, perlu disiapkan tabel epoch tambahan agar pengguna dapat memperluas prediksi hingga tahun-tahun berikutnya.
- Cek jenis gerhana dengan algoritma tambahan: Untuk membedakan jenis gerhana tertentu, seperti total atau cincin, masih diperlukan perhitungan manual, yang bisa menjadi cukup merepotkan.
- Ketidakmampuan membedakan antara gerhana total dan cincin: Hal ini disebabkan oleh kompleksitas algoritma pemisah, sehingga pada tahap ini keduanya dianggap sama.
- Skala waktu yang padat: Jarak antar garis jam dalam skala cukup sempit, sehingga membutuhkan ketelitian tinggi dalam pembacaan. Solusi yang dapat dilakukan adalah memperbesar ukuran piringan agar pembacaan skala waktu menjadi lebih jelas dan akurat.

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan dan analisis yang telah penulis paparkan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan dalam beberapa poin, yaitu:

1. Instrumen *Volvelle Inovasi S-Quad* merupakan salah satu instrument untuk memprediksi terjadinya gerhana. Instrumen ini juga mampu memverifikasi gerhana yang terjadi di masa pra-sejarah. Terdiri dari 5 komponen utama berupa piringan kalender, piringan hari, piringan Bulan (F), piringan *new moon* dan *full moon*, serta penggaris. Dalam memprediksi gerhana Matahari *Volvelle Inovasi S-Quad* mengadopsi algoritma perhitungan dari Jean Meeus, namun telah mengalami penyederhanaan dalam bentuk reformulasi aritmatika. Metode yang digunakan dalam instrumen ini termasuk dalam kategori hisab *ḥaqīqī taqrībī*, yaitu metode perhitungan berbasis data astronomis yang cukup akurat, namun belum dilengkapi dengan unsur koreksi yang menyempurnakan hasil perhitungannya.
2. Setelah dilakukan komparasi dengan data NASA dalam prediksi dan verifikasi terjadinya gerhana Matahari terdapat selisih yang variatif antara keduanya. Selisih terbesar terjadi pada tanggal 21 Juli 2028 terdapat selisih 18 jam 04 menit dimana *Volvelle* menunjukkan waktu lebih lambat dari NASA. Dan selisih terkecil terjadi pada tanggal 25 November 2030 terdapat selisih 0 jam 05 menit dimana *Volvelle* menunjukkan waktu lebih cepat dari NASA. Meskipun terdapat perbedaan waktu yang cukup signifikan antara hasil prediksi *Volvelle Inovasi S-Quad* dengan metode perhitungan modern lainnya, hal ini menunjukkan bahwa *Volvelle Inovasi S-Quad* belum

sepenuhnya dapat dijadikan sebagai acuan utama dalam penetapan waktu gerhana Matahari. Namun demikian, instrumen ini tetap memiliki nilai praktis sebagai media bantu dalam memprediksi terjadinya gerhana. Hal ini didukung oleh fakta bahwa prediksi waktu gerhana yang dihasilkan *Volvelle Inovasi S-Quad* menunjukkan kesesuaian dengan data NASA, meskipun masih terdapat selisih dalam hitungan jam. Keselarasan tersebut juga didukung oleh fakta-fakta astronomis yang telah diakui, sehingga *Volvelle Inovasi S-Quad* tetap relevan digunakan dalam konteks edukasi dan pengenalan konsep hisab falak.

B. SARAN

1. Walaupun saat ini telah tersedia berbagai metode penentuan gerhana Matahari yang lebih akurat dan efisien, keberadaan metode-metode dalam instrumen seperti *Volvelle Inovasi S-Quad* tetap penting untuk dipelajari dan dilestarikan. Instrumen ini memiliki nilai historis dan edukatif yang tinggi, serta dapat memperkaya khazanah keilmuan di bidang astronomi Islam dan ilmu falak secara umum.
2. Sudah sepatasnya *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* mendapatkan perhatian lebih lanjut dalam penelitian-penelitian mendatang. Hal ini bertujuan untuk mengatasi berbagai keterbatasan yang masih terdapat pada instrumen tersebut serta meningkatkan tingkat akurasi di masa depan. Beberapa pengembangan yang dapat dipertimbangkan antara lain:
 - a. Penggunaan material alternatif: Mengganti bahan dasar instrumen dengan material yang lebih ekonomis agar biaya produksi dapat ditekan, sehingga instrumen menjadi lebih terjangkau bagi pengguna.

- b. Penambahan tabel epoch lanjutan: Menyusun tabel epoch tambahan guna memperluas jangkauan data ke tahun-tahun di luar rentang 1900–2100, sehingga keterbatasan data historis maupun prediktif dapat diminimalkan.
- c. Perbaikan desain skala dan ukuran instrumen: Memperbesar ukuran piringan agar pembacaan terhadap skala waktu dan tanggal menjadi lebih jelas, presisi, dan mudah diinterpretasikan.

C. PENUTUP

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah Subhanahuwata'ala atas rahmat dan hidayahnya yang telah dikaruniakan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagaimana mestinya. Penulis sangat menyadari, bahwa dalam penulisan ini banyak kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk menjadikan tulisan ini lebih baik. Pungkasnya penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan teruntuk penulis sendiri *amin yarabbal'alamin*, wallahu a'lam bishawab.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Muri Yusuf. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan Penelitian Gabungan Edisi Pertama*. Jakarta: Kencana, 2017.
- Abi Abdillah Muhammad bin Ismail al-Bukhori. *Shahih Al-Bukhari*. Beirut: Dar Ibnu Katsir, 2002.
- Abu Abdullah Muhammad bin Ahmad bin Abu Bakr al-Qurthubi. *Tafsīr Al-Qurṭubī*, n.d.
- Abu Sabda. *Ilmu Falak Rumusan Syar'ī Dan Astronomi Seri 2*. Bandung: Persis Pers, 2019.
- Ahmad Izzuddin. *Fiqih Hisab Rukyat*. Jakarta: Erlangga, 2007.
- . *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2012.
- Ahmad Syakir. *Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir*. Jakarta Timur: Darus Sunnah press, 2012.
- Alfan Maghfuri. *Algoritma Gerhana*. Malang: CV. Madza Media, 2020.
- Arwin Juli Rakhmadi Butar Butar. *Pengantar Ilmu Falak; Teori, Praktik, Dan Fikih*. Depok: Rajawali press, 2018.
- Azmi, Muhammad Farid. “Prediksi Pergerakan Bayangan Bumi Saat Terjadi Gerhana Bulan Menggunakan Ephemeris Hisab Rukyat.” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 2 (2018).
- Dja'man Satori & Aan Qomariyah. *Metodologi Penelitian Kualitatif, Bandung: Alfabeta*. Bandung: Alfabeta, 2013.
- Ehsan Hidayat. “Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana.” UIN Walisongo Semarang, 2019.
- . *Modul Seri 1 Volvelle Inovasi Basic*. Yogyakarta: Pustaka

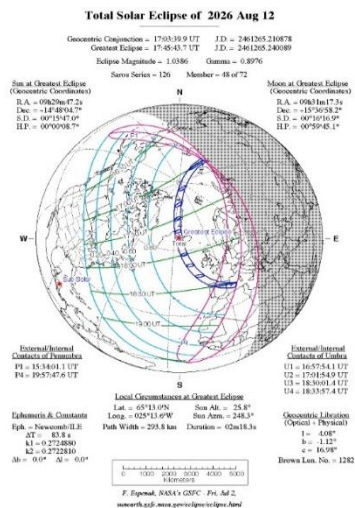
- Egaliter, 2021.
- . *Modul Seri 2 Volveeelle Inovasi Koreksi*. Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2021.
- . *Modul Seri IV Volveelle Inovasi Special Lunar Eclipse*. Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2021.
- . *Panduan Volveelle Inovasi S-Quad*. Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2024.
- Eko Murdiyanto. *Metode Penelitian Kualitatif*. Yogyakarta: LP2M Universitas Pembangunan Nasional “Veteran,” 2020.
- Gazirah bdi Ummah. *Terjemah Fathul Baari Syarah: Sahih Bukhari/Ibnu Hajar Al Asqalani*. Jakarta: Pustaka Azzam, 2002.
- Hadi Bashori, Muhammad. *Pengantar Ilmu Falak*. 1st ed. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015.
- Hidayat, Ehsan. *Modul Seri 3 Volveelle Inovasi Special Solar Eclipse*. Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2023.
- Jean Meeus. *Astronomical Algorithms*. Virginia, 1991.
- Kementrian Agama RI. *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*. solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2015.
- . *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Direktorat jendral Bimbingan Masyarakat Islam Kementrian Agama Republik Indonesia, 2010.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- . *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- Lars Gislén and Chris Eade. “Philippe De La Hire ’S Eighteenth Century Eclipse Predictor.” *Journal of Astronomical History and Heritage*, 2016, 46.

