

**ANALISIS HISAB APLIKATIF GERHANA
MATAHARI DENGAN MENGGUNAKAN *VOLVELLE*
INOVASI SPECIAL SOLAR ECLIPSE (SSE) KARYA
EHSAN HIDAYAT**

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata 1 (S1)



Disusun Oleh :
NI'MA NADIA UL NGULYA
1902046085

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

PERSETUJUAN PEMBIMBING



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

Jalan Prof. Dr. Hamba Semarang 50185 Telp/Fax: (024) 760403 Website: fsh.walisongo.ac.id

Drs. H. Maknun, M.Ag

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Ni'ma Nadia Ul Ngilya

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 : Ni'ma Nadia Ul Ngilya

NIM : 1902046085

Prodi : Ilmu Falak

Judul : Analisis Perkiraan Gerhana Matahari Dengan Menggunakan Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE) Karya Ehsan Hidayat

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I

Dr. H. Maknun, M.Ag
NIP. 196805151993031002



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

Jalan Prof. Dr. Hamba Semarang 50185 Telp/Fax (024) 760405 Website: fih.walisongo.ac.id

Muhamad Zainal Mawahib, M.H.

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Ni'ma Nadia Ul Ngulya

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 : Ni'ma Nadia Ul Ngulya

NIM : 1902046085

Prodi : Ilmu Falak

Judul : Analisis Perkiraan Gerhana Matahari Dengan Menggunakan Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE) Karya Ehsan Hidayat

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

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II

Muhamad Zainal Mawahib, M.H.
NIP. 199010102019031018

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jalan Prof. Dr. H. A. Wahid Husein, Kampus III Ngaliyo Tegal, 75125 Semarang 50132

PENGESAHAN

Nama : Nitra Nida U. Ningsih

NIM : 190204001

Judul : Analisis Hasil Aplikasi Gerakan Miriam Dengan Menggunakan Teori-teori Hukum
Special Korteo Korteo (SKK) Karya Elvira Hidayat

Telah disetujui/dibaca oleh Dosen Pengajar Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, dan disahkan LHEER, pada tanggal: Rabu, 21 Juni 2023
Dok dapat diterima sebagai salah satu persyaratan gelar Sarjana Hukum 1 (S1) tahun akademik 2022/2023.

Semarang, 3 Juli 2023

Dosen Pengajar

Ketua Senat

Sekretaris Senat


Dr. H. Fakhri M. Sidiq, L.C., M.A.,
SH.


Muhammad Zaidi Mawardi, M.H.
NIP. 1981010319851018

Pengajar Utama I

Pengajar Utama II


Dr. H. Ahmad Zuhdi, M. A.
NIP. 197201221989010003


Ahmad Fauzi, M.H.
NIP. 196603072019011010

Pembimbing I

Pembimbing II


Saiful Muhlisin, S.H.
NIP. 196801171970101002


Muhammad Zaidi Mawardi, SH.
NIP. 1981010319851018

MOTTO

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ لَا

“Matahari dan Bulan beredar menurut perhitungan”.

(Q.S Ar-Raḥmān [55] : 5)¹

¹ Kementrian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*, (Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2015), 531.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada Bapak dan Ibu tercinta:

Bapak Amat Fajri S.Pd dan Ibu Isti Rohayah

Yang sudah berjuang, mendidik, mendukung, mendoakan serta memberikan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga selalu dalam lindungan dan rahmat serta berkah Allah SWT dan segala urusannya diberikan kemudahan baik di dunia maupun di akhirat.

Untuk kakak dan adik tersayang

Ngizatun Nahry Rohmah S.Pd dan M. Wildan Azkal Wafa

Yang selalu memberikan semangat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik

Serta saudara-saudara dan keluarga besar lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini. Semoga tetap senantiasa mempererat tali silaturahmi di dunia dan akhirat.

DEKLARASI

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang telah ditulis ataupun diterbitkan oleh orang lain. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satu pun pemikiran orang lain, kecuali informasi tersebut penulis jadikan sebagai bahan rujukan atau referensi dalam penulisan karya ilmiah ini.

Semarang, 12 Juni 2023



Deklarator,

Ni'ma Nadia Ul Nughya

NIM: 1902046085

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi Arab-Latin yang digunakan merupakan hasil Surat Keputusan Bersama (SKB) Menteri Agama No. 158 Tahun 1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI No. 0543b//U/1987.

A. Konsonan

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

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

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	<i>Alif</i>	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
ث	<i>Ṣa</i>	ṣ	es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>Ḥa</i>	ḥ	ha (dengan titik di bawah)

خ	<i>Kha</i>	Kh	ka dan ha
د	<i>Dal</i>	d	De
ذ	<i>Ḍal</i>	ḏ	Zet (dengan titik di atas)
ر	<i>Ra</i>	r	er
ز	<i>Zai</i>	z	zet
س	<i>Sin</i>	s	es
ش	<i>Syin</i>	sy	es dan ye
ص	<i>Ṣad</i>	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Ḍad</i>	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	<i>Ṭa</i>	ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Ẓa</i>	ẓ	zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>ʿain</i>	ʿ	koma terbalik (di atas)
غ	<i>Gain</i>	g	ge
ف	<i>Fa</i>	f	ef

ق	<i>Qaf</i>	q	ki
ك	<i>Kaf</i>	k	ka
ل	<i>Lam</i>	l	el
م	<i>Mim</i>	m	em
ن	<i>Nun</i>	n	en
و	<i>Wau</i>	w	we
هـ	<i>Ha</i>	h	ha
ء	<i>Hamzah</i>	‘	apostrof
ي	<i>Ya</i>	y	ye

B. Vokal

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

1. Vokal Tunggal

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

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
َ	<i>Fathah</i>	a	a
ِ	<i>Kasrah</i>	i	i
ُ	<i>Dammah</i>	u	u

2. Vokal Rangkap

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

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
...يَ	<i>Fathah dan ya</i>	ai	a dan u
...وُ	<i>Fathah dan wau</i>	au	a dan u

C. Maddah

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

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
...أ...إ	<i>Fathah dan alif atau ya</i>	ā	a dan garis di atas
...يِ	<i>Kasrah dan ya</i>	ī	i dan garis di atas

...و	<i>Dammah</i> dan <i>wau</i>	ū	u dan garis di atas
------	---------------------------------	---	------------------------

D. *Ta' Marbūṭah*

Transliterasi untuk *ta' marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta' marbūṭah* hidup atau yang mendapat harakat *fathah*, *kasrah*, dan *dammah*, menggunakan transliterasi “t”, sedangkan *ta' marbūṭah* mati atau yang mendapat harakat *sukun*, menggunakan transliterasi “h”. Apabila pada kata terakhir dengan *ta' marbūṭah* diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang *al* serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka *ta' marbūṭah* itu ditransliterasikan dengan “h”.

E. *Syaddah*

Syaddah atau *tasydīd* yang dalam tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda *syaddah* atau *tasydīd* (◌ّ) ditransliterasikan dengan lambang pengulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi *tasydīd*.

F. **Kata Sandang**

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf, yaitu ال. Dalam pedoman ini kata sandang ditransliterasikan seperti biasa (al-), baik ketika diikuti oleh huruf syamsiyah maupun huruf qamariah. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

G. *Hamzah*

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

H. Penulisan Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Pada dasarnya setiap kata, atau kalimat Arab yang ditransliterasi merupakan kata, istilah, atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia atau sudah sering ditulis dalam bahasa Indonesia tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi ini. Namun apabila kata, istilah, atau kalimat tersebut menjadi bagian dari suatu rangkaian teks Arab, maka harus ditransliterasi secara utuh.

I. *Lafz al-Jalālah* (الله)

Kata “Allah” yang didahului parikel seperti huruf *jarr* atau huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *muḍāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf hamzah. Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan pada *lafz al-jalālah* ditransliterasi dengan huruf “t”.

J. Huruf Kapital

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

ABSTRAK

Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE) karya Ehsan Hidayat merupakan instrumen yang dapat memprediksi waktu terjadi gerhana Matahari. Instrumen ini merupakan hasil pengembangan dari *Volvelle* karya Philippe De La Hire dan generasi ke tiga dari *Volvelle Inovasi* karya Ehsan Hidayat. Instrumen ini menarik untuk dilakukan pengkajian karena hanya dengan dua kali melakukan pemutaran piringan dapat memprediksi jenis dan kapan terjadi gerhana Matahari. Dari permasalahan tersebut penulis merasa tertarik untuk mengetahui bagaimana *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dalam memprediksi terjadi gerhana Matahari dan mengetahui bagaimana keakurasian instrumen tersebut.

Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian kepustakaan (*library research*). Data-data yang di peroleh kemudian di analisis dengan menggunakan pendekatan kualitatif yaitu berupa metode analisis isi (*content analisis*) dan analisis komparatif.

Adapun 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, akan tetapi *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dapat dijadikan sebagai acuan dalam memprediksi atau memperkirakan waktu terjadi dan jenis gerhana Matahari.

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

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Perkiraan Gerhana Matahari dengan Menggunakan *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE) Karya Ehsan Hidayat***” ini dengan baik. Salawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Agung Muhammad SAW, sang pemberi syafa’at beserta keluarga dan para sahabatnya yang senantiasa kita nantikan syafa’atnya kelak di akhir zaman.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak mungkin dapat terlaksana tanpa adanya bantuan baik moral maupun spiritual dari berbagai pihak, oleh karenanya penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Kedua orang tua, saudara, dan segenap keluarga besar penulis yang selalu memberikan doa serta motivasi yang tiada hentinya.
2. Drs. Maksun M.Ag selaku Wali Dosen sekaligus Dosen Pembimbing I dan Muhamad Zainal Mawahib M.H selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya serta dengan sabar dan tulus serta ikhlas membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

3. Kementerian Agama Republik Indonesia yang telah memberikan beasiswa melalui program PBSB (Program Beasiswa Santri Berprestasi) kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1).
4. Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang beserta seluruh staf dan jajarannya.
5. Pengelola PBSB UIN Walisongo Bapak Ahmad Munif M.S.I beserta staf dan jajarannya.
6. Seluruh jajaran pengelola Program Studi Ilmu Falak atas segala bantuan, bimbingan, dan kerja samanya. Serta seluruh Dosen Pengajar di lingkungan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang yang telah membekali berbagai ilmu serta pengetahuan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini, semoga ilmu yang diajarkan mendapat keberkahan dan bermanfaat.
7. Keluarga besar Pondok Pesantren Al-Ihya 'Ulumaddin yang telah menghantarkan penulis hingga ke jenjang setinggi ini. Seluruh guru penulis yang telah mendidik dan berbagi ilmu serta pengetahuan yang luar biasa.
8. Keluarga besar Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, khususnya kepada Dr. KH Ahmad Izzuddin M.Ag dan Ibu Aisyah Andayani S.Ag selaku pengasuh pondok yang senantiasa memberikan nasihat dan bimbingan. Dan tidak lupa pula kepada teman-teman asrama Khodijah Al-Kubro yang selalu menemani penulis selama menempuh studi.
9. Ehsan Hidayat dan Keluarga yang telah bersedia memberikan informasi dalam melengkapi data-data yang berkaitan dengan penelitian penulis.

10. Teman-teman Segefat 13: Isma (Cianjur), Inayah (Lampung), Afifah (Aceh), Ani (Purwodadi), Rosyidah (Bojonegoro), Wirna (Gorontalo), Luluk (Bali), Hamjan (Manado), dan Fadhil (Makasar) yang telah menjadi keluarga yang sudi menemani, mendukung serta kebersamai penulis selama ini.
11. Keluarga besar CSSMoRA UIN Walisongo Semarang, CSSMoRA Nasional dan Internasional, Unity, KKN MIT kelompok 65, dan HMJ Ilmu Falak.
12. Dan semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Terima kasih yang tidak terhingga atas segala bantuan dan dukungan dari semua pihak yang telah penulis sebutkan di atas. Semoga Allah SWT memberi balasan yang lebih baik. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan pegiat falak pada khususnya.

Semarang, 12 Juni 2023

Penulis,



Ni'ma Nadia Ul Ngulya

NIM: 1902046085

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	i
PENGESAHAN	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
DEKLARASI.....	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	vii
KATA PENGANTAR	xiv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR GAMBAR	xxi
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 Penelitian.....	13
G. Sistematika Penulisan.....	16
BAB II : KAJIAN UMUM GERHANA	17

A.	Pengertian Gerhana	17
B.	Dasar Hukum Gerhana	19
C.	Macam-Macam Gerhana	24
D.	Metode Penentuan Gerhana Matahari	36
BAB III : PENGGUNAAN <i>VOLVELLE</i> INOVASI <i>SPECIAL SOLAR ECLIPSE (SSE)</i> DALAM HISAB APLIKATIF GERHANA MATAHARI.....		51
A.	Profil Intelektual Ehsan Hidayat	51
B.	Sejarah Perkembangan dan Rancang Bangun <i>Volvelle</i> Inovasi	54
C.	<i>Volvelle</i> Inovasi <i>Special Solar Eclipse (SSE)</i> Sebagai Instrumen Penentuan Gerhana Matahari	63
D.	Algoritma <i>Volvelle</i> Inovasi <i>Special Solar Eclipse (SSE)</i> Dalam Penentuan Gerhana Matahari.....	70
BAB IV : ANALISIS ALGORITMA DAN KEAKURASIAN <i>VOLVELLE</i> INOVASI <i>SPECIAL SOLAR ECLIPSE (SSE)</i>...		72
A.	Analisis Algoritma <i>Volvelle</i> Inovasi <i>Special Solar Eclipse (SSE)</i> dalam Hisab Aplikatif Gerhana Matahari.....	72
B.	Analisis Keakurasian <i>Volvelle</i> Inovasi <i>Special Solar Eclipse (SSE)</i> dalam Hisab Aplikatif Gerhana Matahari	84
BAB V : PENUTUP.....		92
A.	KESIMPULAN	92
B.	SARAN	93
C.	PENUTUP.....	94
DAFTAR PUSTAKA		95

LAMPIRAN.....	101
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	136

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Prediksi Gerhana	39
Tabel 3. 1 Tabel hari dan pasaran <i>Volvelle Inovasi</i>	58
Tabel 3. 2 Transformasi Rumus Argumen Lintang Bulan (F) dari Jean Meeus menjadi Aritmatika	59
Tabel 4. 1 Argumen Lintang Bulan.....	74
Tabel 4. 2 Perbandingan Nilai Bilangan Bulat (n) dan Nilai k (lunasi) <i>new moon</i>	75
Tabel 4. 3 Transformasi Rumus Argumen Lintang Bulan (F) dari Jean Meeus menjadi Aritmatika	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)</i>	4
Gambar 2. 1 Bayangan Umbra dan Penumbra	26
Gambar 2. 2 Macam-macam Gerhana Bulan	27
Gambar 2. 3 Macam-macam Gerhana Matahari.....	30
Gambar 3. 1 <i>Volvelle Inovasi Karya Ehsan Hidayat</i>	62
Gambar 3. 2 Piringan Kalender <i>Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse</i>	65
Gambar 3. 3 Piringan F <i>Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse</i> .	66
Gambar 3. 4 Piringan <i>Epoch Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse</i>	69
Gambar 3. 5 <i>Alidade Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse</i>	70

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu falak merupakan sebuah disiplin ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang lintasan benda-benda langit, khususnya Bumi, Bulan dan Matahari yang bertujuan untuk mengetahui posisi benda langit tersebut antara satu sama lain, serta dapat diketahui waktu-waktu dipermukaan bumi². Benda-benda langit yang dipelajari dalam ilmu falak digunakan untuk kepentingan ibadah umat islam bertujuan untuk mengetahui posisinya sebagai akibat dari astromekanika³ yang disebabkan karena perintah-perintah ibadah yang melibatkan posisi benda langit tersebut dalam waktu dan cara pelaksanaannya⁴.

Salah satu pokok bahasan dalam ilmu falak adalah penentuan gerhana. Gerhana atau *eclipse* merupakan sebuah gejala alam yang disebabkan oleh terhalangnya sebuah benda langit lain yang menyebabkan sebuah benda langit tersebut tidak dapat terlihat⁵. Dalam ilmu falak gerhana hanyalah sebuah peristiwa atau kejadian terhalangnya sinar Matahari oleh Bulan yang akan sampai ke permukaan Bumi (pada gerhana Matahari) atau peristiwa terhalangnya Matahari oleh Bumi yang akan sampai ke permukaan Bulan pada saat Bulan purnama (pada gerhana Bulan). Semua hal ini merupakan

² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 1.

³ Astromekanik merupakan salah satu cabang astronomi yang mempelajari tentang gerak serta gaya tarik antar benda langit satu sama lain. Lihat buku Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: PT Buana Pustaka, 2005), 9.

⁴ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2012), 2.

⁵ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 23.

tanda kebesaran Allah dan kehendak-Nya semata.⁶ Dalam hal ibadah, fenomena yang timbul akibat gerhana adalah salat gerhana. Gerhana ini dijadikan sebagai media untuk mengetahui ke-Agungan Allah SWT. serta dianjurkan untuk senantiasa memperbanyak ibadah kepada-Nya, seperti takbir, doa, salat dan bersedekah, sebagaimana kutipan sabda Nabi Muhammad SAW:

فَإِذَا رَأَيْتُمُوهَا فَكَبِّرُوا وَدَعُوا اللَّهَ وَصَلُّوا وَتَصَدَّقُوا

“Apabila kamu melihatnya (gerhana matahari atau gerhana bulan) maka hendaklah kamu bertakbir, berdoa kepada Allah, melaksanakan salat, dan bersedekah”. (HR. Muslim⁷)

Di Indonesia terdapat dua mahdzab besar yang berkembang, yakni mahdzab hisab dan mahdzab rukyat. Kedua mahdzab ini memiliki pandangannya masing-masing terhadap persoalan gerhana. Mahdzab hisab disimbolkan dengan mereka yang menggunakan perhitungan (kapan) terjadinya gerhana, sedangkan mahdzab rukyat disimbolkan dengan mereka yang menyatakan terjadinya gerhana dengan melihat langsung peristiwa gerhana tersebut. Apabila dilihat dari sudut pandang fiqh hisab rukyat, dalam persoalan gerhana baik gerhana Bulan maupun Matahari tidak terlihat adanya sekat antara kedua mahdzab ini, walaupun pada dasarnya kedua mahdzab tersebut memiliki persoalan terhadap gerhana Bulan dan Matahari, oleh karenanya dapat kita ketahui bahwa antara mahdzab hisab dan rukyat tidak mengalami

⁶ Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta: Direktorat jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia, 2010), 28.

⁷ Imam An-Nawawi, *Syarah Shahih Muslim*, Jilid 4, (Jakarta: Darus Sunnah Press, 2014), cet. 3, 180.

permasalahan terkait dengan persoalan gerhana Bulan dan Matahari⁸.

Untuk mengetahui waktu terjadinya gerhana terdapat banyak instrumen yang dapat digunakan, salah satunya adalah *Volvelle*. *Volvelle* merupakan salah satu instrumen astronomi yang muncul pada abad ke-18 yang dapat digunakan dengan cepat dan mudah untuk mengetahui waktu terjadinya gerhana, baik gerhana Matahari maupun gerhana Bulan yang diciptakan oleh Philippe De La Hire⁹. 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 dalam peradaban astronomi, karena sebelumnya terdapat *Volvelle* yang dimiliki oleh Petrus Alpinus yang didedikasikan untuk Kerajaan Romawi yang mana difungsikan sebagai instrumen untuk menghitung bujur Planet, Matahari dan Bulan, serta menghitung lintang Planet dan Bulan¹⁰. Seiring berkembangnya zaman *Volvelle* karya Philippe De La Hire mendapat banyak kritikan serta masukan, salah satunya adalah yang dilakukan oleh Ehsan Hidayat¹¹ melalui *Volvelle* Inovasinya. Ehsan Hidayat memodifikasi instrumen *Volvelle* ini dengan menambahkan grid hari, jam dan menit, memberi nama hari dan pasaran dalam bidang kalender, serta mengembangkan sisi akurasi serta model yang lebih baik. Hal ini dilakukan guna memaksimalkan fungsi *Volvelle* Inovasi untuk kebutuhan umat islam¹². Apabila

⁸ Ahmad Izzuddin, *Ilmu*, 106.

⁹ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen *Volvelle* Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", *Tesis Pascasarjana UIN Walisongo Semarang*, (Semarang, 2019), 1.

¹⁰ *Ibid*, 2-3.

¹¹ Ehsan Hidayat merupakan alumni S2 Ilmu Falak asal Pekalongan yang melakukan penelitian serta pengembangan terhadap instrumen *Volvelle* dengan tesisnya yang berjudul *Inovasi Volvele Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana*.

¹² Ehsan Hidayat, "Inovasi", 1.

dibandingkan dengan instrumen *Volvelle* sebelumnya maka *Volvelle* karya Ehsan Hidayat ini sudah lebih mendekati akurat dan dapat langsung menunjukkan gambar/jenis gerhana yang akan terjadi. Namun sejatinya instrumen *Volvelle* karya Philippe De La Hire sudah sangat luar biasa dimana pada zaman tersebut dia berhasil menciptakan sebuah alat yang dapat memprediksi gerhana Matahari secara cepat dan tepat.

Seiring berjalannya waktu, Ehsan Hidayat juga melakukan pengembangan dan inovasi terhadap instrumen *Volvelle* miliknya guna memperbaiki kekurangan-kekurangan yang ada dalam *Volvelle* Inovasi sebelumnya. Dari sejak tahun 2019 sampai saat ini setidaknya sudah terdapat 6 kali *Volvelle* karya Ehsan Hidayat berinovasi. Salah satu hasil pengembangan dari *Volvelle* Inovasi adalah *Volvelle* Inovasi SSE (*Special Solar Eclipse*) yang dibuat dan dikembangkan pada tahun 2021.



Gambar 1. 1 *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)*¹³

¹³ Gambar diperoleh dari dokumentasi pribadi.

Instrumen ini merupakan instrumen gerhana generasi ketiga yang secara khusus digunakan untuk menentukan waktu terjadinya gerhana Matahari. Gerhana Matahari merupakan sebuah fenomena yang terjadi pada saat *ijtima'* atau konjungsi dimana bulan dan matahari berada di salah satu titik simpul atau didekatnya¹⁴. *Volvelle* Inovasi SSE ini dikembangkan dengan teknik *Zoom-in* yaitu pengembangan (perluasan) skala proyeksi pada instrumen. Jika pada *Volvelle* Inovasi sebelumnya skala kalender yang digunakan adalah per 2 jam maka dalam *Volvelle* Inovasi SSE ini bisa mencapai per 1 jam. Jika dalam *Volvelle* Inovasi sebelumnya lingkaran *new moon* terlalu kecil maka dalam *Volvelle* Inovasi SSE ini sudah semakin luas dan sangat membantu dalam simulasi. Jika dalam *Volvelle* sebelumnya tidak ada ruang untuk jenis gerhana, maka dalam *Volvelle* Inovasi SSE ini sudah disediakan fitur area jenis gerhana sehingga semakin memudahkan untuk melakukan simulasi¹⁵.

Dalam menentukan terjadinya gerhana *Volvelle* 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. Perhitungan ini hanya didasarkan pada kaidah-kaidah yang bersifat tradisional yang hanya didasarkan kepada garis besarnya saja.¹⁶ Sistem perhitungan ini menggunakan bilangan yang tetap dan tidak berubah sehingga berdampak pada tingkat keakurasian yang rendah. Sedangkan hisab *ḥaqīqī* yaitu sebuah perhitungan posisi benda langit berdasarkan gerak benda langit itu sendiri dengan tetap

¹⁴ Muhyiddin Khazin, *Kamus*, 187.

¹⁵ Ehsan Hidayat, *Volvelle Inovasi Special Lunar Eclipse*, Modul Seri IV, (Pekalongan: Padepokan Albiruni, 2021), 30.

¹⁶ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*, (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 143.

memperhatikan hal-hal yang berhubungan dengannya.¹⁷ Hisab ini berdasarkan perhitungan matematik dan astronomis dengan beberapa pendekatan dan koreksi sehingga menghasilkan perhitungan yang lebih akurat. 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*)¹⁸. Koreksi yang digunakan dalam hisab ini tidak terlalu halus. Yang termasuk dalam hisab ini adalah *Sullam al-nayyirain*, dan *Syamsu al-ḥilal*¹⁹.
2. Hisab *Ḥaqīqī Tahqīqī* 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.²⁰ Metode hisab ini telah menggunakan teori-teori astronomi modern, matematika, dan hasil observasi terbaru, sehingga tingkat keakurasiannya lebih tinggi dibandingkan dengan hisab *ḥaqīqī taqrībī*. Yang termasuk kedalam hisab ini yaitu *Khulaṣah al-Wafiyah*, dan *Nūrul Anwār*.²¹
3. Hisab *Ḥaqīqī Kontemporer* yaitu hisab *ḥaqīqī* yang menggunakan metode yang sama dengan hisab *ḥaqīqī tahqīqī* namun dengan koreksi yang lebih teliti dan kompleks sesuai dengan kemajuan sains dan teknologi.

¹⁷ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 28.

¹⁸ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyat*, (Jakarta: Erlangga, 2007), 7.

¹⁹ Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat*, 39.

²⁰ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyah*, (Jakarta: Erlangga, 2007), 7-8.

²¹ Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat*, 40.

Yang termasuk ke dalam hisab ini adalah data NASA, al-*Durūl 'Anīq*, dan *Ephemeris Hisab Rukyat*.²²

Dalam penentuan gerhana Matahari, *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* mengadopsi 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 di aritmatika-kan. Ehsan Hidayat dalam mengembangkan *Volvelle* ini membuat *epochnya* dari tahun 1900 – 2100 M (200 tahun).²³ 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. Instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* ini dibuat khusus untuk mengetahui kapan terjadinya gerhana Matahari dengan sangat mudah yaitu hanya dengan dua kali gerakan kita dapat mengetahui gerhana Matahari yang akan terjadi dalam waktu satu tahun serta waktu yang dihasilkan sampai pada jam dan mampu digunakan mulai dari tahun 1900 sampai dengan tahun 2100 M. Uniknyalagi *Volvelle* inovasi ini di *claim* merupakan satu-satunya instrumen penentuan gerhana yang masih eksis dan digunakan sampai saat ini di Indonesia.

Dengan adanya hal tersebut penulis merasa tertarik dan ingin mengupas lebih jauh terkait dengan penentuan gerhana Matahari dengan menggunakan instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dalam sebuah skripsi yang berjudul *Analisis Hisab Aplikatif Gerhana Matahari dengan Menggunakan Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE) Karya Ehsan Hidayat*.

²² *Ibid.*,

²³ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana.”, 109.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian 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 Special Solar Eclipse (SSE)* dalam memprediksi waktu terjadi gerhana Matahari?
2. Bagaimana keakurasian *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* 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 Special Solar Eclipse (SSE)* dalam memprediksi waktu terjadi gerhana Matahari.
2. Mengetahui keakurasian *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dalam memprediksi waktu terjadi gerhana Matahari.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsep dan algoritma *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* 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 Special Solar Eclipse (SSE)*.
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

Sebagaimana penelitian-penelitian lainnya, dalam penelitian ini penulis juga mempertimbangkan telaah atau kajian pustaka. Dalam hal ini, penulis melakukan penelusuran terhadap penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (*previous finding*) untuk mengetahui hubungan korelasi pembahasan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya sehingga tidak terjadi kesamaan penelitian atau pengulangan pembahasan. Berdasarkan penelusuran penulis, terdapat penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang penulis lakukan, diantaranya:

Thesis Ehsan Hidayat yang berjudul “*Inovasi instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana*”²⁴. 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 yang lebih baik. Penelitian yang penulis lakukan memiliki persamaan dengan penelitian ini karena sama-sama mengkaji tentang instrumen *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.

²⁴ Ehsan Hidayat, “Inovasi”.

Skripsi Lauhatun Nashihah yang berjudul “*Analisis Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi*”²⁵. Penelitian ini membahas tentang jenis-jenis gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle* Inovasi serta ditemukan hasil bahwa faktor penentu perbedaan jenis gerhana antara *Volvelle* Inovasi dengan NASA adalah apabila dalam *Volvelle* Inovasi hanya menggunakan nilai argumen lintang Bulan (nilai F) tanpa menggunakan *magnitude* dan *gamma* sedangkan dalam NASA menggunakan hal tersebut serta ditemukan walaupun *Volvelle* Inovasi hanya menggunakan argumen 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 Special Solar Eclipse (SSE)*.

Skripsi Putra Bagus Adityas yang berjudul “*Studi Komparatif Sistem perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi dan Ephemeris*”²⁶. Penelitian ini membahas mengenai perhitungan gerhana bulan dalam *Volvelle* Inovasi kemudian di komparasi dengan perhitungan *Ephemeris*. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa *Volvelle* Inovasi tergolong kedalam hisab *ḥaqīqī taqrībī* meskipun data yang digunakan bersumber dari data kontemporer Jean Meeus, namun tidak menggunakan koreksi apapun, dan apabila di bandingkan dengan hisab sistem *Ephemeris* maka hasilnya masih dibawah kontemporer karena data yang di

²⁵ Lauhatun Nashihah, “Analisis Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2020).

²⁶ Putra Bagus Aditya, “Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Dan Ephemeris” *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2021).

gunakan lebih valid dan dalam pengambilan datanya juga sudah menggunakan tabel yang sudah di program dalam komputer. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang penulis lakukan meskipun sama-sama menggunakan instrumen *Volvelle* Inovasi penulis mengkaji tentang penentuan hisab aplikatif gerhana Matahari dalam *Volvelle* Inovasi *Special Solar Eclipse (SSE)*.

Skripsi Alifatun Khoiriyah yang berjudul “*Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Dan Kitab Sullam al-Nayyirain*”²⁷. Penelitian ini membandingkan sistem perhitungan *Volvelle* Inovasi dengan kitab *Sullam al-Nayyirain*. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa *Volvelle* Inovasi menggunakan sistem perhitungan *ḥaqīqī taqrībī* meskipun data yang digunakan menggunakan data kontemporer Jean Meeus namun tidak menggunakan koreksi satu pun, sedangkan dalam kitab *Sullam al-Nayyirain* terdapat koreksi namun hanya sedikit dan terlalu sederhana. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang penulis lakukan meskipun sama-sama meneliti tentang *Volvelle* Inovasi dan membandingkannya dimana penulis mengkaji *Volvelle* Inovasi *Special Solar Eclipse (SSE)* dan membandingkannya dengan data NASA perhitungan *Ephemeris*, dan Kitab *ad-Durul ‘Aniq*.

