

**ANALISIS PREDIKSI GERHANA BULAN
MENGUNAKAN *VOLVELLE* INOVASI SLE**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memporeh Gelar Sarjana Hukum
dalam Ilmu Falak**



Oleh:
Slamet Mulyo
1602046056

**FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Slamet Mulyo

NIM : 1602046056

Prodi/ Jurusan : Ilmu Falak

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

ANALISIS PREDIKSI GERHANA BULAN MENGGUNAKAN VOLVELLE INOVASI SLE

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya.

Semarang, 12 Juni 2023

Pembuat Pernyataan,



Slamet Mulyo

NIM : 1602046956

PENGESAHAN



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

Jalan prof. Dr. H. Hamka km 2 kampus III UIN Walisongo Semarang 50185
Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website: <http://fsh.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN

Nama : Slamet Mulyo
NIM : 1602046056
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : Analisis Prediksi Gerhana Bulan Menggunakan *Volvelle* Inovasi SLE

Telah diujikan dalam sidang munaqasah oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan dinyatakan lulus dengan predikat *cumlaude/baik/cukup*, pada tanggal 27 Juni 2023 dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar sarjana strata satu (S.1.) tahun akademik 2022/2023.

Semarang, 21 Juli 2023

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Dr. Fakhudin Aziz, Lc., M.A.
NIP. 198409112016011901

Sekretaris Sidang

Ahmad Munif, M.SI.
NIP. 198603062015031006

Penguji Utama I

Dr. Ahmad Syifaal Anam, S.HI., M.H.
NIP. 198001202003121001



Penguji Utama II

David Wildan, M.HI.
NIP. 198912242019031012

Pembimbing I

Ahmad Munif, M.SI.
NIP. 198603062015031006

PERSETUJUAN PEMBIMBING



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

Jalan prof. Dr. H. Hamka km 2 kampus III UIN Walisongo Semarang 50185
Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website: <http://fsh.walisongo.ac.id/>

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Slamet Mulyo

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah saya memberikan bimbingan dan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara:

Nama : Slamet Mulyo
NIM : 1602046056
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : "Analisis Prediksi Gerhana Bulan Menggunakan *Volvelle Inovasi SLE*"

Dengan ini kami mohon agar skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Semarang, 12 juni 2023

Pembimbing

Ahmad Munif, M.Si.

9860306 201503 1 006

MOTTO

لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ

الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ٤٠

“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.”

(Q.S. Yāsīn [36] : 40)¹

¹ Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan terjemahnya*, (Bandung : Sinar Baru Algensindo, 2009), 353

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB - LATIN

Pedoman transliterasi yang digunakan adalah Sistem Transliterasi Arab Latin Berdasarkan SKB Menteri Agama RI No. 158 Tahun 1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. No. 0543b/U/1987.

A. Konsonan Tunggal

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat di lihat dalam tabel berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ا	<i>Alif</i>	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
ث	<i>Sa</i>	Š	Es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>Ha</i>	Ḥ	Ha (dengan titil di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan Ha
د	<i>Dal</i>	D	De
ذ	<i>Zal</i>	Ž	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>Sad</i>	Ş	Es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Dad</i>	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	<i>Ta</i>	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>'ain</i>	' _	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>Waw</i>	W	We
ه	<i>Ha</i>	H	Ha
ء	<i>Hamzah</i>	'	Apostrof
ي	<i>Ya</i>	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apapun. Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal dalam bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal dan vokal rangkap. Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
َ	<i>Faṭḥah</i>	A	A
ِ	<i>Kasrah</i>	I	I
ُ	<i>Ḍammah</i>	U	U

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

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
َئِي	<i>Faṭḥah</i> dan <i>ya</i>	Ai	A dan I
َئُو	<i>Faṭḥah</i> dan <i>wau</i>	Au	A dan U

C. Maddah

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

Harakat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
ا... َ	<i>Faṭḥah</i> dan <i>alif</i>	Ā	A dan garis di atas
ي... ِ	<i>Kasrah</i> dan <i>ya</i>	Ī	I dan garis di atas
و... ُ	<i>Ḍammah</i> dan <i>wau</i>	Ū	U dan garis di atas

D. *Ta Marbūṭah*

Transliterasi untuk *ta marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta marbūṭah* yang hidup atau memiliki harakat *faṭḥah*, *kasrah*, atau *ḍammah* menggunakan transliterasi [t], sedangkan *ta marbūṭah* yang mati atau berharakat *sukun* menggunakan transliterasi [h].

E. *Syaddah*

Syaddah atau *tasydīd* yang dalam penulisan Arab dilambangkan dengan tanda *tasydīd* (ّ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan pengulangan huruf (konsonan ganda) yang di beri tanda *tasydīd*. Jika huruf *ya* (ي) ber-*tasydīd* di akhir sebuah kata dan didahului harakat *kasrah* (ِ), maka ia ditransliterasikan seperti huruf *maddah* (ī).

F. *Kata Sandang*

Kata Sandang dalam system tulisan Arab dilambangkan dengan huruf *alif lam ma'arifah* (ال).

Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang di transliterasi seperti biasa [al-], baik ketika diikuti oleh huruf syamsiah maupun huruf qamariah. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

G. Hamzah

Aturan transliterasi huruf *hamzah* menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi *hamzah* yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila *hamzah* terletak di awal kata, maka ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab ia berupa *alif*.

H. Penulisan kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata istilah atau kalimat Arab yang ditransliterasinya merupakan kata, istilah, atau kalimat yang belum dibukukan 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 satu 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* ditransliterasikan dengan huruf [t].

J. Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital, dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf kapital digunakan untuk menulis huruf awal nama, dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Apabila kata nama tersebut diawali oleh kata sandang (al-), maka yang ditulis kapital adalah huruf awal nama tersebut, kata sandang di tulis kapital (Al-), apabila berada di awal kalimat.

ABSTRAK

Volvelle sendiri diambil dari bahasa latin abad pertengahan yaitu *Volvella* yang artinya sebuah istilah instrumen yang terdiri dari satu atau lebih cakram kertas atau perkamen, dibentuk tumpang tindih dan dipasang pada halaman sebuah buku dengan pin (tali atau paku keling), yang memungkinkan setiap disk diputar secara independen di sekitar poros pusatnya. *Volvelle* adalah instrumen astronomi abad ke-18 yang digunakan untuk mengetahui waktu terjadinya gerhana. *Volvelle* Inovasi SLE ialah istilah baru yang mengikat *Volvelle* dari kepanjangan "*Special Lunar Eclipse*" terbilang cukup unik karena di desain khusus untuk mengetahui terjadinya gerhana bulan dan otomatis bisa untuk mengetahui waktu-waktu full moon dalam satu tahun kalender hanya dengan dua atau tiga gerakan dapat memvisualisasikan adanya gerhana tanpa menghitung dan bisa digunakan untuk memprediksi gerhana pada tahun-tahun sebelumnya dan sesudahnya.

Permasalahan penelitian ini adalah cara penentuan gerhana bulan, dan tingkat keakurasian dalam penentuan waktu gerhana, jenis penelitian ini adalah *library research*. Sumber data primernya diperoleh melalui instrumen dan wawancara pengembang *Volvelle* Inovasi SLE yaitu Ehsan Hidayat. Sedangkan sumber data sekundernya berupa dokumen yang berkaitan dengan gerhana bulan. Sedangkan proses analisis menggunakan analisis deskriptif.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa hasil analisis gerhana bulan berdasarkan acuan nilai F (argumen lintang bulan) jika mendekati 0° maka bisa dipastikan ada gerhana yang pasti terjadi. Namun nilai validitasnya jika dibandingkan dengan data *kontemporer* terbilang cukup valid. Walaupun hasil prediksinya tergolong hisab *taqribi*, prediksinya bisa menyamai *kontemporer* sehingga hasilnya masih perkiraan dan mendekati yang sebenarnya.

Keyword : Instrumen *Volvelle*, Prediksi, Gerhana Bulan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur kepada Allah swt yang maha pengasih lagi maha penyayang yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad saw, keluarga dan para sahabatnya serta orang-orang muslim yang selalu mengikuti langkah-langkahnya hingga akhir zaman.

Skripsi yang berjudul disusun untuk melengkapi syarat-syarat memperoleh gelar sarjana strata satu (S-1) pada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang.

Selanjutnya penulis menyadari bahwa terselesainya skripsi ini bukanlah hasil jerih payah penulis sendiri. Melainkan terdapat usaha dan bantuan baik berupa spiritual dan moral dari berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku rektor UIN Walisongo Semarang, serta jajaran staff, semua dosen maupun pegawai di lingkungan UIN Walisongo Semarang yang telah memfasilitasi penulis selama berkuliah di UIN Walisongo Semarang.
2. Bapak Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan para wakil dekan serta jajarannya yang

telah memberikan izin kepada penulis untuk menulis skripsi tersebut dan memberikan fasilitas untuk belajar dari awal hingga akhir.

3. Bapak Ahmad Munif, M.S.I, selaku Ketua Jurusan Prodi Ilmu Falak, dan seluruh jajaran pengelola baik dosen maupun pengajar dilingkungan prodi ilmu falak, atas segala didikan, bantuan dan kerja samanya yang tiada henti. Semoga ilmu yang diajarkan berkah dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan orang lain, aminn.
4. Ibu Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I., selaku Dosen wali yang telah memberikan memberikan bimbingan serta didikan dengan tulus kepada penulis selama kuliah di UIN Walisongo Semarang.
5. Bapak Ahmad Munif, M.S.I., selaku Pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dengan sabar serta tulus dan ikhlas untuk memberikan bimbingan, motivasi terbaiknya dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh guru penulis yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan serta didikanya selama menuntut ilmu.
7. Keluarga besar Pondok Pesantren Raudhotut Thalibin Tugurejo beserta seluruh pengurus khususnya kepada

Ibu Nyai,Hj. Muthohiroh, K.H. Muhammad Qolyubi, S.Ag., Drs. K.H. Musthagfirin., K.H. Abdul Kholiq, L.c., Ustadz Rokhani, M.Pd.I selaku pengasuh pondok yang selalu memberikan nasihat dan bimbingannya.

8. Ayahanda, ibunda dan adik-adikku yang senantiasa mendoakan setiap waktu, dengan sabar selalu menasehati dan senantiasa memberikan semangat serta dukungan baik moral maupun materil semua langkah-langkah penyusun dalam rangka menempuh pendidikan kuliah.
9. Dan teman-teman semuanya yang tidak bisa disebutkan satu persatu saya ucapkan banyak terima kasih. Berkat dukungan kalian semua akhirnya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.

Pada akhirnya penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini belum mencapai kesempurnaan. Namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan para pembaca.

Semarang, 23 Juni 2023
Penulis,



Slamet Mulyo
NIM. 1602046056

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
MOTTO	v
PEDOMAN TRANSLITERASI	vi
ABSTRAK	xii
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	20
C. Tujuan Penelitian	20
D. Manfaat Penelitian	20
E. Telaah Pustaka	21
F. Metode Penelitian	25
G. Sistematika Penulisan	30
BAB II : TINJAUAN UMUM GERHANA BULAN	
A. Pengertian Gerhana Bulan	32
B. Dasar Hukum Gerhana Bulan	38
C. Mekanisme Terjadinya Gerhana Bulan	45
D. Jenis-jenis Gerhana Bulan	49
E. Metode Penentuan Gerhana Bulan	54
BAB III : VOLVELLE INOVASI SLE SEBAGAI INSTRUMEN PREDIKSI GERHANA BULAN	
A. Pengertian Volvelle	68
B. Asal-usul atau Sejarah Volvelle	76
C. Keunggulan dan Keterbatasan Volvelle	84

	D. Penerapan dan Proses Penggunaan Volvele	87
BAB IV	: ANALISIS METODE PENENTUAN GERHANA BULAN MENGGUNAKAN VOLVELLE INOVASI SLE	
	A. Analisis Penerapan Gerhana Bulan Menggunakan Volvele Inovasi SLE ...	95
	B. Analisis Hasil Gerhana Bulan Volvele Inovasi SLE dan Akurasinya	101
BAB V	: PENUTUP	
	A. Kesimpulan	106
	B. Saran	108
	C. Penutup	109

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Data full moon awal tahun 2021

Tabel 4.1 : Data jam gerhana VI SLE dengan NASA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 : Volvelle Philippe de La Hire

Gambar 1.2 : Volvelle desain ulang oleh Bios

Gambar 1.3 : Volvelle Inovasi Basic

Gambar 1.4 : Volvelle Inovasi SLE

Gambar 2.1 : Skema gerhana bulan

Gambar 2.2 : Peristiwa gerhana bulan

Gambar 2.3 : Macam-macam gerhana bulan

Gambar 2.4 : Posisi gerhana bulan total

Gambar 2.5 : Posisi gerhana bulan sebagian

Gambar 2.6 : Posisi gerhana bulan penumbra

Gambar 3.1 : Volvelle milik Philippe de la hire

Gambar 3.2 : Replika Volvelle milik Philippe

Gambar 3.3 : Volvelle Inovasi Basic

Gambar 3.4 : Volvelle Inovasi SLE

Gambar 3.5 : Alidade lurus dengan F

Gambar 3.6 : Alidade lurus dengan jam

Gambar 3.7 : Gerhana pada full moon ke 5

Gambar 3.8 : Gerhana pada full moon ke 11

Gambar 3.9 : Gerhana dalam 1 tahun

Gambar 4.1 : Kurva gerhana Volvelle Inovasi SLE

Gambar 4.2 : Uji coba gerhana tahun 2021 M

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Di dalam riuhnya luar angkasa, terdapat benda-benda langit yang sudah lama menjadi petunjuk bagi kehidupan di bumi di antara benda-benda langit tersebut ialah Matahari, Bumi dan Bulan. Pada kesempatan kali ini akan membahas benda-benda langit yang berhubungan dengan fenomena alam terjadinya gerhana.² Matahari dan bulan merupakan dua benda ciptaan Allah yang sangat akrab dalam pandangan kehidupan di bumi. Peredaran dan silih bergantinya yang sangat teratur merupakan ketetapan aturan sang pencipta alam ini. Allah berfirman:

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ

“Matahari dan bulan (beredar) menurut perhitungannya.” (Q.S. 55 [Ar-Rahman]: 5).

Matahari dan bulan beredar pada porosnya menurut perhitungan yang sangat sempurna dan ketetapan yang tanpa cacat. Tim penyusun *Tafsir al-Muntakhab* yakni sejumlah pakar Mesir, mengomentari kata tersebut adalah: “Ayat ini menunjukkan bahwa

² Abdul Karim & M Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak Teori dan Implementasi*, (Yogyakarta: Qudsi Media, 2017), 35.

matahari dan bulan beredar sesuai dengan suatu sistem yang sangat akurat sejak awal penciptaannya. Penemuan itu menyatakan, bahwa matahari yang kelihatannya mengelilingi bumi dan bulan juga mengelilingi bumi itu pada garis edarnya masing-masing mengikuti hukum gravitasi. Perhitungan itu, terutama pada bulan, terjadi demikian telitinya.”

Dengan peredarannya yang sangat teliti itu, manusia dapat mengetahui bukan saja hari dan bulan, tetapi juga dapat mengetahui misalnya akan terjadi gerhana, jauh sebelum terjadinya. Semua itu menunjukkan kuasa Allah dalam menetapkan perhitungan dan mengatur sistem alam raya, sekaligus membuktikan pula anugerah-nya yang sangat besar bagi umat manusia dan seluruh makhluk.³

Islam mengajarkan bahwa Gerhana Matahari dan Gerhana Bulan adalah peristiwa astronomi yang merupakan tanda-tanda kebesaran Allah, tidak berkaitan dengan nasib buruk seseorang atau suatu negara. Bahkan sejumlah peristiwa Gerhana pernah terjadi di Indonesia bahkan seluruh dunia, baik

³ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al Mishbah : pesan, kesan, dan keserasian Al-Qur'an*, Volume XIII (Jakarta: Penerbit Lentera hati, 2003), cet. I, 497.

Gerhana Matahari Total, Gerhana Matahari Sebagian, Gerhana Matahari Cincin, Gerhana Bulan Total, maupun Gerhana Bulan Sebagian. Yakni bergerak dengan perhitungan dan tidak akan keluar dari garis edarnya, dan itu menjadi petunjuk untuk perhitungan hari, bulan dan tahun.

Dalam sejarah Islam pernah terjadi gerhana, pada masa itu gerhana terjadi bertepatan dengan waktu wafatnya putra Rasulullah SAW. beberapa riwayat menyebut, wafatnya putra Rasulullah SAW yang bernama Sayyid Ibrahim itu berada dalam usia masih muda yakni, 16 bulan, dan ada pula yang mengatakan 22 bulan.⁴

Hadis Nabi SAW mengatakan bahwa, telah diriwayatkan oleh Bukhari dan Muslim dari Ibnu Abbas, *“sesungguhnya matahari dan bulan itu adalah dua tanda di antara tanda-tanda kebesaran Allah SWT. Keduanya tidak terjadi gerhana karena meninggalnya seseorang atau lahirnya seseorang. Maka jika kamu melihat gerhana, hendaklah berdzikir kepada Allah SWT.”* Hadis di atas menjelaskan bahwa terjadinya

⁴ Salamun Ibrahim, *Ilmu Falak*, (Surabaya: Penebit Pustaka Progressif, 2003), cet. III, 85.

gerhana bukan akibat meninggalnya atau lahirnya seseorang namun kejadian alam yang luar biasa karena kekuasaan Allah SWT. Gerhana merupakan salah satu tanda kebesaran Allah SWT yang jika kaum muslimin melihatnya maka sangat disunnahkan untuk melakukan salat dan dzikir kepada Allah SWT sebanyak-banyaknya.

Namun dalam pengertian ilmu falak, gerhana ialah peristiwa alam yang terjadi akibat terhalangnya cahaya dari sebuah sumber oleh benda lain. Atau dengan kata lain gerhana merupakan kejadian terhalangnya sinar matahari oleh bulan yang akan sampai ke permukaan bumi atau terhalangnya sinar matahari oleh bumi yang akan sampai ke permukaan bulan pada saat bulan purnama. Peran ilmu falak dalam peristiwa ini sangatlah penting dan dominan karena dengan ilmu falak dan astronomi peristiwa penting ini dapat diketahui dengan prediksi lebih dini jauh sebelum peristiwa itu terjadi. Sehingga kaum muslimin dapat mengumumkan kepada jamaah islam dengan

rangka mempersiapkan untuk melakukan salat gerhana⁵

Fenomena gerhana merupakan tanda-tanda dari Allah untuk menakut-nakuti hambanya, sehingga apabila melihat sesuatu dari gerhana umat Islam diajarkan untuk merasa takut dan segera berdzikir kepada Allah dan memohon ampun atas segala khilaf dan dosa. Melalui gerhana Allah telah menunjukkan kekuasaan atas alam semesta tentang bagaimana ia mengatur keteraturan peredaran dalam orbit masing-masing sekian triliun juta benda-benda langit dalam benteng alam semesta serta bagaimana Allah menjelaskan keberagaman karakteristik benda-benda langit seperti matahari dan bulan yang walau terlihat sama bercahaya tapi hakikatnya berbeda sifat cahaya dan gerakannya.⁶

Sedangkan maksud gerhana sendiri ialah suatu peristiwa astronomi yang terjadi ketika suatu objek di langit bergerak ke arah bayangan objek lainnya, atau terhalangnya cahaya suatu benda oleh benda lain ke

⁵ Taufiqurrahman Kurniawan, *Ilmu Falak dan Tinjauan Matlak Global*, (Yogyakarta: MPKSDI Yogyakarta, 2010), cet. I, 29.

⁶ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), cet. I, 239.

suatu benda.⁷ Gerhana sebagaimana diketahui ada dua macam, yaitu gerhana Matahari dan gerhana Bulan. Gerhana Matahari terjadi ketika komposisi benda langit adalah Matahari, bulan dan bumi berada pada satu garis lurus. Sedangkan gerhana bulan terjadi ketika matahari, bumi dan bulan berada pada satu garis lurus. Gerhana Matahari terjadi pada fase bulan baru (*new moon*), sedangkan gerhana Bulan terjadi pada fase bulan purnama (*full moon*), yakni sekitar tanggal 14, 15, 16, dalam bulan Qamariyah (Hijriyah) namun keduanya tidak setiap bulan terjadi. Hal ini karena bidang orbit bulan dalam mengitari bumi tidak sejajar dengan bidang orbit bumi dalam mengitari matahari (bidang ekliptika), namun miring membentuk sudut sebesar 5 derajat. Seandainya bidang orbit bulan mengitari tersebut terletak tepat pada bidang ekliptika, maka setiap bulan baru akan selalu terjadi gerhana matahari, dan setiap bulan purnama akan selalu terjadi gerhana.⁸

Gerhana dalam bahasa arab di sebut dengan *Kusuf* atau *Khusuf*. Kedua kata tersebut dipergunakan

⁷ *Ibid.*, 18.

