

**STUDI KOMPARATIF SISTEM  
PERHITUNGAN GERHANA BULAN PADA  
VOLVELLE INOVASI KOREKSI DENGAN  
KITAB *IRSYĀD AL-MURĪD***

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat  
Guna Memperoleh Sarjana Strata (S.1)  
Dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum



Disusun oleh:

**FADDILLA ARYA ARFANSA**

**NIM 1602046040**

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

**2021**



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) WALISONGO  
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

Alamat : Jl. Prof. DR. HAMKA Kampus III Ngaliyan Telp./Fax. (024) 7601291, 7624691 Semarang 50185

**SURAT KETERANGAN PENGESAHAN SKRIPSI**

Nomor : B-6113/Un.10.1/D.1/PP.00.9/12/2021

Pimpinan Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang menerangkan bahwa skripsi Saudara,

Nama : Faddilla Arya Arfansa  
NIM : 1602046040  
Program studi : Ilmu Falak  
Judul : Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan Pada Volvelle Inovasi Koreksi Dengan Kitab Irsyad Al-Murid

Pembimbing I : Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.  
Pembimbing II : Ahmad Munif, MSI.

Telah dimunaqasahkan pada tanggal 01 Desember 2021 oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum yang terdiri dari :

Penguji I / Ketua Sidang : Dr. H. Tolkah, MA.  
Penguji II / Sekretaris Sidang : Ahmad Munif, MSI.  
Penguji III : Drs. H. Maksun, M. Ag.  
Penguji IV : Ahmad Syifaul Anam, SHL.,MH.

dan dinyatakan **LULUS** serta dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S.1) pada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik  
dan Pengajaran,



Dr. H. M. Imron, SH., M.Ag.

Semarang, 27 Desember 2021  
Ketua Program Studi,

Moh. Khasan, M. Ag.

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag  
Jalan Bukit Beringin Lestari Barat Kav. C131  
Wonosari Ngaliyan Semarang

### PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eksemplar  
Hal : Naskah Skripsi  
An. Sdr. Faddilla Arya Arfansa

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Faddilla Arya Arfansa  
NIM : 1602046040  
Prodi : Ilmu Falak  
Judul : **Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan pada  
Volvelle Inovasi Koreksi dengan Kitab Irsyād al-Murūd**

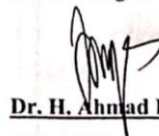
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasahkan.

Demikian harap menjadikan maklum adanya dan kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 31 Oktober 2021

Pembimbing I



**Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag**

NIP. 19720512 199903 1 003

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Ahmad Munif, M. S.I  
Tlogogedong RT. 05 RW. 03  
Tlogorejo, Karangawen, Kabupaten Demak  
**PERSETUJUAN PEMBIMBING**  
Lamp. : 4 (empat) eksemplar  
Hal: Naskah Skripsi  
An. Sdr. Faddilla Arya Arfansa

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Faddilla Arya Arfansa  
NIM : 1602046040  
Prodi : Ilmu Falak  
Judul : **Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan pada *Volvelle Inovasi Koreksi* dengan Kitab *Irsyād al-Murīd***

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

Demikian harap menjadikan maklum adanya dan kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 31 Oktober 2021  
Pembimbing II



**Ahmad Munif, M. S.I**

NIP. 19860306 201503 1 006

## MOTTO

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ لَا

“Matahari dan bulan (beredar) sesuai dengan perhitungan.”

(QS. Ar-Rahman [55] : 5)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Departemen Agama Republik Indonesia, *Al qur'an dan Terjemahnya*, (Semarang : CV Al Waah, 1993), 531

## PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah rabbil'alam*

Puji syukur kehadirat Allah swt, dengan penuh kerendahan hati karya tulis ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua, Bapak Ahmad Juwahir dan Almh. Ibu Hermiyati yang telah mendidik penulis dengan penuh kesabaran, mendoakan, serta mendukung proses belajar penulis sampai saat ini. Teruntuk adik saya Raihan Al-May Sany, dan saudara-saudara saya yang lain, keponakan, sepupu, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan serta doa kepada penulis sehingga mampu untuk menyelesaikan studi ini.

Kepada Wali Dosen Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I serta Dosen Pembimbing Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag dan Ahmad Munif, M.S.I yang selalu membimbing penulis dan memberi nasehat serta komentar positif sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini dengan baik.

Kepada Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag selaku pengasuh pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang yang selalu memberikan motivasi, mengajarkan ilmu agama dan ilmu kehidupan, kepada para Guru yang selalu mendoakan dan memberikan bekal ilmu kepada penulis selalu penulis harapkan berkah serta ridlo nya.

Skripsi ini juga penulis persembahkan kepada teman-teman ilmu falak fakultas Syariah dan hukum UIN Walisongo Semarang, keluarga besar pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang yang selalu mendukung penulis. Kepada para senior

Ehsan Hidayat yang juga membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga keberkahan selalu tercurahkan dan tetap istiqamah dalam mempererat silaturahmi sampai kapanpun, *Amin*

## DEKLARASI

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

Semarang, 31 Oktober 2021

Deklarator,



**Faddilla Arya Arfansa**

NIM. 1602046040



## PEDOMAN TRANSLITERASI

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

### A. Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya kedalam huruf Latin dapat dilihat dalam tabel berikut :

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	<i>Alif</i>	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
ث	<i>Ša</i>	Š	Es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>Ha</i>	Ḥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan ha
د	<i>Da</i>	D	De
ذ	<i>Žal</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>Ṣad</i>	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Ḍad</i>	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	<i>Ṭa</i>	T	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Ẓa</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>Ain</i>	-	Apostrof terbalik
غ	<i>Gain</i>	G	Ge
ف	<i>Fa</i>	F	Ef
ق	<i>Qaf</i>	Q	Qi
ك	<i>Kaf</i>	K	Ka
ل	<i>Lam</i>	L	El
م	<i>Mim</i>	M	Em
ن	<i>Nun</i>	N	En
و	<i>Wau</i>	W	We
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 ditengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (‘)

## B. Vocal

Vocal 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>Fathah</i>	A	A
◌ِ	<i>Kasrah</i>	I	I
◌ُ	<i>Dammah</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
◌َـي	<i>Fathah dan ya</i>	Ai	A dan I
◌َـو	<i>Fathah dan Wau</i>	Au	A dan U

### C. *Maddah*

*Maddah* atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, 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 diberi tanda *tasydīd*.

Jika huruf *ya* (ي) ber-*tasydīd* di akhir sebuah kata dan didahului harakat *kasrah* (ِ), maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah* (ī).

### F. **Kata Sandang**

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf *alif lam ma 'arifah* (ال). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi 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 ditransliterasi merupakan kata, istilah, atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, xi 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 *mudāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf

*hamzah*. Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan pada *lafẓ al-jalālah* ditransliterasi 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 menuliskan 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 ditulis kapital (Al-) apabila berada di awal kalimat. ā

## ABSTRAK

Gerhana bulan merupakan fenomena alam sebagai bukti kekuasaan Allah SWT. Tidak hanya perlu dipelajari sebagai peristiwa alam, gerhana bulan penting diketahui karena juga merupakan kebutuhan ibadah, yakni pelaksanaan shalat sunnah gerhana. Terdapat salah satu instrumen prediksi terjadinya gerhana yang bernama *Volvelle Inovasi*. *Volvelle Inovasi* merupakan hasil pengembangan instrumen klasik di awal abad ke-18. Instrumen ini disertai dengan tabel sebagai sumber datanya. Tabel yang digunakan *Volvelle Inovasi* adalah bersumber dari data kontemporer algoritma Jean Meeus, sedangkan untuk nilai F (argumen lintang bulan) diperbarui berdasarkan persamaan aritmatika. Selain itu, konsep yang digunakan instrumen ini adalah konsep rata-rata dari pergerakan matahari dan bulan, yaitu basis teori rata-rata jarak antar new moon, yaitu 29 hari 12 jam 44 menit. Instrumen ini fungsinya bukan sebagai instrumen observasi, melainkan instrumen kalkulasi (perhitungan) yang dioperasikan dengan memutar-mutar piringan secara manual. *Volvelle Inovasi* mengadopsi koreksi-koreksi di era algoritma yang semakin kompleks dan memiliki akurasi tinggi, sehingga membutuhkan tahapan panjang untuk bisa mendapatkan hasil yang akurat. Penelitian ini membandingkan hasil perhitungan dari *Volvelle Inovasi* dengan kitab *Irsyād al-Murīd*, di mana kitab tersebut merupakan pengembangan dari buku *Astronomical Algorithms* yang termasuk dalam hisab kontemporer karena sudah menggunakan rumus matematika modern. Sumber data dari kitab karya KH. Ghozali tersebut juga merupakan hasil pemikiran beliau sendiri yang masih digunakan di beberapa pondok pesantren di Indonesia. Berangkat dari kesamaan itulah penulis mencoba menelaah bagaimana metode perhitungan gerhana bulan yang digunakan oleh *Volvelle Inovasi* dan *Irsyād al-Murīd* serta tingkat akurasi keduanya.

Penelitian ini termasuk jenis *library research*. Sumber data primernya adalah data yang diperoleh dari *Volvelle Inovasi* dan wawancara dan diskusi langsung dengan inovator *Volvelle Inovasi* yaitu Ehsan Hidayat serta kitab *Irsyād al-Murīd* mengenai gerhana Bulan. Data sekunder berupa dokumen-dokumen yang berhubungan dengan gerhana bulan. Data-data yang ada kemudian dianalisis dengan pendekatan kualitatif yaitu berupa metode analisis isi dan analisis komparatif. Dalam hal ini, penulis komparasikan hisab *Volvelle Inovasi* dengan kitab *Irsyād al-Murīd*. Untuk menganalisis data perhitungan, penulis menggunakan parameter hasil perhitungan NASA (National Aeronautics and Space Administration).

Adapun hasil dari penelitian ini adalah bahwa dalam perhitungan gerhana Bulan antara kitab *Irsyād al-Murīd* maupun *Volvelle Inovasi Koreksi* keduanya menggunakan metode hisab kontemporer. Penulis mencoba membandingkan hasil perhitungan gerhana bulan sebanyak 13 gerhana sejak tahun 2011 hingga tahun 2024. Saat *Volvelle Inovasi Koreksi* dibandingkan dengan NASA, selisih minimum bernilai 2 menit 10 detik, selisih maksimum 40 menit 36 detik, dan besar selisih rata-ratanya adalah 12 menit 46 detik. Sedangkan jika *Irsyād al-Murīd* dibandingkan dengan NASA, selisih minimum bernilai 1 detik, selisih maksimum 1 menit 15 detik, dan besar selisih rata-ratanya adalah 29 detik.

**Kata kunci:** *Hisab, Gerhana Bulan, Volvelle Inovasi Koreksi, Irsyād al-Murīd*



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Alhamdulillah*, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmatn-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “***Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan pada Volvelle Inovasi Koreksi dengan Kitab Irsyād al-Murād***”, Shalawat dan Salam selalu tucurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan para sahabat yang senantiasa dinantikan barakah syafa’atnya pada akhir zaman.

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S.1) Fakultas Syari’ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terlaksana tanpa adanya bantuan baik moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Ucapan terimakasih kepada segenap pihak yang telah membantu serta memberi dukungan penulis sampaikan terutama kepada,

1. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag, selaku Pembimbing I serta Ahmad Munif, M. S.I, selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Orang tua yang selalu memberikan do’a terbaik dan dukungannya dalam pelaksanaan penelitian.
3. Dekan dan Wakil-wakil Dekan Fakultas Stari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang beserta para staff

dan jajarannya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk membahas skripsi ini dan memberikan fasilitas belajar dari awal hingga akhir.

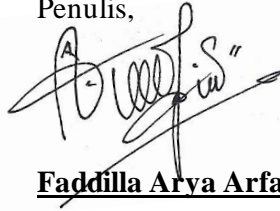
4. Seluruh pengelola dan Dosen Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang atas segala bimbingan, bantuan, dan kerjasamanya, juga telah membekali ilmu pengetahuan sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini, semoga mendapatkan keberkahan dan manfaat.
5. Keluarga besar Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, terkhusus kepada Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag beserta Hj. Aisyah Andayani, S. Ag, selaku Pengasuh pesantren yang selalu memberikan nasehat serta mendoakan penulis hingga saat ini.
6. Ibu Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I selaku dosen wali yang selalu sabar membimbing dan memotivasi penulis untuk terus belajar.
7. Saudara Ehsan Hidayat, M. H dan keluarga yang telah bersedia memberikan informasi dalam melengkapi data-data terkait dalam penelitian penulis.
8. Dan teman-teman penulis serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta doa kepada penulis.

Terimakasih penulis ucapkan atas segalanya dari pihak yang telah penulis sebutkan. Semoga Allah memberikan balasan yang terbaik kepada semuanya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu,

penulis mengharapkan saran yang dapat membangun sebagai pembelajaran dalam penulisan ilmiah ke depannya. Semoga tulisan sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, 12 Oktober 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Faddilla Arya Arfansa', with a large, sweeping flourish underneath.

**Faddilla Arya Arfansa**

NIM. 1602046040

## DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
MOTTO.....	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
DEKLARASI.....	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	vii
ABSTRAK.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xviii
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR GAMBAR.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	8
C. Tujuan Penelitian.....	8
D. Manfaat Penelitian.....	9
E. Telaah Pustaka.....	9
F. Metode Penelitian.....	13
G. Sistematika Penulisan.....	17
BAB II TINJAUAN UMUM TENTANG GERHANA BULAN.....	20
A. Pengertian Gerhana Bulan.....	20
B. Jenis-jenis Gerhana Bulan.....	23
C. Waktu Kontak dan Fase Gerhana Bulan.....	25
D. Dasar Hukum Gerhana.....	28

E. Objek Gerhana Bulan.....	33
F. Frekuensi dan Periodisasi Gerhana Bulan .....	39
G. Gambaran Umum Perhitungan Gerhana Bulan.....	42
<b>BAB III KONSEP PERHITUNGAN GERHANA BULAN BERDASARKAN <i>VOLVELLE INOVASI KOREKSI</i> DAN <i>IRSYĀD AL-MURĪD</i> .....</b>	<b>49</b>
A. Konsep <i>Volvelle Inovasi</i> dalam Penentuan Waktu Gerhana Bulan .....	49
B. Konsep <i>Irsyād al-Murīd</i> dalam Penentuan Waktu Gerhana Bulan .....	82
<b>BAB IV ANALISIS SISTEM PERHITUNGAN GERHANA BULAN <i>VOLVELLE INOVASI KOREKSI</i> DAN <i>IRSYĀD AL- MURĪD</i>.....</b>	<b>100</b>
A. Analisis Terhadap Metode Hisab Gerhana Bulan <i>Volvelle Inovasi Koreksi</i> dan <i>Irsyād al-Murīd</i> .....	100
B. Analisis Keakurasian Hisab <i>Volvelle Inovasi Koreksi</i> dan <i>Irsyād al-Murīd</i> dalam Penentuan Waktu Gerhana ..	120
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>129</b>
A. Kesimpulan .....	129
B. Saran.....	130
C. Penutup.....	131
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>132</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>140</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>142</b>

## DAFTAR TABEL

- Tabel 1.1 = Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan 6 Juni 2020 antara *Volvelle Inovasi* dan *Irsyād al-Murīd*.
- Tabel 3.1 = Kode hari dan pasaran pada instrument *Volvelle Inovasi*.
- Tabel 3.2 = Transformasi Rumus Jean Meeus menjadi versi Aritmatika Argumen Lintang Bulan (F).
- Tabel 3.3 = Hasil upaya 5 koreksi menggunakan *Volvelle Inovasi Koreksi*.
- Tabel 4.1 = Hasil F setelah mengalami pengurangan dengan 180 dan kelipatannya
- Tabel 4.2 = Data keterkaitan nilai kemungkinan terjadinya gerhana Bulan antara kitab *Irsyād al-Murīd* dengan *Astronomical Algorithms*
- Tabel 4.3 = Tabel Nilai F (Argumen Lintang Bulan)
- Tabel 4.4 = Tabel perbandingan nilai bilangan bulat  $n$  dan nilai  $k$  (lunasi) *new moon*
- Tabel 4.5 = Tabel Data F selama 13 *full moon*
- Tabel 4.6 = Tabel Perbandingan nilai bilangan bulat  $n$  dan nilai  $k$  lunasi *full moon*
- Tabel 4.7 = Tabel Data perbandingan perhitungan gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dengan *Volvelle Inovasi*

- Tabel 4.8 = Tabel Perbandingan proses koreksi yang digunakan saat *full moon* oleh kitab *Irsyād al-Murīd* dan pada *Volvelle Inovasi Koreksi*
- Tabel 4.9 = Tabel perbandingan hisab gerhana Bulan *Volvelle Inovasi Koreksi*, *Irsyād al-Murīd*, dan NASA dalam WIB
- Tabel 4.10 = Tabel Perhitungan Gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dan *Volvelle Inovasi* Terkoreksi pada 25 Mei 2013 dalam WIB
- Tabel 4.11 = Tabel Perhitungan Gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dan *Volvelle Inovasi* Terkoreksi pada 23 Maret 2016 dalam WIB
- Tabel 4.12 = Tabel Perhitungan Gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dan *Volvelle Inovasi* Terkoreksi pada 30 November 2020 dalam WIB
- Tabel 4.13 = Tabel Perhitungan Gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dan *Volvelle Inovasi* Terkoreksi pada 25 Maret 2024 dalam WIB

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 : Skema Gerhana Bulan
- Gambar 3.1 : *Volvelle Inovasi* karya Ehsan Hidayat
- Gambar 3.2 : Piringan F (Argumen Lintang Bulan)
- Gambar 3.3 : Piringan *epoch* yang bergabung dengan Tiga Penggaris
- Gambar 3.4 : Cara menentukan *new moon* pertama
- Gambar 3.5 : Cara menentukan tanggal permulaan *new moon*
- Gambar 3.6 : Cara menentukan hari dan pasaran
- Gambar 3.7 : Cara menentukan ada/tidaknya gerhana
- Gambar 3.8 : Cara mengetahui waktu terjadinya gerhana
- Gambar 3.9 : *Volvelle Inovasi Koreksi* karya Ehsan Hidayat
- Gambar 3.10 : Proses menentukan koreksi pertama ( $M'$ )
- Gambar 3.11 : Proses mengetahui waktu koreksi  $M'$
- Gambar 3.12 : Proses menentukan koreksi kedua ( $M$ )
- Gambar 3.13 : Proses mengetahui waktu koreksi  $M$
- Gambar 3.14 : Proses mengetahui koreksi  $2M'$
- Gambar 3.15 : Proses mengetahui waktu pada koreksi  $2M'$
- Gambar 3.16 : Proses menentukan koreksi  $2F$
- Gambar 3.17 : Proses menentukan waktu pada koreksi  $2F$
- Gambar 3.18 : Proses menentukan koreksi  $M'+M$
- Gambar 3.19 : Proses mengetahui waktu koreksi  $M'+M$
- Gambar 4.1 : Titik simpul naik dan turun Bulan
- Gambar 4.2 : Pola Kemungkinan Terjadinya Gerhana
- Gambar 4.3 : Pola nilai F dalam 13 *full moon*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Fenomena oleh Matahari merupakan salah satu tanda kebesaran Allah swt. Selain mampu menghasilkan cahaya sendiri, Matahari juga dapat menghasilkan energi yang bermanfaat bagi kehidupan di alam semesta. Oleh karena itu, sinar matahari dijadikan pedoman waktu bagi makhluk di bumi, yaitu manusia dengan memanfaatkan bayang-bayang yang ditimbulkan. Namun demikian, terkadang sinar matahari bisa terhalang oleh benda langit lain sehingga terjadi fenomena yang dikenal dengan istilah gerhana.<sup>1</sup>

Dalam bahasa sehari-hari kata gerhana biasa digunakan untuk mendeskripsikan keadaan yang berhubungan dengan kemerosotan atau kehilangan (secara total atau sebagian) kepopuleran, kekuasaan atau kesuksesan seorang, kelompok atau negara. Selain itu gerhana dikonotasikan sebagai kesuraman sesaat (terprediksi, berulang atau tidak) dan masih diharapkan bisa berakhir. Namun demikian, istilah yang paling mendekati pada pengertian sebenarnya adalah istilah dalam bahasa arab, yang mana “*kusuf*” berarti menutupi dan “*khusuf*” berarti memasuki. Jadi *kusuf as-Syamsi* menggambarkan Bulan menutupi Matahari baik sebagian

---

<sup>1</sup> Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005), 23

atau seluruhnya, sedangkan *khusuf al-Qamar* menggambarkan Bulan memasuki bayangan Bumi.<sup>2</sup>

Guna memprediksi fenomena gerhana dibutuhkan kecermatan dalam perhitungannya. Adapun cara untuk menghitung gerhana ada dua metode, yaitu metode hisab *urfi* dan metode hisab *hakiki*. Hisab *urfi* adalah sistem hisab yang didasarkan pada kaidah-kaidah umum dari gerak bulan mengelilingi bumi dalam satu bulan sinodis yakni lama selang waktu antara dua purnama, dengan didasarkan pada kaidah yang sifatnya tradisional dan bilangannya tetap. Hisab *hakiki* adalah sistem hisab yang menggunakan perhitungan pasti yang didasarkan pada data-data yang sebenarnya dari gerak bulan dan bumi, serta kaidah-kaidah ilmu ukur segitiga bola (*trigonometry*). Dalam sistem ini perhitungan hari dalam tiap bulannya tidak tetap, kadangkala umur bulannya 29 hari atau 30 hari tergantung pada posisi hilal setiap awal bulan.<sup>3</sup> Sistem hisab *hakiki* ini diklasifikasikan menjadi 3 bagian, yaitu :

Pertama, sistem hisab *hakiki Taqribi*. Sistem hisab *hakiki taqribi*<sup>4</sup> adalah sistem hisab yang berdasarkan data-data *Zeij* (tabel data astronomi)<sup>5</sup> *Ulugh Beyk*. Sistem

<sup>2</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2017), 105

<sup>3</sup> Jaenal Arifin, *Fiqh Hisab Rukyah Di Indonesia (Telaah Sistem Penetapan Awal Bulan Qamariyyah)*, Jurnal Yudisia, Vol. 5, No. 2, Desember 2014

<sup>4</sup> Metode *taqribi* merupakan metode hisab yang menggunakan taksiran posisi matahari dan bulan sehingga hasil hisab berbeda dengan metode lainnya.

<sup>5</sup> Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, Cet. 1, 2005), 92

perhitungan ini berdasarkan teori Geosentris Ptolomy (Matahari, Bulan, dan Bintang mengelilingi Bumi), dimana data-data tersebut dapat digunakan secara terus menerus tidak mengalami perubahan. Beberapa contoh kitab yang menggunakan sistem hisab *hakiki taqribi* diantaranya *Sullam al-Nayirain*, *Tadzkirah al-Ikhwan*, *Fath Rauf al Manan*, *Risālah al-Qamarain*, dan lain-lain.

Kedua, sistem hisab *hakiki tahkiki*. Sistem hisab *hakiki tahkiki* adalah sistem hisab yang mengacu pada teori-teori astronomi serta fisika modern dan rumus matematika yang telah dikembangkan. Dalam perhitungannya sudah menggunakan rumus-rumus ilmu ukur segitiga bola (*trigonometri*) dengan koreksi data gerakan Bulan maupun Matahari yang dilakukan dengan teliti. Kitab-kitab yang menggunakan sistem ini adalah *al-Khalashah al-Wafiyah*, *Nūr al-Anwar*, *Manahijul Hamidiyah*, dan lain-lain.

Ketiga, sistem hisab *hakiki kontemporer*. Sistem hisab ini menggunakan hasil penelitian terakhir dan menggunakan matematika yang telah dikembangkan. Metodenya sama dengan metode hisab *hakiki tahkiki*, hanya saja sistem koreksinya lebih teliti dan kompleks sesuai dengan kemajuan sains dan teknologi serta rumus-rumusnyanya lebih disederhanakan<sup>6</sup>. Sehingga akan menghasilkan perolehan data yang sangat teliti dan akurat. Beberapa metode yang dikategorikan dalam hisab *hakiki*

---

<sup>6</sup> Ditjen Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji, *Selayang Pandang Hisab Rukyat*, (Jakarta: Direktorat Pembinaan Peradlian Agama, 2004), 22.

*kontemporer* seperti *Almanac Nautika*, *Jean Meus*, *Ephimeris Hisab Rukyat*, *Mawaqit*, dan lain sebagainya.

Perkembangan ilmu falak era modern ini semakin pesat, termasuk pada instrument-instrumen yang digunakan yaitu salah satunya *Volvelle Inovasi* karya Ehsan Hidayat. Instrument tersebut merupakan pengembangan dari instrument lama yaitu *Volvelle* yang diciptakan oleh *Phillipe de La Hire*<sup>7</sup> pada abad ke-18 yang dapat digunakan perhitungan gerhana Matahari dan gerhana Bulan serta bisa digunakan untuk kalender. Ehsan Hidayat mengembangkan instrument tersebut agar bisa digunakan kembali di era sekarang ini, karena *Volvelle* karya *Philippe* hanya bisa digunakan sampai tahun 1854 M.

*Volvelle Inovasi* berbahan baku kayu dan akrilik, dengan penambahan stiker pada *finishing* nya. Terdiri dari lima piringan utama yaitu piringan kalender, piringan pasaran, piringan hari, piringan F, dan piringan *epoch*<sup>8</sup> serta tiga penggaris. Dua penggaris bergabung dengan piringan *epoch* yang digunakan untuk star perhitungan dan satu penggaris utama untuk transfer data dari piringan *epoch* ke piringan kalender. Sebagaimana asalnya,

---

<sup>7</sup> Philippe De La Hire adalah seorang astronom, ahli matematika, sekaligus sebagai arsitek berkebangsaan Prancis yang menciptakan instrumen *Volvelle* pada 1640-1718.

<sup>8</sup> *Epoch* atau sering disebut *mabda'* adalah waktu yang digunakan sebagai patokan awal dalam perhitungan, sehingga sangat membantu seseorang untuk mempraktekan sebuah instrument.

penggunaan instrument ini masih manual dengan cara diputar-putar dan diatur satu persatu oleh tangan.

Philippe menyatakan bahwa perhitungan tabel *epoch* dibuat untuk bentuk rata-rata bulan baru yang menganggap gerakan Matahari dan Bulan selalu sama. Sehingga menyebabkan adanya perbedaan waktu munculnya *new moon* dan *full moon* serta gerhana sebagaimana pada data-data *ephemeris*. Hasil jam *Volvelle Inovasi* jika ditinjau dari metodenya yakni teori rata-rata, maka itu sudah sangat cukup. Karena konsep antara algoritma dengan instrument sudah berada di skala 1 jam. Berbeda dengan *Volvelle* Philippe yang skalanya berhenti di skala 1 hari. Padahal keduanya menggunakan teori yang sama yaitu pergerakan rata-rata Matahari dan Bulan. Hal ini menjadi salah satu kekurangan *Volvelle Inovasi* yaitu hasil jam yang masih kasar sehingga membutuhkan koreksi-koreksi.

*Volvelle Inovasi* mengadopsi koreksi-koreksi di era algoritma yang semakin kompleks dan memiliki akurasi tinggi, sehingga membutuhkan tahapan panjang untuk bisa mendapatkan hasil yang akurat. Mengingat bahwa konsep rata-rata *Volvelle Inovasi* adalah menjadikan 29 hari 12 jam 44 menit / 29,530556 hari sebagai gerak konstan. Sedangkan Jean Meus dalam bukunya *Astronomical Algorithms* menyatakan gerak *new moon* itu berbeda-beda. Durasi terpendek *new moon* adalah 29 hari 6 jam 35 menit, sedangkan durasi terpanjang *new moon* adalah 29 hari 19 jam 55 menit. Maka Ehsan Hidayat telah mengembangkan

*Volvelle Inovasi* menjadi sebuah alat baru lagi yang diberi nama *Volvelle Inovasi Koreksi*.

Dengan adanya koreksi-koreksi, sehingga dapat memberikan data jam gerhana yang lebih halus hingga satuan menit. Artinya *Volvelle Inovasi Koreksi* dapat dikategorikan dan dapat disandingkan juga dalam sistem hisab *hakiki kontemporer*. Sama halnya dengan kitab *Irsyād al-Murīd* dimana dalam proses perhitungannya yang tidak terlalu panjang juga sudah menggunakan rumus yang sangat modern. Kitab *Irsyād al-Murīd ilā Ma'rifati 'Ilmi al-Falaki 'alā al-Rasydi al-Jadīd* yang biasa disebut dengan *Irsyād al-Murīd* disusun oleh KH. Ahmad Ghozali dari Lanbulan Sampang Madura. Meskipun kitab *Irsyād al-Murīd* merupakan pengembangan dari buku *Astronomical Algorithms*, namun tidak semua isi kitab bersumber dari buku karangan Jean Meus tersebut, tetapi juga berisikan pemikiran-pemikiran murni dari KH. Ahmad Ghozali.<sup>9</sup>

Untuk melakukan perhitungan gerhana bulan dalam kitab *Irsyād al-Murīd* langkah pertama adalah mencari kemungkinan terjadinya gerhana Bulan. Dimulai dengan mencari hari yang dikehendaki dalam tahun Hijriyah, kemudian mencari nilai *al-Mahfudz*, *Juz al-Ashl*, *Hishah al-'Ardl*, *Julian Day*, Anomali rerata Matahari, Anomali rerata Bulan, *'Uqdah Qamar* hingga menghasilkan

---

<sup>9</sup> Khotibul Umam, *Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyād al-Murīd*, (Skripsi Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2014), 52

nilainya. Kemudian menghitung koreksi-koreksi untuk mengetahui terjadinya *istiqbāl hakiki* meliputi tanggal, bulan, dan tahun masehi gerhana Bulan dan fase-fasenya. Selanjutnya mencari jam tengah gerhana (T0) dengan format waktu rata-rata *Greenwich*. Jika ingin mengubahnya menjadi waktu setempat, maka ditambah dengan Zona Waktu setempat.<sup>10</sup>

Dengan melihat lubang *new moon* dan *full moon* pada piringan *epoch Volvelle Inovasi*, maka dapat diketahui bahwa pada tahun 2020 terjadi salah satunya gerhana bulan total pada 6 Juni, jatuh pada hari Selasa Pon.