- M. Quraish Shihab. *Tafsir Al-Misbah Vol-4*. Jakarta: Lentera Hati, 2002.
- Muhyiddin Khazin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008.
- Ni'ma Nadia Ul Ngulya. "Analisis Hisab Aplikatif Gerhana Matahari Dengan Menggunakan Volvele Inovasi Special Solar Eclipse (SEE) Karya Ehsan Hidayat." Uin Walisongo Semarang, 2019.
- Nicolas Bion. *The Traite De La Construction Usages Des Instrumen*. Paris: Pres La Rue Gille, 1752.
- Rinto Anugraha. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada, 2012.
- Saifuddin Azwar. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Belajar, 2004.
- Sayful Mujab. "Gerhana: Antara Mitos, Sains Dan Islam." *Yudisia* 5 (2014): 84–100.
- slamet hambali. *Pengantar Ilmu Falak Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*. Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012.
- Tim Qisthi Press. *Tafsir Muyassar*. Jakarta: Qisthi Press, 2007.
- Winarno Surakhmad. *Pengantar Penelitian Ilmiah: Dasar, Metode, Dan Teknik*. Bandung: Tarsito, 1985.

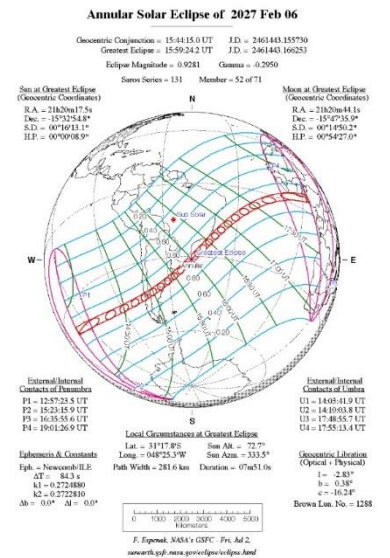
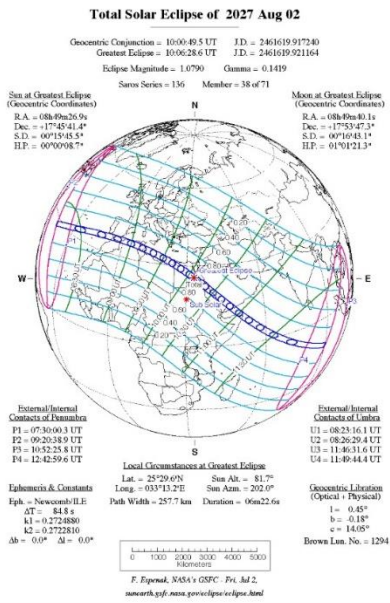
LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1: Foto bersama Ehsan Hidayat selaku innovator Volvelle Inovasi S-Quad



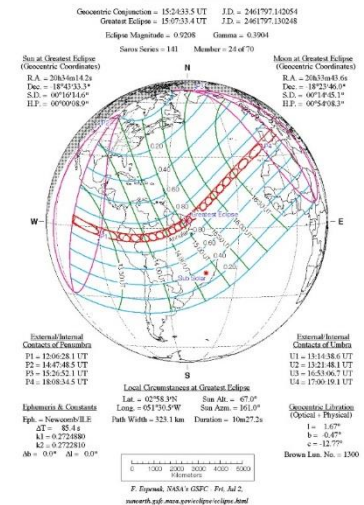


Tahun 2027

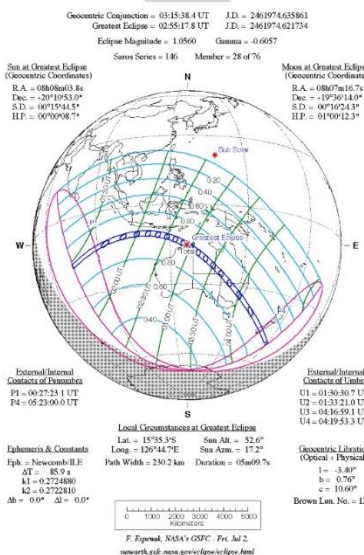


Tahun 2028

Annular Solar Eclipse of 2028 Jan 26

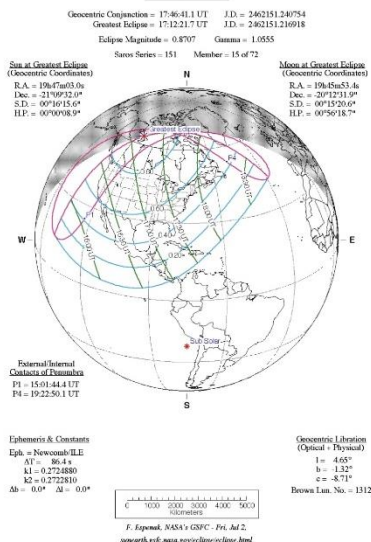


Total Solar Eclipse of 2028 Jul 22

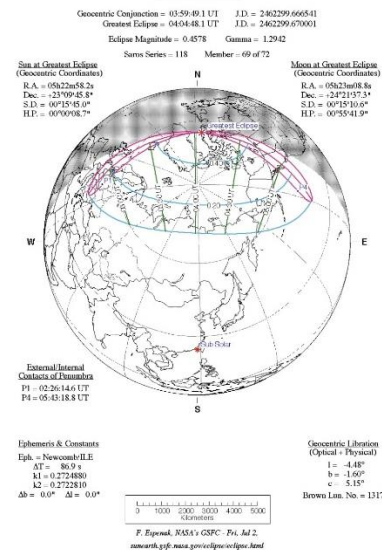


Tahun 2029

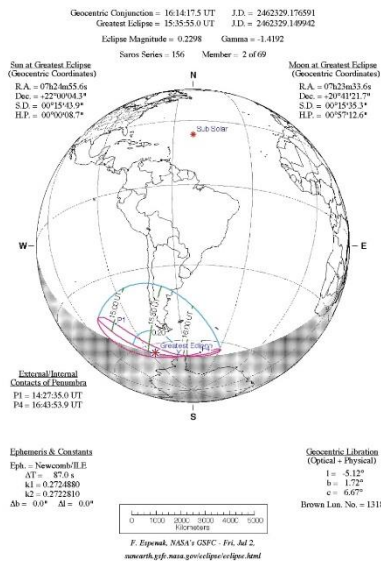
Partial Solar Eclipse of 2029 Jan 14



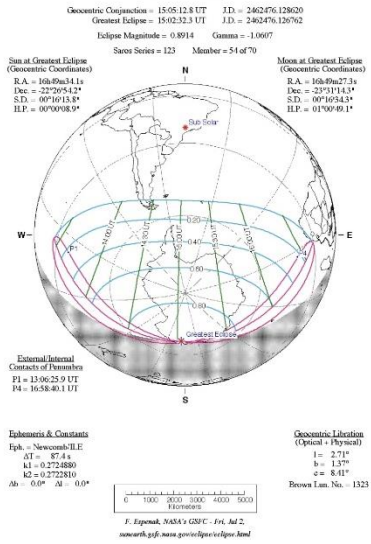
Partial Solar Eclipse of 2029 Jun 12



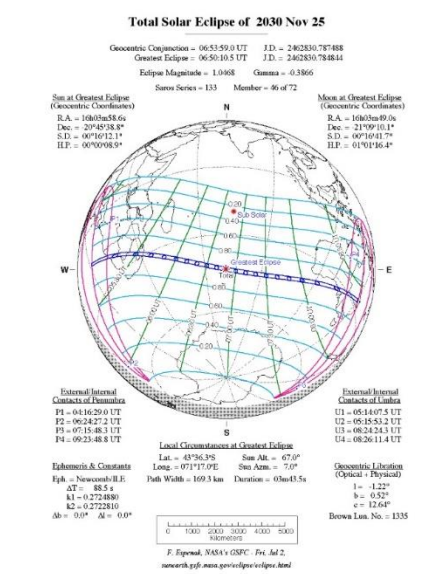
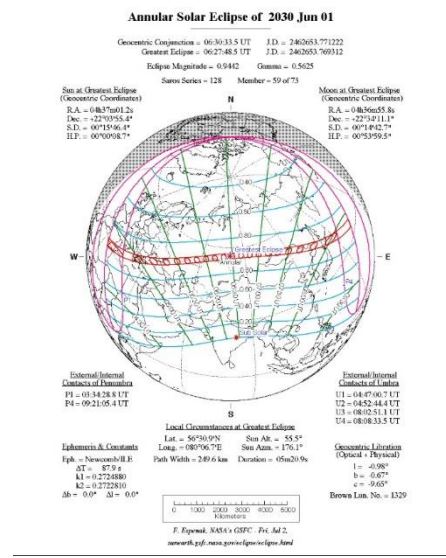
Partial Solar Eclipse of 2029 Jul 11