⁸ Rinto Anugraha, *Mekanika benda langit*, (Yogyakarta: Jurusan FMIPA UGM, 2012), 126.

baik untuk gerhana matahari maupun gerhana bulan. Hanya saja, kata *kusuf* lebih untuk penyebutan gerhana matahari (*Kusuf al-syams*) dan kata *khusuf* lebih dikenal untuk penyebutan gerhana bulan (*Khusuf al-qamr*).

Menurut berbagai istilah tersebut, istilah berbahasa arablah yang paling mendekati pada pengertian sebenarnya, di mana "*Kusuf*" berarti menutupi, sedangkan "*Khusuf*" berarti memasuki. Sehingga *Kusuf al-syamsi* menggambarkan Bulan menutupi Matahari baik sebagian ataupun seluruhnya. Sedangkan dalam bahasa Inggris disebut "*eclipse*" dan dalam bahasa Latin disebut "*ekleipsis*". Istilah ini dipergunakan secara umum, baik gerhana matahari maupun gerhana bulan. Namun dalam penyebutannya, didapat dua istilah *Eclipse of the Sun* untuk gerhana Matahari, dan *Eclipse of The Moon* untuk gerhana Bulan. Dan juga digunakan istilah *solar eclipse* untuk Matahari, dan *lunar eclipse* untuk gerhana Bulan.⁹

Terjadinya gerhana adalah karena sifat pergerakan benda langit berupa Bumi dan Bulan dalam

⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), cet. I, 105.

posisinya terhadap Matahari. Kita mengetahui bahwa bumi ini bulat dan berada di angkasa. Ia beredar mengelilingi matahari sambil berputar pada sumbunya. Lama bumi mengelilingi matahari adalah satu tahun atau tepatnya 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik (365,24220 hari). Lama bumi berputar pada sumbunya rata-rata 24 jam (sehari semalam). Perjalanan keliling bumi mengitari matahari itu bentuknya elips. Lingkaran lintasan keliling bumi mengitari matahari itu disebut ekliptika (*da'irah al-buruj*). Bersamaan dengan bumi beredar mengelilingi matahari, Bulan beredar pula mengelilingi Bumi. Lama perjalanan Bulan mengelilingi bumi dalam satu putaran sinodis adalah satu bulan atau rata-rata 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik (29.530588 hari). Jadi dalam satu kali bumi mengelilingi matahari, terjadi 12 kali bulan mengelilingi bumi. Saat ketika bulan dalam perjalanan kelilingnya berada di antara matahari dan bumi disebut konjungsi (*ijtima'*)¹⁰ yang dalam

¹⁰ *Ijtima'* disebut pula *Iqtiraan*, yaitu apabila Matahari dan Bulan berada pada bujur Astronomi (*Dawairul Buruj*) yang sama. Dalam astronomi dikenal dengan istilah Konjungsi (*Conjunction*). *Ijtima'* oleh para ahli hisab dijadikan pedoman untuk menentukan masuknya bulan baru qamariyah. Dalam ilmu hisab disebut juga dengan "*ijtima'un Nayyirain*".

astronomi disebut sebagai kelahiran bulan baru (*new moon*).¹¹

Gerhana memiliki banyak jenis, mulai dari Gerhana Matahari Total yaitu ketika seluruh piringan matahari tertutupi oleh piringan bulan, Gerhana Matahari Sebagian yaitu piringan bulan menutupi sebagian piringan matahari, Gerhana Matahari Cincin yaitu saat piringan bulan hanya menutupi bagian tengah piringan matahari, sementara bagian tepi matahari tetap bercahaya, Gerhana Matahari Hibrida yaitu bergeser antara gerhana total dan gerhana cincin, pada titik tertentu dipermukaan bumi gerhana ini muncul sebagai gerhana total, sedangkan pada titik lainnya muncul sebagai gerhana cincin, Gerhana Bulan Total yaitu waktu dimana seluruh piringan bulan masuk dalam bayangan inti bumi (*umbra*), Gerhana Bulan Sebagian yaitu ketika sebagian piringan bulan saja yang masuk pada bayangan inti bumi (*umbra*) yang kemudian keluar lagi, Gerhana Bulan Penumbra (*semu*) yaitu seluruh bagian bulan berada di bagian penumbra. Sehingga bulan masih dapat terlihat dengan

¹¹ *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, (Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009), cet. II, 95.

warna yang suram dan tidak begitu tampak dan terasa dari bumi.¹²

Dalam ilmu hisab atau perhitungan gerhana, para ahli falak (klasik) menggunakan data-data Matahari dan Bulan yang tercantum dalam kitab-kitab hisab seperti *Sullamun Nayyirain*, *Fath Raufil Mannan*, *Khulashah a-Wafiyah* dengan metode hisab muthalathah atau metode rubu' mujayyab. Sedangkan pakar astronomi menggunakan data-data kontemporer yang dikeluarkan oleh *Almanak Nautika*, *Astronomical Almanac*, *Jean Meuus*, *EW. Brown*, *New Comb*, dan *Ephemeris* dengan *spherical* trigonometri (ilmu ukur segitiga bola).¹³

Ada salah satu alat yang bisa memprediksi mengenai waktu terjadinya gerhana yaitu *Volvelle Philippe de La Hire* mulai di kenal pada awal abad ke-18 sebagai satu kemunculan dengan gagasan yang menarik dalam penentuan bujur geografis suatu tempat. Salah satu metode yang digunakan untuk

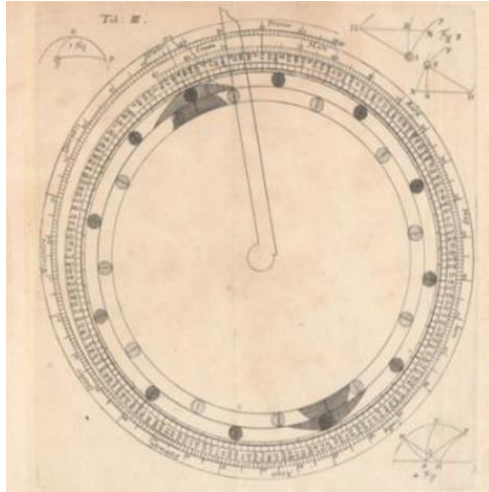
¹² Abdu Karim & M. Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Qudsi Media, 2017), 37.

¹³ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), cet. I, 106.

mengetahui bujur suatu tempat dan juga untuk memprediksi fenomena gerhana.

Dalam catatan sejarah instrumen menjadi teman dekat bagi astronom dan astrolog. Mereka yang memegang *Astrolabe*, berdiri di samping *Globe*, atau melakukan pengukuran ketinggian melalui pemandangan yang terlihat dengan bantuan penggaris parallax atau *horary quadrant*. Instrumen juga menjadi icon unggulan ilmu kuno dan abad pertengahan dalam publikasi modern. Dengan hal ini bisa di lihat dari cara mereka menggunakan instrumen tersebut sebagai gambaran sebuah karya ilmiahnya, baik buku, jurnal yang dipelajari. Bahkan keberadaan instrumen astronomi seperti Astrolabe menjadi atribut penting bagi astronom kuno. Instrumen astronomi mendapat perhatian lebih dalam peradapan islam, penemuan dan kreativitas menjadi ciri tersendiri bagi mereka lebih menyukai alat bantu visual dalam proses transmisi pengetahuan tentang ilmu astronomi.¹⁴

¹⁴ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvele Philippe De La Hire dalam penentuan Waktu Gerhana," *Tesis* Program Studi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2019), 64, tidak dipublikasikan.

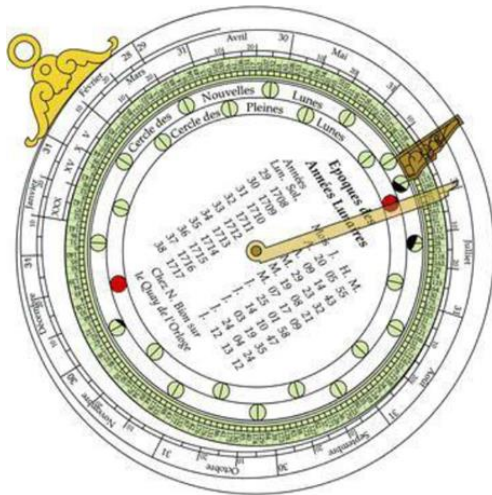


Gambar 1.1 : Volvelle Philippe De La Hire¹⁵

Kata *volvelle* sendiri terambil dari kata "*volvelle*" sebuah istilah yang berasal dari Bahasa Latin abad pertengahan, terdiri dari satu atau lebih cakram atau perkamen, dibentuk dan tumpang tindih dan di pasang pada halaman dengan pin (tali atau paku keling), yang memungkinkan setiap di putar secara independen di sekitar poros pusatnya.¹⁶

¹⁵ Ehsan Hidayat, "Inovasi Istrumen Volvelle Philippe de La Hire dalam penentuan Waktu Gerhana," *Tesis Program Studi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2019), 8, tidak dipublikasikan.

¹⁶ *Ibid.*, 2.



Gambar 1.2 : Volvelle desain ulang oleh Nicolas Bion¹⁷

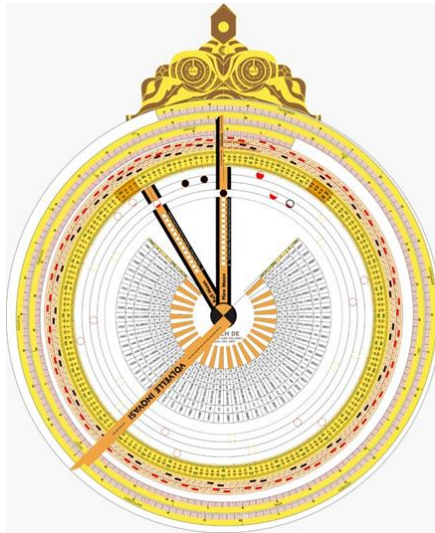
Volvelle ini terdiri dari atas tiga piringan yang terbagi atas satu piringan untuk data kalender yang diawali dengan 1 maret dan diakhiri 28/29 februari. Pada bagian ini konsep desain berbentuk spiral dan terletak di bagian dasar (bawah). Piringan kedua (bagian tengah) terdapat dua fungsi, yaitu data lunasi bulan selama 179 tahun dengan kombinasi angka-angka yang mengikuti barisan aritmatika serta area

¹⁷ Ehsan Hidayat, "Inovasi Istrumen Volvelle Philippe de La Hire dalam penentuan Waktu Gerhana," *Tesis Program Studi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2019), 8, tidak dipublikasikan.

bayang-bayang sebagai penanda gerhana dan jenisnya. Warna hitam untuk menandakan adanya gerhana matahari dan berwarna merah untuk gerhana bulan. Bagian depan (atas) terdiri atas *ruler* (penggaris) yang diposisikan pada tepi lingkaran sebagai penunjuk awal data lunasi dan lingkaran bagian pertama memuat 13 lingkaran kecil melingkar yang menggambarkan *new moon* dan bagian paling dalam sejumlah 12 sebagai *full moon*, masing-masing lingkaran dibuat berlubang. Pada bagian ini kita bisa mengetahui tanda terjadinya gerhana matahari atau bulan melalui lingkaran yang dilubangi tersebut. Di piringan atas ini juga di cantumkan data *epoch*¹⁸ yang dijadikan rujukan untuk perhitungan tahun berapa gerhana akan di prediksi. Kemudian penggaris tunggal yang berfungsi sebagai alat transfer dari data lunasi gerhana ke bagian kalender.¹⁹

¹⁸ Epoch adalah waktu yang digunakan sebagai patokan awal dalam perhitungan, sehingga sangat membantu seseorang untuk mempraktekan sebuah instrument.

¹⁹ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire dalam penentuan Waktu Gerhana," *Tesis Program Studi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2019), 6, tidak dipublikasikan.



Gambar 1.3 : Volvelle Inovasi Basic karya
Ehsan Hidayat²⁰

Di sisi lain penulis akan mengenalkan beberapa jenis *Volvelle* dari abad pertengahan sampai sekarang, yaitu *Volvelle* buatan *Phillipe De La Hire*²¹ dari perancis yang sudah hangus masa berlakunya, instrument astronomi islam menjadi satu di antara yang dikuasai oleh ilmuan muslim abad pertengahan. Budaya

²⁰ Gambar *Volvelle Inovasi Basic* didapat dari Ehsan Hidayat pada 3 Mei 2023

²¹ Philippe De La Hire adalah seorang astronom, ahli matematika, sekaigus sebagai arsitek kelahiran perancis yang menciptakan karya *Instrument Volvelle* pada abad ke 18.

pengembangan berlanjut dari ilmu satu ke ilmu lain, bahkan hingga abad modern ini. Ide baru dalam bidang instrument astronomi atau falak, terutama dalam penentuan gerhana bulan. Instrument yang dijelaskan ini tidak lain adalah hasil inovasi karya yang sudah ada yaitu *Volvelle* milik Philippe de La Hire dan kemudian diberi nama terbarunya tanpa menghilangkan nama *Volvelle* yaitu *Volvelle Inovasi Basic*, dan hasil pengembangannya dinamakan dengan *Volvelle Inovasi SLE* atau *Special Lunar Eclipse*. Instrument yang dikembangkan dengan terlebih dahulu menganalisa instrument yang sudah ada yaitu *Volvelle Inovasi Basic*. *Volvelle Inovasi Basic* ini merupakan karya Ehsan Hidayat yang juga menjadi bahan tesis dan merupakan suatu instrument yang menjadi pengawal atau pelopor dalam menghitung Gerhana dan instrument pertama yang dibuat dengan teknik non-siklus di Indonesia.²² sedangkan jenis *Volvelle Inovasi* ke empat ini hasil estafet karya sebelumnya yang dikembangkan oleh Ehsan Hidayat dengan nama barunya yaitu *Volvelle Inovasi SLE* nama

²² Ehsan Hidayat, Modul Seri IV *Volvelle Inovasi Special Lunar Eclipse* Definisi, Cara Penggunaan dan sekilas konsep zoom-in pada VI SLE, 04.

ini merupakan kepanjangan dari "*Special Lunar Eclipse*" yang artinya adalah Instrumen yang khusus digunakan untuk perhitungan waktu terjadinya gerhana Bulan. Dikarenakan gerhana bulan pasti terjadi di fase full moon atau istiqbal, maka Volvelle Inovasi SLE ini secara otomatis bisa untuk mengetahui waktu-waktu full moon dalam setahun kalender masehi. Adapun setiap instrumen pasti memiliki komponen utama yang berhasil menjalankan semua bagiannya. Tidak terkecuali Volvelle Inovasi yang memiliki komponen inti berupa piringan bulan. Terletak di tengah antara piringan kalender dan piringan epoch. Hal ini sekaligus menjelaskan bahwa komponen Volvelle Inovasi SLE hanya memiliki empat komponen piringan yaitu piringan kalender, piringan bulan atau F, dan piringan epoch serta ruler, berbeda dengan Volvelle Inovasi Basic yang memiliki lima piringan. Dengan piringan F tersebut meluaskan jangkauannya menjadi 4 sap yang akhirnya berhasil meluaskan semua skala awal (Skala Volvelle Inovasi Basic). Dimulai dari kalender yang tadinya memuat grid per dua jam, kini memiliki grid per satu jam. Begitu

juga jarak full moon satu ke full moon berikutnya, dan lain sebagainya.²³

Lebih detailnya, pada *Volvelle Inovasi SLE* ini kita akan mendapati area jenis gerhana terbagi menjadi 6 ruang; Total Eclipse (Gerhana Total), Check I (Kemungkinan gerhana total atau parsial), Partial (Gerhana Sebagian), Check II (Kemungkinan Gerhana Sebagian dan Penumbra), Penumbra (Gerhana Penumbra), dan Warning Area (Tidak dianggapnya gerhana). Fitur ini menjadi keunggulan tersendiri bagi *Volvelle Inovasi SLE* mengingat untuk mengetahui jenis gerhana, maka setidaknya kita harus mengetahui nilai gamma dan magnitudenya. Namun disini sudah bisa mengetahuinya melalui perwakilan piringan bulan (F). Hanya saja fitur jenis ini hanya terbatas untuk kasus gerhana yang terjadi antara tahun 1901-2100 Masehi sebagaimana epoch yang digunakan.²⁴

²³ Ehsan Hidayat, *Modul Seri IV Volvelle Inovasi SLE : Definisi, Cara Penggunaan, dan Sekilas Konsep Zoom-In*, Pada VI SLE, 07.

²⁴ *Ibid.*, 10.



Gambar 1.4 : Volvelle Inovasi SLE karya Ehsan Hidayat²⁵

Berdasarkan fenomena di atas, penulis menyadari bahwa instrument volvelle Inovasi SLE tersebut sangat diperlukan dengan mengkaji ulang secara mendalam serta mengembangkan beberapa tambahan sebagai evaluasi dari kekurangan yang ada. Dalam hal ini penulis mengangkat tema dengan judul **"Analisis Prediksi Gerhana Bulan Menggunakan *Volvelle Inovasi SLE*"**.

²⁵ Gambar *Volvelle Inovasi SLE* didapat dari Ehsan Hidayat pada 3 Mei 2023

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sebagaimana disebut, peneliti mengambil dua rumusan masalah agar dapat spesifik dalam pembahasannya sebagai berikut:

1. Bagaimana cara penentuan gerhana bulan dengan *volvelle* inovasi sle?
2. Bagaimana tingkat keakurasian *volvelle* inovasi sle dalam penentuan waktu gerhana?

C. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah diatas, tujuan yang akan dicapai dengan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tata cara gerhana bisa di prediksi menggunakan *volvelle* inovasi.
2. Untuk mengetahui kapan terjadinya gerhana yang dihasilkan oleh *volvelle* inovasi.

D. Manfaat Penelitian

Sesuai dengan rumusan diatas, manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pengetahuan tentang keilmuan dalam bidang ilmu falak dan ilmu astronomi.

2. Sebagai pengetahuan untuk semua lapisan masyarakat dalam menentukan prediksi gerhana.
3. Menjadikan karya ilmiah yang dapat dijadikan sumber kepada semua umat tentang fenomena gerhana.
4. Untuk menjadikan perkembangan ilmu falak di masa yang akan datang khususnya fenomena gerhana.

E. Telaah Pustaka

Penulis telah melakukan berbagai penelusuran terhadap penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Adapun penelitian terdahulu yang mengkaji tentang gerhana, diantaranya sebagai berikut:

Pertama, Inovasi Instrument Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana, Karya Ehsan Hidayat, Program Studi S-2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang 2019, Dalam penelitiannya tersebut, Ehsan menjelaskan tentang modifikasi *Volvelle Inovasi* barunya dengan menambahkan beberapa fitur dari *Volvelle* yang sebelumnya. Yakni menambahkan *grid* waktu, jam, hari dan pasaran. Ehsan memperbarui piringan *epoch* dengan mengganti

fungsi kegunaan untuk tahun 1902-2100 masehi. Sehingga lebih cepat dan mudah digunakan. Dalam hal akurasi, instrument ini tergolong masih sama dengan yang lama yaitu dengan nilai selisih minimum-maximum 0 jam – 22 jam 30 menit, dengan adanya tambahan koreksi anomaly Bulan dan Matahari, selisihnya berkisar 0-29 menit. Namun penelitiannya tersebut juga belum dikupas lengkap tentang jenis gerhana dan cara penentuan jenis gerhananya.²⁶

Kedua, skripsi Faddilla Arya Arfansa, Studi komparatif sistem perhitungan gerhana bulan pada *Volvelle Inovasi* koreksi dengan kitab *Irsyad Al-Murid*, skripsi fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang 2021, hasilnya penelitiannya yaitu sama-sama menggunakan metode hisab kontemporer. Penelitian ini membandingkan hasil perhitungan dari *Volvelle Inovasi* dengan kitab *Irsyad al-Murid*, dimana kitab tersebut merupakan pengembangan dari buku *Astronomical Algorithms* yang termasuk dalam hisab kontemporer karena sudah menggunakan rumus matematika modern sedang tabel yang digunakan

²⁶ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrument *Volvelle* Philippe De La Hire Dalam Penentu Waktu Gerhana," *Tesis* Program Studi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2019), tidak dipublikasikan.