Tabel 1.1  
Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan 6 Juni  
2020 antara *Volvelle Inovasi* dan *Irsyād al-Murīd*

Waktu	Jam <i>Volvelle</i> (WIB)	Jam <i>Irsyad al</i> <i>Murid</i> (WIB)	Jam NASA (WIB)
6 Juni 2020	02:21:11	02:25:28	02:24:52

Tabel diatas menunjukkan bahwa selisih hasil perhitungan gerhana bulan yang dihasilkan oleh *Volvelle Inovasi Koreksi*, kitab *Irsyād al-Murīd*, dan NASA memiliki selisih. Namun, menurut pengamatan dari Kepala Bidang Diseminasi Pusat Sains Antariksa Lapan Dr. E. Sungging, M. Si yang dilaksanakan di Balai Pengelola

---

<sup>10</sup> Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah, *Irsyad al-Murid Ila Ma'rifati 'Ilmi al-Falaki*, Madura: Lafal, cet. 5, 2020, 170

Observatorium Nasional, Kabupaten Kupang, NTT<sup>11</sup> mengatakan bahwa gerhana yang terjadi pada tanggal 6 Juni 2020 adalah gerhana bulan penumbra yang dimulai pukul 01:45 WITA dan puncak gerhananya pukul 03:25 WITA (02:25 WIB). Atas dasar itulah penulis tertarik untuk menganalisis hasil komparasi perhitungan antara *Volvelle Inovasi Koreksi* dan kitab *Irsyād al-Murīd*. Melalui penjelasan di atas, memunculkan judul “**Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan pada *Volvelle Inovasi Koreksi* dengan Kitab *Irsyād al-Murīd*’.**

## **B. Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang tersebut dan untuk membatasi pembahasan agar lebih spesifik, maka penulis membuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode perhitungan gerhana Bulan versi *Volvelle Inovasi Koreksi* dan kitab *Irsyād al-Murīd*?
2. Bagaimana tingkat akurasi *Volvelle Inovasi Koreksi* dan kitab *Irsyād al-Murīd*?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, secara garis besar tujuan dari penelitian ini adalah:

---

11

<https://www.kompas.com/tren/read/2020/06/06/153000865/seperti-ini-gerhana-bulan-penumbra-yang-terlihat-pada-6-juni-2020>, diakses pada 30 April 2021 pukul 16.44 WIB



1. Untuk mengetahui spesifikasi dari sistem perhitungan gerhana Bulan menurut *Volvelle Inovasi Koreksi* dan kitab *Irsyād al-Murīd*
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi sistem perhitungan gerhana Bulan antara *Volvelle Inovasi Koreksi* dan kitab *Irsyād al-Murīd*.

#### **D. Manfaat Penelitian**

1. Untuk menambah khazanah keilmuan khususnya praktisi falak terhadap berbagai metode perhitungan dan penetapan waktu terjadinya gerhana Bulan.
2. Untuk menambah wawasan dalam memahami akurasi suatu metode perhitungan dan penetapan terjadinya gerhana Bulan.
3. Memberikan referensi baru kepada mahasiswa khususnya mahasiswa ilmu falak dan bagi umat islam pada umumnya.

#### **E. Telaah Pustaka**

Kegiatan peneliti selalu berawal dari pengetahuan-pengetahuan yang sudah ada sebelumnya, dan pada umumnya para ilmuwan memulai penelitiannya dengan menggali hal-hal yang sudah ditemukan oleh ilmuwan yang lain. Dari apa yang telah ditemukan oleh para ilmuwan tersebut dapat dilakukan dengan memahami, mencermati, menelaah dan mengidentifikasi hasil penelitian dalam bentuk jurnal, skripsi, thesis atau karya

ilmiah yang ada. Berdasarkan pengetahuan dan sejauh penelusuran penulis untuk mengetahui apakah permasalahan perhitungan gerhana bulan *Volvelle Inovasi* dengan kitab *Irsyād al-Murād* belum pernah diteliti ataukah sudah pernah diteliti oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Penulis menemukan hasil penelitian-penelitian yang terkait, yaitu :

1. Tesis Ehsan Hidayat dengan judul “*Inovasi Instrumen Volvelle Philippe de la Hire dalam Penentuan Waktu Gerhana*”. Tesis ini meneliti tentang modifikasi *Volvelle Inovasi* barunya dengan menambahkan beberapa fitur dari *Volvelle Philippe De La Hire*. Yakni menambahkan *gird* waktu jam, hari, dan pasaran. Ehsan memperbarui piringan *epoch* dengan mengganti fungsi kegunaan untuk tahun 1901 sampai tahun 2100. Dalam penelitian tersebut belum menjelaskan komparasi sistem perhitungan gerhana bulan *Volvelle Inovasi* dengan kitab *Irsyād al-Murād*. Dan nantinya penelitian penulis mengenai komparasi perhitungan gerhana bulan *Volvelle Inovasi* dengan kitab *Irsyād al-Murād*.<sup>12</sup>
2. Penelitian Zaenuddin Nurjaman yang berjudul “*Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH. Noor Ahmad SS dalam Kitab Nūr al-Anwar*”. Skripsi tersebut menjelaskan metode hisab gerhana Bulan dalam kitab *Nūr al-Anwar* karya KH. Noor Ahmad SS

---

<sup>12</sup> Ehsan Hidayat, *Inovasi Instrumen Volvelle Philippe de la Hire dalam Penentuan Waktu Gerhana*, (Tesis-UIN Walisongo: 2019)

dimana merupakan sistem hisab yang berpijak pada teori heliosentris dan termasuk dalam kategori hisab *hakiki tahkiki*. Data astronomisnya bersumber dari data *al-Mathla' as-Sa'id* dengan *epoch* Jepara. Metode hisabnya menggunakan nilai batas eklipsis 12 derajat dan rumus-rumus trigonometrinya merupakan hasil modifikasi dan transformasi bentuk rumus dari rumus-rumus logaritma yang ada dalam kitab *al-Khulashah al-Wafiyah* ke dalam rumus-rumus trigonometri. Penelitian ini berbeda dengan penelitian penulis karena kitab yang dikaji penulis merupakan cangkakan dari Jean Meeus.<sup>13</sup>

3. Skripsi Nur Ismawati “*Studi Komparasi Awal Bulan Kamariah antara kitab Tibyanul Murid dan Kitab Irsyadul Murid*”. Dalam skripsinya membahas mengenai perhitungan awal bulan kamariah kitab *tibyan al-Murid* dan *Irsyad al-Murid* dimana kedua kitab tersebut menggunakan sistem hisab yang sama yaitu hisab kontemporer. Pembahasan tersebut jelas berbeda dengan penulis karena penulis fokus pada perhitungan gerhana bulan *Volvelle Inovasi* dan kitab *Irsyad al-Murid*.
4. Skripsi Khotibul Umam dengan judul “*Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyad al-Murid*”. Dalam skripsi tersebut dijelaskan bahwa

---

<sup>13</sup> Zaenuddin Nurjaman, *Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH. Noor Ahmad SS dalam Kitab Nur al-Anwar*, (Skripsi-IAIN Walisongo: 2012)

sistem dan metode hisab yang digunakan oleh kitab *Irsyād al-Murīd* adalah termasuk hisab kontemporer. Secara ilmiah kitab ini dapat dipertanggungjawabkan tingkat keakurasiannya dan dapat dijadikan rujukan dalam penentuan gerhana bulan. Penelitian tersebut berdeda dengan penelitian yang penulis bahas yaitu gerhana Bulan.<sup>14</sup>

5. Skripsi dari Lauhatun Nashihah yang berjudul “*Analisis Jenis Gerhana yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi*”. Dalam skripsi ini dijelaskan tentang faktor apa yang membedakan jenis gerhana antara *Volvelle Inovasi* dengan nasa serta nilai validitas dari *Volvelle Inovasi*. Dalam pembahasan skripsi ini terdapat persamaan yaitu sama-sama membahas tentang gerhana dalam *Volvelle Inovasi*, namun penulis lebih menitikberatkan pada gerhana Bulan dan membandingkan dengan kitab *Irsyād al-Murīd*.<sup>15</sup>
6. Penelitian Wahyu Fitria yang berjudul “*Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Khulāsah al-Wafiyah dan Ephimeris*”<sup>16</sup>. Dalam skripsi tersebut menjelaskan dasar hukum yang digunakan dalam kitab *Khulāsah al-Wafiyah* dan

---

<sup>14</sup> Khotibul Umam, *Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyad al-Murid*, (Skripsi-UIN Walisongo: 2014)

<sup>15</sup> Lauhatun Nashihah, “*Analisis Jenis Gerhana yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi*” (Skripsi-UIN Walisongo: 2020)

<sup>16</sup> Wahyu Fitria, “*Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Khulāsah al-Wafiyah dan Ephimeris*” (Skripsi-IAIN Walisongo: 2011)

ephemeris, kelebihan dan kekurangan, serta komparasi algoritma hisab gerhana bulan keduanya. Skripsi ini berbeda dengan skripsi yang akan penulis teliti karena skripsi tersebut focus pada kitab *khulāsah al-Wafiyah* dan ephemeris, sedangkan penulis fokus pada hisab gerhana bulan *Volvelle Inovasi* dan kitab *Irsyād al-Murīd*.

## F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

### 1. Jenis Penelitian

Penelitian yang penulis lakukan jika ditinjau dari pendekatan analisisnya termasuk dalam penelitian kualitatif berupa *library research* (penelitian kepustakaan). Penelitian kualitatif adalah penelitian yang menggunakan latar alamiah dengan maksud menafsirkan fenomena yang terjadi (Denzin & Linclon: 1994)<sup>17</sup>. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan uraian secara mendalam mengenai sifat dan karakter khas objek yang diteliti sehingga dapat diketahui bagaimana metode, cara kerja, dan tingkat akurasi *Volvelle Inovasi Koreksi* dalam penentuan waktu gerhana bulan. Jenis penelitian ini yang akan penulis tekankan untuk mengkomparasikan hasil

---

<sup>17</sup> Albi Anggito & Johan Setiawan, “*Metodologi Penelitian Kualitatif*”, (Sukabumi, CV Jejak Cet. Pertama: 2018), 7

perhitungan gerhana bulan *Volvelle Inovasi Koreksi* dengan kitab *Irsyād al-Murīd*.

## 2. Sumber Data

Terdapat dua sumber data dalam penelitian ini, yakni data primer dan data sekunder.

### 1) Sumber Data Primer

Data primer untuk penelitian yang bersifat *library research* adalah data asli yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti untuk menjawab masalah risetnya secara khusus.<sup>18</sup> Dalam hal ini data primernya adalah dokumen yang berkaitan dengan metode perhitungan *Volvelle Inovasi*, hasil wawancara dengan perancang *Volvelle Inovasi* yaitu Ehsan Hidayat, serta kitab *Irsyād al-Murīd* mengenai sistem hisab gerhana bulan.

### 2) Sumber Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang digunakan sebagai pelengkap atau pendukung dari data primer. Data sekunder dalam penelitian ini berupa data gerhana bulan NASA, buku mengenai *Volvelle Inovasi*, dan beberapa dokumentasi artikel ataupun karya tulis lain berhubungan dengan gerhana bulan.

## 3. Metode Pengumpulan Data

---

<sup>18</sup> Istijanto, *Riset Sumber Daya Manusia*, (Jakarta, PT Gramedia Pustaka Utama: 2005), 32.

Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian ini, penulis menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut :

a. Dokumentasi

Metode dokumentasi yaitu mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, dan sebagainya.<sup>19</sup> Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan beberapa informasi pengetahuan, fakta, dan data. Dengan demikian maka dapat dikumpulkan data-data dengan kategorisasi dan klasifikasi bahan-bahan tertulis yang berhubungan dengan masalah penelitian, baik dari sumber dokumen, buku-buku, jurnal ilmiah, koran, website dan lain-lain yang berkenaan dengan permasalahan yang akan diteliti.

b. Wawancara

Wawancara ini dilakukan secara tatap muka (*face to face*) antara peneliti dan yang diteliti maupun dengan menggunakan media komunikasi.<sup>20</sup> Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara semi-terstruktur, yakni wawancara dimana responden harus menjawab pertanyaan yang telah disiapkan oleh

---

<sup>19</sup> Sandu Siyoto, *Dasar Metodologi Penelitian*, (Yogyakarta: Literasi Media Publishing, 2015), 77

<sup>20</sup> Fakultas Syari'ah, *Pedoman Penulisan Skripsi*, (Semarang : IAIN Walisongo), 2010, 16

pewawancara. Responden yang rencananya akan diwawancarai yaitu Ehsan Hidayat, alumni S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang sekaligus perancang Instrumen *Volvelle Inovasi*.

c. Observasi

Metode observasi dimaksudkan untuk mengumpulkan data dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang diteliti agar mendapatkan hasil yang diinginkan.<sup>21</sup> Data yang diobservasi berupa cara pengoperasian instrument *Volvelle Inovasi* dan penerapan teori ke dalam instrument sebagaimana yang dilakukan oleh Ehsan Hidayat. Dengan observasi, peneliti akan mendapatkan pengalaman dan pengetahuan yang sangat personal dan terkadang sulit diungkapkan oleh partisipan dalam wawancara.

4. Metode Analisis Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Analisis data merupakan proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dokumentasi dengan cara

---

<sup>21</sup> J.R. Raco, *Metode Penelitian Kualitatif Jenis, Karakteristik dan Keunggulannya*, (Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, 2010), 112-113



menjabarkan dan membuat kesimpulan yang dapat dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain.<sup>22</sup>

Metode analisis data yang digunakan penulis adalah metode kualitatif dengan menggunakan teknik deskriptif komparatif. Jenis penelitian deskriptif bertujuan untuk menuturkan pemecahan masalah yang ada berdasarkan data-data untuk dianalisis dan diinterpretasikan dan memiliki hubungan erat dengan bentuk data dan jenis pengukuran yang dilakukan dalam suatu riset yang berupa data, sehingga peneliti dapat mengaplikasikan dalam bentuk pengamatan terhadap metode yang diterapkan dalam *Volvelle Inovasi* oleh Ehsan Hidayat dalam menentukan waktu terjadinya gerhana bulan. Penulis juga menggunakan analisis komparatif, yakni mengkomparasikan data hasil perkiraan waktu gerhana bulan yang dihasilkan *Volvelle Inovasi* dengan data hasil perkiraan waktu gerhana bulan kitab *Irsyād al-Murīd* untuk menjawab bagaimana tingkat keakurasian *Volvelle Inovasi* dalam menentukan waktu gerhana bulan.

## **G. Sistematika Penulisan**

Untuk memudahkan dalam memahami dan mempelajari skripsi ini, secara garis besar penulisan

---

<sup>22</sup> Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Alfabeta, 2012), 89

disusun per bab yang terdiri dari lima bab, yang di dalamnya diperjelas dengan sub-sub pembahasan. Untuk lebih jelasnya, sistematika penulisannya sebagai berikut :

**BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dimuat latar belakang penelitian ini dilakukan, rumusan masalah yang hendak diteliti sebagai pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian. Selanjutnya kajian pustaka, kerangka teoritik, dan metode penelitian yang mana menjelaskan teknik analisis yang dilakukan dalam penelitian, serta dikemukakan tentang sistematika penulisan pembuatan skripsi.

**BAB II : TINJAUAN UMUM TENTANG GERHANA BULAN**

Pada bab ini membahas tentang teori-teori dasar yang berkaitan, meliputi kajian umum gerhana, dasar hukum gerhana, objek gerhana bulan, geometri dan macam gerhana bulan, periodisasi gerhana bulan, serta gambaran umum perhitungan gerhana bulan.

**BAB III : KONSEP PENENTUAN WAKTU GERHANA BULAN BERDASARKAN *VOLVELLE INOVASI KOREKSI DAN IRSYĀD AL-MURĪD***

Bab ini menjelaskan tentang metode perhitungan gerhana bulan. Pembahasannya meliputi metode perhitungan gerhana bulan

dengan menggunakan *Volvelle Inovasi*, selanjutnya pada sub bab kedua yaitu mengenai sistem perhitungan gerhana bulan berdasar pada kitab *Irsyād al-Murīd*. Pada sub bab berikutnya akan dipaparkan mengenai contoh dari perhitungan gerhana bulan yang berasal dari kedua sistem perhitungan tersebut.

#### **BAB IV : ANALISIS SISTEM PERHITUNGAN GERHANA BULAN VOLVELLE INOVASI KOREKSI DAN IRSYĀD AL-MURĪD**

Pada bab ini akan dipaparkan analisis sistem perhitungan waktu gerhana bulan *Volvelle Inovasi Koreksi* dan *Irsyād al-Murīd* beserta keakurasian *Volvelle Inovasi Koreksi* dan *Irsyād al-Murīd* dalam penentuan waktu gerhana.

#### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan atas bahasan dan hasil penelitian yang penulis angkat, kemudian saran-saran dan kata penutup.

## BAB II

### TINJAUAN UMUM TENTANG GERHANA BULAN

#### A. Pengertian Gerhana Bulan

Gerhana merupakan fenomena alam yang disebabkan oleh kombinasi gerak antara Bumi, Bulan, dan Matahari. Gerhana menurut astronomi berarti *eclipse*, istilah ini dipergunakan secara umum baik untuk gerhana Matahari maupun gerhana Bulan. Sedangkan dalam Bahasa Arab Gerhana disebut dengan *Kusuf* atau *Khusuf*. Kedua kata tersebut digunakan baik untuk gerhana Matahari ataupun gerhana Bulan. Istilah kusuf biasa dikenal untuk penyebutan gerhana Matahari (*kusuf al-syams*) dan kata khusuf lebih dikenal dalam penyebutan gerhana Bulan (*khusuf al-qamr*).<sup>1</sup>

Kata kusuf berarti menutupi, sehingga *kusuf as-syams* adalah piringan bulan yang menutupi piringan matahari dilihat dari bumi baik sebagian atau keseluruhan. Fenomena ini terjadi pada saat *ijtima'* (konjungsi), dimana Bulan atau Matahari berada disalah satu titik simpul atau didekatnya. Kemudian istilah khusuf berarti memasuki, sehingga *khusuf al-qamr* adalah Sebagian atau seluruh piringan bulan memasuki kerucut bayangan inti bumi (*umbra*), oleh sebab itu bulan menjadi tampak gelap.<sup>2</sup>

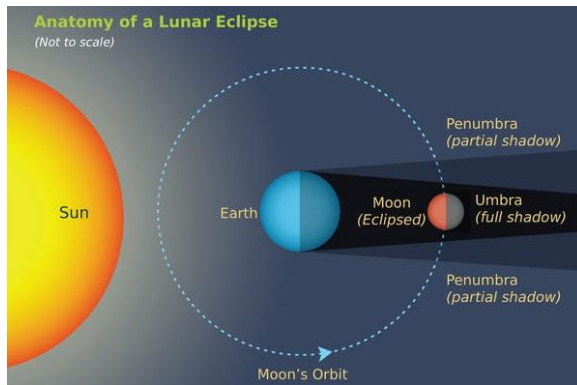
---

<sup>1</sup> *Ilmu Falak Praktik*, Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Kementerian Agama Republik Indonesia, 2013, 109

<sup>2</sup> Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005), 45

Sementara itu, gerhana Bulan sendiri terjadi saat sebagian atau keseluruhan penampang bulan tertutup oleh bayangan bumi. Hal ini terjadi bila bumi berada diantara matahari dan bulan pada satu garis lurus yang sama, sehingga sinar matahari tidak dapat mencapai bulan karena terhalangi oleh bumi.<sup>3</sup> Gerhana Bulan terjadi ketika bulan berada pada saat *istiqbāl* (oposisi), dimana Bulan berada pada salah satu titik simpul<sup>4</sup> lainnya atau di dekatnya, sementara Matahari berada pada jarak bujur astronomi 180° dari posisi Bulan.

Gambar 2.1 : Skema Gerhana Bulan



(Sumber: <https://skyandtelescope.org/>)

<sup>3</sup> Rusydi Sulaiman, “Gerhana dan Keharusan Kosmologis Manusia: Tinjauan Filsafat Wujud”, Edugama: *Jurnal Kependidikan dan Sosial Keagamaan*, Vol. 03 No. 02 Desember 2017, 6.

<sup>4</sup> Node atau titik simpul adalah titik perpotongan antara lintasan bulan dengan ekliptika. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 88.

Gerhana bulan dapat terjadi 2 sampai 3 kali dalam setahun. Gerhana bulan dapat disaksikan oleh seluruh penduduk bumi yang Ketika itu menghadap bulan. Periode gerhana ini terhitung dari fase bulan purnama ke fase bulan purnama lagi selama 29,5 hari atau biasa disebut dengan satu bulan sinodis. Tetapi perlu diingat bahwa tidak setiap bulan purnama akan terjadi gerhana bulan, karena orbit bulan tidak sebidang dengan orbit bumi melainkan memotong orbit bumi dan membentuk sudut sebesar  $5^\circ$ .<sup>5</sup>

Gerhana bulan terjadi ketika bulan memasuki daerah bayang-bayang bumi. Maka bulan, bumi dan matahari berada pada satu garis lurus dan bumi terletak diantara bulan dan matahari. Bayangan yang dibentuk oleh Bumi mempunyai dua bagian yaitu, pertama, bagian yang paling luar yang disebut dengan bayangan *penumbra* atau bayangan semu (bayangan ini tidak terlalu gelap). Kedua, bagian dalam yang disebut dengan bayangan *umbra*<sup>6</sup> (bayangan inti). Karena bentuk lingkaran Matahari lebih besar daripada lingkaran Bumi maka bayangan *umbra* bumi membentuk kerucut yang bayangannya menyebar

---

<sup>5</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2017), 109

<sup>6</sup> Umbra (bayangan inti) yaitu bayang-bayang kerucut suatu benda langit. Bumi dan Bulan adalah benda langit yang menerima sinar dari Matahari, sehingga keduanya mempunyai bayang-bayang kerucut. Apabila bayangan kerucut bumi menyentuh piringan Bulan maka terjadi gerhana Bulan. jika bayangan kerucut Bulan menyentuh permukaan bumi maka terjadi gerhana Matahari. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, 87.

luas ke angkasa semakin membesar sampai menghilang di angkasa.<sup>7</sup>

## B. Jenis-jenis Gerhana Bulan

Gerhana Bulan dapat terjadi Ketika Bulan berada pada kedudukan oposisi (*istiqbāl*) dimana Bulan berada pada salah satu titik simpul lainnya atau di dekatnya, sementara Matahari berada pada jarak bujur astronomi 180° dari posisi Bulan. Hal ini berarti gerhana Bulan hanya terjadi pada waktu Bulan purnama, berlawanan dengan kedudukannya pada waktu gerhana Matahari. Selain itu sebagaimana pada gerhana Matahari bahwa Bulan pada waktu itu dalam peredarannya sedang memotong bidang ekliptika. Gerhana Bulan dapat dilihat hampir 2/3 permukaan bumi yang mengalami malam hari, sedangkan gerhana matahari hanya bisa terlihat di daerah yang tidak terlalu luas di permukaan bumi yang mengalami siang hari.<sup>8</sup>

Dengan memperhatikan piringan bulan yang memasuki bayangan inti bumi, maka gerhana bulan digolongkan menjadi dua macam, yaitu :

### a. Gerhana Bulan Total.

Gerhana Bulan Total atau *kullī* terjadi ketika posisi Bumi, Bulan dan Matahari berada pada satu garis lurus, sehingga seluruh piringan Bulan berada di dalam bayangan inti Bumi. Pada gerhana ini Bulan

---

<sup>7</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu.....*, 107

<sup>8</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2017), 110

akan tepat berada pada daerah umbra. Meskipun Bulan berada pada umbra Bumi, bulan tidak sepenuhnya gelap total karena Sebagian cahaya masih bisa sampai ke permukaan bumi oleh refraksi atmosfer<sup>9</sup> bumi.

Gerhana Bulan Total (*kulli*) akan terjadi empat kali kontak. Pertama, Ketika piringan bulan mulai menyentuh masuk pada bayangan bumi yang menandai dimulainya gerhana bulan. Kedua, Ketika seluruh piringan bulan sudah memasuki bayangan bumi (pada saat ini dimulai waktu total). Ketiga, Ketika piringan bulan mulai menyentuh untuk keluar dari bayangan bumi, di posisi inilah menandai waktu akhir total. Keempat, Ketika seluruh piringan bulan sudah keluar dari bayangan bumi, ini menandakan waktu gerhana sudah berakhir.<sup>10</sup>

b. Gerhana Bulan Sebagian

Gerhana bulan Sebagian (*ba'dhi*) terjadi karena posisi bumi, bulan dan matahari tidak berada dalam satu garis lurus, sehingga hanya sebagian piringan bulan saja yang memasuki bayangan inti bumi. Sedangkan sebagian permukaan bulan yang lain berada di daerah penumbra. Sehingga masih ada sebagian sinar Matahari yang sampai ke permukaan

---

<sup>9</sup> Atmosfir yaitu selubung udara disebelah litosfer serta bagian-bagiannya pada rongga, pori, dan celah pada litosfer. *Litosfer* adalah lapisan bumi yang paling luar, terletak diatas astenosfer, meliputi kerak dasar samudera dan kerak benua yang berbentuk lempeng.

<sup>10</sup> Sayful Mujab, "Gerhana: Antara Mitos, Sains, dan Islam", *Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam: Yudisia*, vol. 5, no. 1, Juni 2014, 93



bumi. Ketika hanya sebagian bulan yang masuk ke dalam kerucut umbra bumi.

Pada gerhana bulan sebagian hanya terjadi dua kali kontak. Pertama, apabila piringan bulan mulai menyentuh masuk pada bayangan bumi, hal ini berarti awal terjadi gerhana. Kedua, apabila piringan bulan sudah keluar dari bayangan bumi, waktu inilah yang menandai gerhana telah berakhir.

Sementara itu, Rinto Anugraha dalam bukunya menyebutkan tipe-tipe gerhana bulan ada tiga,<sup>11</sup> yaitu :

1. Tipe t. yaitu gerhana total, dimana bulan berada sepenuhnya didalam kerucut umbra bumi.
2. Tipe p. yaitu gerhana parsial, dimana bulan hanya sebagian berada didalam kerucut umbra bumi.
3. Tipe pen. yaitu gerhana penumbra, dimana bumi berada didalam kerucut luar (penumbra) tetapi tidak memasuki kerucut umbra. Gerhana bulan penumbra hampir tidak dapat dideteksi secara visual, kecuali jika magnitudenya lebih besar daripada 0,7.

### **C. Waktu Kontak dan Fase Gerhana Bulan**

Momen terjadinya gerhana Bulan diurut berdasarkan urutan terjadinya :

1. P1

---

<sup>11</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta : Jurusan Fisika UGM, 2012), 127

P1 adalah kontak I penumbra, yaitu saat piringan Bulan bersinggungan luar dengan penumbra Bumi. P1 menandai dimulainya gerhana bulan secara keseluruhan.

2. P2

P2 adalah kontak II penumbra, yaitu saat piringan Bulan bersinggungan dalam dengan penumbra Bumi. Saat P2 terjadi seluruh piringan Bulan berada di dalam piringan penumbra Bumi.

3. U1

U1 adalah kontak I umbra, yaitu saat piringan Bulan bersinggungan luar dengan umbra Bumi.

4. U2

U2 adalah kontak II umbra, yaitu saat piringan Bulan bersinggungan dalam dengan umbra Bumi. U2 ini menandai dimulainya fase total dari gerhana bulan

5. Puncak Gerhana

Puncak gerhana adalah saat jarak pusat piringan Bulan dengan pusat umbra/penumbra mencapai minimum

6. U3

U3 adalah kontak III umbra, yaitu saat piringan Bulan Kembali bersinggungan dalam dengan umbra Bumi, ketika piringan Bulan tepat mulai akan meninggalkan umbra Bumi. U3 ini menandai berakhirnya fase total dari gerhana bulan.

7. U4

U4 adalah kontak IV umbra, yaitu saat piringan Bulan Kembali bersinggungan luar dengan umbra Bumi.

8. P3

P3 adalah kontak III penumbra, yaitu saat piringan Bulan Kembali bersinggungan dalam dengan penumbra Bumi. P3 adalah kebalikan dari P2.

9. P4

P4 adalah kontak IV penumbra, yaitu saat piringan Bulan Kembali bersinggungan luar dengan penumbra Bumi. P4 adalah kebalikan dari P1 dan menandai berakhirnya peristiwa gerhana bulan secara keseluruhan.

Berdasarkan waktu-waktu kontak ini, peristiwa gerhana bulan melalui fase-fase:

1. Fase gerhana penumbra : selang antara P1-U1, dan antara U4-P4
2. Fase gerhana umbra : selang antara U1-U4
3. Fase total : selang antara U2-U3

Tidak semua kontak dan fase akan terjadi saat gerhana bulan. Jenis gerhana bulan menentukan kontak-kontak dan fase gerhana mana saja yang akan terjadi. Misalnya saat gerhana bulan total, dimana keseluruhan kontak dan fase akan dilalui. Untuk gerhana bulan sebagian, karena tidak keseluruhan Bulan masuk dalam umbra Bumi, maka U2 dan U3 tidak akan terjadi, sehingga fase total tidak akan diamati. Untuk gerhana penumbra total, karena Bulan tidak menyentuh umbra Bumi, maka U1, U2, U3, dan U4 tidak akan terjadi, karena itu fase gerhana umbra tidak akan diamati. Sedangkan pada

gerhana penumbra sebagian hanya P1 dan P4 saja yang akan terjadi.

#### D. Dasar Hukum Gerhana

Gerhana merupakan peristiwa alam biasa yang secara astronomis dapat dihitung dan diprediksi kapan akan terjadi. Untuk itu umat Islam memberi makna akan kehadiran gerhana melalui ibadah. Berikut merupakan beberapa nash Al-Qur'an maupun hadis yang terkait dengan proses terjadinya gerhana dan aktifitas ibadah yang dilakukan Ketika berlangsungnya gerhana.

##### 1. Dalil al-Qur'an.

###### a. QS. Fusshilat/41: 37.

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

*“Dan sebagian dari tanda-tanda (kebesaran)-Nya adalah malam, siang, matahari, dan bulan. Janganlah bersujud pada matahari dan jangan (pula) pada bulan. Bersujudlah kepada Allah yang menciptakannya jika kamu hanya menyembah kepada-Nya.” (QS. 41 [Fusshilat] : 37)<sup>12</sup>*

Allah mengatakan dalam firman-Nya *“dan diantara tanda-tanda kebesaran-Nya”*. Potongan arti tersebut menunjukkan tanda-tanda keesaan

---

<sup>12</sup> Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an Al-Karim dan Terjemahnya* (Halim Publishing, 2014)

Allah dan qudrat-Nya. Adapun “*ialah malam, siang, matahari dan bulan*” arti tersebut merupakan penjelasan detail apa saja bentuk-bentuk kekuasaan Allah. Selanjutnya Allah melarang penyembahan bulan dan matahari dalam segala bentuk apapun. Karena meskipun keduanya adalah ciptaan Allah yang besar tetapi keutamaan yang mereka miliki tidak datang dari diri keduanya sehingga mereka hak yang sama dengan Allah untuk disembah. Masih ada Allah yang menciptakan keduanya. Jika Allah berkehendak Dia bisa meniadakan keduanya atau menghilangkan cahaya keduanya.<sup>13</sup>

b. QS. Yasin: 38-40

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

“Dan matahari yang berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Allah) Yang Mahaperkasa lagi Maha Mengetahui. (Begitu juga) bulan, Kami tetapkan bagi(-nya) tempat-tempat peredaran sehingga (setelah ia sampai ke tempat peredaran yang terakhir,) kembalilah ia seperti

---

<sup>13</sup> Syaikh Imam al-Qurtubi, *al Jami' Lil Ahkam Al-Qur'an* (Jakarta : Pustaka Azzam, 2009), 888.