Skripsi Ehsan Hidayat yang berjudul “*Analisis Pola Gerhana Matahari Ditinjau Dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma (γ), Dan Magnitudo (u)*”²⁸. Penelitian ini di maksudkan untuk mengetahui pola gerhana Matahari apabila ditinjau dari kriteria nilai argumen lintang

²⁷ Alifatun Khoiriyah, “Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Dan Kitab Sullam Al-Nayyirain” *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2020), tidak dipublikasikan.

²⁸ Ehsan Hidayat, “Analisis Pola Gerhana Matahari Dari Kriteria Lintang Bulan (F), Gamma (γ), Dan Magnitudo (U)”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2017).

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 Special Solar Eclipse (SSE)*.

Skripsi Muhammad Farih Al Husna yang berjudul “*Studi Analisis Program Tracking Gerhana Matahari Karya Muhammad Wasil*”²⁹. Penelitian ini membahas tentang Program *Tracking* Gerhana Matahari dimana algoritma yang di gunakan dalam program ini berbeda dengan metode hisab gerhana pada umumnya. Penelitian ini menghasilkan temuan bahwa algoritma Program *Tacking* Gerhana Matahari memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam segi prediksi waktu dan tidak akurat dalam prediksi koordinat lokasi apabila dibandingkan dengan tolak ukur NASA. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang penulis lakukan dimana dalam penelitian ini instrumen yang digunakan adalah Program *Tracking* Gerhana Matahari sedangkan dalam penelitian yang penulis lakukan adalah dengan menggunakan instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)*.

Selain itu masih terdapat penelitian-penelitian lain yang terkait. Namun, dari berbagai penelusuran dan telaah pustaka di atas belum di jumpai secara spesifik penelitian yang membahas tentang perkiraan gerhana Matahari dengan menggunakan *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* karya Ehsan Hidayat.

²⁹ Muhammad Farih Al Husna, “Stud Analisis Program Tracking Gerana Matahari Karya Muhammad Washil”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2019).

F. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan suatu metode atau cara kerja untuk memahami suatu objek yang menjadi sasaran ilmu pengetahuan. Metode sendiri merupakan pedoman cara seorang ilmuan mempelajari dan memahami lingkungan-lingkungan yang dipahami³⁰. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Penelitian yang penulis lakukan ini termasuk kedalam jenis penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif merupakan sebuah penelitian yang menekankan pada *quality* atau hal terpenting dari suatu sifat barang atau jasa³¹. Penelitian ini juga termasuk kedalam jenis penelitian kepustakaan (*library research*) yaitu suatu penelitian yang dilakukan dengan teknik analisis dokumen, analisis catatan historis, dan analisis buku serta menelaah bahan pustaka³². Dalam hal ini penulis melakukan pendekatan secara mendalam untuk mengetahui sifat dan karakter khas objek yang diteliti sehingga dapat diketahui bagaimana cara kerja, metode perhitungan, serta tingkat keakuratan *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* karya Ehsan Hidayat dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari.

2. Sumber Data

Untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, penulis menggunakan dua sumber data, yaitu:

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang di peroleh langsung dari sumber data yang di kumpulkan

³⁰ Soerjono Soekamto, *Pengantar Penelitian Hukum* (Jakarta: UI Press, 1986), 67.

³¹ Dja'man Satori & Aan Qomariyah, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Alfabeta, 2013), 22.

³² A. Muri Yusuf, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan Penelitian Gabungan Edisi Pertama*, (Jakarta: Kencana, 2017), 199.

berkaitan dengan objek penelitian yang dikaji³³. Data primer dalam penelitian ini adalah instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* karya Ehsan Hidayat, dan buku panduan atau modul seri ke tiga *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)*.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang digunakan sebagai pelengkap atau bukti pendukung dari data primer. Data sekunder dalam penelitian ini penulis ambil dari hasil wawancara dengan narasumber Ehsan Hidayat selaku *inovator* instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* 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.

Dalam mengumpulkan data penulis menggunakan beberapa metode, yaitu:

1. Metode Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu, baik berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang³⁴. Adapun dokumentasi dalam penelitian ini yaitu instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)*, modul atau buku panduan seri ke tiga *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* serta dokumen-dokumen, buku-buku yang membahas mengenai gerhana Matahari, artikel-artikel, makalah-makalah yang berkenaan dengan permasalahan yang ada di dalam penelitian ini.

³³ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Belajar, 2004), 36.

³⁴ *Ibid*, 148.

2. Metode Wawancara

Menurut Sudjana, “wawancara merupakan proses pengumpulan data atau informasi melalui tatap muka antara pihak penanya (*interviewer*) dengan pihak yang ditanya (*interviewee*)”. Wawancara dilakukan guna mengungkap informasi yang sesuai dengan kategori atau sub kategori penelitian³⁵. Narasumber wawancara dalam penelitian ini adalah Ehsan Hidayat yang merupakan *inovator instrumen Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)*. Penulis telah melakukan wawancara baik secara langsung maupun melalui telepon untuk mendapatkan data terkait *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari.

4. Metode Analisis Data

Analisis data merupakan suatu proses pengolahan, penyajian, interpretasi dan analisis data yang diperoleh dari lapangan, dengan tujuan agar data yang disajikan mempunyai makna³⁶. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan analisis isi (*content analisis*) dengan teknik deskriptif. Hal ini bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai metode, data primer serta fenomena yang diselidiki³⁷.

Penulis juga menggunakan analisis komparatif, yang mana dalam hal ini penulis mengkomparasikan instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dengan data NASA, perhitungan Kitab *ad-Durul 'Aniq*, dan perhitungan *Ephemeris*. Hal ini dilakukan guna mengetahui tingkat keakurasian *Volvelle Inovasi Special*

³⁵ Dja'man Satori, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, 130-132.

³⁶ Nanang Martono, *Metode Penelitian Kuantitatif* (Jakarta: Rajawali Press, 2012), 143.

³⁷ Winarno Surakhmad, *Pengantar Penelitian Ilmiah: Dasar, Metode, Dan Teknik*, (Bandung: Tarsito, 1985), 139-141.

Solar Eclipse (SSE) dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari.

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penulisan skripsi hasil penelitian ini terbagi dalam 5 (lima) bab dengan setiap bab nya terdiri dari sub-sub bagian yang menyajikan teori-teori, data hasil penelitian, dan analisis hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis. Adapun sistematika penulisan skripsi adalah sebagai berikut:

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

Bab kedua adalah gambaran umum tentang gerhana. Bab ini merupakan landasan teori yang meliputi pengertian, dasar hukum, macam-macam, dan metode penentuan gerhana Matahari.

Bab ketiga adalah gambaran *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari. Dalam bab ketiga ini akan dipaparkan mengenai profil intelektual Ehsan Hidayat, sejarah perkembangan dan rancang bangun *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)*, dan algoritma penggunaan instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari.

Bab keempat adalah analisis. Dalam bab keempat ini berisi analisis algoritma instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dalam memperkirakan terjadinya gerhana Matahari serta analisis keakuratan *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* 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 merupakan sebuah gejala alam yang terjadi karena terhalangnya sebuah benda langit oleh benda langit lainnya sehingga benda langit tersebut tidak dapat terlihat³⁸. Dalam kacamata astronomi gerhana ini merupakan peristiwa tertutupnya arah pandang pengamat benda langit oleh benda langit yang lain yang lebih dekat dengan pengamat³⁹.

Dalam Bahasa Inggris, gerhana disebutkan dengan istilah *eclipse*. Istilah ini umum diberlakukan untuk menyebutkan gerhana Bulan maupun Matahari. Namun dalam penyebutannya terdapat dua istilah *eclipse*, yakni *eclipse of the moon/lunar eclipse* untuk gerhana Bulan dan *eclipse of the sun/solar eclipse* untuk menyebutkan gerhana Matahari⁴⁰. *Eclipse of the moon* atau *lunar eclipse* ialah suatu kondisi ketika Bumi sedang melintas di antara Bulan dan Matahari, sehingga apabila dilihat dari Bumi, maka Bulan akan nampak terlihat sebagian atau bahkan tertutup seluruhnya untuk beberapa saat. Sedangkan *eclipse of the sun* atau *solar eclipse* ialah suatu kondisi ketika bulan sedang melintas di antara Bumi dan Matahari, sehingga apabila dilihat dari Bumi, maka Matahari tidak terlihat utuh atau bahkan tertutup untuk beberapa saat⁴¹.

Dalam bahasa Arab gerhana disebut dengan istilah kata *khusūf* atau *kusūf*, kedua istilah ini sama-sama digunakan

³⁸ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 23.

³⁹ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jawa Timur: Bismillah Publisher, 2012), 229.

⁴⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2012), 105.

⁴¹ Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana*, (Malang: CV Mazda Media, 2020), 13-14.

untuk menyebut gerhana baik Bulan maupun Matahari. Kata *kusūf* digunakan untuk menyebutkan gerhana Matahari, sedangkan kata *khusūf* digunakan untuk menyebutkan gerhana Bulan. *Khusūf* memiliki arti memasuki, hal ini menggambarkan adanya fenomena alam dimana Bulan memasuki bayangan Bumi, sehingga terjadilah gerhana Bulan. sedangkan kata *kusūf* memiliki arti menutupi, hal ini menggambarkan adanya fenomena alam dimana apabila dilihat dari permukaan Bumi, Bulan menutupi Matahari sehingga terjadilah gerhana Matahari⁴².

Istilah *kusūf* berasal dari kata *ka-sa-fa* yang memiliki dua arti. Pertama, kata ini mengikuti bentuk wazan *fa'ala-yaf'ilu-fa'lan* yaitu *kasafa-yaksifu-kasfan* yang bermakna menutup. Kedua, kata ini mengikuti wazan *fa'ala-yaf'ilu-fu'ulan* yaitu *kasafa-yaksifu-kusūfan*. Sedangkan istilah *khusūf* berasal dari kata *kha-sa-fa* yang memiliki dua bentuk masdar, yaitu *khasfan* dan *khusūfan* yang mengikuti bentuk kata *khasafa-yakhsifu-khasfan/khusūfan*. Kata *kha-sa-fa* dengan masdhar kata *khasfan* bermakna potongan dan kehinaan, sedangkan kata *kha-sa-fa* dengan mashdar kata *khusūfan* memiliki arti hilang, pergi, runtuh, rusak, dan berkurang. Jadi kata *khusūf* bisa diambil pengertian hilang, yakni hilangnya sinar karena tertutup oleh benda.⁴³

Terjadinya gerhana merupakan akibat dari revolusi Bulan mengelilingi Bumi, hal ini dapat terjadi akibat Bumi memiliki satelit yang memiliki bidang edar yang membentuk sudut sekitar 5° terhadap bidang Bumi. Kedua bidang ini akan berpotongan pada dua titik. Titik potong kedua bidang tersebut disebut simpul, sedangkan garis yang menghubungkan kedua titik potong disebut garis simpul. Kedudukan tersebut akan menyebabkan gerhana tidak dapat berlangsung setiap bulan karena ukuran fisik Bumi, Bulan dan Matahari serta kedudukan bidang orbit Bulan mengelilingi

⁴² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 187 .

⁴³ Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana*, 13.

Bumi terhadap ekliptika membatasi jumlah gerhana Bulan dan Matahari dengan membatasi jumlah gerhana Bulan dan Matahari 7 gerhana dalam setahun, dengan komposisi 5 gerhana Matahari dan 2 gerhana Bulan atau 3 gerhana Bulan dengan 4 gerhana Matahari⁴⁴.

B. Dasar Hukum Gerhana

Dalam Al-Qur'an peristiwa terjadinya gerhana tidak dijelaskan secara langsung dan mendetail. Walaupun begitu, di dalam Al-Qur'an terdapat banyak ayat yang mengisyaratkan tentang keteraturan alam semesta yang semuanya itu dapat diperhitungkan sebagaimana juga dalam peristiwa gerhana. Penentuan waktu terjadinya gerhana (baik gerhana Matahari maupun Bulan) yang dilakukan oleh umat islam bertujuan untuk mengetahui kapan dilaksanakannya ibadah shalat sunnah gerhana. Berikut ini merupakan beberapa dalil baik Al-Qur'an maupun Hadist yang berkaitan dengan peristiwa gerhana:

1. Dalil Al-Qur'an
 - a. QS. al-An'am ayat 96

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا
ذَلِكَ تَفْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

“Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan (menjadikan) Matahari dan Bulan untuk perhitungan. Itulah ketentuan Allah yang Maha Perkasa, Maha Mengetahui.”⁴⁵ (Q.S. 06 [Al-An'am] : 96)

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah SWT berkuasa terhadap benda-benda langit, yakni bahwa Allah SWT *menyingsingkan pagi* agar makhluk dapat

⁴⁴ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, 230.

⁴⁵ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*, (Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2015), 140.

bergerak dengan bebas dan *menjadikan malam gelap* untuk menyediakan waktu *beristirahat*. Allah SWT juga menjadikan *Matahari dan Bulan* beredar berdasarkan perhitungan yang sangat teliti, memancarkan cahaya dan sinar dan silih berganti siang dan malam. Hal tersebut bertujuan untuk menjadi perhitungan waktu bagi kamu semua. Kata *ḥusbānan* dalam ayat tersebut diambil dari *ḥisab*. Penambahan *alif* dan *nūn* didalamnya memberi arti kesempurnaan, sehingga kata tersebut dapat diartikan sebagai perhitungan yang sempurna dan teliti. Peredaran benda-benda langit yang sedemikian konsisten, teliti, dan pasti sehingga tidak terjadi tabrakan antar planet, dan dapat di ukur dan diketahui jauh sebelum terjadinya (misal kapan terjadinya gerhana). Ada pula ulama yang memahami ayat diatas dalam arti Allah SWT menjadikan peredaran Matahari dan Bulan sebagai alat untuk melakukan perhitungan waktu; tahun, bulan, minggu, dan hari bahkan menit dan detik. Ayat di atas juga mengisyaratkan dampak perbedaan Matahari dan Bulan terhadap munculnya cahaya dan gelap⁴⁶. Peredaran benda-benda langit yang sangat konsisten, teliti dan pasti membuat benda-benda langit dapat dihitung, seperti dapat diketahuinya kapan terjadinya gerhana jauh-jauh hari sebelum gerhana terjadi. Keteraturan benda-benda langit ditegaskan lagi dengan kalimat *taqdīr* pada akhir ayat. Kata ini digunakan untuk makna pengaturan dan ketentuan yang sangat teliti untuk menunjukkan konsistensi hukum-hukum Allah yang berlaku di alam raya⁴⁷.

⁴⁶ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al-Qur'an*, Jilid 4, (Jakarta: Lentera Hati, 2002), 210-211.

⁴⁷ Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana*, 29.

b. QS. Yāsīn ayat 38-40

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (٣٨)
 وَالْقَمَرَ قَدَرْنَا مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (٣٩)
 لَالشَّمْسُ 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.”⁴⁸ (Q.S. 36 [Yāsīn] : 38-40)

Ketiga ayat ini menjelaskan tentang pergerakan dua benda langit, yaitu Bulan dan Matahari. Ibnu Katsir dalam tafsirnya menjelaskan yang dimaksud *limustaqarril lahā* memiliki 2 pengertian. Pengertian yang pertama yang dimaksud tempat peredarannya adalah dibawah *arsy*. Dimanapun Matahari beredar, maka dia akan selalu berada dibawah *arsy*. Apabila Matahari berada di cakrawala di pertengahan siang, maka ia lebih dekat dengan *arsy* dan apabila Matahari beredar di garis edar yang keempat berlawanan dengan tempat tersebut yaitu pada waktu pertengahan malam, maka ia berada lebih jauh dari *arsy*. Sedangkan pengertian yang kedua yang dimaksud dengan tempat

⁴⁸ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*, 442.

peredarannya adalah waktu akhir perjalanannya, yaitu hari kiamat⁴⁹.

Pada ayat selanjutnya Ibnu Katsir menerangkan bahwa Allah menjelaskan perbedaan antara Matahari dan Bulan dimana Matahari bersinar dan Bulan bercahaya. Matahari setiap hari terbit dan tenggelam dengan sinar yang sama, akan tetapi akan berpindah tempat terbit dan terbenamnya sesuai dengan musim yang ada. Pada musim panas Matahari bersinar lebih lama sehingga siang terjadi lebih lama dari pada malam. Begitupun sebaliknya, apabila pada musim dingin maka Matahari akan bersinar lebih singkat sehingga malam terjadi lebih lama. Sedangkan Bulan Allah telah menempatkan tempat-tempat peredarannya. Bulan terbit pada awal malam disetiap bulannya dengan cahaya yang redup, kemudian akan bertambah cahayanya ketika Bulan terus naik dari hari ke hari hingga mendekati sempurna pada hari ke empat belas. Lalu cahaya tersebut kembali berkurang sampai pada akhir bulan sehingga Bulan seperti tandan kurma yang tua⁵⁰.

Pada ayat selanjutnya dijelaskan bahwa masing-masing dari Matahari dan Bulan memiliki batasan yang tidak mungkin dapat dilewati, dimana apabila kekuasaan Matahari datang maka kekuasaan Bulan pergi begitupun sebaliknya. Kekuasaan Matahari adalah di waktu siang dan kekuasaan Bulan adalah di waktu malam. Imam Mujtahid mendefinisikan kata “*dan malam pun tidak dapat mendahului siang*” adalah tidak ada jeda antara waktu malam dan siang, bahkan masing-masing dari keduanya saling mengejar tanpa ada penangguhan dan masa jeda, karena keduanya telah ditundukkan

⁴⁹ Ahmad Syakir, *Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir*, Jilid 5, (Jakarta Timur: Darus Sunnah press, 2012), 550-552.

⁵⁰ *Ibid*, 554.

untuk saling mengikuti dengan cepat. Kemudian Ibnu Abbas, Ikrimah, dan Qatadah menafsirkan kata “*Masing-masing beredar pada garis edarnya*” sebagai Matahari, Bulan, siang dan malam mereka masing-masing berjalan, yaitu beredar pada garis edarnya di langit.⁵¹

2. Dalil Hadist

Hadist yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari r.a

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مُحَمَّدٍ قَالَ حَدَّثَنَا هَاشِمُ بْنُ الْقَاسِمِ قَالَ حَدَّثَنَا شَيْبَانُ أَبُو مُعَاوِيَةَ عَنْ زِيَادِ بْنِ عِلَاقَةَ عَنِ الْمُغِيرَةِ بْنِ شُعْبَةَ قَالَ كَسَفَتْ الشَّمْسُ عَلَى عَهْدِ رَسُولِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَوْمَ مَاتَ إِبْرَاهِيمَ فَقَالَ النَّسُ كَسَفَتْ الشَّمْسُ لِمَوْتِ إِبْرَاهِيمَ فَقَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ فَإِذَا رَأَيْتُمْ فَصَلُّوا وَدَعُّوا 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 ‘Illaqah dari dari al-Mughirah bin Syu’aib berkata: “Pada masa Rasulullah *shallallahu ‘alaihi wasallam* pernah terjadi gerhana Matahari, yaitu di hari meninggalnya putra 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,

⁵¹ *Ibid*, 555.

maka shalat dan berdoalah kalian kepada Allah.” (H.R. Bukhari I: No. 1043)⁵².

Dalam kitab *Fathul Baari* dijelaskan bahwa hadist ini menceritakan tentang keadaan masyarakat jahiliah pada zaman dahulu yang meyakini bahwa terjadinya gerhana disebabkan oleh perubahan di muka bumi seperti adanya kematian atau hal-hal yang tidak diinginkan. Rosulullah SAW melalui hadist ini memberitahukan bahwa hal itu merupakan suatu keyakinan yang batil. Karena sesungguhnya Matahari dan Bulan merupakan tanda-tanda kebesaran Allah. Matahari dan Bulan merupakan ciptaan Allah yang tunduk kepada-Nya, keduanya tidak memiliki kekuasaan atas makhluk lain dan tidak pula menolak kemudharatan dari diri mereka sendiri⁵³.

Gerhana terjadi bukan karena kelahiran ataupun kematian seseorang, bukan pula karena akan datangnya bencana, namun gerhana terjadi semata-mata menjadi bagian dari sunnah kauniah dan ketetapan Allah yang merupakan wujud dari ayat-ayat Allah di alam semesta ini.

C. Macam-Macam Gerhana

Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa terdapat dua jenis gerhana, yakni gerhana Bulan dan Gerhana Matahari.

a. Gerhana Bulan

Gerhana Bulan atau *khusūf* merupakan gerhana yang terjadi apabila Bulan berada dalam daerah bayang-bayang Bumi, dimana pada saat tersebut umbra Bumi menutupi Bulan. Hal ini dapat terjadi apabila Matahari,

⁵² Abi Abdillah Muhammad bin Ismail Al-Bukhari, *Shahih Al-Bukhari* (Beirut: Dar Ibnu Katsir, 2002), 253.

⁵³ Gazirah Abdi Ummmah, *Terjemah Fathul Baari, Syarah: Shahih Bukhari/Ibnu Hajar Al Asqalani*, Jilid 6, (Jakarta: Pustaka Azzam, 2002), 8.

Bumi dan Bulan berada dalam satu garis lurus dan Bumi berada diantara Matahari dan Bulan⁵⁴.

Gerhana Bulan terjadi pada saat oposisi (*istiqbāl*⁵⁵) dengan Matahari atau saat Bulan purnama, yaitu apabila bujur astronominya berselisih $\sim 180^\circ$ serta berdeklinasi sekitar 0° atau memiliki deklinasi harga mutlak yang hampir sama. Oposisi terjadi setiap bulan, namun gerhana Bulan tidak terjadi setiap bulan. Hal ini disebabkan oleh kemiringan orbit Bulan terhadap ekliptika sebesar -5° . Apabila orbit Bulan tepat berimpit dengan bidang ekliptika niscaya setiap bulan baru (*new moon/Ijtimā'*) akan selalu terjadi gerhana Matahari dan setiap purnama (*full moon/istiqbāl*) akan terjadi gerhana Bulan. Dalam astronomi, gerhana Bulan dimungkinkan terjadi apabila Bulan saat purnama berada pada posisi $16,3^\circ$ atau kurang dari titik simpul⁵⁶ (*node*)⁵⁷.

Bayangan yang dibentuk oleh Bumi memiliki dua bagian yaitu bagian paling luar yang disebut bayangan penumbra⁵⁸ atau bayangan semu dan bagian dalam yang disebut bayangan umbra⁵⁹ atau bayangan

⁵⁴ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, 232.

⁵⁵ *istiqbāl* atau oposisi merupakan suatu fenomena ketika Matahari dan Bulan sedang berhadap-hadapan, sehingga diantara keduanya memiliki selisih bujur astronomi sebesar 180° dan pada fase tersebut Bulan berada dalam fase purnama. Baca Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 38.

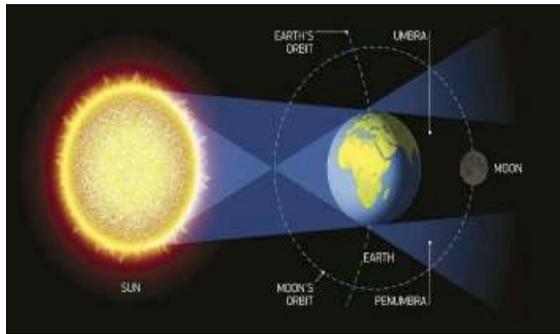
⁵⁶ Titik simpul atau *uqbah* atau *node* yaitu titik potong antara lintasan Bulan dengan ekliptika. Ada dua titik simpul, yaitu *uqbah jauzahar* atau *ascending node* (titik simpul naik) adalah perpotongan lintasan Bulan dengan ekliptika dalam lintasannya dari selatan ke utara, dan *uqbah naubahar* atau *descending node* (titik simpul turun) adalah perpotongan lintasan Bulan dengan ekliptika dalam lintasannya dari utara ke selatan. baca Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 88.

⁵⁷ Abu Sabda, *Ilmu Falak Seri 02*, (Bandung: Persis Pers, 2019), 124.

⁵⁸ Penumbra adalah bayangan semu benda langit. Baca Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 64.

⁵⁹ Umbra adalah bayangan inti, yaitu bayang-bayannng kerucut suatu benda langit. Apabila bayangan kerucut Bumi menyentuh piringan Bulan maka akan

inti. Oleh karena itu bentuk lingkaran Matahari lebih besar daripada lingkaran Bumi sehingga bayangan umbra Bumi membentuk kerucut sedangkan bentuk bayangan penumbra Bumi berbentuk kerucut terpancung dengan puncaknya di Bumi yang semakin jauh bayangan ini, semakin membesar sampai menghilang di luar angkasa⁶⁰.



Gambar 2. 1 Bayangan umbra dan penumbra⁶¹

Pada bayangan penumbra hanya sebagian piringan Matahari yang ditutupi oleh Bumi, sedangkan pada bayangan umbra seluruh piringan Matahari tertutup oleh Bumi, sehingga pada saat Bulan melewati umbra, Bulan akan terlihat gelap karena cahaya Matahari yang masuk ke Bulan dihalangi oleh Bumi⁶². Terdapat 4 (empat) macam gerhana Bulan yaitu⁶³:

terjadi gerhana Bulan, sedangkan apabila bayangan kerucut Bulan menyentuh permukaan Bumi maka akan terjadi gerhana Matahari. *Ibid*, 87.

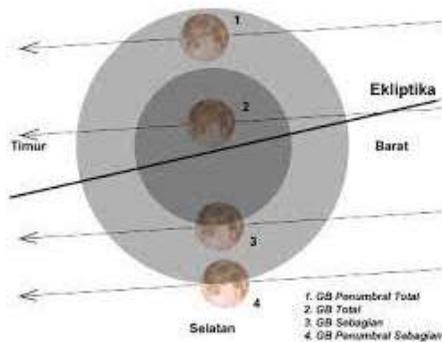
⁶⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 107.

⁶¹ Ika Nilasari, "Perbedaan Umbra Dan Penumbra Yang Ada Di Peristiwa Gerhana," <https://www.harapanrakyat.com/2022/04/perbedaan-umbra-dan-penumbra/>, diakses 21 Februari 2023.

⁶² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 108.

⁶³ Abu Sabda, *Ilmu Falak Seri 02*, 124-125.

1. Gerhana Bulan umbra total (*al-Khusūf al-Hakīkī al-Kullī*), yaitu gerhana yang pada saat puncaknya seluruh piringan Bulan memasuki bayangan inti (Umbra) Bumi.
2. Gerhana Bulan umbra sebagian (*al-Khusūf al-Hakīkī al-Juz'ī*), yaitu gerhana yang pada saat puncaknya hanya sebagian piringan Bulan saja yang masuk pada inti (umbra) Bumi sedangkan sebagian piringan Bulan berada pada bayangan semu (penumbra) Bumi.
3. Gerhana Bulan penumbra total (*al-Khusūf al-Syibhī al-Kullī*), yaitu gerhana yang pada saat puncaknya seluruh piringan Bulan memasuki bayangan semu (penumbra) Bumi.
4. Gerhana Bulan penumbra sebagian (*al-Khusūf al-Syibhī al-Juz'ī*) yaitu gerhana yang pada saat puncaknya sebagian piringan Bulan berada pada bayangan semu (penumbra) Bumi.



Gambar 2. 2 Macam-macam gerhana Bulan⁶⁴

⁶⁴ Admin, “Gerhana Bulan Penumbral, Apakah Dianjurkan Shalat Gerhana?,” <https://fatwatarjih.or.id/gerhana-bulan-penumbral-apakah-dianjurkan-shalat-gerhana/>, diakses 21 Februari 2022.

- 1) P1 (kontak I penumbra) yaitu fase yang terjadi saat piringan Bulan bersinggungan luar dengan penumbra Bumi.
- 2) P2 (kontak II penumbra) yaitu fase yang terjadi saat piringan Bulan bersinggungan dalam dengan penumbra Bumi. Pada saat tersebut seluruh piringan Bulan berada di dalam piringan penumbra Bumi.
- 3) U1 (kontak I umbra) yaitu fase yang terjadi saat piringan Bulan bersinggungan luar dengan umbra Bumi.
- 4) U2 (kontak II umbra) yaitu fase yang terjadi saat piringan Bulan bersinggungan dalam dengan umbra Bumi. Fase ini merupakan fase dimulainya gerhana Bulan total.
- 5) Puncak gerhana yaitu fase yang terjadi saat jarak pusat piringan Bulan dengan pusat umbra atau penumbra mencapai minimum.
- 6) U3 (kontak III umbra) yaitu fase yang terjadi saat piringan Bulan kembali bersinggungan dengan umbra Bumi, ketika piringan Bulan tepat akan meninggalkan umbra Bumi. Fase ini merupakan fase berakhirnya gerhana Bulan total.
- 7) U4 (kontak IV umbra) yaitu fase yang terjadi saat piringan Bulan kembali bersinggungan luar dengan umbra Bumi.
- 8) P3 (kontak III penumbra) yaitu fase yang terjadi saat piringan Bulan kembali bersinggungan dalam dengan penumbra Bumi.
- 9) P4 (kontak IV penumbra) yaitu fase yang terjadi saat piringan Bulan kembali bersinggungan luar dengan penumbra Bumi.

b. Gerhana Matahari

Gerhana matahari atau *kusūf* merupakan gerhana yang terjadi apabila ketika berkonjungsi⁶⁵ kedudukan Bulan berada di antara Bumi dan Matahari, sehingga dapat menutupi cahaya Matahari atau dalam kata lain gerhana Matahari dapat terjadi apabila Matahari, Bumi dan Bulan berada dalam satu garis lurus⁶⁶. Peristiwa gerhana Matahari menempatkan posisi Bulan berada di antara Matahari dan Bumi, karenanya cahaya Matahari yang datang ke Bumi terhalang oleh Bulan yang menyebabkan munculnya bayangan Bulan yang jatuh ke Bumi. Karena ukuran Matahari yang lebih besar dari Bulan, maka bayangan Bulan ini akan selalu berbentuk kerucut yang hanya jatuh di beberapa permukaan Bumi saja atau tidak semua permukaan Bumi mengalami gerhana hanya tempat-tempat yang menerima bayang-bayang Bulan saja yang dapat melihat gerhana Matahari⁶⁷.