Volvelle Inovasi adalah bersumber dari data kontemporer algoritma Jean Meeus, sedang nilai F (argumen lintang bulan) diperbarui berdasarkan persamaan aritmatika.²⁷

Ketiga, skripsi karya Lauha Nashiha, *Analisis Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi*, Skripsi Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang 2020, hasil penelitiannya adalah *Volvelle Inovasi* hanya menggunakan nilai argument lintang bulan (Nilai F) tanpa menggunakan perhitungan *magnitude* dan *gamma* dalam penentuan jenis gerhana sedangkan NASA menggunakannya. Meskipun *Volvelle Inovasi* hanya mengandalkan nilai F sebagai penentu gerhana namun nilai validitasnya jika dibandingkan dengan NASA terbilang cukup valid.²⁸

Keempat, Skripsi karya Putra Bagus Adityas, *Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan pada Instrument Volvelle Inovasi dan Ephemeris*, Skripsi Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang

²⁷ Faddilla Arya Arfansa, "Studi Komparatif sistem perhitungan gerhana bulan pada volvelle inovasi koreksi dengan kitab irsyad al-murid," *Skripsi* Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2021), tidak dipublikasikan.

²⁸ Lauha Nashiha, "Analisis Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi," *Skripsi* Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2020), tidak dipublikasikan.

2021, hasil penelitiannya adalah *Volvelle Inovasi* tergolong hisab haqiqi taqribi meskipun data yang dipakai bersumber dari data kontemporer *Jean Meeus*, namun tidak menggunakan koreksi apapun, jika dibandingkan dengan hisab kontemporer dalam hal ini adalah *Ephemeris* maka hasilnya masih dibawah hisab kontemporer, karena data-data yang digunakan hisab kontemporer ini lebih valid dan lebih akurat, dan dalam pengambilan datanya pun juga sudah menggunakan tabel yang sudah diprogram dalam computer.²⁹

Kelima, artikel jurnal *Fenomena Gerhana Dalam Wacana Hukum Islam dan Astronomi*, jurnal *Al-'Adalah*, Vol.X, No. 2 Juli 2011, Karya Muhammad Jayusman.³⁰ Peristiwa astronomi biasa yang tidak berhubungan dengan mitos. Ketika terjadi gerhana di suatu daerah disyari'atkan untuk melaksanakan salat gerhana dan melakukan *observasi* gerhana, sebagai salah satu tanda-tanda kekuasaan allah swt.

²⁹ Putra Bagus Adityas, "Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan pada Instrument *Volvelle Inovasi* dan *Ephemeris*," *Skripsi* Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, (Semarang, 2021), tidak dipublikasikan.

³⁰ Muhammad Jayusman, "Fenomena Gerhana dalam Wacana Hukum Islam dan Astronomi", *Jurnal Al-'Adalah*, Vol. X, No.2, Juli 2011, 237.

F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kepustakaan (*library research*). Penelitian kepustakaan adalah penelitian yang dilaksanakan dengan menggunakan literatur (kepustakaan), baik berupa buku, catatan maupun hasil penelitian terdahulu. Sedangkan penelitian adalah proses kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui sesuatu secara teliti, kritis dalam mencari fakta-fakta dengan menggunakan langkah-langkah tertentu.

2. Sumber Data Penelitian

a. Data Primer

Data pimer adalah sebuah data yang langsung didapatkan dari sumber dan diberi kepada pengumpul data atau peneliti. Sederhanya bahwa sumber data primer yang didapat

adalah wawancara dengan subjek penelitian, dokumentasi dan gabungan keduanya.³¹

Dalam penelitian ini data primer yang di gunakan oleh penulis berupa hasil wawancara dengan perancang Volvelle Inovasi SLE, Ehsan Hidayat, data yang berasal dari dokumen thesis Ehsan Hidayat yang berjudul Inovasi Instrument Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, mungkin bersumber dari orang lain, atau liwat dokumen, media. Atau berbagai informasi yang telah ada sebelumnya dan dengan sengaja dikumpulkan oleh peneliti yang digunakan untuk melengkapi kebutuhan data penelitian.

Dan data tambahan yang digunakan sebagai pelengkap dari pendukung data primer. Peneliti menggunakan data karya

³¹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2009), cet. VIII, 225.

ilmiah seperti buku-buku catatan, jurnal, artikel, buku falak, serta dokumentasi penelitian terdahulu.

3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode sebagai berikut:

a. Metode Wawancara

Pilihan wawancara sebagai cara utama dalam mengumpulkan data penelitian kualitatif didasarkan pada macam-macam informasi yang diperlukan, wawancara dapat dirancang dan dilakukan secara berentang mulai dari situasi yang formal maupun situasi informal, atau dari pertanyaan tersruktur sampai dengan pertanyaan tidak terstruktur.³²

Sedangkan narasumber wawancara dalam penelitian ini adalah Ehsan Hidayat, seorang alumni Pascasarjana Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang sekaligus perancang Konstruksi Instrument *Volvelle Inovasi SLE*. Penulis sendiri melakukan wawancara secara

³² Nurul Ulfatin, *Metode Penelitian Kualitatif di Bidang Pendidikan: Teori dan Aplikasinya*, (Malang: Media Nusa Creative, 2015), cet. III, 190.

langsung maupun melalui telephone untuk mendapatkan berbagai data yang berkaitan dengan prediksi gerhana dari Instrument *Volvelle Inovasi* hasil modifikasinya, yaitu *Volvelle Inovasi SLE* (Spesial Lunar Eclipse).

b. Metode Dokumentasi

Dokumentasi sendiri berproses dan berawal dari mengimpun dokumen, memilih-milih dokumen sesuai dengan tujuan penelitian, menerangkan dan mencatat serta menafsirkannya serta menghubung-hubungkannya dengan fenomena lain.³³ Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian ini, peneliti menggunakan dokumentasi yaitu mencari data mengenai suatu hal atau variabel yang berupa catatan, skripsi, jurnal, buku, dan sebagainya. Penulis menghimpun buku-buku, artikel, jurnal, skripsi yang berhubungan dengan *Volvelle Inovasi SLE* tentang Gerhana Bulan.

4. Teknis Analisis Data

³³ Dewi Sadiah, *Metode Peneitian Dakwah Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2015), cet. 1, 91.

Berdasarkan hal tersebut di atas di kemukakan di sini bahwa, analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari wawancara (*interview*), catatan lapangan, dan dokumentasi, dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipeajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah di fahami oleh diri sendiri maupun orang lain.³⁴

Setelah data terkumpul, kemudian diolah dan dianalisis. Dalam menganalisis data, penulis menggunakan analisis deskriptif (*descriptive analysis*). Teknik analisis deskriptif yaitu menggambarkan sifat atau keadaan yang dijadikan objek dalam penelitian, yaitu menjelaskan secara ilmiah konsep prediksi gerhana bulan menggunakan *Volvelle Inovasi SLE*.

³⁴ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2009), cet. VIII, 244.

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan penelitian ini terbagi dalam 5 (lima) bab yang di dalamnya berisi atas sub-sub pembahasan. Berikut ini adalah sistematika penulisannya:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini merupakan pendahuluan yang berisi uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, telaah pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN UMUM GERHANA BULAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai landasan teori dan pokok permasalahan penelitian. Di dalamnya meliputi beberapa sub pembahasan, yaitu meliputi pengertian gerhana bulan, dasar hukum gerhana bulan, mekanisme terjadinya gerhana bulan, jenis-jenis gerhana bulan, metode penentuan gerhana.

BAB III : VOLVELLE INOVASI SLE SEBAGAI INSTRUMEN PREDIKSI GERHANA BULAN

Pada bab ini meliputi pembahasan secara khusus meliputi beberapa sub pembahasan, yaitu pengertian *Volvelle* Inovasi SLE, Asal-usul atau sejarah *Volvelle*, keunggulan dan keterbatasan *Volvelle* Inovasi SLE, penerapan dan proses penggunaannya.

BAB IV : ANALISIS METODE PENENTUAN GERHANA BULAN MENGGUNAKAN VOLVELLE INOVASI SLE

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai analisis penerapan gerhana bulan menggunakan *Volvelle* Inovasi SLE, analisis hasil gerhana bulan *Volvelle* inovasi sle dan keakurasiannya.

BAB V : PENUTUP

Merupakan bab terakhir yang meliputi kesimpulan dan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian penulis dan penutup.

BAB II

TINJAUAN UMUM TENTANG GERHANA BULAN

A. Pengertian Gerhana Bulan

Gerhana adalah suatu peristiwa astronomi yang terjadi ketika satu objek di langit bergerak ke arah bayangan objek lainnya, atau terhalangnya cahaya suatu benda oleh benda lain ke suatu benda. Gerhana dalam bahasa arab di sebut dengan "*kusuf*" atau "*khusuf*" sedangkan dalam bahasa inggris adalah "*eclipse*". Untuk penyebutan istilah gerhana dalam bahasa arab, *kusuf* biasanya lebih dipergunakan untuk penyebutan gerhana matahari, sedangkan *khusuf* biasanya dipergunakan untuk penyebutan gerhana bulan. perbedaan istilah ini dapat ditelusuri dengan melihat perbedaan makna di antara keduanya. *Kusuf* berarti "menutupi", artinya bahwa ada fenomena alam di mana bulan menutupi matahari, inilah yang disebut dengan terjadinya fenomena gerhana matahari. Sedangkan *Khusuf* memiliki pengertian "memasuki", artinya bahwa ada fenomena alam dimana bulan memasuki bayangan matahari, ini yang disebut dengan peristiwa gerhana bulan.³⁵

³⁵ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), cet. I, 266.

Sedangkan dari bahasa keduanya sama-sama memiliki arti gerhana, hanya saja dalam penggunaan *kusuf* lebih di kenal dengan gerhana matahari (*kusuf al-syams*) dan kata *khusuf* di kenal dengan nama gerhana bulan (*khusuf al-qamr*). Sedangkan kata bahasa inggris *Eclipse* berarti gerhana dan dalam bahasa latin *Eclipse*. Kata *eclipse* dipergunakan secara umum dalam penyebutan gerhana, baik gerhana matahari maupun gerhana bulan. Namun dalam penyebutannya, didapat dua istilah *Eclipse of the sun* untuk gerhana Matahari, dan *Eclipse of The Moon* untuk gerhana Bulan. Dan juga digunakan istilah *solar eclipse* untuk Matahari, dan *lunar eclipse* untuk gerhana Bulan.³⁶

Bulan (القمر) ialah benda langit yang mengikuti atau mengelilingi bumi (satelit bumi). Bulan tidak memancarkan cahaya sendiri, akan tetapi hanya memantulkan sinar matahari jika dilihat dari bumi. Bulan memiliki fase-fase dalam pencahayaan yang dimulai saat ijtimak yang tidak memancarkan cahaya sampai bulan purnama yang terlihat bulat penuh.³⁷ Bulan berotasi mengelilingi porosnya dengan

³⁶ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), cet. I, 105.

³⁷ Abdul Karim & Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Qudsi Media, 2017), 36.

kecepatan yang sama, saat mengelilingi bumi.³⁸ Namun perlu diketahui bahwa jalannya orbit bulan dalam mengelilingi bumi tidak berbentuk lingkaran sejati namun bentuknya elips, sehingga jarak bumi-bulan dan diameter bulan yang terlihat akan bervariasi.³⁹ Perlu diketahui bahwa jarak antara bulan dan matahari rata-rata 384.400 km.⁴⁰ namun saat bulan berada di titik terdekat dengan bumi, bulan memiliki jarak sebesar 356.400 km dan semi diameter 16' 46". sedangkan pada saat bulan berada pada titik terjauh dari bumi bulan memiliki jarak 406.700 km dan semi diameter 14' 42" variasi jarak dan ukuran bulan ini mencapai 12%.⁴¹ Bulan juga melakukan revolusi mengelilingi bumi dan juga berotasi di sekitar porosnya dalam waktu $27\frac{1}{3}$ hari dalam hubungannya dengan bumi. Dan $29\frac{1}{2}$ hari dalam kaitannya dengan matahari. Peredaran yang berlangsung sekali dalam

³⁸ A. Kadir *Formula Baru Ilmu Falak*, (Jakarta: Amzah, 2012), cet. I, 33.

³⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), cet. I, 108.

⁴⁰ A. Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak*, (Jakarta: Amzah, 2012), cet. I, 33.

⁴¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), cet. I, 108.

27 $\frac{1}{3}$ hari itu di sebut peredaran Sideris, dan yang berlangsung 29 $\frac{1}{2}$ hari dinamakan peredaran Sinodis.⁴²

Gerhana bulan atau *Khusuf al-Qamar* (خسوف القمر) diibaratkan jatuhnya bayangan bumi ke permukaan bulan pada waktu matahari bumi dan bulan dalam satu garis lurus atau saat sebagian atau seluruh piringan bulan memasuki kerucut bayangan inti bumi (*umbra*). Keadaan itu, menjadikan sinar matahari tidak dapat menerobos ke bulan dikarenakan terhalang oleh bumi. Akibatnya bulan tidak dapat memantulkan sinar matahari ke bumi.⁴³

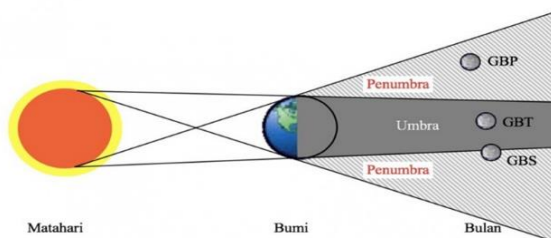
Gerhana bulan (*lunar eclipse*) terjadi apabila bulan sedang berposisi dengan bumi dan matahari. Sehingga bumi berada di antara bulan dan matahari yang sejajar dan satu garis lurus, lebih dikenal dengan oposisi atau *istiqbal*⁴⁴, pada saat itulah terjadinya gerhana bulan. Sehingga cahaya matahari yang menuju ke bulan terhalang oleh bumi, peristiwa ini

⁴² A. Kadir, *Formula Ilmu Falak*, (Jakarta: Amzah, 2012), cet. I, 33.

⁴³ Abdul Karim & Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Qudsi Media, 2017), 37.

⁴⁴ Istiqbal atau oposisi adalah bulan bermuqabalah atau berposisi dengan matahari pada waktu bulan purnama, yakni selisih bujur astronomi matahari dan bulan sebesar 180°. Lihat. A. Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak*, Jakarta: Amzah, 2012, 203.

mengakibatkan bulan menjadi gelap karena tidak ada cahaya matahari yang biasa dipantulkan.⁴⁵



Gambar 2.1: Skema Gerhana Bulan⁴⁶

Jika ditinjau penampakkannya dari permukaan bumi, gerhana Bulan dapat digolongkan menjadi dua bentuk yaitu gerhana bulan total, dan gerhana bulan sebagian. *Pertama* adalah gerhana Bulan total (*total lunar eclipse*). Gerhana ini terjadi ketika bulan berada sepenuhnya di dalam kerucut umbra bumi,⁴⁷ manakala posisi matahari-bumi-bulan pada satu garis lurus dan sejajar yang mengakibatkan terhalangnya cahaya

⁴⁵ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), cet. I, 323.

⁴⁶<https://www.nu.or.id/nasional/hari-ini-gerhana-bulan-penumbra-tidak-disunahkan-shalat-khusuf-jSKSe>

⁴⁷ Rinto Anugraha, *Mekamika benda langit*, Jurusan Fisika Fakultas MIPA UGM, (Yogyakarta, 2012), 127.

matahari oleh bumi, sehingga seluruh piringan bulan berada di dalam bayangan inti bumi.⁴⁸

Gerhana Bulan Total akan mengalami empat kali kontak, yaitu:

1. Kontak *pertama* adalah ketika piringan bulan mulai menyentuh masuk pada bayangan bumi, pada posisi ini waktu mulai gerhana.
2. Kontak *kedua* adalah ketika seluruh piringan bulan sudah memasuki bayangan bumi, pada posisi ini mulai waktu total.
3. Kontak *ketiga*, adalah ketika piringan bulan mulai menyentuh untuk keluar dari bayangan bumi, pada posisi ini waktu akhir total.
4. Kontak *keempat* adalah ketika seluruh piringan bulan sudah keluar dari bayangan bumi, pada posisi ini waktu gerhana berakhir.⁴⁹

Kedua adalah gerhana Bulan sebagian (*partial lunar eclipse*) gerhana ini terjadi ketika bulan hanya

⁴⁸ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktek*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), cet. I, 188.

⁴⁹ *Ibid.*, 190.

sebagian berada di dalam kerucut umbra bumi, manakala posisi matahari-bumi-bulan tidak satu garis lurus, sehingga hanya sebagian piringan bulan saja yang memasuki bayangan inti bumi.

Gerhana bulan sebagian akan mengalami dua kali kontak, yaitu:

1. Kontak *pertama* adalah ketika piringan bulan mulai menyentuh masuk pada bayangan bumi, pada posisi ini waktu mulai gerhana.
2. Kontak *kedua* adalah ketika piringan bulan sudah keluar lagi dari bayangan bumi, pada posisi ini waktu gerhana sebagian berakhir.⁵⁰

B. Dasar Hukum Gerhana

Dalam ajaran islam peristiwa gerhana merupakan tanda-tanda kekuasaan Allah swt, ketika tidak semua tanda-tanda kekuasaan Allah, dianjurkan untuk disikapi dengan shalat, maka fenomena gerhana merupakan salah satu tanda-tanda kekuasaan Allah yang dianjurkan untuk disikapi dengan shalat, yaitu shalat gerhana. Nabi Muhammad saw pernah

⁵⁰ *Ibid.*

mengatakan bahwa sesungguhnya matahari dan bulan adalah tanda-tanda kebesaran Allah, keduanya terjadi gerhana bukan sebagaimana diyakini sebagian masyarakat dahulu seperti kematian atau kelahiran seseorang, atau penanda bencana bagi petani, peternak, dan lain-lain. Akan tetapi gerhana merupakan ketetapan Allah swt akan kekuasaannya. Di antara ayat-ayat tersebut adalah:

1. Dalil al-Qur'an.

a. QS. Yasin/36: 37-40.

وَأَيَّةٌ لَهُمْ اللَّيْلُ نَسَلَخُ مِنْهُ النَّهَارَ فَإِذَا هُمْ
مُظْلَمُونَ (٣٧) وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ
لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (٣٨)
وَالْقَمَرَ قَدَرْنَا مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ
كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (٣٩) لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي
لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ
النَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (٤٠)

“Dan suatu tanda (kebesaran Allah) bagi mereka adalah malam; kami tanggalkan siang dari (malam) itu, maka seketika itu mereka (berada dalam) kegelapan. Dan matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Allah) yang maha perkasa, maha mengetahui. Dan kami tetapkan tempat peredaran bagi Bulan, sehingga (setelah ia sampai ke tempat peredaran yang terakhir)

kembalilah ia seperti bentuk tandan⁵¹ yang tua. Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.” (Q.S. 36 [Yasin]: 37-40).⁵²

Maka allah menjadikan matahari mempunyai sinar yang khusus baginya dan bulan mempunyai cahaya yang khusus baginya, dan dia membedakan perjalanan antara matahari dan bulan. Adapun bulan allah telah menetapkan baginya manzilah-manzilah bagi perjalanannya. Pada permulaan bulan ia muncul dalam bentuk yang kecil bagi cahayanya redup, kemudian cahayanya bertambah pada malam kedua, dan manzilahnya pun makin tinggi. Setiap kali manzilahnya bertambah tinggi, maka cahayanya pun bertambah terang, sekalipun pada kenyataannya

⁵¹ Bulan itu pada awalnya kecil berbentuk bulan sabit, kemudian setelah menempati peredaran, ia menjadi purnama, kemudian pada tempat peredaran terakhir kelihatan seperti tandan kering yang melengkung.

⁵² Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahan & Asbabun Nuzul*, (Surakarta: Pustaka Al Hanan), 442.

cahaya yang dipancarkan itu merupakan pantulan dari sinar matahari. Hingga pada akhirnya cahayanya menjadi sempurna di malam yang keempat belas. Sesudah itu mulai berkurang hingga akhir bulan dan bentuknya seperti tandan yang tua. Ibnu Abbas r.a. bermaksud bahwa yang dikatakan dengan 'urjunil qadim ialah asal mula ketandan buah kurma apabila terbuka dan kering serta melengkung bentuknya.⁵³

b. QS. Ibrahim/14: 33

وَسَخَّرَ لَكُمُ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ دَائِبَيْنِ ط
وَسَخَّرَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ (۳۳)

*“Dan dialah yang menundukan matahari dan bulan bagimu yang terus menerus beredar (dalam orbitnya); dan telah menundukkan malam dan siang bagimu” (Q.S. 14 [Ibrahim]: 33).*⁵⁴

c. QS. Al-Anbiya'/21: 33

⁵³ Imam Ibnu Katsir, *Tafsir Ibnu Katsir Surah Yasin*, oleh Zainal Muallif (Jakarta: Shahih, 2015), 92.