*bentuk tandan yang tua. Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.” (QS. 36 [Yasin] : 38-40)<sup>14</sup>*

Ayat-ayat diatas menjelaskan bahwa Matahari tidak bersifat statis, melainkan bergerak pada garis edarnya. Kata *taqdir* pada ayat 38 digunakan dalam arti menjadikan sesuatu memiliki kadar serta sistem tertentu dan teliti. Ia juga menetapkan kadar sesuatu, baik yang berkaitan dengan materi, maupun waktu. Kata yang digunakan dalam auat 38 mencakup kedua makna itu. Allah menetapkan bagi matahari kadar sistem peredarannya yang teliti dan dalam saat yang sama Allah mengatur juga kadar waktu bagi peredarannya. Selain Matahari, QS. Yasin ayat 40 menegaskan bahwa bulan-pun bergerak pada garis edar tertentu. Konsistensi pergerakan Matahari dan Bulan pada garis edarnya masing-masing memungkinkan berada pada lintasan yang lurus pada waktu tertentu. Lama waktu posisi matahari dan bulan berada pada lintasan yang lururs itulah yang dinamakan dengan peristiwa gerhana. Keteraturan orbit Bumi dan Bulan di sekitar pusat orbitnya masing-masing dan bentuk orbit yang selalu tetap, menunjukkan bahwa gerhana

---

<sup>14</sup> Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Semarang: CV. Al-Waah, 1993, 708.

Matahari dan Bulan telah ada sejak Matahari, Bumi, dan Bulan ada.<sup>15</sup>

## 2. Dalil Hadits

### a. Hadits Riwayat Bukhari.

حَدَّثَنَا عمرو بن عون قال: حَدَّثَنَا خالد عن يونس عن الحسن عن أبي بكره قال: كُنَّا عند رسول الله صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَانْكَسَفَتِ الشَّمْسُ، فَقَامَ النَّبِيُّ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَجْرُ رِداءه حَتَّى دَخَلَ الْمَسْجِدَ، فَدَخَلْنَا، فَصَلَّى بِنَا رَكَعَتَيْنِ حَتَّى انْجَلَتِ الشَّمْسُ، فَقَالَ صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ، فَإِذَا رَأَيْتُمُوهَا فَصَلُّوا وَادْعُوا حَتَّى يَكْتُفَ مَا بَيْكُمْ (رواه البخاري)<sup>16</sup>

*Umar Ibn K'Aun menceritakan dan Dia berkata: Khalid menceritakan dari Yunus dari Hasan, dari Abu Bakrah, dia berkata, kami berada di sisi Rasulullah saw dan matahari mengalami kususuf (gerhana), maka Nabi saw berdiri dengan menyeret selendangnya hingga masuk masjid. Maka, kami pun (ikut) masuk ke dalamnya. Lalu Nabi saw Salat dua rakaat mengimami kami hingga matahari tampak (Kembali). Lalu Nabi saw bersabda, "Sesungguhnya matahari dan bulan tidak mengalami kususuf (gerhana) karena kematian seseorang. Apabila kalian melihat keduanya (mengalami gerhana), maka Salat dan berdoalah hingga disingkapnya apa yang ada pada kalian". (HR. Bukhari)<sup>17</sup>*

---

<sup>15</sup> Ismail "Lhokseumawe Society Rituals at the Solar Eclipse (Study of the Solar Eclipse March 9<sup>th</sup> 2016 and December 26<sup>th</sup> 2019), Lhokseumawe State Islamic Institute, *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, Vol. 2, No. 1, 2020, 6

<sup>16</sup> Imam Abi Abdillah Muhammad bin Ismail al-Bukhari, *Shahih al-Bukhari*, Jilid 4, (Demyq: Dar ibn Katsir, 2002), 253

<sup>17</sup> Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Fathul Baari Syarah: Shahih Bukhari*, terj. Gazirah Abdi Ummah (Jakarta: Pustaka Azzam, 2008, cet. 2, vol. VI), 2.

b. Hadits Riwayat Bukhari dan lafalnya Riwayat Muslim dan Abu Dawud.

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مُحَمَّدٍ قَالَ: حَدَّثَنَا هَاشِمُ بْنُ الْقَاسِمِ قَالَ: حَدَّثَنَا شَيْبَانُ أَبُو مَعَاوِيَةَ عَنْ زِيَادِ بْنِ عَاقِبَةَ عَنِ الْمَغِيرَةِ بْنِ شُعْبَةَ قَالَ: كَسَفَتِ الشَّمْسُ عَلَى عَهْدِ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَوْمَ مَاتَ إِبْرَاهِيمَ فَقَالَ النَّاسُ: كَسَفَتِ الشَّمْسُ لِمَوْتِ إِبْرَاهِيمَ, فَقَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ, فَإِذَا رَأَيْتُمْ فَصَلُّوا وَادْعُوا اللَّهَ. (رواه البخاري واللفظ له ورواه مسلم وابو داود).<sup>18</sup>

*Abdullah Ibn Muhammad menceritakan dan Dia berkata: Hasyim Ibn Qasim menceritakan dan Dia berkata: Syaiban Abu Mu'awiyah menceritakan dan Dia berkata: Dari Ziyad Ibn 'Alaqah dari Al Mughiroh bin Syu'bah, dia berkata, matahari mengalami kususuf (gerhana) pada masa Rasulullah saw di hari meninggalnya Ibrahim (putra Rasulullah). Maka manusia berkata, "Matahari mengalami kususuf (gerhana) karena kematian Ibrahim". Lalu Rasulullah saw bersabda, "Sesungguhnya matahari dan bulan tidak mengalami kususuf (gerhana) karena kematian seseorang dan tidak pula karena kehidupannya (kelahirannya). Apabila kalian melihat (gerhana), maka hendaklah kalian Salat dan berdo'a kepada Allah" (HR. Al Bukhari dan ini adalah lafalnya, juga Riwayat Muslim dan Abu Dawud).<sup>19</sup>*

Kedua hadis diatas menjelaskan bahwa peristiwa gerhana tidak ada kaitannya dengan kelahiran atau kematian seseorang. Akan tetapi sebagai salah satu bukti tanda kebesaran Allah yang harus dihayati dengan penuh keimanan. Maka sangat dianjurkan (*sunnah muakkad*)

<sup>18</sup> Imam Abi Abdillah Muhammad bin Ismail al-Bukhari, *Shahih...*, 253

<sup>19</sup> Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Fathul Baari...*, 3.



untuk melaksanakan salat gerhana. Pada zaman dahulu, masyarakat jahiliyah meyakini bahwa gerhana terjadi ketika adanya kelahiran atau kematian orang-orang besar. Seperti pada zaman Rasulullah peristiwa gerhana bertepatan dengan meninggalnya Ibrahim putra Rasulullah. Oleh karena itu Rasulullah membantah keyakinan tersebut dan meluruskannya dengan menjelaskan hikmah dibalik peristiwa gerhana.

Tidak semua tanda-tanda kebesaran Allah yang diperlihatkan kepada manusia di bumi harus disikapi dengan melaksanakan ibadah salat. Akan tetapi, fenomena gerhana yang merupakan salah satu tanda kekuasaan Allah dimana didalamnya terandung pesan untuk menimbulkan rasa takut pada diri manusia sehingga diperintahkan kepada umat manusia untuk menyikapinya dengan melaksanakan salat gerhana, memperbanyak doa dan takbir, bershadaqah, serta melakukan amal kebajikan lainnya.<sup>20</sup>

## **E. Objek Gerhana Bulan**

### **1. Bulan**

Bulan merupakan benda langit yang terdekat dengan bumi sekaligus satu-satunya satelit yang dimiliki bumi. Jarak Bulan ke Bumi kira-kira 384.402 km. Bulan mempunyai massa  $7,4 \times 10^{25}$  gram, massa jenis rata-ratanya  $3,34 \text{ gram/cm}^3$ , memiliki percepatan

---

<sup>20</sup> Muhyiddin Khazin, *99 Tanya Jawab Masalah Hisab dan Rukyat*, (Yogyakarta: Ramadhan Press, 2009), 126

gravitasi  $1,62 \text{ m/s}^2$  dan jari-jari di daerah ekuatornya 1.740 km. Perbandingan gravitasinya 1 : 6 dari gravitasi bumi.<sup>21</sup> Perbandingan gravitasi yang kecil ini menjadikan bulan tidak sanggup menahan atmosfer apapun, sehingga menyebabkan kendisinya menjadi dingin dan kering. Temperatur terendahnya bisa mencapai minus 177 derajat dan suhu panasnya saat cahaya Matahari memancar pada sebagian daerahnya bisa mencapai 184 derajat diatas nol. Karena perbedaan suhu yang sangat ekstrim inilah secara lahiriah planet ini tidak bisa dijadikan hunian oleh makhluk hidup.<sup>22</sup>

Bulan yang ditarik oleh gaya gravitasi Bumi tidak mengakibatkan Bulan jatuh ke Bumi, melainkan disebabkan oleh gaya sentrifugal<sup>23</sup> yang timbul dari orbit Bulan mengelilingi Bumi. Akibatnya gaya sentrifugal Bulan adalah sedikit lebih besar dari gaya Tarik menarik antara gravitasi Bumi dan Bulan. Hal ini mengakibatkan Bulan semakin menjauh dari Bumi dengan kecepatan kurang lebih 3,8 cm/tahun.<sup>24</sup>

---

<sup>21</sup> Mochamad Erewin Maulana dan Yamin W. Ono, *Modul Tata Surya*. Universitas Negeri Yogyakarta

<sup>22</sup> Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak, (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, (Banyuwangi: Bismillah Publisher, Cet I, 2012), 134.

<sup>23</sup> Gaya Sentrifugal merupakan suatu gerak yang menggambarkan kecenderungan suatu benda mengikuti jalur melengkung (melingkar) yang bergerak keluar atau menjauh dari titik pusat suatu kurva (Lohat 2009)

<sup>24</sup> [http://p2kp.stiki.ac.id/id1/3060-2956/Bulan\\_19448\\_p2kp-stiki.html](http://p2kp.stiki.ac.id/id1/3060-2956/Bulan_19448_p2kp-stiki.html), diakses pada 6 April 2021 pukul 12.05 wib.

Bulan tidak dikategorikan sebagai bintang karena tidak dapat memancarkan sinar sendiri, cahaya bulan merupakan hasil dari pantulan matahari. Bentuk dan ukuran cahaya bulan selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu sesuai dengan posisi bulan terhadap matahari dan bumi. Bulan berada pada orbit yang sejajar dengan Bumi, hal ini mengakibatkan hanya satu sisi permukaan Bulan saja yang dapat terlihat boleh Bumi.<sup>25</sup> Orbit yang sejajar tersebut mengakibatkan waktu rotasi sama dengan waktu revolusinya yaitu membutuhkan waktu 27 1/3 hari (27 hari 7 jam 43 menit 5 detik).<sup>26</sup>

Bulan memiliki dua gerak penting yang berpengaruh secara langsung terhadap bumi, yaitu :

a. Rotasi Bulan

Rotasi bulan yaitu perputaran bulan pada porosnya dari arah barat ke timur. Satu kali putaran memakan waktu 27 1/3 hari atau sama dengan satu kali revolusinya mengelilingi bumi. Hal ini mengakibatkan permukaan bulan yang menghadap ke bumi relatif sama. Hanya terdapat sedikit perubahan permukaan bulan yang menghadap ke bumi, karena dipengaruhi oleh gerak angguk bulan pada porosnya. Namun, gerak angguk bulan ini sangat kecil sehingga dapat diabaikan

---

<sup>25</sup> *Ibid*,

<sup>26</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit.....*, 13

## b. Revolusi Bulan

Revolusi bulan adalah perputaran bulan mengelilingi bumi dari arah barat ke timur. Satu kali putaran mengelilingi bumi dengan kerangka acuan (pengamat) bintang yang jauh yang disebut satu bulan sideris (berasal dari kata *sidus* yang berarti bintang) memakan waktu 27,321582 hari = 27 hari 7 jam 43,1 menit. Hal ini sama dengan satu kali gerak rotasi bulan terhadap sumbunya, sehingga terlihat oleh pengamat di bumi wajah bulan yang sama.

Ketika Bulan bergerak mengelilingi Bumi, Bumi juga bergerak mengelilingi Matahari. Akibatnya, dibutuhkan tambahan waktu agar Bulan tepat satu kali putaran mengelilingi Bumi dengan acuan (pengamat) Matahari. Hal ini yang dinamakan satu bulan Sinodis (sinodis berasal dari kata *synoda* yang berarti berkumpul/*Ijtima'*) memakan waktu 29,530589 hari = 29 hari 12 jam 44 menit 3 detik.

## 2. Bumi

Bumi merupakan planet ketiga dari delapan planet dalam tata surya yang umumnya terdiri dari bebatuan sehingga memiliki kepadatan yang tinggi. Bentuk bumi tidak bola sempurna, melainkan sedikit pepat di kutub-kutubnya. Jari-jari di kutub bumi adalah 6.356,8 km, sedangkan jari-jarinya di ekuator adalah 6.378,1 km. Papatnya bola bumi ini disebabkan pada saat bumi baru terbentuk dan belum terlalu padat,

rotasinya membuatnya menggembung pada bagian yang tegak lurus sumbu rotasinya, yaitu bagian ekuator.

Bumi mengorbit matahari dalam lintasan elips dengan jarak rata-rata dari matahari sebesar 149.500.000 km. karena lintasan elips ini, jarak matahari dan bumi selalu berubah. Ekuator bumi tidak sebidang dengan bidang orbit bumi, namun miring sebesar  $23^{\circ}27'$  inilah yang menyebabkan terjadinya pergantian musim. Sampai saat ini, planet yang diketahui terdapat kehidupan hanyalah bumi. Hal ini ditunjang oleh adanya campuran gas yang menyelubungi bumi yang biasa dikenal dengan atmosfer. Nitrogen merupakan gas terbanyak yang ada (78%) kemudian gas oksigen (21%), sisanya adalah gas-gas lain seperti argon, karbondioksida, uap air, dan sebagainya.

Gerak rotasi bumi dapat ditempuh selama 23 jam 56 menit 4 detik (1 hari sideris) atau 24 jam (1 hari sinodis), yakni gerak bumi mengelilingi poros yang mempunyai dampak pada pergantian siang dan malam serta semua benda langit atau bintang-bintang terlihat mengelilingi bumi dalam waktu 24 jam. Sedangkan gerak revolusi bumi yakni gerak bumi mengelilingi matahari yang ditempuh selama 365 hari 5 jam 48 menit 45,2 detik, dimana berdampak pada matahari yang selalu bergerak ke utara dan ke selatan sejauh  $23^{\circ} 26' 26''$  dari khatulistiwa/equator langit sebagai akibat dari bumi berputar mengelilingi matahari dalam posisi

khatulistiwa/equator bumi senantiasa membentuk  $23^{\circ} 26' 26''$ .<sup>27</sup>

### 3. Matahari.

Matahari bersinar setiap hari, terbit pagi hari di ufuk timur, mencapai posisi tertinggi di langit pada siang hari dan terbenam sore hari di ufuk barat. Di malam hari matahari berada di bawah ufuk, kemudian keesokan hari di pagi hari, Kembali muncul di pagi hari. Siklus ini terjadi setiap harinya. Matahari memiliki bentuk yang hampir bulat dan terdiri dari plasma panas bercampur medan magnet.

Senyawa penyusun utama matahari berupa gas hidrogen (74%) dan helium (25%) terionisasi. Senyawa penyusun lainnya terdiri dari besi, nikel, silicon, sulfur, magnesium, karbon, neon, kalsium, dan kromium.<sup>28</sup> Matahari memiliki diameter sekitar 1.392.684 km atau kira-kira 109 kali diameter Bumi, dan massanya sekitar  $1,989 \times 10^{30}$  kilogram (330.000 kali massa Bumi) mewakili kurang lebih 99,86% massa total tata surya. Temperature di pusat matahari mencapai 20 juta derajat celcius sedangkan temperatur di permukaannya  $6000^{\circ}\text{C}$ .<sup>29</sup>

---

<sup>27</sup> Slamet Hambali, "Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus", *Jurnal Pemikiran Hukum Islam: Al-Ahkam*, Vol. 23, No. 2, Oktober 2013, 233

<sup>28</sup> Basu & Antia (2008), *Helioseismology and Solar Abundances. Physics Reports*,. 5-6

<sup>29</sup> Woolfson, M. (2000). *Astronomy and Geophysics - The Origin and Evolution of The Solar System*. New York: J. R. Astron. Soc.

Sama halnya planet-planet yang lain, matahari juga memiliki gerak dan peredaran. Gerak tahunan matahari dari timur ke barat selama satu tahun ( $365 \frac{1}{4}$  hari) untuk sekali putaran, hal ini berarti matahari menempuh jarak  $00^{\circ} 59' 08,33''$  setiap hari. Setiap tanggal 21 Maret dan 23 September terbit di titik timur dan terbenam di titik barat, dan setiap tanggal 22 Juni paling utara sejauh  $23,5^{\circ}$  busur dari timur atau barat, dan tanggal 22 Desember paling selatan  $23,5^{\circ}$  busur.

#### **F. Frekuensi dan Periodisasi Gerhana Bulan**

Gerhana bulan lebih jarang terjadi dibandingkan dengan gerhana matahari. Apabila gerhana matahari dan bulan digabungkan, maka dalam satu tahun akan terjadi 7 gerhana, yaitu 5 adalah gerhana matahari dan 2 adalah gerhana bulan, atau 4 gerhana matahari dan 3 gerhana bulan. Namun kebanyakan orang beranggapan sebaliknya, yaitu gerhana bulan lebih sering terjadi daripada gerhana matahari. Hal ini dikarenakan gerhana bulan dapat dilihat hampir  $\frac{2}{3}$  permukaan bumi yang mengalami malam hari, sedangkan gerhana matahari hanya bisa dilihat di daerah yang tidak terlalu luas di permukaan bumi yang mengalami siang.

Periode selama Matahari dekat dengan titik simpul, dinamakan dengan musim gerhana dan setiap tahunnya ada dua musim gerhana. Musim gerhana tepat terpisah selama 6 bulan, karena titik simpul itu sendiri bergeser secara perlahan dengan laju  $19T$  per tahun ke arah barat. Akibatnya musim gerhana terjadi dengan interval

yang lebih pendek dari 6 bulan yaitu 173,3 hari. Dua musim gerhana ini akan Menyusun sebuah tahun gerhana dengan lama hari sekitar 346,6 hari. Tahun gerhana lebih pendek harinya dibandingkan satu tahunnya kalender Masehi.<sup>30</sup>

Dengan kombinasi perodesitas Bulan baru dan jarak Bumi-Bulan maka diperoleh perodesitas gerhana yang disebut dengan periode saros. Gerhana dengan periode saros mempunyai kemiripan sifat sehingga dapat digunakan untuk meramalkan terjadinya gerhana sampai ribuan tahun kedepan. Saros berarti pengulangan adalah siklus gerhana yang telah dikenal oleh pengamat langit Babilonia kuno yang berkaitan erat dengan tiga macam periode bulan, antara lain :

- a. Periode sinodis adalah waktu yang dibutuhkan Bulan untuk kembali ke fase yang sama. Panjang Bulan sinodis yaitu 29 hari 12 jam 44 menit.
- b. Periode anomalistik dapat diamati bahwa sumbu rotasi Bulan mengalami presesi atau pergeseran. Panjang Bulan anomalistik yaitu 27,55444 hari untuk sekali mengorbit Bumi dan Kembali dengan jarak yang sama.
- c. Periode drakonik merupakan interval waktu 27,1222 hari yang dibutuhkan Bulan untuk Kembali ke titik simpul yang sama atau sebesar 27 hari 5 jam 5 menit.

---

<sup>30</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2017), 110.



Satu siklus Saros berasal dari persesuaian yang cukup deka antara 223 kali periode sinodik ( $223 \times 29,5306 \text{ hari} = 6585,3238 \text{ hari} = 18 \text{ tahun } 11 \frac{1}{3} \text{ hari}$ ) dengan 242 periode drakonik dan 239 periode anomalistik. Siklus ini bersesuaian pula dengan 19 tahun gerhana. Panjang satu tahun gerhana yaitu waktu yang diperlukan matahari Kembali ke salah satu simpul yang sama (346,62 hari) lebih pendek 18,63 hari dibandingkan dengan durasi satu tahun sideris (365,25 hari) yang menggunakan acuan bintang-bintang jauh sebagai regresi garis simpul. Keberadaan satu seri saros gerhana bulan bisa berjumlah 71 hingga 84 gerhana bulan, termasuk gerhana bulan penumbra.

Dampak dari periode saros akan mengakibatkan panjang hari memiliki pecahan sebesar  $\frac{1}{3}$  hari (8 jam), maka saat gerhana berikutnya yang terpisah oleh satu periode saros, Bumi telah berputar kira-kira  $\frac{1}{3}$  hari. Oleh karena itu lintasan gerhana yang dipisahkan oleh satu periode saros akan bergeser  $120^\circ$  ke arah barat. Dan tiap 3 periode saros (54 tahun 34 hari) gerhana dengan sempurna bisa diamati pada wilayah wilayah geografi yang sama dengan waktu dan karakteristik yang sama pula, periode 3 siklus saros ini dikenal dengan istilah periode *Exeligmos*.

Periode gerhana bulan selain periode saros ada juga periode Inex atau disebut juga periode 358 lunasi (29 tahun kurang 20 hari), kemudian periode Tritos yang memiliki periode 135 lunasi (11 tahun kurang satu bulan),

dan siklus Meton dengan siklus sebesar 235 lunasi (19 tahun).<sup>31</sup>

## G. Gambaran Umum Perhitungan Gerhana Bulan

Perhitungan gerhana Bulan dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya dengan menggunakan algoritma *Jean Meeus*. Perhitungan gerhana Bulan dengan algoritma Jean Meeus adalah sebagai berikut :

1. Menghitung perkiraan tahun terjadinya gerhana Bulan  
 Perkiraan tahun = tahun + bulan yang telah lewat / 12 + tanggal / 365
2. Menghitung perkiraan nilai lintasan/perjalanan Bulan melalui titik simpul (k). Bulan baru (*new moon*) diinformasikan dengan membulatkan nilai k. Dengan menambah 0,25 untuk perempat pertama, menambah 0,5 untuk fase bulan purnama (*full moon*), dan menambah 0,75 untuk fase perempat terakhir. Untuk menentukan gerhana matahari maka nilai k adalah bilangan bulat, sedangkan pada gerhana bulan +0,5.  
 Perkiraan nilai  $k = (\text{perkiraan tahun} - 2000) \times 12,3685$
3. Menentukan nilai T atau *Julian day Centuries* (waktu dalam abad Julian sejak tahun (*epoch*) 2000,0).  
 $T = k / 1236,85$
4. Menghitung nilai F atau argument lintang bulan.  
 $F = 160,7108 + 390,67050274 \times k - 0,0016341 \times T^2 / 360$

---

<sup>31</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit....*, 132

Nilai F akan memberi informasi atau penentu pertama tentang terjadi tidaknya gerhana Bulan. Jika selisih F berbeda dari kelipatan terdekat yaitu  $180^\circ$  yaitu kurang dari  $13,9^\circ$ , maka dapat diprediksi bahwasannya akan terjadi gerhana, namun jika selisihnya lebih besar dari  $21^\circ$ , maka diprediksi tidak akan terjadi gerhana.<sup>32</sup>

Jika nilai F mendekati  $0^\circ$  atau  $360^\circ$ , maka gerhana terjadi didekat titik naik bulan (*ascending node*), sedangkan jika nilai F mendekati  $180^\circ$  maka gerhana diprediksi akan terjadi didekat titik turun Bulan (*descending node*)

5. Menghitung nilai E atau eksentrisitas orbit Bumi mengitari Matahari yang dikoreksi dengan T.  

$$E = 1 - 0,002516 \times T - 0,0000074 \times T^2$$
6. Menghitung anomali rata-rata Matahari (M).  

$$\text{Modulo (M)} = (2,5534 + 29,10535669 \times k - 0,0000218 \times T^2 / 360)$$
7. Menghitung nilai anomali rata-rata Bulan (M').  

$$\text{Modulo (M')} = (201,5643 + 385,81693528 \times k + 0,0107438 \times T^2 / 360)$$
8. Menghitung bujur astronomi Bulan dari *ascending node* atau titik simpul naik Bulan ( $\Omega$ ).  

$$\text{Omega } (\Omega) = (124,7746 - 1,56375580 \times k + 0,0020691 \times T^2 / 360)$$
9. Menghitung F1.

---

<sup>32</sup> Jean Meeus, *Astronomical Algorithm*. (Virginia, Willmsn-Bell inc, 1991), 153

$$F1 = F - 0,02665 \times \sin(\Omega)$$

10. Hasil dari perhitungan F1 dikonversikan kedalam satuan derajat, setelah mendapatkan nilai F1 langkah selanjutnya adalah menghitung nilai A1 (*apparent latitude*)

$$A1 = 299,77 + 0,107408 \times k - 0,009173 \times T^2$$

11. Menghitung JDE (*Julian Day Ephemeris*) yang belum terkoreksi.

$$JDE = 2451550,09765 + 29,530588853 \times k + 0,0001337 \times T^2$$

12. Menghitung nilai koreksi JDE.

$$\begin{aligned} 10000 \times \text{koreksi JDE} = & -4065 \times \sin(M') + 1727 \times E \times \\ & \sin(2 \times M') - 97 \times \sin(2 \times F1) + 73 \times E \times \sin(M' - M) - \\ & 50 \times E \times \sin(M' + M) - 23 \times \sin(M' - 2 \times F1) + 21 \times E \times \\ & \sin(2 \times M) + 12 \times \sin(M' + 2 \times F1) + 6 \times E \times \sin(2 \times M' - \\ & M) - 4 \times \sin(3 \times M') - 3 \times E \times \sin(2 \times F1) + 3 \times \sin \\ & (A1) - 2 \times E \times \sin(M - 2 \times F1) - 2 \times E \times \sin(M - 2 \times F1) \\ & - 2 \times E \times \sin(M - 2 \times F1) - 2 \times E \times \sin(2 \times M' - M) - 2 \times \\ & \sin(\Omega). \end{aligned}$$

13. Menghitung JDE terkoreksi pada saat gerhana maksimum.

JDE belum terkoreksi + koreksi JDE.

Setelah JDE diketahui langkah selanjutnya adalah menghitung nilai JDE. Pada proses perhitungan JDE ini merupakan langkah atau proses perhitungan paling panjang diantara langkah-langkah perhitungan lainnya. Pada kalender Julian secara rata-rata satu tahun didefinisikan sebagai 365,25 hari (didapat dari  $(3 \times 365 + 1 + 366) / 4$ ) sehingga dalam kalender Julian

terdapat tahun kabisat tiap 4 tahun. Kalender Julian ini berlaku sampai Kamis 4 Oktober 1582 M. Hal ini dikarenakan Paus Gregorius mengubah kalender Julian dengan menetapkan tanggal 4 Oktober 1582 M adalah Jumat 15 Oktober 1582, sehingga sejak tanggal 15 Oktober 1582 berlaku kalender Gregorius.

Terjadinya perubahan kalender Julian ke kalender Gregorius disebabkan adanya selisih antara tahun panjang satu tahun dalam kalender Julian dengan panjang rata-rata tahun tropis. Satu tahun kalender Julian adalah 365,25 hari. Sedangkan panjang rata-rata tahun tropis adalah 365,2422 hari, sehingga dalam satu tahun terdapat selisih 0,0078 hari (11 menit). Namun dalam jangka waktu 128 tahun selisih ini akan menjadi satu hari sehingga diperkirakan dalam jangka ratusan atau ribuan tahun selisih ini akan menjadi signifikan hingga beberapa hari. Jika dihitung dari 325 M (ketika penetapan musim semi atau *vernal equinox* pada 21 Maret) sampai dengan tahun 1582 M terdapat selisih 9,8 hari. Ini dibuktikan musim semi tahun 1582 M jatuh pada 11 Maret bukan 21 Maret. Maka kalender Gregorius ditetapkan dengan tanggal melompat 10 hari.

Dalam kalender Gregorius panjang rata-rata 1 tahun adalah 365,2425 hari, hal ini berarti akan terjadi perbedaan 1 hari setelah 3300 tahun. Adanya perubahan dari kalender Julian menjadi Gregorius ditemukan kesulitan tersendiri untuk membandingkan peristiwa astronomi yang terpisah dalam jangka waktu

yang lama. Sehingga untuk mengatasi masalah tersebut diperkenalkanlah *Julian Day* yang didefinisikan sebagai banyaknya hari yang telah dilalui sejak hari Senin tanggal 1 Januari 4713 SM pada pertengahan hari atau jam 12:00 UT (*Universal Time*) atau GMT (*Greenwich Mean Time*). Perlu diingat bahwa tahun 4713 SM sama dengan -4712.

14. Rumus menghitung JD pada gerhana Bulan.

JD saat gerhana maksimum = JDE terkoreksi – Delta ( $\Delta$ ) T

15. Menghitung P.

$$10000 \times P = 2070 \times E \times \sin(M) + 24 \times E \times \sin(2 \times M) - 392 \times \sin(M') + 116 \times \sin(2 \times M') - 73 \times E \times \sin(M' + M) + 67 \times E \times \sin(M' - M) + 118 \times \sin(2 \times F1)$$

16. Menghitung nilai Q.

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

17. Menghitung nilai W.

$$W = \text{abs}(\cos(F1))$$

18. Menghitung nilai gamma ( $\gamma$ ).

Gamma ( $\gamma$ ) merupakan jarak minimum dari sumbu kerucut bayangan Bulan ke pusat Bumi, dalam satuan radius khatulistiwa Bumi. Jarak ini positif atau negatif tergantung apakah sumbu kerucut bayangan lewat Utara atau Selatan dari pusat Bumi. Jika nilai  $\gamma$  adalah positif, maka pusat Bulan melewati bagian utara sumbu bayangan Bulan. Jika nilai  $\gamma$  adalah

negatif, maka pusat Bulan melewati bagian selatan sumbu bayangan Bulan.

$$\gamma = (P \times \cos (F1) + Q \times \sin (F1)) \times (1 - 0,0048 \times W)$$

19. Menghitung nilai U

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

20. Menghitung radius penumbra.

$$\text{Radius penumbra} = 1,2848 + u$$

21. Menghitung Radius Umbra

$$\text{Radius umbra} = 0,7403 - u$$

22. Menghitung nilai Magnitudo gerhana penumbra dengan rumus =  $(1,5573 - u - \text{ABS}(\gamma)) / 0,545$ .

Sedangkan untuk menghitung magnitudo gerhana umbra dengan rumus =  $(1,0128 - u - \text{ABS}(\gamma)) / 0,545$

.