Adapun gerhana matahari diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu⁶⁸:

1. Gerhana Matahari total

Gerhana Matahari total merupakan gerhana Matahari yang terjadi apabila permukaan Bumi yang tertutup bayang-bayang inti Bulan tidak terkena cahaya Matahari, dimana saat puncak gerhana piringan Matahari tertutup sepenuhnya dengan piringan Bulan. Pada saat tersebut, piringan Bulan sama besar atau lebih besar dari piringan Matahari.

⁶⁵ Konjungsi atau *ijtimā'* merupakan posisi dimana Bulan dan Matahari berada dalam satu bujur astronomi, Baca Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 32.

⁶⁶ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, 233.

⁶⁷ Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana*, 21-22.

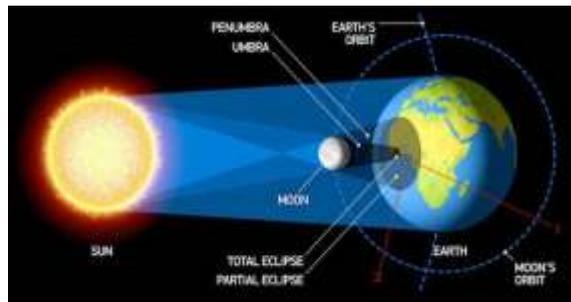
⁶⁸ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, 235-236.

2. Gerhana Matahari sebagian

Gerhana Matahari sebagian merupakan gerhana Matahari yang terjadi apabila hanya sebagian cahaya Matahari yang menuju Bumi terhalang oleh Bulan, yang mana pada saat puncak gerhana piringan Bulan hanya menutupi sebagian piringan Matahari. Pada gerhana jenis ini ada sebagian dari piringan Matahari yang tidak tertutup oleh piringan Bulan.

3. Gerhana Matahari cincin

Gerhana Matahari cincin terjadi apabila saat puncak gerhana piringan Bulan hanya menutup sebagian dari piringan Matahari. gerhana ini terjadi pada saat Bulan berada pada posisi terjauhnya dari Bumi. Gerhana jenis ini dapat terjadi ketika piringan Bulan berukuran lebih kecil daripada piringan Matahari, sehingga ketika piringan Bulan berada didepan piringan Matahari tidak semua bagian piringan Matahari yang tertutup oleh piringan Bulan sehingga sekeliling piringan Bulan akan terlihat seperti cincin yang bercahaya.



Gambar 2. 3 Macam-macam gerhana Matahari⁶⁹

⁶⁹ Apriyani Selly, “Gerhana Matahari: Proses Terjadinya Dan Jenis Gerhana Matahari,” <https://borneo24.com/pendidikan/gerhana-matahari-proses-terjadinya-dan-jenis-gerhana-matahari/>, di akses 2 Juli 2023.

Namun apabila ditinjau secara global terdapat 6 tipe gerhana Matahari yaitu⁷⁰:

- 1) Tipe P atau gerhana sebagian atau *kusūf al-juz'ī* atau *partial eclipse*, yaitu gerhana yang hanya sebagian dari kerucut umbra Bulan yang mengenai Bumi. Bagi daerah yang dapat menyaksikan gerhana tipe ini maka akan terlihat piringan Bulan hanya menutupi sebagian piringan Matahari.
- 2) Tipe T atau gerhana total atau *kusūf al-kullī* atau *total eclipse*, yaitu gerhana yang sentral sumbu bayangan Bulan mengenai permukaan Bumi. Gerhana ini dikenal juga sebagai *central line* (garis sentral) karena garis ini menghubungkan pusat piringan Bulan ke pusat piringan Matahari. Bagi daerah yang dapat menyaksikan gerhana tipe ini maka akan terlihat seluruh piringan Matahari akan tertutup oleh piringan Bulan.
- 3) Tipe A atau gerhana cincin atau *kusūf al-ḥalqī* atau *annular eclipse*, yaitu gerhana yang sentral di mana perpanjangan kerucut umbra (antumbra) mengenai Bumi. Bagi daerah yang dapat menyaksikan gerhana tipe ini maka akan terlihat bagian piringan Bulan akan menutupi tengah piringan Matahari sementara bagian tepi piringan Matahari akan tetap bercahaya.
- 4) Tipe A-T atau gerhana *hybrid* atau *al-ḥajinī* atau *annular-total eclipse*, yaitu gerhana sentral yang merupakan gabungan dari dua jenis gerhana (gerhana Matahari total dan gerhana Matahari cincin). Yakni apabila di suatu daerah di permukaan Bumi terlihat sebagai gerhana total, di daerah lain di permukaan Bumi terlihat sebagai gerhana sebagian. Hal ini disebabkan ketika pertengahan gerhana, puncak gerhana menyentuh lengkungan permukaan Bumi yang tinggi sehingga terlihat di daerah ini

⁷⁰ Abu Sabda, *Ilmu Falak Seri 02*, 127-128.

sebagai gerhana Matahari total. Sementara di waktu yang bersamaan disebelah Barat dan Timur permukaan Bumi yang rendah yang sampai hanyalah perpanjangan dari inti (antumbra) sehingga terlihat sebagai gerhana cincin.

- 5) Tipe (T), atau gerhana Matahari *non*-sentral total, yaitu gerhana yang hanya sebagian dari kerucut umbra yang mengenai permukaan Bumi (yaitu di daerah kutub), tetapi sumbu kerucut umbra tidak mengenai permukaan Bumi sehingga gerhana ini bukan merupakan gerhana sentral.
- 6) Tipe (A) atau gerhana *non*-sentral cincin, yaitu gerhana yang mana hanya sebagian dari perpanjangan kerucut umbra yang mengenai (yaitu di daerah kutub), tetapi sumbu kerucut umbra tidak mengenai permukaan Bumi.

Terjadinya gerhana Matahari bisa ditandai dengan menggunakan suatu siklus, karena gerhana Matahari terjadi secara berkala. Siklus yang biasa digunakan dalam penentuan gerhana Matahari adalah siklus saros yaitu siklus yang menandai gerhana Matahari dengan tipe yang sama akan terulang kembali setelah 6585,32 hari atau 18 tahun 11 hari dan 8 jam. Jangka waktu tersebut terbentuk dari tiga perpaduan periode Bulan yaitu periode Bulan sinodis, drakonis, dan anomalis.

Periode Bulan sinodis merupakan suatu periode yang dihitung dari satu *ijtimā'* ke *ijtimā'* berikutnya yang membutuhkan waktu rata-rata 29 hari 12 jam 44 menit. Kemudian periode Bulan drakonis, merupakan waktu yang dibutuhkan Bulan untuk kembali dari satu titik simpul ke titik simpul yang sama, yaitu selama 27 hari 5 jam 6 menit. Dan periode Bulan anomalis merupakan waktu yang dibutuhkan Bulan untuk berpindah dari

*apogee*⁷¹ ke *perigee*⁷² hingga kembali lagi ke *apogee* yaitu selama 27 hari 13 jam 19 menit. Bertemunya kembali tiga periode Bulan ini lah yang disebut siklus saros yang membutuhkan waktu 18 tahun 11 hari 8 jam. Adanya kelebihan 8 jam menyebabkan daerah tampakan gerhana Matahari akan bergeser sekitar 120° ke arah barat⁷³.

Selain siklus saros masih ada beberapa siklus perulangan gerhana Matahari yang lain yaitu siklus *inex*, siklus semester, dan siklus *tritos*. Siklus *inex* merupakan siklus 358 lunasi, atau 29 tahun kurang 20 hari. Sedangkan siklus semester merupakan siklus 6 lunasi, sekitar 177 hari atau 0,49 tahun. Dan siklus *tritos* merupakan siklus 235 lunasi atau 19 tahun⁷⁴.

Terdapat beberapa fakta tentang gerhana yang harus kita ketahui. Yang di maksud dengan jumlah gerhana (baik Bulan ataupun Matahari) di sini adalah gerhana yang terjadi di Bumi secara keseluruhan, bukan hanya pada suatu daerah atau wilayah tertentu di Bumi. Kemudian yang di maksud dengan 1 tahun adalah sejak 1 Januari hingga 31 Desember, ada pula yang mendefinisikan dengan 365 hari dengan tanggal pertamanya bukan 1 Januari misal 30 Juli 1916 sampai 29 Juli 1917⁷⁵.

Dalam satu tahun kalender (1 Januari sampai 31 Desember), dapat terjadi hingga 5 kali gerhana Matahari

⁷¹ *Apogee* atau *auj* merupakan titik terjauh lintasan Bulan ataupun satelit dengan planet dalam peredarannya mengelilingi planet yang menjadi pusat peredarannya. Baca Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 10.

⁷² *Perigee* atau *hadid* merupakan titik terdekat pada lintasan Bulan atau satelit dalam peredarannya mengelilingi planet yang menjadi pusat peredarannya. Baca *Ibid*, 28.

⁷³ Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana*, 24-25.

⁷⁴ Abu Sabda, *Ilmu Falak Seri 02*, 129.

⁷⁵ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada, 2012), 128.

seperti pada tahun 1805, 1935, dan 2206. Begitupun dalam rentang 365 hari bisa terjadi 5 kali gerhana Matahari seperti dalam rentang antara 30 Juli 1916 sampai 29 Juli 1917. Dalam satu tahun kalender bisa terjadi hingga 3 kali gerhana Bulan total, seperti pada tahun 1982. Begitupun dalam rentang waktu 365 hari juga bisa terjadi 3 kali gerhana Bulan total seperti dalam rentang antara 21 Januari 2000 hingga 20 Januari 2001⁷⁶.

Dalam satu tahun kalender paling sedikit terjadi 4 kali gerhana, yaitu dua gerhana Matahari dan dua gerhana Bulan (untuk gerhana ini bisa satu atau keduanya adalah gerhana penumbra). Adapun jumlah maksimum gerhana dalam satu tahun adalah 7 kali yang terjadi dalam 4 kemungkinan, yaitu⁷⁷:

- 5 gerhana Matahari + 2 gerhana Bulan, seperti tahun 1935 dan 2206.
- 4 gerhana Matahari + 3 gerhana Bulan, seperti tahun 1982 dan 2094.
- 3 gerhana Matahari + 4 gerhana Bulan, seperti tahun 1979 dan 2038.
- 2 gerhana Matahari + 5 gerhana Bulan, seperti tahun 1879 dan 2132.

Dalam satu tahun kalender maksimum terjadi 5 kali gerhana Matahari. Dalam rentang 4000 tahun sejak tahun -600 hingga 3400, secara perhitungan hanya terdapat 14 tahun yang terjadi 5 kali gerhana Matahari dalam satu tahunnya yaitu pada tahun -568, -503, -438, -373, 1255, 1805, 1935, 2206, 2709, 2774, 2839, 2904, 3295, dan 3360. Perlu dicatat bahwa distribusi tahun tersebut tidaklah beraturan, terdapat 3 kasus dalam

⁷⁶ *Ibid.*

⁷⁷ *Ibid.*, 129.

rentang 130 tahun yaitu -568 hingga -438 dan 2709 hingga 2839 tetapi tidak terjadi hingga rentang waktu lebih dari 1600 tahun sejak tahun -373 hingga 1255. Untuk ke empat belas tahun diatas 4 dari 5 gerhana yang terjadi dalam satu tahun merupakan gerhana sebagian sisanya bisa berupa gerhana cincin (seperti tahun 1935) atau gerhana total (seperti tahun 2774). Sedangkan jumlah minimum gerhana Matahari terjadi sebanyak 2 kali dan keduanya dapat berupa gerhana Matahari parsial atau sebagian seperti pada tahun 1996 dan 2004⁷⁸.

Dalam satu tahun kalender jumlah maksimum gerhana Bulan adalah terjadi lima kali. Dalam rentang 900 tahun antara tahun 1600 terdapat 5 kali gerhana Bulan terjadi dalam satu tahun yaitu pada tahun 1676, 1694, 1749, 1879, 2132, 2262, dan 2400, dan kebanyakan dari 5 gerhana tersebut berupa gerhana penumbra. Sedangkan jumlah minimum terjadinya gerhana Bulan dalam satu tahun adalah dua kali, yang mana keduanya dapat berupa gerhana Bulan penumbra seperti pada tahun 1966 dan 2016⁷⁹.

Dalam satu tahun gerhana Matahari dapat berupa gerhana parsial seluruhnya seperti tahun 1996 (2 kali), 2018 (3 kali), dan 2000 (4 kali). Adapun dalam satu tahun maksimum terjadinya gerhana matahari total adalah dua kali contohnya pada tahun 2057. Sementara untuk gerhana Matahari cincin yang murni (tipe A-T tidak termasuk) dalam setahun dapat terjadi dua kali seperti pada tahun 1951, dan 1973. Apabila tipe A-T dimasukkan maka jumlah maksimum gerhana Matahari dalam satu tahun adalah 3 kali (bisa terjadi 1 cincin dan 2 tipe cincin-total atau 2 cincin dan satu cincin-total). Dalam rentang waktu antara -2000 hingga 1700 terdapat

⁷⁸ *Ibid*, 129-130.

⁷⁹ *Ibid*, 130.

10 tahun yang didalamnya terjadi 3 gerhana cincin dalam setahun yaitu pada tahun -1994,, -484, -400, -139, 1144, 1228, 1339, 1405, 1489, dan 1966⁸⁰.

D. Metode Penentuan Gerhana Matahari

Metode penentuan dapat di klasifikasikan menjadi dua metode yakni metode rukyat dan hisab.

1. Metode Rukyat

Kata rukyat berasal dari kata *ra'a* yang berarti melihat⁸¹, yaitu observasi atau mengamati benda-benda langit.⁸² Secara bahasa rukyat memiliki dua makna. Makna pertama yaitu melihat dengan mata (observasi), sedangkan makna yang kedua yaitu melihat dengan ilmu⁸³. Metode rukyat ini merupakan metode yang pertama kali digunakan untuk melihat langsung fenomena gerhana baik dengan mata telanjang maupun dengan bantuan teleskop.

Rukyat atau observasi yang dimaksudkan disini adalah observasi gerhana Matahari, dimana benda langit yang di amati adalah Matahari dan Bulan pada saat terjadi konjungsi yang menyebabkan terjadinya gerhana Matahari. Rukyat sendiri dalam hal ini dapat dilakukan dengan dua cara, yakni langsung mengamati dengan mata telanjang, dan mengamati dengan menggunakan alat bantu. Biasanya alat bantu yang di gunakan dalam observasi ini adalah teleskop.

Rukyat atau observasi sendiri dalam perihal gerhana Matahari digunakan sebagai verifikasi dari perhitungan hisab. Rukyat ini diperlukan juga untuk mengetahui kapan seseorang dapat melaksanakan ibadah shalat gerhana sebagaimana yang disunnahkan oleh Nabi saw.

⁸⁰ *Ibid*, 130-131.

⁸¹ Ahmad Junaidi, *Astrofotografi*, (Yogyakarta: Q-Media, 2021), 65.

⁸² Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 69.

⁸³ Abu Sabda, *Ilmu Falak Seri 02*, 63.

2. Metode Hisab

Hisab berasal dari kata *ḥasaba-yahsubu-ḥisāban* dan *ḥusbānan* yang artinya membilang. Sedangkan menurut harfiah hisab berarti menghitung⁸⁴. Dalam kajian fiqih, hisab digunakan dalam arti perhitungan waktu dan arah. Seperti waktu-waktu shalat, awal bulan kamariah, gerhana, dan arah kiblat. Penetapan tersebut dilakukan dengan perhitungan terhadap posisi geometris benda-benda langit, khususnya Matahari, Bulan, dan Bumi untuk menentukan waktu-waktu dan arah di muka Bumi.⁸⁵

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. Perhitungan ini hanya didasarkan pada kaidah-kaidah yang bersifat tradisional yang didasarkan kepada garis besarnya saja.⁸⁶ Sistem perhitungan ini menggunakan bilangan yang tetap dan tidak berubah sehingga berdampak pada tingkat keakurasian yang berkurang. Sedangkan hisab *ḥaqīqī* yaitu sebuah perhitungan posisi benda langit berdasarkan gerak benda langit itu sendiri dengan tetap memperhatikan hal-hal yang berhubungan dengannya.⁸⁷ Hisab ini berdasarkan perhitungan matematik dan astronomis dengan beberapa pendekatan dan koreksi sehingga menghasilkan perhitungan yang lebih akurat. Adapun sistem hisab *ḥaqīqī* sendiri dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu:

⁸⁴ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*, (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 120.

⁸⁵ Abu Sabda, *Ilmu Falak Seri 02*, 62.

⁸⁶ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*, 143.

⁸⁷ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 28.

- 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*)⁸⁸.
- 2) Hisab *Ḥaqīqī Tahqīqī* 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 bola⁸⁹.
- 3) Hisab *Ḥaqīqī Kontemporer* yaitu hisab *ḥaqīqī* yang menggunakan metode yang sama dengan hisab *ḥaqīqī tahqīqī* namun dengan koreksi yang lebih teliti dan kompleks sesuai dengan kemajuan sains dan teknologi.

Adapun sistem perhitungan Gerhana Matahari dengan menggunakan *Ephemeris* Hisab Rukyat dalam buku Ilmu Falak karya Bapak Muhyiddin Khazin adalah sebagai berikut⁹⁰:

- 1) Menghitung kemungkinan terjadinya gerhana Matahari dengan berdasarkan jadwal tabel gerhana. Caranya yaitu dengan menjumlahkan ketiga tabel tersebut (A,B, dan C) sesuai dengan bulan dan tahun yang akan dicari perkiraan gerhananya, apabila hasil penjumlahan lebih dari 360° maka kurangilah dengan 360°. jika hasil dari perhitungan tersebut berkisar antara 00° s/d 20°, antara 159° s/d 190°, dan antara 348° s/d 360° maka gerhana Matahari mungkin terjadi pada bulan dan tahun tersebut, namun apabila hasil penjumlahan tidak berada

⁸⁸ Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyat*, (Jakarta: Erlangga, 2007), 7.

⁸⁹ *Ibid*, 7-8.

⁹⁰ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*, 195-205.

dalam rentang tersebut maka dalam bulan dan tahun tersebut tidak terjadi gerhana.

Tabel 2. 1 Tabel Prediksi Gerhana⁹¹

TABEL A					
TH	DATA	TH	DATA	TH	DATA
00	331°05' 12"	1400	084°50' 12"	1700	338°50' 12"
30	212°29' 12"	1430	326°14' 12"	1730	220°14' 12"
60	093°53' 12"	1460	207°38' 12"	1770	101°38' 12"
90	335°17' 12"	1490	089°02' 12"	1800	343°02' 12"
1220	076°26' 12"	1520	330°26' 12"	1830	224°26' 12"
1250	317°50' 12"	1550	221°50' 12"	1860	105°50' 12"
1280	199°14' 12"	1580	093°14' 12"	1890	347°14' 12"
1310	080°38' 12"	1610	334°38' 12"	2010	228°38' 12"
1340	322°02' 12"	1640	216°02' 12"	2040	110°02' 12"
1370	203°26' 12"	1670	097°26' 12"	2070	351°26' 12"

TABEL B					
TH	DATA	TH	DATA	TH	DATA
01	008°02' 48"	11	088°30' 48"	21	168°58' 48"
02	016°05' 36"	12	096°33' 36"	22	177°01' 36"
03	024°08' 24"	13	104°36' 34"	23	185°04' 24"
04	032°11' 12"	14	112°39' 13"	24	193°07' 12"
05	040°14' 00"	15	120°42' 00"	25	201°10' 00"
06	048°16' 48"	16	128°44' 48"	26	209°12' 48"
07	056°19' 36"	17	136°47' 36"	27	217°15' 36"
08	064°22' 24"	18	144°50' 24"	28	225°18' 24"
09	072°25' 12"	19	152°53' 12"	29	233°21' 12"
10	080°28' 00"	20	160°56' 00"	30	241°24' 00"

TABEL C		
NAMA BULAN	GERHANA	
	MATAHARI	BULAN
Muharram	030°40' 15"	015°20' 07"
Shafar	061°20' 30"	046°00' 22"
Rabi'ul Awal	092°00' 45"	076°40' 37"
Rabi'ul Akhir	122°41' 00"	107°20' 52"
Jumadil Ula	153°21' 15"	138°01' 07"
Jumadal Akhirah	184°01' 30"	168°41' 22"
Rajab	214°41' 45"	199°21' 37"
Sya'ban	245°22' 00"	230°01' 52"
Ramadhan	276°02' 15"	260°42' 07"
Syawwal	306°42' 30"	291°22' 22"
Dzulqa'dah	337°22' 45"	322°02' 37"
Dzulhijjah	008°03' 00"	352°42' 52"

⁹¹ *Ibid*, 286.

- 2) Melakukan perhitungan konversi tanggal dari kalender Hijriyah ke kalender Masehi, karena data-data Ephemeris di tampilkan dalam kalender Masehi.
- 3) Mempersiapkan data-data astronomi untuk tanggal hasil konversi dari buku Ephemeris Hisab Rukyat atau dari *software* WinHisab versi 2.0 tahun 1998.
- 4) Melacak FIB (*Fraction Illumination*) terkecil pada kolom *Fraction Illumination* Bulan sesuai dengan tanggal konversi. Apabila dalam tanggal tersebut tidak ditemukan, maka dapat melihat pada tanggal sebelumnya atau sesudahnya. Dalam kitab *al-Khulashah* disebutkan apabila harga mutlak lintang bulan $>1^{\circ}32'02''$ maka tidak terjadi gerhana Matahari. Apabila harga mutlak lintang Bulan $<1^{\circ}24'10''$ maka pasti terjadi gerhana Matahari. Dan apabila harga mutlak lintang Bulan $<1^{\circ}32'02''$ dan $>1^{\circ}24'10''$ maka ada kemungkinan terjadi gerhana Matahari.
- 5) Menghitung *Sabaq* Matahari (B_1), dengan cara menghitung harga mutlak selisih antara ELM (*Ecliptic Longitude* Matahari) pada jam FIB terkecil dengan jam sesudahnya.
- 6) Menghitung *Sabaq* Bulan (B_2), dengan cara menghitung harga mutlak antara ALB (*Apparent Longitude* Bulan) pada jam FIB terkecil dengan jam sesudahnya.
- 7) Menghitung jarak Matahari dan Bulan (MB), dengan rumus $MB = ELM - ALB$ (pada jam FIB terkecil)
- 8) Menghitung *Sabaq* Bulan *Mu'addal* (SB) dengan rumus $SB = B_2 - B_1$.
- 9) Menghitung titik ijtima' (TI), rumusnya $TI = MB : SB$
- 10) Menghitung waktu ijtima' pertama (Ijt1) dengan rumus $Ijt1 = \text{Waktu FIB} + TI$

- 11) Melacak data *Semi Diameter Bulan* (SD_{B}), *Horizontal Parallax* (HP_{B}), *Lintang Bulan* (L_{B}), *Semi Diameter Matahari* (SD_{M}), *Obliquity* (Obl), dan *Equation of time* (e) dalam Ephemeris pada saat terjadi ijtima' dan melakukan interpolasi terhadap data-data tersebut.
- 12) Menghitung *Meridian Pass* (MP) dengan rumus $MP = 12 - e$
- 13) Menghitung waktu ijtima' kedua ($Ijt2$) dengan rumus $Ijt2 = Ijt1 + (\lambda : 15)$
- 14) Menghitung jarak ijtima' (JI) dengan rumus $JI = [MP - Ijt2] \times 15^{\circ}$
- 15) Menghitung *Āsyir Pertama* (A_1) dengan cara apabila $Ijt2 < MP$ maka $A_1 = ELM - JI$, dan apabila $Ijt2 > MP$ maka $A_1 = ELM + JI$.
- 16) Menghitung *Mail Āsyir Pertama* (MA_1) dengan rumus $\sin MA_1 = \sin A_1 \times \sin Obl$.
- 17) Menghitung *Itrifa' Āsyir Pertama* (IA_1) dengan rumus $IA_1 = 90 - [MA_1 - \phi]$.
- 18) Menghitung *Sudut Pembantu* (SP) dengan rumus $\sin SP = (\sin SB \times \cos MA_1) : (\sin HP \times \sin IA_1)$.
- 19) Menghitung *Sā'tu Bu'dil Wasaṭ* (SBW) dengan rumus $\sin SBW = \sin JI : \sin SP$.
- 20) Menghitung waktu tengah gerhana (tgh) dengan rumus apabila $Ijt2 < MP$ maka $tgh = Ijt2 - SBW$ dan apabila $Ijt2 > MP$ maka $tgl = Ijt2 + SBW$. Jika dijadikan kedalam waktu daerah maka koreksilah dengan interpolasi waktu $(\lambda - \lambda D) : 15 = TGH$.
- 21) Menghitung *Jarak Gerhana* (JG) dengan rumus $JG = [MP - tgl] \times 15^{\circ}$.
- 22) Menghitung *Āsyir kedua* (A_2) dengan rumus apabila $tgh < MP$ maka $A_2 = ELM - JG$ dan apabila $tgh > MP$ maka $A_2 = ELM + JG$.
- 23) Menghitung *Mail Āsyir kedua* (MA_2) dengan rumus $\sin MA_2 = \sin A_2 \times \sin Obl$.

- 24) Menghitung *Irtifa' Āsyir* Kedua (IA_2) dengan rumus $IA_2 = 90 - [MA_2 - \phi]$
- 25) Menghitung *'Arḍu Iqlīmir Rukyat* (AIR) dengan rumus $AIR = 90 - IA_2$. Terdapat ketentuan terkait dengan AIR ini. Apabila $MA_2 < 0$ dan $\phi > 0$ maka $AIR = AIR$, apabila $MA_2 > 0$ dan $\phi < 0$ maka $AIR = -AIR$, apabila $MA_2 > 0$ dan $\phi > 0$ maka: jika $[MA_2] > [\phi]$ maka $AIR = -AIR$, jika $[MA_2] < [\phi]$ maka $AIR = AIR$, apabila $MA_2 < 0$ dan $\phi < 0$ maka: jika $[MA_2] > [\phi]$ maka $AIR = AIR$, jika $[MA_2] < [\phi]$ maka $AIR = -AIR$.
- 26) Menghitung *Ikhtilāf Arḍi* (IkA) dengan rumus $\sin IkA = [\cos IA_2 \times \sin 00^\circ 51' 22'']$. Jika $AIR > 0$ maka $IkA = -IkA$, dan jika $AIR < 0$ maka $IkA = IkA$.
- 27) Menghitung *Arḍu Qamar Mar'i* (L_c') dengan rumus $L_c' = [L_c + IkA]$. Jika $L_c > 0$ maka $L_c' = L_c'$, jika $L_c < 0$ maka $L_c' = -L_c'$. jika $L_c = 0$ maka gerhana dimulai dari arah barat, jika $L_c > 0$ maka gerhana dimulai dari arah barat laut, jika $L_c < 0$ maka gerhana dimulai dari arah barat daya, jika $L_c > (SD_o - SD_c)$ maka tidak terjadi gerhana, jika $L_c < (SD_o - SD_c)$ maka: jika $SD_c < (SD_o + L_c')$ maka terjadi gerhana sebagian, jika $SD_c > (SD_o + L_c')$ maka terjadi gerhana total, jika $SD_o < (SD_c + L_c')$ maka terjadi gerhana cincin, dan jika $L_c' = 0$ dan $SD_o = SD_c$ maka terjadi gerhana Matahari total beberapa detik saja.
- 28) Menghitung *Al-Jam'u* (J) dengan rumus $J = [SD_c + SD_o + [L_c']]$.
- 29) Menghitung *Al-Bāqīy* (B) dengan rumus $B = [SD_c + SD_o - [L_c']]$.
- 30) Menghitung *Daqāiqul Kusūf* (DK) dengan rumus $DK = \sqrt{J \times B}$.
- 31) Menghitung *Sabaq Mu'addal* (SM) dengan rumus $SM = SB - 00^\circ 11' 48''$.
- 32) Menghitung *Sā'atus Suqūṭ* (SS) dengan rumus $SS = DK : SM$.

- 33) Menghitung waktu mulai gerhana (MG) dengan rumus $MG = TGH - SS$.
- 34) Menghitung lebar gerhana (LG) dengan rumus $LG = (B : (SD_0 \times 2)) \times 100\%$. Apabila dikehendaki menggunakan satuan ukur Usbu' (LG') maka rumusnya $LG' = LG \times 12$. Nilai LG' ini dapat dijadikan sebagai parameter warna gerhana, yakni jika nilainya 0,333 s/d 1,000 maka berwarna kuning keputih-putihan, jika nilainya 1,000 s/d 1,750 maka berwarna kekuning-kuningan, jika nilainya 1,750 s/d 2,167 maka berwarna kelabu kebiru-biruan, jika nilainya 2,167 s/d 3,667 maka berwarna kelabu, jika nilainya 3,667 s/d 4,667 maka berwarna debu kelabu, jika nilainya 4,667 s/d 5,833 maka berwarna kedebuan, jika nilainya 5,833 s/d 7,000 maka berwarna debu kekuning-kuningan, jika nilainya 7,000 s/d 8,333 maka berwarna debu kemerah-merahan, jika nilainya 8,333 s/d 9,667 maka berwarna debu kebiru-biruan, jika nilainya 9,667 s/d 10,83 maka berwarna debu kehitam-hitaman, jika nilainya >10.83 maka berwarna hitam suram.
- 35) Menghitung *Sā'atul Muksi* (SMk) dengan rumus $SMk = [12 - LG'] : 15$.
- 36) Menghitung waktu Mulai Total (MT) dengan rumus $MT = TGH - SMk$.
- 37) Menghitung waktu Selesai Total (ST) dengan rumus $ST = TGH + SMk$.
- 38) Mengambil kesimpulan dari perhitungan yang telah dilakukan.

Selain menggunakan *Ephemeris* Hisab Rukyat terdapat metode lain yang dapat digunakan untuk memprediksi gerhana Matahari yaitu algoritma Jean Meeus. Berikut adalah penentuan gerhana Matahari dengan menggunakan algoritma Jean Meeus dalam bukunya *Astronomical Algorithms*:

1. Menghitung K ⁹²

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

untuk mengetahui nilai k digunakan rumus 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

⁹² Jean Meeus, *Astronomical Algorithms* (Virginia, 1991), 320.

⁹³ *Ibid*, 319.