⁵⁴ Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahan & Asbabun Nuzul*, (Surakarta: Pustaka Al Hanan), 259.

وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ
وَالْقَمَرَ ۗ كُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (٣٣)

“Dan dialah yang menciptakan malam dan siang, matahari dan bulan. Masing-masing beredar pada garis edarnya” (Q.S. 21 [Al-Anbiya’]: 33)⁵⁵

Terjadinya fenomena alam gerhana matahari dan gerhana bulan menunjukkan akan keagungan dan kebesaran serta kesempurnaan penciptanya. Allah membantah fenomena penyembahan terhadap matahari dan bulan, ataupun mitos-mitos seputar terjadinya gerhana yang seringkali mengaitkan dengan sesuatu yang gaib.

2. Dalil Hadits

a. Hadits Riwayat Bukhari.

حَدَّثَنَا مُحَمَّدٌ قَالَ : حَدَّثَنَا سَعِيدُ بْنُ
عَامِرٍ عَنْ شُعْبَةَ عَنْ يُونُسَ عَنِ الْحَسَنِ
عَنْ أَبِي بَكْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ :
((انكسفت الشمس على عهد رسول الله
صلى الله عليه وسلم فصلى ركعتين)).

⁵⁵ Tim Penerjemah, *Al-Qur'an dan Terjemahan & Asbabun Nuzul*, (Surakarta: Pustaka Al Hanan), 324.

[انظر الحديث : ١٠٤٨ ,
١٠٤٨](رواه البخارى)⁵⁶

“Telah menceritakan kepada kami Mahmud bin Ghailan berkata, telah menceritakan kepada kami Sa’id bin ‘Amir dari Syu’bah dari Yunus dari Al Hasan dari Abu Bakrah radliallahu ‘anhu berkata: “Telah pernah terjadi gerhana matahari pada zaman Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam, kemudian Beliau mendirikan shalat dua raka’at”. (HR Bukhari-Muslim).⁵⁷

b. Hadits Riwayat Bukhari

عَنْ أَبِي مُوسَى الْأَشْعَرِيِّ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: حَسَفَتِ الشَّمْسُ عَلَى زَمَانَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَقَامَ فِرْعَاوْنُ وَيَخْشَى أَنْ تَكُونَ السَّاعَةُ حَتَّى أَتَى الْمَسْجِدَ فَقَامَ فَصَلَّى بِأَطْوَلِ قِيَامٍ وَسُجُودٍ مَا رَأَيْتُهُ يَفْعَلُهُ فِي صَلَاتِهِ قَطُّ ثُمَّ قَالَ إِنَّ هَذِهِ الْآيَاتِ الَّتِي يُرْسَلُهَا عَزَّوَجَلَّ لَا تَكُونُ لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ وَلَكِنَّ اللَّهَ يُرْسَلُهَا يُخَوِّفُ بِهَا عِبَادَهُ فَإِذَا رَأَيْتُمْ مِنْهَا شَيْئًا فَافْرَعُوا إِلَيَّ ذِكْرَ اللَّهِ وَدُعَائِهِ وَاسْتِغْفَارِهِ (رواه البخارى)

⁵⁶ Imam Al-Bukhari, *Shahih Al-Bukhari*, Jilid I, (Damsyiq: Daar Ibn Al-Katsir, 2002), 259.

⁵⁷ Imam Bukhari, *Shahih Bukhari Terjemahan*, Jilid, I (tt: tp, tth), 443

“Dari Abu Musa al-Asy’ari ra. Beliau berkata, “Matahari gerhana pada zaman Nabi saw. Maka beliau rasulullah saw berdiri dengan tergesa-gesa khawatir akan terjadi kiamat. Hingga beliau datang ke masjid lalu berdiri dan shalat dengan berdiri, ruku’, dan sujud sepanjang-panjangnya. Saya tidak melihatnya melakukan itu pada shalatnya sama sekali. Kemudian beliau bersabda, “Sungguh tanda-tanda ini dikirim oleh Allah swt, ia tidak terjadi karena kematian seseorang dan tidak pula karena kehidupannya. Akan tetapi Allah mengirimnya untuk menakuti dengan sebabnya hamba-hambanya. Apabila kalian melihat sesuatu darinya maka bersegeralah menuju zikir kepada Allah, berdo’a, dan memohon ampunan pada-Nya”. (HR. Bukhari).⁵⁸

Sahabat Rasulullah Abu Musa Al Asy’ari pernah mengatakan bahwa Nabi Muhammad pernah bersabda bila Allah memberikan rasa takut kepada hambanya dengan tanda-tanda berupa gerhana. Maka, bila kamu melihatnya, segera berdzikir, mengingat kebesaran tuhan, berdo’a dan meminta ampun.

⁵⁸ Syaikh Muhammad bin Shalih al-Utsaimin, *Tanbihul Afham Syarah ‘Umdatul Ahkam*, terj. Amiruddin Djalil (Jakarta: Griya Ilmu, 2016), cet. III, 484.

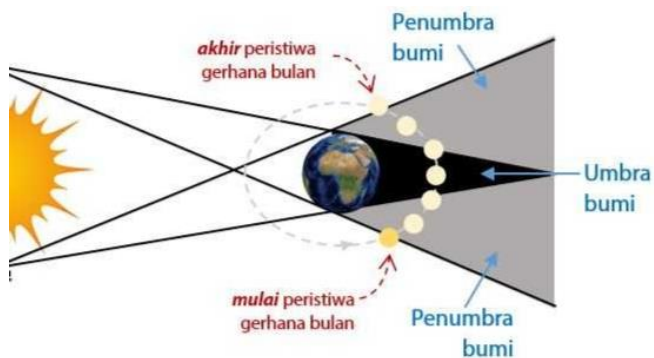
Karena, peristiwa gerhana merupakan peristiwa alam biasa yang secara astronomis dapat dihitung dan diprediksi kapan akan terjadi. Peristiwa gerhana bukan tanda kelahiran maupun kematian seseorang namun gerhana merupakan momen merenungkan kembali tanda kemahabesaran Allah. Untuk itu umat islam memberi makna akan kehadiran gerhana melalui ibadah berupa salat gerhana yang dilakukan secara sendirian maupun berjamaah di masjid-masjid serta memperbanyak takbir dan sedekah.⁵⁹

C. Mekanisme Terjadinya Gerhana Bulan

Proses terjadinya gerhana bulan ialah ketika Matahari, Bumi dan Bulan berada pada satu garis yaitu saat Bulan berposisi atau saat bulan purnama. Gerhana Bulan dimulai saat bulan mulai masuk bayangan bumi sehingga bulan tidak terlihat atau

⁵⁹ Raihanah, "Fenomena Gerhana dan Hikmahnya Menurut Pandangan Islam" *Bahasa dan Sastra Arab*, (Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2020).

terlihat samar-samar dari bumi. Dalam beberapa tahap pada proses terjadinya gerhana bulan, warna bulan dapat berwarna kemerahan karena sisa-sisa cahaya matahari yang mengenai bumi. saat terjadinya gerhana bulan, bulan akan melewati bayangan bumi yang disebut *umbra* (bayangan inti) dan *penumbra* (bayangan samar-samar atau kabur). Dua wilayah tersebut berbeda ketika dilalui bulan membuat gerhana bulan memiliki perbedaan. Perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 : Peristiwa terjadinya Gerhana Bulan⁶⁰

Pada bayangan *penumbra* hanya sebagian piringan Matahari yang ditutupi oleh Bumi, sedangkan pada bayangan *umbra* seluruh piringan Matahari tertutup oleh Bumi, sehingga ketika Bulan melewati

⁶⁰ <https://idschool.net/sd/proses-terjadinya-gerhana-bulan-total-dan-sebagian/?amp>, diakses 20 Agustus 2023.

umbra, Bulan akan terlihat gelap karena cahaya Matahari yang masuk ke Bulan dihalangi oleh Bumi. sebab itu, bentuk lingkaran Matahari lebih besar dari pada lingkaran Bumi sehingga bayangan *umbra* Bumi membentuk kerucut sedangkan bentuk dari bayangan *penumbra* Bumi berbentuk kerucut terpancung dengan puncaknya di Bumi yang semakin jauh bayangan ini, semakin membesar sampai menghilang di ruang angkasa. Meskipun Bulan berada pada *umbra* Bumi bulan tidak sepenuhnya gelap total, karena sebagian cahaya masih bisa sampai ke permukaan bumi oleh refleksi atmosfer bumi.⁶¹ warna bulan dapat berwarna kemerahan karena sisa-sisa cahaya matahari yang mengenai bumi berasal dari tepi bumi. sehingga, pengamat gerhana bulan dari Bumi seakan melihat matahari terbit dan terbenam sekaligus.

Gerhana Bulan muncul apabila sedang berposisi dengan Matahari yaitu kedudukan Bulan berlawanan arah dengan matahari dari bumi, pada saat bulan sedang purnama, keadaan oposisi ini bisa mengakibatkan terjadinya gerhana bulan. Akan tetapi karena kemiringan bidang orbit bulan terhadap bidang

⁶¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), cet.I, 108.

ekliptika, maka tidak setiap oposisi bulan dengan matahari akan mengakibatkan terjadinya gerhana bulan. Perpotongan bidang orbit bulan dengan bidang ekliptika akan memunculkan dua buah titik potong yang disebut node, yaitu titik dimana bulan memotong bidang ekliptika.⁶²

Waktu terjadinya gerhana bulan biasanya berlangsung pada malam hari. Gerhana bulan terjadi saat sebagian atau keseluruhan permukaan bulan tertutup oleh bayangan bumi. akibatnya, cahaya matahari tidak dapat mencapai bulan karena terhalang oleh bumi. gerhana bulan dapat terjadi 2-3 kali dalam setahun dan dapat disaksikan oleh seluruh penduduk bumi yang menghadap bulan. Akan tetapi dalam satu tahun kalender, ada kemungkinan pula tidak ada gerhana bulan sama sekali. Sedangkan kapan waktu terjadinya gerhana bulan tidak memiliki tanggal yang pasti di setiap tahunnya. Namun kapan waktu terjadinya gerhana bulan dapat diketahui melalui perhitungan orbit bumi dan bulan. Jadi, setiap bulan pasti terjadi berhadapan, tapi belum pasti berada dalam satu garis lurus yang tepat.

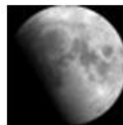
⁶² Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), cet. I, 234.

D. Jenis-jenis Gerhana Bulan

Gerhana bulan terjadi saat sebagian atau sepenuhnya piringan bulan tidak terkena cahaya matahari karena terhalang oleh Bumi. Pada saat itu Matahari, Bumi dan Bulan hampir berada dalam satu garis lurus. Gerhana bulan selalu terjadi pada saat bulan purnama. Bayangan bumi memiliki kerucut bagian dalam yang gelap (umbra, tempat sinar matahari tidak dapat dilihat sama sekali) dan kerucut luar (penumbra, tempat sebagian sinar matahari dapat dilihat). Sebagian besar penumbra tidak cukup gelap untuk memiliki efek nyata pada kecerahan bulan sehingga gerhana penumbra sebagian besar diabaikan.⁶³ Terdapat tiga jenis Gerhana Bulan yaitu Gerhana Bulan Total, Gerhana Bulan Sebagian dan Gerhana Bulan Penumbra.



Gerhana Bulan Total



Gerhana Bulan Sebagian



Gerhana Bulan Penumbra

Gambar 2.3 : Jenis-jenis Gerhana Bulan⁶⁴

⁶³ Yatny Yulianty dan Luthfiandari, *Buku Paduan Gerhana Matahari*, (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2023), 12.

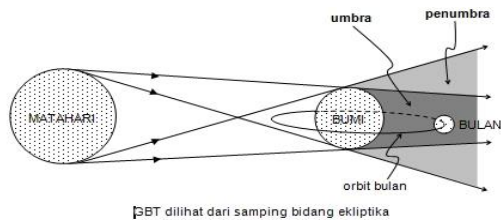
⁶⁴ <https://rachmanabdul.files.wordpress.com/2011/12/jenis-gerhana-bulan.png>

1. Gerhana Bulan Total

Gerhana bulan total terjadi ketika bulan tepat berada pada daerah umbra sehingga permukaan bulan tertutupi oleh bumi sehingga bulan tampak gelap keseluruhan. Karena bayangan penuh bumi atau umbra menutupi bulan. Posisi bulan, bumi, dan matahari sejajar sempurna. Hal ini terjadi karena pengaruh visual ketika cahaya matahari tersaring kedalam atmosfer dan memproyeksikan warna merah kebulan.⁶⁵ Dari sinar matahari yang dibiaskan atmosfer ini, cahaya biru dihampurkan dan cahaya merah diteruskan ke Bulan. Dengan demikian bulan yang mengalami gerhana total tampak kemerahan. Warna merah saat gerhana bulan total terjadi karena atmosfer bumi membiaskan cahaya matahari. Tingkat kemerahan Bulan akan

⁶⁵ Silmi Nurul Utami, "Perbedaan Gerhana Bulan Penumbra, Gerhana Bulan Sebagian, dan Gerhana Bulan Total" <https://www.kompas.com/skola/read/2021/03/26/144400069/perbedaan-gerhana-bulan-penumbra-gerhana-bulan-sebagian-dan-gerhana-bulan?page=all#paage2>, Diakses pada 11 April 2023 pukul 15:35 WIB

bergantung pada ada atau tidaknya debu vulkanik di atmosfer Bumi, debu membuat bulan terlihat lebih gelap dan kurang kemerahan. Bahkan badai raksasa atau daerah berawan di Bumi dapat memengaruhi bayangan bumi.⁶⁶



Gambar 2.4 : Posisi Gerhana Bulan Total⁶⁷

2. Gerhana Bulan Sebagian

Gerhana bulan sebagian terjadi manakala posisi bulan-bumi-matahari tidak pada satu garis lurus,⁶⁸ ketika hanya sebagian bulan berada pada daerah umbra dan penumbra sehingga sinar matahari

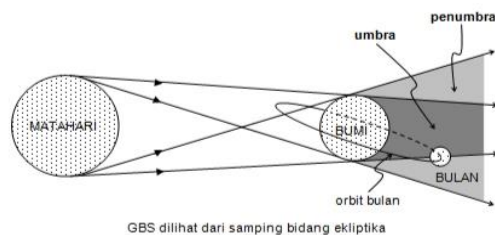
⁶⁶ Yatny Yulianty dan Luthfiandari, *Buku Paduan Gerhana Matahari*, (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2023), 12.

⁶⁷ <https://rachmanabdul.files.wordpress.com/2011/12/geometri-gerhana-bulan.png>

⁶⁸ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktek*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), cet. I, 189.

sebagian masih sampai ke permukaan bulan dan tidak terhalangi oleh bumi secara keseluruhan. Selama fase gerhana bulan sebagian, posisi matahari, bumi, dan bulan tidak sejajar sempurna dan bayangan bumi nampak seperti menggigit bulan.

Jenis gerhana bulan ini, sinar matahari ke bulan tidak seluruhnya terhalang oleh bumi. sehingga masih ada sebagian sinar matahari yang sampai ke permukaan bulan. Adanya sinar matahari yang sampai ke Bulan menjadikannya terlihat bercahaya.

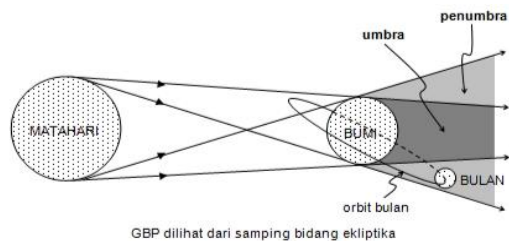


Gambar 2.5 : Posisi Gerhana Bulan Sebagian⁶⁹

3. Gerhana Bulan Penumbra

⁶⁹ <https://rachmanabdul.files.wordpress.com/2011/12/geometri-gerhana-bulan.png>

Gerhana bulan penumbra terjadi ketika bulan memasuki bayangan semu bumi (penumbra). Dapat dikatakan sebagai gerhana bulan yang paling tidak menarik karena bulan berada di bayangan luar bumi yang samar. Karena hanya menimbulkan bayangan halus tampak seperti arsiran pada bulan. Kadang-kadang kita sulit untuk melihat perbedaan terangnya Bulan ketika masih berada di luar bayang-bayang itu dengan ketika berada didalamnya, karena penggelapannya kecil sekali. Oleh karena itu jenis gerhana ini biasanya kurang menarik perhatian masyarakat.⁷⁰



Gambar 2.6 : Posisi Gerhana Bulan Penumbra⁷¹

⁷⁰ *Almanak Hisab Rukyat* Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia (Jakarta: DIPA, 2010), cet. III, 84.

⁷¹ <https://rachmanabdul.files.wordpress.com/2011/12/geometri-gerhana-bulan.png>

E. Metode Penentuan Gerhana

Fenomena alam gerhana bulan dapat dilihat dari permukaan bumi yaitu ketika terlihat bulan memasuki bayangan bumi, dengan adanya fenomena alam gerhana ini umat islam di sunahkan untuk melaksanakan salat khusuf.

Jika dilihat dari fiqih hisab rukyah, baik gerhana matahari maupun gerhana bulan tidak tampak adanya persoalan yang terjadi antara Mazhab Hisab dan Mazhab Rukyah walaupun mempunyai cara pandang yang berbeda dalam penentuan gerhana matahari maupun gerhana bulan. Mazhab Hisab identik dengan cara menghitung kapan terjadinya gerhana, sedangkan Mazhab Rukyah langsung melihat terjadinya gerhana secara langsung.⁷² Oleh karena itu ilmu hisab-rukyat dapat diartikan sebagai pengetahuan tentang fenomen alam, tentu saja memerlukan pengamatan dan penkajian secara teliti dan terus menerus.

Dalam metode rukyat kita bisa menyaksikan gerhana bulan secara langsung jika cuaca terang ,

⁷² Ahmad Izzuddin, *Fiqih Hisab Rukyah*, (Jakarta: Erlangga, 2007), 43.

sedangkan para ahli astronomi biasanya menggunakan alat seperti teropong dan dilakukan di pusat astronomi seperti observatorium dll. Dalam metode hisab hasil perhitungan dapat dijadikan sebagai pedoman dalam menentukan waktu gerhana, ada beberapa macam perhitungan hisab: Hisab Taqribi, Hisab Tahqiqi, Hisab Kontemporer.

Hisab *Taqribi* berasal dari kata taqrabu yang artinya pendekatan atau aproksimasi.pada hisab taqribi sudah digunakan kaidah ilmu falak dan perhitungan matematik namun masih menggunakan rumus-rumus sederhana sehingga hasilnya kurang teliti dan selisih yang cukup besar terhadap hitungan astronomis modern. Beberapa kitab falak yang berkembang di indonesia yang masuk dalam kategori Hisab *Taqribi* antara: *Sullam al Nayyirain*, *Ittifaq Dzatil Bainy*, *Fathul Raufal Manan*, *Al Qawaid al Falakiyah* dan sebagainya.⁷³

Hisab *Tahqiqi* adalah sebuah metode hisab yang menggunakan data-data astronomis serta memanfaatkan teori-teori ilmu segitiga bola (*Sperical*

⁷³ Rakhmad Zailani Kiki, Cecep Nurwendaya & Mutaha Arkanuddin, *Materi Dasar Pendidikan Falakiyah* (Jakarta: Jakarta Islamic Center, 2019), Cet. I, 34.

Trigonometry). Metode ini digunakan oleh Kitab *Badi'atul Mitsal* oleh K.H. Ma'shum, *Khulashatul Wafiyah* oleh K.H. Zubeir Umar Jaelani dan *Nur al-Anwar* oleh K.H. Nur Ahmad.⁷⁴

Hisab *kontemporer* di samping menggunakan rumus-rumus ukur segitiga bola dan koreksi-koreksi yang lebih detail, mengacu pada data kontemporer, yaitu data yang selalu dikoreksi dengan temuan-temuan terbaru.⁷⁵ Termasuk dalam kategori ini adalah *New Comb*, *E.W. Brown*, *Jean Meuus*, *Almanak Nautika*, *Astronomical Almanac*, *Ephemeris Hisab Rukyat*, *Islamic Calender*, *Mawaqit*, *al-falakiyah*, *BMKG*, *Boscha ITB*.⁷⁶

Saat terjadinya gerhana Bulan (khusuf) dapat ditentukan dengan data-data semi diameter matahari ($\acute{S}dm$), semi diameter bulan ($\acute{S}db$), horizontal parallax bulan ($\acute{h}p1$), dan apparent latitude bulan ($\acute{A}1b$), dari almanak Ephemeris yang telah diinterpolasi yaitu sebagai berikut:⁷⁷

a. Semi diameter matahari

⁷⁴ Taufiqurrahman Kurniawan, *Ilmu Falak & Tinjauan Matlak Global*, (Yogyakarta: MPKSDI Yogyakarta, 2010), cet. I, 38.