23. Terdapat ketentuan dalam menentukan macam gerhana Bulan.

- a. Apabila hasil magnitudo gerhana umbra positif dan memiliki nilai 1 atau lebih maka terjadi gerhana Bulan total.
- b. Apabila hasil magnitudo gerhana umbra positif dan memiliki nilai kurang dari 1 maka terjadi gerhana Bulan sebagian.
- c. Apabila hasil magnitudo gerhana umbra negatif dan hasil magnitudo gerhana penumbra positif maka terjadi gerhana Bulan penumbra.

- d. Apabila hasil magnitudo gerhana umbra negatif dan hasil perhitungan magnitudo gerhana penumbra negatif maka tidak terjadi gerhana.
24. Menentukan nilai PU dengan rumus,  $PU = 1,0128 - u$
  25. Menentukan nilai T1 dengan rumus,  $T1 = 0,4678 - u$
  26. Menentukan nilai H dengan rumus,  $H = 1,5573 + u$
  27. Menghitung nilai n dengan rumus,  $n = 0,5448 + 0,0400 \times \cos(M')$
  28. Menghitung Semi Durasi Fase Penumbra =  $\frac{60}{n} \sqrt{h^2 - \gamma^2}$
  29. Menghitung Semi durasi fase parsial umbra dengan rumus =  $\frac{60}{n} \sqrt{p^2 - \gamma^2}$
  30. Menghitung Semi durasi fase total umbra dengan rumus =  $\frac{60}{n} \sqrt{T^2 - \gamma^2}$
  31. Menghitung awal fase penumbra dengan rumus, (P1) = waktu JD – 176,66 menit
  32. Menghitung awal fase umbra dengan rumus, (U1) = waktu JD – 105,8 menit
  33. Menghitung nilai awal fase total dengan rumus, (U2) = waktu JD – 24,83 menit
  34. Menghitung waktu gerhana maksimum
  35. Menghitung waktu akhir total dengan rumus, (U3) = waktu gerhana maksimum + 24,83 menit
  36. Menghitung waktu akhir fase umbra dengan rumus (U4) = waktu gerhana maksimum + 105,08 menit
  37. Menghitung fase penumbra dengan rumus (P2) = waktu gerhana maksimum + 176,66 menit



**BAB III**  
**KONSEP PERHITUNGAN GERHANA BULAN**  
**BERDASARKAN VOLVELLE INOVASI KOREKSI DAN**  
**IRSYĀD AL-MURĪD**

**A. Konsep *Volvelle Inovasi* dalam Penentuan Waktu Gerhana Bulan**

1. Biografi Ehsan Hidayat

Ehsan Hidayat merupakan seorang akademisi di bidang ilmu falak. Lahir di Pekalongan pada 28 Oktober 1994 dan merupakan anak keenam dari bapak Warnoto dan ibu Tanimah. Beralamat di desa Sidomulyo kecamatan Kesesi kabupaten Pekalongan Jawa Tengah, tepatnya terletak di Gang 8. Diketahui Ehsan memiliki 7 saudara yaitu, Agus Subkhki, Ahmad Khaeron, Endang Suci Asih, Siti Khaeriyah, Siti Nurul Hikmah, Siti Khumaeroh, Annisa Murni Asih.<sup>1</sup>

Ehsan yang memiliki hobi bermain bulu tangkis ini memulai pendidikannya dari SD Negeri 2 Sidomulyo dan lulus tahun 2007, lalu melanjutkan di MTs N Kesesi. Setelah lulus pada tahun 2010 Ehsan melanjutkan pendidikannya di MA Salafiyah Simbangkulon sekaligus bermukim di Ma'had Takhassus Simbangkulon sampai tahun 2013.

Kecintaanya terhadap ilmu matematika membuat Ehsan beberapa kali memperoleh prestasi tertinggi di

---

<sup>1</sup> Ehsan Hidayat, "Analisis Pola Gerhana Matahari ditinjau dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma (y), dan Magnitudo (u), *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2017. vi

bangku madrasah tsanawiyah. Dengan prestasi tersebut ia terbebas dari uang buku selama beberapa semester dan ia mampu mempertahankannya hingga Madrasah Aliyah di Simbangkulon Buaran Pekalongan.<sup>2</sup> Kemudian Ehsan melanjutkan pendidikan perkuliahan di UIN Walisongo Semarang mengambil prodi Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum pada tahun 2013.

Prestasinya pun tak pudar, ia kembali mengenyam pendidikan gratis atas capaiannya dalam Program Beasiswa Santri Berprestasi yang diberikan oleh Kementerian Agama. Sama seperti mahasiswa pada umumnya di kampus Ehsan Hidayat juga aktif dalam berbagai organisasi, yaitu anggota P3M CSSMoRA UIN Walisongo Semarang (2015-2016), anggota Ikatan Mahasiswa Pekalongan di Semarang (2013-2017), ketua Unit Kegiatan Mahasiswa JQH (Jam'iyatul Qurra' wal Huffadz) UIN Walisongo Semarang (2015-2016), sekretaris Asosiasi Mahasiswa Seni Islam (AMSI) Nusantara (2016). Selain mahir di bidang ilmu falak, ia juga menguasai desain grafis. Ia pun sempat menjadi ketua multimedia desain "Alka Desaigner" pada tahun 2017-2019.

Selama perkuliahan S1 Ehsan tinggal di Pondok Pesantren YPMI Al-Firdaus Semarang. Di samping kuliah, ia juga mengajar di PKBM (Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat) Tunas Melati Semarang Barat dari akhir

---

<sup>2</sup> Hasil wawancara dengan Ehsan Hidayat pada 21 Januari 2021 di Pekalongan

tahun 2016 hingga menamatkan studi S2 pada tahun 2019. Beberapa pelajaran yang ia ajarkan adalah Matematika, Komputer dan PPKn. Ehsan Hidayat menyelesaikan studi Strata satunya pada tahun 2017 dengan mengambil penelitian “Analisis Pola Gerhana Matahari Ditinjau dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan ( $F$ ), Gamma ( $\gamma$ ) dan Magnitudo ( $u$ ).<sup>3</sup>

Tak lama setelah menyelesaikan S1 tersebut, Ehsan melanjutkan Pendidikan pascasarjana Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Rasa penasarannya yang tinggi terhadap Gerhana membuat Ehsan semakin mendalami pengetahuannya tentang Gerhana dan menemukan ide untuk membuat instrument *Volvelle Inovasi*. Bersama teman kelasnya ia membentuk sebuah kelompok diskusi tentang Instrumen Astronomi (klasik) yang diberi nama “Padepokan Albiruni”. Selain membahas instrument-instrumen abad pertengahan, kelompok ini juga memproduksi dan mengembangkan beberapa instrument astronomi klasik.

Diantara karya-karya Ehsan adalah Jurnal tentang “*Penentuan Jumlah Gerhana Matahari dengan Argumen Lintang Bulan dan Teori Aritmatika*” (MIYAH : Jurnal Studi Islam Vol. 15, No. 01, Januari 2019), Jurnal tentang “*Sejarah Perkembangan Hisab dan Rukyat*” (Elfalaky : Jurnal Ilmu Falak Vol. 3, No. 1 Tahun 2019 M/1440 H), Skripsi “Analisis Pola Gerhana Matahari Ditinjau dari

---

<sup>3</sup> Lauhatun Nashiha, Analisis Jenis Gerhana yang Dihasilkan oleh *Volvelle Inovasi*, Skripsi: Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, Semarang, 2020, 39

Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan ( $F$ ), Gamma ( $\gamma$ ), dan Magnitudo ( $u$ )”, Thesis “Inovasi Instrumen *Volvelle* Philippe De La Hire dalam Penentuan Waktu Gerhana”, *The Art, History and New of Volvelle* “Instrumen Astronomi dari Kertas untuk Penentuan Waktu Gerhana” (Materi Seminar).

Ehsan juga sering diundang dalam diskusi dan seminar-seminar yang berkaitan dengan Falak seperti, Pembicara pada acara Workshop Falakiyah “Implementasi Teori dan Praktik Ilmu Falak” yang diadakan oleh HMJ HKI IAIN Pekalongan pada 29 November 2019 dan Narasumber acara Seminar Nasional “Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat” dalam rangka Dies Natalies keXII CSSMoRA UIN Walisongo Semarang pada 12 Desember 2019. Hingga saat ini Ehsan memiliki kesibukan mengajar di PPQ Nurul Al-Falah Simbangkulon Buaran Pekalongan, dan menjadi pengisi pada Kajian Bulanan Ilmu Falak di HMJ HKI IAIN Pekalongan. Selain itu ia masih tetap melakukan riset dalam mengembangkan *Volvelle Inovasi*.

## 2. Gambaran Umum *Volvelle Inovasi*

Instrumen<sup>4</sup> dalam ilmu falak ataupun astronomi memiliki peranan yang sangat penting. Dalam perkembangannya yang tak lepas dari peradaban suatu

---

<sup>4</sup> menurut Sukarnyana dkk (2003:71) instrumen penelitian merupakan alat-alat yang digunakan untuk memperoleh atau mengumpulkan data dalam rangka memecahkan masalah penelitian atau mencapai tujuan penelitian. Jika, data yang diperoleh tidak akurat (valid), maka keputusan yang diambil pun akan tidak tepat.

bangsa, keberadaan instrumen juga menunjukkan kemajuan suatu bangsa. Bermula dari sebuah pengamatan sederhana yang kemudian dicatat, dibentuk dalam sebuah model perhitungan, yang pada akhirnya tercipta konsep alat.

Seperti yang terjadi pada instrument falak bernama *Volvelle*. Kata *Volvelle* diambil dari Bahasa latin pada abad pertengahan yaitu *Volvella* yang artinya sebuah istilah instrument yang terdiri dari satu atau lebih cakram kertas atau perkamen, dibentuk tumpeng tindih dan dipasang pada halaman sebuah buku dengan pin (tali atau paku keeling), yang memungkinkan setiap disk diputar secara independen disekitar poros pusatnya.<sup>5</sup>

Berawal pada awal abad ke-18, para ilmuwan astronom melakukan pencarian untuk bisa menemukan sebuah metode penentuan bujur geografis suatu tempat. Ada yang menggunakan bantuan satelit Jupiter dan ada juga yang menggunakan fenomena gerhana Bulan. Metode yang memanfaatkan fenomena gerhana Bulan tersebut ditemukan oleh astronom Prancis yaitu Philippe De La Hire. Istilah *Volvelle* bukanlah istilah penamaan yang baru, sebelumnya telah ada seorang matematikawan yang berasal dari Jerman bernama Petrus Apianus (1501-1552, Germany) juga pernah menerbitkan *Volvelle* yang berfungsi untuk menghitung bujur dan lintang planet,

---

<sup>5</sup> Disampaikan oleh Ehsan Hidayat pada Seminar Nasional Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat, dalam rangka Dies Natalies ke-XII CSSMoRA UIN Walisongo Semarang. Hari Kamis Tanggal 12 Desember 2019 di Kampus I UIN Walisongo Semarang.

matahari dan bulan. Petrus membahasnya dalam bukunya *Astronomicum caesareum*. Terdapat lebih dari 30 jenis *Volvelle* yang difungsikan untuk menghitung peristiwa astronomi.<sup>6</sup>

Kemunculan instrument *Volvelle* ini akhirnya dapat menarik perhatian para ilmuwan lain. Hal ini disebabkan perhitungan gerhana yang terkenal panjang dan rumit bisa diaplikasikan dalam bentuk instrument sederhana yang penggunaannya praktis. Penjelasan tentang *Volvelle* dan cara perngoperasiannya ini kemudian dibahas secara detail dalam buku karya Philippe De La Hire yang berjudul “*Tabulae Astronomicae*”. Karya tersebut diterbitkan dalam dua edisi yaitu pada tahun 1687 dan 1702, kemudian dicetak ulang pada tahun 1717.<sup>7</sup>

Instrumen milik Philippe tersebut hanya bisa digunakan hingga sekitar 148 tahun yang lalu. Karena *epoch Volvelle* Philippe telah habis. Maka dengan bertambah modernnya ilmu pengetahuan, Ehsan Hidayat mengembangkan instrument tersebut dan diberi nama *Volvelle Inovasi*. Ia mencoba membuat periode *Epoch* selama 200 tahun yang dimulai dari tahun 1900 sampai 2100 menggunakan algoritma Jean Meeus.<sup>8</sup>

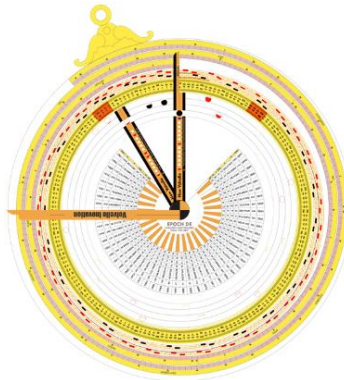
---

<sup>6</sup> Lars Gislen dan Chris Eade, Philippe De La Hire’s Eighteen Century Eclipse Predictor, *Journal of Astronomical History and Heritage*, 2016, 47.

<sup>7</sup> Mottelay, Paul Fleury, *Bibliographical History of Electricity and Magnetism*, London : Charles Griffin & Company Limited, 1992, 148.

<sup>8</sup> Materi Seminar Nasional Ehsan Hidayat Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat, 12 Desember 2019, Auditorium Kampus 1 UIN Walisongo yang diadakan oleh CSSMoRA UIN Walisongo

Ehsan melakukan pembaharuan dengan alasan untuk lebih memaksimalkan fungsi dari *Volvelle* sesuai dengan bertambahnya zaman terutama untuk kebutuhan ibadah umat islam. Sehingga ada beberapa komponen yang ditambahkan seperti gird jam dan menit, dimana sangat erat kaitannya dengan kesahihan salat sunnah gerhana yang sebelumnya dalam *Volvelle* milik Philippe hanya sampai pada grid hari. *Volvelle* hasil pembaharuan Ehsan masih mempertahankan konsep Philippe, yakni penggunaan teori rata-rata bulan baru yang menganggap pergerakan bulan dan matahari selalu sama, yaitu 29 hari 12 jam 44 menit (29,530556 hari).



Gambar 3.1

*Volvelle Inovasi* karya Ehsan Hidayat<sup>9</sup>

*Volvelle Inovasi* terbuat dari kayu sebagai piringan dasarnya dan akrilik untuk piringan-piringan di atasnya.

---

<sup>9</sup> Gambar *Volvelle Inovasi* didapat dari Ehsan Hidayat pada 21 Januari 2021

Memiliki berat sekitar 2,7 kilogram dan memiliki diameter 40 centimeter, instrumen ini bukanlah instrument observasi melainkan sebagai instrument kalkulasi. Adapun fungsi *Volvelle Inovasi* adalah sebagai berikut :

1) Sebagai Kalender

*Volvelle Inovasi* bisa digunakan sebagai kalender. Kalender atau penanggalan adalah sebuah sistem untuk mengatur permulaan tahun, panjang tahun dan pembagian-pembagiannya, serta penyusunan hari-hari, dan lamanya bagian-bagian waktu. Dalam bahasa Romawi Kuno, tanggal satu bulan manapun disebut *kalendae*.<sup>10</sup> Kalender memiliki fungsi yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat guna menata waktu secara lebih teratur.

Algoritma penanggalan yang digunakan pada *Volvelle Inovasi* mengacu pada beberapa literatur, maka konsep yang memungkinkan untuk dijadikan hari dan pasaran adalah jenis kalender urfi.<sup>11</sup> Hari dan pasaran pada instrument ini dimulai dari tanggal 1 Januari 2001 yakni hari Senin dan pasaran Pahing.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Armelia F., “*Seri Penemuan Kalender*” (Semarang: Alprin, 2019), 2

<sup>11</sup> Kalender Urfi merupakan kalender yang sistem hisabnya mengacu pada siklus rata-rata gerakan benda langit. Kalender yang menggunakan sistem ini adalah kalender Hijriyah, kalender Jawa Islam, dll. Perhitungan hisab Urfi adalah berdasarkan hitungan tradisional bahwa Bulan mengelilingi Bumi selama 354 11/10 hari. Lihat Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*, Jakarta : Amythas Publicita, 2007, 143)

<sup>12</sup> Ehsan Hidayat, *Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire dalam Penentuan Waktu Gerhana*. Thesis, Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2019, 137.



## 2) Sebagai Prediksi Waktu Terjadinya Gerhana Matahari dan Bulan

Pada dasarnya *Volvelle Inovasi* merupakan alat untuk memprediksi terjadinya gerhana, baik Matahari maupun Bulan dalam satu tahun kalender hanya dengan dua kali Gerakan jika tanpa mengetahui hari dan pasaran. Empat kali gerakan jika dengan mengetahui hari dan pasarnya. Waktu yang dihasilkan sampai pada jam.

*Volvelle Inovasi* ini memiliki beberapa komponen. Terdiri dari lima piringan utama serta tiga penggaris, dua penggaris bergabung dengan piringan *epoch*, fungsinya adalah untuk memulai perhitungan sedangkan satu penggaris utama untuk mencocokkan data dari piringan *epoch* ke piringan kalender. Lima piringan utama tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

### 1) Piringan Kalender

*Volvelle Philippe* mengacu pada kalender Gregorian yang dimulai dari 1 Maret dan diakhiri 28/29 Februari dengan desain spiral. Desain spiral ini masih diikuti oleh Ehsan Hidayat hingga sekarang karena mempermudah penambahan satu hari di akhir bulan Februari pada saat tahun kabisat. Garis pembentuk kalender spiral adalah mengikuti proses barisan aritmatika yang setiap tanggal akan mengalami penambahan konstan.

Konsep kalender dalam *Volvelle Inovasi* ini menggunakan 1 Januari sebagai awal dan akan segaris

dengan tanggal 22 Juni jam 7 lebih dengan besar sudut  $359,3563615$  derajat ( $359^{\circ} 21' 22''$ ) serta segaris dengan 12 Desember jam 14 lebih dengan sudut mencapai  $358,7127231$  derajat ( $358^{\circ} 42' 45''$ ).<sup>13</sup> Pengembangan ini dengan melebarkan ruang sehingga memungkinkan untuk menambah gird untuk jam, dimana setiap baris mewakili 2 jam.

## 2) Piringan Pasaran

Piringan pasaran ini merupakan gagasan baru dari Ehsan yang sebelumnya belum ada di *Volvelle Philippe*. Pasaran merupakan sistem penanggalan yang sering digunakan dalam Kalender Jawa. Ehsan menjadikan tanggal 1 Januari sebagai patokan permulaan hari di setiap tahun *epoch* dan diawali tahun 2001. Piringan pasaran ini mulai dihitung dari Pahing.

## 3) Piringan Hari

Sebagaimana dijelaskan di atas, 1 Januari 2001 dijadikan sebagai patokan hari dan pasaran dalam instrument ini. Ia menambahkan piringan hari untuk melengkapi piringan kalender dan hitungannya dimulai dari hari Senin. Penerapan dalam perhitungan hari dan pasaran dalam instrument adalah dengan meluruskan kode HP ke tanggal 1 Januari. Adapun untuk tahun selanjutnya dengan menambah satu hari dan menetapkan jenis pasarannya. Sebagai contoh 1

---

<sup>13</sup> Hasil wawancara dengan Ehsan Hidayat pada tanggal 21 Januari 2021 di Pekalongan

Januari 2001 jatuh pada Senin Pahing, maka 1 Januari 2002 jatuh pada hari Selasa Pahing, 1 Januari 2003 jatuh pada Rabu Pahing. Begitupun seterusnya hingga 4 tahun (1 siklus masehi).

Tabel 3.1

Kode hari dan pasaran pada instrument *Volvelle Inovasi*

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

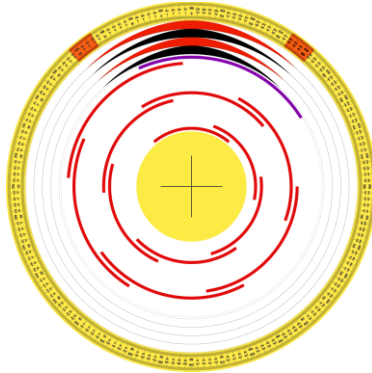
#### 4) Piringan F (Argumen Bulan)

Piringan F atau argument lintang bulan merupakan informasi awal mengenai ada tidaknya suatu gerhana, baik gerhana matahari atau bulan. Bisa dikatakan piringan F ini adalah inti dari *Volvelle Inovasi* dimana berisi data lunasi beserta kurvanya. Terdapat 2 barisan skala derajat dimulai dari 0 sampai 360 pada piringan ini. Ehsan berpatokan pada algoritma *Jean Meeus* dalam menyusun algoritmanya, namun diperbarui dengan rumus yang lebih sederhana berdasarkan persamaan aritmatika.

Tabel 3.2  
Transformasi Rumus Jean Meeus menjadi versi  
Aritmatika Argumen Lintang Bulan (F)

Rumus Argumen Lintang Bulan (F) versi Jean Meeus	Rumus Argumen Lintang Bulan (F) versi Aritmatika
$F = 160,7108 + 390,67050274 k - 0,0016341 T^2 - 0,00000227 T^3 - 0,000000011 T^4$	$F_k = 130,04030 + (k+1) 30,67050$

Selain itu pada piringan F ini terdapat kurva gerhana yang nantinya dapat membantu mengilustrasikan gambar gerhana. Kurva tersebut dibentuk berdasarkan algoritma batas-batas gerhana Jean Meeus yang dikombinasikan dengan persamaan aritmatika. Kurva memiliki puncak di titik  $0^\circ / 180^\circ / 360^\circ$  dan menipis hingga arah sudut  $21^\circ / 159^\circ / 201^\circ / 339^\circ$ . Ehsan memberi dua warna pada kurvanya, yaitu warna merah sebagai penanda gerhana Bulan dan warna hitam sebagai penanda gerhana Matahari.

Gambar 3.2<sup>14</sup>

### Piringan F (Argumen Lintang Bulan)

#### 5) Piringan *Epoch*

Piringan *epoch* pada *Volvelle Inovasi* ini berbentuk sayap yang dilengkapi dengan beberapa komponen untuk menghitung gerhana, diantaranya : tahun, k (lunasi), nilai F, nilai M', nilai M, nilai 2M', tanggal jam dan menit, kode hari dan pasaran (HP). Penggunaan tabel *epoch* ini untuk memudahkan dalam mempraktekan alatnya. Periode yang digunakan Ehsan dimulai dari 1900 hingga 2100 M<sup>15</sup> dengan konsep 1 tahun untuk periode 4 tahun<sup>16</sup>. Tabel

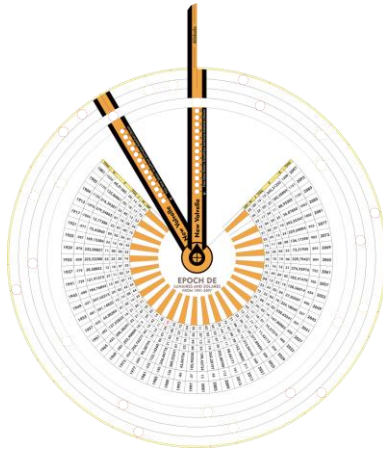
---

<sup>14</sup> Gambar *Volvelle Inovasi* didapat dari Ehsan Hidayat pada 21 Januari 2021

<sup>15</sup> Periode ini sengaja dipilih untuk meminimalisir selisih nilai F aritmatika dengan konsep F Jean Meeus. Dari durasi ini selisih F di lunasi 1200 (tahun 2100) hanya 6,3 detik busur dan di lunasi -1200 (tahun 1900) hanya 17,3 detik busur. *Lihat* thesis Ehsan Hidayat, *Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire* dalam Penentuan Waktu Gerhana.

<sup>16</sup> 4 tahun sama dengan 1 siklus dalam tahun masehi.

*epoch* ini dipasang pada piringan atas yang juga memuat lubang untuk tanda *new moon* dan *full moon*. Pada piringan *epoch* terdapat 26 lubang yang dijadikan sebagai penanda adanya gerhana, 13 lubang berwarna hitam untuk gerhana matahari, dan 13 lubang yang lain berwarna untuk gerhana bulan.



Gambar 3.3<sup>17</sup>

Piringan *Epoch* yang bergabung dengan Tiga Penggaris.

### 3. Metode Penentuan Waktu Gerhana Bulan berdasarkan *Volvelle Inovasi*

Hadirnya *Volvelle Inovasi* ini memberikan kita kemudahan dalam memprediksi adanya gerhana. Penggunaannya dengan cara memutar piringan-piringan

---

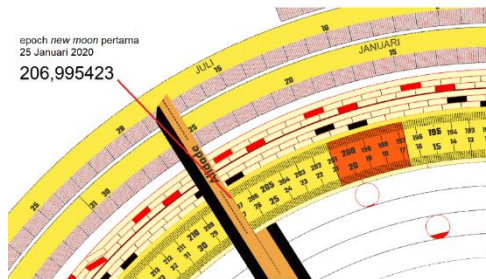
<sup>17</sup> Gambar *Volvelle Inovasi* didapat dari Ehsan Hidayat pada 21 Januari 2021

yang ada. Adapun Langkah-langkah penggunaan instrument *Volvelle Inovasi* sebagai berikut <sup>18</sup>:

- a. Tentukan tahun yang ingin dilacak. Misal tahun 2020 M yang bertepatan dengan nilai F *new moon* pertama pada 25 Januari 2020 jam 4 menit 24 sebesar 206,995413 dan nilai k 248.

Tahun	K	F	Tanggal	Jam	Menit	HP
2020	248	206,995423	25	4	24	35

- b. Luruskan tab piringan *epoch* ke angka F sesuai tahun pada piringan tengah.

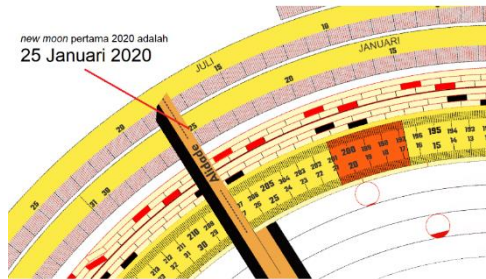


Gambar 3.4

Cara menentukan *new moon* pertama

- c. Pindahkan dua piringan atas (piringan *epoch* dan F) bersama-sama sampai tab (penggaris tepi) menunjuk ke tanggal permulaan *New Moon* sesuai dengan tabel.

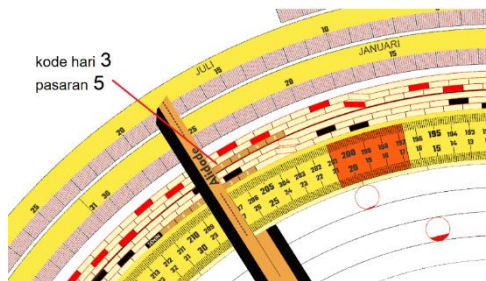
<sup>18</sup> Ehsan Hidayat, *Thesis, Inovasi Instrumen,.....*, 138



Gambar 3.5

Cara menentukan tanggal permulaan *new moon*

- d. Atur piringan hari dan pasaran berdasarkan kode sebagai berikut.

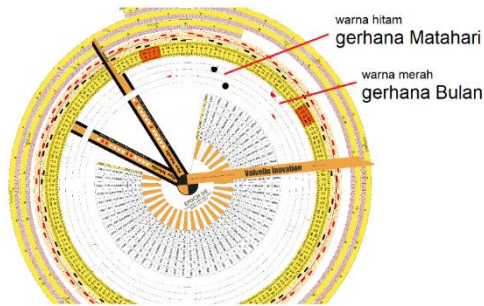


Gambar 3.6

Cara menentukan hari dan pasaran

- e. Kemudian, amati lubang yang ada di piringan *epoch*, jika ada warna hitam berarti ada gerhana Matahari dan jika ada warna merah berarti ada gerhana Bulan

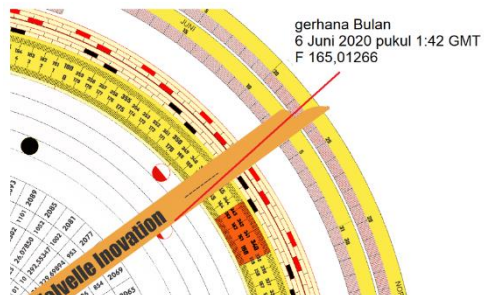




Gambar 3.7

Cara menentukan ada/tidaknya gerhana

- f. Atur penggaris panjang pada pusat lubang untuk mengetahui waktu terjadinya gerhana pada piringan, meliputi tanggal dan jam. Untuk tahun 2020 M terdapat beberapa gerhana, salah satunya gerhana Bulan pada 6 Juni jam 1 menit 42 GMT<sup>19</sup> dengan nilai F sebesar 165,01266.



Gambar 3.8

Cara mengetahui waktu terjadinya gerhana

<sup>19</sup> *Greenwich Mean Time* adalah waktu menengah setempat pada derajat Greenwich 0°. Lihat Modul Ilmu Pelayaran, *Waktu dan Perataan Waktu*, Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan: *e-learning*. Diakses pada 17 Juli 2021 pukul 23.00 WIB.

Jika menghitung tahun kabisat, maka pengambilan data setelah tanggal 28 Februari adalah dengan mengurangi 1 hari karena jumlah tanggal pada bulan Februari 29 hari. Hal ini dilakukan karena konsep permulaan kalender yang digunakan dalam instrument adalah 1 Januari. Dan jika ingin mengetahui gerhana setelah tahun yang dicari, maka pada *new moon* yang melewati tanggal 31 Desember, piringan F harus diputar sebesar 18 hari 9 jam (untuk tahun pendek) dan 19 hari 9 jam (untuk tahun panjang).<sup>20</sup>

Ditinjau dari metodenya *Volvelle Inovasi* menggunakan teori rata-rata dimana antara algoritma dengan instrument sudah berada pada skala 1 jam. Hal ini berbeda dengan *Volvelle* milik Philippe yang skalanya berhenti di skala 1 hari.<sup>21</sup> Sehingga diharuskan adanya koreksi-koreksi apabila dijadikan pijakan untuk menjalankan ibadah salat gerhana. Karena salat gerhana membutuhkan informasi jam yang akurat. Kemudian Ehsan Hidayat melakukan penelitian dan menghasilkan instrument ke 2 yang diberi nama *Volvelle Inovasi Koreksi*

---

<sup>20</sup> Secara garis lurus, maka tanggal 1 Januari akan sama dengan 346 hari 14 jam 52 menit 23 detik, sehingga tanggal setelah itu sebesar 18 hari 9 jam 7 menit 36 detik (tahun pendek) dan 19 hari 9 jam 7 menit 36 detik (tahun panjang). Konsep ini sebagaimana dilakukan oleh Philippe yaitu dengan memindahkan dua piringan teratas Kembali 19 hari karena tanggal melewati batas 29 Februari, sedangkan di instrument ini karena melewati tanggal 31 Desember.

<sup>21</sup> Ehsan Hidayat, Modul *Volvelle Inovasi Koreksi* : “Upaya Memperhalus Akurasi Data Jam Gerhana ke Satuan Menit”, Pekalongan, 1

dengan tujuan memperhalus data jam gerhana ke satuan menit.