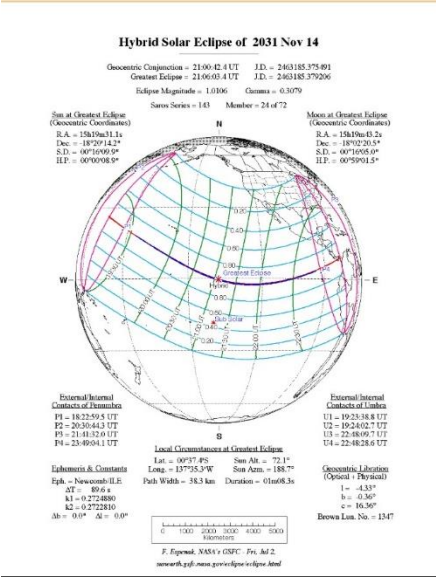
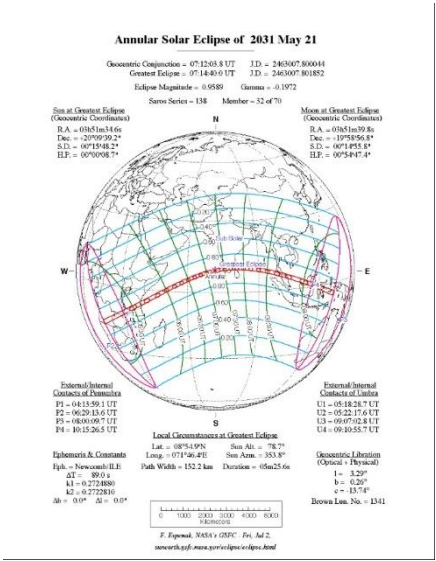
Partial Solar Eclipse of 2029 Dec 05



Tahun 2030



Tahun 2031



Tahun 2032

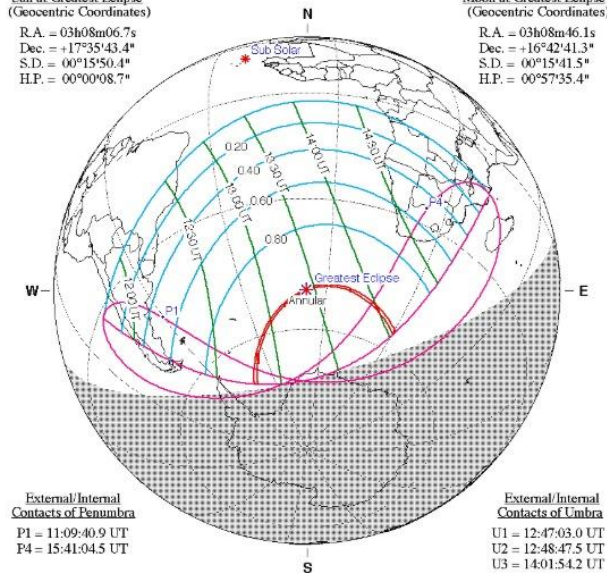
Annular Solar Eclipse of 2032 May 09

Geocentric Conjunction = 13:06:52.5 UT J.D. = 2463362.046441

Greatest Eclipse = 13:25:15.7 UT J.D. = 2463362.059210

Eclipse Magnitude = 0.9957 Gamma = -0.9377

Saros Series = 148 Member = 22 of 75

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)R.A. = 03h08m06.7s
Dec. = +17°35'43.4"
S.D. = 00°15'50.4"
H.P. = 00°00'08.7"**Moon at Greatest Eclipse**
(Geocentric Coordinates)R.A. = 03h08m46.1s
Dec. = +16°42'41.3"
S.D. = 00°15'41.5"
H.P. = 00°57'35.4"**External/Internal**
Contacts of PenumbraP1 = 11:09:40.9 UT
P4 = 15:41:04.5 UT**External/Internal**
Contacts of UmbraU1 = 12:47:03.0 UT
U2 = 12:48:47.5 UT
U3 = 14:01:54.2 UT
U4 = 14:03:44.3 UT**Local Circumstances at Greatest Eclipse**Lat. = 51°17.3'S Sun Alt. = 19.8°
Long. = 007°00.5'W Sun Azm. = 344.6°
Path Width = 43.8 km Duration = 00m22.0s**Ephemeris & Constants**Eph. = Newcomb/ILE
 $\Delta T = 90.1$ s
 $k1 = 0.2724880$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0'' \Delta l = 0.0''$ **Geocentric Libration**
(Optical + Physical) $l = 4.77''$
 $b = 1.20''$
 $c = -17.19''$

Brown Lun. No. = 1353

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

Tahun 2033

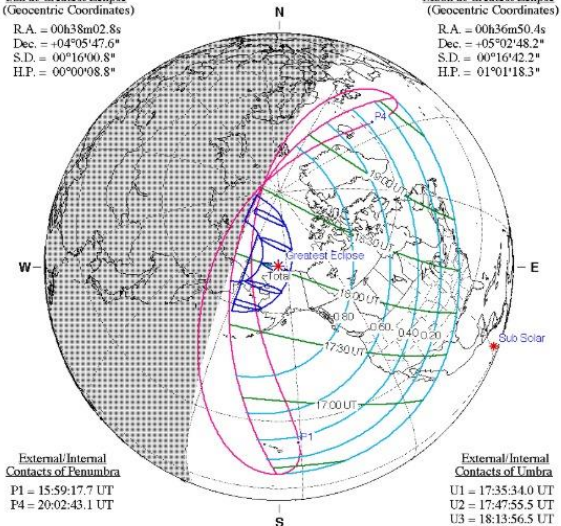
Total Solar Eclipse of 2033 Mar 30

Geocentric Conjunction = 18:32:58.3 UT J.D. = 2463687.272897
Greatest Eclipse = 18:01:07.5 UT J.D. = 2463687.250782
Eclipse Magnitude = 1.0461 Gamma = 0.9778

Saros Series = 120 Member = 62 of 71

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)
R.A. = 00h38m02.8s
Dec. = +04°05'47.6"
S.D. = 00°16'00.8"
H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)
R.A. = 00h36m50.4s
Dec. = +05°02'48.2"
S.D. = 00°16'42.2"
H.P. = 01°01'18.3"



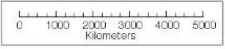
External/Internal
Contacts of Penumbra
P1 = 15:59:17.7 UT
P4 = 20:02:43.1 UT

External/Internal
Contacts of Umbra
U1 = 17:35:34.0 UT
U2 = 17:47:55.5 UT
U3 = 18:13:56.5 UT
U4 = 18:26:17.3 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse
Lat. = 71°18.9'N Sun Alt. = 11.2°
Long. = 155°45.7'W Sun Azm. = 111.1°
Path Width = 780.7 km Duration = 02m37.0s

Ephemeris & Constants
Eph. = Newcomb/ILE
 $\Delta T = 91.1 \text{ s}$
 $k1 = 0.2724880$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$

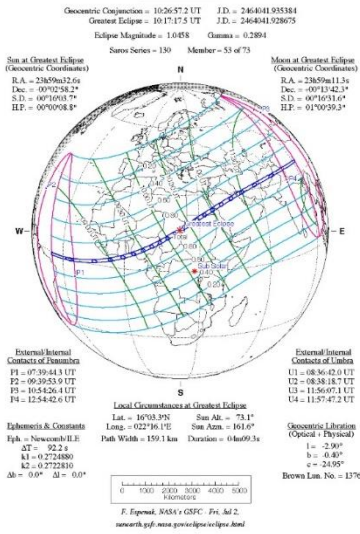
Geocentric Libration
(Optical + Physical)
 $l = 1.03''$
 $b = -1.28''$
 $c = -24.60''$
Brown Lun. No. = 1364



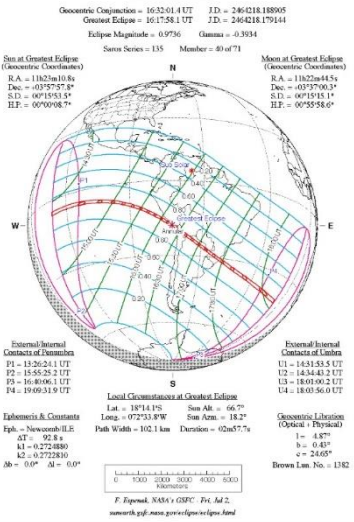
F. Espenak, NASA's GSFC, Fri, Jul 2,
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

Tahun 2034

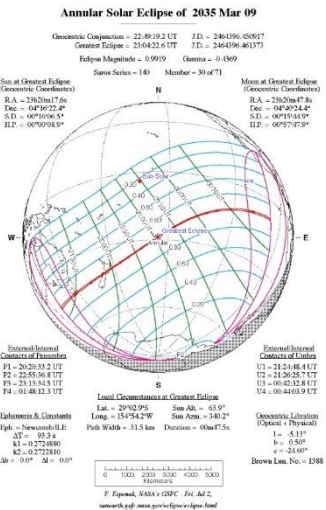
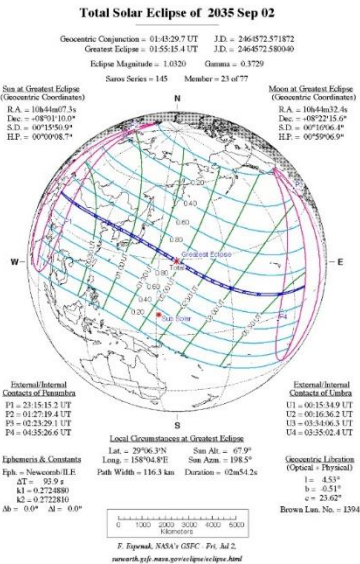
Total Solar Eclipse of 2034 Mar 20