⁹⁴ *Ibid*, 320.

mengurangkan nilai M yang lebih besar dengan hasil nilai M yang negatif hasilnya baru dimasukkan kedalam rumus.

4. Menghitung *Moon's Mean Anomaly* (M')
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)⁹⁵
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 = $0,0161 \times \sin (2 \times M')$

⁹⁵ *Ibid.*

⁹⁶ *Ibid.*, 350.

- 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:

- a) Koreksi nilai P pertama dengan rumus = $0,2070 \times E \times \sin M$
 - b) Koreksi nilai P ke dua dengan rumus = $0,0024 \times E \times \sin 2M$
 - c) Koreksi nilai P ke tiga dengan rumus = $-0,0392 \times \sin M'$
 - d) Koreksi nilai P ke empat dengan rumus = $0,0116 \times \sin 2M'$
 - e) Koreksi nilai P ke lima dengan rumus = $-0,0073 \times E \times \sin (M' + M)$
 - f) Koreksi nilai P ke enam dengan rumus = $0,0067 \times E \times \sin (M' - M)$
 - g) Koreksi nilai P ke tujuh dengan rumus = $0,0118 \times \sin (2 \times F1)$
 - h) Mencari nilai P dengan rumus = $P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$
2. Menghitung nilai Q dengan koreksi-koreksi⁹⁷:
 - a) Koreksi Q pertama dengan rumus = $-0,0048 \times E \times \cos M$
 - b) Koreksi Q ke dua dengan rumus = $0,0020 \times E \times \cos 2M$
 - c) Koreksi Q ke tiga dengan rumus = $-0,3299 \times \cos M'$
 - d) Koreksi Q ke empat dengan rumus = $-0,0060 \times E \times \cos (M' + M)$
 - e) Koreksi Q ke lima dengan rumus = $0,0041 \times E \times \cos (M' - M)$
 - f) Mencari nilai Q dengan rumus = $5,2207 + Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5$
 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:

⁹⁷ *Ibid*, 351.

- a) Koreksi U pertama dengan rumus = $0,0046 \times E \times \cos M$
 - b) Koreksi U ke dua dengan rumus = $-0,0182 \times \cos M'$
 - c) Koreksi U ke tiga dengan rumus = $0,0004 \times \cos 2M'$
 - d) Koreksi U ke empat dengan rumus = $0,0005 \times \cos (M + M')$
 - e) Mencari nilai U dengan rumus = $0,0059 + U1 + U2 + U3 + U4$
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 hingga 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

$$\frac{60}{N} \times \sqrt{p^2 + y^2}$$
 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 T⁹⁸ 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.
 JDE UT + 0,5
 Apabila hasil Z < 2299161 maka A=Z, dan apabila nilai Z lebih atau sama dengan 2299161 cara menghitungnya yaitu:
 $A = \text{INT} ((Z - 1867216,25) / 36524,25)$
 $A = Z + 1 + \alpha - \text{INT} (\alpha / 4)$
 Kemudian menghitung:
 $B = A + 1524$
 $C = \text{INT} ((B - 122,1) / 365,25)$
 $D = \text{INT} (365,25 \times C)$
 $E = \text{INT} ((B-D) / 30,6001)^{99}$
 Tanggal terjadinya gerhana dapat diketahui dengan rumus:
 Tanggal = B – D – INT(30,6001 x E)
 Jam terjadinya gerhana dapat diketahui dengan merubah nilai F menjadi satuan jam dengan rumus:

⁹⁸ *Ibid*, 73.

⁹⁹ *Ibid*, 63.

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

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

**PENGGUNAAN VOLVELLE INOVASI SPECIAL
SOLAR ECLIPSE (SSE) DALAM HISAB APLIKATIF
GERHANA MATAHARI**

A. Profil Intelektual Ehsan Hidayat

Ehsan Hidayat merupakan seorang akademisi serta aktivis Ilmu Falak. Ia lahir dari pasangan Bapak Wartono dan Ibu Tanimah pada 28 Oktober 1994 di Desa Sidomulyo Kecamatan Kesesi, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. Beliau merupakan anak ke 6 dari 8 bersaudara. Beliau memiliki 5 orang kakak yang bernama Agus Subkhi, Ahmad Khaeron, Endang Suci Asih, Siti Khaeriyah, dan Siti Nurul Hikmah, serta memiliki 2 orang adik yang bernama Siti Khumaeroh, dan Annisa Murni Asih¹⁰⁰.

Ehsan Hidayat memulai pendidikannya pada jenjang sekolah dasar di SD N 2 Sidomulyo dan lulus pada tahun 2007. Kemudian beliau melanjutkan kembali pendidikannya di MTs N Kesesi dan lulus pada tahun 2010. Kemudian beliau melanjutkan kembali pendidikannya di MA Salafiyah Simbangkulon Buaran Pekalongan sekaligus mondok di *Ma'had Takhassus* Simbangkulon dan lulus pada tahun 2013¹⁰¹.

Sejak kecil Ehsan Hidayat dikenal dengan siswa yang pandai. Berkat kepandaianya tersebut ia mendapatkan keringanan terbebas dari uang buku mulai dari jenjang MTs hingga MA. Pada tahun 2013 ia melanjutkan pendidikannya di jenjang S1 dengan mengambil jurusan Ilmu Falak di UIN Walisongo Semarang. Ia mendapatkan beasiswa dari Kementerian Agama RI melalui Program Beasiswa Santri Berprestasi (PBSB). Selama menempuh perkuliahan Ehsan

¹⁰⁰ Daftar riwayat hidup yang ditulis langsung oleh Ehsan Hidayat.

¹⁰¹ *Ibid.*,

Hidayat adalah mahasiswa yang aktif. Ia aktif dalam berbagai organisasi dan UKM, di antaranya yaitu Organisasi CSSMoRA¹⁰² dan UKM JQH (*Jam 'iyyatul Qurra' wal Huffaz*). Atas pengalamannya dalam berorganisasi, Ehsan beberapa kali di jadikan sebagai ketua dalam organisasi, seperti ketua UKM JQH pada tahun 2015 – 2016, ketua Alumni MA Salafiyah Simbangkulon di Semarang pada tahun 2015 – 2016, dan ketua Alka *Designer* (Multimedia Desain). Beliau juga aktif menjadi tutor di Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM) Tunas Melati dari tahun 2016 – 2019. Selama Perkuliahan Ehsan Menempuh pendidikan pula di Pondok Pesantren YPMI Al-Firdaus, hingga pada tahun 2017 ia menyelesaikan Pendidikan Strata Satunya¹⁰³.

Setelah menyelesaikan jenjang S1-nya, tidak lama kemudian Ehsan melanjutkan Pendidikan pascasarjana di Fakultas Syariah dan Hukum jurusan Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang. Pada awal masa perkuliahan pasca sarjana, Ehsan dan beberapa temannya memutuskan untuk membuat suatu kelompok diskusi tentang instrumen astronomi atau falak klasik yang diberi nama Padepokan Albiruni. Kajian tentang instrumen klasik tersebut memberikan inspirasi-inspirasi hingga akhirnya mereka mengembangkan dan memproduksi beberapa instrumen klasik. Salah satu ketertarikannya adalah pada instrumen bernama *Volvelle* yang kemudian ia kaji lebih lanjut dalam tesisnya. Ia berhasil menyelesaikan pascasarjananya pada tahun 2019¹⁰⁴.

¹⁰² CSSMoRA atau *Community of Santri Scholars of Ministry of Religious Affairs* merupakan organisasi mahasiswa penerima PBSB Kementerian Agama Republik Indonesia yang berisi kumpulan santri terpilih dari berbagai wilayah di Indonesia yang mendapatkan beasiswa untuk melanjutkan studi di Perguruan Tinggi Negeri (PTN). Baca Departemen Sumber Daya Manusia (PSDM), *Buku Saku*, (Bandung: 2022), 31.

¹⁰³ Daftar riwayat hidup yang ditulis langsung oleh Ehsan Hidayat.

¹⁰⁴ *Ibid.*,

Setelah menyelesaikan pendidikannya Ehsan Hidayat aktif menjadi pembicara baik dalam seminar maupun diskusi-diskusi. Diantaranya yaitu sebagai pembicara dalam *Workshop* Falakiyah “Implementasi Teori dan Praktik Ilmu Falak” pada 29 November 2019 yang diadakan oleh HMJ HKI IAIN Pekalongan, sebagai pembicara dalam Seminar Nasional “Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat” pada 12 Desember 2019 dalam rangka *Dies Natalis* CSSMoRA UIN Walisongo ke-XII. Hingga saat ini Ehsan memiliki kesibukan mengajar di PPQ Nurul Falah Simbangkulon dan mengisi Kajian Bulanan Ilmu Falak HMJ HKI IAIN Pekalongan, serta masih aktif pula dalam riset dan pengembangan *Volvelle* Inovasi. Beberapa karya tulis ilmiah Ehsan Hidayat diantaranya¹⁰⁵:

- a. Penentuan Jumlah Gerhana Matahari Dengan Argumen Lintang Bulan dan Teori Aritmatika (MIYAH: Jurnal Studi Islam Volume 15, Nomor 1, Januari 2019)¹⁰⁶.
- b. Sejarah Pengembangan Hisab dan Rukyat (El-Falaky: Jurnal Ilmu Falak Vol 3, No. 01 Tahun 2019)¹⁰⁷.
- c. Skripsi “Analisis Pola Gerhana Matahari Ditinjau dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma (y), dan Magnitudo (u)”¹⁰⁸.
- d. Thesis “Inovasi Instrumen *Volvelle* Inovasi Phillippe De La Hire dalam Penentuan Gerhana”¹⁰⁹.

¹⁰⁵ *Ibid.*,

¹⁰⁶ Ehsan Hidayat, “Penentuan Jumlah Gerhana Matahari Dengan Argument Lintang Bulan Dan Teori Aritmatika,” *Miyah: Jurnal Studi Islam*, Vol. 15, 2019.

¹⁰⁷ Ehsan Hidayat, “Sejarah Perkembangan Hisab Dan Rukyat,” *ElFalaky : Jurnal Ilmu Falak*, Vol 3, No.01, 2019).

¹⁰⁸ 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).

¹⁰⁹ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrumen *Volvelle* Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana” *Thesis* Pascasarjana Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2019).

- 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

Sejarah dan perkembangan *Volvelle* bermula pada abad ke-18 dimana pada saat itu banyak astronom yang berusaha untuk mencari sebuah metode penentuan bujur suatu tempat (bujur geografis). Salah satu metode yang digunakan pada saat itu adalah menggunakan pengaturan waktu dari fenomena gerhana Bulan serta ada juga yang menggunakan satelit Jupiter. Salah satu astronom yang mengajukan gagasannya terkait metode penentuan bujur suatu tempat dengan menggunakan pengaturan waktu dari fenomena gerhana adalah Philippe De La Hire melalui alatnya yang bernama *Volvelle*¹¹⁰. *Volvelle* berasal dari kata *Volvella* (Latin) yang merujuk pada suatu instrumen yang terdiri dari satu atau lebih cakram kertas/perkamen yang dibentuk tumpang tindih dan dipasang pada halaman dengan pin yang memungkinkan setiap disk diputar secara sendiri maupun bersama disekitar poros pusatnya. Kata *Volvella* juga dikenal dengan *Wheel Charts* yang berarti bagan geser¹¹¹.

Volvelle karya Philippe De La Hire bukan merupakan awal dalam peradaban astronomi. Sudah ada ilmuwan lain yang menggunakan istilah *Volvelle*, diantaranya yaitu *Volvelle* karya Petrus Alphanus yang di dedikasikan untuk kerajaan Romawi yang berfungsi sebagai alat perhitungan bujur dan lintang Planet, Matahari dan Bulan. *Volvelle* karya Philippe

¹¹⁰ Lars Gislén and Chris Eade, “Philippe De La Hire ’S Eighteenth Century Eclipse Predictor,” *Journal of Astronomical History and Heritage*, 2016, 46.

¹¹¹ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrumen *Volvelle* Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana”, 2.

menggunakan teori rata-rata pergerakan Bulan dan Matahari yang terdiri dari 3 piringan yang terbuat dari tembaga atau kertas, penggaris, dan benang yang diaplikasikan dengan cara diputar¹¹². Berikut ini adalah komponen utama yang terdapat dalam *Volvelle* karya Philippe De La Hire:

1. Piringan Kalender

Komponen ini merupakan komponen pertama yang berisi data kalender yang diawali dari 1 Maret dan diakhiri pada 28/29 Februari. Phillippe menggunakan total sudut sebesar $368^{\circ} 2' 42''$ atau 368,045 yang kemudian dibagi untuk 354 hari 9 jam sehingga satu lingkaran penuh harus mengandung 346 hari 15 jam. Kalender Philippe menggunakan satuan terkecil per hari, maka besar sudut hari bisa dibuat meskipun 1 tahun. Untuk mencapai satu lingkaran penuh sesuai kalender ini maka dimulai dari 1 Maret hingga 10 Februari, sisa hari 18/19 hari itu yang menjorok keluar melampaui batas lingkaran penuh¹¹³.

2. Piringan Divisi

Komponen ini merupakan komponen tengah (kedua) yang berisi data *lunasi* Bulan selama 179 tahun dengan kombinasi angka-angka dan area bayang sebagai penanda gerhana serta jenisnya (hitam untuk gerhana Matahari dan merah untuk gerhana Bulan). Konsep divisi pada instrumen ini adalah bahwa akhir tahun pertama dan awal tahun kedua dipisahkan berdasarkan divisi 4 dari 179¹¹⁴.

3. Piringan *Epoch*

Komponen ini merupakan komponen teratas yang berisi tabel *epoch* dan dua set lingkaran berlubang.

¹¹² Ehsan Hidayat, "Seminar Nasional Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat" (Semarang, 2019), tidak dipublikasikan.

¹¹³ Nicolas Bion, *The Traite De La Construction Usages Des Instrumen*, (Paris: Pres La Rue Gille, 1752), 236.

¹¹⁴ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 89-90.

Set pertama (ditepi terluar) memuat 13 lingkaran kecil melingkar yang menggambarkan *new moon* dan set kedua (bagian dalam) berjumlah 12 sebagai *full moon*. Lubang ini berfungsi untuk mengerahui tanda terjadinya gerhana Matahari atau jarak antar bundaran berlubang satu dengan yang lainnya adalah 29 hari 12 jam 33 menit (sesuai dengan jarak rata-rata *new moon* ke *new moon* yang lain).

4. Penggaris

Penggaris atau *alidade* ini memanjang dari pusat platinum ke tepi terbesar, dan mampu membawa kembali dari tiap-tiap divisi ke divisi yang lain. Komponen ini berfungsi sebagai alat transfer data dari *lunasi* gerhana ke bagian kalender¹¹⁵.

5. *Epack*

Epack merupakan area yang mendahului bulan Maret. Dalam kalender Gereja, *epack* merupakan usia bulan dimana pada tanggal tertentu yang dihitung dengan perhitungan siklus dimana dalam kalender Julian jatuh pada tanggal 22 Maret dan dalam kalender Gregorian jatuh pada 1 Januari.¹¹⁶

Seiring berkembangnya zaman *Volvelle* karya Philippe De La Hire mendapat banyak kritikan serta masukan, salah satunya adalah yang dilakukan oleh Ehsan Hidayat¹¹⁷ melalui *Volvelle* Inovasinya. Ehsan Hidayat memodifikasi instrumen *Volvelle* ini dengan menambahkan grid hari, jam dan menit, memberi nama hari dan pasaran dalam bidang kalender, serta mengembangkan sisi akurasi serta model yang

¹¹⁵ *Ibid*, 98.

¹¹⁶ *Ibid*,.

¹¹⁷ Ehsan Hidayat merupakan alumni S2 Ilmu Falak asal Pekalongan yang melakukan penelitian serta pengembangan terhadap instrument *volvelle* dengan *tesisnya* yang berjudul *Inovasi Volvele Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana*.

lebih baik. Hal ini dilakukan guna memaksimalkan fungsi *Volvelle* Inovasi untuk kebutuhan umat islam¹¹⁸.

Volvelle Inovasi Karya Ehsan Hidayat terdiri dari 5 piringan utama serta 3 penggaris (dua buah bergabung dengan piringan *epoch* sebagai star perhitungan dan satu yang lainnya yaitu penggaris utama sebagai pencocok data dari piringan *epoch* ke piringan kalender. Kelima piringan tersebut yakni piringan kalender, piringan pasaran, piringan hari, piringan F, dan piringan *epoch*.

1. Piringan Kalender

Volvelle Philippe De La Hire mengacu pada kalender Gregorian yang mana dimulai pada bulan Maret dengan desain *spiral*, desain ini juga di ikuti dan masih digunakan hingga kini oleh Ehsan Hidayat karena hal tersebut mempermudah penambahan waktu satu hari pada akhir bulan Februari pada saat tahun kabisat. Perbedaannya adalah dalam ruang kalender Philippe hanya sampai pada grid hari dengan besaran sudut perharinya yaitu 1,038575 sedangkan dalam *Volvelle* Inovasi ini ruang kalender diperluas dengan besaran sudut 2,07720409 (2 kali lipat). Hal ini bertujuan agar *grid* kalender sampai pada jam, yang mana terdapat sisa 12 baris diantara ruang antar hari yang mewakili masing-masing baris sebesar 2 jam. Perbedaan selanjutnya yaitu terdapat dalam konsep awal kalender. Awal kalender menurut Philippe dimulai pada tanggal 1 Maret sedangkan dalam *Volvelle* Inovasi dimulai pada tanggal 1 Januari¹¹⁹.

2. Piringan Hari dan Pasaran

Piringan hari dan pasaran ini dibuat berdasarkan hisab *'urfi*. Piringan ini merupakan gagasan baru Ehsan Hidayat. Dalam konsep ini 1 Januari 2001 dijadikan sebagai patokan hari dan pasaran yaitu pada Senin Pahing.

¹¹⁸ Ehsan Hidayat, "Inovasi", 1.

¹¹⁹ *Ibid*, 130-136.

Penerapan dalam perhitungan hari dan pasaran ini adalah dengan meluruskan HP ke tanggal 1 Januari dan menambah 1 hari untuk tahun selanjutnya. Piringan ini dimulai dari pahing¹²⁰.

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	Jum'at	5	Legi
6	Sabtu		
7	Minggu		

3. Piringan F (Argumen Lintang Bulan)

Apabila dalam *Volvelle* Philippe De La Hire terdapat piringan Divisi maka dalam *Volvelle* Inovasi diganti dengan piringan F. Piringan F atau argumen lintang Bulan digunakan sebagai informasi awal apakah terjadi gerhana atau tidak. Dalam hal ini Ehsan Hidayat mengombinasikan dengan perhitungan aritmatika, selain itu pula dalam piringan F terdapat kurva yang dapat mengilustrasikan gerhana. Kurva tersebut terdiri dari 2 warna yakni hitam (mengilustrasikan gerhana Matahari), dan merah (mengilustrasikan gerhana Bulan). Piringan F ini berpatokan pada algoritma Jean Meeus namun diperaharui dengan rumus persamaan aritmatika¹²¹.

¹²⁰ Alifatun Khoiriyah, "Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Dan Kitab Sullam Al-Nayyirain," *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2020), 52.

¹²¹ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 112.

Tabel 3. 2 Transformasi Rumus Argumen Lintang Bulan (F) dari Jean Meeus menjadi Aritmatika

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

Pada *Volvelle* Inovasi dicantumkan data F *new moon* awal tahun dalam rentan waktu 2 abad yakni dari tahun 1900 – 2100. Komponen lain dari piringan F ini adalah garis melingkar penunjuk lunasi dan kurva penanda gerhana. Kurva ini berpuncak pada titik $0^\circ / 180^\circ / 360^\circ$ dan menipis hingga arah $21^\circ / 159^\circ / 201^\circ / 339^\circ$.

4. Piringan *Epoch*

Epoch atau *mabda`* merupakan patokan waktu yang dijadikan untuk menghitung. Piringan *epoch* dalam *Volvelle* Inovasi berbentuk sayap dengan dilengkapi data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan gerhana, diantaranya tahun, nilai *lunasi* (k), nilai F (argumen lintang Bulan), nilai M (*anomaly* Matahari), nilai M' dan 2M' (*anomaly* Bulan), 2F, tanggal, jam, menit, hari dan pasaran (HP) dan dimulai dari tahun 1900 – 2100. Pada piringan ini terdapat 26 lubang penanda gerhana yakni 13 lubang berwarna hitam (untuk gerhana Matahari), dan 13 lubang berwarna merah (untuk gerhana Bulan)¹²².

5. Tiga Penggaris

Tiga penggaris ini terdiri dari dua penggaris bergabung dalam piringan *epoch* yang berfungsi sebagai *star* perhitungan dan satu yang lainnya merupakan penggaris utama yang berfungsi sebagai alat transfer data

¹²² *Ibid*, 110.

dari piringan *epoch* ke piringan kalender. Cara penggunaannya adalah diputar sebagaimana asalnya¹²³.

Seiring berjalannya waktu, Ehsan Hidayat juga melakukan pengembangan dan inovasi terhadap instrumen *Volvelle* miliknya guna memperbaiki kekurangan-kekurangan yang ada dalam *Volvelle* Inovasi sebelumnya. Dari sejak tahun 2019 sampai saat ini setidaknya sudah terdapat 6 kali *Volvelle* karya Ehsan Hidayat berinovasi. Ke enam inovasi tersebut yaitu:

1. *Volvelle* Inovasi *Basic*

Volvelle inovasi *basic* adalah instrumen pengembangan dari *Volvelle* Philippe De La Hire pada abad ke 18 yang digunakan untuk perhitungan gerhana Matahari dan Bulan. *Volvelle* Inovasi *Basic* ini terdiri dari 5 komponen utama yaitu piringan kalender, piringan hari, piringan pasaran, piringan F, dan piringan *epoch* serta penggaris. *Volvelle* ini di desain untuk mengetahui terjadinya seluruh gerhana baik Matahari dan Bulan dalam waktu 1 tahun hanya dengan 2 kali putaran apabila tidak diketahui hari dan pasaran, serta 4 kali putaran jika dengan mengetahui hari dan pasaran¹²⁴.

2. *Volvelle* Inovasi Koreksi

Volvelle ini merupakan generasi ke dua dari *Volvelle* Inovasi karya Ehsan Hidayat. *Volvelle* ini dibuat berangkat dari keresahan akan kekurangan dalam *Volvelle* Inovasi *Basic* yang masih menghasilkan hasil jam yang kasar maka dibuatlah *Volvelle* Inovasi Koreksi ini guna memperhalus hasil jam agar lebih akurat¹²⁵.

¹²³ *Ibid*, 98.

¹²⁴ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 1 Volvelle Inovasi Basic*, (Yogyakarta: Pustaka Egaliter, 2021), 5.

¹²⁵ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 2 Volveelle Inovasi Koreksi* (Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2021).

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

Volvelle ini merupakan generasi ketiga dari *Volvelle* Inovasi. *Volvelle* ini dibuat khusus untuk mengetahui perhitungan terjadinya gerhana Matahari. *Volvelle* Inovasi ini dapat secara otomatis mengetahui waktu-waktu *new moon* dalam 1 tahun kalender masehi. Menariknya dari *Volvelle* ini adalah penggunaan konsep *Zoom-In* yang terdapat dalam ilmu grafis (multimedia) yang mana dengan skala sudut jam yang sama namun memiliki skala pandang yang besar sehingga mudah digunakan dan dibaca¹²⁶. Dalam *Volvelle* ini juga sudah dilengkapi dengan area jenis gerhana sehingga mempermudah dalam mengilustrasikan gerhana yang terjadi.

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

Volvelle ini merupakan generasi ke empat dari *Volvelle* Inovasi. *Volvelle* ini dibuat khusus untuk mengetahui perhitungan terjadinya gerhana Bulan. *Volvelle* Inovasi ini dapat secara otomatis mengetahui waktu-waktu *full moon* dalam 1 tahun kalender masehi. Menariknya dari *Volvelle* ini adalah penggunaan konsep *Zoom-In* yang terdapat dalam ilmu grafis (multimedia) yang mana dengan skala sudut jam yang sama namun memiliki skala pandang yang besar sehingga mudah digunakan dan dibaca. Dalam *Volvelle* ini juga sudah dilengkapi dengan area jenis gerhana sehingga mempermudah dalam mengilustrasikan gerhana yang terjadi¹²⁷.

5. *Volvelle* Inovasi *Development*

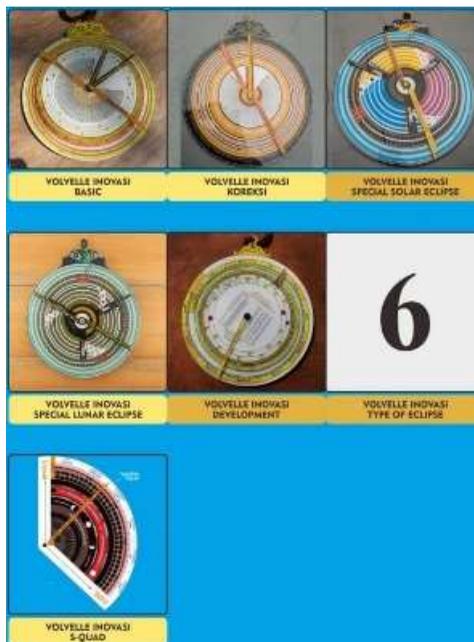
Volvelle ini merupakan generasi ke lima dari *Volvelle* Inovasi. *Volvelle* ini mengadaptasi dari *Volvelle* karya Philip De La Hire.

¹²⁶ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 3 Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse*, (Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2023), 4.

¹²⁷ Ehsan Hidayat, *Modul Seri IV Volvelle Inovasi Special Lunar Eclipse*, (Pekalongan, 2021), 4.

6. *Volvelle* Inovasi S-Quad

Volvelle ini sebenarnya merupakan *Volvelle* generasi ke tujuh, namun dikarenakan *Volvelle* generasi ke enam tidak jadi *rilis* maka *Volvelle* ini menjadi generasi ke enam. *Volvelle* ini merupakan *Volvelle* inovasi yang memiliki fungsi unik yaitu dapat mengetahui gerhana Matahari dan Bulan sekaligus dan berbentuk kuadran seperti *Rubu' Mujayyab* sehingga dikenal sebagai *Rubu' Gerhana*¹²⁸.



Gambar 3. 1 *Volvelle* Inovasi Karya Ehsan Hidayat¹²⁹

¹²⁸ Ehsan Hidayat, “Volvell S-Quad *Volvelle* Generasi Ke Tujuh Berbentuk Mirip *Rubu' Mujayyab*,” dalam *Volvelle Inovasi*, <https://www.volvelleinovasi.com/2022/12/volvelle-inovasi-s-quad-instrumen.html>, diakses pada 27 Februari 2023.

¹²⁹ *Ibid.*,

C. *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE) Sebagai Instrumen Penentuan Gerhana Matahari*

SSE (Special Solar Eclipse) merupakan istilah baru *Volvelle* Inovasi yang khusus digunakan untuk perhitungan waktu terjadinya gerhana Matahari. *Volvelle* Inovasi ini dapat secara otomatis mengetahui waktu-waktu *new moon* dalam 1 tahun kalender masehi. Instrumen ini merupakan hasil pengembangan lebih lanjut dari *Volvelle Inovasi Basic* (tepatnya seri ke tiga). Menariknya dari *Volvelle* ini adalah penggunaan konsep *Zoom-In* yang terdapat dalam ilmu grafis (multimedia) yang mana dengan skala sudut jam yang sama namun memiliki skala pandang yang besar sehingga mudah digunakan dan dibaca¹³⁰.

Volvelle Inovasi SSE memiliki empat komponen utama yakni piringan kalender, piringan Bulan (F), dan piringan *epoch*, dan *ruler* atau penggaris.

1. Piringan Kalender

Volvelle Inovasi memulai kalendernya pada 1 Januari dan berakhir pada 32 Desember (berjumlah 366 hari). Jumlah ini dimaksudkan untuk penggunaan tahun kabisat yang mana pada bulan Februari memiliki 29 hari sehingga urutan bulan dan jumlah hari dalam *Volvelle* Inovasi SSE adalah Januari (31 hari), Februari (28 hari), Maret (31 hari), April (30 hari), Mei (31 hari), Juni (30 hari), Juli (31 hari), Agustus (31 hari), September (30 hari), Oktober (31 hari), November (30 hari), dan Desember (32 hari). Sehingga dapat kita simpulkan bahwa konsep jumlah hari menggunakan tahun pendek (basitah) dengan jumlah hari pada bulan Februari berjumlah 28 dan sisa 1 hari pada 32 Desember khusus digunakan dalam kasus terjadinya tahun kabisat, sehingga penggunaan hari setelah 28 Februari adalah dikurangi 1 hari¹³¹.

¹³⁰ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 3 Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse*, 6.

¹³¹ *Ibid*, 7.

Volvelle Inovasi SSE ini memiliki dua poin pengembangan pada piringan kalendernya. Pertama, dari segi bentuknya. *Volvelle* Inovasi SSE menerapkan konsep *Circle-Spiral* yaitu kombinasi antara lingkaran dan *spiral* sedangkan *Volvelle* Inovasi *Basic* yang murni menggunakan konsep *spiral*. Kedua, dari segi luas ruang perhari/bulan. *Volvelle* Phillipe menggunakan piringan inti yang disebut divisi, sehingga konsep sudut satu lingkaran adalah 360° dan kalender yang terbentuk hanya satu *sap spiral* dan memuat skala per 1 hari. *Volvelle* Inovasi *Basic* menggunakan piringan F sebagai inti instrumen dan mengembangkan konsep sudut satu lingkaran bukan lagi 360° melainkan 180° , sehingga apabila menginginkan sudut 360° maka perlu melakukan dua kali putaran. Dengan begitu, kalender *Volvelle* Inovasi *Basic* memiliki dua *spiral* dan mampu memuat skala per 2 jam. Adapun *Volvelle* Inovasi SSE mengalami pengembangan lagi menjadi 2x lipat dari *Volvelle* Inovasi *Basic* sehingga konsep sudut satu lingkaran adalah 90° , sehingga dibutuhkan 3x putaran kembali untuk memenuhi 360° akibatnya luas yang bertambah maka skala kalender yang bisa dimuat menjadi per 1 jam¹³².

¹³² *Ibid*, 8-9.