#### 4. Gambaran Umum *Volvelle Inovasi Koreksi*.

Gerhana merupakan fenomena alam yang disebabkan oleh pergerakan antara Bumi, Bulan dan Matahari. Disini ada peran geometri 3 dimensi dimana akan menghasilkan gerhana dalam beberapa jenis. Maka sangat wajar jika algoritma gerhana terdiri atas gerak rerata dan disertai koreksi yang mengikutinya. Koreksi ini dalam berbagai literatur dikarenakan oleh pengaruh dari tiga benda langit tersebut dan oleh benda langit lain disekelilingnya.<sup>22</sup> Dalam algoritma Jean Meeus terdapat koreksi gerak planet yang diistilahkan A1, A2, A3 hingga A8. Disamping itu ada koreksi khusus seperti koreksi *new moon* dan koreksi *full moon* seperti  $M'$ ,  $M$ ,  $2M'$ ,  $2F$ ,  $M'+M$ ,  $M'-M$ , dan lainnya. Selain itu juga ada koreksi puncak gerhana. Perlu diingat bahwa antara *new moon* dan jam puncak gerhana tidak sama melainkan ada jarak selisih di skala menit.

Sekiranya untuk instrument dasar, *Volvelle Inovasi Koreksi* sebagai instrument dua dimensi hanya mengadopsi lima jenis koreksi, yaitu :  $M'$ ,  $M$ ,  $2M'$ ,  $2F$  dan  $M'+M$ . Pemilihan ini oleh Ehsan dikarenakan sumbangan koreksi yang cukup besar seperti pada koreksi  $M'$ <sup>23</sup> bisa

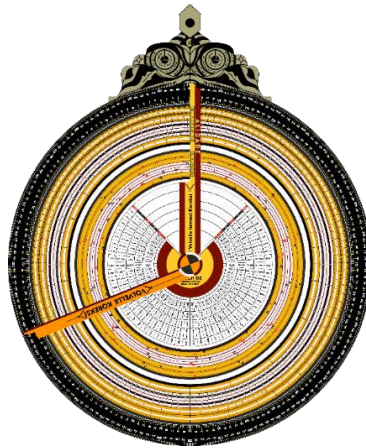
---

<sup>22</sup> Ehsan Hidayat, Modul *Volvelle Inovasi Koreksi* : “Upaya....., 4

<sup>23</sup> Jean Meeus menyebut  $M'$  sebagai Anomali Rerata Bulan. Artinya disetiap *new moon* bulan memiliki gerak revolusi yang cukup konstan. Untuk bisa mendapatkan koreksi nilai  $M'$ , maka terbagi menjadi 2 rumus, pertama yaitu  $-0,4072 \times \sin M'$  (digunakan pada saat *new moon* untuk koreksi gerhana

mengoreksi hingga 9 jam. Begitupun dengan  $M^{24}$  yang memberi koreksi 4 jam. Menurut Ehsan jika ditinjau dari aspek *singularity* atau ke-pola-an, pemilihan lima koreksi ini karena memungkinkan untuk diterapkan dalam instrument miliknya.

*Volvelle Inovasi Koreksi* merupakan instrument lanjutan dari *Volvelle Inovasi* yang keduanya juga ciptaan Ehsan Hidayat, *Volvelle Inovasi Koreksi* ini dibuat pada Maret 2021 juga berbahan kayu pada piringan dasarnya, dan akrilik untuk piringan-piringan di atasnya. Instrument ini memiliki diameter 30 centimeter dimana memiliki fungsi untuk mengetahui waktu terjadinya gerhana secara mendetail.




---

Matahari). Kedua  $-0,40614 \times \sin M'$  (digunakan pada saat *full moon* untuk koreksi gerhana Bulan).

<sup>24</sup> Anomali Rerata Matahari (M) didefinisikan sebagai gerak rerata yang dilakukan oleh Matahari setiap satu *new moon*. Untuk bisa mendapatkan koreksi nilai M, maka terbagi menjadi dua rumus, yaitu  $0,17241 \times \sin M$  (digunakan pada saat *new moon* untuk koreksi gerhana Matahari) dan  $0,17302 \times \sin M$  (digunakan pada saat *full moon* untuk koreksi gerhana Bulan).

Gambar 3.9<sup>25</sup>*Volvelle Inovasi Koreksi* karya Ehsan Hidayat

Dalam penyusunan instrumennya, Ehsan menggunakan konsep instrumenisasi koreksi model lingkaran dimana 5 jenis koreksi yang ada di instrumenkan dalam bentuk lingkaran atau piringan. Pemilihan model ini bisa lebih baik karena skala jam dan menit yang dimuat lebih detail daripada model kurva. Penulis akan jelaskan proses instrumenisasi yang pakai oleh Ehsan.<sup>26</sup>

## 1. Koreksi I (M')

Secara aritmatika, nilai M' di setiap *new moon* atau *full moon* akan bertambah konstan sebesar 25,81692 derajat (25°48' 46,5"). Nilai inilah yang digunakan sebagai proses untuk membuat segitiga dengan sudut tersebut. Nilai acuan *Volvelle Inovasi Koreksi* adalah nilai F dimana akan memecah kaidah bahwa  $360^\circ = 0$  menjadi  $180^\circ = 0$ , maka jarak sudut antara segitiga M' pertama dengan berikutnya adalah  $25,81692 \times 2 = 51,62584$  derajat. Perlu diingat bahwa nilai M' antara *new moon* dan *full moon* berbeda. Hal ini bisa disadari dari rumus input yang berbeda. Sebagaimana contoh tahun 2021 dimana M' pada *new moon* bernilai 73,96795 dari nilai k 260, sedangkan pada *full moon* bernilai 266,87642 dari nilai k 260,5. Maka cara pembacaan nilai M' pada instrument

---

<sup>25</sup> Gambar *Volvelle Inovasi* didapat dari Ehsan Hidayat pada 5 Juni 2021

<sup>26</sup> Ehsan Hidayat, Modul *Volvelle Inovasi Koreksi* : "Upaya.....,17

tersebut adalah jika nilai  $M'$  *epoch* 200 derajat, maka segitiga satu pada *full moon* akan mengarah pada  $200 + 180 = 380 / 20$  derajat.

## 2. Koreksi II (M)

Konsep koreksi Anomali rerata matahari (M) secara aritmatika, nilai M setiap *full moon* atau *new moon* akan bertambah 29,10536 derajat ( $29^{\circ} 6' 19,29''$ ). Nilai inilah yang digunakan sebagai proses untuk membuat segitiga dengan sudut tersebut. Nilai acuan *Volvelle Inovasi Koreksi* adalah nilai F dimana akan memecah kaidah bahwa  $360^{\circ} = 0$  menjadi  $180^{\circ} = 0$ , maka jarak sudut antara segitiga M pertama dengan berikutnya adalah  $29,10536 \times 2 = 58,21072$  derajat. Karena nilai M antara *new moon* dan *full moon* berbeda dan disebabkan oleh rumus inputnya. Contoh tahun 2021 dimana M pada *new moon* pertama bernilai 9,94614 dari nilai k 260, sedangkan nilai M pada *full moon*-nya 24,49882 dari nilai k 260,5. Maka cara membaca nilai M pada instrument tersebut adalah jika *epoch* 210 derajat, maka segitiga 1 pada *full moon* akan mengarah pada  $210 + 14 = 224^{\circ}$  dan seterusnya.

## 3. Koreksi III $2M'$

Konsep koreksi  $2 \times$  anomali rerata bulan ( $2M'$ ) secara aritmatika, nilai  $2M'$  di setiap *new moon* atau *full moon* akan bertambah konstan 51,63384 derajat ( $51^{\circ} 38' 1,82''$ ). Nilai inilah yang digunakan sebagai proses untuk membuat segitiga dengan sudut tersebut. Nilai acuan *Volvelle Inovasi Koreksi* adalah nilai F

dimana akan memecah kaidah bahwa  $360^\circ = 0$  menjadi  $180^\circ = 0$ , maka jarak sudut segitiga  $2M'$  pertama dengan berikutnya adalah  $51,63384 \times 2 = 102,26768$  derajat. Nilai  $2M'$  antara *new moon* dan *full moon* berbeda dikarenakan rumus inputnya berbeda. Contoh tahun 2021 dimana  $2M''$  pada *new moon* bernilai 248,32936 derajat dari nilai k 260 dan pada *full moon* bernilai 274,14630 dari nilai k 260,5. Maka ada selisih sekitar  $25^\circ$ , sehingga cara pembacaan nilai  $2M''$  pada instrument tersebut adalah jika nilai  $2M'$  *epoch*  $140^\circ$ , maka segitiga satu pada *full moon* akan mengarah pada  $140 + 25 = 165^\circ$  dan seterusnya.

#### 4. Koreksi IV 2F

Koreksi ke 4 yaitu  $2 \times$  argument lintang bulan (2F). Secara aritmatika nilai 2F di setiap *new moon* atau *full moon* bertambah 61,341 derajat ( $61^\circ 20' 27,6''$ ). Nilai inilah yang digunakan sebagai proses untuk membuat segitiga dengan sudut tersebut. Nilai acuan *Volvelle Inovasi Koreksi* adalah nilai F dimana akan memecah kaidah bahwa  $360^\circ = 0$  menjadi  $180^\circ = 0$ , maka jarak sudut segitiga 2F pertama dengan berikutnya adalah  $61,341 \times 2 = 122,68200$  derajat. Nilai 2F antara *new moon* dan *full moon* berbeda dikarenakan rumus inputnya berbeda. Contoh tahun 2021 dimana 2F pada *new moon* bernilai 53,99083 derajat dari lunasi ke 260 dan pada *full moon* bernilai 84,66133 dari nilai k 260,5. Maka ada selisih sekitar  $30^\circ$ , sehingga cara pembacaan nilai 2F pada

instrument tersebut adalah jika nilai  $2F'$  *epoch*  $100^\circ$ , maka segitiga satu pada *full moon* akan mengarah pada  $100 + 30,6 = 130,6^\circ$ .

#### 5. Koreksi $V M' + M$

Konsep koreksi yang terakhir yaitu anomali rerata bulan ditambah anomali rerata matahari ( $M'+M$ ). Secara aritmatika nilai  $M'+M$  di setiap *new moon* atau *full moon* akan bertambah konstan sebesar  $54,92227$  derajat ( $54^\circ 55' 20,17''$ ). Nilai inilah yang digunakan sebagai proses untuk membuat segitiga dengan sudut tersebut. Nilai acuan *Volvelle Inovasi Koreksi* adalah nilai  $F$  dimana akan memecah kaidah bahwa  $360^\circ = 0$  menjadi  $180^\circ = 0$ , maka jarak sudut antara segitiga  $M'+M$  adalah  $54,92227 \times 2 = 109,84454$  derajat. Nilai  $M'+M$  antara *new moon* dan *full moon* berbeda dikarenakan rumus inputnya berbeda. Contoh tahun 2021 dimana  $M'+M$  pada *new moon* bernilai  $83,91409$  derajat dari lunasi ke 260 dan pada *full moon* bernilai  $84,66133$  dari nilai  $k$  260,5. Maka ada selisih sekitar  $207^\circ$ , sehingga cara pembacaan nilai  $M'+M$  pada instrument tersebut adalah jika nilai  $M'+M$  *epoch*  $80^\circ$ , maka segitiga satu pada *full moon* akan mengarah pada  $80 + 207 = 287^\circ$ .

Seluruh koreksi tersebut menggunakan konsep yang sama dimana 26 segitiga menjadi alat bantu untuk mengambil data jam koreksi. Tigabelas segitiga berwarna merah menandakan posisi *full moon* dan 13 segitiga yang lain berwarna hitam menandakan posisi *new moon*.



Adapun komponen yang dimiliki *Volvelle Inovasi Koreksi* terdiri dari tiga komponen. Pertama, piringan yang paling luar adalah piringan F dan lima sap koreksi yang dimulai dari  $M'$ , M,  $2M'$ ,  $2F$ , dan  $M'+M$ . Selanjutnya piringan yang kedua berisi lima sap segitiga bantu yang menghubungkan posisi *new moon* atau *full moon* dengan nilai koreksinya (di piringan pertama) dimulai dari  $M'$ , M,  $2M'$ ,  $2F$ , dan  $M'+M$ . Selain itu komponen di piringan kedua adalah *epoch* dari tahun 1901 sampai 2097 M. Kemudian bagian paling atas adalah alidade (penggaris) yang menjadi alat bantu transfer dari *epoch*, segitiga, sap koreksi hingga piringan F.

5. Metode Penentuan Waktu Gerhana Bulan berdasarkan *Volvelle Inovasi Koreksi*.

Sama halnya pada instrument *Volvelle Inovasi* sebelumnya, penggunaan instrument *Volvelle Inovasi Koreksi* ini cukup mudah, yakni dengan memutar piringan-piringan yang ada. Langkah-langkah penggunaannya<sup>27</sup>, penulis sertakan contoh agar memudahkan seperti berikut :

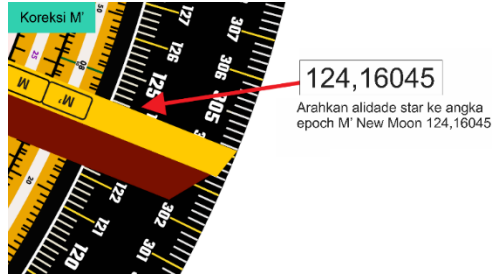
- a. Untuk koreksi pertama ( $M'$ ).

Identifikasi kasus gerhana yang dicari. Contoh gerhana Bulan pada 6 Juni 2020 (*full moon* ke 5), lunasi ke 252,5 dengan jam awal pada *Volvelle Inovasi* adalah 1:42:33 GMT. Cari *epoch*  $M'$  pada 2020 di piringan atas, lalu cari nilai  $M'$ -nya. Jika tidak ada gunakan rumus  $175,74738+(k+1)\times 25,81692$

---

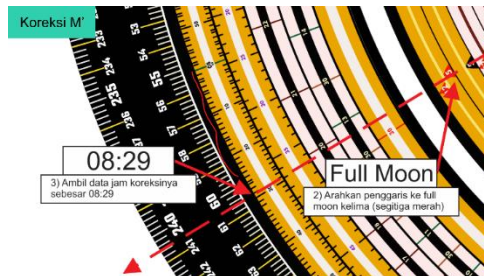
<sup>27</sup> Ehsan Hidayat, Modul *Volvelle Inovasi Koreksi* : “Upaya....., 24

dengan nilai  $k$  248<sup>28</sup> maka hasilnya 124,1605<sup>29</sup>. Arahkan penggaris star ke angka  $M'$  tersebut. Kasus tersebut nilai *epoch*  $M'$ nya adalah 124,1605.



Gambar 3.10

Proses menentukan koreksi pertama ( $M'$ )  
Kemudian cari nilai sudut pada segitiga ke 5 dan lihat nilai koreksinya. Didapat nilai sudut  $M'$  pada *full moon* ke 5 adalah  $60,34082^\circ$  dan nilai koreksi jatuh di 08:28:13 jam dan bernilai negatif (-) karena diarea 0-180°.



Gambar 3.11

<sup>28</sup> Nilai tersebut diperoleh dari pengurangan nilai  $k$  dengan jumlah new moon sebelumnya. Contoh nilai  $k$  pada new moon ke 11 adalah 258, maka  $258 - 10 = 248$ .

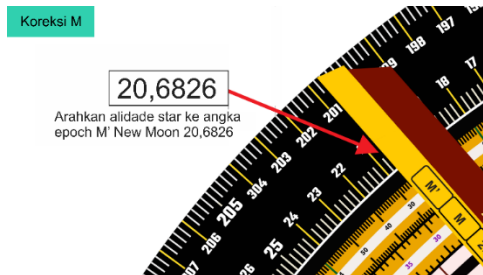
<sup>29</sup> Jika di hitung,  $175,74738 + (248+1) \times 25,81692 = 6604,16046$ . Karena hasilnya melebihi 360 maka dikurangi 360 hingga sisa terkecil itulah yang menjadi nilai/hasilnya.

Proses mengetahui waktu koreksi M'

Selanjutnya jumlahkan Jam Koreksi dengan Jam Awal. Karena penulis mengambil contoh 6 Juni 2020, maka 6 Juni 2020 jam 1:42:33 + (-08:28:13) = 5 Juni 2020 Jam 17:14:20 GMT

b. Untuk koreksi kedua (M).

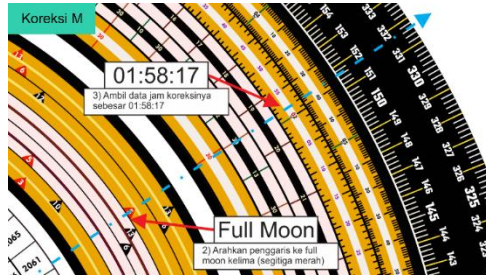
Identifikasi kasus gerhana yang dicari. Contoh gerhana Bulan pada 6 Juni 2020 (*full moon* ke 5), lunasi ke 252,5 dengan jam II pada 5 Juni 2020 pukul 17:14:20 GMT. Cari *epoch* M pada 2020 di piringan atas, lalu cari nilai M-nya. Jika tidak ada gunakan rumus  $-26,55196+(k+1)\times 29,10536$  dengan nilai k 248 maka hasilnya 20,68268. Arahkan penggaris star ke angka M tersebut.



Gambar 3.12

Proses menentukan koreksi kedua (M)

Kemudian cari nilai sudut pada segitiga ke 5 dan lihat nilai koreksinya. Didapat nilai sudut M pada *full moon* ke 5 adalah  $151,65596^\circ$  dan nilai koreksi jatuh di 01:58:17 jam dan bernilai positif (+) karena di area 0-180°.



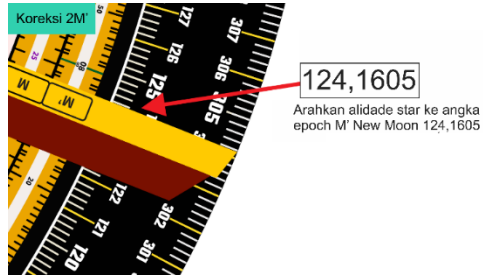
Gambar 3.13

### Proses mengetahui waktu koreksi M

Jumlahkan Jam Koreksi dengan Jam II, yaitu 5 Juni 2020 jam 17:14:20 + 01:58:17 = 5 Juni 2020 Jam 19:12:37 GMT

#### c. Untuk koreksi ketiga ( $2M'$ )

Identifikasi kasus gerhana yang dicari. Contoh gerhana Bulan pada 6 Juni 2020 (*full moon* ke 5), lunasi ke 252,5 dengan jam III pada 5 Juni 2020 pukul 19:12:37 GMT. Cari *epoch*  $2M'$  pada 2020 di piringan atas, lalu cari nilai  $2M'$ -nya. Jika tidak ada gunakan rumus  $-8,50524+(k+1)\times 51,63384$  dengan nilai  $k$  248 maka hasilnya 246,32092. Arahkan penggaris star ke angka  $M'$ . Khusus  $2M'$  meski nilai *epoch*-nya 246,32092, penggaris star tetap mengarah ke nilai  $M'$  124,1605 karena  $2M'$  hanya mengindik derajatnya, dan tetap memiliki koreksinya sendiri.



Gambar 3.14

Proses mengetahui koreksi 2M'

Kemudian cari nilai sudut pada segitiga ke 5 dan lihat nilai koreksinya. Didapat nilai sudut 2M' pada *full moon* ke 5 adalah  $120,68164^\circ$  dan nilai koreksi jatuh di 00:19:59 jam dan bernilai negatif (-) karena diarea 180-360°.



Gambar 3.15

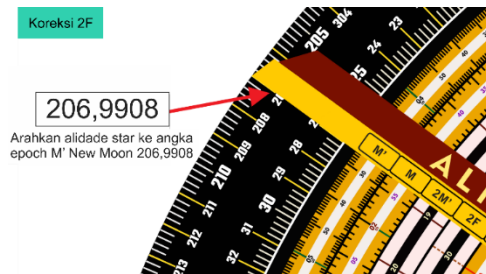
Proses mengetahui waktu pada koreksi 2M'

Jumlahkan Jam Koreksi dengan Jam III, yaitu 5 Juni 2020 jam  $19:12:37 + 00:19:59 = 5 \text{ Juni } 2020 \text{ Jam } 19:32:36 \text{ GMT}$

- d. Untuk koreksi keempat (2F)

Identifikasi kasus gerhana yang dicari. Contoh gerhana Bulan pada 6 Juni 2020 (*full moon* ke 5),

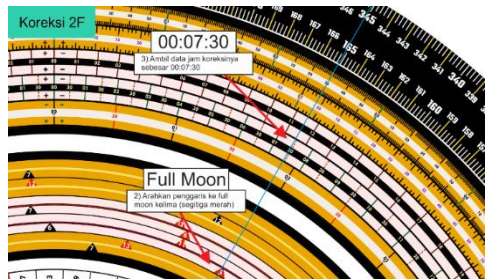
lunasi ke 252,5 dengan jam IV pada 5 Juni 2020 pukul 19:32:36 GMT. Cari *epoch* 2F pada 2020 di piringan atas, lalu cari nilai 2F-nya. Jika tidak ada gunakan rumus  $260,08060+(k+1)\times 61,341$  dengan nilai k 248 maka hasilnya 53,9896. Arahkan penggaris star ke angka F. Khusus 2F meski nilai *epoch*-nya 53,9896, penggaris star tetap mengarah ke nilai F 206,99082 karena 2F hanya mengindik derajatnya, dan tetap memiliki koreksinya sendiri.



Gambar 3.16

#### Proses menentukan koreksi 2F

Cari nilai sudut pada segitiga ke 5 dan lihat nilai koreksinya. Didapat nilai sudut 2F pada *full moon* ke 5 adalah  $330,0253^\circ$  dan nilai koreksi jatuh di 00:07:30 jam dan bernilai negatif (-) karena di area  $90-180^\circ$  atau  $270-360^\circ$ .



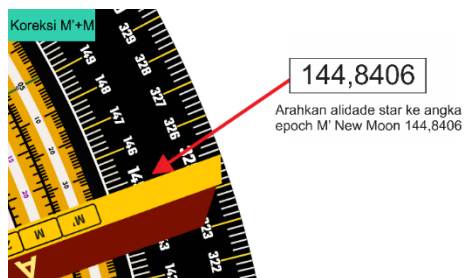
Gambar 3.17

Proses menentukan waktu pada koreksi 2F

Jumlahkan Jam Koreksi dengan Jam IV, yaitu 5 Juni 2020 jam 19:32:36 + (-00:07:30) = 5 Juni 2020 Jam 19:25:06 GMT

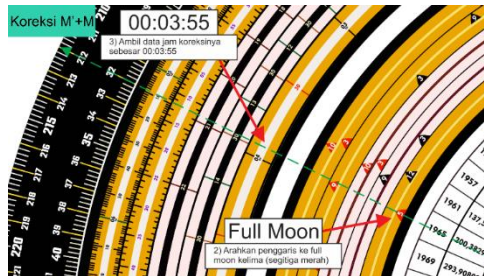
e. Untuk koreksi kelima ( $M'+M$ )

Identifikasi kasus gerhana yang dicari. Contoh gerhana Bulan pada 6 Juni 2020 (*full moon* ke 5), lunasi ke 252,5 dengan jam V pada 5 Juni 2020 pukul 19:25:06 GMT. Cari *epoch*  $M'+M$  pada 2020 di piringan atas, lalu cari nilai  $M'+M$ -nya. Jika tidak ada gunakan rumus  $149,19543+(k+1)\times 54,92227$  dengan nilai  $k$  248 maka hasilnya 144,84066. Arahkan penggaris star ke angka  $M'+M$  tersebut.



Gambar 3.18

Proses menentukan koreksi  $M'+M$   
 cari nilai sudut pada segitiga ke 5 dan lihat nilai koreksinya. Didapat nilai sudut  $M'+M$  pada *full moon* ke 5 adalah  $211,9967^\circ$  dan nilai koreksi jatuh di 00:03:55 jam dan bernilai negatif (-) karena diarea  $180-360^\circ$ .



Gambar 3.18

Proses mengetahui waktu koreksi  $M'+M$   
 Selanjutnya jumlahkan Jam Koreksi dengan Jam  $V$ , yaitu 5 Juni 2020 jam 19:25:06 + (-00:03:55) = 5 Juni 2020 Jam 19:21:11 GMT

Kelima jenis koreksi tersebut dapat disimpulkan hasil jam *Volvelle Inovasi* ke dalam tabel berikut :

Tabel 3.3

Hasil upaya 5 koreksi menggunakan *Volvelle Inovasi Koreksi*

Jam Awal	6 Juni 2020	Pukul	01:42:33 GMT
Koreksi I			- 08:28:13 GMT
Koreksi II			+ 01:58:17 GMT
Koreksi III			+ 00:19:59 GMT



Koreksi IV			- 00:07:30 GMT
Koreksi V			- 00:03:55 GMT
Jam Akhir	5 Juni 2020	Pukul	19:21:11 GMT

Hasil akhirnya adalah Gerhana Bulan pada *full moon* ke 5 di tahun 2020 bertepatan pada hari Jumat Pahing 5 Juni 2020 pukul 19:21:11 GMT atau Sabtu Pon, 6 Juni 2020 pada jam 02:21:11 WIB.

#### 6. Kelebihan dan Kekurangan

Sebuah alat (instrument) pasti memiliki kelebihan dan kekurangan. Begitupun pada *Volvelle Inovasi Koreksi* milik Ehsan Hidayat ini. Meskipun bisa membantu masyarakat dalam memprediksi gerhana, instrument ini juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan-kelebihannya sebagai berikut :

- a. Mampu mensimulasikan adanya gerhana Matahari dan gerhana Bulan dengan praktis, cepat, dan efisien
- b. Dapat melacak waktu gerhana hingga satuan data bulan-tanggal-jam-menit.
- c. Memberikan edukasi dalam memahami nalar proyeksi pembuatan instrument falak.
- d. Dengan konsep yang mudah menjadikan instrument ini layak untuk edukasi dalam memahami sekilas terjadinya gerhana dalam bentuk dua dimensi.
- e. Bisa digunakan dalam jangka waktu yang lama, dimulai dari tahun 1901-2100 M.

- f. Pemilihan lima jenis koreksi cukup efektif dalam penghalusan data jam mendekati data kontemporer.
- g. Desain baru yang unik dan inovatif.

Adapun kekurangannya sebagai berikut :

- a. Instrument masih bersifat global. Artinya gerhana yang terlacak belum tentu terjadi di Indonesia.
- b. Bukan termasuk instrumen observasi dan hanya bersifat kalkulasi.
- c. Meskipun hasil jam sudah sampai ke menit, namun masih ada selisih dengan hasil kontemporer.

## **B. Konsep *Irsyād al-Murīd* dalam Penentuan Waktu Gerhana Bulan**

1. Biografi KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah  
 KH. Ahmad Ghozali bin Muhammad bin Fathullah bin Sa'idah al-Samfani al-Maduri adalah seorang ulama yang terkenal sebagai pakar ilmu falak dari Madura. Beliau lahir pada tanggal 7 Januari 1962 M di sebuah kampung yang bernama Lanbulan desa Baturasang kecamatan Tambelangan kabupaten Sampang Jawa Timur.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Hanik Maridah, "Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Maslak al-Qasid Ila 'Amal ar-Rasid Karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah", *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo, Semarang, 2015, 52

KH. Ghozali merupakan salah satu putra dari pasangan KH. Muhammad Fathullah dan nyai Hj. Zainad Khoiruddin. Ayahnya, Syaikh Muhammad Fathullah merupakan *Muassis* (perintis pertama) berdirinya pondok pesantren Al-Mubarak Lanbulan. Pada tahun 1990 KH. Ghozali menikah dengan seorang bernama Hj. Asma binti Abdul Karim. Dari pernikahannya tersebut KH. Ghozali dikaruniai sembilan anak, lima putra dan empat putri yakni Nurul Bashiroh, Afiyah, Aly, Yahya, Salman, Muhammad, Kholil, A'isyah, Sofiyah.<sup>31</sup>

Sejak kecil KH. Ghozali mendapatkan didikan ilmu agama dari orang tuanya, sehingga ia memiliki minat yang tinggi dalam memperdalam ilmu agama. Ia mengawali Pendidikan formal hingga kelas 3 SD kemudian melanjutkan Pendidikan di pondok pesantren Al-Mubarak Lanbulan yang diasuh langsung oleh ayahnya sendiri, KH. Muhammad Fathullah. Di pesantren tersebut ia menjadi santri yang taat dan patuh. Selain mendalami ilmunya dengan ayahnya sendiri, ia juga pernah belajar kepada kedua kakaknya, yaitu KH. Kurdi Muhammad (alm) dan KH. Barizi Muhammad.

Pada tahun 1977 KH. Ghozali belajar kepada KH. Maimun Zubaer Rembang selama bulan Ramadhan. Hal itu dilakukan setiap tahun berturut-turut selama tiga tahun lamanya hingga tahun 1980. Selain itu ia juga belajar kepada KH. Hasan Iraqi (alm) di kota Sampang setiap hari

---

<sup>31</sup> Purkon Nur Ramadhan, "Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam kitab *Irsyad al-Muriid*". *Skripsi* Fakultas Syari'ah, IAIN Walisongo, Semarang, 2012, 50

Selasa dan Sabtu pada tahun 1981. Setelah menyelesaikan Pendidikan di pondok Pesantren Al-Mubarak, ia melanjutkan studinya ke Makkah al-Mukarromah selama kurang lebih 15 tahun. Tepatnya di pondok pesantren As-Shulatiyah selama 7 tahun. Di sana ia belajar langsung kepada para ulama yang jelas diakui keilmuannya. Diantaranya, Syaikh Isma'il Ustman Zain al-Yamany al-Makky, Syaikh Abdullah al-Lahjy, Syaikh Yasin bin Isa al-Fadany, dan ulama-ulama lainnya.

Pondok pesantren Al-Mubarak Lanbulan terletak di pulau Garam desa Baturasang, Sampang, Madura, perbatasan Madura dan Sampang. Lanbulan diambil dari kata Bulan yang dinisbatkan atas mimpi KH. Fathullah. Dalam mimpinya ada Bulan jatuh bersinar di sekitar desa Baturasang Tambelangan. Setelah dihipir, di tempat jatuhnya bulan tersebut ada seorang guru yang berkata “dirikanlah pesantren di sisi ini dan berilah nama Lanbulan”. Dengan penuh takdin dan hati tulus, maka didirikanlah pondok pesantren Lanbulan oleh KH. Fathullah.