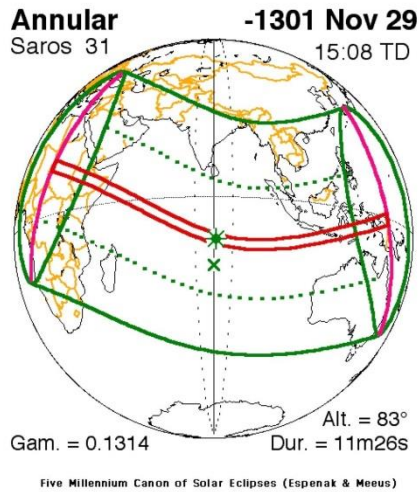
Annular Solar Eclipse of 2034 Sep 12



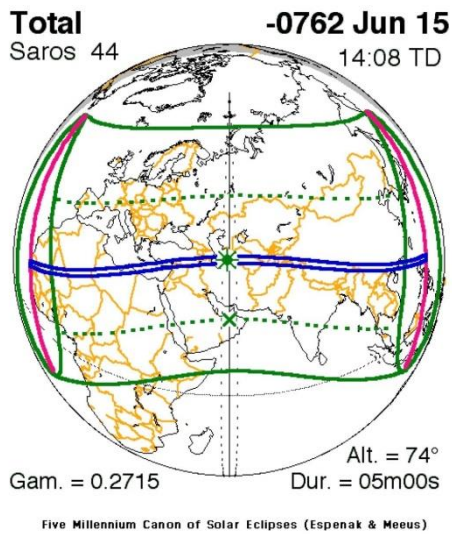
Tahun 2035



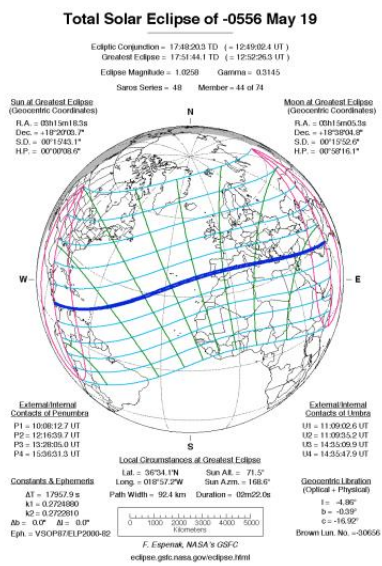
Tahun 1302 BC



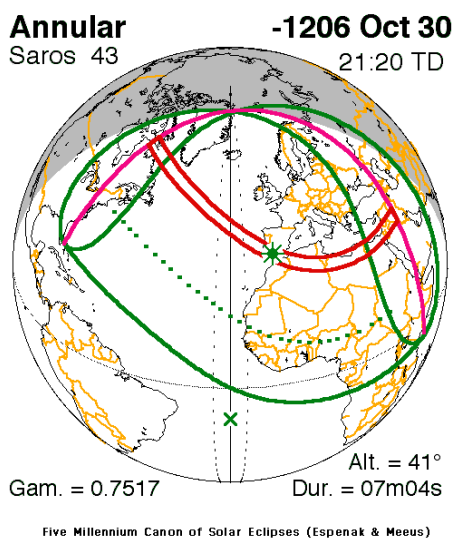
Tahun 762 BC



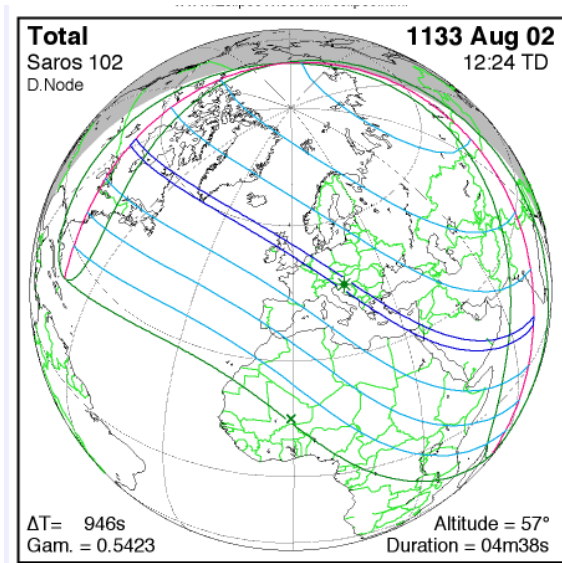
Tahun 557 BC



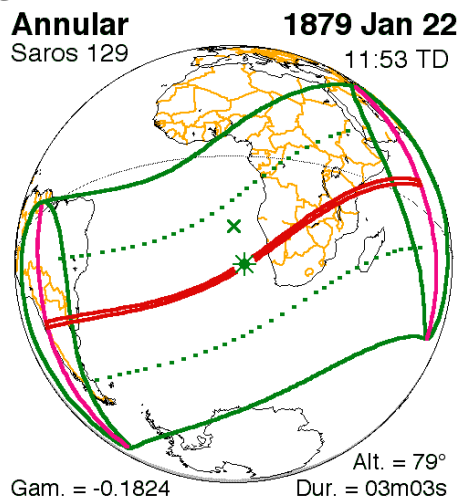
Tahun 1206 BC



Tahun 1133 BC

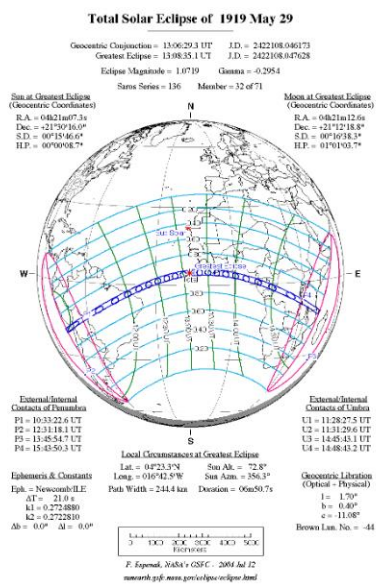


Tahun 1879 CE

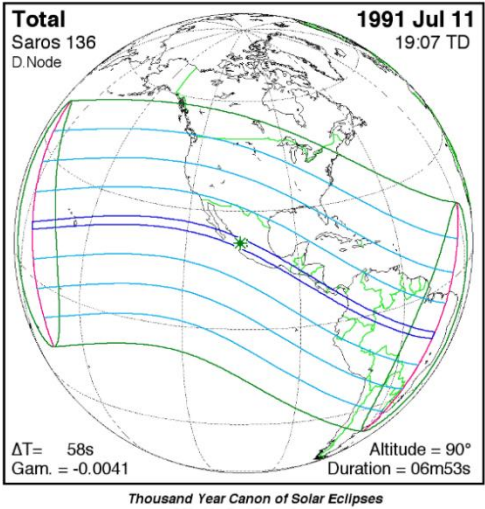


Five Millennium Canon of Solar Eclipses (Espenak & Meeus)

Tahun 1919 CE



Tahun 1991 CE

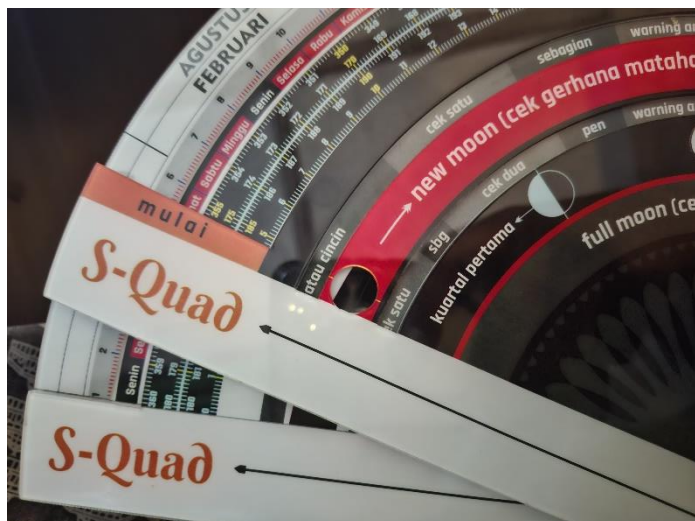


Lampiran 3: Penggunaa Volvelle Inovasi S-Quad dalam Hisab Gerhana Matahari

1. Tentukan tahun yang akan dicari gerhananya dalam hal ini tahun 1302 BC kemudian lihat data yang ada dalam piringan *epoch*. Dikarenakan tahun 1302 tidak terdapat dalam data *epoch* maka kita hitung dengan manual, dalam hal ini penulis menggunakan Microsoft Excel untuk mengetahui data

BUAT EPOCH ANDA DI SINI					
INPUT	OVERPUT				
K (LUNATION)	TAHUN	TGL	BULAN	H.M.S	F (LUN NUMBER)
-40823	-1301	5	JUNE	12:46:24	176,9973
(INI ADALAH HASIL EPOCHMU)					
HELP	Pastikan hasil epoch jatuh pada bulan Januari, jika jatuh selain pada bulan ini, maka tambah/kurangi nilai k-nya. Apabila anda mengalami kesulitan untuk mengetahui nilai k pada tahun yang diinginkan. Maka gunakan kolom bantuan yang ada di bawah HELP. Masukkan data tahun bulan dan perkiraan tanggal. Kemudian hasil perkiraan k-nya diinput ke bagian k (LUNATION).				
TAHUN	-1301				
BULAN	1				
TANGGAL	5				
PERKIRAAN K	-40823				

2. Arahkan lingkaran *new moon* pertama yang ada tulisan mulai ke tanggal *new moon* yang ada dibagian kalender.



3. Luruskan nilai derajat Bulan ke tanggal *new moon* tersebut.



4. Atur piringan hari sesuai kode agar lurus ke tanggal 1 pada Bulan tersebut. dalam hal ini tidak diketahui kode harinya karena tahun 1302 BC tidak ada didalam tabel *epoch*
5. Lihat lingkaran berlubang untuk mengetahui apakah ada gerhana.