Gambar 3. 2 Piringan Kalender *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse*¹³³

2. Piringan Bulan (F)

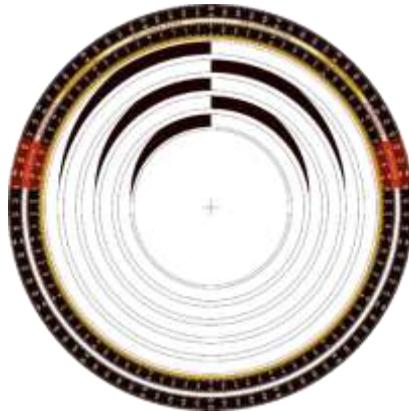
Piringan Bulan (F) merupakan jantung instrumen, hal ini disebabkan semua komponen lain bergantung padanya. Apabila piringan ini diperluas maka semua komponen akan ikut meluas dan ini berimbas pada skala yang semakin baik. Terdapat 3 fitur yang terdapat dalam piringan bulan ini yaitu derajat acuan, area jenis gerhana, dan kurva gerhana¹³⁴.

- 1) Derajat Acuan. Bagian ini terletak pada bagian paling tepi instrumen. Derajat acuan ini berisi angka 360° yang berposisi memutar dan terbagi menjadi 4 set, yaitu set pertama (paling dalam) terdiri dari angka 0-90°, set kedua (sebelah luar) terdiri dari angka 91-

¹³³ Gambar didapatkan langsung dari Ehsan Hidayat ketika melakukan wawancara pada 28 Desember 2022.

¹³⁴ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 3 Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse*, 9-10.

- 180°, set ketiga (setelahnya) terdiri dari angka 181-270°, dan set keempat (paling luar) terdiri dari angka 271-360°.
- 2) Area Jenis Gerhana. Area ini berisikan jenis gerhana yang memuat beberapa area, yakni *annular/total eclipse* (gerhana cincin atau total), *check I* (kemungkinan gerhana total dan parsial), *partial* (gerhana sebagian), dan *warning area* (tidak dianggap gerhana). Fitur ini merupakan keunggulan *Volvelle* Inovasi SSE, hanya saja fitur ini terbatas pada *epoch* yang digunakan.
 - 3) Kurva Gerhana. Kurva ini berwarna hitam sebagai tanda atau indikasi terjadinya gerhana yang dapat dilihat dari lingkaran-lingkaran kecil di piringan *epoch*. Kurva ini berbentuk *zig-zag* meruncing ke tepi, yang mana dibuat berdasarkan batas-batas gerhana yang di kombinasikan dengan perhitungan persamaan aritmatika.



Gambar 3. 3 Piringan F Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse¹³⁵

¹³⁵ Gambar didapatkan langsung dari Ehsan Hidayat ketika melakukan wawancara pada 28 Desember 2022.

3. Piringan *Epoch*

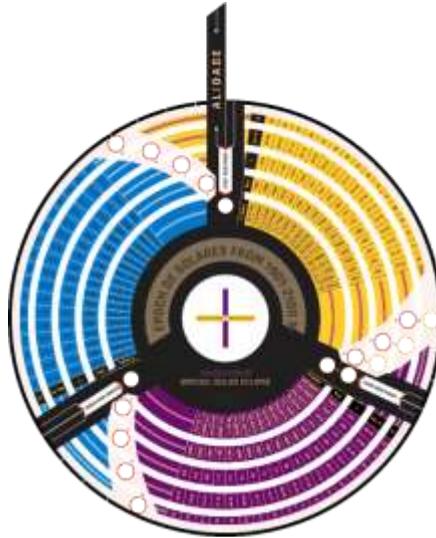
Komponen ini merupakan komponen ketiga *Volvelle* Inovasi SSE yang terletak di atas piringan bulan. *Epoch* merupakan data acuan dalam menghitung dimana *Volvelle* Inovasi SSE ini menyediakan data-data acuan untuk mempermudah para pembacanya dalam memprediksi gerhana pada tahun yang diinginkan. Piringan ini di desain berbentuk *spin* yang dianalogikan dari posisi-posisi Bulan ketika *new moon*. Terdapat tiga fitur dalam piringan epoch ini yaitu *alidade star*, lingkaran kecil berlubang, dan data *epoch*¹³⁶.

- 1) *Alidade Star*. yaitu bagian piringan *epoch* yang menyerupai tangkai memanjang. *Alidade star* berfungsi sebagai *star* perhitungan dan pelurus antara data *epoch*, nilai bulan, dan kalender.
- 2) Lingkaran Kecil Berlubang. yaitu simulasi posisi bulan pada saat *new moon*. Lubang ini berjumlah 18 buah yang terbagi menjadi dua macam. Pertama, berjumlah 14 lingkaran dengan tertulis urutan dari nomor 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14 yang menjadi gambaran *new moon* utama dalam satu kalender (dimana 13 buah sebagai jumlah maksimal *new moon* dalam satu tahun kalender dan yang ke 14 sebagai pengambil data *new moon* pada tahun berikutnya). 14 lingkaran ini disetting berlubang digunakan untuk simulasi adanya gerhana Matahari dan jenisnya. Ketika lingkaran ini berwarna hitam maka terdapat indikasi gerhana dan apabila berwarna putih maka hanya *new moon* saja. Kedua, 4 lingkaran *new moon* sisanya merupakan komplemen dari 4 lingkaran *new moon* utama yaitu terdapat pada *new moon* ke 3, 6, 9, dan 12. Adapun penerapan 4 lingkaran *new moon* komplemen ini apabila data bulan (nilai F) melebihi angka di sap (litasannya).

¹³⁶ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 3 Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse*, 12.

Sebagaimana diketahui bahwa angka di sap pertama dimulai dari $0-90^\circ$, sap kedua dimulai dari $90-180^\circ$, sap ketiga dimulai dari $180-270^\circ$, dan sap keempat dimulai dari $270-360^\circ$. Contohnya apabila *new moon* pertama memiliki nilai $F 31^\circ$ maka *new moon kedua* bernilai $61,6^\circ$ dan *new moon ketiga* bernilai $92,3^\circ$ yang artinya sudah melewati batas lintasan sehingga lingkaran *new moon* yang ketiga yang digunakan adalah komplemennya.

- 3) Data *Epoch*, data ini digunakan untuk menjadi acuan dalam penentuan tahun yang ingin di prediksi gerhananya. Di dalam data *epoch* ini terdiri dari beberapa data, yakni tahun (*year*), data Bulan (F/AML), k (lunasi), tgl jam menit (setiap awal *new moon*). Data ini merupakan data *new moon* di awal setiap tahun. Konsep penggunaan data ini sama seperti dalam *Volvelle Inovasi Basic* dimana 1 data dapat digunakan untuk 4 tahun (satu siklus tahun masehi) dan diambil dari tahun pendek pertama siklus Matahari (basitah - basitah - basitah - kabisat). Adapun data *epoch* dalam *Volvelle Inovasi SSE* ini dimulai dari tahun 1901 – 2097 (mencakup 1901 – 2100) dan tertulis dengan bahasa Perancis.



Gambar 3. 4 Gambar Piringan Epoch Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse¹³⁷

4. *Alidade* atau *Ruler*

Komponen ini merupakan komponen paling atas sekaligus komponen terakhir. *Alidade* ini bertuliskan nama instrumen dimana sebelah kiri bertuliskan *Volvelle* Inovasi SSE dan sebelah kanan bertuliskan *Special Solar Eclipse*. *Alidade* ini berfungsi untuk mentransfer data dari piringan *epoch* ke piringan bulan hingga ke piringan kalender. *Alidade* ini membentang dari ujung instrumen hingga ujung yang lain dan panjangnya sebagaimana panjang diameter instrumen¹³⁸.

¹³⁷ Gambar didapatkan langsung dari Ehsan Hidayat ketika melakukan wawancara pada 28 Desember 2022.

¹³⁸ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 3 Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse*, 14.



Gambar 3. 5 *Alidade Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse*¹³⁹

D. Algoritma *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* Dalam Penentuan Gerhana Matahari

Algoritma *Volvelle Inovasi SSE* sama dengan *Volvelle Inovasi Basic* yakni dengan memutar piringan-piringan yang ada. Adapun langkah-langkah penggunaannya adalah sebagai berikut¹⁴⁰:

1. Pilih tahun yang akan di prediksi terjadinya gerhana.
2. Atur *alidade star* ke piringan F sesuai dengan angka yang ditunjukkan oleh tabel pada piringan *epoch*.
3. Putar kedua piringan (*epoch* dan F) bersamaan sampai pada piringan kalender mengarah ke tanggal permulaan *new moon* sesuai dengan tabel *epoch*.
4. Apabila ingin menghitung pada tahun kabisat maka pengambilan data setelah tanggal 28 februari adalah dengan mengurangi 1 hari karena jumlah tanggal dalam bulan Februari adalah 29. Hal ini dilakukan karena konsep permulaan kalender *Volvelle Inovasi* adalah 1 Januari.
5. Apabila kita ingin mengetahui gerhana setelah tahun yang bersangkutan maka pada *new moon* yang melewati angka 31 Desember piringan F harus diputar mundur sebesar 18 hari 9 jam (basitah) dan 19 hari 9 jam (kabisat).

¹³⁹ Gambar didapatkan langsung dari Ehsan Hidayat ketika melakukan wawancara pada 28 Desember 2022.

¹⁴⁰ Ehsan Hidayat, *Modul Seri 1 Volvelle Inovasi Basic*, 24.

6. Amati lubang-lubang yang terdapat dalam piringan *epoch* kemudian analisis hasilnya.

Adapun penggunaan *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* untuk mengetahui gerhana Matahari pada tahun yang tidak terdapat dalam tabel *epoch* adalah sebagai berikut:

1. Persiapkan data *epoch* tahun yang ingin diketahui (dalam hal ini data yang diambil merupakan data yang terdapat dalam *epoch* yang memuat tahun yang ingin diketahui karena 1 data *epoch* dapat digunakan untuk mengetahui gerhana Matahari selama 4 tahun).
2. Atur *alidade star* ke piringan F sesuai dengan angka yang ditunjukkan oleh tabel pada piringan *epoch*.
3. Arahkan *alidade star* yang sudah sesuai dengan nilai bulan ke tanggal *new moon* awal tahun.
4. Amati lingkaran *new moon* ke-13. Cek tanggalnya menggunakan bantuan penggaris (*ruler*).
5. Apabila jatuh pada area bulan Desember, maka artinya tahun tersebut ada 13 kali *new moon*. Sedangkan jika tidak jatuh di bulan desember, maka artinya tahun tersebut hanya ada 12 *new moon*. Sehingga lingkaran *new moon* ke-13 adalah data awal tahun berikutnya.
6. Catat tanggal Januari *new moon* ke-13. Serta nilai F nya.
7. Apabila tahun tersebut merupakan tahun pendek (basitah) maka tanggal *new moon* ke-13 dikurangi 18 hari 9 jam dan apabila tahun tersebut merupakan tahun panjang (kabisat) maka dikurangi 19 hari 9 jam.

BAB IV

ANALISIS ALGORITMA DAN KEAKURASIAN *VOLVELLE INOVASI SPECIAL SOLAR ECLIPSE* (SSE)

A. Analisis Algoritma *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse* (SSE) dalam Hisab Aplikatif Gerhana Matahari

Pengetahuan seputar keadaan benda-benda langit memberikan manfaat yang besar dalam kehidupan, terutama yang berkaitan dengan syariat islam seperti yang berkenaan dengan waktu ibadah, penentuan awal dan akhir bulan islam, serta pengetahun tentang terjadinya gerhana. Berawal dari imajinasi dan pengamatan-pengamatan sederhana kemudian dicatat dan dibentuk ke dalam sebuah model perhitungan, baik berupa kitab, buku dan perangkat atau instrumen. Dengan diciptakannya berbagai perangkat ilmu falak yang bermula dari pencatatan pengamatan tersebut terciptalah sebuah konsep¹⁴¹ yang terus mengalami perkembangan seiring dengan semakin canggihnya teknologi dan meningkatnya peradaban manusia.

Berkaitan dengan permasalahan gerhana terdapat sebuah instrumen kalkulasi yang dapat memprediksi gerhana yang disebut *Volvelle*. Instrumen ini dikenal pada awal abad ke-18 oleh Philippe De La Hire yang kemudian dikembangkan oleh Ehsan Hidayat yang kemudian diberi nama *Volvelle Inovasi. Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* adalah instrumen kalkulasi (bukan observasi) 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

¹⁴¹ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, (Depok: PT Raja Grafindo Persada, 2017), 17.

jarak antara *new moon* yaitu 29 hari 12 jam 44 menit yang berimplikasi terhadap jarak antar lubang pada instrumennya.

Setelah muncul *Volvelle* Inovasi Ehsan Hidayat kemudian mengembangkan instrumen tersebut yang kemudian diberi nama *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* yang spesifik digunakan untuk menghitung waktu terjadinya gerhana Matahari.

Dalam menganalisis metode perhitungan maka terlebih dahulu kita harus melihat data-data dan rumus-rumus yang digunakan. Tabel yang berisi data-data yang digunakan oleh *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dalam menentukan gerhana Matahari berasal dari data-data kontemporer yang bervariasi. Adapun data yang digunakan meliputi tahun, luminasi (k), argumen lintang Bulan (F), tanggal, jam, menit.

- a. Data tahun pada instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* adalah rentang tahun antara 1900 – 2100 (2 abad). Dimana data yang tersaji diambil dari tahun pendek pertama yaitu dimulai dari tahun 1901 dan berakhir pada tahun 2097.
- b. Nilai *lunasi* atau k digunakan sebagai kode untuk mengetahui nilai F . Nilai ini didapat berdasarkan rumus Jean Meuss. Dalam penentuan adanya gerhana nilai k bilangan bulat untuk gerhana Matahari. $k = (\text{perkiraan tahun} - 2000) \times 12.3685^{142}$.
- c. Nilai F adalah nilai argumen lintang Bulan yang menjadi informasi awal ada atau tidak adanya gerhana Matahari. Nilai F ini di ambil dari algoritma Jean Meeus menjadi lebih sederhana berdasarkan persamaan aritmatik yang mengindikasikan bahwa setiap *new moon* ke *new moon* selanjutnya adalah konstan. Nilai ini telah diuji selama 1000 *lunasi* sejak tahun 2000 sampai 2100 dan memiliki

¹⁴² Jean Meeus, *Astronomical Algorithms* (Virginia: Willman Bell, 1991), 319-320.

perbedaan terbesar yaitu 5,73 detik dan terkecil 0,1 detik dengan algoritma Jean Meeus¹⁴³.

- d. Tanggal, jam dan menit digunakan sebagai korelasi antara nilai F dan kalender yang menjadi *star* memprediksi gerhana di suatu tahun. Data ini bersumber dari buku Mekanika Benda Langit karya Rinto Anugraha.

Tabel 4. 1 Argumen Lintang Bulan¹⁴⁴

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

Pola teratur nilai F diatas memberi ruang positif untuk aritmatika dalam transformasi rumus awal menghitung nilai F kepada rumus yang lebih sederhana. Adapun rumus umum persamaan aritmatika adalah $U_n = a + (n - 1) b$.

¹⁴³ Ehsan Hidayat, “Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana”, Tesis, Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, (Semarang, 2019), 158.

¹⁴⁴ Alifatun Khoiriyah, “Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Dan Kitab Sullam Al-Nayyirain”, *Skripsi*, Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, (Semarang, 2020), 78.

Dengan $a =$ suku pertama yaitu 160,71080, dan b (beda) adalah 30,6705, serta n adalah nilai F yang akan dihitung. Nilai n di sini 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 $F_k = 130,04030 + (k + 1) \times 30,6705$.

Atau dapat dianalogikan bahwa nilai bilangan bulat yang disimbolkan dengan n dimulai dari 1, sedangkan nilai k *new moon* untuk gerhana Matahari dimulai dari 0 sehingga nilai n yang memenuhi persamaan diatas adalah $k + 1$.

Tabel 4. 2 Perbandingan Nilai Bilangan 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 Special Solar Eclipse (SSE)*, komponen penyusun *Volvelle* juga merupakan bagian yang sangat penting untuk dilakukan analisis. Komponen-komponen tersebut meliputi piringan kalender, piringan Bulan (F), piringan *epoch*, serta *ruler* atau *alidade*.

1. Piringan Kalender

Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE) memulai kalendernya pada 1 Januari dan berakhir pada 32 Desember atau berjumlah 366 hari. Jumlah ini di

maksudkan untuk penggunaan tahun panjang (kabisat) yang mana pada bulan Februari berjumlah 29 hari. Konsep jumlah hari yang digunakan dalam *Volvelle* inovasi SSE ini menggunakan tahun pendek dengan Februari berumur 28 hari. Sehingga urutan bulan dan jumlah hari dalam *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* ini adalah Januari (31 hari), Februari (28 hari), Maret (31 hari), April (30 hari), Mei (31 hari), Juni (30 hari), Juli (31 hari), Agustus (31 hari), September (30 hari), Oktober (31 hari), November (30 hari), Desember (32 hari). Adapun sisa 1 hari pada bulan Desember digunakan khusus pada tahun kabisat.

Piringan kalender dalam *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* ini menerapkan konsep *circle spiral* yang merupakan kombinasi antara lingkaran dan spiral. Didalam piringan kalender juga terdapat garis tanggal dan jam, dimana dalam lapis pertama dan ketiga berwarna garis tanggal berwarna merah dan garis jam berwarna putih sedangkan pada lapis kedua dan ketiga garis tanggal berwarna coklat dan garis jam berwarna putih dengan skala 1 garis jam adalah per 1 jam. Adapun acuan garis jam pada *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* ini adalah acuan *Greenwich* atau *Greenwich Mean Time (GMT)*.

2. Piringan Bulan (F)

Piringan ini merupakan jantung atau ini dari instrumen ini. Terdapat 3 fitur yang terdapat dalam piringan ini yakni derajat acuan, area jenis gerhana, dan kurva gerhana.

1) Derajat Acuan.

Bagian ini terletak pada bagian paling tepi instrumen. Derajat acuan ini berisi angka 360° yang berposisi memutar dan terbagi menjadi 4 set, yaitu set pertama (paling dalam) terdiri dari angka $0-90^\circ$, set ke dua (sebelah luar) terdiri dari angka $91-180^\circ$, set ke tiga (setelahnya) terdiri dari angka $181-270^\circ$,

dan set ke empat (paling luar) terdiri dari angka 271-360°.

Dalam derajat acuan terdapat 2 warna garis yaitu coklat dan putih. Garis coklat digunakan untuk menandai tiap-tiap derajat sedangkan garis putih digunakan sebagai penanda skala menit busur. Garis putih ini berada diantara garis derajat dengan jumlah 9 garis yang mana masing-masing garis mewakili 6 menit busur.

2) Area Jenis Gerhana

Fitur ini merupakan keunggulan *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* karena tidak diperlukannya mencari nilai γ serta $magnitude$ nya cukup mengetahui melalui piringan Bulan (F), hanya saja fitur ini terbatas pada *epoch* yang digunakan yaitu dari tahun 1901 – 2100 M. *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* terdapat 4 ruang area yakni:

1. *Area Annular/Total Eclipse.*

Area ini menunjukkan bahwa jenis gerhana Matahari yang terjadi merupakan gerhana Matahari total atau cincin. Dalam area ini tidak dapat dibedakan antara gerhana Matahari cincin dan total karena keduanya dianggap sama padahal sejatinya antara gerhana Matahari total dan cincin merupakan jenis gerhana yang berbeda. Ini juga merupakan salah satu titik kelemahan dari instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)*.

2. *Area Partial.*

Area ini menunjukkan bahwa gerhana Matahari yang terjadi merupakan gerhana Matahari Sebagian. Sebagian yang di maksud bisa sebagian besar maupun kecil tergantung dengan besar kecilnya kurva gerhana yang terlihat dalam lubang *new moon* yang tersedia.

3. *Area Warning.*

Area ini merupakan area yang dianggap berbahaya dimana dalam area tersebut kurva gerhana masih dapat dilihat dalam lubang *new moon* yang mana dapat mengecoh pengguna sehingga terlihat seolah-olah sebagai gerhana sebagian padahal sejatinya apabila terdapat gerhana Matahari dalam area ini dianggap tidak ada.

4. *Check With Algorithms*

Area ini bermakna apabila gerhana Matahari yang terjadi kemungkinan adalah gerhana total/cincin atau gerhana parsial sehingga khusus untuk kasus ini diperlukan perhitungan lebih lanjut. Adapun penentuan perhitungan *Check With Algorithms* adalah menghitung *gamma*. Berikut adalah langkah-langkah perhitungannya;

- Catat nilai lunasnya (k)
- Menghitung T dengan rumus $T = k/1236,85$
- Menghitung JDE dengan rumus $JDE = 2451550,09675 + 29,530588853 (k) + 0,0001337 (T^2) - 0,000000150 (T^3) + 0,00000000073 (T^4)$
- Menghitung *anomaly* Matahari dengan rumus $M = 2,5534 + 29,10535669 (k) - 0,0000218 (T^2) - 0,00000011 (T^3)$
- Menghitung *anomaly* Bulan dengan rumus $M' = 201,5643 + 385816935 + 0,0107438 (T^2) + 0,00001239 (T^3) - 0,000000058 (T^4)$
- Menghitung ALB dengan rumus $F = 160,7108 + 390,67050274 (k) - 0,0016341 (T^2) - 0,0000027 (T^3) - 0,000000011 (T^4)$

- Menghitung *omega* dengan rumus $\text{Omg} = 124,7746 - 1,56375580 (k) + 0,00206991 (T^2) + 0,00000215 (T^3)$
- Menghitung *eksentrisitas* dengan rumus $E = 1 - 0,002516 (T) - 0,0000074 (T^2)$
- Menghitung F1 dengan rumus $F1 = F - 0,02665 \times \text{Sin Omega}$
- Menghitung A1 dengan rumus $A1 = 2290,77 + 0,107408 (k) - 0,009173 (T^2)$
- Menghitung P dengan rumus $P = 0,2070 \times E \times \sin M + 0,0024 \times E \times \sin 2M - 0,0392 \sin M' + 0,0116 \sin 2M' + 0,0073 \times E \times \sin (M + M') + 0,0067 \times E \times \sin(M' - M) + 0,0118 \sin 2F1$
- Menghitung Q dengan rumus $Q = 5,2207 - 0,0048 \times E \times \cos M + 0,0020 \cos 2M + 0,3299 \cos M' - 0,0060 \times E \times \cos (M' + M) + 0,0041 \times E \times \cos (M' - M)$
- Menghitung w dengan rumus $w = \text{abs} (\cos F1)$
- Menghitung *gamma* dengan rumus $y = (P \cos F1 + Q \sin F1)(1,0,0048 \times w)$

Dari perhitungan tersebut apabila hasil *gamma* berada diantara 0,9972 – 0,9972 maka gerhana tersebut adalah gerhana Matahari total/cincin dan apabila diluar nilai tersebut berarti gerhana sebagian.

3) Kurva Gerhana

Kurva ini berwarna hitam sebagai tanda atau indikasi terjadinya gerhana yang dapat dilihat dari lingkaran-lingkaran kecil di piringan *epoch*. Kurva ini berbentuk *zig-zag* meruncing ke tepi, yang mana dibuat berdasarkan batas-batas gerhana yang dikombinasikan dengan perhitungan persamaan aritmatika. Kurva ini berpuncak pada titik $0^\circ / 180^\circ$

/ 360° dan menipis hingga arah 21° / 159° / 201° / 339°. Piringan F ini berpatokan pada algoritma Jean Meeus namun diperaharui dengan rumus persamaan aritmatika¹⁴⁵.

Tabel 4. 3 Transformasi Rumus Argumen Lintang Bulan (F) dari Jean Meeus menjadi Aritmatika

Rumus Awal Argumen Lintang Bulan (F) Jean Meeus	Rumus Awal Argumen Kintang Bulan (F) Pola Aritmatika
$F = 160.7108 + 390.67050274k - 0.0016341T^3 - 0.00000227T^3 - 0.00000011T^4$	$F_k = 130,04030 + (k+1).30,67050$

3. Piringan *Epoch*

Piringan *epoch* merupakan komponen yang berisi data acuan untuk mempermudah dalam memprediksi gerhana Matahari. piringan ini berbentuk *spin* yang beranalogi geometri dari posisi Bulan ketika *new moon*. Didalam piringan *epoch* terdapat 3 fitur yaitu *alidade star*, lingkaran kecil berlubang, dan data *epoch*.

- 1) *Alidade Star*, yaitu bagian piringan *epoch* yang menyerupai tangkai memanjang. *Alidade star* berfungsi sebagai *star* perhitungan dan pelurus antara data *epoch*, nilai bulan, dan kalender.
- 2) Lingkaran Kecil Berlubang, yaitu simulasi posisi Bulan pada saat *new moon*. Lubang ini berjumlah 18 buah yang terbagi menjadi dua macam. Pertama, berjumlah 14 lingkaran dengan tertulis urutan dari nomor 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14 yang menjadi gambaran *new moon* utama dalam satu kalender (dimana 13 buah sebagai jumlah

¹⁴⁵ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana", 112.

maksimal *new moon* dalam satu tahun kalender dan yang ke 14 sebagai pengambil data *new moon* pada tahun berikutnya). 14 lingkaran ini disetting berlubang digunakan untuk simulasi adanya gerhana Matahari dan jenisnya. Ketika lingkaran ini berwarna hitam maka terdapat indikasi gerhana dan apabila berwarna putih maka hanya *new moon* saja. Ke dua, 4 lingkaran *new moon* sisanya merupakan komplemen dari 4 lingkaran *new moon* utama yaitu terdapat pada *new moon* ke 3, 6, 9, dan 12. Adapun penerapan 4 lingkaran *new moon* komplemen ini apabila data bulan (nilai F) melebihi angka di sap (lintasannya). Sebagaimana diketahui bahwa angka di sap pertama dimulai dari 0-90°, sap ke dua dimulai dari 90-180°, sap ke tiga dimulai dari 180-270°, dan sap ke empat dimulai dari 270-360°. Contohnya apabila *new moon* pertama memiliki nilai F 31° maka *new moon* kedua bernilai 61,6° dan *new moon* ketiga bernilai 92,3° yang artinya sudah melewati batas lintasan sehingga lingkaran *new moon* yang ketiga yang digunakan adalah komplemennya.

- 3) Data *Epoch*, data ini digunakan untuk menjadi acuan dalam penentuan tahun yang ingin di prediksi gerhananya. Data ini merupakan data *new moon* di awal setiap tahun. Konsep penggunaan data ini sama seperti dalam *Volvelle Inovasi Basic* dimana 1 data dapat digunakan untuk 4 tahun (satu siklus tahun masehi) dan diambil dari tahun pendek pertama siklus Matahari (basitah - basitah - basitah - kabisat). Komponen data *epoch* terdiri dari Tahun, F (data Bulan), k (lunasi), *Day* (tanggal), *Hour* (jam), dan M (menit). Adapun data *epoch* dapat diketahui dengan rumus berikut:
 - Tentukan tahun yang ingin dibuat data *epoch*nya

- Tentukan tanggal *new moon* pertama (perkiraan saja)
- Menghitung perkiraan tahun dengan rumus $PK = \text{tahun} + 0 / 12 + \text{tanggal} / 365$
- Menghitung nilai k dengan rumus $k = (\text{perkiraan tahun} - 2000) \times 12,3685$
- Bulatkan hasil k untuk data *new moon* dan tambah 0,5 untuk *full moon*
- Konversi nilai k ke bentuk tanggal dengan cara:
- Tentukan nilai k (*lunasi*)nya
- Menghitung nilai T dengan rumus $T = k / 1236,85$
- Menghitung JDE dengan rumus $JDE = 2451550,09766 + 29,530588861 (k) + 0,00015437 (T^2) - 0,00000015 (T^3) + 0,00000000073 (T^4)$
- Menghitung JD1 dengan rumus $JD1 = JDE + 0,5$
- Menghitung Z dengan rumus $Z = \text{Int}(JD1)$
- Menghitung F dengan rumus $F = JD1 - Z$. jika $Z < 2299161$ maka $A = Z$. jika $Z \geq 2299161$ maka $AA = \text{Int}((Z - 1867216,25) / 36524,25)$ dan $A = Z + 1 + AA - \text{Int}(AA)$
- Menghitung $B = A + 15254$
- Menghitung $C = \text{Int}((B - 122,1) / 365,25)$
- Menghitung $D = \text{Int}(365,25 \times C)$
- Menghitung $E = \text{Int}((B - D) / 30,6001)$
- Menghitung tanggal, jam dan menit dengan rumus $\text{tgl} = B - D - \text{Int}(30,6001 \times E) + F$
- Menghitung bulan dengan ketentuan jika $E = 14$ atau 15 maka $M = E - 13$. Jika $E < 14$ maka $M = E - 1$
- Menghitung tahun dengan ketentuan jika $M = 1$ atau 2 maka $Y = C - 4715$ dan jika $M > 2$ maka $Y = C - 4715$

- Apabila tanggal sudah jatuh pada bulan Januari, maka data sudah didapat, apabila jatuh pada bulan Februari maka $k-1$ dan apabila jatuh pada bulan Desember maka $k+1$
- Menghitung nilai F (AML) dengan rumus
Rumus I = $130,04030 + (k+1) \times 30,67050$
Rumus II = $160,7108 + 390,67050274 (k) - 0,0016341 (T^2) - 0,00000227 (T^3) - 0,000000011 (T^4)$

4. *Ruler* atau *Alidade*

Komponen ini merupakan komponen paling atas sekaligus komponen terakhir. *Alidade* membentang dari ujung instrumen hingga ujung yang lain dan bertuliskan nama instrumen, di mana sebelah kiri bertuliskan *Volvelle Inovasi SSE* dan sebelah kanan bertuliskan *Special Solar Eclipse*. *Alidade* ini berfungsi untuk mentransfer data dari piringan *epoch* ke piringan bulan hingga ke piringan kalender.