Selain menjadi Wakil Pengasuh di pondok pesantren Al-Mubarak Lanbulan, beliau juga menjabat sebagai Wakil Ketua Syuriah NU Kab. Sampang, Ketua Syuriah NU Kec. Tambelangan, Penasehat LFNU Jawa Timur, anggota BHR Jawa Timur, serta sebagai anggota PBNU dan DEPAG RI.<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> Khotibul Umam, “Studi Pemikiran KH. Ahmad Ghozali Tentang Metode Hisab Gerhana Mathari Global dalam Kitab Al-Durru Al-Aniq”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, Semarang, 2019, 45

Kontribusi untuk ilmu falak sudah dibuktikan dalam karya-karyanya. Dari sekian banyak karya yang diciptakan tidak hanya dalam ilmu falak tetapi juga dalam bidang ilmu yang lain, diantaranya :

1. Bidang Ilmu Falak

*Al-Taqyidat al-Jaliyah, Faidl al-Karīm ar-Rau, Tsamrat al-Fikar, az-Zaij al-Muyassar, al-Durru al-Anīq, Maslak al-Qashīd, Bughyat al-Rafīq, Anfa' al-Washīlah, Irsyād al-Murīd, Jami' al-Adillah.*

2. Bidang Ilmu Hadis

*An-Nujum an-Nayyirah, Al-Qawl al-Mukhtashar.*

3. Bidang Ilmu Fikih

*Azhar al-Bustan, Az-Zahrat al-Wardiyah*

4. Ilmu Lainnya

*Bughyat al-Wildan, al-Fawakih asy-Syahīyyah, Tuhfat ar-Rawy, Bughyat al-Ahbāb, Tuhfat al-Arib, Majma' al-Fadlā'il, al-Futuhāt ar-Rabbāniyyah, Irsyād al-Ibād.*

2. Gambaran Umum Kitab *Irsyād al-Murīd*

Kitab *Irsyād al-Murīd* disusun sebagai penyempurna dari kitab-kitab karangan KH. Ahmad Ghozali sebelumnya, karena kitab-kitab tersebut masih menggunakan system hisab *hakiki taqribi* dan *hakiki tahkiki* dimana pada kenyataannya hasil hisab/perhitungannya kurang presisi. Seperti pada kitab *at-*

*Taqyidat al-Jaliyah, Faidl al-Karīm, Bughyat al-Raftq, , Anfa' al-Washīlah, al-Tsamarah al-Fikar.*<sup>33</sup>

Kitab *Irsyād al-Murīd* mulai dipublikasikan pada Pelatihan Aplikasi Hisab Falak yang diadakan oleh Forum Lajnah Falakiyah dan UIN Malang. Kitab *Irsyād al-Murīd* dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu bagian utama dan bagian lampiran. Adapun sistematikanya sebagai berikut :<sup>34</sup>

1. Bagian pendahuluan
2. Bagian utama

Dalam bagian ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

- a. Bagian pertama : Kiblat
  - 1) Hukum mempelajari dalil-dalil tentang kiblat
  - 2) Hukum menghadap kiblat
  - 3) Hukum diperbolehkan tidak menghadap kiblat
  - 4) Arah kiblat
  - 5) Jam rashdul kiblat
- b. Bagian kedua : Waktu salat
  - 1) Waktu dhuhur
  - 2) Waktu ashar
  - 3) Waktu magrib
  - 4) Waktu isya'

---

<sup>33</sup> Kitri Sulastri, "Studi Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah dalam Kitab Irsyad al-Murid". *Skripsi*, Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo, Semarang, 2010, 48

<sup>34</sup> Nur Ismawati, "Studi Komparasi Awal Bulan Kamariah Antara Kitab Tibyanul Murid dan Kitab Irsyadul Murid". *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, Semarang, 2019, 44

- 5) Waktu subuh
  - 6) Waktu imsak
  - 7) Waktu terbit
  - 8) Perhitungan waktu-waktu salat
- c. Bagian ketiga : Penanggalan
- 1) Penanggalan masehi
  - 2) Penanggalan hijriyah
  - 3) Bulan-bulan penanggalan hijriyah
  - 4) Hari dan pasaran
  - 5) Tahwil penanggalan hijriyah-masehi secara urfi
  - 6) Tahwil penanggalan masehi-hijriyah secara urfi
- d. Bagian keempat : Pembahasan tentang hilal
- 1) Hukum melihat hilal (*rukyyat al-hilal*)
  - 2) *Rukyyat al-hilal* yang diterima
  - 3) Hilal tidak terlihat namun hisab menetapkan awal Bulan berdasarkan rukyat
  - 4) *Ikhbār* dalam *rukyyat al-hilal*
  - 5) Memberikan *ikhbār rukyyat al-hilal*
  - 6) Penolakan kesaksian *rukyyat al-hilal*
  - 7) *Hisab haqiqi* dan *hisab iṣṭilahi*
  - 8) Kewajiban syariat untuk memberi penetapan hukum terhadap *rukyyat al-hilal*
  - 9) Batasan *imkan al-rukyyat*
  - 10) Tahun-tahun dimana Rasulullah saw berpuasa
  - 11) Tabel-tabel data observasi *wujūd al hilal*
  - 12) Langkah-langkah dalam perhitungan ijtimā'

- 13) Langkah-langkah perhitungan hilal
- 14) Perhitungan terbenam Bulan dan Matahari secara *tahqiqi*
- e. Bagian kelima : Gerhana Bulan dan Matahari
  - 1) Kata *khusuf* dan *kusuf* dari ayat al-Qur'an
  - 2) Hukum mempelajari gerhana Bulan dan Matahari
  - 3) Hal-hal yang disunahkan ketika terjadi gerhana
  - 4) Salat *khusufain*
  - 5) Gerhana Bulan dan Matahari pada masa Rasulullah saw
  - 6) Perhitungan gerhana Bulan dan Matahari
3. Metode Penentuan Waktu Gerhana Bulan berdasarkan *Irsyād al-Murīd*

Pembahasan mengenai gerhana bulan dalam kitab *Irsyād al-Murīd* dijelaskan dalam bab terakhir. Gerhana Bulan adalah hilangnya cahaya bulan karena terhalangi oleh bumi, dimana bumi berada diantara bulan dan matahari sehingga bayangan bumi menghalangi semua sinar matahari, atau sebagian sinar Matahari yang diterima bulan.<sup>35</sup> Kitab *Irsyād al-Murīd* merupakan kitab yang tergolong ke dalam kitab kontemporer. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yakni :

1. Perhitungannya dilakukan dengan sangat cermat
2. Banyak proses yang harus dilalui

---

<sup>35</sup> Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah, *Irsyad al-Murid Ila Ma'rifati 'Ilmi al-Falaki*, Madura: Lafal, cet. 5, 2020, 156



3. Rumus-rumus yang digunakan lebih banyak menggunakan rumus trigonometri
4. Data yang ada dalam kitab tersebut sudah menggunakan rumus matematika yang telah dikembangkan juga sistem koreksinya lebih teliti dan kompleks.

Adapun perhitungan gerhana bulan berdasarkan kitab *Irsyād al-Murīd* adalah sebagai berikut :

Mengetahui kemungkinan terjadinya gerhana Bulan dengan metode berikut<sup>36</sup> :

1. Mengkalikan bulan Hijriyah yang dicari (M) dengan 29,53<sup>37</sup>, hasilnya dibagi dengan 354,3671<sup>38</sup>, kemudian ditambahkan dengan tahun Hijriyah yang dicari (Y). Kemudian menghasilkan Hari dalam tahun Hijriyah (HY)

$$\mathbf{HY = Y + (M \times 29,53)/354,3671}$$

2. Setelah mendapatkan nilai HY, selanjutnya mencari nilai *al-Mahfudz* (K). untuk mendapatkan nilai K yaitu dengan mengurangkan nilai HY dengan tahun *epoch*<sup>39</sup> (1410), kemudian hasilnya

---

<sup>36</sup> Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah, *Irsyad al-Murid Ila Ma'rifati 'Ilmi al-Falaki*, Madura: Lafal, cet. 5, 2020, 168

<sup>37</sup> Merupakan periode sinodis Bulan rata-rata. Lihat Susiknan Azhari, *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern)*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007, 103

<sup>38</sup> Merupakan jumlah hari rata-rata dalam satu tahun menurut kalender Hijriyah. Lihat Slamet Hambali, *Almanak Sepanjang Masa (Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah dan Jawa)*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2002, 64

<sup>39</sup> *Epoch* yang digunakan dalam kitab *Irsyad al-Murid* adalah tanggal 1 Muharam 1410 H atau 1 Agustus 1989 M. Lihat Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah, op. cit., 157.

dilakikan dengan  $12^{40}$ . Kemudian dikurangi dengan  $0,5^{41}$ .

$$\mathbf{K = ((HY - 1410) \times 12) - 0,5}$$

3. Kemudian mencari nilai *Juz al-Ashl*<sup>42</sup> (T) dengan cara membagi *al-mahfudz* (K) dengan  $1200^{43}$ .

$$\mathbf{T = K / 1200}$$

4. Selanjutnya mencari nilai *Hishah al-'Ardl*<sup>44</sup> (F) dengan rumus berikut.

$$\mathbf{F = \text{Frac} ((164,2159288 + 390,67050274 \times K + (-0,0016341) \times T^2 + (-0,00000227) \times T^3) / 360) \times 360}$$

Lihat hasilnya, jika berada diantara 0 – 12 atau 168 – 192 atau 348 – 360 maka kemungkinan terjadi gerhana.

5. Selanjutnya mencari nilai waktu pertengahan terjadinya gerhana Bulan atau *Julian Day*<sup>45</sup> yang

<sup>40</sup> Nilai 12 diperoleh dari 1 tahun Hijriyah = 12 Bulan. Lihat Burhanudin Zainal, *Ilmu Falak*, Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka, edisi II, 2004, 105

<sup>41</sup> 0,5 berasal dari Perbedaan permulaan hari / pergantian hari Julian Day adalah jam 12 siang, sedangkan pergantian hari untuk Gregorian adalah jam 12 malam, maka  $12 \div 24 = 0,5$ . Lihat Skripsi Sukarni, *Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyad al-Murid*, IAIN Walisongo Semarang, 2014, 59

<sup>42</sup> *Juz al-Ashl* (T) yaitu abad yang dilalui dari tahun *epoch* sampai dengan tahun yang dihitung.

<sup>43</sup> 1200 berasal dari 12 bulan Hijriyah dan 1 abad terdiri dari 100 tahun, maka 12 dikalikan dengan 100 = 1200. *Ibid*

<sup>44</sup> *Hishah al-'Ardl* (F) merupakan tenggang waktu atau jarak yang harus diperhitungkan dari kedudukan benda langit ke kedudukan benda langit lainnya. Rumus tersebut menggunakan fungsi matematika *frac*, merupakan kepanjangan dari *fraction* yang berfungsi untuk mengambil angka di belakang koma. *Ibid*

<sup>45</sup> Kalender yang dikenalkan sejak abad ke-46 SM oleh Julius Caesar dan digunakan sampai tahun 1582 M (saat digunakan kalender Gregorian),

belum terkoreksi (JD). Hasil dari *Julian Day* selalu digunakan untuk konversi, karena setiap konversi baik Hijriyah maupun Masehi harus menggunakan *Julian Day* dengan rumus berikut.

$$\mathbf{JD = 2447740,651689 + 29,530588853 \times K + 0,0001337 \times -0,00000015 \times T^2 \times T^3}$$

6. Setelah mengetahui nilainya, kemudian mencari nilai *Khashshah al-Syams*<sup>46</sup> (M) karena proses terjadinya gerhana Bulan melibatkan dua benda langit selain Bumi yang menjadi tempat pengamatan, yaitu Matahari, maka untuk mengetahui nilai M dapat menggunakan rumus:

$$\mathbf{M = \text{Frac} ((207,9623868 + 29,10535669 \times K + (-0,0000218) \times T^2 / 360) \times 360}$$

7. Kemudian mencari nilai *Khashshah Qomar*<sup>47</sup> (M') dengan rumus :

$$\mathbf{M' = \text{Frac} ((111,1797657 + 385,81693528 \times K + 0,0107438 \times T^2 + 0,00001239 \times T^3) / 360) \times 360}$$

8. Untuk mengetahui posisi Bulan pada saat terjadi gerhana, maka langkah selanjutnya diperlukan perhitungan untuk mencari nilai '*Uqdah Qomar*<sup>48</sup>

waktu rata-rata satu tahun dalam kalender Julian yaitu 365,25 hari. Lihat Muhyiddin Khazin, Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek), 103.

<sup>46</sup> *Khashshah al-Syams* atau anomali rerata Matahari merupakan jarak antara posisi Matahari dengan titik terdekat Matahari dengan Bumi sebesar lingkaran ekliptika.

<sup>47</sup> *Khashshah al-Qamar* atau anomali rerata Bulan merupakan jarak antara posisi Bulan dengan titik terdekat Bulan dengan Bumi sebesar lingkaran *falakul qomar*. Pada peristiwa gerhana Bulan, Bulan berjalan pada tempat edarnya yang disebut dengan *falakul qomar*.

<sup>48</sup> '*Uqdah Qomar* ( $\Omega$ ) merupakan titik naik dari titik perpotongan antara falakul qomar dan ekliptika yang pertama ke posisi Bulan.

( $\Omega$ ) atau disebut dengan omega. Nilai ini dapat dicari dengan rumus:

$$(\Omega) = \text{Frac} ((326,4991207 + (-1,5637558) \times K + 0,0020691 * T^2 + 0,00000215 \times T^3) / 360) \times 360$$

9. Karena nilai *Hişhah al-‘Ardl* (F) merupakan nilai penentu kemungkinan terjadinya gerhana Bulan, maka untuk mendapatkan hasil yang akurat perlu adanya koreksi. Oleh karena itu, langkah selanjutnya adalah koreksi terhadap nilai F yang dilambangkan dengan *Hişhah Tsani* (F1). Koreksi tersebut menggunakan rumus :

$$F1 = \text{Frac} ((F - 0,02665 \times \text{Sin}(\Omega) / 360) \times 360$$

10. Kecepatan gerak Bulan dari waktu ke waktu sangatlah bervariasi, hal disebabkan oleh adanya pengaruh gravitasi oleh planet-planet lain seperti Matahari dan Bumi. Kemudian mencari nilai *Dalil Kaukab* (A1)<sup>49</sup> dengan rumus :

$$A1 = \text{Frac} ((285,9142682 + 0,107408 \times K + (-0,009173) \times T^2 / 360) \times 360$$

11. Selain adanya pengaruh dari planet-planet lain, kecepatan gerak Bulan juga dipengaruhi oleh *eksentrisitas*<sup>50</sup> orbit Bumi. Maka mencari nilai *eksentrisitas* atau dalam Bahasa arab *Ikhtilaf al-Markaz* yang dilambangkan dengan huruf E.

$$E = 1 - 0,002516 \times T + (-0,0000074) \times T^2$$

---

<sup>49</sup> Dalam Bahasa Astronomi disebut dengan *planetary argument* yang artinya Pengaruh-pengaruh planet-planet atas kecepatan dan jarak Bulan.

<sup>50</sup> Kelonjangan orbit bumi

Selanjutnya koreksi-koreksi untuk mengetahui kapan terjadinya gerhana Bulan dan fase-fasenya. Beberapa koreksi untuk mengetahui terjadinya *istiqbāl* hakiki yang meliputi tanggal, bulan dan tahun masehi adalah sebagai berikut :

1.  $T1 = -0,4065 \times \text{Sin } M'$
2.  $T2 = 0,1727 \times E \times \text{Sin } M$
3.  $T3 = 0,0161 \times \text{Sin } (2 \times M')$
4.  $T4 = -0,0097 \times \text{Sin } (2 \times F1)$
5.  $T5 = 0,0073 \times E \times \text{Sin } (M' - M)$
6.  $T6 = -0,005 \times E \times \text{Sin } (M' + M)$
7.  $T7 = -0,0023 \times \text{Sin } (M' - 2 \times F1)$
8.  $T8 = 0,0021 \times E \times \text{Sin } (2 \times M)$
9.  $T9 = 0,0012 \times \text{Sin } (M' + 2 \times F1)$
10.  $T10 = 0,0006 \times E \times \text{Sin } (2 \times M' + M)$
11.  $T11 = -0,0004 \times \text{Sin } (3 \times M')$
12.  $T12 = -0,0003 \times E \times \text{Sin } (M + 2 \times F1)$
13.  $T13 = 0,0003 \times \text{Sin } A1$
14.  $T14 = -0,0002 \times A1 \times \text{Sin } (M + 2 \times F1)$
15.  $T15 = -0,0002 \times E \times \text{Sin } (2 \times M' - M)$
16.  $T16 = -0,0002 \times \text{Sin } (\Omega)$

Tambahkan lah semua koreksi-koreksi tersebut (MT) dan tambahkan dengan Julian Day yang belum terkoreksi (JD) dan tambahkan lagi dengan 0.5, maka akan menghasilkan Julian Day terkoreksi (JD *Istiqbāl*)

$$\mathbf{JD\ Istiqb\bar{a}l = JD + 0.5 + MT}$$

Kemudian mencari nilai waktu pertengahan gerhana dengan cara mengambil bilangan pecahan

(setelah koma) dan kalikan dengan 24 maka akan menghasilkan Jam Tengah Gerhana (T0) dengan format waktu GMT. Jika menginginkan untuk mengubahnya menjadi waktu setempat, maka ditambah dengan Zona Waktu (TZ) maka akan menghasilkan Jam Tengah Gerhana (T0) dengan format waktu setempat (WD).

$$\begin{aligned} \mathbf{T0} &= \mathbf{Bilangan\ pecahan} \times \mathbf{24} \\ \mathbf{T0\ WD} &= \mathbf{T0\ UT + TZ\ (Time\ Zone)}^{51} \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah mengonversi hari Hijriyah ke hari Masehi agar masyarakat lebih mudah dalam menentukan waktu terjadinya gerhana karena masyarakat pada umumnya lebih mengetahui hari Masehi daripada hari Hijriyah. Konversi menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mathbf{Z} &= \mathbf{Int}^{52} (\mathbf{JD\ Istiqbāl}) \\ \mathbf{AA} &= \mathbf{Int} ((\mathbf{Z} - \mathbf{1867216,25}) / \mathbf{36524,25}^{53}) \\ \mathbf{A} &= \mathbf{Z} + \mathbf{1} + \mathbf{AA} - \mathbf{Int} (\mathbf{AA} / \mathbf{4}) \\ \mathbf{B} &= \mathbf{A} + \mathbf{1524} \\ \mathbf{C} &= \mathbf{Int} ((\mathbf{B} - \mathbf{122,1}) / \mathbf{365,25}) \\ \mathbf{D} &= \mathbf{Int} (\mathbf{365,25} \times \mathbf{C}) \\ \mathbf{E} &= \mathbf{Int} ((\mathbf{B} - \mathbf{D}) / \mathbf{30,6001}) \end{aligned}$$

---

<sup>51</sup> Time Zone dapat dibagi menjadi 3 yakni: untuk waktu Indonesia barat TZ adalah dengan menambahkan 7, untuk waktu Indonesia tengah dengan menambahkan angka 8 dan untuk waktu Indonesia timur dengan menambahkan 9.

<sup>52</sup> Int merupakan kepanjangan dari integer yang berfungsi untuk mengambil nilai di depan koma pada hasil perhitungan.

<sup>53</sup> Pada masa kekuasaan Paus Gregorius XIII, atas saran Christopher Clavius (ahli perbintangan) menetapkan bahwa dalam satu tahun ada 365, 2425 hari. Muhyiddin Khazin, *Ilmu....* op. cit., 104.

$$\mathbf{Tanggal} = \mathbf{Int (B - D - Int (30,6001 \times E))}^{54}$$

$$\mathbf{Bulan} = \mathbf{E - 1}$$

$$\mathbf{Tahun} = \mathbf{C - 4716}$$

$$\mathbf{PA} = \mathbf{Z + 2}$$

$$\mathbf{Hari} = \mathbf{PA - Int (PA / 7) \times 7}$$

$$\mathbf{Pasaran} = \mathbf{PA - Int (PA / 5) \times 5}$$

Langkah selanjutnya yaitu engetahui Jam Terjadinya Gerhana Bulan

1. *Ardlu Qamar Kulliy*<sup>55</sup> (S)

$$\mathbf{S1} = -\mathbf{0,0048 \times E \times Cos M}$$

$$\mathbf{S2} = \mathbf{0,002 \times E \times Cos 2M}$$

$$\mathbf{S3} = -\mathbf{0,3299 \times Cos M'}$$

$$\mathbf{S4} = -\mathbf{0,006 \times E \times Cos (M + M')}$$

$$\mathbf{S5} = \mathbf{0,0041 \times E \times Cos (M - M')}$$

$$\mathbf{S} = \mathbf{5,2207 + S1 + S2 + S3 + S4 + S5}$$

2. *Harākat al-MahfudzAwal* (C)

$$\mathbf{C1} = \mathbf{0,0024 \times E \times Sin 2M}$$

$$\mathbf{C2} = -\mathbf{0,392 \times Sin M'}$$

$$\mathbf{C3} = \mathbf{0,0116 \times Sin 2M'}$$

$$\mathbf{C4} = -\mathbf{0,0073 \times E \times Sin (M + M')}$$

$$\mathbf{C5} = -\mathbf{0,0067 \times E \times Sin (M - M')}$$

$$\mathbf{C6} = \mathbf{0,0118 \times Sin 2F}$$

---

<sup>54</sup> Kebanyakan kitab yang dikarang oleh Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah menggunakan UT dalam konversi, oleh karena itu setelah ditemukan hasil perhitungan harus dikonversi ke waktu daerah.

<sup>55</sup> Nilai Lintang Bulan Maksimum yaitu Busur sepanjang lingkaran kutub ekliptika dihitung dari titik pusat Bulan hingga lingkaran ekliptika. Harga lintang Bulan antara 0o s/d 5o 8'. Jika Bulan berada di utara ekliptika maka lintang Bulan bertanda positif dan jika Bulan berada di selatan ekliptika maka lintang Bulan bertanda negatif. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, op. cit., 5.

$$C = 0,2070 \times \sin M + C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6$$

3. *Harākat al-Mahfudz Tsani (W)*

Ambil nilai mutlak (absolut) dari Cosinus *Hişhah Tsani (F1)*, maka menjadi *Harākat al-Mahfudz Tsani (W)*.

$$W = \text{Abs Cos F1}$$

4. *Harākat al-Mahfudz Tsalits (Y)*

Kemudian mencari nilai *Harākat al-Mahfudz Tsalits (Y)*<sup>56</sup>.

$$Y = (S \times \sin F1 + C \times \cos F1) \times (1 - 0,0048 \times W)$$

5. Kerucut Bayangan (U)

Selanjutnya mencari nilai *Mahrut al-Zil (U)*<sup>57</sup> yang mempunyai 4 koreksi, yaitu :

$$U1 = 0,0046 \times E \times \cos M$$

$$U2 = - 0,0182 \times \cos M'$$

$$U3 = 0,0004 \times \cos 2M$$

$$U4 = - 0,0005 \times \cos (M+M')$$

$$U = 0,000059 + U1 + U2 + U3 + U4$$

6. *Al-Mahfudzat*<sup>58</sup>

1. Tambahkan Kerucut bayangan (U) dengan 1,5573 maka akan menghasilkan *al-Mahfudz Awāl (H)*

---

<sup>56</sup> Y merupakan jarak terkecil dari titik pusat Bulan sampai sumbu bayangan Bumi.

<sup>57</sup> Kerucut Bayangan (U) merupakan Jarak antara titik pusat Bulan dengan titik pusat Bumi.

<sup>58</sup> Mencari nilai simpanan



$$\mathbf{H = 1,5800 + U}$$

Kurangkan 1,0128 dengan Kerucut bayangan (U) maka akan menghasilkan *al-Mahfudz Tsāni* (P)

$$\mathbf{P = 1,0128 - U}$$

2. Kurangkan 0,4678 dengan Kerucut bayangan (U) maka akan menghasilkan *al-Mahfudz Tsālits* (R)

$$\mathbf{R = 0,4678 - U}$$

3. Kalikan 0,0400 dengan Cosinus *al-Khāṣah Qomar* (M'). Kemudian hasilnya ditambah dengan 0,5458 maka akan menghasilkan *al-Mahfudz Rabi'* (N)

$$\mathbf{N = 0,5458 + 0,0400 \times \text{Cos } M'}$$

7. Magnitudo Gerhana<sup>59</sup> Bulan (MG)

Langkah selanjutnya mencari Magnitudo gerhana dengan rumus berikut :

$$\mathbf{MG = (1,0128 - U - / Y /) / 0,5450}$$

Jika hasil dari magnitudo tersebut nilainya lebih dari 1 maka terjadi Gerhana Bulan Total dan membutuhkan perhitungan durasi pada saat fase gelap. Jika hasil dari magnitudo tersebut kurang dari 1 maka terjadi Gerhana Bulan Sebagian dan tidak perlu menghitung durasi fase gelap (setengah waktu fase gelap).

---

<sup>59</sup> magnitudo gerhana yakni besarnya bagian yang tertutup bayangan Bumi / Bulan.

8. Selanjutnya mencari nilai Durasi Gerhana Bulan Penumbra ( $T_1$ ), Durasi Gerhana Bulan Umbra ( $T_2$ ), dan Durasi Gerhana Bulan Total / Setengah Durasi Gelap ( $T_3$ ) dengan rumus berikut :

$$\mathbf{T_1 = 60 / N \times \sqrt{(H^2 - Y^2) / 60}$$

$$\mathbf{T_2 = 60 / N \times \sqrt{(P^2 - Y^2) / 60}$$

$$\mathbf{T_3 = 60 / N \times \sqrt{(R^2 - Y^2) / 60}$$

9. Fase Gerhana Bulan

Langkah terakhir yakni mencari nilai waktu mulainya Bulan memasuki bayangan penumbra bumi ( $W_1$ ) , waktu mulainya Bulan memasuki Umbra bumi ( $W_2$ ), waktu mulainya gerhana Bulan Total ( $W_3$ ), waktu Akhir Gerhana Bulan Total ( $W_4$ ), waktu Bulan mulai keluar dari bayangan Umbra ( $W_5$ ), dan Bulan mulai keluar dari bayangan penumbra ( $W_6$ ) dengan rumus berikut :

$$\mathbf{W_1 = T_0 - T_1} \quad (\text{Awal Gerhana Bulan Penumbra})$$

$$\mathbf{W_2 = T_0 - T_2} \quad (\text{Awal Gerhana Bulan Umbra})$$

$$\mathbf{W_3 = T_0 - T_3} \quad (\text{Awal Gerhana Bulan Total/Awal Gelap})$$

$$\mathbf{T_0 = \text{Tengah Gerhana}} \quad (\text{Jam Tengah Gerhana Bulan})$$

$$\mathbf{W_4 = T_0 + T_3} \quad (\text{Akhir Gerhana Bulan Total/Awal Terang})$$

$$\mathbf{W_5 = T_0 + T_2} \quad (\text{Akhir Gerhana Bulan Umbra})$$

**W6 = T0 + T1** (Akhir Gerhana Bulan  
Penumbra)

Menurut kitab *Irsyād al-Murīd* pada zaman Nabi Muhammad saw setelah hijrah hanya terjadi gerhana Bulan total dan Sebagian saja, sedangkan gerhana penumbra dianggap bukan gerhana Bulan.<sup>60</sup> Selain itu kitab ini juga tidak memberikan kriteria warna gerhana yang dihasilkan pada gerhana Bulan.

---

<sup>60</sup> Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah, *Irsyad al-Murid Ila Ma'rifati 'Ilmi al-Falaki*, Madura: Lafal, cet 5, 2020, 163

## BAB IV

### ANALISIS SISTEM PERHITUNGAN GERHANA BULAN *VOLVELLE INOVASI KOREKSI DAN IRSYĀD AL-MURĪD*

#### A. Analisis Terhadap Metode Hisab Gerhana Bulan *Volvelle Inovasi Koreksi dan Irsyād al-Murīd*

Fenomena mengenai benda-benda langit memberikan manfaat dalam kehidupan nyata manusia. Bermula dari imajinasi kemudian melakukan pembuktian dengan cara pengamatan sederhana yang dicatat, hingga memunculkan model perhitungan baik berupa kitab, teks tertulis maupun berupa instrument. Pada akhirnya dapat diturunkan kepada generasi selanjutnya yang dapat dijadikan sebagai pengetahuan pada suatu masa.

Berkaitan dengan gerhana sebagaimana diketahui bahwa dalam penentuan terjadinya gerhana memiliki perhitungan yang panjang dan rumit. Namun semua itu akan menjadi sederhana bilamana terdapat sebuah instrument kalkulasi prediksi gerhana yang disebut dengan *Volvelle*. *Volvelle* lebih mudah untuk mengetahui gerhana yang akan terjadi di kemudian tahun ataupun ditahun yang sudah lewat. Pertama kali diperkenalkan pada abad ke-18 oleh Philippe De La Hire yang kemudian diperbarui oleh Ehsan Hidayat, alumni Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang kemudian diberi nama *Volvelle Inovasi*.

Perkembangan ilmu pengetahuan memunculkan metode maupun peralatan perhitungan yang canggih beserta

sajian data yang beragam<sup>1</sup>. Tak terkecuali pada ilmu hisab yang pada awalnya sebatas hisab *urfi* lalu muncul generasi hisab *hakiki Taqribi*, kemudian hisab *hakiki Tahqiqi*, lalu hisab kontemporer/modern. Sistem hisab gerhana Bulan mempunyai beberapa metode dan masing-masing mempunyai cara dan ketentuan tersendiri. Melakukan perbandingan antara satu metode dengan metode lainnya dapat mengetahui tingkat akurasi, kelebihan serta kekurangan dari metode tersebut. Dengan harapan, pada akhirnya memungkinkan adanya koreksi maupun pengembangan supaya didapatkan hasil yang maksimal.

Di Indonesia terdapat banyak ulama yang menulis kitab-kitab falak dengan markaz yang bervariasi, berbagai sistem hisabnya, serta tingkatan yang berbeda-beda. Seperti *Sullam al-Nayyirain* karya KH. Muhammad Manshur bermarkaz Jakarta, *Nūr al-Anwar* karya KH. Noor Ahmad SS yang bermarkaz Jepara, *Khulāshah al-Wafiyah* milik Zubair Umar al-Jaelaniy (markaz Makkah), dan *Irsyād al-Murīd* oleh KH. Ahmad Ghozali bin Muhammad bin Fathullah bin Sa'idah al-Samfani al-Maduri (markaz Madura). Akan tetapi pada perhitungan gerhana Bulan dalam kitab *Irsyād al-Murīd* tidak menggunakan markaz untuk proses perhitungannya.<sup>2</sup>

Penulis menggunakan data-data yang ada pada *Volvelle Inovasi Koreksi* yang merupakan objek penelitian,

---

<sup>1</sup> Alifatun Khoiriyah, *Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Bulan pada Volvelle Inovasi dan Kitab Sullam al-Nayyirain*, Skripsi: Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2020, 74

<sup>2</sup> Sukarni, *Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyad al-Murid*, Skripsi IAIN Walisongo, Semarang: 2014, 82

membandingkan dengan data-data pada kitab *Irsyād al-Murīd* yang termasuk sistem hisab kontemporer. Dimana kitab *Irsyād al-Murīd* sudah menggunakan rumus matematika modern serta koreksi-koreksinya yang banyak. Inilah yang menjadi standar perbandingan atau indikator yang memungkinkan keduanya untuk dibandingkan. Demikian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya perbedaan hasil perhitungan dan besar tingkat akurasinya.