⁷⁵ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Teras, 2011), cet. I, 28.

⁷⁶ Zainul Arifin, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Lukita, 2012), cet. I, 105.

⁷⁷ A Kadir, *Formula Baru Ilmu Falak*, (Jakarta: Amzah, 2012), cet. I,

Semi diameter dikenal dalam bahasa Indonesia dengan jari-jari yang dikenal pula dengan *Nisfu Quthr al-Syams* (نصف قطر الشمس) adalah jarak titik pusat Matahari dengan piringan luarnya.

b. Semi diameter bulan

Semi diameter disini adalah jari-jari Bulan atau *Nisfu Quthri al-Qamar* (نصف قطر القمر) adalah jarak antara titik pusat Bulan dengan piringan luarnya.

c. Horizontal Parallax Bulan

Parallax dikenal dalam bahasa Indonesia dengan "Benda Lihat" atau dalam bahasa Arab *Ikhtilafu al-Mandhar* (إختلاف المنظر) sedangkan Horizontal Parallax adalah besaran sudut yang ditarik dari titik pusat Bulan ketika di ufuk (horizon) ke titik pusat Bumi dan garis yang ditarik dari titik pusat Bulan ketika itu ke permukaan Bumi.

d. Apparent latitude Bulan

Apparent Latitude diterjemahkan dengan Lintang Astronomi Bulan (yang terlihat) yang dalam istilah Arab disebut *Ardlu al-*

*Qomar*⁷⁸(عرض القمر). Data inilah jarak antara bulan dengan lingkaran Ekliptika diukur sepanjang Lingkaran Kutub Ekliptika. Nilai maksimum Lintang Astronomi Bulan adalah $5^{\circ} 8'$ (lima derajat delapan menit). Nilai positif berarti bulan berada di utara Ekliptika, dan nilai negative berarti Bulan berada di sebelah selatan Ekliptika.⁷⁹

Sedangkan metode hisab gerhana bulan dalam sistem ephemeris dengan menggunakan data yang juga diambil dari data yang terdapat dalam data ephemeris, berikut ini cara penentuan gerhana bulan menggunakan sistem ephemeris:

1. Menghitung kemungkinan terjadinya gerhana bulan dengan memperhatikan tabel kemungkinan terjadinya gerhan, yaitu dengan cara:
 - a. Ambil data dari tabel A menurut klasifikasi tahunnya.
 - b. Ambil data dari tabel B menurut satuan tahunnya.

⁷⁸ Ardlu al-qomar Yaitu jarak sepanjang bujur astronomi dihitung dari Bulan sampai Ekliptika, minimal 0° maksimal $5^{\circ}8'$.

⁷⁹ Ephemeris Hisab Rukyat 2023, hal. 3.

- c. Ambil data dari tabel C pada kolom gerhana bulan.
 - d. Ketiga data tersebut (A, B, C) dijumlahkan. Apabila penjumlahan dari ketiga tabel (A, B, C) menghasilkan angka lebih besar dari 360° , maka angka tersebut dikurangi 360° . Misal hasil dari $370^\circ - 360^\circ = 10^\circ$. Berarti hasilnya adalah 10° .
2. Hitung perbandingan tarikh, yaitu dengan melakukan konversi tanggal dari penanggalan Hijriah ke penanggalan miladiah untuk tanggal kemungkinan terjadinya gerhana tersebut. Carilah pada tanggal 15 bulan qamariah karena gerhana bulan selalu terjadi pada saat bulan purnama atau beroposisi.
 3. Menyiapkan data ephemeris hisab rukyat yang akan menjadi data inti dari perhitungan ephemeris. Data ephemeris hisab rukyat dapat diperoleh melalui buku *printout* buku Ephemeris Hisab Rukyat yang dikeluarkan Kemenag setiap tahunnya, atau melalui aplikasi software WinHisab. Catatan bahwa data yang tercantum dalam ephemeris hisab rukyat adalah menggunakan pedoman waktu standar UT

(*universal time*) atau GMT (*Greenwich Mean Time*)⁸⁰. Maka penggunaan untuk wilayah Indonesia harus menyesuaikan bujur waktunya. Misal untuk daerah WIB adalah + 7 UT, daerah WITA + 8 UT, dan daerah WIT + 9 UT.

4. Kemudian cari *Fraction Illumination Bulan* (FIB) terbesar pada hari itu. Periksa pada waktu jam UT. Lalu periksa kembali pada kolom Apparent Latitude Bulan (ALB) untuk memastikan sekali lagi perihal adanya kemungkinan terjadinya gerhana. Jika berpedoman dalam kitab *khulashah wafiyah*, maka disebutkan bahwa:
 - Jika harga mutlak lintang bulan (ALB) $> 1^{\circ} 05' 07''$, maka tidak terjadi gerhana bulan
 - Jika harga mutlak lintang bulan (ALB) $< 1^{\circ} 00' 24''$, maka pasti terjadi gerhana bulan
 - Jika harga mutlak lintang bulan (ALB) $< 1^{\circ} 05' 07''$ dan $> 1^{\circ} 00' 24''$ maka kemungkinan terjadi gerhana bulan
5. Menghitung *Sabaq Matahari* (B1), yaitu gerak matahari setiap jam, dengan cara menghitung

⁸⁰ Disebut pula AL-WAQT AL-WASAATHI AL-ALAMI Waktu Grenwich atau Waktu Internasional. Dalam bahasa inggris di sebut *Greenwich Mean Time*, yaitu waktu rata-rata yang didasarkan pada bujur 0° (bujur kota Grenwich).

harga mutlak selisih antara data ELM (*Ecliptic Longitude Matahari*) pada jam FIB terbesar tersebut dan satu jam berikutnya.

6. Menghitung *Sabaq Bulan (B2)*, yaitu gerak bulan setiap jam, dengan cara menghitung harga mutlak selisih antara data ALB (*Apparent Longitude Bulan*) pada jam FIB terbesar tersebut dan satu jam berikutnya. Catatan:

Jika FIB terbesar terjadi pada jam 24 maka satu jam berikutnya adalah jam 1 pada hari dan tanggal berikutnya.

7. Menghitung jarak matahari dan bulan (**MB**), dengan rumus:

$$\mathbf{MB = ELM - (ALB - 180)}$$

8. Menghitung *Sabaq Bulan Mu'addal (SB)*, dengan rumus:

$$\mathbf{SB = B2 - B1}$$

9. Menghitung *Titik Istiqbal (TI)*, dengan rumus:

$$\mathbf{TI = MB : SB}$$

10. Menghitung waktu istiqbal, dengan rumus:

$$\mathbf{Istiqbal = Waktu FIB + TI - 00:01:49:29}$$

11. Melacak data berikut dalam ephemeris pada saat terjadi ijtimak, secara interpolasi.

- Semidiameter Bulan (**SDb**) pada kolom Semi Diameter Bulan
 - Horizontal Parallaks Bulan (**HPb**) pada kolom Horizontal Parallaks Bulan
 - Lintang Bulan (**Lb**) pada kolom *Apparent Latitude Bulan*
 - Semidiameter Matahari (**SDm**) pada kolom Semi Diameter Matahari
 - Jarak Bulan (**JB**) pada kolom *True Geocentric Distance Matahari*.
12. Menghitung *Horizontal Parallax Matahari* (**HPm**), dengan rumus:
Sin HPm = sin 08.794" : JB
13. Menghitung jarak bulan pada titik simpul (**H**), dengan rumus:
Sin H = sin Lb : sin 5
14. Menghitung lintang bulan maksimum terkoneksi (**U**), dengan rumus:
Tan U = (tan Lb : sin H)
15. Menghitung lintang bulan minimum terkoneksi (**Z**), dengan rumus:
Sin Z = (sin U × sin H)
16. Menghitung koreksi kecepatan bulan relatif terhadap matahari (**K**), dengan rumus:

$$\mathbf{K = \cos Lb \times SB: \cos U}$$

17. Menghitung semi diameter bayangan inti bumi (**D**), dengan rumus:

$$\mathbf{D = (HPb + HPm - SDm) \times 1.02}$$

18. Menghitung jarak titik pusat bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika piringan bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti bumi (**X**), dengan rumus:

$$\mathbf{X = D + SDb}$$

19. Menghitung jarak titik pusat bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan mulai masuk pada bayangan inti bumi (**Y**), dengan rumus:

$$\mathbf{Y = D - SDb}$$

20. Menghitung jarak titik pusat bulan ketika piringan bulan mulai bersentuhan dengan bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan saat segaris dengan bayangan inti bumi (**C**), dengan rumus:

$$\mathbf{\cos C = \cos X: \cos Z}$$

21. Menghitung waktu yang diperlukan bulan mulai dari ketika piringan bulan bersentuhan dengan bayangan inti bumi sampai ketika titik pusat bulan segaris dengan bayangan inti bumi (**T1**), dengan rumus:

$$\mathbf{T1 = C: K}$$

Catatan: jika **Y** lebih kecil daripada **Z** maka akan terjadi gerhana bulan sebagian, sehingga **E** dan **T2** berikut ini tidak perlu dihitung.

22. Menghitung jarak titik pusat bulan saat segaris dengan bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh piringan bulan masuk pada bayangan inti bumi (**E**), dengan rumus:

$$\mathbf{\cos E = \cos Y: \cos Y}$$

23. Menghitung waktu yang diperlukan bulan mulai dari saat titik pusat bulan segaris dengan bayangan inti bumi sampai titik pusat bulan ketika seluruh bayangan bulan masuk pada bayangan inti bumi (**T2**), dengan rumus:

$$\mathbf{T2 = E: K}$$

24. Koreksi pertama terhadap kecepatan bulan (**Ta**), dengan rumus:

$$\mathbf{Ta = \cos H: \sin K}$$

25. Koreksi kedua terhadap kecepatan bulan (**Tb**), dengan rumus:

$$\mathbf{Tb = \sin Lb: \sin K}$$

26. Menghitung waktu gerhana (**T0**), dengan rumus:

$$\mathbf{T0 = (\sin 0.05 \times Ta \times Tb)}$$

27. Menghitung waktu titik tengah gerhana (**tgh**), dengan memperhatikan **Lb** pada kolom *Apparent Latitude Bulan* pada jam FIB terbesar dan satu jam sesudahnya. Maka:

Jika harga mutlak **Lb** semakin mengecil, maka:

$$\mathbf{Tgh = Istiqbal + T0 - \Delta T}$$

Jika harga mutlak **Lb** semakin membesar, maka:

$$\mathbf{Tgh = Istiqbal + T0 - \Delta T}$$

Catatan:

- **ΔT** adalah koreksi waktu TT menjadi GMT
- Untuk waktu WIB maka ditambahkan dengan 7 jam
- Jika hasil lebih dari jam 24, maka titik tengah gerhana adalah waktu berikutnya. Missalnya jam 28, maka $28-24 = 4$, yaitu jam 4 hari berikutnya

28. Menghitung waktu *Mulai Gerhana* (**MG**), dengan rumus:

$$\mathbf{MG = tgh - T1}$$

29. Menghitung waktu *Mulai Total* (**MT**), dengan rumus:

$$\mathbf{MT = tgh - T2}$$

30. Menghitung waktu *Selesai Total* (**ST**), dengan rumus:

$$\mathbf{ST = tgh + T2}$$

31. Menghitung waktu *Selesai Gerhana (SG)*, dengan rumus:

$$\mathbf{SG = tgh + T1}$$

Catatan : jika awal gerhana lebih besar daripada waktu matahari terbit di suatu tempat atau akhir gerhana lebih kecil daripada waktu terbenam matahari di tempat tersebut, maka gerhana bulan tidak tampak dari tempat tersebut.

32. Menghitung lebar piringan bulan yang masuk dalam bayangan inti bulan pada gerhana bulan sebagian (**LG**), dengan rumus:

$$\mathbf{LG = (D + SDb - Z) : (2 \times SDb) \times 100\%}$$

33. Hasil akhir dari perhitungan dari rumus-rumus tersebut akan didapatkan waktu terjadinya gerhana hingga daerah yang dapat menyaksikan gerhana bulan.⁸¹

⁸¹ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), cet. I, 271.

BAB III

***VOLVELLE* INOVASI SLE (Special Lunar Eclipse) SEBAGAI INSTRUMEN PREDIKSI GERHANA BULAN**

A. Pengertian *Volvelle*

Kata *Volvelle* sendiri terambil dari kata "*Volvella*", sebuah istilah yang berasal dari bahasa Latin Abad Pertengahan, yang terdiri dari satu atau lebih cakram kertas atau perkamen, dibentuk dan ditumpang tindih dan dipasang pada halaman dengan pin (tali atau paku), yang memungkinkan untuk setiap disk dapat diputar secara independen di sekitar poros pusatnya.⁸²

Sebuah *Volvelle* adalah sepupu dari *astrolabe*. *Volvel* adalah kertas konsentris atau lingkaran perkamen yang digunakan di Eropa abad pertengahan untuk menghitung fase Matahari dan Bulan, sedangkan *astrolabe* adalah instrumen, seringkali terbuat dari logam, digunakan sejak zaman kuno untuk mengamati dan menghitung posisi benda langit. Selain etimologi *Volvelle* berasal dari kata kerja Latin *Volvere* yang berarti berputar. Kadang-kadang terlihat di eja sebagai

⁸² Gianfranco Crupi, "Mirabili Visioni": From Movable Books to Movable Texts", *Italian Journal of Library, Archives, and Information Science* (JLIS.it), Vol. 7, n. 1 (January 2016), h 4.

Vovelle, sedangkan bagian yang bergerak kadang-kadang di sebut sebagai *rundells*.⁸³

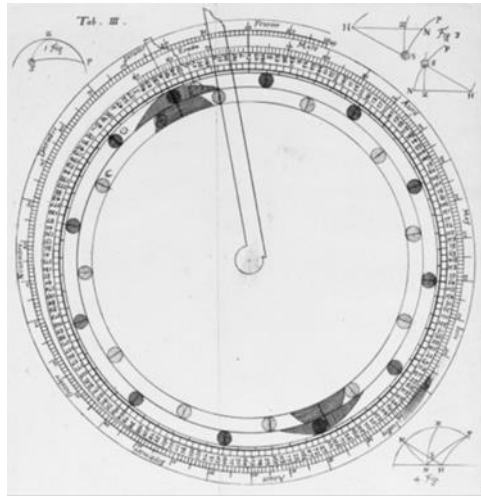
Volvelle adalah salah satu instrumen astronomi abad ke-18 yang mudah dan cepat digunakan untuk mengetahui waktu terjadinya gerhana, baik gerhana bulan maupun gerhana matahari. Instrumen ini bisa digunakan untuk mengetahui bujur geografis suatu tempat.⁸⁴ Instrumen ini tergolong menarik karena hanya terdiri dari tiga lapis kertas yang ditumpuk-tumpuk tapi mampu digunakan untuk prediksi gerhana selama 1680-1854 tahun.

Volvelle karya Philippe De La hire, secara metode menggunakan teori rata-rata dari pergerakan Bulan dan Matahari. Uniknya media yang dijadikan untuk instrumen adalah dari kertas yang ditumpuk-tumpuk sebanyak tiga piringan. Konsep penggunaan instrumen *Volvelle* dijadikan dalam bukunya yang berjudul *Tabulae Astronomicae* yang diterbitkan dalam edisi, yaitu pada tahun 1687 dan tahun 1702 dan dikaji

⁸³ Rheagan Martin, "Mendekode Volvelle Abad Pertengahan" <https://www.getty.edu/art/collection/object/108GFE>, di Akses 29 Juli 2023.

⁸⁴ Lars Gislén and Chris Eade, "Philippe de la Hire's eighteenth Century Eclipse Predictor", *Journal of Astronomical History and Heritage*, 19(1):46-50, 2016, 46.

oleh beberapa pegiat astronomi seperti Nicolas Bion yang mengambar ulang serta mengkajinya.⁸⁵



Gambar 3.1 : Volvelle Philippe de La Hire⁸⁶

Volvelle ini terdiri atas tiga piringan yang terbagi atas satu piringan untuk data kalender yang diawali dengan 1 Maret dan diakhiri 28/29 Februari. Pada bagian ini konsep desain berbentuk spiral dan terletak di bagian dasar (bawah). Piringan kedua (bagian tengah) terdapat dua fungsi, yaitu data *lunasi*

⁸⁵ Ehsan Hidayat, "Inovasi Istrumen Volvelle Philippe de La Hire dalam penentuan Waktu Gerhana," *Tesis Program Studi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang* (Semarang, 2019), 4, tidak dipublikasikan.

⁸⁶ Lars Gislén and Chris Eade, "Philippe de la Hire's eighteenth century eclipse predictor", *Journal of Astronomical History and Heritage*, 19(1):46-50, 2016, 46.

bulan selama 179 tahun dengan kombinasi angka-angka yang mengikuti barisan *aritmatika* serta area bayang-bayang sebagai penanda gerhana dan jenisnya. Warna hitam untuk menandakan adanya gerhana Matahari dan warna merah menandakan gerhana Bulan. Bagian depan (atas) terdiri atas *ruler* (penggaris) yang diposisikan pada tepi lingkaran sebagai penunjuk awal data *lunasi* dan lingkaran bagian pertama memuat 13 lingkaran kecil melingkar yang menggambarkan *new moon*, dan bagian paling dalam sejumlah 12 sebagai *full moon*, masing-masing lingkaran dibuat berlubang. Pada bagian ini kita bisa mengetahui tanda terjadinya gerhana Matahari dan Bulan melalui lingkaran yang dilubangi tersebut. Di piringan atas ini juga dicantumkan data *epoch* yang dijadikan rujukan untuk perhitungan tahun berapa gerhana akan di prediksi. Kemudian penggaris tunggal yang berfungsi sebagai alat transfer dari data lunasi gerhana ke bagian kalender.⁸⁷

Jika dilihat dari konsep batas terjadinya gerhana, maka jumlah lingkaran-lingkaran kecil yang ada di dalam instrumen tersebut berbeda sesuai

⁸⁷ Lars Gislén and Chris Eade, "Philippe de la Hire's eighteenth Century Eclipse Predictor", *Journal of Astronomical History and Heritage*, 19(1):46-50, 2016, 47.

dengan batas yang diterapkan. Adapun Philippe De La Hire memakai batas terjadinya gerhana Matahari dengan nilai ± 16 dari titik *node* dan gerhana Bulan bernilai ± 11 dari titik *node*. Nilai batas ini sangat berpengaruh dalam menentukan jumlah gerhana yang terjadi. Jika dilihat dari seksama, maka *danger zones (eclipse limits)* mempunyai luas daerah yang menjadi sebab potensi terjadinya gerhana. Semakin kecil luasnya, maka akan semakin sedikit peluang terjadinya gerhana, begitu juga semakin besar luasnya, maka semakin besar peluang terjadinya gerhana.

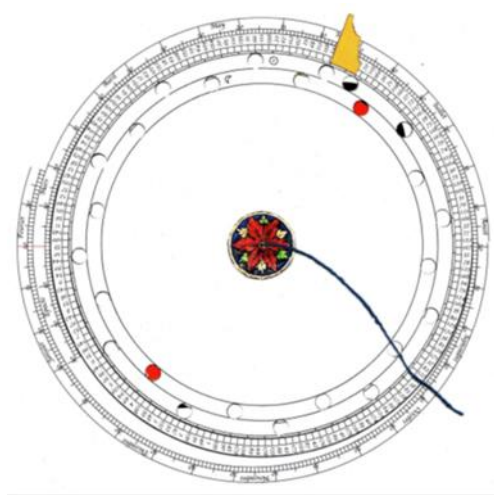
Pada buku *Tabulae Astronomicae* yang menjadi salah satu karya astronomi Philippe De La Hire, maka dengan itu bisa dilogikakan kenapa nama karyanya *Tabulae* dalam bahasa inggrisnya “Tabel” karena hampir sebagian halamannya berupa tabel-tabel yang beragam fungsinya. Sebanyak 102 halaman berisi teks dan 81 halaman memuat tabel. Namun, pada sekitar bulan November 1730, seorang astronom berkebangsaan Portugis Pedro da Silva berkunjung ke Istana Jayasimha, India. Di sana ia menemukan buku salinan *Tabulae Astronomicae* edisi kedua yang diterbitkan pada tahun 1727 di Paris. Ia memilih buku ini sebagai perwakilan astronomi Eropa kontemporer

yang dikirim untuk Maharaja. Namun ia menjumpai sebuah fakta dari Philippe de La Hire menemukan kesalahan pada Tabel Rudolphine yang terletak pada sisi hipotesis Kepler yang tidak lengkap.⁸⁸

Volvelle Philippe de La Hire ini menarik perhatian beberapa ilmuwan, terutama Mustafa Sidki Efendi seorang anggota duta besar Turki di wilayah Paris yang turut mempelajarinya dan memberikan komentar. Terkait instrumen *Volvelle* karya Philippe de La Hire. Ada dua hal yang membuat *Volvelle* ini kurang memuaskan baginya. *Pertama*, durasi penggunaannya yang hanya digunakan selama 179 tahun (secara masehi dari tahun 1680-1854). *Kedua*, instrumen digunakan hanya untuk meridian Paris. Kelemahan ini membuat Sidki yang dikenal berpengetahuan dalam bidang matematika dan astronomi abad pertengahan menganggap bahwa *Volvelle* yang selanjutnya disebut *Eclipse Calculator* oleh Bion tidak sebagai "*Novelty*".⁸⁹

⁸⁸ Ehsan Hidayat, "Inovasi Instrumen *Volvelle*,... *Tesis*,... 7.