Setelah mengetahui data serta rumus yang digunakan dapat kita ketahui bahwa *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* menggunakan algoritma Jean Meeus dengan sedikit reformasi perhitungan aritmatika. Adapun metode perhitungan ini termasuk ke dalam metode hisab *ḥaqīqī taqrībī* karena meskipun sudah menggunakan data-data terkini namun belum terdapat koreksi yang digunakan sehingga tingkat keakuratannya cenderung lebih rendah dari pada *ḥisab ḥaqīqī* kontemporer. Namun perlu kita apresiasi bersama bahwa instrumen *Volvelle* karya Philippe De La Hire ini sudah sangat luar biasa di mana pada zaman kemunculannya yaitu pada abad ke-18 dia sudah berhasil menciptakan sebuah alat yang dapat memprediksi gerhana Matahari secara cepat dan tepat hanya dengan melakukan dua kali pemutaran piringan pada instrumen dapat di ketahui gerhana Matahari dalam kurun waktu satu tahun, meskipun apabila di lakukan komparasi dengan perhitungan modern terdapat selisih yang cukup besar.

B. Analisis Keakurasian *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dalam Hisab Aplikatif Gerhana Matahari

Perkembangan ilmu pengetahuan memunculkan metode maupun peralatan yang canggih dengan sajian data yang beragam. Perbandingan antara satu metode dengan yang lainnya diperlakukan untuk mengetahui tingkat keakurasiannya. Dengan begitu memungkinkan adanya koreksi maupun pengembangan supaya menghasilkan hasil yang akurat.

Berbeda metode yang digunakan maka akan menghasilkan hasil yang berbeda. Penulis menggunakan data-data yang ada dalam *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* kemudian membandingkannya dengan data-data NASA yang banyak dirujuk oleh para ahli falak dan menjadi salah satu metode yang paling akurat. Hal ini diperlukan guna mengukur tingkat keakurasian dan supaya diketahui titik kelemahan dari metode yang digunakan dan supaya dilakukan pengembangan terhadap kelemahan tersebut untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Berbeda model hisab yang digunakan maka berbeda pula hasil yang akan diperoleh.

Berikut penulis tampilkan hasil prediksi gerhana Matahari antara *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dengan data NASA¹⁴⁶ dari tahun 2021 sampai tahun 2030.

No	Tahun	Volvelle Inovasi SSE			NASA		
		Tgl	Jam	Jenis	Tgl	Jam	Jenis
1.	2021	10 Jun	04:00	GMT/A	10 Jun	10:41	GMA
		4 Des	09:00	GMT/P	4 Des	07:33	GMT
2.	2022	1 Mei	01:00	GMP	30 Apr	20:41	GMP
		25 Okt	05:00	GMT/P	25 Okt	11:00	GMP
3.	2023	20 Apr	04:00	GMT/A	20 Apr	04:16	GM Hybrid
		14 Okt	16:00	GMT/A	14 Okt	17:59	GMA
4.	2024	8 Apr	18:34	GMT/A	8 Apr	18:17	GMT
		2 Okt	22:59	GMT/A	2 Okt	18:44	GMA

¹⁴⁶ NASA, "NASA Eclipse Web Site," <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html>, diakses pada 3 Juni 2023 pukul 21:42.

5.	2025	29 Mar	03:23	GMT/P	29 Mar	10:47	GMP
		21 Sep	07:47	GMP	21 Sep	19:41	GMP
6.	2026	16 Feb	23:28	GMT/P	17 Feb	12:11	GMA
		13 Agu	03:52	GMT/P	12 Agu	17:45	GMT
7.	2027	6 Feb	08:16	GMT/A	6 Feb	10:06	GMT
		2 Agu	12:40	GMT/A	2 Agu	15:59	GMA
8.	2028	26 Jan	15:00	GMT/A	26 Jan	15:07	GMA
		21 Jul	21:00	GMT/A	22 Jul	02:55	GMT
9.	2029	15 Jan	02:00	GMT/P	14 Jan	17:12	GMP
		11 Jun	17:00	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
10.	2030	1 Jun	02:00	GMT/A	1 Jun	06:27	GMA
		25 Nov	06:00	GMT/A	25 Nov	06:50	GMT

Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE) memprediksi bahwa pada kurun waktu 10 tahun yakni dari tahun 2021 hingga 2030 terjadi 22 kali gerhana Matahari yakni pada tanggal 10 Juni 2021 pukul 04:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*annular*, 4 Desember 2021 pukul 09:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular/partial*, 1 Mei 2022 pukul 01:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari partial, 25 Oktober 2022 pukul 05:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular/partial*, 20 April 2023 pukul 04:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*annular*, 14 Oktober 2023 pukul 16:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*annular*, 8 April 2024 pukul 18:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*annular*, 2 Oktober 2024 pukul 23:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*annular*, 29 Maret 2025 pukul 03:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total atau *annular/partial*, 21 September pukul 07:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 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/*annular*, 2 Agustus 2027 pukul

12:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*annular*, 26 Januari 2028 pukul 15:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*annular*, 21 Juli 2028 pukul 21:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*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/ partial*, 1 Juni 2030 pukul 02:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*annular*, dan 25 November 2030 pukul 06:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari total/*annular*.

Sedangkan dalam data NASA dalam kurun waktu 10 tahun yakni dari tahun 2021 hingga 2030 terjadi 22 kali gerhana Matahari yakni pada tanggal 10 Juni 2021 pukul 10:41 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 4 Desember 2021 pukul 07:33 GMT dengan jenis gerhana Matahari total, 30 April 2022 pukul 20:41 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 25 Oktober 2022 pukul 11:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 20 April 2023 pukul 04:16 GMT dengan jenis gerhana Matahari *hybrid*, 14 Oktober 2023 pukul 17:59 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 8 April 2024 pukul 18:17 GMT dengan jenis gerhana Matahari total, 2 Oktober 2024 pukul 18:44 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular*, 29 Maret 2025 pukul 10:47 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 21 September pukul 19:41 GMT dengan jenis gerhana Matahari *partial*, 17 Februari 2026 pukul 12:11 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*, dan 25 November 2030 pukul 06:50 GMT dengan jenis gerhana Matahari total.

Adapun selisih antara *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dengan data NASA dalam kurun waktu 10 tahun yakni dari tahun 2021 hingga 2030 adalah pada 10 Juni 2021 terdapat selisih sebesar 6 jam 41 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 4 Desember 2021 terdapat selisih sebesar 1 jam 27 menit (lebih cepat NASA), pada 30 April 2022 terdapat selisih sebesar 4 jam 19 menit (lebih cepat NASA), pada 25 Oktober 2022 terdapat selisih sebesar 6 jam (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 20 April 2023 terdapat selisih sebesar 16 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 14 Oktober 2023 terdapat terdapat selisih sebesar 1 jam 59 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 8 April 2024 terdapat selisih sebesar 17 menit (lebih cepat NASA), pada 2 Oktober 2024 terdapat selisih sebesar 4 jam 15 menit (lebih cepat NASA), pada 29 Maret 2025 terdapat selisih sebesar 7 jam 24 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 21 September 2025 terdapat selisih sebesar 11 jam 54 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 17 Februari 2025 terdapat selisih sebesar 12 jam 43 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 12 Agustus 2026 terdapat selisih sebesar 10 jam 7 menit (lebih cepat NASA), pada 6 Februari 2027 terdapat selisih sebesar 1 jam 50 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 2 Agustus 2027 terdapat selisih sebesar 3 jam 19 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 26 Januari 2028 terdapat selisih sebesar 7 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 22 Juli 2028 terdapat selisih sebesar 5 jam 55 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 14 Januari 2029 terdapat selisih sebesar 8 jam 48 menit (lebih cepat NASA), pada 12 Juni 2029 terdapat selisih sebesar 11 jam 4 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*),

pada 11 Juli 2029 terdapat selisih sebesar 9 jam 35 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), pada 5 Desember 2029 terdapat selisih sebesar 6 jam 58 menit (lebih cepat NASA), pada 1 Juni 2030 terdapat selisih sebesar 4 jam 27 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*), dan pada 25 November 2030 terdapat selisih sebesar 50 menit (lebih cepat *Volvelle Inovasi SEE*). Khusus untuk gerhana Matahari pada tahun 2024, 2025, 2026, dan 2027 diketahui jam gerhana hingga skala menit hal ini dapat terjadi dikarenakan pada tahun-tahun tersebut nilai $F > 233,33$ kurva gerhana tidak dapat di gunakan sehingga harus dilakukan perhitungan secara manual.

Dari data tersebut dapat kita ketahui bahwa terdapat selisih waktu yang bervariasi di antara kedua metode tersebut. selisih tersebut di dapatkan karena berbedanya data yang digunakan, meskipun keduanya sama-sama menggunakan algoritma Jean Meeus namun untuk *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* tidak menggunakan nilai *magnitude* dan *gamma* namun hanya menggunakan nilai F saja sehingga tingkat keakurasiannya lebih rendah dan belum dapat dijadikan sebagai pedoman utama dalam menentukan gerhana Matahari akan tetapi dapat digunakan sebagai alat bantu untuk memprediksi gerhana Matahari.

Untuk lebih detail dalam melihat akurasi penulis juga membandingkan dengan beberapa metode perhitungan yang lain pada tahun 2023. Metode tersebut meliputi metode hisab Ephemeris, hisab dalam kitab *Ad-Durul 'Aniq*, dan data NASA.

No	Nama	Tanggal	Jenis Gerhana	Jam GMT
1.	Volvelle Inovasi SSE	20 April	Total/Annular	04:00
		14 Oktober	Total/Annular	14:00
2.	Ephemeris	20 April	Total	04:15
		14 Oktober	Annular	17:57
3.	Ad-Durul 'Aniq	20 April	Hybrid	03:00
		14 Oktober	Annular	17:58

4.	NASA	20 April	Hybrid	04:16
		14 Oktober	Annular	17:59

Dari data tersebut dapat kita ketahui bahwa terdapat selisih waktu yang cukup jauh diantara metode-metode tersebut. selisih tersebut didapatkan karena berbedanya data serta metode yang digunakan. *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* memprediksi bahwa pada tahun 2023 terjadi 2 kali gerhana Matahari yakni pada 20 April 2023 pukul 4 GMT dan pada 14 Oktober 2023 pada pukul 14 GMT dengan perkiraan keduanya merupakan gerhana Matahari total/*annular*. Adapun dalam metode perhitungan ephemeris diketahui bahwa pada tahun 2023 terjadi 2 kali gerhana Matahari yakni pada 20 April 2023 pukul 4:15 GMT dengan jenis gerhana Matahari total dan pada 14 Oktober 2023 pada pukul 17:57 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular* atau cincin. Sedangkan dalam perhitungan kitab *Ad-Durul 'Aniq* diketahui bahwa pada tahun 2023 terjadi 2 kali gerhana Matahari yakni pada 20 April 2023 pukul 3 GMT dengan jenis gerhana Matahari *Hybrid* dan pada 14 Oktober 2023 pada pukul 1:58 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular* atau cincin. Serta dalam data NASA diketahui bahwa pada tahun 2023 terjadi 2 kali gerhana Matahari yakni pada 20 April 2023 pukul 04:16 GMT dengan jenis gerhana Matahari *Hybrid* dan pada 14 Oktober 2023 pada pukul 17:59 GMT dengan jenis gerhana Matahari *annular* atau cincin

Ketiga metode di atas sama-sama menunjukkan bahwa pada tahun 2023 terjadi 2 kali gerhana Matahari. perbedaannya terdapat dalam jam terjadinya gerhana Matahari tersebut. Untuk gerhana pada tanggal 20 April 2023 *Volvelle* memiliki selisih dengan perhitungan Ephemeris sebesar 15 menit , dan dengan perhitungan kitab *Ad-Durul 'Aniq* *Volvelle* memiliki selisih sebesar 1 jam, adapun dengan data NASA memiliki selisih sebesar 16 menit. Sedangkan untuk gerhana Matahari pada tanggal 14 Oktober 2023 *Volvelle* memiliki selisih dengan perhitungan Ephemeris

sebesar 3 jam 57 menit, dan dengan perhitungan kitab *Ad-Durul 'Aniq Volvelle* memiliki selisih sebesar 3 jam 57 menit, serta dengan data NASA memiliki selisih sebesar 3 jam 59 menit.

Hasil prediksi yang dihasilkan oleh instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* selaras dengan fakta-fakta gerhana yang diungkapkan oleh bapak Rinto Anugraha dalam bukunya *Mekanika Benda Langit* yang menyatakan bahwa maksimum terjadinya gerhana matahari dalam satu tahun kalender adalah 5 kali dan minimum terjadi sebanyak 2 kali.

Adapun setelah penulis menganalisa instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* terdapat beberapa kelebihan serta kekurangan yang penulis temukan. Beberapa kelebihan serta kekurangan tersebut adalah:

- a. Kelebihan
 - Dapat digunakan oleh seluruh kalangan.
 - Instrumen ini mudah digunakan, hanya dengan dua kali putaran dapat diketahui gerhana Matahari dalam kurun waktu 1 tahun.
 - Instrumen ini sangat praktis untuk digunakan karena pengguna tidak perlu mencari data-data cukup menggunakan data yang terdapat dalam piringan *epoch* dalam instrumen ini.
 - Terdapat area jenis gerhana sehingga pengguna dapat langsung mengetahui jenis gerhana pada tahun yang dikehendaki.
- b. Kekurangan
 - Harganya cukup mahal yaitu Rp. 1.500.000,00. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan mengganti bahan baku instrumen dengan material yang lebih murah sehingga harga instrumen bisa menjadi lebih murah.
 - Terbatas pada data *epoch* yang digunakan yakni dari tahun 1900 – 2100. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan mempersiapkan tabel *epoch*

tambahan guna mengetahui data pada tahun berikutnya sehingga keterbatasan data *epoch* dapat diatasi.

- Penggunaan dalam beberapa tahun (yakni apabila nilai F awal *new moon* $> 53,3^\circ$ atau nilai $F > 233,3^\circ$ kurva gerhananya tidak dapat digunakan dan harus melakukan perhitungan secara manual.
- Pada jenis gerhana *cek with algorithms* harus dihitung secara manual sehingga cukup merepotkan.
- Tidak dapat membedakan antara jenis gerhana Matahari total dan cincin.
- Diperlukan ketelitian yang cukup dalam pembacaan skala jam karena jarak antar skala dalam instrumen ini cukup sempit. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan memperbesar piringan instrumen sehingga pembacaan skala dapat menjadi lebih baik dan teliti.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisa yang telah penulis lakukan dalam bab-bab sebelumnya, maka penulis dapat menyimpulkan dalam beberapa poin, yaitu:

1. Instrumen *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* merupakan salah satu instrumen gerhana yang ada di Indonesia yang hingga saat ini masih eksis dan terus dilakukan inovasi dan pengembangan. Instrumen ini terdiri dari 4 komponen utama berupa piringan kalender, piringan Bulan (F), piringan *epoch*, dan *alidade* atau *ruler*. Dalam memprediksi terjadinya gerhana Matahari *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* menggunakan metode hisab *ḥaqīqī taqrībī* sehingga hasil akurasi masih lebih rendah dibandingkan dengan metode hisab *ḥaqīqī* kontemporer. Data astronomis yang digunakan dalam *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* berasal dari algoritma Jean meeus yang kemudian ditransformasikan ke dalam persamaan aritmatika yang lebih sederhana.
2. Setelah dilakukan komparasi dengan data NASA dalam penentuan terjadinya gerhana Matahari selama 10 tahun diketahui bahwa terdapat beberapa tanggal yang memiliki selisih dengan NASA. Contohnya pada tahun 2022 NASA memprediksi bahwa gerhana Matahari akan terjadi pada tgl 30 April sedangkan dalam *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* jatuh pada 1 Mei. Begitupun pada tahun 2026 dan tahun 2028. Adapun dalam kurun waktu 10 tahun antara tahun 2021 hingga 2030 dalam penentuan gerhana Matahari terdapat selisih terbesar yakni 12 jam 43 menit pada tanggal 17 Februari 2025 dan selisih terkecil yakni 7 menit pada 26 Januari

2028. Dengan adanya perbedaan hasil yang cukup besar diantara *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dengan metode perhitungan yang lain maka *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* belum dapat dijadikan acuan mandiri dalam penentuan gerhana Matahari akan tetapi dapat digunakan sebagai alat bantu untuk memprediksi gerhana Matahari karena prediksi gerhana Matahari yang dihasilkan oleh *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* sudah sama dengan data NASA hanya terdapat selisih jam dan sudah sesuai dengan fakta-fakta gerhana yang ada.

B. SARAN

1. Meskipun sudah terdapat banyak sekali metode penentuan gerhana Matahari yang lebih akurat dan praktis namun hendaknya metode-metode yang terdapat dalam instrumen seperti *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* tetap dipelajari dan dilestarikan sebagai khazanah keilmuan yang baru
2. Sudah semestinya *Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)* dapat diangkat kembali dalam penelitian yang akan datang guna menutupi kekurangan-kekurangan yang ada sebelumnya serta dapat meningkatkan tingkat keakurasiannya menjadi semakin tinggi, seperti:
 - 1) Mengganti bahan baku instrumen dengan material yang lebih murah sehingga harga instrumen bisa menjadi lebih murah.
 - 2) Mempersiapkan tabel *epoch* tambahan guna mengetahui data pada tahun berikutnya sehingga keterbatasan data *epoch* dapat diatasi.
 - 3) Memperbesar piringan instrumen sehingga pembacaan skala dapat menjadi lebih baik dan teliti.

C. PENUTUP

Alhamdulillah rabbi'l'alamin, puji syukur selalu penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagaimana mestinya dengan lancar. Penulis sadar bahwa dalam penulisan ini banyak sekali terdapat kekurangan serta kelemahan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk menjadikan tulisan ini lebih baik. Atas kekurangan serta kelemahan yang ada penulis memohon maaf dan penulis mengucapkan terima kasih atas saran dan kritik yang diberikan. Pungkasnya penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis pribadi.

DAFTAR PUSTAKA

A. Buku

Al-Bukhari, Abi Abdillah Muhammad bin Ismail. *Shahih Al-Bukhari*. Beirut: Dar Ibnu Katsir, 2002.

An-Nawawi, Imam. *Syarah Shahih Muslim Jilid 4*. Edited by Team Darus Sunnah. Jakarta: Darus Sunnah Press, 2014.

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

Azwar, Saifuddin. *Metode Penelitian*. Yogyakarta. Pustaka Belajar, 2004.

Bion, Nicolas. *The Traite De La Construction Usages Des Instrumen*. Paris. Pres La Rue Gille, 1752.

Dja'man Satori, Aan Komariah. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta, 2013.

Hambali, Slamet. *Pengantar Ilmu Falak*. Edited by Farabi Institute. Jawa Timur: Bismillah Publisher, 2012.

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

———. *Modul Seri 2 Volveelle Inovasi Koreksi*. Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2021.

- . *Modul Seri 3 Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse*. Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2023.
- . *Modul Seri IV Volvelle Inovasi Special Lunar Eclipse*. Pekalongan: Padepokan Al-Biruni, 2021.
- Izzuddin, Ahmad. *Fiqih Hisab Rukyah*. Jakarta: Erlangga, 2007.
- . *Fiqih Hisab Rukyat*. Jakarta: Erlangga, 2007.
- . *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: PT Pustaka Rizki Putra, 2012.
- Junaidi, Ahmad. *Astrofotografi*. Yogyakarta: Q-Media, 2021.
- Kementrian Agama, RI. *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: PT Buana Pustaka, 2005.
- Maghfuri, Alfian. *Algoritma Gerhana*. Malang: CV Mazda Media, 2020.
- Martono, Nanang. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Rajawali Press, 2012.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithms*. Virginia: Willman Bell,

1991.

Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. Depok: PT Raja Grafindo Persada, 2017.

RI, Kementrian Agama. *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*. Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, 2015.

Sabda, Abu. *Ilmu Falak Seri 02*. Bandung: Persis Pers, 2019.

Saksono, Tono. *Mengkompromikan Rukyat & Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita, 2007.

Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, Dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati, 2002.

Soerjono Soekamto. *Pengantar Penelitian Hukum*. Jakarta: UI Press, 1986.

Surakhmad, Winarno. *Pengantar Penelitian Ilmiah: Dasar, Metode, Dan Teknik*. Bandung: Tarsito, 1985.

Syakir, Ahmad. *Mukhtashar Tafsir Ibnu Katsir*. Jilid 5. Jakarta Timur: Darus Sunnah press, 2012.

Ummmah, Gazirah Abdi. *Terjemah Fathul Baari, Syarah : Shahih Bukhari/Ibnu Hajar Al Asqalani*. Jilid 6. Jakarta: Pustaka Azzam, 2002.

Yusuf, A. Muri. *Metode Penenlitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan*

Penelitian Gabungan Edisi Pertama. Jakarta: Kencana, 2017.

B. Jurnal dan Skripsi

Aditya, Putra Bagus. “Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Dan Ephemeris.” UIN Walisongo, 2021.

Gislén, Lars, and Chris Eade. “Philippe De La Hire ’ S Eighteenth Century Eclipse Predictor.” *Journal of Astronomical History and Heritage* 19, no. 1 (2016): 46–50.

Hidayat, Ehsan. “Analisis Pola Gerhana Matahari Dari Kriteria Lintang Bulan (F), Gamma (γ), Dan Magnitudo (U).” UIN Walisongo, 2017.

———. “Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana.” UIN Walisongo, 2019.

———. “Penentuan Jumlah Gerhana Matahari Dengan Argument Lintang Bulan Dan Teori Aritmatika.” *Miyah: Jurnal Studi Islam* Volume 15, (2019).
<https://ejournal.inkafa.ac.id/index.php/miyah/article/view/139/374>.

———. “Sejarah Perkembangan Hisab Dan Rukyat.” *ElFalaky* 3 No.01 (2019). <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/elfalaky/article/view/9777>.

———. “Seminar Nasional Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat.” UIN Walisongo, 2019.

Husna, Muhammad Farih Al. “Stud Analisis Program Tracking Gerana Matahari Karya Muhammad Washil.” UIN Walisongo, 2019.

Khoiriyah, Alifatun. “Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Dan Kitab Sullam Al-Nayyirain.” UIN Walisongo, 2020.

Nashihah, Lauhatun. “Analisis Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi.” UIN Walisongo, 2020.

C. Wawancara

Hidayat Ehsan. *Wawancara*. 28 Desember 2022.

D. Internet

Admin. “Gerhana Bulan Penumbra, Apakah Dianjurkan Shalat Gerhana?” *Fatwa Tarjih*. Last modified 2020. <https://fatwatarjih.or.id/gerhana-bulan-penumbral-apakah-dianjurkan-shalat-gerhana/>, 21 Februari 2023.

Hidayat, Ehsan. “Volvell S-Quad Volvelle Generasi Ke Tujuh Berbentuk Mirip Rubu’ Mujayyab”. <https://www.volvelleinovasi.com/2022/12/volvelle-inovasi-s-quad-instrumen.html>, 21 Februari 2023

NASA. “NASA Eclipse Web Site”, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/solar.html>, 3 Juni 2023

Nilasari, Ika. “Perbedaan Umbra Dan Penumbra Yang Ada Di Peristiwa Gerhana.” <https://www.harapanrakyat.com/2022/04/perbedaan-umbra-dan-penumbra/>, 21 Februari 2023.

Selly, Apriyani. “Gerhana Matahari: Proses Terjadinya Dan Jenis Gerhana Matahari”, <https://borneo24.com/pendidikan/gerhana-matahari-proses-terjadinya-dan-jenis-gerhana-matahari/>, 2 Juli 2023.

LAMPIRAN

LAMPIRAN I

Foto bersama Ehsan Hidayat selaku inovator Volvelle Inovasi Special Solar Eclipse (SSE)



LAMPIRAN II

HASIL WAWANCARA

Narasumber :Ehsan Hidayat

Pewawancara :Ni'ma Nadia Ul Ngyulya

Tanggal :28 Desember 2022

Jabatan :Inovator Volvelle Inovasi dan pimpinan padepokan al-biruni

No. Hp :082328271750

Tanya: Bagaimana Ide dan gagasan dibuatnya VI SSE?

Jawab: ide dan gagasan dibuatnya VI SSE ada di halaman 5-6 modul. Selebihnya ada sedikit tambahan bahwa ide dan gagasan dibuatnya VI SSE adalah sebagai berikut :

- Uji coba pengembangan pemecahan sudut. Pada umumnya sudut satu lingkaran penuh adalah 360 derajat. Namun, pada Volvelle ini satu lingkaran penuh dianggap sebagai 90 derajat, sehingga perbandingan luas area di Volvelle dengan instrumen lain lebih besar.
- sebagai bentuk spesialisasi instrumen. Volvelle ini di samping untuk tujuan pengembangan juga untuk menjadi pelengkap koleksi. Ini akan menjadikan VI SSE lebih spesifik sebagai instrumen gerhana Matahari.

- Adanya ketidakpuasan pemilik. *Volvelle* Inovasi yang pertama sebenarnya sudah sangat memuaskan, namun tidak berarti bagi seseorang yang telah gemar dan memiliki sedikit jiwa ilmu. Apa yang dibuat seakan belum cukup.

Tanya: Bagaimana sejarah dan rancang bangun VI SSE?

Jawab: *Volvelle* Inovasi SSE tidak bisa dilepaskan dari *Volvelle* edisi sebelumnya. Baik dari algoritma penyusunannya maupun karakter rancangan instrumennya. Hanya saja, secara kasat mata kita bisa melihat adanya perbedaan layout (penempatan) data, warna dan model. Kreasi ini dibuat sebagai pelatihan karakter pengembangan. Di samping itu bertujuan untuk lebih memudahkan untuk dilihat para pengguna. Rancangan piringan kalender hampir sama, bedanya Cuma di jumlah lingkaran spiral yang berisi data kalender. Piringan bulan (F) memiliki bentuk yang mirip. Hanya saja VI SSE memiliki empat kelompok data derajat. Dan di piringan epoch lah yang sangat terlihat berbeda. Ini dimaksudkan untuk mendapatkan lubang lingkaran (simulasi posisi bulan) yang lebih besar.

Tanya: bagaimana algoritma serta perhitungan VI SSE?

Jawab: Algoritma VI SSE sama dengan VI Basic untuk detailnya ada di halaman 20-21 pada modul VI SSE.