Dari praktik tersebut kita dapat ambil kesimpulan bahwa:

Verifikasi Gerhana Matahari Tahun 1302 BC			
Tahun	Tanggal	Jenis	Jam
1302 BC	5 Juni	GMT/A	12:46 GMT

Lampiran 4

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris
pada tanggal 17 februari 2026 di Semarang (LT = -07° 00'
LS dan BT= 110° 24' BT)

1. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 17 februari 2026
2. Nilai FIB terkecil pada tanggal 17 februari 2026 adalah 0,00007 pukul 12 GMT.
- 3

ELM 12 GMT	=	328° 49' 52"
ELM 13 GMT	=	<u>328° 52' 23"</u>
B1	=	0° 2' 31"
- 4

ALB 12 GMT	=	328° 48' 26"
ALB 13 GMT	=	<u>329° 21' 22"</u>
B2	=	0° 32' 56"
- 5

MB	=	ELM -ALB
	=	328° 49' 52" - 328° 48' 26"
	=	0° 1' 26"
- 6

SB	=	B2-B1
	=	0° 32' 56" - 0° 2' 31"
	=	0° 30' 25"
- 7

TI	=	MB:SB
	=	0° 1' 26" : 0° 30' 25"
	=	0° 2' 49,64"
- 8

Ijtima'	=	waktu FIB + TI
	=	12 ^J 0 ^m 0 ^d + 0° 2' 49,64"
	=	12° 2' 49,64"
- 9

A. SD Bulan Jam	=	00°15'32,05"
12°02'49,64"		
B. HP Bulan Jam	=	00°57'02,05"
12°02'49,64"		
C. Lintang Bulan	=	-00°55'39,57"
Jam 12°02'49,64"		
D. SD Matahari Jam	=	00°16'11,00"
12°02'49,64"		
E. JB JAM 12	=	00°59'50,55"

10	SIN HP	=	00°00'08,79"
	HP=SIN HP/JB	=	00°00'08,82"
11	SIN H	=	SIN LB JAM 02:50:40.54/SIN 5
		=	-10°42'19,39"
12	TAN U	=	TAN LINTANG BULAN/SIN H
		=	04°58'54,19"
13	SIN Z	=	SIN U*SIN H
		=	00°55'27,39"
14	K	=	COS LB *SB/COS U
		=	00°30'31,68"
15	D	=	HP BULAN+SD MATAHARI -HP MATAHARI
		=	01°13'04,23"
16	X	=	D+SD BULAN
		=	01°28'36,28"
17	Y	=	D-SD BULAN
		=	00°57'32,18"
18	C	=	COS X/COS Z
		=	01°09'06,42"
19	T1	=	C/K
		=	02°15'49,41"
20	Ta	=	cos H/sin K
		=	110°39'04,13"
21	Tb	=	sin LINTANG BULAN/SIN K
		=	-01°49'23,41"
22	T0	=	sin 0.05*Ta*TB
		=	00°10'33,77"
23	DELTA T	=	00°01'12,20"
24	Tgh	=	ijtima'+T0-DELTA T
		=	12°12'11,22"
25	Mulai Gerhana	=	Tgh-T1
		=	09°56'21,80"
26	Selesai Gerhana	=	Tgh+T1
		=	14°28'00,63"

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari senin wage 17 Februari 2026 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	09 ^j 56 ^m 21,80 ^d
Tengah Gerhana	12 ^j 12 ^m 11,22 ^d
Selesai Gerhana	14 ^j 28 ^m 00,63 ^d

2027

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris pada tanggal 6 february 2027 di Semarang (LT = -07° 00' LS dan BT= 110° 24' BT)

1. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 6 february 2027
2. Nilai FIB terkecil pada tanggal 6 february 2027 adalah 0,00001 pukul 16 GMT.
3. ELM 16 GMT = 317° 37' 53"
ELM 17 GMT = 317° 40' 25"-
B1 = 00° 02' 32,00"
4. ALB 16 GMT = 317° 39' 0"
ALB 17 GMT = 318° 9' 2"-
B2 = 00° 30' 02,00"
5. MB = ELM -ALB
= 317° 37' 53"- 317° 39' 0"
= -00° 01' 07,00"
6. SB = B2-B1
= 00° 30' 02,00"-00° 02' 32,00"
= 00° 27' 30,00"
7. TI = MB:SB
= -00° 01' 07,00":00° 27' 30,00"
= -00° 02' 26,18"
8. Ijtima' = waktu FIB + TI
= 16^j 0^m 0^d + (-00° 02' 26,18")
= 15° 57' 33,82"

9	A. SD Bulan Jam 15°57'33,82"	= 00°14'50,00"
	B. HP Bulan Jam 15°57'33,82"	= 00°54'27,96"
	C. Lintang Bulan Jam 15°57'33,82"	= -00°13'18,78"
	D. SD Matahari Jam 15°57'33,82"	= 00°16'13,00"
	E. JB JAM 16	= 00°59'50,55"
10	SIN HP	= 00°00'08,79"
	HP=SIN HP/JB	= 00°00'08,82"
11	SIN H	= SIN LB JAM 15:57:33,82"/SIN 5
		= -02°32'47,98"
12	TAN U	= TAN LINTANG BULAN/SIN H
		= 04°58'51,98"
13	SIN Z	= SIN U*SIN H
		= 00°13'15,77"
14	K	= COS LB *SB/COS U
		= 00°27'36,24"
15	D	= HP BULAN+SD MATAHARI -HP MATAHARI
		= 01°10'32,14"
16	X	= D+SD BULAN
		= 01°25'22,14"
17	Y	= D-SD BULAN
		= 00°55'42,14"
18	C	= COS X/COS Z
		= 01°24'19,96"
19	T1	= C/K
		= 03°03'18,31"
20	Ta	= cos H/sin K
		= 124°24'58,09"
21	Tb	= sin LINTANG BULAN/SIN K
		= -00°28'56,24"
22	T0	= sin 0.05*Ta*TB

		=	00°03'08,51"
23	DELTA T	=	00°01'12,20"
24	Tgh	=	ijtima'+T0-DELTA T
		=	15°59'30,13"
25	Mulai Gerhana	=	Tgh-T1
		=	12°56'11,82"
26	Selesai Gerhana	=	Tgh+T1
		=	19°02'48,43"

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari sabtu wage 6 Februari 2027 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	12 ^j 56 ^m 11,82 ^d
Tengah Gerhana	15 ^j 59 ^m 30,13 ^d
Selesai Gerhana	19 ^j 02 ^m 48,43 ^d

2028

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris pada tanggal 26 januari 2028 di Semarang (LT = -07° 00' LS dan BT= 110° 24' BT)

1. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 26 januari 2028
2. Nilai FIB terkecil pada tanggal 26 Januari 2028 adalah 0,00001 pukul 15 GMT.
3. ELM 15 GMT = 306°10'31,00"
ELM 16 GMT = 306°13'04,00"-
B1 = 00°02'33,00"
4. ALB 15 GMT = 306°04'15,00"
ALB 16 GMT = 306°33'56,00"-
B2 = 00°29'41,00"
5. MB = ELM -ALB
= 306°10'31,00"-306°04'15,00"
= 00°06'16,00"
6. SB = B2-B1