#### 1. Analisis Jenis Kalender

Kalender merupakan satu komponen dasar yang digunakan untuk memberi data gerhana yang terjadi. Kalender yang digunakan dalam *Volvelle Inovasi* dan kitab *Irsyād al-Murīd* tidak sama. *Volvelle Inovasi* menggunakan kalender masehi dengan model spiral. Konsep pembuatannya menggunakan algoritma persamaan aritmatika. Dimulai dari 1 Januari dan berakhir di 32 Desember. Ini sebagai solusi terjadinya tahun kabisat yang jumlah hari dalam setahun ada 366 hari. Pemilihan kalender ini karena Ehsan Hidayat masih mengikuti konsep asli dari kalender *Volvelle* Philippe yaitu berbentuk spiral. Selain itu bentuk spiral ini mengikuti proses aritmatika yang setiap tanggal akan mengalami penambahan konstan.

Berbeda dengan kalender pada kitab *Irsyād al-Murīd* dimana kitab tersebut dalam perhitungan gerhana Bulan menggunakan data tahun Hijriyah. Alasan KH. Ahmad Ghozali lebih memilih menggunakan tahun Hijriyah daripada tahun masehi adalah karena untuk memperkecil peluang kesalahan dari hasil perhitungan tersebut, hal ini apabila yang diambil adalah data tahun masehi akan memungkinkan

terjadinya dua *ijtima'* dalam satu bulan, padahal yang dicari adalah satu *ijtima'*.<sup>3</sup>

Selain itu jika melihat pada realita jadwal yang sering tersebar di media adalah jenis kalender masehi. Maka penggunaan kalender masehi pada *Volvelle Inovasi* secara tidak langsung juga sangat bermanfaat dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Masyarakat akan lebih mudah memahami informasi gerhana jika menggunakan kalender masehi. Namun demikian, benar adanya bahwa ada kemungkinan terjadinya *ijtima'* / *new moon* dua kali dalam satu bulan masehi. Terlebih yang memiliki jumlah hari 30 dan 31. Hal ini tidak menjadi masalah bagi masyarakat karena yang dibutuhkan adalah data gerhana, bukan yang lain.

## 2. Analisis Kriteria Kemungkinan Gerhana

Bulan memiliki dua macam gerak yaitu gerak revolusi dan gerak rotasi. Satu kali revolusi Bulan memerlukan waktu rata-rata 27 hari 7 jam 43 menit 12 detik. Periode waktu ini disebut dengan satu bulan *sideris* atau *syahr nujumi*. Waktu yang diperlukan Bulan untuk menempuh dari fase Bulan purnama ke Bulan purnama berikutnya selama 29 hari 12 jam 44 menit 03 detik dalam gerhana Bulan dikenal dengan periode *sinodis*.<sup>4</sup>

Meskipun gerhana Bulan terjadi pada saat purnama, namun tidak setiap purnama akan terjadi gerhana Bulan. Secara astronomis hal ini karena orbit Bulan tidak sebidang

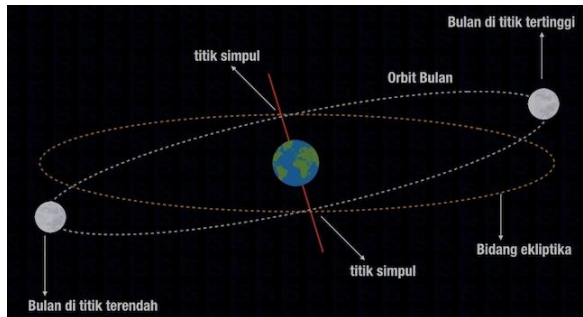
---

<sup>3</sup> Khotibul Umam, *Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyad al-Murid, Skripsi* Fakultas Syariah UIN Walisongo, Semarang : 2014, 55

<sup>4</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, *op.cit.*, 132

dengan orbit Bumi, melainkan memotong orbit Bumi membentuk sudut sebesar  $5^{\circ} 12'$ . Ada kalanya bayangan Bulan melintas diatas atau dibawah Bumi sehingga tidak terjadi gerhana. Gerhana Bulan hanya terjadi ketika Bulan Purnama dan Bulan baru terjadi didekat titik noda atau titik simpul yang merupakan titik perpotongan antara Bulan dan bidang orbit Bumi.<sup>5</sup>

**Gambar 4.1**  
**Titik simpul naik dan turun Bulan<sup>6</sup>**



Sistem hisab gerhana bulan dalam *Volvelle Inovasi* maupun kitab *Irsyād al-Murīd* hanya mengidentifikasi gerhana berdasarkan dua jenis, yaitu gerhana total dan gerhana sebagian. Dalam kitab *Irsyād al-Murīd* tidak mengklasifikasikan gerhana bulan penumbra, karena pada perhitungan gerhana Bulan disebutkan pada cara yang terakhir bahwa W1 adalah *ibtida al-khusuf al-syibhi* yang

<sup>5</sup> <https://gerhana.langitselatan.com/mengapa-gerhana-tidak-terjadi-setiap-bulan>, diakses pada tanggal 30 Juli 2021 pukul 19.00 WIB.

<sup>6</sup> Gambar didapatkan di <https://gerhana.langitselatan.com/mengapa-gerhana-tidak-terjadi-setiap-bulan>, diakses pada tanggal 30 Juli 2021 pukul 19.00 WIB.



bermakna bukan berarti dimulainya gerhana Bulan penumbra tetapi waktu dimana Bulan mulai memasuki bayangan penumbra Bumi. Begitu juga makna kata *intiha al-khusuf al-syibhi* merupakan waktu dimana Bulan mulai keluar dari bayangan penumbra Bumi.<sup>7</sup>

Setiap metode memiliki perbedaan dalam menentukan kriteria kemungkinan terjadinya gerhana. Pada *Volvelle Inovasi* kemungkinan terjadinya gerhana didasarkan pada batas yang diterapkan oleh Jean Meeus, yaitu nilai argument lintang bulan jika kurang dari  $13,9^\circ$  pasti terjadi gerhana, lebih dari  $21^\circ$  pasti tidak ada gerhana, dan jika berada diantara  $13,9^\circ$  hingga  $21^\circ$  kemungkinan terjadi gerhana.<sup>8</sup>

Untuk mengetahui nilai F yang memenuhi batas gerhana, maka harus dihitung selisih antara nilai argument lintang bulan dengan  $180^\circ$  atau kelipatannya.<sup>9</sup> Berikut penulis sajikan selisih data hasil argument lintang bulan (F) dengan  $180^\circ$  atau kelipatannya :

Tabel 4.1

---

<sup>7</sup> Sukarni, *Metode....*, 91

<sup>8</sup> Jika F dekat dengan  $0^\circ$  atau  $360^\circ$  maka gerhana terjadi didekat titik naik bulan (*moon's ascending node*). Sedangkan jika dekat dengan  $180^\circ$  maka gerhana terjadi didekat titik turun bulan (*moon's descending node*). Lihat Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, (Virginia: William Bell. Inc., 1991), 350

<sup>9</sup> Ehsan Hidayat, *Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire dalam Penentuan Waktu Gerhana*, *Thesis*, Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2019, 114

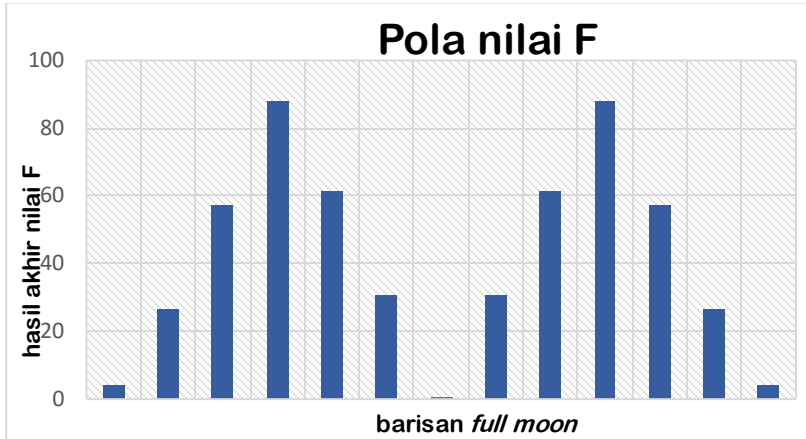
Hasil F setelah mengalami pengurangan dengan 180 dan kelipatannya<sup>10</sup>

<i>Full Moon</i>	Nilai k	Selisih F			Minimal
		Hasil Awal F	F-180	360-F	
Ke 1	0,5	356,04605	176,04605	3,93539	3,95395
Ke 2	1,5	26,71655	153,28345	333,28345	26,71655
Ke 3	2,5	57,38706	122,61294	302,61294	57,38706
Ke 4	3,5	88,05756	91,94244	271,94244	88,05756
Ke 5	4,5	118,72806	61,27194	241,27194	61,27194
Ke 6	5,5	149,39857	30,60143	210,06043	30,60143
Ke 7	6,5	180,06907	0,06907	179,93093	0,06907
Ke 8	7,5	210,73957	30,73957	149,26043	30,73957
Ke 9	8,5	241,41007	61,41007	118,58993	61,41007
Ke 10	9,5	272,08058	92,08058	87,91942	87,91942
Ke 11	10,5	302,75108	122,75108	57,24892	57,24892
Ke 12	11,5	333,42158	153,42158	26,57842	26,57842
Ke 13	12,5	4,09208	175,90792	355,90792	4,09208

**Gambar 4.2**  
**Pola Kemungkinan Terjadinya Gerhana**

---

<sup>10</sup> Pola pengurangan F merupakan hasil dari wawancara oleh Ehsan Hidayat kepada Rinto Anugraha di Kantor Jurusan Fisika FMIPA UGM pada tanggal 28 Desember 2016 pukul 15.30 WIB.



Bedasar pada ketentuan tersebut, gerhana dimungkinkan terjadi sebanyak 3 kali yaitu pada nilai  $k$  ke-0,5; 6,5; dan 12,5.

Bentuk bidang lintasan bulan dan bidang ekuatorial bumi yang tidak berimpit menjadikan jarak lintasan bulan tidak bisa tetap. Sehingga secara otomatis sudut penumbra atau batas ekuatorial juga tidak selalu tetap.<sup>11</sup> Nilai batas ekuatorial sangat dipengaruhi oleh bentuk orbit Bumi yang elips. Hal ini menyebabkan adanya jarak terdekat dan terjauh Bumi yang biasa disebut dengan *apogee* (terjauh) dan *perigee* (terdekat). Oleh karena itu perbedaan batas ekuatorial pada kitab-kitab dan buku-buku astronomi muncul.

Dalam buku *A Treatise on Astronomy* yang menyebutkan bahwa nilai batas *ekliptis* maksimum adalah  $12^{\circ} 4'$  yang disebut dengan *the major limit of lunar eclipses* dan nilai batas minimum adalah  $9^{\circ} 30'$  yang disebut dengan *the*

<sup>11</sup> Hanik Maridah, Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab Maslak al-Qasid Ila 'Amalar-Rasyid Karya KH Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walsiongo Semarang, 2015, 85.

*minor limit of lunar eclipses*. Hal ini juga diperkuat dalam buku *Textbook on Spherical Astronomy* yang menyebutkan bahwa nilai maksimum batas *ekliptis* gerhana Bulan adalah  $12,3^\circ$  yang disebut dengan *superior ecliptic limit* dan nilai batas minimalnya  $9^\circ 6'$  disebut dengan *inferior ecliptic limit*.<sup>12</sup>

Nilai batas *ekliptis* dalam kitab *Irsyād al-Murīd* dan buku *Astronomical Algorithms* dalam menentukan nilai kemungkinan terjadinya gerhana mengacu pada nilai argument lintang bulan (F). Menurut buku *Astronomical Algorithms* jika nilai F lebih besar dari 21,0 atau nilai sin F lebih besar dari 0,36 maka tidak terjadi gerhana Bulan. jadi gerhana Bulan terjadi apabila nilai F kurang dari 21,0. Keterkaitan antara metode yang ada dalam kitab *Irsyād al-Murīd* dengan buku *Astronomical Algorithms* dalam penentuan kemungkinan terjadinya gerhana Bulan dalam kitab ini jika nilai batas *ekliptisnya* dijadikan (sin) maka nilai-nilai tersebut tidak lebih besar dari 0,36.<sup>13</sup>

Tabel 4.2

Data keterkaitan nilai kemungkinan terjadinya gerhana Bulan antara kitab *Irsyād al-Murīd* dengan *Astronomical Algorithms*<sup>14</sup>

$0^\circ$	Sin ( $0^\circ$ ) = 0
$12^\circ$	Sin ( $12^\circ$ ) = 0,2079

<sup>12</sup> Zaenuddin Nurjaman, Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH. Noor Ahmad SS dalam Kitab Nur al-Anwar, *Skripsi* Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2012, 92.

<sup>13</sup> Sukarni, *Metode.....*, 89

<sup>14</sup> *Ibid...* 89

168°	Sin (168°) = 0,2079
192°	Sin (192°) = - 0,2079
348°	Sin (340°) = - 0,3420
360°	Sin (360°) = 0

Nilai batas *ekliptis* yang digunakan dalam kitab *Irsyād al-Murīd* yakni berkisar pada nilai-nilai berikut :

- a. 0° - 12° selisih 12°
- b. 168° - 192° selisih 24° (kelipatan 12)
- c. 348° - 360° selisih 12°

Kitab *Irsyād al-Murīd* memakai nilai batas *ekliptis* sebesar 12°. Hal ini sangat berbeda dengan nilai batas *ekliptis* yang digunakan oleh sumbernya yaitu buku *Astronomical Algorithms* yang memakai nilai batas *ekliptis* 13° 9'. Hal ini menjadi bukti bahwa data-data dalam kitab *Irsyād al-Murīd* dapat dijadikan rujukan dan nilainya dapat dipertanggungjawabkan secara astronomis.

### 3. Analisis Proses Perhitungan

Dalam menganalisis metode hisab maka terlebih dahulu melihat data-data yang digunakan serta rumus-rumus di dalam proses perhitungannya. Data berbentuk tabel yang digunakan *Volvelle Inovasi* bersumber dari data-data kontemporer yang bervariasi. Tabel yang digunakan meliputi tahun, lunasi (k), argument lintang bulan (F), tanggal, jam, menit, hari dan pasaran *new moon* pertama satu tahun.

- a. Data tahun pada *Volvelle Inovasi* yaitu tahun 1900 – 2000. Data ini tidak tersaji pertahun melainkan yang

- diambil adalah tahun pendek pertama yaitu dimulai dari tahun 1901 dan berakhir pada tahun 2097.
- b. Nilai lunasi ( $k$ ) berfungsi sebagai kode untuk mengetahui nilai  $F$  dan bulan hijriyah yang didapatkan berdasarkan rumus *Jean Meeus*. Dalam pembahasan mengenai penentuan adanya gerhana, nilai  $k$  bilangan bulat untuk gerhana Matahari dan nilai  $k$  bilangan bulat  $+0,5$  untuk gerhana Bulan.  $k = (\text{perkiraan tahun} - 2000) \times 12,3685^{15}$
  - c. Nilai argument lintang bulan ( $F$ ) yang menjadi informasi awal ada tidaknya gerhana Matahari atau gerhana Bulan. Nilai  $F$  direduksi dari algoritma *Jean Meeus* menjadi lebih sederhana berdasarkan persamaan aritmatika<sup>16</sup> yang mengindikasikan bahwa jarak tiap *new moon* ke *new moon* selanjutnya adalah konstan. Nilai  $F$  yang dihasilkan telah diuji selama 1000 lunasi, sejak 2020 sampai 2100 dan memiliki perbedaan terbesar dengan nilai  $F$  algoritma *Jean Meeus* yaitu 5,73 detik dan selisih terkecil yaitu 0,1 detik.<sup>17</sup>

Tabel 4.3

Tabel Nilai  $F$  (Argumen Lintang Bulan)<sup>18</sup>


---

<sup>15</sup> Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, (Virginia: Willman Bell. Inc, 1991), 319-320

<sup>16</sup> Aritmatika adalah suatu pola pada bilangan yang mempunyai perubahan bilangan menurut aturan tertentu, dimana dua bilangan yang berurutan memiliki selisih yang tetap. Lihat Afidah Khairunnisa, *Matematika Dasar*, Jakarta : Rajawali Press, 2014, 181

<sup>17</sup> Ehsan Hidayat, *Inovasi Instrumen Volvelle Philippe De La Hire dalam Penentuan Waktu Gerhana*, Thesis Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2019, 158.

<sup>18</sup> Hasil data-data yang ada dalam tabel merupakan hasil yang didapatkan dari rumus asal melalui program excel milik Rinto Anugraha.

Nilai k	Hasil F
0	160,71080
1	191,38130
2	222,05181
3	252,72231
4	283,39281
5	314,06331
6	344,73382
7	15,40432
8	46,07482
9	76,74532
10	107,41583
11	138,08633
12	168,75683

Dari tabel diatas bisa dilihat bahwa keteraturan pola nilai F memberi ruang positif untuk aritmatika dalam transformasi rumus awal menghitung nilai F kepada rumus baru yang lebih sederhana. Adapun rumus umum persamaan aritmatika adalah :  $U_n = a + (n-1) b$ . Dengan a adalah suku pertama yaitu 160,71080, b adalah beda yaitu 30,6705 dan n adalah nilai F kesekian yang akan dihitung.

Dalam rumus tersebut n yang disimbilkan sebagai nilai k dalam perhitungan gerhana adalah representative dari *new moon*, dan nilai k *new moon* tersebut adalah 0 sebagai patokan awal. Jadi, rumus baru untuk menghitung nilai F adalah :

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

$$= 130,0403 + 30,6705n$$

Sehingga nilai F kesekian adalah :  $F_k = 130,0403 + (k+1) 30,6705$

Nilai bilangan bulat yang disimbolkan dengan n dimulai dari 1, sedangkan nilai k *new moon* untuk gerhana matahari dimulai dari 0, maka nilai n yang memenuhi persamaan tersebut adalah k+1.

Tabel 4.4

Tabel perbandingan nilai bilangan bulat n dan nilai k (lunasi) *new moon*

n	1	2	3	4	5	Seterusnya
k	0	1	2	3	4	Seterusnya

Sedangkan nilai F untuk gerhana bulan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5

Tabel Data F selama 13 *full moon*<sup>19</sup>

nilai k	hasil F
0,5	356,04605
1,5	26,71655
2,5	57,38706
3,5	88,05756
4,5	118,72806
5,5	149,39857
6,5	180,06907
7,5	210,73957

---

<sup>19</sup> Hasil data-data dalam tabel merupakan hasil yang didapatkan dari rumus asal melalui program excel yang dibuat oleh Rinto Anugraha.



8,5	241,41007
9,5	272,08058
10,5	302,75108
11,5	333,42158
12,3	4,09208

Dalam rumus tersebut  $n$  yang disimbilkan sebagai nilai  $k$  dalam perhitungan gerhana bulan adalah representatif dari *full moon*, dan nilai  $k$  *full moon* tersebut adalah 0,5 sebagai patokan awal.

Tabel 4.6

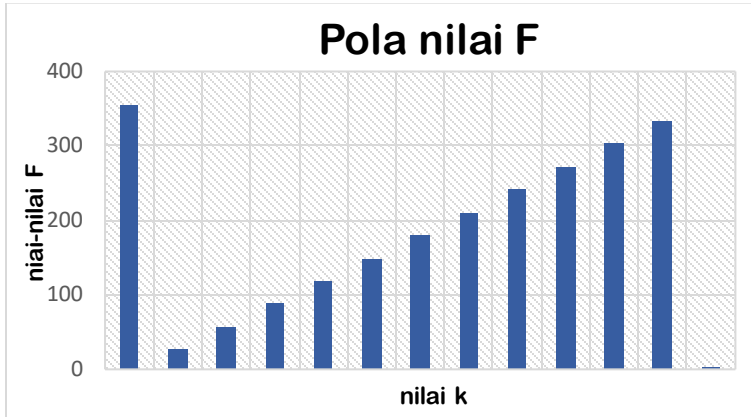
Tabel Perbandingan nilai bilangan bulat  $n$  dan nilai  $k$  lunasi *full moon*

$n$	1	2	3	4	5	Seterusnya
$k$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	Seterusnya

$$\begin{aligned}
 \text{Menghasilkan, } U_n &= 356,04605 + (n-1) 30,6705 \\
 &= 356,04605 + 30,6705n - 30,6705 \\
 &= 325,37555 + 30,6705n \\
 F_k &= 325,37555
 \end{aligned}$$

**Gambar 4.3**

**Pola nilai F dalam 13 *full moon***



Menurut *Jean Meeus* dalam bukunya *Astronomical Algoritm* bahwa setiap satu lunai nilai F akan bertambah 30,67050. Jadi jika melihat grafik diatas pernyataan *Jean Meus* tersebut sesuai. Bisa dibuktikan dengan contoh pengurangan  $149,39857 - 118,72806 = 30,67050$ . Hal ini berlaku untuk semua nilai F karena memenuhi pola yang teratur. Penurunan drastis pada lunasi ke 0,5 menuju 1,5 serta 11,5 menuju 12,5 karena mengikuti aturan 360 derajat, sehingga nilai-nilai yang melebihi harus dikurangkan 360 derajat.

- d. Tanggal, jam dan menit digunakan sebagai korelasi antara nilai F dan kalender yang menjadi awal mula prediksi adanya gerhana dalam suatu tahun. Tanggal, jam dan menit ini menunjukkan waktu *new moon* pertama suatu tahun. Data ini bersumber dari buku milik Rinto Anugraha<sup>20</sup> yang berjudul Mekanika Benda Langit

---

<sup>20</sup> Rinto Anugraha merupakan dosen Fisika fakultas MIPA Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Beliau juga aktif sebagai pembina Jogja Astro Club (sebuah kelompok pegiat Astronomi di Yogyakarta). Selain itu beliau juga sering

- dan kemudian diolah menjadi program excel, yakni metode pengubahan *Julian Day*<sup>21</sup> menjadi tanggal.<sup>22</sup>
- e. HP adalah kode hari dan pasaran tiap awal tahun yang biasa digunakan sebagai penanggalan. Tanggal 1 Januari 2001 dijadikan sebagai patokan hari dan pasaran dalam instrument *Volvelle Inovasi* yaitu pada Senin Pahing. Untuk menentukan hari dan pasaran pada tahun berikutnya yaitu dengan menambah 1 hari dan menetapkan jenis pasarnya. Adapun untuk tahun kelima loncat 2 hari dan 1 pasaran. Sebagai contoh 1 Januari 2010 adalah hari Jumat dan pasarnya Wage, maka 1 Januari 2013 adalah Selasa Kliwon. Hal ini dikarenakan 1 siklus yang berisi 4 tahun akan memenuhi aturan B B B K (3 Basithah 1 Kabisat). Beda 1 hari di tahun Kabisat atau tahun keempat inilah yang mengharuskan loncat 2 hari (1 hari kabisat + 1 hari aturan).

---

menjadi pembicara dalam seminar-seminar ilmu falak baik oleh ormas maupun oleh perguruan tinggi. Selain itu beliau aktif menjadi pembina ahli hisab dan berpengalaman menangani pelatihan-pelatihan. *Lihat* Jafar Shodiq, Studi Analisis Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2016, 54-55

<sup>21</sup> Julian Day didefinisikan sebagai banyaknya hari yang telah dilalui sejak hari Senin tanggal 1 Januari tahun 4713 SM (sebelum masehi) pada pertengahan hari atau pukul 12:00:00 UT (Universal Time) atau GMT. Perlu diingat, tahun 4713 SM tersebut sama dengan tahun -4712. Pemahaman terhadap Julian Day sangat penting karena Julian Day menjadi syarat untuk menghitung posisi bulan, matahari dan planet-planet yang selanjutnya dipakai untuk menentukan bulan baru, waktu shalat dan lain-lain. *Lihat* Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta : Jurusan Fisika Fakultas MIPA UGM, 2012), 8

<sup>22</sup> Hasil wawancara dengan Ehsan Hidayat pada 21 Juni 2021 di Pekalongan

Metode yang digunakan dalam kitab *Irsyād al-Murīd* merupakan metode pengembangan dari buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus. Nilai-nilai konstanta dalam perhitungan gerhana bulan yang ada dalam kitab ini selain bersumber dari pemikiran asli Ahmad Ghozali juga bersumber dari pemikiran Jean Meeus serta pemikiran Muhammad Syaukat Odeh.<sup>23</sup> Oleh karena itu, adanya keterkaitan antara metode yang digunakan dalam kitab *Irsyād al-Murīd* dan buku *Astronomical Algorithms* dalam proses perhitungannya. Begitupun dengan *Volvelle Inovasi* dimana menggunakan konsep rata-rata sesuai dengan konsep Philippe De La Hire. Hanya saja algoritma inti yang digunakan diambil dari algoritma Jean Meeus yang menjadikan tahun 2000 sebagai awal *epoch*nya. Selain itu *Volvelle Inovasi* juga mengkombinasikan perhitungan dengan persamaan aritmatika.

Tabel 4.7

Tabel Data perbandingan perhitungan gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dengan *Volvelle Inovasi*

<b>Perhitungan</b>	<b><i>Volvelle Inovasi</i><sup>24</sup></b>	<b><i>Irsyād al-Murīd</i><sup>25</sup></b>
Time in Julian Centuries (T)	k / 1236,85	k / 1200

---

<sup>23</sup> Sukarni, *Metode.....*, 80

<sup>24</sup> Ehsan Hidayat, Modul : *Volvelle Inovasi “Instrumen Falak Penentu Waktu Gerhana Matahari, Bulan. dan Kalender*, 2019, 13-16

<sup>25</sup> Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, *Irsyad al-Murid*, *loc. Cit.*

Argumen Lintang Bulan (F)	$130,71080 + (k+1) \times 30,67050$	$\text{Frac} ((164,2159288 + 390,67050274 \times k + -0,0016341 \times T^2 + -0,0000027 \times T^3) / 360) \times 360$
Julian Day (JD)	$2451550,09765 + 29,530588853 \times k + 0,0001337 \times T^2 - 0,00000015 \times T^3 + 0,00000000073 \times T^4$	$2447740,651689 + 29,530588853 \times k + -0,0001337 \times T^2 - 0,00000015 \times T^3$

Dari tabel diatas dapat dipahami bahwasannya proses perhitungan yang digunakan kedua metode tersebut hampir sama hanya saja nilai konstanta berbeda dibelakangnya. Seperti untuk mencari nilai T pada *Volvelle Inovasi* menggunakan rumus  $k/1236,85$  sedangkan pada kitab *Irsyād al-Murīd* rumusnya  $k/1200$ .

#### 4. Analisis Jumlah Koreksi (*ta'dil*)

*Ta'dil* atau koreksi merupakan langkah yang digunakan untuk mengoreksi hasil pada perhitungan dengan tujuan mendapatkan hasil yang lebih akurat. Kitab *Irsyād al-Murīd* yang menggunakan sistem *hisab* kontemporer dan berpangkal pada teori Heliocentris<sup>26</sup>. Sedangkan dalam instrument *Volvelle Inovasi Koreksi* memiliki 5 jenis koreksi, Berikut penulis sertakan proses koreksi untuk mendapatkan

---

<sup>26</sup> Menurut Copernicus dalam bukunya "*Revolutionibus Orbium Caelestium*" menyebutkan bahwa Matahari merupakan pusat dari suatu sistem peredaran benda-benda langit, yang dikenal dengan Heliocentris yaitu Matahari sebagai pusat peredaran Bumi dan benda-benda langit lain yang menjadi anggotanya. Lihat *Skripsi* Sukarni, *Metode....*, 75

nilai fase-fase *istiqbāl* yang digunakan oleh kitab *Irsyād al-Murīd* dan pada *Volvelle Inovasi Koreksi* :

Tabel 4.8

Tabel Perbandingan proses koreksi yang digunakan saat *full moon* oleh kitab *Irsyād al-Murīd* dan pada *Volvelle Inovasi Koreksi*

<i>Volvelle Inovasi Koreksi</i>	<i>Irsyād al-Murīd</i>
$M' = -0,40614 \times \sin M'$	T1 = $-0,4065 \times \sin M'$
$M = 0,17302 \times \sin M$	T2 = $0,1727 \times E \times \sin M$
$2M' = 0,01614 \times \sin 2M'$	T3 = $0,0161 \times \sin (2 \times M')$
$2F = 0,01042 \times \sin 2F$	T4 = $-0,0097 \times \sin (2 \times F1)$
$M'+M = 0,00514 \times \sin M'+M$	T5 = $0,0073 \times E \times \sin (M' - M)$
	T6 = $-0,005 \times E \times \sin (M' + M)$
	T7 = $-0,0023 \times \sin (M' - 2 \times F1)$
	T8 = $0,0021 \times E \times \sin (2 \times M)$
	T9 = $0,0012 \times \sin (M' + 2 \times F1)$
	T10 = $0,0006 \times E \times \sin (2 \times M' + M)$
	T11 = $-0,0004 \times \sin (3 \times M')$
	T12 = $-0,0003 \times E \times \sin (B10 + 2 \times F1)$
	T13 = $0,0003 \times \sin A1$
	T14 = $-0,0002 \times A1 \times \sin (M + 2 \times F1)$

	$T15 = -0,0002 \times E \times \sin(2 \times M - M)$ $T16 = -0,0002 \times \sin(\Omega)$
--	--

Dari contoh koreksi fase *istiqbāl* tersebut membuktikan bahwa kitab *Irsyād al-Murīd* terdapat banyak koreksi dalam perhitungan gerhana. Alasan proses koreksi yang panjang pada perhitungannya adalah karena adanya gerak dan peredaran Bumi yaitu rotasi<sup>27</sup>, revolusi<sup>28</sup>, presisi<sup>29</sup>, nutasi<sup>30</sup> dan apsiden<sup>31</sup>. gerak presisi, nutasi dan apsiden. Gerak presisi diakibatkan oleh gaya gravitasi Matahari yang besar sehingga mempengaruhi kemiringan sumbu Bumi. Gerak inilah yang mengakibatkan titik Aries tidak tetap melainkan bergeser sepanjang ekliptika dengan arah positif. Selain itu gerak ini juga menyebabkan koordinat seluruh benda langit selalu berubah untuk jangka waktu yang panjang.<sup>32</sup>

Berbeda dengan *Volvelle Inovasi Koreksi* yang hanya melibatkan 5 koreksi saja. Alasan pemilihan lima jenis koreksi ini ternyata mampu menghaluskan data jam gerhana

---

<sup>27</sup> Rotasi adalah perputaran benda langit pada porosnya dari arah Barat ke Timur dengan kecepatan rata-rata 108.000 km/jam. *Lihat* Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak (dalam Teori dan Praktek)*, *op. cit.*, 128

<sup>28</sup> Revolusi adalah peredaran benda langit mengelilingi Matahari dari arah Barat ke arah Timur dengan kecepatan 30 km/jam. *Ibid.*, 129

<sup>29</sup> Presisi adalah perputaran sumbu rotasi Bumi mengedari sumbu bidang ekliptika. *Lihat* Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi: Bismillah Publisher, Cet I, 2012, 209

<sup>30</sup> Nutasi adalah gerak gelombang dalam gerak presisi. *Lihat* Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak....*, *op. cit.*, 131

<sup>31</sup> Apsiden adalah gerak titik *aphelium* dan *perihelium* yang bergeser dari arah Timur ke arah Barat. *Lihat* Slamet Hambali, *Pengantar....*, *op. cit.*, 212

<sup>32</sup> Slamet Hambali, *Pengantar.....*, *op. cit.*, 210-211

dengan baik. Secara ilmiah pemilihan ini sangat efisien dalam penerapannya di instrument.<sup>33</sup> Nilai koreksi terbesar terdapat pada  $M'$  (Anomali Rerata Bulan) dengan koreksi maksimal pada *full moon* adalah 9 jam 44 menit 50 detik. Nilai koreksi  $M$  (Anomali Rerata Matahari) mampu mengoreksi maksimal pada *full moon*-nya adalah 4 jam 9 menit 9 detik. Dua kali Anomali Rerata Bulan ( $2M'$ ) turut memberi kontribusi selisih yang cukup banyak, koreksi maksimal  $2M'$  pada *full moon* yaitu 23 menit 14 detik. Dua kali argument lintang bulan ( $2F$ ) yang sebelumnya  $F$  sudah mengambil peran dalam penentuan ada-tidaknya suatu gerhana,  $2F$  memberikan koreksi pada *full moon* sebesar 15 menit. Kombinasi gerak rerata bulan dan matahari ( $M'+M$ ) dengan puncak koreksi 7 menit 24 detik.<sup>34</sup>.