LAMPIRAN III

SURAT PERNYATAAN

Yang bernomor tugas dibawah ini:

Nama	: Elsen Wibisono
Tempat, Tanggal Lahir	: Pekanbaru, 28 Oktober 1994
Jabatan	: Penyusun Jadwal pada Museum
Alamat	: Sidamulya, 0081000 - Kota Pekanbaru
No. Handphone	: 0823 2577 1150
Email	: elsen_wibisono@gmail.com

Menyatakan Bahwa:

Nama	: Ni'ima Nada Ul Ngalya
NIM	: 1902046085
Tempat, Tanggal Lahir	: Sialitiro Bangun, 14 Maret 2001
Fakultas	: Sastra dan Bahasa
Universitas	: UIN Walailago Semarang

Judul Skripsi:

"ANALISIS PEKIRAAN GERHANA MATAHARI DENGAN VOLVELLE INOVASI SPECIAL SOLAR ECLIPSE (SSE) KARYA ERHAN HIDAYAT"

Bense-humar telah melakukan wawancara kepada kami pada

Pada 28 Desember 2022

Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebaik-baiknya dan dapat dipertanggungjawabkan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 28 Oktober 2022

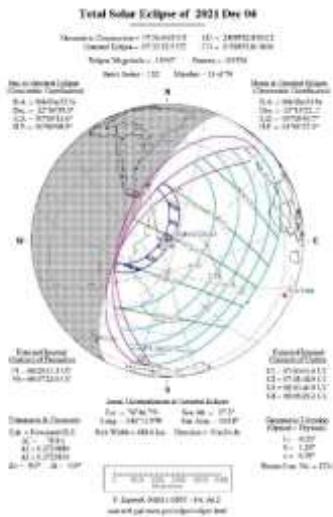
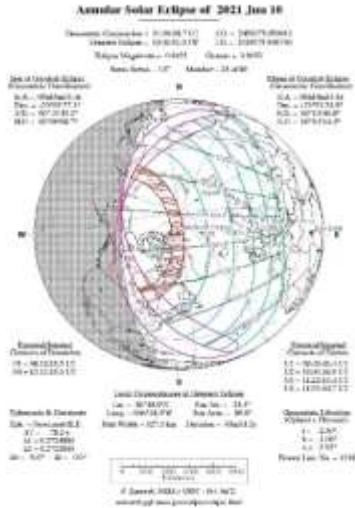
Yang Menyatakan


Elsen Wibisono

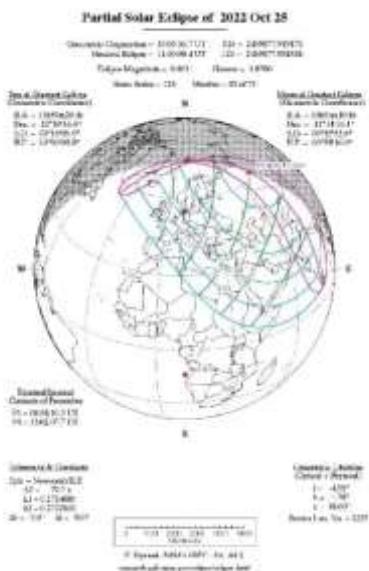
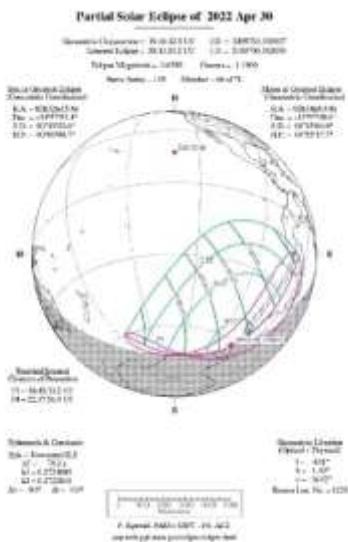
LAMPIRAN IV

Data gerhana Matahari NASA tahun 2021 hingga 2030

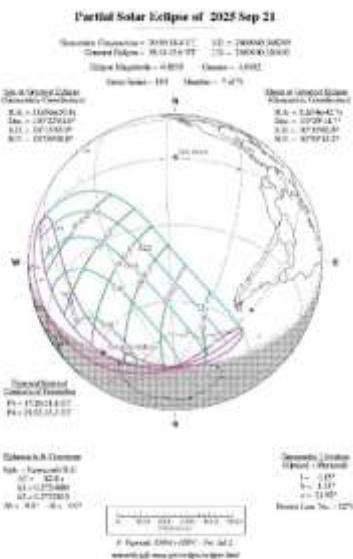
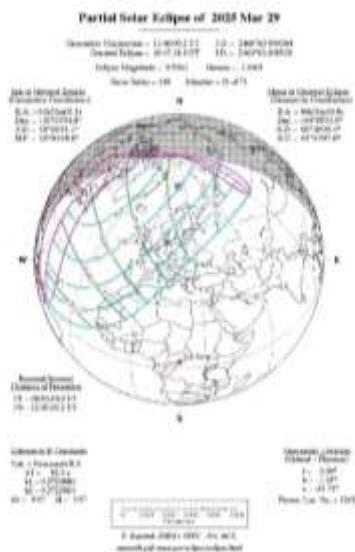
Tahun 2021



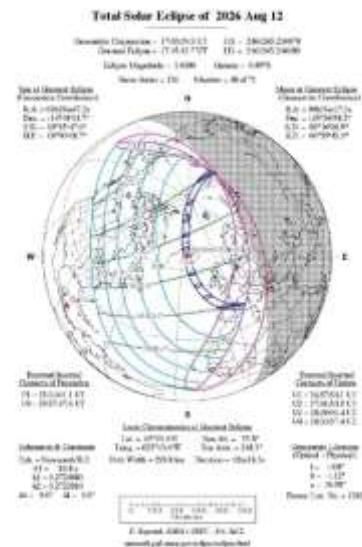
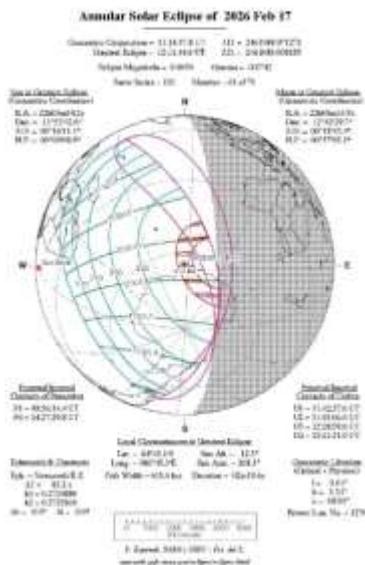
Tahun 2022



Tahun 2025



Tahun 2026



Tahun 2027

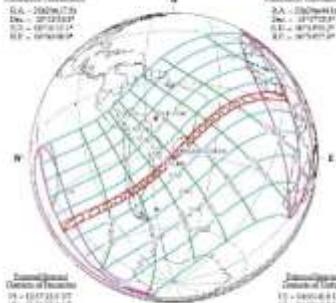
Annular Solar Eclipse of 2027 Feb 06

Geometric Coordinates = 15 0415.0°E $\Delta\alpha$ = 280.443 55739
 Geometric Eclipse = 03:02:43.171 $\Delta\Omega$ = 240.443 60220
 Eclipse Magnitude = 0.9386 $\Delta\omega$ = 0.0366

Solar Surface = 111 Δ Surface = 22 of 71

Site of Greatest Eclipse
 (Antarctica) (Coordinates)
 S.A. = 150°08.173h
 Dec. = 07°23.823p
 U.T. = 03:02:43.171
 S.P. = 047638.674

Apex of Greatest Eclipse
 (Antarctica) (Coordinates)
 S.A. = 150°08.17h
 Dec. = 07°23.82p
 S.L. = 075608.112h
 S.P. = 047638.674p



**Estimated Universal
 Observer's Position**
 U1 = 03:07:23.823p
 U2 = 03:13:33.823p
 U3 = 03:19:43.823p
 U4 = 03:25:53.823p

**Estimated Universal
 Observer's Position**
 U1 = 03:05:48.812p
 U2 = 03:07:03.812p
 U3 = 03:08:18.812p
 U4 = 03:09:33.812p

**Estimated Universal
 Observer's Position**
 U1 = 03:02:00.000p
 U2 = 03:03:00.000p
 U3 = 03:04:00.000p
 U4 = 03:05:00.000p

Local Characteristics of Greatest Eclipse
 Sun = 15° 07' 08" Sun Alt. = 72.7°
 Long. = 150° 08' 17" Sun Azim. = 101.6°
 Path Width = 211.2 km Duration = 07:42.4s

**Geometric Observer
 Distance = Observer**
 L = 3387
 R = 0.987
 a = 48.23°
 Phase Sun Size = 1.000

0.00 0.25 0.50 0.75 1.00
 Kilometers

© Copyright 2005-2007 by JPL
www.jpl.nasa.gov/spice/epic.html

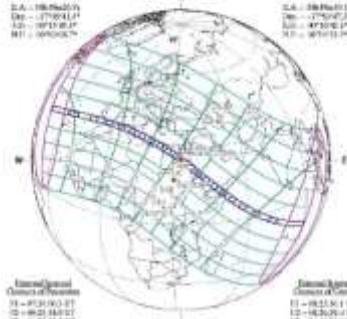
Total Solar Eclipse of 2027 Aug 03

Geometric Coordinates = 00:00:00.0°E $\Delta\alpha$ = 280.319702540
 Geometric Eclipse = 02:06:28.011 $\Delta\Omega$ = 240.019702540
 Eclipse Magnitude = 1.0786 $\Delta\omega$ = 0.1489

Solar Surface = 130 Δ Surface = 36 of 71

Site of Greatest Eclipse
 (Antarctica) (Coordinates)
 S.A. = 150°08.173h
 Dec. = 07°23.823p
 U.T. = 02:06:28.011
 S.P. = 047638.674

Apex of Greatest Eclipse
 (Antarctica) (Coordinates)
 S.A. = 150°08.17h
 Dec. = 07°23.82p
 S.L. = 075608.112h
 S.P. = 047638.674p



**Estimated Universal
 Observer's Position**
 U1 = 02:06:28.011p
 U2 = 02:07:28.011p
 U3 = 02:08:28.011p
 U4 = 02:09:28.011p

**Estimated Universal
 Observer's Position**
 U1 = 02:04:53.011p
 U2 = 02:06:08.011p
 U3 = 02:07:23.011p
 U4 = 02:08:38.011p

**Estimated Universal
 Observer's Position**
 U1 = 02:02:00.000p
 U2 = 02:03:00.000p
 U3 = 02:04:00.000p
 U4 = 02:05:00.000p

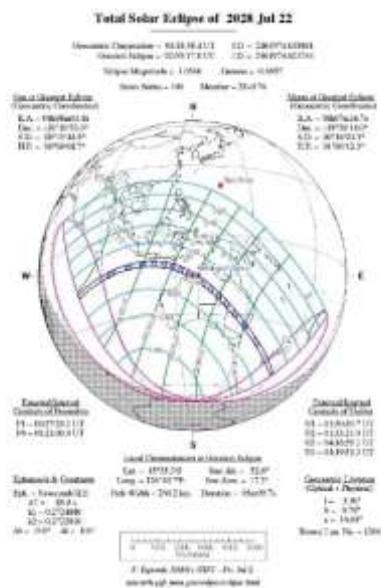
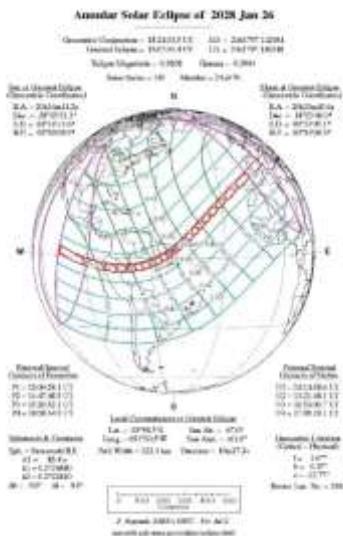
Local Characteristics of Greatest Eclipse
 Sun = 00° 00' 00" Sun Alt. = 90.0°
 Long. = 150° 08' 17" Sun Azim. = 90.0°
 Path Width = 257.7 km Duration = 09:22.6s

**Geometric Observer
 Distance = Observer**
 L = 0.00
 R = 1.000
 a = 1.000°
 Phase Sun Size = 1.000

0.00 0.25 0.50 0.75 1.00
 Kilometers

© Copyright 2005-2007 by JPL
www.jpl.nasa.gov/spice/epic.html

Tahun 2028

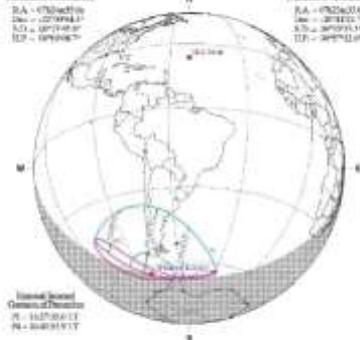


Partial Solar Eclipse of 2020 Jul 11

Observer Coordinates = 30.1473° N 111.1422° W (2020 Jul 11)
 Observer Address = 15155 NE 41st St. - 98075-1800
 Eclipse Magnitude = 0.2258 Duration = 1.8107
 Moon Semi-D. = 33" Moon Alt. = 2.600°

Site of Observer Eclipse
 (Geographic Coordinates)
 R.A. = 07^h59^m43.0^s
 Dec. = +27°09'44.0"
 N.P.D. = 62°50'16.0"
 E.P. = 109°08'57.0"

Site of Greatest Eclipse
 (Geographic Coordinates)
 R.A. = 07^h26^m47.6^s
 Dec. = +28°13'22.0"
 N.P.D. = 61°46'38.0"
 E.P. = 106°52'12.0"



Observer's Local
Coordinates
 RA = 07^h59^m43.0^s
 Dec. = +27°09'44.0"

Observer's S. Coords.
 RA = 07^h59^m43.0^s
 Dec. = +27°09'44.0"
 N.P.D. = 62°50'16.0"
 E.P. = 109°08'57.0"

Observer's Latitude
 (North = Positive)
 Lat. = 47°27'
 Lon. = 172°
 Elev. = 475'
 Source: See Sec. 1118

0 100 200 300 400 Miles
 0 100 200 300 400 Kilometers

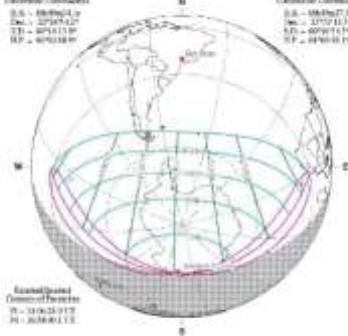
© Skyline, 2014-11-01, Ver. 4.0.2
www.purloinedsky.com

Partial Solar Eclipse of 2029 Dec 05

Observer Coordinates = 11.0623° N 111.1422° W (2029 Dec 05)
 Observer Address = 15155 NE 41st St. - 98075-1800
 Eclipse Magnitude = 0.2010 Duration = 1.9407
 Moon Semi-D. = 33" Moon Alt. = 31.470°

Site of Observer Eclipse
 (Geographic Coordinates)
 R.A. = 08^h09^m24.0^s
 Dec. = +27°09'44.0"
 N.P.D. = 62°50'16.0"
 E.P. = 109°08'57.0"

Site of Greatest Eclipse
 (Geographic Coordinates)
 R.A. = 08^h07^m27.1^s
 Dec. = +27°12'18.0"
 N.P.D. = 62°47'42.0"
 E.P. = 109°05'13.0"



Observer's Local
Coordinates
 RA = 08^h09^m24.0^s
 Dec. = +27°09'44.0"

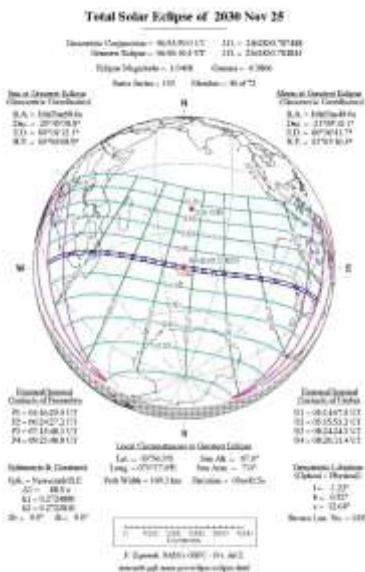
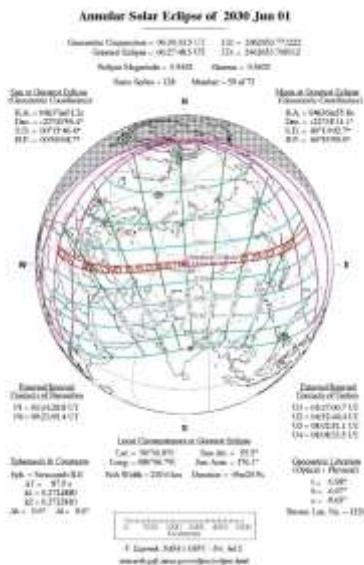
Observer's S. Coords.
 RA = 08^h09^m24.0^s
 Dec. = +27°09'44.0"
 N.P.D. = 62°50'16.0"
 E.P. = 109°08'57.0"

Observer's Latitude
 (North = Positive)
 Lat. = 27°12'
 Lon. = 172°
 Elev. = 475'
 Source: See Sec. 1118

0 100 200 300 400 Miles
 0 100 200 300 400 Kilometers

© Skyline, 2014-11-01, Ver. 4.0.2
www.purloinedsky.com

Tahun 2030



LAMPIRAN V

Perhitungan gerhana Matahari dengan metode Ephemeris pada bulan Ramadhan 1444 H di Semarang (LT = $-07^{\circ} 00'$ LS dan BT = $110^{\circ} 24'$ BT)

1. Kemungkinan terjadinya gerhana Matahari pada bulan Ramadhan 1444 H.

$$\begin{aligned}
 \text{Tahun 1430} &= 326^{\circ} 14' 12'' \\
 \text{Tahun 14} &= 112^{\circ} 39' 13'' \\
 \text{Jumadil Ula} &= 276^{\circ} 02' 15'' + \\
 &\quad 714^{\circ} 55' 40'' \\
 &\quad \underline{360^{\circ} 00' 00''} - \\
 &\quad 354^{\circ} 55' 40''
 \end{aligned}$$

Nilai ini berada diantara $348^{\circ} - 360^{\circ}$ sehingga pada bulan Ramadhan 1444 H kemungkinan terjadi gerhana Matahari.

2. Konversi tanggal kemungkinan terjadi gerhana Matahari 29 Ramadhan 1444 H atau 29 - 09 - 1444

$$\begin{aligned}
 \text{Tahun yang dilalui } 29 - 08 - 1443 \\
 1443 : 30 &= 48 \text{ daur lebih } 3 \text{ tahun} \\
 47 \text{ daur} &= 48 \times 10631 &= 510.288 \text{ hari} \\
 3 \text{ tahun} &= (3 \times 354) + 1 &= 1.063 \text{ hari} \\
 8 \text{ bulan} &= (4 \times 30) + (4 \times 29) &= 236 \text{ hari} \\
 29 \text{ hari} & &= \underline{29 \text{ hari}} + \\
 & &= 511.616 \text{ hari} \\
 \text{Tafawut M - H} & &= 227.016 \text{ hari} \\
 \text{Anggaran Gregorian} & &= \underline{13 \text{ hari}} + \\
 & &= 738.645 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 511.616 : 7 &= 73.088 \text{ sisa } 0 &= \text{Kamis} \\
 511.616 : 5 &= 102.323 \text{ sisa } 1 &= \text{Manis} \\
 738.645 : 1461 & &= 505 \text{ siklus} + 840 \text{ hari} \\
 505 \text{ siklus} &= 505 \times 4 &= 2020 \\
 840 \text{ hari} &= 840 : 365 &= 2 \text{ tahun sisa } 110 \text{ hari} \\
 110 \text{ hari} & &= 3 \text{ bulan} + 20 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Waktu yang dilewati adalah 2020 +3 bulan + 20 hari, dan waktu yang berjalan adalah 20 hari + 4 bulan + 2023.

Jadi 29 Ramadhan 1444 H = 20 April 2023

3. Mempersiapkan data astronomis dari Ephemeris pada tanggal 20 April 2023
4. Nilai FIB terkecil pada 20 April 2023 adalah 0,00001 pada pukul 4 GMT. Pada saat tersebut pula harga mutlak lintang Bulan adalah $0^{\circ} 23' 45''$ yang mana lebih kecil dari $01^{\circ} 24' 10''$ sehingga pada saat tersebut akan terjadi gerhana Matahari.
5. ELM 4 GMT = $29^{\circ} 50' 08''$
 ELM 5 GMT = $\underline{29^{\circ} 52' 38''}$ –
 $B_1 = 00^{\circ} 02' 30''$
6. ALB 4 GMT = $29^{\circ} 42' 06''$
 ALB 5 GMT = $\underline{30^{\circ} 16' 29''}$ –
 $B_2 = 0^{\circ} 34' 23''$
7. $MB = ELM - ALB$
 $= 29^{\circ} 50' 08'' - 29^{\circ} 42' 06''$
 $= 0^{\circ} 8' 2''$
8. $SB = B_2 - B_1$
 $= 0^{\circ} 34' 23'' - 00^{\circ} 02' 30''$
 $= 0^{\circ} 31' 53''$
9. $TI = MB : SB$
 $= 0^{\circ} 8' 2'' : 0^{\circ} 31' 53''$
 $= 0^J 15^m 7,06^d$
10. $Ijt 1 = \text{Waktu FIB} + TI$
 $= 4^J 0^m 0^d + 0^J 15^m 7,06^d$
 $= 4^J 15^m 7,06^d$
11. Melacak data berikut dengan interpolasi:
 Rumus = $A - (A - B) \times C$
 - a) $SD_{(jam 4^J 15^m 7,06^d)}$
 $SD_{(4 GMT)} = 0^{\circ} 15' 53,85''$
 $SD_{(5 GMT)} = 0^{\circ} 15' 53,44''$
 $SD_{()} = 0^{\circ} 15' 53,75''$
 - b) $HP_{(jam 4^J 15^m 7,06^d)}$
 $HP_{(4 GMT)} = 0^{\circ} 58' 20''$
 $HP_{(5 GMT)} = 0^{\circ} 58' 19''$
 $HP_{()} = 0^{\circ} 58' 19,75''$
 - c) $L_{(jam 4^J 15^m 7,06^d)}$

- $L_4 \text{ GMT} = - 0^\circ 23' 45''$
 $L_5 \text{ GMT} = - 0^\circ 20' 35''$
 $L_c = - 0^\circ 22' 57,13''$
- d) $SD_o \text{ jam } 4^J 15^m 7,06^d$
 $SD_o 4 \text{ GMT} = 0^\circ 15' 55,36''$
 $SD_o 5 \text{ GMT} = 0^\circ 15' 55,35''$
 $SD_o = 0^\circ 15' 55,36''$
- e) $Obl \text{ jam } 4^J 15^m 7,06^d$
 $Obl 4 \text{ GMT} = 23^\circ 26' 18''$
 $Obl 5 \text{ GMT} = 23^\circ 26' 18''$
 $Obl = 23^\circ 26' 18''$
- f) $e \text{ jam } 4^J 15^m 7,06^d$
 $e 4 \text{ GMT} = 0^\circ 00' 58''$
 $e 5 \text{ GMT} = 0^\circ 00' 59''$
 $e = 0^\circ 00' 58,25''$
12. $MP = 12 - e$
 $= 12 - (0^\circ 00' 58,25'')$
 $= 11^j 59^m 1,75^d$
13. $Ijt 2 = Ijt 1 + (\lambda : 15)$
 $= 4^J 15^m 7,06^d + (110^\circ 24' : 15)$
 $= 11^J 36^m 43,06^d$
14. $JI = [MP - Ijt 2] \times 15^\circ$
 $= [11^j 59^m 1,75^d - 11^J 36^m 43,06^d] \times 15^\circ$
 $= 5^\circ 34' 40,35''$
15. $A_1 = ELM - JI$
 $= 29^\circ 50' 08'' - 5^\circ 34' 40,35''$
 $= 24^\circ 15' 27,65''$
16. $\sin MA_1 = \sin A_1 \times \sin Obl$
 $= \sin 24^\circ 15' 27,65'' \times \sin 23^\circ 26' 18''$
 $MA_1 = 9^\circ 24' 19,01''$
17. $IA_1 = 90 - [MA_1 - \phi]$
 $= 90 - [9^\circ 24' 19,01'' - (- 7^\circ 00')]$
 $= 73^\circ 35' 40,99''$
18. $\sin SP = (\sin SB \times \cos MA_1) : (\sin HP_c \times \sin IA_1)$
 $= (\sin 0^\circ 31' 53'' \times \cos 9^\circ 24' 19,01'') : (\sin 0^\circ 58' 19,75'' \times \sin 73^\circ 35' 40,99'')$

- $SP = 34^{\circ} 12' 21''$
 19. $SBW = \sin JI : \sin SP$
 $= \sin 5^{\circ} 34' 40,35'' : \sin 34^{\circ} 12' 21''$
 $= 0^j 10^m 22,44^d$
20. $tgh = Ijt 2 - SBW$
 $= 11^j 36^m 43,06^d - 0^j 10^m 22,44^d$
 $= 11^j 26^m 20,62^d$
 $TGH = tgh - \text{koreksi waktu daerah}$
 $= 11^j 26^m 20,62^d - ((110^{\circ} 24' - 105) : 15)$
 $= 11^j 26^m 20,62^d - (0^j 21^m 36^d)$
 $= 11^j 4^m 44,62^d$
21. $JG = [MP - tgh] \times 15$
 $= [11^j 59^m 1,75^d - 11^j 26^m 20,62^d] \times 15^{\circ}$
 $= 8^{\circ} 10' 16,95''$
22. $A_2 = ELM - JG$
 $= 29^{\circ} 50' 08'' - 8^{\circ} 10' 16,95''$
 $= 20^{\circ} 39' 51,05''$
23. $\sin MA_2 = \sin A_2 \times \sin Obl$
 $= 20^{\circ} 39' 51,05'' \times \sin 23^{\circ} 26' 18''$
 $MA_2 = 8^{\circ} 4' 8,52''$
24. $IA_2 = 90 - [MA_2 - \phi]$
 $= 90 - [8^{\circ} 4' 8,52'' - (-7^{\circ} 00')]$
 $= 74^{\circ} 55' 51,48''$
25. $AIR = 90 - IA_2$
 $= 90 - 74^{\circ} 55' 51,48''$
 $= -18^{\circ} 02' 14,21''$
 Karena $MA_2 > 0$ dan $\phi < 0$ serta $[MA_2] > [\phi]$ maka $AIR = -AIR$
26. $\sin IkA = [\cos IA_2 \times \sin 0^{\circ} 51' 22'']$
 $= [\cos 74^{\circ} 55' 51,48'' \times \sin 0^{\circ} 51' 22'']$
 $IkA = 0^{\circ} 15' 35,83''$
 Karena $AIR < 0$ maka $IkA = IkA$
27. $L_c' = [L_c + IkA]$
 $= [-0^{\circ} 22' 57,13'' + 0^{\circ} 15' 35,83'']$
 $= -0^{\circ} 7' 21,3''$
 Karena $L_c < 0$ maka $L_c' = -L_c'$

Karena $L_c' < 0$ maka gerhana dimulai dari barat daya.

$$SD_o + SD_c = 0^\circ 15' 55,36'' + 0^\circ 15' 53,75'' = 0^\circ 31' 49,11''$$

$$SD_o + L_c' = 0^\circ 15' 55,36'' + - 0^\circ 7' 21,3'' = 0^\circ 8' 34,06''$$

$$SD_c + L_c' = 0^\circ 15' 53,75'' + - 0^\circ 7' 21,3'' = 0^\circ 8' 32,45''$$

Karena $L_c' <$ dari $(SD_o + SD_c)$ serta $SD_c > (SD_o + L_c')$ maka terjadi gerhana total.

28. $J = [SD_c + SD_o + [L_c']]$
 $= [0^\circ 15' 53,75'' + 0^\circ 15' 55,36'' + [0^\circ 7' 21,3'']]$
 $= 0^\circ 39' 10,41''$
 29. $B = [SD_c + SD_o - [L_c']]$
 $= [0^\circ 15' 53,75'' + 0^\circ 15' 55,36'' - [0^\circ 7' 21,3'']]$
 $= 0^\circ 24' 27,81''$
 30. $DK = \sqrt{J \times B}$
 $= \sqrt{(0^\circ 39' 10,41'' \times 0^\circ 24' 27,81'')}$
 $= 0^\circ 30' 57,41''$
 31. $SM = SB - 0^\circ 11' 48''$
 $= 0^\circ 31' 53'' - 0^\circ 11' 48''$
 $= 0^\circ 20' 5''$
 32. $SS = DK : SM$
 $= 0^\circ 30' 57,41'' : 0^\circ 20' 5''$
 $= 1^j 32^m 29,11^d$
 33. $MG = TGH - SS$
 $= 11^j 4^m 44,62^d - 1^j 32^m 29,11^d$
 $= 9^j 32^m 15,51^d$ (WIB)
 34. $SG = TGH + SS$
 $= 11^j 4^m 44,62^d + 1^j 32^m 29,11^d$
 $= 12^j 37^m 13,73^d$ (WIB)
 35. $LG = (B : (SD_o \times 2)) \times 100 \%$
 $= (0^\circ 24' 27,81'' : (0^\circ 15' 55,36'' \times 2)) \times 100 \%$
 $= 0,7681973287557 \%$
 $LG' = LG \times 12$
 $= 0,7681973287557 \% \times 12$
 $= 9,2183679450678$ (usbu')
- Karena LG' berada diantara 8,333 s/d 9,667 maka gerhana Matahari berwarna debu kebiru-biruan.

36. $SMk = [12 - LG'] : 15$

$$= [12 - 9,2183679450678] : 15$$

$$= 0^j 11^m 7,59^d$$

$$37. \text{ MT} = \text{TGH} - \text{SMk}$$

$$= 11^j 4^m 44,62^d - 0^j 11^m 7,59^d$$

$$= 10^j 53^m 37.03^d$$

$$38. \text{ ST} = \text{TGH} + \text{SMk}$$

$$= 11^j 4^m 44,62^d + 0^j 11^m 7,59^d$$

$$= 11^j 15^m 52,21^d$$

Kesimpulan

Gerhana Matahari terjadi pada hari Kamis Manis 20 April 2023 berupa gerhana Matahari Total. Apabila dilihat dari Semarang maka sebagai berikut:	
Mulai Gerhana	9 ^j 32 ^m 15,51 ^d
Mulai Total	10 ^j 53 ^m 37.03 ^d
Tengah Gerhana	11 ^j 4 ^m 44,62 ^d
Selesai Total	11 ^j 15 ^m 52,21 ^d
Selesai Gerhana	12 ^j 37 ^m 13,73 ^d
Lebar Gerhana	0,7681973287557 %
Warna Gerhana	Debu kebiru-biruan

LAMPIRAN VI

Penggunaan Volvele Inovasi Special Solar Eclipse (SSE) dalam Hisab Aplikatif Gerhana Matahari

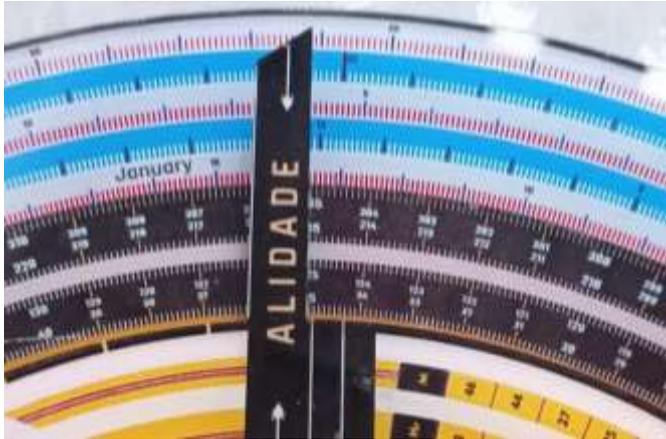
1. Tentukan tahun yang akan dicari gerhananya dalam hal ini tahun 2023 kemudian lihat data yang ada dalam piringan *epoch*. Dikarenakan tahun 2023 tidak terdapat dalam data *epoch* kita melihat dari tahun yang sebelumnya yang terdapat dalam *epoch* yaitu tahun 2021.

Tahun	K	F	Tanggal	J	M
2021	260	215,04144	13	11	13

2. Atur *alidade star* menuju piringan F sesuai dengan nilai F pada tahun 2021 yaitu 215,04144 dibulatkan menjadi 215.



- Putar kedua piringan (*epoch* dan F) secara bersamaan dan arahkan menuju tanggal permulaan *new moon* awal tahun pada piringan kalender yang terdapat dalam tabel *epoch* yaitu tanggal 13 Januari pukul 13.13 dibulatkan menjadi 13.00.



- Amati lingkaran *new moon* ke-13. Cek tanggalnya menggunakan bantuan penggaris (*ruler*).



5. *New moon* ke 13 pada tahun 2021 jatuh tidak pada bulan Desember sehingga hanya ada 12 *new moon* pada tahun tersebut. Sehingga lingkaran *new moon* ke-13 merupakan data awal tahun berikutnya. Catat tanggal Januari *new moon* ke-13 serta nilai *F* nya. *New moon* ke 13 jatuh pada tanggal 21 Januari pukul 7 GMT dengan nilai *F* 223. Karena tahun 2021 merupakan tahun pendek maka hasil *new moon* ke 13 dikurangi 18 hari 9 jam.