⁸⁹ *Ibid*, 9.



Gambar 3.2 : Replika prediksi gerhana Philippe de la Hire yang dibuat untuk tahun 1703 M (foto: Lars Gislén)⁹⁰

Instrumen Volvelle ini kurang praktis bagi umat Islam, terutama dalam aplikasi kalender. Karena untuk mendapatkan tanggal 1 tahun baru harus dimulai dengan new moon pertama pada tahun tersebut. Jika awal new moon meleset, maka bulan-bulan yang mengikuti akan meleset semua. Hal ini dikarenakan dalam penentuan awal new moon saja bisa terjadi selisih. Begitu juga data jam dan menit yang

⁹⁰ Lars Gislén and Chris Eade, "Philippe de la Hire's eighteenth century eclipse predictor", *Journal of Astronomical History and Heritage*, 19(1):46-50, 2016, 49.

diberikan hanya sekadar pendekatan. Artinya data jam dan menit tidak terlalu tepat sebagaimana yang disampaikan Bion. Lars Gislén juga menyimpulkan bahwa kekurangan dari instrumen *Volvelle* ada dalam keakuratan dan kelebihan ada pada penggunaan yang mudah dan cepat.⁹¹

Dalam hal tanda waktu, bisa diketahui bahwa desain instrumen *Volvelle* hanya memberikan data grid sampai hari sehingga data jam dan menit tidak ada. Philippe De La Hire sebenarnya juga telah mencantumkan tabel data gerhana yang bisa mencapai menit, hanya saja ini diberikan per epoch atau tiap satu tahun sekali. Tentunya ini kurang efektif apabila menghitung untuk bulan kedua, dan seterusnya.

Memasuki di era abad 20, penggunaan *Volvelle* semakin jarang ditemui. Karena persaingan instrumen-instrumen lain yang lebih baik kualitasnya, lebih modern desainnya, dan aplikatif. Namun, sejarah menyatakan bahwa instrumen menjadi device yang membantu perkembangan data-data astronomi di dunia.

⁹¹ Lars Gislén and Chris Eade, "*Philippe,...* 47.

B. Asal usul atau Sejarah *Volvelle*

Volvelle mulai dikenal pada abad ke-18 sebagai salah satu kemunculan gagasan menarik dalam penentuan bujur geografis suatu tempat. Salah satu metode yang digunakan adalah saat itu dengan menggunakan pengaturan waktu dari fenomena alam gerhana bulan serta ada juga yang menggunakan pengaturan waktu dari satelit Jupiter.⁹² Philippe De La Hire adalah seorang astronom dan matematikawan kebangsaan Perancis yang datang dengan membuat instrumen *Volvelle* untuk mengetahui bujur suatu tempat dan juga untuk memprediksi fenomena alam gerhana bulan maupun gerhana matahari. Dua gagasan ini menjadi temuan menarik yang bisa digunakan.

Pada dasarnya, istilah *Volvelle* mulai ramai pada Abad ke-15 dimana saat itu sudah ditemukan mesin print yaitu *Volvelle=Wheel Charts* disebut juga sebagai awal komputer analog kertas. Fungsinya untuk mengakomodasi keperluan organisasi dan perhitungan dalam banyak mata pelajaran.⁹³

⁹² *Ibid...* 46.

⁹³https://www.academia.edu/41343024/The_Art_History_and_New_of_Volvelle_Innovation_The_Instrument_for_Eclipse_calculation_ di Akses pada 29 Juli 2023.

Volvelle yang digunakan oleh Philippe bukan menjadi nama awal dalam peradapan instrumen astronomi, ada juga *Volvelle* yang digunakan untuk mengetahui fase-fase Bulan dan mungkin ada *Volvelle* dengan jenis lain yang belum diketahui. namun sudah digunakan oleh beberapa ilmuan sebelumnya. Contohnya *Volvelle* milik Petrus Apianus (1501-1552, Germany) yang digunakan untuk menentukan posisi Matahari, Bulan, Planet sehingga bisa juga untuk perhitungan gerhana. Ia merangkumnya di dalam buku besarnya *Astronomicum Caesareum*.⁹⁴ Ia dedikasikan karyanya tersebut untuk kerajaan Romawi, Charles V (1500-1558).⁹⁵ *Volvelle*-nya difungsikan sebagai instrumen untuk menghitung bujur planet, Matahari dan Bulan, serta menghitung lintang planet dan Bulan.⁹⁶

Sejarah mencatat bahwa perkembangan instrumen prediksi gerhana sudah dimulai dari zaman prasejarah, seperti *Stonehenge* (pola lingkaran batu tegak yang berada di dalam lingkup tembok tanah) yang diklaim sebagai media prediksi gerhana.

⁹⁴https://www.academia.edu/41343024/The_Art_History_and_New_of_Volvelle_Inovation_The_Instrument_for_Eclipse_calculation_ di Akses pada 29 Juli 2023.

⁹⁵ Lars Gislén and Chris Eade, "Philippe,... 247.

⁹⁶ *Ibid*, 13.

Antikythera, sebuah alat yang mampu melacak gerhana dengan menggunakan kombinasi tiga siklus pergerakan bulan, yaitu siklus sinodis, siklus anomali, dan siklus drakonis. Tiga siklus inilah yang membentuk harmoni terjadinya siklus saros pada tiap 18 tahun 11 hari 8 jam dan digunakan sebagai satu metode termudah melacak gerhana. yang dibangun pada abad ke-2 BCE dengan konsep desain spiralnya. Bangsa Yunani Kuno juga mampu memprediksi gerhana secara kasar.⁹⁷

Pada abad ke-9, ilmuwan muslim berhasil membuat alat bernama *Equatorium*, yaitu sebuah instrumen yang dikonsep untuk menghitung posisi planet di masa lampau maupun masa mendatang.

Dalam beberapa literature Islam, ada beberapa sumber yang pernah dimiliki peradaban Islam namun belum dipublikasikan. Semuanya dikatakan sebagai deskripsi awal tentang penjelasan kondisi gerhana. Teks pertama ditulis oleh Ali ibn Isa (abad ke-9) yang mendeskripsikan astrolabe khusus untuk simulasi fase bulan dan gerhana. Teks berikutnya menjelaskan instrumen yang serupa namun dengan design yang berbeda yang ditemukan oleh Muhammad bin

⁹⁷ Ehsan Hidayat, "Inovasi Istrumen Volvelle,... Tesis,... 10.

Muhammad Nastulus al-Asturlabi pada tahun 893/894 CE.

Teks Ali ibn Isa berjudul *Risala fi ibtal sina'at ahkam al-nujum*, namun tidak diketahui manuskripnya. Kitab lainnya adalah *Risala fi ma'rifat al-'amal bil-safiha al-qamariyya wal hujra al-kusufiyya*. Kedua teks di atas berisi tata cara penggunaan instrumen untuk prediksi gerhana. Disebutkannya lagi, instrumen yang dibuat oleh Ali ibn Isa tersebut hanya untuk visualisasi bukan kalkulasi (perhitungan), sehingga tingkat presisinya tidak terlalu dipikirkan (akurasi kasar). Sedangkan informasi instrumen gerhana milik Muhammad ibn Muhammad Nastulus al-Asturlabi tercatat pada sebuah manuskrip tunggal yang tersimpan di Mumbai, India dengan judul *Epistle on The Practice of Using the Plane Lunar Astrolabe*. Kitab ini hanya menjelaskan penggunaan instrumen tidak sampai pada konstruksinya. Nastulus sendiri dikenal sebagai pembuat astrolabe handal bahkan Al-Biruni menyebutnya sebagai penemu konsep piringan gerhana.

Pada awal abad ke-10, ada ilmuwan bernama al-Sufi (903–986 CE) yang membuat sebuah buku tentang astrolabe. Bukunya menjelaskan tentang

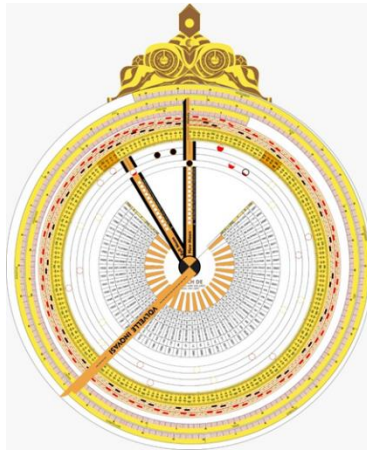
instruksi bagaimana cara menemukan gerhana menggunakan tabel astronomi dan astrolabe standar. Kemudian ilmuwan bernama al-Biruni (973 – 1048 CE) membuat sebuah buku tentang astrolabe yang dua bagian babnya menjelaskan tentang kotak bulan dan piringan gerhana. Pada uraian piringan gerhana, al-Biruni menyebut tiga ilmuwan islam yang dinobatkan sebagai penemu piringan gerhana, yaitu: Nastulus al-Asturlabi, al-Hasan ibn Muhammad al-Adami dan Utarid ibn Muhammad al-Hasib. Kitab yang disusun al-Biruni ini lebih detail dan presisi dari pada karya milik Nastulus.

Selang beberapa abad, instrumen *Equatorium* mampu dikembangkan lebih baik pada abad ke-14 oleh Jamshid al-Kashi (1380-1429), ilmuan muslim yang bekerja di Observatorium milik Ulugh Beg di Samarkand. Dia mengembangkan instrumen tersebut sehingga bisa menentukan posisi lintang Bulan dan Matahari sebenarnya, jarak, serta equation planet.

Al-Kashi mampu menjelaskan dengan rinci satu konsep piringan (komponen) instrumen untuk memecahkan masalah geometri yang digunakan untuk menghitung nilai magnitude dan durasi gerhana. Namun sangat disayangkan, instrumen-instrumen

gerhana tersebut sangat jarang diketahui cara penggunaannya bahkan bisa dikatakan banyak umat islam yang tidak mengetahuinya, termasuk belum sampai ke indonesia.

Barulah pada tahun 2019, melalui penelitian bidang ilmu falak, yang saat itu merupakan mahasiswa pascasarjana ilmu falak di UIN Walisongo Semarang mengembangkan instrumen gerhana yang pernah di buat oleh ilmuan Perancis bernama Philippe De La Hire. Dalam pengembangannya, ia mampu menjadikan kualitas instrumen gerhana tersebut menjadi lebih baik secara penggunaannya serta lebih mudah dipahami dan cepat digunakan. Instrumen tersebut di beri nama dengan *Volvelle Inovasi* karena memang bersumber dari *Volvelle* milik ilmuan Perancis abad ke-16 bernama Philippe De La Hire.



Gambar 3.3 : Volvelle Inovasi Basic karya
Ehsan Hidayat⁹⁸

Sedangkan Volvelle Inovasi SLE merupakan pengembangan terakhir yang dibuat pada tahun 2021. Merupakan kepanjangan dari Special Lunar Eclipse yang bisa dipahami bahwa instrumen ini khusus untuk prediksi gerhana bulan. Memiliki fitur jenis gerhana.⁹⁹

⁹⁸ Gambar *Volvelle Inovasi Basic* didapat dari Ehsan Hidayat pada 3 Mei 2023

⁹⁹ Ehsan Hidayat, "Volvelle Inovasi, Penerus Estafet Instrumen Prediksi Gerhana" <https://sanadmedia.com/post/volvelle-inovasi-penerus-estfet-instrumen-prediksi-gerhana-dari-indonesia>, Diakses pada 29 Juli 2023.



Gambar 3.4 : Volvelle Inovasi SLE karya Ehsan Hidayat¹⁰⁰

Demikian deretan instrumen gerhana yang pernah dimiliki oleh peradaban Islam pada awal hingga abad pertengahan. Bisa kita simpulkan bahwa ilmuwan Muslim terakhir yang tercatat memiliki instrumen gerhana adalah Jamshid al-Kashi pada abad ke-14 kemudian muncul kembali pada 2019. Namun demikian, dari semua jenis di atas, kiranya *Volvelle* ini yang masih eksis dan mudah dipelajari serta digunakan

¹⁰⁰ Gambar *Volvelle Inovasi SLE* didapat dari Ehsan Hidayat pada 3 Mei 2023

saat ini. Dan menjadi penerus estafet instrumen prediksi gerhana dari Indonesia.

C. Keunggulan dan Keterbatasan *Volvelle*

Volvelle Inovasi merupakan instrumen pengembangan dari *Volvelle* awal buatan Philippe De La Hire (Perancis) pada abad ke-18 yang digunakan untuk perhitungan gerhana Matahari dan gerhana Bulan dan juga bisa digunakan untuk kalender.

Metode dengan memanfaatkan fenomena alam gerhana Bulan dicetuskan oleh seorang astronom, matematikawan kebangsaan Perancis yaitu Philippe De La Hire (1640-1718). Ia membuat sebuah instrumen yang bernama *Volvelle*. Metode ini akhirnya menarik bagi para ilmuwan lainnya. Hal ini tak lain karena perhitungan gerhana yang dikenal rumit, bisa diaplikasikan dalam instrumen kertas yang tersusun atas tiga lapis.

Bahkan *Volvelle* ini sejatinya merupakan peninggalan zaman dulu yang pasti mempunyai keunggulan tersendiri dan disamping itu juga terdapat keterbatasan, karena pada saat itu teknologi belum secanggih sekarang. Di antara keunggulan dan keterbatasannya *Volvelle* adalah sbb:

1. Keunggulan Volvelle

- a. Bisa mengetahui gerhana dengan cepat dan akurat.
- b. Bisa digunakan untuk mengetahui hari dan tanggal.
- c. Bisa dijadikan edukasi untuk memahami nalar proyeksi pembuatan instrumen falak atau astronomi.
- d. Bisa digunakan untuk melacak gerhana di waktu lampau dengan ketentuan mengetahui data *new moon* dan *full moon* awal tahunnya.
- e. Dapat dijadikan edukasi dalam memahami sekilas terjadinya gerhana secara dua dimensi
- f. Bisa digunakan untuk jangka waktu yang lama (200) tahun dari 1900 sampai tahun 2100 M.
- g. Bisa digunakan sebagai kalender
- h. Membantu pegiat falak dalam mengetahui adanya gerhana matahari ataupun gerhana bulan dalam setahun kalender tanpa harus diprediksi satu-satu tiap *new moon* atau *full moon* sebagaimana di beberapa buku, melainkan cukup dengan melakukan 2 gerakan di Instrumen. Apakah total ada 4 gerhana, 5 gerhana, 6 gerhana ataupun 7 gerhana.

Pengembangan piringan tanggal dan jam mampu dijadikan kalender sebagai pedoman atau pengingat untuk melakukan atau merencanakan kegiatan.¹⁰¹

- i. Tata letaknya tampilannya yang lebih luas serta adanya fitur baru yaitu area jenis gerhana. Fitur mampu memberikan informasi jenis gerhana, apakah masuk jenis total, parsial atau penumbra. Dan skala kalender lebih lebar bisa mengetahui jenis gerhana dan ini tidak ada di *Volvelle* Inovasi versi yang pertama (sebelumnya).

2. Keterbatasan *Volvelle*

- a. Garis-garis di instrumen masih terlalu halus (kecil-kecil) sehingga agak susah untuk membaca datanya.
- b. Hasil warna pada piringan bulan (nilai F) sekian tidak bisa di jadikan pedoman dan ini berbeda dengan *Volvelle* versi pertamanya dan yang membedakan *Volvelle* Inovasi SLE ini ada tempat kurva dan di potong menjadi 2 tempat.

¹⁰¹ Ehsan Hidayat, Modul Seri 1 *Volvelle Inovasi (Basic)* : Instrumen Falak Penentu Waktu Gerhana Matahari, Bulan, & Kalender, 36.

- c. Instrumen ini hanya bersifat kalkulasi dan visualisasi bukan observasi.
- d. Hasil jam masih kasar, sehingga memang di haruskan adanya koreksi-koreksi.
- e. *Volvelle* masih bersifat global dan belum bersifat lokal artinya gerhana yang terlacak belum tentu terjadi di negara Indonesia.¹⁰²

D. Penerapan dan Proses Penggunaan

a. Penerapan

Dengan adanya alat Instrumen *Volvelle* Inovasi SLE dalam menentukan adanya gerhana beserta jenisnya, maka kita harus melihat lingkaran *full moon* urutan beberapa yang berwarna merah, serta pada lingkaran *full moon* utama atau komplemen. Hal ini untuk menjaga kebenaran sebuah data, sehingga meminimalisir kesalahan pengambilan data. Begitu juga untuk data jenis gerhana, apakah jatuh di area total, partial, penumbra ataupun sudah berada di area warning. Penulis mencoba mensimulasikan penerapan gerhana pada tahun 2021 dengan hasil seperti ini. Lebih jelasnya perhatikan simulasi prediksi gerhana pada gambar di bawah ini. Adapun langkah-langkah

¹⁰² Ehsan Hidayat, Modul Seri 1 *Volvelle Inovasi (Basic)* : Instrumen Falak Penentu Waktu Gerhana Matahari, Bulan, & Kalender, 37.

metode Instrumen *Volvelle* Inovasi SLE sebagai berikut:

- a. Tentukan tahun yang ingin di prediksi terjadinya gerhana bulan. Misal tahun 2021 M maka cari data *epoch* pada tahun tersebut.
- b. Tahun 2021 M *Full Moon* pertama jatuh pada tanggal 28 Januari Jam 07 35 Menit dengan Nilai F (AML) 50,37669 dan Nilai K 260,5.

Tabel 3.1: Data *Full Moon* awal tahun

tahun	K	F	Tanggal	jam	Menit
2021	260,5	50,37669	28	07	35

Catat data epoch 2021 pada piringan ketiga, yaitu piringan *epoch*. Luruskan alidade star ke data *Full Moon* pertama, yaitu lurus dengan nilai F sebesar 50,37669 derajat dan lurus dengan kalender pada 28 Januari pukul 07:35 GMT. Kemudian cari lingkaran *Full Moon* yang berwarna merah dan catat data jam, F dan jenisnya.

Penjelasan *Full Moon* tahun 2021, data epoch tahun 2021 adalah sebagai berikut: Year (2021),k (260,5), F/AML (50,37669),

Day (28), Hour (07), Minute (35). Ini menjadi data full moon pertama tahun 2021. Lalu bagaimana mengetahui data full moon ke-2, 3, 4, hingga 12 atau bahkan ke-13? Jika menggunakan alat bantu *Volvelle*, maka kita bisa mengarahkan alidade ke tiap-tiap lingkaran full moon untuk mendapatkan data kalender dan data nilai bulannya. Jika menggunakan algoritma *volvelle*, maka cukup ditambah 29 hari 12 jam 44 menit tiap full moon.

Dari penjelasan diatas menerangkan urutan full moon tahun 2021 yang menggunakan algoritma *volvelle* versi excel. Dari dari semua data tersebut, diketahui bahwa ada full moon yang terjadi gerhana yaitu pada 26 Mei pukul 10:31 GMT (pukul 17:31 WIB) dan nilai F 173,0587 derajat. Kenapa bisa terjadi gerhana, karena full moon tersebut memiliki limit gerhana 6,941 derajat (180-173,0587). Gerhana kedua terjadi pada 19 November pukul 14:55 GMT (pukul 21:55 WIB) dan nilai F 357,0817 derajat yang

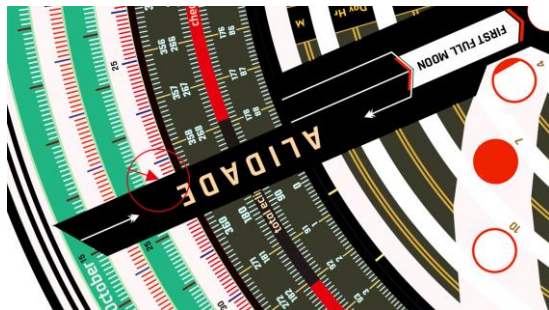
artinya memenuhi limit gerhana ($<13,9$ derajat). Berikut sekilas gambar di bawah ini pengambilan data full moon tahun 2021.