		=	$00^{\circ}29'41,00''-00^{\circ}02'33,00''$
		=	$00^{\circ}27'08,00''$
7	TI	=	MB:SB
		=	$00^{\circ}06'16,00'' : 00^{\circ}27'08,00''$
		=	$00^{\circ}13'51,45''$
8	Ijtima'	=	waktu FIB + TI
		=	$15^J 0^m 0^d + 00^{\circ}13'51,45''$
		=	$15^{\circ}13'51,45''$
9	A. SD Bulan Jam	=	$00^{\circ}14'45,00''$
	$15^{\circ}13'51,45''$		
	B. HP Bulan Jam	=	$00^{\circ}54'08,00''$
	$15^{\circ}13'51,45''$		
	C. Lintang Bulan	=	$00^{\circ}21'11,11''$
	Jam $15^{\circ}13'51,45''$		
	D. SD Matahari Jam	=	$00^{\circ}16'15,00''$
	$15^{\circ}13'51,45''$		
	E. JB JAM	=	$00^{\circ}59'04,20''$
10	SIN HP	=	$00^{\circ}00'08,79''$
	HP=SIN HP/JB	=	$00^{\circ}00'08,93''$
11	SIN H	=	SIN LB JAM $15:13:51,45$ /SIN
			5
		=	$04^{\circ}03'16,42''$
12	TAN U	=	TAN LINTANG BULAN/SIN
			H
		=	$04^{\circ}58'52,19''$
13	SIN Z	=	SIN U*SIN H
		=	$00^{\circ}21'06,33''$
14	K	=	COS LB *SB/COS U
		=	$00^{\circ}27'14,14''$
15	D	=	HP BULAN+SD MATAHARI
			-HP MATAHARI
		=	$01^{\circ}10'14,07''$
16	X	=	D+SD BULAN
		=	$01^{\circ}24'59,07''$
17	Y	=	D-SD BULAN
		=	$00^{\circ}55'29,07''$
18	C	=	COS X/COS Z

		=	$01^{\circ}22'19,35''$
19	T1	=	C/K
		=	$03^{\circ}01'21,36''$
20	Ta	=	$\cos H/\sin K$
		=	$125^{\circ}54'27,30''$
21	Tb	=	$\sin \text{LINTANG BULAN}/\sin K$
		=	$00^{\circ}46'40,25''$
22	T0	=	$\sin 0.05 * T_a * T_B$
		=	$00^{\circ}05'07,68''$
23	DELTA T	=	$00^{\circ}01'12,20''$
24	Tgh	=	$\text{ijtima}' + T_0 - \text{DELTA T}$
		=	$15^{\circ}17'46,93''$
25	Mulai Gerhana	=	$T_{gh} - T_1$
		=	$12^{\circ}16'25,57''$
26	Selesai Gerhana	=	$T_{gh} + T_1$
		=	$18^{\circ}19'08,28''$

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari rabu pon 26 Januari 2028 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	$12^j 16^m 25,57^d$
Tengah Gerhana	$15^j 17^m 46,93^d$
Selesai Gerhana	$18^j 19^m 08,28^d$

2029

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris
pada tanggal 14 Januari 2029 di Semarang (LT = -07° 00'
LS dan BT= 110° 24' BT)

1. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 14 Januari 2029
2. Nilai FIB terkecil pada tanggal 14 Januari 2029 adalah 0,00008 pukul 17 GMT.
- 3

ELM 17 GMT	=	294° 49' 19"
ELM 18 GMT	=	<u>294° 51' 52"</u> -
B1	=	00°02'33,00"
- 4

ALB 17 GMT	=	294 ° 36' 38"
ALB 18 GMT	=	<u>295 ° 8' 44"</u> -
B2	=	00°32'06,00"
- 5

MB	=	ELM -ALB
	=	294° 49' 19"- 294 ° 36' 38"
	=	00°12'41,00"
- 6

SB	=	B2-B1
	=	00°32'06,00"- 00°02'33,00"
	=	00°29'33,00"
- 7

TI	=	MB:SB
	=	00°12'41,00": 00°29'33,00"
	=	00°25'41,70"
- 8

Ijtima'	=	waktu FIB + TI
	=	6 ^J 0 ^m 0 ^d + 00°25'41,70"
	=	06°25'41,70"
- 9

A. SD Bulan Jam	=	00°14'43,00"
06°25'41,70"		
B. HP Bulan Jam	=	00°53'59,43"
06°25'41,70"		
C. Lintang Bulan	=	00°55'58,46"
Jam 06°25'41,70"		
D. SD Matahari Jam	=	00°15'46,00"
06°25'41,70"		
E. JB JAM 6	=	01°00'50,04"

10	SIN HP	=	00°00'08,79"
	HP=SIN HP/JB	=	00°00'08,67"
11	SIN H	=	SIN LB JAM 06°25'41,70" /SIN 5
		=	10°46'00,04"
12	TAN U	=	TAN LINTANG BULAN/SIN H
		=	04°58'54,22"
13	SIN Z	=	SIN U*SIN H
		=	00°55'46,22"
14	K	=	COS LB *SB/COS U
		=	00°29'36,48"
15	D	=	HP BULAN+SD MATAHARI -HP MATAHARI
		=	01°09'36,76"
16	X	=	D+SD BULAN
		=	01°24'19,76"
17	Y	=	D-SD BULAN
		=	01°24'19,76"
18	C	=	COS X/COS Z
		=	01°03'15,42"
19	T1	=	C/K
		=	02°08'11,36"
20	Ta	=	cos H/sin K
		=	114°03'59,05"
21	Tb	=	sin LINTANG BULAN/SIN K
		=	01°53'25,65"
22	T0	=	sin 0.05*Ta*TB
		=	00°11'17,45"
23	DELTA T	=	00°01'12,20"
24	Tgh	=	ijtima'+T0-DELTA T
		=	06°35'46,94"
25	Mulai Gerhana	=	Tgh-T1
		=	04°27'35,59"
26	Selesai Gerhana	=	Tgh+T1
		=	08°43'58,30"

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari senin pon 1 Juni 2030 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	04 ^j 27 ^m 35,59 ^d
Tengah Gerhana	06 ^j 35 ^m 46,94 ^d
Selesai Gerhana	08 ^j 43 ^m 58,30 ^d

2030

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris pada tanggal 1 Juni 2030 di Semarang (LT = -07° 00' LS dan BT= 110° 24' BT)

1. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 1 Juni 2030
2. Nilai FIB terkecil pada tanggal 1 Juni 2030 adalah 0,00002 pukul 6 GMT.
- 3

ELM 6 GMT	=	70°51'30,00"
ELM 7 GMT	=	<u>70°51'30,00"-</u>
B1	=	00°00'00,00"
- 4

ALB 6 GMT	=	70°38'52,00"
ALB 7 GMT	=	<u>71°08'22,00"-</u>
B2	=	00°29'30,00"
- 5

MB	=	ELM -ALB
	=	70°51'30,00"-70°38'52,00"
	=	00°12'38,00"
- 6

SB	=	B2-B1
	=	00°29'30,00"-00°00'00,00"
	=	00°29'30,00"
- 7

TI	=	MB:SB
	=	00°12'38,00": 00°29'30,00"
	=	00°25'41,70"
- 8

Ijtima'	=	waktu FIB + TI
	=	06 ^j 0 ^m 0 ^d + 00°25'41,70"
	=	06°25'41,70"
- 9

A. SD Bulan Jam	=	00°14'43,00"
06°25'41,70"		

	B. HP Bulan Jam	=	00°53'59,43"
	06°25'41,70"		
	C. Lintang Bulan	=	00°55'58,46"
	Jam 06°25'41,70"		
	D. SD Matahari Jam	=	00°15'46,00"
	06°25'41,70"		
	E. JB JAM 17	=	01°00'50,04"
10	SIN HP	=	00°00'08,79"
	HP=SIN HP/JB	=	00°00'08,67"
11	SIN H	=	SIN LB JAM 02:50:40.54/SIN 5
		=	10°46'00,04"
12	TAN U	=	TAN LINTANG BULAN/SIN H
		=	04°58'54,22"
13	SIN Z	=	SIN U*SIN H
		=	00°55'46,22"
14	K	=	COS LB *SB/COS U
		=	00°29'36,48"
15	D	=	HP BULAN+SD MATAHARI -HP MATAHARI
		=	01°09'36,76"
16	X	=	D+SD BULAN
		=	01°24'19,76"
17	Y	=	D-SD BULAN
		=	00°54'53,76"
18	C	=	COS X/COS Z
		=	01°03'15,42"
19	T1	=	C/K
		=	02°08'11,36"
20	Ta	=	cos H/sin K
		=	114°03'59,05"
21	Tb	=	sin LINTANG BULAN/SIN K
		=	01°53'25,65"
22	T0	=	sin 0.05*Ta*TB
		=	00°11'17,45"
23	DELTA T	=	00°01'12,20"
24	Tgh	=	ijtima'+T0-DELTA T

		=	06°35'46,94"
25	Mulai Gerhana	=	Tgh-T1
		=	04°27'35,59"
26	Selesai Gerhana	=	Tgh+T1
		=	08°43'58,30"

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari sabtu kliwon 1 Juni 2030 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	04 ^j 27 ^m 35,59 ^d
Tengah Gerhana	06 ^j 35 ^m 46,94 ^d
Selesai Gerhana	08 ^j 43 ^m 58,30 ^d

2031

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris pada tanggal 21 Mei 2031 di Semarang (LT = -07° 00' LS dan BT= 110° 24' BT)

3. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 21 Mei 2031
4. Nilai FIB terkecil pada tanggal 21 Mei 2031 adalah 0,00000 pukul 7 GMT.
- 3 ELM 7 GMT = 60°03'46,00"
- ELM 8 GMT = 60°06'10,00"-
- B1 = 00°02'24,00"
- 4 ALB 7 GMT = 59°55'07,00"
- ALB 8 GMT = 60°25'30,00"-
- B2 = 00°30'23,00"
- 5 MB = ELM -ALB
- = 60°03'46,00"-59°55'07,00"
- = 00°08'39,00"
- 6 SB = B2-B1
- = 00:30:23,00-00:02:24,00
- = 00°27'59,00"
- 7 TI = MB:SB
- = 00°12'38,00": 00°29'30,00"

		=	$00^{\circ}18'32,81''$
8	Ijtima'	=	waktu FIB + TI
		=	$07^J 0^m 0^d + 00^{\circ}18'32,81''$
		=	$07^{\circ}18'32,81''$
9	A. SD Bulan Jam	=	$00^{\circ}14'56,00''$
	$07^{\circ}18'32,81''$		
	B. HP Bulan Jam	=	$00^{\circ}54'47,69''$
	$07^{\circ}18'32,81''$		
	C. Lintang Bulan	=	$-00^{\circ}09'01,04''$
	Jam $07^{\circ}18'32,81''$		
	D. SD Matahari Jam	=	$00^{\circ}15'48,00''$
	$07^{\circ}18'32,81''$		
	E. JB JAM 7	=	$01^{\circ}00'42,84''$
10	SIN HP	=	$00^{\circ}00'08,79''$
	HP=SIN HP/JB	=	$00^{\circ}00'08,69''$
11	SIN H	=	SIN LB JAM 02:50:40.54/SIN
			5
		=	$-01^{\circ}43'28,67''$
12	TAN U	=	TAN LINTANG BULAN/SIN
			H
		=	$04^{\circ}58'51,91''$
13	SIN Z	=	SIN U*SIN H
		=	$00^{\circ}08'59,00''$
14	K	=	COS LB *SB/COS U
		=	$00^{\circ}28'05,36''$
15	D	=	HP BULAN+SD MATAHARI
			-HP MATAHARI
		=	$01^{\circ}10'27,00''$
16	X	=	D+SD BULAN
		=	$01^{\circ}25'23,00''$
17	Y	=	D-SD BULAN
		=	$00^{\circ}55'31,00''$
18	C	=	COS X/COS Z
		=	$01^{\circ}24'54,57''$
19	T1	=	C/K
		=	$03^{\circ}01'22,23''$
20	Ta	=	cos H/sin K
		=	$122^{\circ}19'55,87''$

21	Tb	=	sin LINTANG BULAN/SIN K
		=	-00°19'15,70"
22	T0	=	sin 0.05*Ta*TB
		=	00°02'03,38"
23	DELTA T	=	00°01'12,20"
24	Tgh	=	ijtima'+T0-DELTA T
		=	07°19'23,98"
25	Mulai Gerhana	=	Tgh-T1
		=	04°18'01,75"
26	Selesai Gerhana	=	Tgh+T1
		=	10°20'46,21"

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari rabu wage 21 Mei 2031 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	04 ^j 18 ^m 01,75 ^d
Tengah Gerhana	07 ^j 319 ^m 23,98 ^d
Selesai Gerhana	10 ^j 20 ^m 46,21 ^d

2032

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris pada tanggal 9 Mei 2032 di Semarang (LT = -07° 00' LS dan BT= 110° 24' BT)

5. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 9 Mei 2032
 6. Nilai FIB terkecil pada tanggal 9 Mei 2032 adalah 0,00007 pukul 13 GMT.
- | | | | |
|---|------------|---|---------------------------|
| 3 | ELM 13 GMT | = | 49°27'44,00" |
| | ELM 14 GMT | = | <u>49°30'09,00"-</u> |
| | B1 | = | 00°02'25,00" |
| 4 | ALB 13 GMT | = | 49°08'25,00" |
| | ALB 14 GMT | = | <u>49°41'58,00"-</u> |
| | B2 | = | 00°33'33,00" |
| 5 | MB | = | ELM -ALB |
| | | = | 49°27'44,00"-49°08'25,00" |

		=	00°19'19,00"
6	SB	=	B2-B1
		=	00:30:23,00-00:02:24,00
		=	00°31'08,00"
7	TI	=	MB:SB
		=	00°19'19,00": 00°31'08,00"
		=	00°37'13,62"
8	Ijtima'	=	waktu FIB + TI
		=	13 ^J 0 ^m 0 ^d + 00°37'13,62"
		=	13°37'13,62"
9	A. SD Bulan Jam	=	00°15'41,38"
	13°37'13,62"		
	B. HP Bulan Jam	=	00°57'35,38"
	13°37'13,62"		
	C. Lintang Bulan	=	-00°53'36,20"
	Jam 13°37'13,62"		
	D. SD Matahari Jam	=	00°15'50,00"
	13°37'13,62"		
	E. JB JAM 7	=	01°00'34,56"
10	SIN HP	=	00°00'08,79"
	HP=SIN HP/JB	=	00°00'08,71"
11	SIN H	=	SIN LB JAM 02:50:40.54/SIN
		=	5
		=	-10°18'19,97"
12	TAN U	=	TAN LINTANG BULAN/SIN
		=	H
		=	04°58'54,02"
13	SIN Z	=	SIN U*SIN H
		=	00°53'24,44"
14	K	=	COS LB *SB/COS U
		=	00°31'14,86"
15	D	=	HP BULAN+SD MATAHARI
		=	-HP MATAHARI
		=	01°13'16,67"
16	X	=	D+SD BULAN
		=	01°28'58,05"
17	Y	=	D-SD BULAN
		=	00°57'35,29"

18	C	=	COS X/COS Z
		=	01°11'09,40"
19	T1	=	C/K
		=	02°16'37,89"
20	Ta	=	cos H/sin K
		=	108°14'35,06"
21	Tb	=	sin LINTANG BULAN/SIN K
		=	-01°42'55,41"
22	T0	=	sin 0.05*Ta*TB
		=	00°09'43,33"
23	DELTA T	=	00°01'12,20"
24	Tgh	=	ijtima'+T0-DELTA T
		=	13°45'44,75"
25	Mulai Gerhana	=	Tgh-T1
		=	11°29'06,86"
26	Selesai Gerhana	=	Tgh+T1
		=	16°02'22,64"

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari minggu pon 9 Mei 2032 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	11 ^j 02 ^m 22,64 ^d
Tengah Gerhana	13 ^j 45 ^m 44,75 ^d
Selesai Gerhana	16 ^j 02 ^m 22,64 ^d

2033

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris pada tanggal 30 maret 2033 di Semarang (LT = -07° 00' LS dan BT= 110° 24' BT)

1. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 30 maret 2033
2. Nilai FIB terkecil pada tanggal 30 maret 2033 adalah 0,00008 pukul 18 GMT.

3	ELM 18 GMT	=	00°37'55,00"
	ELM 19 GMT	=	<u>10°23'32,00"-</u>
	B1	=	00°02'28,00"
4	ALB 18 GMT	=	10°25'04,00"
	ALB 19 GMT	=	<u>11°02'59,00"-</u>
	B2	=	00°37'55,00"
5	MB	=	ELM -ALB
		=	00°37'55,00"-10°25'04,00"
		=	-00°04'00,00"
6	SB	=	B2-B1
		=	00°37'55,00"-00°02'28,00"
		=	00°35'27,00"
7	TI	=	MB:SB
		=	-00°04'00,00": 00°35'27,00"
		=	-00°06'46,21"
8	Ijtima'	=	waktu FIB + TI
		=	18 ^J 0 ^m 0 ^d + (-00°06'46,21")
		=	17°53'13,79"
9	A. SD Bulan Jam	=	00°16'42,00"
	17°53'13,79"		
	B. HP Bulan Jam	=	01°01'18,00"
	17°53'13,79"		
	C. Lintang Bulan	=	00°56'34,36"
	Jam 17°53'13,79"		
	D. SD Matahari Jam	=	00°16'01,00"
	17°53'13,79"		
	E. JB JAM 18	=	00°59'55,32"
10	SIN HP	=	00°00'08,79"
	HP=SIN HP/JB	=	00°00'08,81"
11	SIN H	=	SIN LB JAM 17:53:13,79/SIN
		=	5
		=	10°52'59,29"
12	TAN U	=	TAN LINTANG BULAN/SIN
		=	H
		=	04°58'54,27"
13	SIN Z	=	SIN U*SIN H
		=	00°56'21,99"