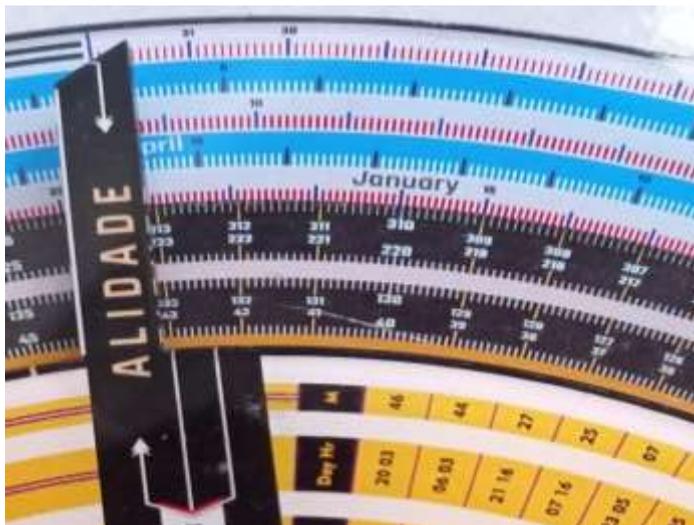
Tanggal	Jam
21 Januari	07:00 GMT
18 hari	09:00 GMT
2 Januari	22:00 GMT

Jadi data epoch untuk tahun 2022 adalah

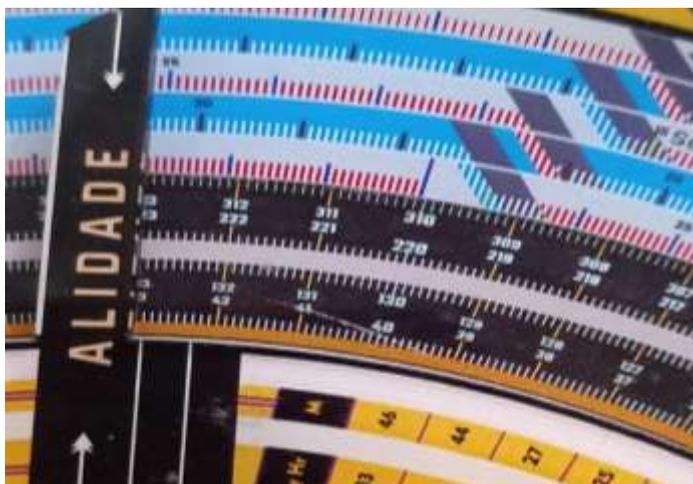
Tahun	F	Tanggal	Jam
2022	223	2	22



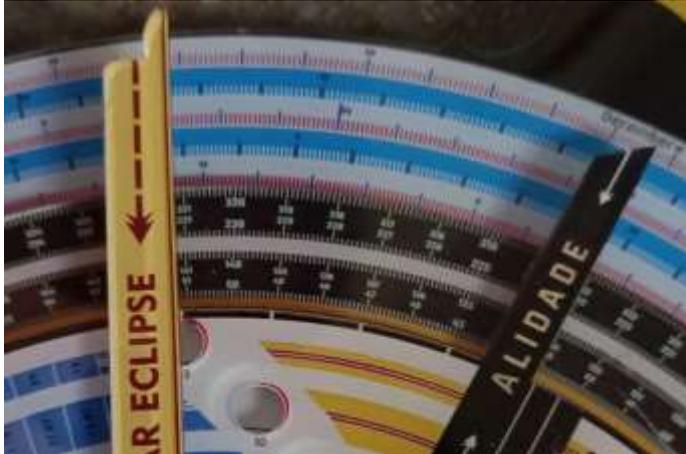
- Atur *alidade star* menuju piringan F sesuai dengan nilai F pada tahun 2022 yaitu 223.



- Putar kedua piringan (*epoch* dan F) secara bersamaan dan arahkan menuju tanggal permulaan *new moon* awal tahun yang sudah dicatat yaitu tanggal 2 Januari pukul 22.00.



- Amati lingkaran *new moon* ke-13. Cek tanggalnya menggunakan bantuan penggaris (*ruler*).



- Karena pada *new moon* ke 13 masih dalam bulan Desember maka pada tahun 2022 terdapat 13 kali *new moon*, Sehingga lingkaran *new moon* ke 14 merupakan awal *new moon* untuk tahun berikutnya.



10. Karena tahun 2022 merupakan tahun basithah maka hasil *new moon* ke 14 dikurangi 18 hari 9 jam. Catatlah tanggal Januari *new moon* ke-14 serta nilai F nya. *New moon* ke 14 jatuh pada tanggal 9 Februari pukul 4 GMT dengan nilai F 261,8. Karena tahun 2021 merupakan tahun pendek maka hasil *new moon* ke 13 dikurangi 18 hari 9 jam.

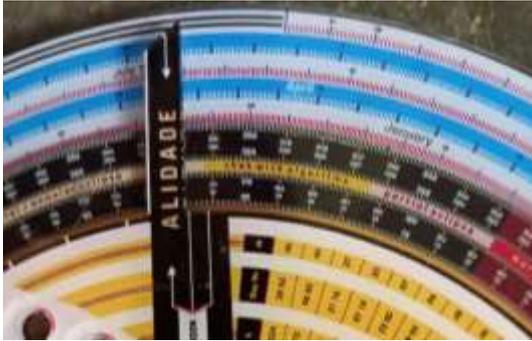
Tanggal	Jam
9 Februari	04:00 GMT
18 hari	09:00 GMT
21 Januari	19:00 GMT

Jadi data epoch untuk tahun 2023 adalah

Tahun	F	Tanggal	Jam
2023	261,8	21	19



11. Atur *alidade star* menuju piringan F sesuai dengan nilai F pada tahun 2023 yaitu 261,8.



12. Putar kedua piringan (*epoch* dan F) secara bersamaan dan arahkan menuju tanggal permulaan *new moon* awal tahun yang sudah dicatat yaitu tanggal 21 Januari pukul 19.00.



13. Pada piringan *epoch* terdapat 2 lubang yang menunjukkan terjadinya gerhana yaitu pada *new moon* ke 4 dan 10. Setelah dianalisis maka gerhana Matahari pada tahun 2023 terjadi pada 20 april pukul 04:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari annular/total dan pada 14 Oktober pukul 14:00 GMT dengan jenis gerhana Matahari annular/total.



Dari praktik tersebut kita dapat kita ambil kesimpulan bahwa:

Prediksi gerhana Matahari tahun 2023			
Tahun	Tanggal	Jenis	Jam
2023	20 April	Annular/total	04:00 GMT
	14 Oktober	Annular/total	14:00 GMT

LAMPIRAN VII

Perhitungan gerhana Matahari kitab Ad-Durul 'Aniq

البيانات التي في الكسوف الجذبي المركزي (Kasus 1) - 1113 هـ (1700-1701) - 1700

رقم	المتغير	القيمة	رقم	المتغير	القيمة
1	T	73.5	11	R	0.249842376
2	Δ	0.000000000	12	h	0.000000000
3	Δ	0.000000000	13	h	0.000000000
4	Δ	0.000000000	14	h	0.000000000
5	Δ	0.000000000	15	h	0.000000000
6	Δ	0.000000000	16	h	0.000000000
7	Δ	0.000000000	17	h	0.000000000
8	Δ	0.000000000	18	h	0.000000000
9	Δ	0.000000000	19	h	0.000000000
10	Δ	0.000000000	20	h	0.000000000

Data T = 73.5

1. Menentukan gerhana global (tinggi gerhana)

a. Menentukan waktu terjadinya puncak gerhana global

1. A_0 = 0.029899
2. B_0 = -0.427332
3. M = $\tan^{-1}(A_0 / B_0)$ = -276.2009668
4. m = $\sqrt{A_0^2 + B_0^2}$ = 0.4281771510
5. A_1 = 0.399892
6. B_1 = 0.248837
7. N = $\tan^{-1}(A_1 / B_1)$ = -63.74283499
8. n = $\sqrt{A_1^2 + B_1^2}$ = 0.4733887798
9. \cos = $\sin \cos (M - N) / m$ = 0.2988812882
10. \sin = $(M - N) / \Delta$ = -88.18-83.79 UT
11. R = $\sin + R_1 \sin$ = -0.249842376
12. h = $R_2 + R_1 \cos$ = -0.000000000

b. Menentukan tipe gerhana global

ولكون قيمة بعد القمر (0) أقل من (0.9975) للكسوف مركزي (total)

ولكون قيمة نصف قطر القمر (0) أكثر من (0) والقمر من (0.0001) للكسوف محلي (partial)

c. Menentukan posisi koordinat sebagai saat puncak gerhana sentral

1. α = 0.2781237
2. δ = 0.000000000
3. λ = 0.000000000
4. A = $\Delta d - \Delta l \sin$ = -0.278827795
5. B = $\Delta d + \Delta l \sin$ = -0.198888309
6. C = $\Delta d + \Delta l \cos$ = -11.413588802
7. W = $\Delta d + \Delta l \cos$ = 234.1240838
8. α_h = $\sqrt{C^2 + W^2}$ = 0.0000713881
9. β_h = $\Delta d \cos \alpha / \cos \alpha_h$ = 11.43327516
10. γ_h = $(\Delta d \cos \alpha / \sin^2 \alpha) - \cos \alpha_h$ = -0.000000000
11. d_r = $\tan^{-1}(B / A) \sin d / \cos d$ = -11.37860826
12. y_r = $B / A h$ = -0.355556813
13. α = $(1 - \alpha^2 - \beta^2)^{0.5}$ = -0.018158271
14. ϕ = $\sin^{-1}(\gamma_r \cos d_r + \beta \sin d_r)$ = -0.564573544
15. Φ = $\tan^{-1}(\alpha / h) \tan \phi$ = -49° 35' 46.15"
16. x_r = $\gamma_r \sin d_r + \alpha \cos d_r$ = 10.21208302
17. θ = $\tan^{-1}(x_r / y_r)$ = 125° 47' 41.3"
18. λ = $\theta - W = 0.004178$ Delta T

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

1. h = $\sin^{-1}(\sin \phi \sin d + \cos \phi \cos d \cos \theta)$ = 66° 39' 48.52"
2. α = $\sin d \cos \phi - \cos d \sin \phi \cos \theta$ = 0.55975454
3. γ = $\cos d \sin \theta$ = -0.173784801
4. Az = $\tan^{-1}(\gamma / \alpha)$ = 533° 88' 43.2"

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

1. ζ = $\alpha \cos (d_1 - d_2) - \beta_1 \sin (d_1 - d_2)$ = 0.01850038
2. ζ' = $(W \pi / 180) - (B \sin d + \zeta \cos d)$ = 0.254127122
3. η' = $(W \pi / 180) - (B \sin d - \zeta \cos d) \pi / 180$ = 0.008840975818
4. η_1 = $(A_1 - \zeta \eta') + (B_1 - \eta')^2$ = 0.336712649
5. L_1 = $\sqrt{\eta_1 - \zeta^2}$ = -0.001549000759
6. L_{sum} = $\text{abs}(2 L_1) / \eta_1$ = 0.01115.91

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

1. a_1 = 6378.137
2. k = $(\alpha^2 + (A(A_1 - \zeta) + B(B_1 - \eta'))^2 / \eta_1^2)^{0.5}$ = 0.926313031
3. Lebar = $(2 a_1 \text{abs}(L_1)) / k$ = 48.88437236 (km)

g. Menentukan magnitude saat puncak gerhana sentral

1. L_p = $R - \zeta / 20$ = 0.542571829
2. M_{ag} = $(L_1 - L_p) / (L_1 + L_p)$ = 1.013171264

2. Awal Dan Akhir Penumbra

a. Menentukan saat awal dan akhir penumbra

1. φ_p = $\sin^{-1}(m \sin (M - N) / (R + \mu_0))$ = 14.83342278
2. φ_n = $(R + 1) \cos \varphi_p / n$ = 2.709351158
3. tmp1 = $\tan - \varphi$ = -2.410658876
4. tmp2 = $\tan + \varphi$ = 3.00804244
5. Awal Penumbra = $\text{TD} + \text{tmp1} - \text{Delta T}$ = 01:34:08.13 UT
6. Akhir Penumbra = $\text{TD} + \text{tmp2} - \text{Delta T}$ = 06:59:15.46 UT

k. Menentukan koefisien tempo saat awal penerbangan

1. A	= A0 + A1 temp	= -1,166103613
2. B	= B0 + B1 temp	= -1,315930579
3. d	= d0 + d1 temp	= -11,37801555
4. W	= W0 + W1 temp	= -209,8746124
5. d ₁	= tan ⁻¹ (sin d / ((b / a) cos d))	= -11,6195347
6. p ₁	= ((sin d) ² + ((b / a) cos d) ²) ^{1/2}	= 0,99677888
7. p ₂	= B / p ₁	= -1,019214632
8. m ₁	= (A ² + p ₁ ²) ^{1/2}	= 1,348786817
9. z ₁	= A / m ₁	= -0,732884332
10. z ₂	= p ₂ / m ₁	= -0,618072887
11. φ ₁	= sin ⁻¹ (z ₁ cos d ₁)	= -46,18077888
12. θ	= tan ⁻¹ ((a / b) tan φ ₁)	= -88° 18' 81,88"
13. x ₂	= z ₂ sin θ	= -0,138252321
14. θ	= tan ⁻¹ (x ₂ / x ₁)	= -275,8143786
15. λ	= θ - W + 0,004178 Delta T	= -74° 42' 47,88"

l. Menentukan koefisien tempo saat akhir penerbangan

1. A	= A0 + A1 temp2	= 1,818821181
2. B	= B0 + B1 temp2	= 0,307253966
3. d	= d0 + d1 temp2	= 11,45311032
4. W	= W0 + W1 temp2	= 283,3780991
5. d ₁	= tan ⁻¹ (sin d / ((b / a) cos d))	= -11,49861719
6. p ₁	= ((sin d) ² + ((b / a) cos d) ²) ^{1/2}	= 0,996779551
7. p ₂	= B / p ₁	= 0,308146235
8. m ₁	= (A ² + p ₁ ²) ^{1/2}	= 1,846428861
9. z ₁	= A / m ₁	= 0,979592887
10. z ₂	= p ₂ / m ₁	= 0,169215146
11. φ ₁	= sin ⁻¹ (z ₁ cos d ₁)	= 11,25754666
12. θ	= tan ⁻¹ ((a / b) tan φ ₁)	= 11° 17' 88,88"
13. x ₂	= z ₂ sin θ	= -0,009466544
14. θ	= tan ⁻¹ (x ₂ / x ₁)	= -92,51899622
15. λ	= θ - W + 0,004178 Delta T	= -147° 18' 87,88"

3. Awal Dan Akhir Ujrah

a. Menentukan saat awal dan akhir utrah

1. q ₁	= sin ⁻¹ (m sin (M - N) / (S0 + x))	= 23,34077295
2. s ₁	= cos q ₁ / n	= 1,663438278
3. t _{ms1}	= tm - s ₁	= -1,364985996
4. t _{ms2}	= tm + s ₁	= 1,96719056
5. t _{ms3}	= t ₁ - t ₂ (S0 + 1,0025)	= -0,80523753341
6. Awal Ujrah	= TD + t _{ms1} - Delta T + t _{ms3}	= 82:56:33,71 UT
7. Akhir Ujrah	= TD + t _{ms2} - Delta T - t _{ms3}	= 85:56:49,88 UT

b. Menentukan koefisien tempo saat awal utrah

1. A	= A0 + A1 tms1	= -0,84819802
2. B	= B0 + B1 tms1	= -0,780598863
3. d	= d0 + d1 tms1	= 11,39302266
4. W	= W0 + W1 tms1	= 238,7461019
5. d ₁	= tan ⁻¹ (sin d / ((b / a) cos d))	= -11,43204811
6. p ₁	= ((sin d) ² + ((b / a) cos d) ²) ^{1/2}	= 0,996778184
7. p ₂	= B / p ₁	= -0,763057285
8. m ₁	= (A ² + p ₁ ²) ^{1/2}	= 1,001461455
9. z ₁	= A / m ₁	= -0,847943388
10. z ₂	= p ₂ / m ₁	= -0,761945984
11. φ ₁	= sin ⁻¹ (z ₁ cos d ₁)	= -48,31665056
12. θ	= tan ⁻¹ ((a / b) tan φ ₁)	= -87° 24' 43,88"
13. x ₂	= z ₂ sin θ	= -0,130999116
14. θ	= tan ⁻¹ (x ₂ / x ₁)	= 283,1241618
15. λ	= θ - W + 0,004178 Delta T	= -63° 48' 81,32"

c. Menentukan koefisien tempo saat akhir utrah

1. A	= A0 + A1 tms2	= -0,99824531
2. B	= B0 + B1 tms2	= -0,051822252
3. d	= d0 + d1 tms2	= 11,43874242
4. W	= W0 + W1 tms2	= 289,0868296
5. d ₁	= tan ⁻¹ (sin d / ((b / a) cos d))	= -11,47520458
6. p ₁	= ((sin d) ² + ((b / a) cos d) ²) ^{1/2}	= 0,996778224
7. p ₂	= B / p ₁	= -0,051988689
8. m ₁	= (A ² + p ₁ ²) ^{1/2}	= 0,999598432
9. z ₁	= A / m ₁	= -0,998463234
10. z ₂	= p ₂ / m ₁	= -0,052010584
11. φ ₁	= sin ⁻¹ (z ₁ cos d ₁)	= -2,82167535
12. θ	= tan ⁻¹ ((a / b) tan φ ₁)	= 87° 52' 53,52"
13. x ₂	= z ₂ sin θ	= -0,810348875
14. θ	= tan ⁻¹ (x ₂ / x ₁)	= 90,59368332
15. λ	= θ - W + 0,004178 Delta T	= -178° 47' 81,81"

4. Awal Dan Akhir Sentral

a. Menentukan saat awal dan akhir sentral

1. q ₁	= sin ⁻¹ (n sin (M - N))	= 23,27629812
2. s ₁	= cos q ₁ / n	= 1,664447534
3. t _{ms1}	= tm - s ₁	= -1,365755252
4. t _{ms2}	= tm + s ₁	= 1,963139818
5. t _{ms3}	= t ₁ - t ₂ cos(sin ⁻¹ (sin q ₁ / (S0 + x))) / n	= 0,0008082567733
6. Awal Sentral	= TD + t _{ms1} - Delta T + t _{ms3}	= 82:56:52,69 UT
7. Akhir Sentral	= TD + t _{ms2} - Delta T - t _{ms3}	= 85:56:38,89 UT

b. Menentukan koordinat tempat saat awal awal

1. A	$= AD + A1 \text{ mm}$	$= -0,400000562$
2. B	$= BD + B1 \text{ mm}$	$= -0,250796499$
3. d	$= d0 + d1 \text{ mm}$	$= 11,3930452$
4. W	$= W0 + W1 \text{ mm}$	$= 239,7319663$
5. A ₁	$= \tan^{-1}(\sin d / \cos d) \cdot \cos d$	$= 11,41613896$
6. A ₂	$= (\cos d)^2 + (\sin d) \cos d$	$= 0,99678104$
7. A ₃	$= B / \rho$	$= -0,76255527$
8. A ₄	$= (A^2 + \rho)^{1/2}$	$= 1,061873122$
9. A ₅	$= A / \rho$	$= -0,669777949$
10. A ₆	$= \rho / \rho$	$= -0,761628299$
11. A ₇	$= \sin^{-1}(\rho / \cos A)$	$= -48,3079942$
12. B	$= \tan^{-1}(\rho / \sin A)$	$= -48^{\circ} 34' 09,2''$
13. A ₈	$= \rho \sin A$	$= -0,188976239$
14. B	$= \tan^{-1}(\rho / \rho)$	$= 203,1196235$
15. L	$= \rho - W = 0,004178 \text{ Delta T}$	$= -87^{\circ} 48' 28,88''$

c. Menentukan koordinat tempat saat akhir awal

1. A	$= AD + A1 \text{ mm}$	$= -0,399866031$
2. B	$= BD + B1 \text{ mm}$	$= -0,082019848$
3. d	$= d0 + d1 \text{ mm}$	$= 11,49873384$
4. W	$= W0 + W1 \text{ mm}$	$= 289,6997712$
5. A ₁	$= \tan^{-1}(\sin d / \cos d) \cdot \cos d$	$= 11,49611378$
6. A ₂	$= (\cos d)^2 + (\sin d) \cos d$	$= 0,996778234$
7. A ₃	$= B / \rho$	$= -0,813187933$
8. A ₄	$= (A^2 + \rho)^{1/2}$	$= 1,000688758$
9. A ₅	$= A / \rho$	$= -0,399827204$
10. A ₆	$= \rho / \rho$	$= -0,813187475$
11. A ₇	$= \sin^{-1}(\rho / \cos A)$	$= 2,901820687$
12. B	$= \tan^{-1}(\rho / \sin A)$	$= 82^{\circ} 58' 28,28''$
13. A ₈	$= \rho \sin A$	$= -0,010352779$
14. B	$= \tan^{-1}(\rho / \rho)$	$= -92,3957094$
15. L	$= \rho - W = 0,004178 \text{ Delta T}$	$= -178^{\circ} 47' 38,3''$

5. Jalar Lintasan Gerakan Stasion

a. Menentukan koordinat jalar titik pusat gerbakan awal pada jam 03:58 UT

1. A ₁ Amplitudo Stasion (mm)	$= 07,90 \text{ UT}$
2. B ₁ fase	$= 023,7 \text{ Delta T} - 733$
3. A	$= AD + A1 \text{ mm}$
4. B	$= BD + B1 \text{ mm}$
5. d	$= d0 + d1 \text{ mm}$
6. W	$= W0 + W1 \text{ mm}$
7. K	$= AD + A1 \text{ mm}$
8. S	$= BD + B1 \text{ mm}$
9. A ₂	$= \rho - W + (\cos d)^2$
10. A ₃	$= B / \rho$
11. A ₄	$= (A^2 - \rho^2)^{1/2}$
12. A ₅	$= \sin d / \rho$
13. A ₆	$= (1 - \cos^2 d)^{1/2} \rho$
14. A ₇	$= \sin^{-1}(\rho / \cos A)$
15. B	$= \tan^{-1}(\rho / \sin A)$
16. A ₈	$= \rho \sin A$
17. B	$= \tan^{-1}(\rho / \rho)$
18. L	$= \rho - W + 0,004178 \text{ Delta T}$

b. Menentukan tinggi, salinitas, pada jalar titik pusat gerbakan awal pada jam 03:58 UT

1. t	$= W + L$	$= 277,3966407$
2. k	$= \sin^{-1}(\sin k \cos d + \cos k \cos d \cos t)$	$= 42^{\circ} 13' 29,66''$
3. e	$= \sin d \cos k - \cos d \sin k \cos t$	$= 0,464719801$
4. f	$= \cos d \sin k$	$= 0,04110195$
5. A ₁	$= \tan^{-1}(\rho / e)$	$= 87^{\circ} 47' 15,48''$

c. Menentukan luas, lebar dan magnitudo pada jalar titik pusat gerbakan awal pada jam 03:58 UT

1. A ₁	$= \rho - (1 - \cos d)^2$	$= 0,399866038$
2. A ₂	$= (\sin d \cos d) / (\rho \rho)$	$= 0,00130222729$
3. A ₃	$= \rho - (1 - \cos d) \rho$	$= 0,999999125$
4. C	$= \rho (\sin d \cos d - \rho \rho)$	$= 0,894883140$
5. e	$= W / \rho$	$= 0,261459978$
6. C	$= (1 - \cos d + \cos d) \rho$	$= 0,251121403$
7. A ₄	$= B - C / 2$	$= -0,00265834897$
8. A ₅	$= B - C / 2$	$= -0,542876204$
9. A ₆	$= B - C / 2$	$= -0,81342097688$
10. A ₇	$= B - C / 2$	$= 0,248282997$
11. A ₈	$= B - C / 2$	$= 0,240731833$
12. A ₉	$= 2 \cos L_1 (e)$	$= 0,348886188$
13. A ₁₀	$= 2 \cos L_1 (e)$	$= 98,98 \text{ (11,47)}$
14. A ₁₁	$= (\cos^2 d + \sin d + \sin d)^2 / \rho^2$	$= 0,39335194$
15. Lebar	$= (3750 \sin L_1) / L_1$	$= 45,9727966 \text{ (km)}$
16. Magn	$= (L_1 - 1) / (L_1 + 1)$	$= 1,612776278$

d. Menentukan koordinat batas awal pada jam 03:58 UT

1. A ₁	$= AD + A1 \sin d$	$= -0,240121832$
2. B ₁	$= AD + A1 \sin d + A1 Z1 \cos d$	$= -0,070999969$
3. Q	$= \cos W / \rho$	$= 132,3790185$
4. L	$= A - L_1 \sin Q$	$= -0,040801182$

1. Batas Utara

1. η	$= (B - L_2 \cos Q) / \rho_1$	$= -0.461465983$
2. ζ_1	$= (1 - \zeta^2 - \eta^2)^{0.5}$	$= 0.885912403$
3. ζ	$= -\eta \, ds_1 + \zeta_1 \, dc_1$	$= 0.959874531$
4. ϕ_1	$= \sin^{-1}(\eta \, dc_1 + \zeta_1 \, ds_1)$	$= -16.04933898$
5. ϕ	$= \tan^{-1}((a/b) \tan \phi_1)$	$= -16^\circ 06' 01.94''$
6. θ	$= \tan^{-1}(\zeta / \zeta_1)$	$= 357.1971716$
7. λ	$= \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$	$= 119^\circ 27' 19.9''$

2. Batas Selatan

1. η	$= (B - L_2 (-\cos Q)) / \rho_1$	$= -0.467586623$
2. ζ_1	$= (1 - \zeta^2 - \eta^2)^{0.5}$	$= 0.882697224$
3. ζ	$= -\eta \, ds_1 + \zeta_1 \, dc_1$	$= 0.957937833$
4. ϕ_1	$= \sin^{-1}(\eta \, dc_1 + \zeta_1 \, ds_1)$	$= -16.44542987$
5. ϕ	$= \tan^{-1}((a/b) \tan \phi_1)$	$= -16^\circ 29' 51.91''$
6. θ	$= \tan^{-1}(\zeta / \zeta_1)$	$= 357.1915146$
7. λ	$= \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$	$= 119^\circ 26' 59.6''$

e. Menentukan koordinat batas penumbraal pada jam 03:50 UT

1. a'	$= a'$	$= -0.246521632$
2. b'	$= A1 + \mu B \sin d + \mu L_2 20 \cos d$	$= 0.471611793$
3. Q	$= \tan^{-1}(a' / b')$	$= 332.4029631$
4. ξ	$= A - L_1 \sin Q$	$= 0.205999814$

1. Batas Utara

1. η	$= B - L_1 \cos Q$	$= -0.017907392$
2. ζ_1	$= (1 - \zeta^2 - \eta^2)^{0.5}$	$= 0.978388165$
3. ζ	$= -\eta \, ds_1 + \zeta_1 \, dc_1$	$= 0.955372304$
4. ϕ_1	$= \sin^{-1}(\eta \, dc_1 + \zeta_1 \, ds_1)$	$= 12.22351085$
5. ϕ	$= \tan^{-1}((a/b) \tan \phi_1)$	$= -12^\circ 15' 48.2''$
6. θ	$= \tan^{-1}(\zeta / \zeta_1)$	$= 12.16796941$
7. λ	$= \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$	$= 134^\circ 25' 34.8''$

2. Batas Selatan

1. η	$= B - L_1 \cos Q$	$= -0.943967116$
2. ζ_1	$= (1 - \zeta^2 - \eta^2)^{0.5}$	$= 0.25785686$
3. ζ	$= -\eta \, ds_1 + \zeta_1 \, dc_1$	$= 0.440070963$
4. ϕ_1	$= \sin^{-1}(\eta \, dc_1 + \zeta_1 \, ds_1)$	$= -60.92857448$
5. ϕ	$= \tan^{-1}((a/b) \tan \phi_1)$	$= -61^\circ 00' 36.8''$
6. θ	$= \tan^{-1}(\zeta / \zeta_1)$	$= 25.08457124$
7. λ	$= \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$	$= 147^\circ 29' 34.6''$

LAMPIRAN VIII**Data Epoch Tahun 1901 Sampai 2100**

F (AML)	Year	k	Day	Hr	M
60,01385	1901	-1224	20	03	46
122,86861	1905	-1175	06	03	44
216,39387	1909	-1125	21	16	27
279,24862	1913	-1076	07	16	25
12,77386	1917	-1026	23	05	07
75,62860	1921	-977	09	05	06
169,15384	1925	-927	24	17	48
232,00857	1929	-878	10	17	46
325,53380	1933	-828	26	06	29
28,38852	1937	-779	12	06	27
121,91373	1941	-729	27	19	10
184,76844	1945	-680	13	19	08
247,62315	1949	-630	29	07	50
341,14385	1953	-581	15	07	49
44,00304	1957	-532	01	07	47
137,52823	1961	-482	16	20	29
200,38291	1965	-433	02	20	28
293,90809	1969	-383	18	09	10
356,76277	1973	-334	04	09	08
90,28794	1977	-284	19	21	51
153,14260	1981	-235	05	21	49
246,66776	1985	-185	21	10	32
309,52241	1989	-136	07	10	30
43,04756	1993	-86	22	23	12
105,90220	1997	-37	08	23	11
199,42734	2001	13	24	11	53
262,28197	2005	62	10	11	51
355,80709	2009	112	26	00	34
58,66171	2013	161	12	00	32
152,18683	2017	211	27	13	15
215,04144	2021	260	13	13	13
308,56654	2025	310	29	01	55
11,42115	2029	359	15	01	54
74,27574	2033	408	01	01	52
167,80083	2037	458	34	14	16
230,65541	2041	507	02	14	33
324,18049	2045	557	18	03	15

27,03507	2049	606	04	03	14
120,56014	2053	656	19	15	26
183,41470	2057	705	05	15	54
276,93976	2061	755	21	04	37
339,79431	2065	804	07	04	35
73,31936	2069	854	22	17	18
136,17390	2073	903	08	17	16
229,69894	2077	953	24	05	58
292,55347	2081	1002	10	05	57
26,07850	2085	1052	25	18	39
88,93302	2089	1101	11	18	37
182,45804	2093	1151	27	07	20
245,31255	2097	1200	13	07	18

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Ni'ma Nadia Ul Ngulya
 Tempat, Tanggal Lahir : Sudimoro Bangun, 14 Maret 2001
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Alamat : Sudimoro Bangun RT 01/RW 01, Kec. Semaka, Kab. Tanggamus, Lampung
 Email : nimanadiaulngulya14@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

A. Formal

1. TK Bahrul Ulum Sudimoro (2006 – 2007)
2. SD N 1 Sudimoro Bangun (2007 – 2013)
3. MTs Bahrul Ulum Sudimoro (2013 – 2016)
4. MA MINAT Kesugihan (2016 – 2019)
5. UIN Walisongo Semarang (2019 – Sekarang)

B. Non-Formal

1. PP. Al-Ihya 'Ulumaddin (2016 – 2019)
2. PP. Life Skill Daarun Najaah (2019 – Sekarang)

Riwayat Organisasi:

1. HMJ Ilmu Falak UIN Walisongo (2019 – 2021)
2. CSSMoRA UIN Walisongo (2019 – Sekarang)
3. PMII UIN Walisongo Semarang (2019 – 2020)

Semarang, 8 Juni 2023



Ni'ma Nadia Ul Ngulya

NIM: 1902046085