- c. Arahkan Alidade Bulan F (AML) data *epoch* ke piringan bulan tersebut.



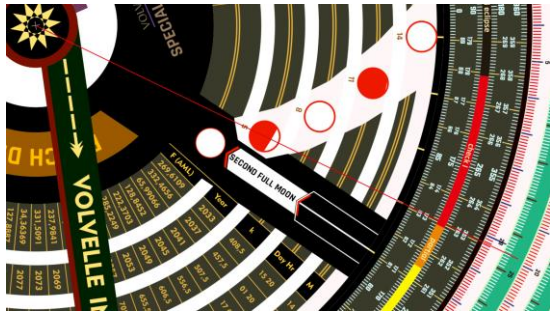
Gambar 3.5 : Alidade lurus dengan penunjuk derajat bulan nilai F.

- d. Arahkan Alidade data *epoch* ke piringan tanggal tersebut.

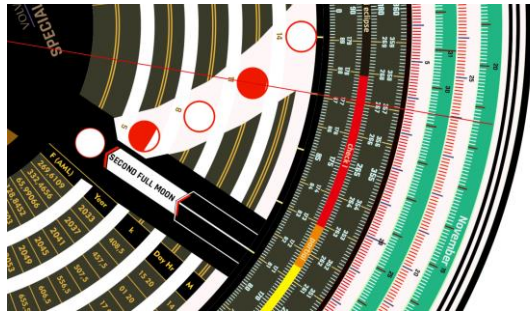


Gambar 3.6 : Alidade lurus dengan penunjuk tanggal dan jam.

- e. Kemudian amati lingkaran yang ada di piringan *epoch*, jika ada lingkaran yang berwarna putih menandakan adanya *full moon* dan jika ada lingkaran yang berwarna merah maka menandakan adanya gerhana bulan.
- f. Perhatikan warna lingkaran merah pada gambar di bawah ini.

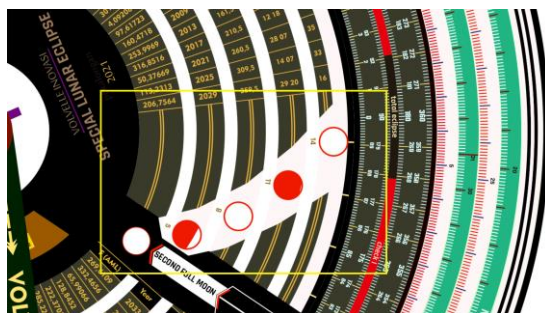


Gambar 3.7 : menunjukkan adanya gerhana bulan pada *full moon* ke-5 dengan nilai F (AML) 173,0587 tanggal 26 Mei Jam 10 : 31 menit.



Gambar 3.8 : menunjukkan adanya gerhana bulan pada *full moon* ke-11 dengan nilai F (AML) 357,0817 tanggal 19 Nopember
Jam 14 : 55 Menit.

- g. Hasil prediksi gerhana bulan pada tahun 2021 M dengan alat instrumen *Volvelle Inovasi SLE* menunjukkan adanya 2 gerhana bulan dalam waktu 1 tahun yaitu pada *full moon* ke-5 tanggal 26 Mei dan *full moon* ke-11 pada tanggal 19 Nopember.



Gambar 3.9 : Hasil prediksi gerhana bulan dalam waktu 1 tahun.

Dalam memahami penggunaan jam yang ada di piringan kalender, bahwa *Volvelle Inovasi SLE* memiliki garis tanggal dan garis jam. Pada lapisan pertama (garis tanggal berwarna biru) dan lapisan ketiga (garis jam berwarna merah). Sedangkan lapisan kedua (garis tanggal berwarna cokelat) dan lapisan keempat (garis jam berwarna putih). Skala garis jamnya per 2 jam, sehingga pembacanya per 1 jam.¹⁰³ Garis jam terdiri dari 11 garis dan setiap 1 garis mewakili 2 jam. Perlu di ingat bahwa jam yang di gunakan pada *Volvelle Inovasi SLE* ini menggunakan acuan *Greenwich* atau *Greenwich Mean Time* (GMT).

b. Proses Penggunaan

Penggunaan instrumen *Volvelle Inovasi SLE* pada dasarnya tetap dengan memutar-mutar piringan untuk mendapatkan data. Adapun langkah-langkah penggunaan *Volvelle Inovasi SLE* ini sebagai berikut:

1. Tentukan tahun yang ingin dilacak gerhananya.
2. Setting (luruskan) tab piringan epoch ke angka F pada piringan tengah.

¹⁰³ Ehsan Hidayat, Modul Seri IV *Volvelle Inovasi SLE*: Definisi, Cara Penggunaan, dan Sekilas Konsep Zoom-In Pada VI SLE, 16.

3. Pindahkan dua piringan atas (piringan epoch dan F) bersamaan sampai tab (penggaris tepi) menunjuk ke tanggal permulaan full moon sesuai dengan tabel epoch.
4. Jika menghitung pada tahun kabisat, maka pengambilan data setelah tanggal 28 Februari adalah dengan mengurangi 1 hari karena jumlah tanggal Februari 29 hari. Ini dilakukan karena konsep permulaan kalender yang digunakan dalam instrumen ini adalah 1 Januari.
5. Jika kita ingin mengetahui gerhana setelah tahun yang bersangkutan, maka pada Full Moon yang melewati tanggal 31 Desember, piringan F harus di putar mundur sebesar 18 hari 9 jam (untuk tahun pendek) dan 19 hari 9 jam (untuk tahun panjang).
6. Amati lubang yang ada di piringan epoch, jika ada warna merah maka artinya ada gerhana Bulan.¹⁰⁴

¹⁰⁴ Ehsan Hidayat, Modul Seri 1 *Volvelle Inovasi (Basic)*: Instrumen Falak Penentu Gerhana Matahari, Bulan & Kalender, 26.

BAB IV

ANALISIS METODE PENENTUAN GERHANA BULAN MENGUNAKAN *VOLVELLE* INOVASI SLE

A. Analisis Penerapan Gerhana Bulan Menggunakan *Volvelle* Inovasi

Gerhana merupakan fenomena alam yang disebabkan oleh kombinasi gerak antara Bumi, Bulan dan Matahari. Ketiganya membentuk geometri tiga dimensi yang akan menghasilkan gerhana dengan ragam jenisnya. Kehadiran *Volvelle* Inovasi menjadi daya tarik tersendiri bagi kajian gerhana.

Hal ini karena *Volvelle* Inovasi menjadi instrumen simulasi dalam memprediksi gerhana. Hanya saja, di balik kemudahan dan kecepatan kita mengetahui gerhana, data jam dan hari masih menjadi kekurangan besar bagi *Volvelle* Inovasi apabila menghendaki untuk dijadikan alat hitung dan pijakan dalam menjalankan ibadah shalat gerhana.

Pada dasarnya *Volvelle* Inovasi mengadopsi Algoritma Jean Meeus, hanya saja tidak secara keseluruhan. Karena poin utama yang diadopsi *Volvelle* Inovasi ada pada bagian *epoch* yang digunakan tahun 2000 sebagai awal epochnya yang diawali dengan $K = 0$, sedangkan aritmatikanya *epoch* dari

tahun 1900 M hingga 2100 M (200 tahun), dengan tujuan untuk meminimalisir nilai F aritmatika dengan menggunakan konsep Jean Meeus. Dikarenakan gerhana bulan itu pasti terjadi di fase *full moon* atau *istiqbal*, maka *Volvelle* Inovasi SLE ini secara otomatis bisa untuk mengetahui waktu-waktu *full moon* dalam setahun kalender masehi.¹⁰⁵

Piringan Bulan (F) Artinya *argument of moon's latitude* (F) yang digunakan sebagai informasi awal ada tidaknya gerhana Matahari dan gerhana Bulan dikombinasikan dengan persamaan aritmatika. Untuk mengetahui nilai F mana yang memenuhi batas gerhana, maka harus diselidihkan antara nilai argument lintang bulan di atas dengan 180 atau kelipatannya. Dengan adanya pola teratur argument lintang bulan (F), maka kita bisa melacak kemungkinan terjadinya gerhana dalam satu tahun. Apakah terjadi pada jumlah minimal gerhana (2 kali) atau maksimal (5 kali). Adapun selisih batas gerhana yang dihasilkan melalui perhitungan sebagai berikut:

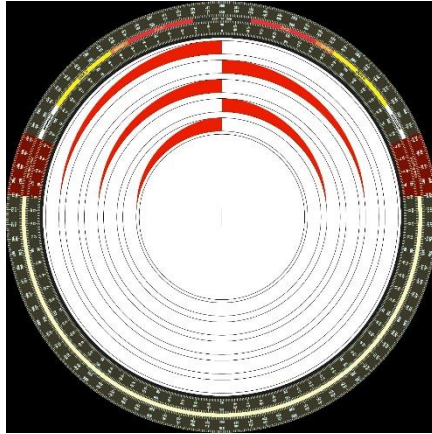
Nilai argumen bintang F yang di adopsi dari Algoritma Jean Meeus, sebagai berikut:

¹⁰⁵ Ehsan Hidayat, Modul Seri 4 *Volvelle Inovasi Special Lunar Eclipse*: Definisi, Cara Penggunaan dan Sekilas konsep Zoom-In, 06.

- a) Jika hasil selisih F dengan 180° kurang dari $13^\circ.9$, maka sudah pasti terdapat gerhana
- b) Jika hasil selisih F dengan 180° lebih dari $21^\circ.0$, maka tidak terdapat gerhana
- c) Jika hasil selisih F dengan 180° di antara $13^\circ.9$ sampai $21^\circ.0$, maka dapat dipastikan terdapat gerhana apabila hasil mutlak $\sin F$ kurang dari 0.36 .¹⁰⁶

Pola yang ditampilkan oleh nilai F memberikan peluang menarik untuk bisa dikembangkan ke dalam bentuk instrumen gerhana, yang sebagaimana gambar berikut ini:

¹⁰⁶ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, (Virginia: Willman Bell, inc,1991), 294.



Gambar 4.1 : kurva untuk penentu gerhana bulan Volvelle Inovasi SLE

Komponen lain yang ada dipiringan F adalah kurva penanda adanya gerhana bulan. Kurva itu dibentuk berdasarkan algoritma batas-batas gerhana Jean Meeus yang dikombinasikan dengan persamaan aritmatika. Kurva ini berpuncak dititik $0^{\circ}/90^{\circ}/180^{\circ}/360^{\circ}$ dan menipis hingga arah $21^{\circ}/159^{\circ}/201^{\circ}/339^{\circ}$. Untuk kekurangan dari kurva ini adalah adanya beberapa tahun yang akun sulit di prediksi gerhananya karena adanya aturan-aturan kurva.¹⁰⁷

Bisa disimpulkan kurva tersebut diberi warna merah serta bentuknya zig-zag melengkung dan meruncing ketepinya, bahwa kurva ini bisa ditarik

¹⁰⁷ Wawancara dengan Ehsan Hidayat pada 5 Juni 2023

hasil gerhana apabila nilai akhir F berada di titik 0 derajat maka lubang full moon akan penuh yang menandakan bahwa itu gerhana bulan total. Sedangkan jika nilai F akhir berada di pertengahan antara 0 derajat sampai 21 derajat maka lubang full moon-nya setengah yang menandakan itu gerhana sebagian.

Penggunaan Instrumen *Volvelle* Inovasi pada dasarnya tidak jauh berbeda dengan *Volvelle* lainnya yaitu tetap menggunakan konsep putar (geser) piringan untuk mendapatkan data. Maka langkah-langkah penggunaan instrumen *Volvelle* Inovasi sebagai berikut:

- Cari tahun yang ingin di prediksi gerhananya.
- Catat data full moon awal tahun
- Setting tab piringan *epoch* ke angka F pada piringan tengah.
- Pindahkan dua piringan atas (piringan *epoch* dan F) secara bersamaan sampai tab (penggaris tepi) menunjuk ke tanggal permulaan *Full Moon* sesuai dengan tabel.

- Jika ingin mengetahui gerhana setelah tahun yang bersangkutan, maka pada Full Moon yang melewati tanggal 31 Desember, piringan F harus di putar 18 hari 9 jam (untuk tahun pendek) dan 19 hari 9 jam (untuk tahun panjang).
- Kemudian amati lubang yang ada di piringan *epoch*, jika ada warna putih maka artinya ada *full moon* dan jika ada warna merah maka artinya ada gerhana bulan.
- Ambil data tanggal pada piringan kalender menggunakan penggaris.

Contohnya:

- Tahun 2021 M, bertepatan dengan nilai F *Full Moon* pertama pada 28 Januari sebesar 50,37669 dan nilai k 260,5. Dengan melihat lubang *full moon* pada piringan F, maka bisa diketahui bahwa gerhana pertama yang terjadi adalah gerhana pada 26 Mei jam 10:31 menit UT dengan nilai F sebesar 173,05 dan pada nilai k ke-264,5. Gerhana kedua pada 19 Nopember jam 14:55 menit UT

dengan nilai F sebesar 357,08 dan pada nilai k ke-270,5.



Gambar 4.2:

Hasil uji coba prediksi gerhana tahun 2021.

B. Analisis Hasil Prediksi Gerhana Bulan Volvelle Inovasi SLE dan Akurasinya

Instrumen *Volvelle* Inovasi adalah Instrumen yang didesain untuk memprediksi gerhana Matahari dan Bulan. Dengan menggunakan konsep rata-rata dari pergerakan Matahari dan Bulan, *Volvelle* milik Philippe menampilkan karyanya yang bisa dengan cepat dan mudah untuk mengetahui kapan dan gerhana jenis apa yang terjadi.

Beberapa penelitian juga hal yang sama, Lars Gislen menyebut instrumen Philippe bisa melenceng sampai 1 hari. Nicolas Bion yang juga disebut master instrumen astronomi asal Perancis dalam bukunya *De The Traite de la construction et des principaux usages*

des instrumens de mathematique mengulas akurasi instrumen Philippe bisa eror sampai satu hari.¹⁰⁸

Meskipun hasil jamnya yang tergolong taqribi, tapi hasil prediksinya bisa menyamai kontemporer sehingga di satu sisi *Volvelle* Inovasi cukup dengan *full moon* awal tahun, maka secara otomatis 11/12 *full moon* berikutnya sudah terdeteksi.¹⁰⁹ Dalam memberikan simulasi antara gerak rata-rata Bulan setiap *full moon* dengan gerak yang sebenarnya. Perlu diketahui bahwa konsep rata-rata *Volvelle* Inovasi adalah menjadikan 29 hari 12 jam 44 menit/29,530556 hari sebagai gerak konstan.¹¹⁰

Volvelle Inovasi sejatinya menggunakan acuan waktu *Greenwich*. Jenis waktu yang terkait dengan pergerakan matahari yang diamati di *meridian Greenwich* (bujur 0 derajat) adalah *Universal Time* atau *Greenwich Civil Time* atau biasa disebut dengan *Greenwich Mean Time* (GMT). Untuk yang tinggal di wilayah Indonesia bagian Barat (WIB) adalah GMT+7 jam (UT+7 jam). Misalnya, pukul 07:00 UT = 14:00

¹⁰⁸ Ehsan Hidayat, *Tesis, Inovasi Instrumen...* 145.

¹⁰⁹ Ehsan Hidayat, Modul Seri 1 *Volvelle Inovasi (Basic)*: Instrumen Falak Penentu Waktu Gerhana Matahari, Bulan & Kalender, 03.

¹¹⁰ Ehsan Hidayat, Modul Seri 2 *Volvelle Inovasi Koreksi*: Upaya Memperhalus Data Jam Gerhana ke Satuan Menit, 03.

WIB. Mengenai acuan letak bujur *Volvelle* Inovasi juga mengaju pada *Greenwich*.

Secara prediksi, kemampuan instrumen ini bisa mencapai tanggal sejatinya sudah bisa diterima. Namun dengan ketentuan bahwa ada tidaknya gerhana memang sudah bisa di pastikan kebenarannya. Oleh karena itu, penulis mencoba mengukur akurasi instrumen *Volvelle* Inovasi dalam 10 gerhana yang sudah terjadi dengan data kontemporer yang dalam hal ini adalah data NASA. Hasil perbandingannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 : Perbandingan data jam Gerhana Bulan *Volvelle* Inovasi dan NASA

No	Nilai F	Hasil jam VI SLE	Hasil jam NASA	Selisih jam
1	2,1	4 Aprl 15, 02:43	4 Aprl 15, 12:00	9:17
2	181,1	28 Sep 15, 07:07	28 Sep 15, 02:47	4:20
3	10,1	23 Mar 16, 11:32	23 Mar 16, 11:47	0:15
4	171,5	7 Ags 17, 12:00	7 Ags 17, 18:20	6:20
5	355,5	31 Jan 18, 16:25	31 Jan 18, 13:30	2:55
6	179,5	27 Jul 18, 20:49	27 Jul 18, 20:22	0:27
7	3,6	21 Jan 19, 01:13	21 Jan 19, 05:12	3:59
8	349,0	30 Nov 20, 06:06	30 Nov 20, 09:43	3:37

9	173,0	26 Mei 21, 10:31	26 Mei 21, 11:19	0:48
10	5,1	8 Nov 22, 23:43	8 Nov 22, 10:59 ¹¹¹	12:44

Dari tabel ini kita akan mendapati keterangan tentang selisih antara instrumen *Volvelle* dengan konsep rata-rata mempunyai selisih terkecil sama. Hal ini merupakan keuntungan karena terletak pada awal tahun. Ada juga yang selisih 0 jam 15 menit, 0 jam 27 menit, 0 jam 48 menit. Sedangkan selisih terbesar adalah di antaranya 12 jam 44 menit, 9 jam 17 menit, 6 jam 20 menit. Selisih ini bisa dikatakan lebih baik dari pada instrumen lama yang tidak mencantumkan jamnya, hanya saja mengatakan selisih bisa satu hari. Sedangkan dalam instrumen *Volvelle* Inovasi hasil pengembangan ini belum ada yang mencapai 1 hari. Selisih ini bisa dikatakan wajar karena beberapa hal. Pertama, konsep rata-rata dasar yang digunakan instrumen *Volvelle* Inovasi ini adalah 29 hari 12 jam 44 menit.

Hasil tabel diatas tersebut menjelaskan nilai selisih waktu terjadinya gerhana bulan yang sudah

111

<https://web.archive.org/web/2007035183925/http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/LEcat/LE2001-2100.html>

terjadi dengan menggunakan instrumen *Volvelle* Inovasi dengan data yang diterbitkan oleh NASA, dengan acuan gerhana bulan untuk tahun 2015 sampai 2022. Untuk selisih jam *Volvelle* Inovasi dengan jam NASA, besar nilai selisih minimum terjadi pada tanggal 23 Maret 2016 dengan nilai 0 jam 15 menit, sedangkan besar nilai selisih maksimum terjadi pada tanggal 8 November 2022 dengan nilai 12 jam 44 menit, besar selisih rata-rata 4 jam 28,12 menit.

Dengan hasil prediksi tersebut, instrumen ini bukan untuk dijadikan observasi melainkan digunakan sebagai edukasi dan simulasi dua dimensi adanya gerhana bulan yang memiliki keunggulan dalam penggunaannya yang cepat dan mudah tanpa melakukan perhitungan. Masing-masing dari *Volvelle* Inovasi memperoleh hasil prediksi yang tidak sama meskipun tidak signifikan perbedaannya. Maka dari itu hasil prediksinya belum bisa di jadikan acuan dalam penentuan adanya gerhana bulan namun, hanya sebatas memvisualisasikan adanya fenomena gerhana bulan.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penjelasan dan analisis penulis tersebut diatas, dapat di tarik kesimpulan terhadap metode yang digunakan Volvelle Inovasi SLE dalam memprediksi adanya gerhana bulan, diantaranya sebagai berikut:

1. Instrumen Volvelle Inovasi SLE terbilang cukup unik karena di desain khusus untuk mengetahui seluruh terjadinya gerhana bulan otomatis bisa untuk mengetahui waktu-waktu full moon dalam satu tahun kalender masehi hanya dengan dua atau tiga kali gerakan jika tanpa hari dan pasaran. Instrumen ini mampu menjadi alat untuk memvisualisasikan adanya gerhana tanpa menghitung dan bisa digunakan untuk memprediksi gerhana pada tahun-tahun sebelum dan sesudahnya. Sedangkan data astronomis yang digunakan Volvelle Inovasi SLE bersumber dari Algoritma Jean Meeus, hal ini dikombinasikan dengan perhitungan persamaan barisan aritmatika karena data-data yang digunakan berdasarkan gerakan matahari dan bulan. Walaupun hasil

jamnya tergolong hisab taqribi, tapi hasilnya prediksinya bisa menyamai kontemporer sehingga hasilnya masih perkiraan atau sekilas simulasi yang bisa mengoreksi data jam lebih halus.