14	K	=	$\cos LB * SB / \cos U$
		=	00°35'34,78"
15	D	=	HP BULAN+SD MATAHARI -HP MATAHARI
		=	01°17'10,20"
16	X	=	D+SD BULAN
		=	01°33'52,20"
17	Y	=	D-SD BULAN
		=	01°33'52,20"
18	C	=	$\cos X / \cos Z$
		=	01°15'03,95"
19	T1	=	C/K
		=	02°06'35,28"
20	Ta	=	$\cos H / \sin K$
		=	94°53'06,61"
21	Tb	=	$\sin \text{LINTANG BULAN} / \sin K$
		=	01°35'23,95"
22	T0	=	$\sin 0.05 * Ta * Tb$
		=	00°07'53,96"
23	DELTA T	=	00°01'12,20"
24	Tgh	=	ijtima'+T0-DELTA T
		=	17°59'55,55"
25	Mulai Gerhana	=	Tgh-T1
		=	15°53'20,28"
26	Selesai Gerhana	=	Tgh+T1
		=	20°06'30,83"

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari rabu pon 30 Maret 2033 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	15 ^j 53 ^m 20,28 ^d
Tengah Gerhana	17 ^j 59 ^m 55,55 ^d
Selesai Gerhana	20 ^j 06 ^m 30,83 ^d

2034

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris pada tanggal 20 maret 2034 di Semarang (LT = $-07^{\circ} 00'$ LS dan BT = $110^{\circ} 24'$ BT)

1. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 20 maret 2034
2. Nilai FIB terkecil pada tanggal 20 maret 2034 adalah 0,00001 pukul 10 GMT.
3. ELM 10 GMT = $359^{\circ}52'06,00''$
 ELM 11 GMT = $359^{\circ}54'35,00''$ -
 B1 = $00^{\circ}02'29,00''$
4. ALB 10 GMT = $359^{\circ}42'31,00''$
 ALB 11 GMT = $00^{\circ}19'40,00''$ -
 B2 = $359^{\circ}22'51,00''$
5. MB = ELM -ALB
 = $359^{\circ}52'06,00'' - 359^{\circ}42'31,00''$
 = $00^{\circ}09'35,00''$
6. SB = B2-B1
 = $359^{\circ}22'51,00'' - 00^{\circ}02'29,00''$
 = $359^{\circ}20'22,00''$
7. TI = MB:SB
 = $00^{\circ}09'35,00'' : 359^{\circ}20'22,00''$
 = $00^{\circ}00'01,60''$
8. Ijtima' = waktu FIB + TI
 = $10^J 0^m 0^d + 00^{\circ}00'01,60''$
 = $10^{\circ}00'01,60''$
9. A. SD Bulan Jam = $00^{\circ}16'32,00''$
 $10^{\circ}00'01,60''$
 B. HP Bulan Jam = $01^{\circ}00'39,00''$
 $10^{\circ}00'01,60''$
 C. Lintang Bulan = $00^{\circ}18'27,91''$
 Jam $10^{\circ}00'01,60''$
 D. SD Matahari Jam = $00^{\circ}16'04,00''$
 $10^{\circ}00'01,60''$
 E. JB JAM 10 = $00^{\circ}59'44,52''$
10. SIN HP = $00^{\circ}00'08,79''$
 HP=SIN HP/JB = $00^{\circ}00'08,83''$

11	SIN H	=	SIN LB JAM 10:00:01,60/SIN 5
		=	03°31'59,82"
12	TAN U	=	TAN LINTANG BULAN/SIN H
		=	04°58'52,11"
13	SIN Z	=	SIN U*SIN H
		=	00°18'23,74"
14	K	=	COS LB *SB/COS U
		=	360°41'47,37"
15	D	=	HP BULAN+SD MATAHARI -HP MATAHARI
		=	01°16'34,17"
16	X	=	D+SD BULAN
		=	01°33'06,17"
17	Y	=	D-SD BULAN
		=	01°00'02,17"
18	C	=	COS X/COS Z
		=	01°31'16,07"
19	T1	=	C/K
		=	00°00'15,18"
20	Ta	=	cos H/sin K
		=	82°06'32,56"
21	Tb	=	sin LINTANG BULAN/SIN K
		=	00°26'30,73"
22	T0	=	sin 0.05*Ta*TB
		=	00°01'53,98"
23	DELTA T	=	00°01'12,20"
24	Tgh	=	ijtima'+T0-DELTA T
		=	10°00'43,38"
25	Mulai Gerhana	=	Tgh-T1
		=	10°00'28,20"
26	Selesai Gerhana	=	Tgh+T1
		=	10°00'58,56"

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari senin pon 20 Maret 2034 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	10 ^j 00 ^m 28,20 ^d
Tengah Gerhana	10 ^j 00 ^m 43,38 ^d
Selesai Gerhana	10 ^j 00 ^m 58,56 ^d

2035

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris pada tanggal 2 September 2035 di Semarang (LT = -07° 00' LS dan BT= 110° 24' BT)

1. Terjadinya gerhana matahari pada tanggal 2 September 2035
2. Nilai FIB terkecil pada tanggal 2 September 2035 adalah 0,00001 pukul 2 GMT.
- 3

ELM 2 GMT	=	159°28'20,00"
ELM 3 GMT	=	<u>159°30'45,00"-</u>
B1	=	00°02'25,00"
- 4

ALB 2 GMT	=	159°27'32,00"
ALB 3 GMT	=	<u>160°02'50,00"-</u>
B2	=	00°35'18,00"
- 5

MB	=	ELM -ALB
	=	159°28'20,00"-159°27'32,00"
	=	00°00'48,00"
- 6

SB	=	B2-B1
	=	00°35'18,00", 00°02'25,00"
	=	00°32'53,00"
- 7

TI	=	MB:SB
	=	00°00'48,00": 00°32'53,00"
	=	00°01'27,58"
- 8

Ijtima'	=	waktu FIB + TI
	=	02 ^j 0 ^m 0 ^d + 00°01'27,58"
	=	02°01'27,58"

9	A. SD Bulan Jam	=	00°16'06,00"
	07°18'32,81"		
	B. HP Bulan Jam	=	00°59'06,95"
	07°18'32,81"		
	C. Lintang Bulan	=	00°22'07,77"
	Jam 07°18'32,81"		
	D. SD Matahari Jam	=	00°15'51,00"
	07°18'32,81"		
	E. JB JAM 7	=	01°00'33,12"
10	SIN HP	=	00°00'08,79"
	HP=SIN HP/JB	=	00°00'08,71"
11	SIN H	=	SIN LB JAM 02:50:40.54/SIN 5
		=	04°14'08,21"
12	TAN U	=	TAN LINTANG BULAN/SIN H
		=	04°58'52,22"
13	SIN Z	=	SIN U*SIN H
		=	00°22'02,78"
14	K	=	COS LB *SB/COS U
		=	00°33'00,44"
15	D	=	HP BULAN+SD MATAHARI -HP MATAHARI
		=	01°14'49,24"
16	X	=	D+SD BULAN
		=	01°30'55,24"
17	Y	=	D-SD BULAN
		=	00°58'43,24"
18	C	=	COS X/COS Z
		=	01°28'12,47"
19	T1	=	C/K
		=	02°40'20,54"
20	Ta	=	cos H/sin K
		=	103°52'05,53"
21	Tb	=	sin LINTANG BULAN/SIN K
		=	00°40'13,61"
22	T0	=	sin 0.05*Ta*TB
		=	00°03'38,78"

- 23 DELTA T = $00^{\circ}01'12,20''$
 24 Tgh = $\text{ijtima}' + T0 - \text{DELTA T}$
 = $02^{\circ}03'54,16''$
 25 Mulai Gerhana = Tgh-T1
 = $00^{\circ}36'26,39''$
 26 Selesai Gerhana = Tgh+T1
 = $04^{\circ}44'14,70''$

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari minggu wage 2 September 2035 berupa gerhana Matahari Total.	
Mulai Gerhana	$00^{\text{j}} 36^{\text{m}} 26,39^{\text{d}}$
Tengah Gerhana	$02^{\text{j}} 03^{\text{m}} 54,16^{\text{d}}$
Selesai Gerhana	$04^{\text{j}} 44^{\text{m}} 14,70^{\text{d}}$

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : M. Abdul Azzam

Tempat, Tanggal Lahir : Tegal, 01 Januari 2002

Jenis Kelamin : Laki-laki

Alamat : Ds. Gumalar RT 10/RW 01, Kec. Adiwerna, Kab. Tegal, Jawa Tengah

Email : abdullahazzam010102@gmail.com

Riwayat Pendidikan Formal

1. MI AL-MUJAHIDIN Gumalar (2008-2014)
2. MTs NU Sunan Kalijaga Adiwerna (2021-2017)
3. MA AL-HIKMAH 2 Brebes (2017-2021)

Riwayat Pendidikan Non Formal

1. Pondok Pesantren Al Hikmah 2 Benda (2017-2021)
2. Pondok Pesantren YPMI Al Firdaus (2021-2025)

Riwayat Organisasi

1. Koor. Div. PSDM CSSMoRA UIN Walisongo (2021-2023)
2. Koor. Div. PSDM HMJ Ilmu Falak UIN Walisongo (2023-2024)
3. Div. Keagamaan IKMAL UIN Walisongo (2022-2023)
4. Div. Fanniyyah Nafilah UIN Walisongo (2022-2023)