## **B. Analisis Keakurasian Hisab *Volvelle Inovasi Koreksi dan Irsyād al-Murīd* dalam Penentuan Waktu Gerhana**

Dengan berkembangnya peradaban, berkembang juga ilmu hisab atau perhitungan falak. Hasil dari perhitungan suatu instrument ataupun kitab falak penting untuk diketahui. Terlebih pada *Volvelle Inovasi Koreksi* ini, instrument lama yang telah diperbarui data-datanya oleh Ehsan Hidayat. Pada dasarnya tujuan mengetahui keakurasian suatu sistem hisab atau perhitungan tak lain untuk menghindari keraguan apalagi jika hasil hisab itu digunakan untuk kepentingan ibadah.

---

<sup>33</sup> Hasil wawancara dengan Ehsan Hidayat pada 21 Juni 2021 di Pekalongan

<sup>34</sup> Ehsan Hidayat, *Modul Volvelle Inovasi Koreksi : Upaya Memperhalus Akurasi Data Jam Gerhana ke Satuan Menit*, 2021, 15



Untuk akurasi hasil perhitungan *Volvelle Inovasi Koreksi* dimana metode hisab yang dijadikan tolak ukur adalah metode *hisab* kontemporer. Maka penulis membandingkan hasil perhitungan gerhana bulan *Volvelle Inovasi Koreksi* dengan kitab *Irsyād al-Murīd* yang juga kategori sistem *hisab* kontemporer. Dalam hal ini kitab *Irsyād al-Murīd* merupakan salah satu kitab yang dijadikan bahan rujukan untuk permasalahan ibadah oleh Kementrian Agama Republik Indonesia, Lajnah Falakiyah Jawa Timur dan Madura.<sup>35</sup> Tak terkecuali dalam permasalahan ibadah salat gerhana.

Di Indonesia sendiri ada 3 pembagian wilayah waktu, yaitu Waktu Indonesia Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA) dan Waktu Indonesia Timur (WIT). *Volvelle Inovasi* maupun kitab *Irsyād al-Murīd* sama-sama 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)<sup>36</sup>. Untuk yang tinggal di wilayah Indoneisa bagian Barat (WIB) adalah GMT+7 jam (UT+7 jam). Misalnya, pukul 07:00 UT = 14:00 WIB. Mengenai acuan letak bujur baik *Volvelle Inovasi* maupun kitab *Irsyād al-Murīd* sama-sama mengacu pada *Greenwich*. Jika menghendaki hasil waktu WIB (Waktu Indonesia Barat) maka cukup mengganti *time zone* +7 karena selisih waktu antara *Greenwich* dan WIB adalah 7 jam.

---

<sup>35</sup> Sukarni, *Metode....*, 90

<sup>36</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika.....*, 8

Pada penelitian ini penulis juga membandingkannya dengan NASA dimana NASA<sup>37</sup> menggunakan algoritma Jean Meeus selama 13 tahun (dari tahun 2011-2024). Data ini penulis dapatkan dari buku Rinto Anugraha yang berjudul *Mekanika Benda Langit*. Alasannya kerna waktu yang dihasilkan *Volvelle Inovasi Koreksi* lebih tepatnya adalah waktu *new moon* dan *full moon*. Berikut penulis sajikan hasil perhitungan waktu gerhana Bulan total dan parsial yang sudah dikonversi menjadi Waktu Indonesia Barat (WIB).

Tabel 4.9

Tabel perbandingan hisab gerhana Bulan *Volvelle Inovasi Koreksi*, *Irsyād al-Murīd*, dan NASA dalam WIB

No.	Waktu	<i>Volvelle Inovasi Koreksi</i>	<i>Irsyād al-Murīd</i>	NASA	Selisih dengan NASA	
					<i>Volvelle Inovasi Koreksi</i>	<i>Irsyād al-Murīd</i>
1	16 Juni 2011	03:16:29	03:13:10	03:13:43	00:02:46	00:00:33
2	10 Desember 2011	21:41:33	21:33:35	21:32:56	00:08:37	00:00:39
3	04 Juni 2012	18:25:59	18:04:31	18:04:20	00:21:39	00:00:11
4	28 November 2012	22:06:08	21:34:27	21:34:07	00:32:01	00:00:20

---

<sup>37</sup> *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) adalah Lembaga pemerintah milik Amerika Serikat yang bertanggung jawab atas program luar angkasa AS dan penelitian umum luar angkasa jangka panjang. Organisasi ini bertanggung jawab atas program penelitian luar angkasa bagi masyarakat sipil, aeronautika, dan program kedirgantaraan. Lihat <http://id.wikipedia.org/wiki/NASA>, diakses pada 30 Juli 2021 pukul 19.40 WIB.

5	26 April 2013	03:14:35	03:09:31	03:08:38	00:05:57	00:00:53
6	25 Mei 2013	11:42:59	11:12:21	11:11:06	00:31:53	00:01:15
7	19 Oktober 2013	06:48:39	06:51:51	06:51:25	00:02:46	00:00:26
8	15 April 2014	14:39:04	14:47:44	14:46:48	00:07:44	00:00:56
9	08 Oktober 2014	17:39:47	17:55:51	17:55:44	00:15:57	00:00:07
10	04 April 2015	18:41:33	19:02:06	19:01:24	00:19:51	00:00:42
11	28 September 2015	09:28:00	09:48:39	09:48:17	00:20:17	00:00:22
12	23 Maret 2016	18:38:27	18:48:22	18:48:21	00:09:54	00:00:01
13	17 September 2016	01:48:16	01:56:39	01:55:27	00:07:11	00:01:12
14	11 Februari 2017	07:38:58	07:45:32	07:45:03	00:06:05	00:00:29
15	08 Agustus 2017	01:18:37	01:22:14	01:21:38	00:03:01	00:00:36
16	31 Januari 2018	20:38:43	20:31:11	20:31:00	00:07:43	00:00:11
17	28 Juli 2018	03:30:25	03:23:22	03:22:54	00:07:31	00:00:28
18	21 Januari 2019	12:19:53	12:12:59	12:13:27	00:06:26	00:00:28
19	17 Juli 2019	04:41:24	04:32:09	04:31:55	00:09:29	00:00:14
20	11 Januari 2020	02:17:14	02:10:45	01:11:11	00:06:03	00:00:26
21	06 Juni 2020	02:21:11	02:25:29	01:26:14	00:05:03	00:00:45
22	05 Juli 2020	11:43:14	11:31:16	11:31:12	00:12:02	00:00:04
23	30 November 2020	16:41:51	16:44:50	16:44:01	00:02:10	00:00:49

24	26 Mei 2021	18:33:14	18:19:34	18:19:53	00:13:21	00:00:19
25	19 November 2021	16:23:00	16:04:55	16:04:06	00:18:54	00:00:49
26	16 Mei 2022	11:31:28	11:12:16	11:12:42	00:18:46	00:00:26
27	08 November 2022	18:19:47	18:00:28	18:00:22	00:19:25	00:00:06
28	06 Mei 2023	00:38:39	00:24:11	00:24:05	00:14:34	00:00:06
29	29 Oktober 2023	03:20:49	03:15:20	03:15:18	00:05:31	00:00:02
30	25 Maret 2024	13:33:23	14:14:24	14:13:59	00:40:36	00:00:25

Tabel di atas menjelaskan nilai selisih waktu *full moon* (*istiqbāl*) saat terjadi gerhana Bulan antara *Volvelle Inovasi Koreksi*, *Irsyād al-Murīd*, dan NASA dengan acuan 30 peristiwa gerhana. Untuk selisih maksimum *Volvelle Inovasi* dengan NASA terjadi pada 25 Maret 2024 dengan nilai 40 menit 36 detik, selisih minimum *Volvelle Inovasi* dengan NASA terjadi pada 30 November 2020 dengan nilai 2 menit 10 detik, dan selisih rata-ratanya adalah 12 menit 46 detik. Sedangkan untuk selisih maksimum antara *Irsyād al-Murīd* dengan NASA terjadi pada tanggal 25 Mei 2013 sebesar 1 menit 15 detik, selisih minimum terjadi pada tanggal 23 Maret 2016 dengan nilai 1 detik, dan besar selisih rata-ratanya adalah 29 detik.

Adanya selisih antara keduanya karena dalam pengambilan koreksi *Volvelle Inovasi* hanya menggunakan 5 jenis koreksi, sedangkan dalam perhitungan *Irsyād al-Murīd* menggunakan 16 jenis koreksi. Semakin banyak koreksi yang

digunakan semakin presisi juga waktu gerhana yang dihasilkan. Sebagai contoh penulis sertakan proses koreksi beberapa momen gerhana bulan.

Tabel 4.10

Tabel Perhitungan Gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dan *Volvelle Inovasi* Terkoreksi pada 25 Mei 2013 dalam WIB

<i>Irsyād al-Murīd</i>		<i>Volvelle Inovasi Koreksi</i>
Data Awal	04:50:34	04:50:22
Koreksi 1 (M <sup>2</sup> )	+04:14:09	+04:13:55
Koreksi 2 (M)	+02:41:27	+02:41:51
Koreksi 3 (2M <sup>2</sup> )	- 00:18:08	- 00:18:11
Koreksi 4 (2F)	- 00:07:41	+00:08:15
Koreksi 5 (M <sup>2</sup> -M)	- 00:02:41	-
Koreksi 6 (M <sup>2</sup> +M)	- 00:06:35	+00:06:46
Koreksi 7 (M <sup>2</sup> -2F)	+00:02:51	
Koreksi 8 (2M)	- 00:02:59	
Koreksi 9 (M <sup>2</sup> +2F)	+00:00:14	
Koreksi 10 (2M <sup>2</sup> +M)	+00:00:52	
Koreksi 11 (3M <sup>2</sup> )	+00:00:34	
Koreksi 12 (M+2F)	- 00:00:03	
Koreksi 13 (A)	- 00:00:17	
Koreksi 14 (M+2F)	- 00:00:02	
Koreksi 15 (2M <sup>2</sup> -M)	- 00:00:03	
Koreksi 16 (Ω)	+00:00:12	
Data Akhir	11:12:21	11:42:59

Tabel 4.11

Tabel Perhitungan Gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dan *Volvelle Inovasi* Terkoreksi pada 23 Maret 2016 dalam WIB

<i>Irsyād al-Murīd</i>		<i>Volvelle Inovasi</i> <i>Koreksi</i>
Data Awal	18:32:15	18:32:09
Koreksi 1 (M')	- 03:40:36	- 03:40:25
Koreksi 2 (M)	+04:03:15	+04:03:52
Koreksi 3 (2M')	- 00:16:11	- 00:16:14
Koreksi 4 (2F)	- 00:04:51	+00:05:12
Koreksi 5 (M'-M)	+00:10:20	-
Koreksi 6 (M'+M)	+00:05:58	- 00:06:08
Koreksi 7 (M'-2F)	- 00:02:14	
Koreksi 8 (2M)	+00:01:13	
Koreksi 9 (M'+2F)	+00:00:03	
Koreksi 10 (2M'+M)	+00:00:29	
Koreksi 11 (3M')	- 00:00:32	
Koreksi 12 (M+2F)	- 00:00:26	
Koreksi 13 (A)	- 00:00:16	
Koreksi 14 (M+2F)	- 00:00:17	
Koreksi 15 (2M'-M)	+00:00:15	
Koreksi 16 ( $\Omega$ )	- 00:00:03	
Data Akhir	18:48:22	18:38:27

Tabel 4.12

Tabel Perhitungan Gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dan *Volvelle Inovasi* Terkoreksi pada 30 November 2020 dalam WIB

<i>Irsyād al-Murīd</i>		<i>Volvelle Inovasi Koreksi</i>
Data Awal	13:07:02	13:06:33
Koreksi 1 (M')	+05:37:47	+05:37:28
Koreksi 2 (M)	- 02:17:55	- 02:18:17
Koreksi 3 (2M')	+00:21:51	+00:21:54
Koreksi 4 (2F)	+00:05:14	- 00:05:36
Koreksi 5 (M'-M)	- 00:09:48	-
Koreksi 6 (M'+M)	+00:00:12	- 00:00:12
Koreksi 7 (M'-2F)	+00:02:47	
Koreksi 8 (2M)	- 00:02:47	
Koreksi 9 (M'+2F)	- 00:00:24	
Koreksi 10 (2M'+M)	+00:00:31	
Koreksi 11 (3M')	+00:00:33	
Koreksi 12 (M+2F)	+00:00:21	
Koreksi 13 (A)	- 00:00:14	
Koreksi 14 (M+2F)	+00:00:14	
Koreksi 15 (2M'-M)	- 00:00:17	
Koreksi 16 (Ω)	- 00:00:17	
Data Akhir	16:44:50	16:41:51

Tabel 4.13

Tabel Perhitungan Gerhana Bulan *Irsyād al-Murīd* dan *Volvelle Inovasi* Terkoreksi pada 25 Maret 2024 dalam WIB

<i>Irsyād al-Murīd</i>		<i>Volvelle Inovasi Koreksi</i>
Data Awal	07:13:00	19:12:54
Koreksi 1 (M')	+02:19:01	+02:18:53
Koreksi 2 (M)	+04:04:23	+04:05:04

Koreksi 3 (2M')	+00:10:42	+00:10:43
Koreksi 4 (2F)	+00:06:20	- 00:06:48
Koreksi 5 (M'-M)	+00:09:35	-
Koreksi 6 (M'+M)	+00:07:11	- 00:07:23
Koreksi 7 (M'-2F)	+00:02:10	
Koreksi 8 (2M)	+00:01:04	
Koreksi 9 (M'+2F)	+00:00:24	
Koreksi 10 (2M'+M)	+00:00:50	
Koreksi 11 (3M')	+00:00:23	
Koreksi 12 (M+2F)	- 00:00:21	
Koreksi 13 (A)	- 00:00:12	
Koreksi 14 (M+2F)	- 00:00:14	
Koreksi 15 (2M'-M)	+00:00:14	
Koreksi 16 (Ω)	- 00:00:05	
Data Akhir	14:14:24	13:33:23

Dengan membandingkan hasil perhitungan, keduanya memiliki selisih hasil yang tidak sama. Selisih tersebut juga tidak konsisten, ada yang terpaut jauh ada juga yang hanya satu detik saja. Disini yang mana NASA dianggap lebih akurat, *Volvelle Inovasi Koreksi* masih terpaut selisih jauh dibandingkan dengan kitab *Irsyād al-Murīd*. Ini berarti *Irsyād al-Murīd* dapat dijadikan acuan utama, terlebih dalam pelaksanaan salat gerhana, sedangkan *Volvelle Inovasi Koreksi* belum bisa dijadikan acuan untuk salat gerhana. Namun dalam pelacakan ada atau tidak adanya gerhana, maka penggunaan *Volvelle Inovasi* lebih praktis dan cepat dibandingkan dengan kitab *Irsyād al-Murīd*.



## BAB V PENUTUP

### A. Kesimpulan

1. Bahwa dalam perhitungan gerhana Bulan antara kitab *Irsyād al-Murīd* maupun *Volvelle Inovasi Koreksi* keduanya menggunakan metode hisab kontemporer. Data astronomis *Volvelle Inovasi* bersumber dari Jean Meeus, nilai  $F$  (argument lintang bulan) yang ditransformasikan lebih sederhana berdasarkan persamaan aritmatika. Begitupun dengan *Irsyād al-Murīd* data astronomisnya bersumber dari Jean Meeus dengan pengembangan oleh KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah, sehingga hasil akurasiya sangat baik. Hal ini terbukti dengan parameter NASA, hasil dari perhitungan gerhana Bulan metode kitab *Irsyād al-Murīd* maupun *Volvelle Inovasi* mendekati hasil pada kenyataan praktiknya.
2. Hasil komparasi perhitungan antara *Volvelle Inovasi Koreksi* dengan *Irsyād al-Murīd* dalam penentuan waktu *full moon* untuk 30 kasus gerhana bulan memiliki selisih pada menit dan detik. Sebagai contoh dapat dilihat pada tabel di bab 4, bahwa waktu terjadinya *istiqbāl (full moon)* dalam gerhana bulan tanggal 16 Juni 2011 antara *Volvelle Inovasi Koreksi* dengan *Irsyād al-Murīd* menunjukkan adanya perbedaan dan selisih waktu sebesar 3 menit 19 detik. Saat *Volvelle Inovasi Koreksi* dibandingkan dengan NASA, selisih minimum bernilai 2 menit 10 detik,

selisih maksimum 40 menit 36 detik, dan besar selisih rata-ratanya adalah 12 menit 46 detik. Sedangkan jika *Irsyād al-Murīd* dibandingkan dengan NASA, selisih minimum bernilai 1 detik, selisih maksimum 1 menit 15 detik, dan besar selisih rata-ratanya adalah 29 detik. Dengan melihat hasil perbandingan tersebut, maka hasil perhitungan *Irsyād al-Murīd* lebih akurat dan dapat dijadikan acuan utama daripada hasil dari *Volvelle Inovasi Koreksi*.

## **B. Saran**

1. Mengingat bahwa perhitungan gerhana cukup panjang dan rumit, untuk menghindari kesalahan perhitungan maka sebaiknya proses perhitungan dilakukan dengan sebuah program. Oleh karena itu kita dituntut untuk mempelajari dan mengerti Bahasa pemrograman agar dapat membuat program sendiri. Program yang telah dibuat dapat digunakan hingga beberapa tahun kedepan. Dalam pembuatan program harus memperhatikan ketelitian karena banyaknya koreksi (*ta'dil*) baik dalam kitab *Irsyād al-Murīd* maupun *Volvelle Inovasi*.
2. Perlu disadari bahwa setiap metode pasti ada kelebihan serta kekurangannya masing-masing, sehingga menjadikan kita lebih bersikap toleransi terhadap adanya perbedaan yang dihasilkan. Perbedaan bukan untuk mengungguli yang lainnya,

tetapi sebagai pelengkap dari khazanah ilmu pengetahuan.

3. Agar eksistensi ilmu falak tetap terjaga, hendaknya ilmu ini terus dilakukan pengembangan dan pembelajaran dalam Pendidikan formal maupun informal seperti di pondok pesantren, bahkan dijadikan kurikulum di sekolah-sekolah. Termasuk pada pengembangan instrumen falak agar semakin modern dan populer. Begitupula dengan kitab-kitab karangan ulama ahli ilmu falak agar tetap terjaga kelestariannya.

### **C. Penutup**

*Alhamdulillahirabbil'ālamīn,*

Demikianlah tulisan ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan. Puji syukur senantiasa penulis haturkan kepada Allah swt yang telah memberikan rahmat-Nya berupa Kesehatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagaimana mestinya.

Penulis menyadari bahwasannya dalam menyusun skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharaokan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca agar menjadikan lebih baik tulisan ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca terkhusus untuk penulis sendiri, *amīn yarabbal 'ālamīn.*

## DAFTAR PUSTAKA

### Sumber Wawancara

Wawancara langsung dengan Ehsan Hidayat, 21 Januari 2021  
Pukul 12.09 WIB dirumah Ehsan Hidayat, gang 8 Desa  
Sidomuyo Kecamatan Kesesi Kabupaten Pekalongan  
Jawa Tengah.

### Buku

Abdillah Muhammad, Abi bin Ismail al-Bukhari. *Shahih al-Bukhari*, Jilid 4, Demyq: Dar ibn Katsir, 2002

Anggito & Johan Setiawan, Albi. “*Metodologi Penelitian Kualitatif*”, Sukabumi: CV Jejak Cet. Pertama, 2018

Antia, Basu &. *Helioseismology and Solar Abundances. Physics Reports*,. 2008

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

Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern)*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007

Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an Al-Karim dan Terjemahnya*, Halim Publishing, 2014

\_\_\_\_\_. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, Semarang: CV. Al-Waah, 1993

- Ditjen Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji. *Selayang Pandang Hisab Rukyat*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Peradilan Agama, 2004
- Erewin Maulana dan Yamin W. Ono, Mochamad. *Modul Tata Surya*. Universitas Negeri Yogyakarta
- F, Armelia. “*Seri Penemuan Kalender*” Semarang: Alprin, 2019
- Fathullah, Ahmad Ghazali Muhammad. *Irsyād al-Murīd Ila Ma’rifati ‘Ilmi al-Falaki*, Madura: Lafal, cet. 5, 2020
- Fatoni, Abdurrahman. *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*, Jakarta : Rineka Cipta, 2011
- Hajar Al-Asqalani, Ibnu. *Fathul Baari Syarah: Shahih Bukhari*, terj. Gazirah Abdi Ummah, Jakarta: Pustaka Azzam, cet. 2, vol. VI, 2008
- Hambali, Slamet. *Almanak Sepanjang Masa (Sejarah Sistem Penanggalan Masehi, Hijriyah dan Jawa)*, Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang: 2002
- \_\_\_\_\_. *Pengantar Ilmu Falak, (Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta)*, Banyuwangi: Bismillah Publisher, Cet I, 2012.
- Hidayat, Ehsan. Modul : *Volvelle Inovasi “Instrumen Falak Penentu Waktu Gerhana Matahari, Bulan. dan Kalender*, Pekalongan: 2019

\_\_\_\_\_. *Modul Volvelle Inovasi Koreksi : “Upaya Memperhalus Akurasi Data Jam Gerhana ke Satuan Menit”*, Pekalongan, 2021

*Ilmu Falak Praktik*, Jakarta : Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Kementerian Agama Republik Indonesia, 2013, 109

Imam al-Qurtubi, Syaikh. *al Jami' Lil Ahkam Al-Qur'an*, Jakarta : Pustaka Azzam, 2009

Istijanto, *Riset Sumber Daya Manusia*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2005

Izzuddin ,Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2017

Khairunnisa, Afidah. *Matematika Dasar*, Jakarta : Rajawali Press, 2014

Khazin, Muhyiddin. *99 Tanya Jawab Masalah Hisab dan Rukyat*, Yogyakarta: Ramadhan Press, 2009

\_\_\_\_\_. *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005

M, Woolfson. *Astronomy and Geophysycs - The Origin and Evolution of The Solar System*. New York: J. R. Astron. Soc., 2000

Meeus, Jean. *Astronomical Algorithm*. Virginia: Willman Bell. Inc, 1991

Mottelay, Paul Fleury, *Bibliographical History of Electricity and Magnetism*, London : Charles Griffin & Company Limited, 1992, 148.

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

Siyoto, Sandu. *Dasar Metodologi Penelitian*, Yogyakarta: Literasi Media Publishing, 2015

Sugiyono. *Memahami Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta, 2012

Tim Fakultas Syari'ah, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang : IAIN Walisongo, 2010,

Zainal, Burhanudin. *Ilmu Falak*, Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka, edisi II, 2004

### **Skripsi dan Thesis**

Fitria, Wahyu. “Studi Komparatif Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *Khulāsah al-Wafiyah* dan Ephimeris”, *Skripsi* IAIN Walisongo, Semarang: 2011. Tidak dipublikasikan

Hidayat, Ehsan. “Analisis Pola Gerhana Matahari ditinjau dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma ( $\gamma$ ), dan Magnitudo (u), *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, Semarang: 2017. Tidak dipublikasikan

- \_\_\_\_\_. “Inovasi Instrumen *Volvelle* Philippe de la Hire dalam Penentuan Waktu Gerhana”, *Thesis* UIN Walisongo. Semarang: 2019. Tidak dipublikasikan
- Ismawati, Nur. “Studi Komparasi Awal Bulan Kamariah Antara Kitab *Tibyanul Murid* dan Kitab *Irsyadul Murid*”. *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, Semarang: 2019. Tidak dipublikasikan
- Maridah, Hanik. “Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dalam Kitab *Maslak al-Qasid Ila ‘Amal ar-Rasid Karya KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah*”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo, Semarang: 2015. Tidak dipublikasikan
- Nashihah, Lauhatun. “Analisis Jenis Gerhana yang Dihasilkan Oleh *Volvelle Inovasi*”, *Skripsi* UIN Walisongo, Semarang: 2020. Tidak dipublikasikan
- Nurjaman, Zaenuddin. “Sistem Hisab Gerhana Bulan Analisis Pendapat KH. Noor Ahmad SS dalam Kitab *Nūr al-Anwar*”, *Skripsi* IAIN Walisongo. Semarang: 2012. Tidak dipublikasikan
- Ramadhan, Purkon Nur, “Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam kitab *Irsyad al-Muriid*”. *Skripsi* Fakultas Syari’ah, IAIN Walisongo, Semarang: 2012. Tidak dipublikasikan



Shodiq, Jafar. “Studi Analisis Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit”, *Skripsi* Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, Semarang: 2016. Tidak dipublikasikan

Sukarni, “Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab *Irsyād al-Murīd*”, *Skripsi* IAIN Walisongo Semarang: 2014. Tidak dipublikasikan

Sulastri, Kitri “Studi Analisis Hisab Awal Bulan Kamariah dalam Kitab *Irsyād al-Murīd*”. *Skripsi*, Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo, Semarang: 2010. Tidak dipublikasikan

Umam, Khotibul. “Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab *Irsyad al Murid*”, *Skripsi* Fakultas Syariah UIN Walisongo. Semarang: 2014. Tidak dipublikasikan

## **Jurnal**

Arifin, Jaenal. “Fiqh Hisab Rukyah Di Indonesia (Telaah Sistem Penetapan Awal Bulan Qamariyyah)”, *Jurnal Yudisia*, Vol. 5, No. 2, Desember 2014

Gislen, Lars and Chris Eade. “Philippe De La Hire’s Eighteen Century Eclipse Predictor”, *Journal of Astronomical History and Heritage*, 2016

Hambali, Slamet. “Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus”, *Jurnal Pemikiran Hukum Islam: Al-Ahkam*, Vol. 23, No. 2, Oktober 2013

Ismail “Lhokseumawe Society Rituals at the Solar Eclipse (Study of the Solar Eclipse March 9<sup>th</sup> 2016 and December 26<sup>th</sup> 2019), Lhokseumawe State Islamic Institute (IAIN), *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, Vol. 2, No. 1, 2020

Mujab, Sayful. “Gerhana: Antara Mitos, Sains, dan Islam”, *Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam: Yudisia*, vol. 5, no. 1, Juni 2014

Sulaiman, Rusydi. “Gerhana dan Keharusan Kosmologis Manusia: Tinjauan Filsafat Wujud”, Edugama: *Jurnal Kependidikan dan Sosial Keagamaan*, Vol. 03 No. 02 Desember 2017

### **Website**

<https://www.kompas.com/tren/read/2020/06/06/153000865/seperti-ini-gerhana-bulan-penumbra-yang-terlihat-pada-6-juni-2020>, diakses pada 30 April 2021 pukul 16.44 WIB

Modul Ilmu Pelayaran, “Waktu dan Perataan Waktu”, *e-learning*: Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan. Diakses pada 17 Juli 2021 pukul 23.00 WIB.

<https://gerhana.langitselatan.com/mengapa-gerhana-tidak-terjadi-setiap-bulan>, diakses pada tanggal 30 Juli 2021 pukul 19.00 WIB.

<http://id.wikipedia.org/wiki/NASA>, diakses pada 30 Juli 2021 pukul 19.40 WIB.

[http://p2kp.stiki.ac.id/id1/3060-2956/Bulan\\_19448\\_p2kp-stiki.html](http://p2kp.stiki.ac.id/id1/3060-2956/Bulan_19448_p2kp-stiki.html), diakses pada 6 April 2021 pukul 12.05 WIB

### **Materi Seminar**

Hidayat, Ehsan, “The Art, History And New Of *Volvelle* “Instrumen Astronomi dari Kertas untuk Penentuan Waktu Gerhana” disampaikan pada acara seminar dalam rangka Dies Natalies ke-XII CSSMoRA UIN Walisongo, Semarang, 12 Desember 2019.

**LAMPIRAN***Lampiran I***SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ehsan Hidayat

Alamat : Ds. Sidomulyo Gang 08, Kec. Kesesi, Kab. Pekalongan

Tempat, Tanggal, Lahir : Pekalongan, 28 Oktober 1994

No. Telpon/HP : 082328271750

e-mail : [Ehsan.hidayat@gmail.com](mailto:Ehsan.hidayat@gmail.com)

Menyatakan bahwa :

Nama : Faddilla Arya Arfansa

NIM : 1602046040

Tempat, Tanggal, Lahir : Kudus, 18 Juli 1998

Universitas : UIN Walisongo Semarang

Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum/Ilmu Falak

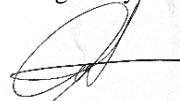
Judul Skripsi : **“STUDI KOMPARATIF SISTEM PERHITUNGAN GERHANA BULAN VOLVELLE INOVASI KOREKSI DENGAN KITAB *IRSYĀD AL-MURĪD*”**

Benar-benar telah melakukan wawancara dengan kami pada Kamis, 21 Januari 2021 di Pekalongan.

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

Pekalongan, 21 Januari 2021

Yang Menyatakan,



**Ehsan Hidayat**

## *Lampiran II*

Dokumentasi Bersama Ehsan Hidayat, M. H selaku perancang  
*Volvelle Inovasi*