2. Dalam memprediksi adanya gerhana bulan Volvelle Inovasi SLE menggunakan konsep rata-rata pergerakan Matahari dan Bulan menjadikan angka 29 hari 12 jam 44 menit ini sebagai inti dari instrumen Volvelle Inovasi SLE. Sedangkan nilai F atau bisa disebut dengan nilai argumen lintang bulan. Nilai F ini berupa derajat dan merupakan acuan awal untuk bisa mengetahui ada tidaknya gerhana dan setiap full moon memiliki nilai F. Apabila nilainya mendekati angka 0, maka bisa dipastikan ada gerhana yang terjadi dan mampu menjawab dengan baik apa yang ada di data kontemporer. Sebagai contoh dalam tabel bab 4, dalam terjadinya gerhana bulan pada tanggal 26 Maret 2016 antara Volvelle Inovasi SLE dengan data kontemporer yaitu NASA menunjukkan adanya selisih perbedaan minimum 0 jam 15 menit, dan besar maksimum 12 jam 44 menit pada tanggal 8 November 2022, serta nilai besar selisih rata-rata 4 jam 28,12 menit. Hasil perhitungan Volvelle

Inovasi ini setidaknya hampir sama dengan hisab kontemporer yang banyak digunakan karena volvelle ini menggunakan versi rata-rata dan mendekati yang sebenarnya.

B. Saran-saran

1. Meskipun pengoperasiannya hanya di putar-putar dengan mudah dan cepat dalam menentukan ada tidaknya gerhana bulan tanpa memerlukan perhitungan alangkah baiknya di kembangkan lebih lanjut agar mudah digunakan sebagai ilmu pengetahuan tentang adanya fenomena alam gerhana.
2. Diperlukan adanya ketelitian untuk melengkapi kekurangan yang ada sehingga bisa di manfaatkan untuk keperluan ilmu pengetahuan kepada masyarakat mengenai adanya gerhana bulan maupun full moon.
3. Perlu dikembangkan lebih mendalam lagi seiring dengan kecanggihan perkembangan ilmu teknologi. Walaupun memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing dalam perbedaan yang dihasilkan.

C. Penutup

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunianya yang telah di berikan dalam segala kehidupan ini termasuk di dalam menyelesaikan karya skripsi ini dengan di sertai usaha dan upaya penulis untuk berusaha semaksimal mungkin untuk menghadirkan yang terbaik dengan semampunya dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis sendiri masih menyadari ada kesalahan dan kekurangan dalam menyajikan dan penjelasan penulis dalam penyajiannya di dalam penyusunan skripsi ini. Dengan kekurangan yang masih banyak, penulis sudah mencoba memaksimalkan agar hasil ini bisa memberikan manfaat untuk semua kalangan masyarakat. Oleh karena itu penulis sangat membutuhkan kritikan, saran dan masukan yang dibutuhkan oleh penulis. Kedepannya penulis sendiri sangat berharap semoga karya skripsi ini dapat menambah wawasan dan keilmuan bagi para pegiat ilmu falak dan astronomi.

DAFTAR PUSTAKA

Sumber wawancara

Wawancara dengan Ehsan Hidayat

Buku

Asyqar (al), Muhammad Sulaiman. *Zubdatut Tafsir Min Fathil Qadir*, Mudarris tafsir Universitas Madinah (tt:tp, tth)

Abdul Baqi, Muhammad Fuad. *Shahih Al-Bukhari (Al-Lu'lu' wal Marjan)*, Jakarta: Gramedia, 2017.

Al-Bukhari, Imam. *Shahih Al-Bukhari*, Jilid I, Damsyiq: Daar Ibn Al-Katsir, 2002.

Anugraha, Eng. Rinto. *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Jurusan FMIPA UGM, 2012.

Arifin, Zainul. *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Lukita, Cet. I, 2012.

Badan hisab Rukyat Kementrian Agama Republik Indonesia. *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: DIPA Bimas Islam, Cet. III, 2010.

Bukhari, Imam. *Shahih Bukhari Terjemah*, Jilid I, (tt: tp, tth)

Djalil, Amiruddin. *Syarah 'Umdatul Ahkam*, Jakarta: Griya Ilmu, 2016.

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

Hidayat, Ehsan. Modul Seri IV *Volvelle Inovasi SLE*: Definisi, Cara Penggunaan dan Sekilas, 2021, t.p.

_____. Modul Seri I *Volvelle Inovasi (Basic)*: Instrumen Falak Penentu Gerhana Matahari, Bulan & Kalender, 2019, t.p.

- Ibrahim, Salamun. *Ilmu Falak*, Surabaya: Pustaka Progressif, 2003.
- Ibnu Katsir, Imam. *Tafsir Ibnu Katsir Surah Yasin*, oleh Zainal Muallif, Jakarta: Shahih, 2015.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.
- _____. *Fiqih Hisab Rukyah, (Menyatukan NU & Muhammadiyah dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri dan Idul Adha,)* Jakarta: Erlangga, 2007.
- Kadir, A. *Formula Baru Ilmu Falak*, Jakarta: Amzah, Cet. 1, 2012.
- Karim, Abdul dan Rifa Jamaluddin Nasir, M. *Mengenal Ilmu Falak: Teori dan Implementasi*, Yogyakarta: Qudsi Media, 2017.
- Khanif, Muhammad Nur dan Lusdianto Karis (eds). *Digitalisasi Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Semarang: CV. Alinea Media Dipantara, Cet. I, 2021.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktek*, Yogyakarta: Buana Pustaka, Cet. I, 2004.
- Kurniawan, Taufiqurrahman. *Ilmu Falak dan Tinjauan Matlak Global*, Yogyakarta: MPKSDI Yogyakarta, Cet.I, 2010.
- Majelis Tarjih dan Tahdid PP Muhammadiyah. *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tahdid PP Muhammadiyah, Cet. II, 2009.
- Musonnif, Ahmad. *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Teras, Cet. I, 2011.
- Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak: Dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi*, Depok: PT Rajawali Press, Cet. I, 2017.
- Sadiah, Dewi. *Metode Penelitian Dakwah Pendekatan Kualitatif Dan Kuantitatif*, Bandung: Remaja Rosdakarya, cet. I, 2015.

- Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al Mishbah : pesan, kesan, dan keserasian Al-Quar'an*, Jakarta: Lentera Hati, cet. I, 2003.
- ŠÍR, Zbyněk, *Les sections coniques chez Philippe de La Hire*, These en co-tutelle, Paris, 2002.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*, Bandung: Alfabeta, cet. VIII, 2009.
- Tim Penerjemah. *Al-Qur'an dan Terjemahnya & Asbabun Nuzul*, Surakarta: Pustaka Al Hanan, t.th.
- Tim Penerjemah Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan terjemahnya*, Bandung: Sinar Baru Algensindo, 2009.
- Ulfatin, Nurul. *Metode Penelitian Kualitatif di Bidang Pendidikan: Teori dan Aplikasinya*, Malang: Media Nusa Creative, 2015.
- Yulianty, Yanti dan Lutfiandari. *Buku Paduan Gerhana Matahari*, Jakarta: Erlangga, 2023.
- Zaini Kiki, Rakhmad, dkk., *Materi Dasar Pendidikan Falakiyah*, Jakarta: Jakarta Islamic Center, Cet. I, 2019.

Skripsi dan Tesis

- Adityas, Putra Bagus. "Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan pada Instrumen Volvelle Inovasi dan Ephemeris", *Skripsi Sarjana UIN Walisongo Semarang*: 2021. Tidak dipublikasikan.
- Arya Arfansa, Faddila. "Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Koreksi dengan Kitab Irsyad al-Murid", *Skripsi Sarjana UIN Walisongo Semarang*: 2021. Tidak dipublikasikan.

Hidayat, Ehsan. "Analisis Pola Gerhana Matahari ditinjau dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma (y) dan Magnitudo (u)", *Skripsi Sarjana UIN Walisongo Semarang*: 2017. Tidak dipublikasikan.

_____. "Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire dalam penentuan Waktu Gerhana", *Tesis Pascasarjana UIN Walisongo Semarang*: 2019. Tidak dipublikasikan.

Nashiha, Lauha. "Analisis Jenis Gerhana yang dihasilkan oleh Volvelle Inovasi", *Skripsi Sarjana UIN Walisongo Semarang*: 2021. Tidak dipublikasikan.

Jurnal

Gislén, Lars and Eade, Chris. "Philippe de la Hire's eighteenth century eclipse predictor", *Journal of Astronomical History and Heritage*, 19(1):46-50, 2016.

Raihanah, "Fenomena Gerhana dan Hikmahnya Menurut Pandangan Islam", *Bahasa dan Sastra Arab*, (Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2020).

Jayusman, Muhammad. "Fenomena Gerhana dalam Wacana Hukum Islam", *Jurnal Al-'Adalah*, Vol. X, No. 2, Juli 2011.

Kasim, Dulsukmi. "Fikih Gerhana: Menyorot Fenomena Gerhana Perspektif Hukum Islam", *Al-Mizan Jurnal Pemikiran Hukum Islam*, Vol. 14, No. 1, 2018.

Website

<https://www.nu.or.id/nasional/hari-ini-gerhana-bulan-penumbra-tidak-disunahkan-shalat-khusuf-jSKSe>

<https://rachmanabdul.files.wordpress.com/2011/12/jenis-gerhana-bulan.png>

<https://www.kompas.com/skola/read/2021/03/26/144400069/perbedaan-gerhana-bulan-penumbra-gerhana-bulan-sebagian-dan-gerhana-bulan?page=all#paage2>

<https://www.getty.edu/art/collection/object/108GFE>

https://www.academia.edu/41343024/The_Art_History_and_New_of_Volvelle_Inovation_The_Instrument_for_Eclipse_calculation

<https://sanadmedia.com/post/volvelle-inovasi-penerusestfet-instrumen-prediksi-gerhana-dari-indonesia>

GLOSARIUM

- Algoritma Jean Meeus* : Algoritma hasil reduksi yang digunakan untuk melakukan perhitungan gerhana matahari, posisi bulan, dan bulan baru.
- Astrolabe* : Instrumen astronomi zaman dulu digunakan untuk prediksi, mengukur benda langit.
- Astronomi* : Ilmu yang tentang matahari, bulan, bintang, dan planet-planet lainnya.
- Atmosfer* : Lapisan gas yang melindungi suatu planet, termasuk bumi.
- Bujur Geografis* : Garis bujur barat terletak di sebelah barat *Greenwich* dan garis bujur timur terletak di sebelah timur *Greenwich*
- Eclipse* : Peristiwa astronomi ketika sebuah benda angkasa bergerak ke dalam bayangan sebuah benda angkasa lain.
- Ekliptika* : Bidang edar bulan yang membentuk sudut 5° terhadap bidang edar bumi.
- Ephemeris* : Metode perhitungan yang memuat data astronomis ilmu falak kontemporer.
- Epoch* : Waktu yang digunakan sebagai patokan awal dalam perhitungan sebuah instrumen.
- Full Moon* : Satu fase bulan yang terletak di belakang bumi lamanya 29,5 hari, saat bulan purnama biasanya terjadi hari ke-14, 15, 16, dalam kalender Qamariyah
- Globe* : Peta dunia berukuran kecil dengan bentuk yang sama dengan bentuk bumi yang sebenarnya

<i>Hijriyah</i>	: Sistem penanggalan islam berdasarkan peredaran bulan.
<i>Ijtima'</i>	: Apabila matahari dan bulan berada pada bujur astronomi yang sama. Biasanya dijadikan pedoman untuk menentukan masuknya bulan baru dalam kalender Qamariyah.
<i>Ilmu Falak</i>	: Ilmu pengetahuan yang mempelajari lintasan benda-benda langit, khususnya bumi, bulan, matahari, agar dapat diketahui waktu-waktu di permukaan bumi.
<i>Ilmu Hisab</i>	: Perhitungan secara matematis dan astronomis untuk menentukan posisi bulan dalam menentukan awal bulan qamariyah.
<i>Istiqbal</i>	: Bulan berposisi dengan matahari pada waktu bulan purnama, yakni selisih bujur astronomi matahari dan bulan sebesar 180°
<i>Kontemporer</i>	: Sistem hisab yang didasarkan pada peredaran bulan dan bumi secara astronomis yang selalu diperbarui dengan penemuan-penemuan baru.
<i>Kusuf al-Qamr</i>	: Dapat diartikan salat gerhana bulan
<i>Kusuf al-Syams</i>	: Dapat diartikan salat gerhana matahari
<i>Lunasi (k)</i>	: Informasi tentang keadaan bulan, di informasikan untuk membulatkan nilai k dengan menambah 0,5 untuk menghitung fase bulan purnama (full moon).
<i>New Moon</i>	: Fase bulan baru dengan perigee, jarak bula dengan bumi berada dititik terdekat.
<i>Nilai F (AML)</i>	: Nilai argumen lintang bulan yang disimbolkan dengan (F) merupakan

- gambaran pergerakan bulan dalam mengelilingi bumi.
- Observatorium* : Tempat pengamatan benda langit dan peristiwa yang berkaitan dengan luar angkasa.
- Penumbra* : Bayangan kabur yang terjadi pada saat gerhana terjadi.
- Philippe de La hire* : Seorang astronom dan matematikawan berkebangsaan Perancis pada abad ke-18 yang menciptakan instrumen Volvelle.
- Ruler* : Penggaris untuk menggerakkan bagian depan astrolabe dan instrumen.
- Sideris* : Bulan satu kali berevolusi mengelilingi bumi.
- Sinodis* : Bulan berevolusi mengelilingi bumi dari fase bulan baru sampai ke fase bulan baru berikutnya.
- Tahqiqi* : Metode hisab yang memanfaatkan perhitungan ilmu ukur segitiga bola.
- Taqribi* : Metode hisab yang memanfaatkan gerak rata-rata benda langit itu sendiri, sehingga hasilnya mendekati kebenaran.
- Umbra* : Bayangan inti yang berada di bagian tengah sangat gelap pada saat terjadi gerhana.
- Volvelle* : Instrumen yang terdiri dari satu atau lebih cakram kertas atau perkamen, dibentuk tumpang tindih, dan dipasang pada halaman sebuah buku dengan pin (tali) yang memungkinkan setiap disk diputar secara independen disekitar poros pusatnya.

Lampiran I

Hasil Wawancara

Narasumber : Ehsan Hidayat, M.H.
Pewawancara : Slamet Mulyo
Tempat : Kediaman Ehsan Hidayat
Tanggal : 3 Mei 2023, 5 Juni 2023
Tujuan : Untuk mengetahui tentang instrumen *Volvelle* Inovasi SLE

Tanya : Kapan perhitungan prediksi gerhana bulan VI SLE tersebut mulai dilakukan penyusunan?

Jawab : Awal tahun 2021, kami mulai mengembangkan *VI SSE* (Instrumen Khusus Gerhana Matahari). Hasilnya cukup memuaskan karena ada poin-poin inovasi yang terungkap. Keberhasilan ini kami manfaatkan kembali untuk mengembangkan yang gerhana bulan, sehingga muncullah *VI SLE*. Jadi, tahun 2021 kami berhasil kembangkan dua instrumen gerhana dengan poin-poin inovasi yang cukup membanggakan. *VI SLE* ini dikonsep bisa memprediksi gerhana bulan dari tahun 1901 M hingga 2100 M tanpa perlu menghitung. Namun, dari uji coba berikutnya, ternyata *VI SLE* ini juga masih bisa digunakan untuk memprediksi gerhana pada tahun-tahun sebelum dan sesudahnya.

Tanya : Apa yang melatarbelakangi anda membuat alat instrumen VI SLE tsb?

jawab : Pertama untuk menggali sisi-sisi inovasi tentang instrumen astronomi klasik. Bagaimana merekonstruksi teori menjadi karya simulasi. Sebagai bentuk pengayaan koleksi tentang instrumen gerhana, sehingga bisa menjadi opsi pilihan untuk pendidikan. Melihat hasil posisif *VI SSE* yang berhasil menampilkan inovasi. Maka membuat *VI SLE* tidak memerlukan waktu yang lama.

Tanya : Kalo saya baca dari Modul Seri IV *VI SLE*, data-data piringan epoch *VI SLE* adalah data epoch dari *Algoritma Jean Meeus*, apa alasannya?

Jawab : Benar. Pertama karena hasil belajar dari akademisi dari dosen UGM bernama Bapak Rinto Anugraha. Kedua karena *algoritma* Jean Meeus ini sangat bagus dan tersistem dengan baik. Bahkan, banyak dijadikan sumber utama dari kalangan ahli falak Indonesia.

Tanya : Rumus argumen lintang bulan (F) versi Jean Meeus, namun diperbarui dgn rumus yang sederhana yaitu Rumus Argumen lintang bulan Aritmatika. Rumus tersebut hanya digunakan untuk gerhana matahari atau gerhana bulan? Atau keduanya (matahari dan bulan) bisa menggunakan rumus tsb.

Jawab : Kedua-duanya. Namun dengan beberapa perbedaan di konstanta.

Tanya : Jenis kalender yang digunakan *VI SLE*?

Jawab : Kalender Masehi. Kalender di *VI SLE* ini sama dengan di *VI SSE* dan *VIB*

Tanya : Setelah saya baca buku paduan, terdapat tulisan *full moon* yang jatuh setelah 2000 , maka bernilai positif (misal: 2001 nilai k 12,5), dan jika jatuh pada sebelumnya (misal: 1997 nilai k -36,5) maka bernilai negatif. Itu penjelasannya bagaimana?

Jawab : Nilai k bisa disebut juga sebagai nilai lunasi. Lunasi sendiri merupakan urutan new moon dari titik awal. Sedangkan titik awal lunasi di *jean meeus* adalah ketika tahun 2000 yang mana ini juga menjadi sebutan epoch J2000. Maka jika lunasinya di urutan tahun setelahnya, maka akan bernilai positif. Sebaliknya, jika lunasi untuk tahun sebelum tahun 2000, maka bernilai negatif. Perbedaan nilai lunasi untuk gerhana bulan adalah ada koma 5, seperti 0,5 - 1,5 - 2,5 - 20,5 dst. Sedangkan untuk gerhana matahari ini nilai lunasinya bernilai bulan seperti 0, 1, 2, 15, dst.

Tanya : Apakah ada perbedaan rumus prediksi gerhana VI SLE dengan Volvelle Inovasi sebelumnya?

Jawab : Bisa dikatakan sama karena bersumber dari algoritma *jean meeus*. Namun hanya beda di konstanta mendapatkan nilai F, dan kurva gerhana.

Tanya : Apakah ada kelebihan dan kekurangan pada VI

Jawab : Kelebihannya sangat cepat untuk bisa mengetahui gerhana bulan. Bisa digunakan tanpa memerlukan perhitungan. Dan kekurangannya, ada beberapa tahun yang aka sulit di prediksi gerhananya karena adanya aturan-aturan kurva. Sehingga perlu

pemahaman total dari versi awal hingga terakhir.

Lampiran II

LAMPIRAN

Lampiran I

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ehsan Hidayat
Alamat : Ds. Sidomulyo Gg.08, Kec. Kesesi, Kab. Pekalongan
Tempat, Tanggal Lahir : Pekalongan, 28 Oktober 1994
No. Telephone/HP : 082328711750
Email : ehsan.hidayat@gmail.com

Menyatakan bahwa:

Nama : Slamet Mulyo
NIM : 1602046056
Universitas : UIN Walisongo Semarang
Fakultas / Jurusan : Syariah dan Hukum
Judul Skripsi : "ANALISIS PREDIKSI GERHANA BULAN
MENGUNAKAN *VOLVELLE INOVASI SLE*"

Benar-benar telah melakukan wawancara dengan kami pada Senin, 5 Juni 2023 di Pekalongan.

Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekalongan, 5 Juni 2023

Yang Menyatakan,

Ehsan Hidayat, M.H

PEKALONGAN ALBERTO

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Slamet Mulyo
Tempat /Tgl Lahir : Pekalongan, 8 September
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Tirto Pekalongan
No Telp/HP : 0858 0016 6611
Email : slamet.moelyo@gmail.com

Riwayat Pendidikan Formal

1. SD NEGERI
2. MTs Salafiyah Jenggot
3. MA Salafiyah Simbang Kulon
4. UIN Walisongo Semarang