

ANALISIS JENIS GERHANA YANG DIHASILKAN

OLEH *VOLVELLE* INOVASI

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat

Guna memperoleh Gelar Sarjana Program Strata satu (S.1)



Disusun oleh:

Lauhatun Nashihah

NIM 1602046084

PROGRAM STUDI ILMU FALAK

FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM

UIN WALISONGO SEMARANG

2020



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

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

**BERITA ACARA
(PENGESAHAN DAN YUDISIUM SKRIPSI)**

Pada Hari ini, Senin tanggal Dua Puluh Dua Juni tahun Dua Ribu Dua Puluh telah melaksanakan sidang munaqasah skripsi mahasiswa :

Nama : LAUHATUN NASHIAH
NIM : 1602046084
Jurusan : Ilmu Falak (IF)
Judul Skripsi : Analisis Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvella Inovasi

Dengan susunan dewan penguji sebagai berikut:

Ketua/Penguji 1 : Supangat, M. Ag.
Sekretaris/Penguji 2 : Ahmad Munit, MSI.
Anggota/Penguji 3 : Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M. Ag.
Anggota/Penguji 4 : Ahmad Syitaul Anma, SHI, MH.

Yang bersangkutan dinyatakan LULUS dengan nilai 3.88 / B+.

Berita acara ini digunakan sebagai pengganti sementara dokumen PENGESAHAN SKRIPSI dan YUDISIUM SKRIPSI dan dapat diterima sebagai kelengkapan persyaratan pendaftaran wisuda.



Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kelembagaan,

ALHIMRON

Ketua Program Studi Ilmu Falak

MOR. KHASAN

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Dr. Mahsun, M. Ag

Pakelsari RT 01 RW VII

Bulurejo, Mertoyudan, Kab. Magelang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Lauhatun Nashihah

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 : Lauhatun Nashihah

NIM : 1602046084

Prodi : Ilmu Falak

Judul : **Analisis Jenis-Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi**

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 11 Juni 2020

Pembimbing I



Dr. Mahsun, M. Ag

NIP.19671113 200501 1001

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Ahmad Munif, MSI.

Tlogogedong RT 05 RW 03

Tlogorejo, Karangawen, Kab. Demak

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Lauhatun Nashihah

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 : Lauhatun Nashihah

NIM : 1602046084

Prodi : Ilmu Falak


Judul : **Analisis Jenis-Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi**

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 13 Juni 2020

Pembimbing I



Ahmad Munif, MSI.

NIP. 198603062015031006

MOTTO

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ ۝

Matahari dan Bulan beredar menurut perhitungan.

(QS. Ar- Rahman :5)¹

¹ Departemen Agama Republik Indonesia, Alquran Dan Terjemahnya, (Semarang : CV AL WAAH, th 1993), 531

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin

Puji syukur kehadiran Allah SWT, dengan penuh kerendahan hati karya tulis berupa skripsi ini penulis dedikasikan untuk kedua orang tua Alm. Bapak Suwandi dan ibuk Jumiyati yang telah mendidik penulis dengan penuh kesabaran, menyemangati, mendukung, mendoakan proses belajar penulis hingga detik ini. Teruntuk kakak –kakak saya Alm. Kak Misbah halaluddin dan mbak Laili Masruroh beserta suami. serta saudara-saudara yang lain, keponakan, sepupu, bude pakde yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan serta doa kepada penulis sehingga mampu untuk menyelesaikan studi ini.

Kepada Wali Dosen Dr. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag serta Dosen Pembimbing Dr. Mahsun, M.Ag dan Ahmad Munif, M.S.I yang selalu membimbing penulis memberi arahan nasehat serta komentar positif sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Kepada KH.Drs. Ali Munir, M. Si pengasuh Pondok Pesantren YPMI Al-Firdaus Semarang, kepada Masayikh Madrasah Aliyah Perguruan Islam Darul Falah Sirahan 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 CSSMoRA UIN Walisongo serta teman seperjuangan Conjuring 10 (Fajrul, Fajar, Alda, Anisah, Mundir, Akmal, Alif, Ayu, Risa, Bayan, Kurni, Zaidul, Hary, Ali, Sobry, Febri, Husnul, Zulfa, Khoir, Yadi, Fifi, Ulum, Triyatno, dan Irkham). Kepada kakak senior mas Ehsan Hidayat, mas Alfan Maghfuri, mbak Lutfi Nur Fadhilah, dan mas Alamul Yaqin yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga ilmunya bermanfaat dan berkah *Amin*.

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan rasa 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, 4 Juni 2020

Deklarator,



Lauhatun Nashiha
NIM.1602046084

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 ke dalam 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>Sa</i>	Ṣ	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>Za</i>	Ḍ	Zet (dengan titik di atas)
ر	<i>Ra</i>	R	Er
ز	<i>Zai</i>	Z	Zet
س	<i>Sin</i>	S	Es
ش	<i>Syin</i>	Sy	Es dan ye

ص	<i>Sad</i>	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Dad</i>	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	<i>Ta</i>	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>'Ain</i>	‘	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 di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (’).

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal dalam bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal dan vokal rangkap.

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

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

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

Tanda	Nama	Huruf Latif	Nama
◌َئِ	<i>Faṭḥah dan ya</i>	Ai	A dan I
◌َؤِ	<i>Faṭḥah 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 dan alif</i>	Ā	A dan garis di atas
◌ِ ... ي	<i>Kasrah dan ya</i>	Ī	I dan garis di atas
◌ُ ... و	<i>Ḍammah dan 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 *fathah*, *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* (ﻯ) 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* (ﻻ). 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,

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

I. *Lafz al-Jalālah* (الله)

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

ABSTRAK

Volvelle Inovasi karya Ehsan Hidayat merupakan instrumen penentu waktu gerhana hasil modifikasi ulang (pengembangan) atas *Volvelle* karya Philippe de La Hire. *Volvelle Inovasi* ini memiliki beberapa komponen tambahan dengan tujuan untuk memaksimalkan fungsi dari *Volvelle Inovasi* seperti dalam penambahan fitur hari, pasaran dan piringan F. Pada piringan F terdapat kurva gerhana sebagai alat bantu untuk mengetahui jenis gerhana. Sebagai instrument dua dimensi tentunya ini sangat mempermudah dalam membantu perhitungan gerhana yang dari dulu sudah terkenal lama. Namun sayangnya belum ada pedoman khusus mengenai jenis gerhana dalam instrument *Volvelle Inovasi*. sehingga dapat memicu kesalahpahaman dan perbedaan dalam membaca instrument *Volvelle Inovasi* terkait jenis gerhana.

Dari permasalahan tersebut penulis merasa tertarik untuk mengetahui faktor apa yang dapat menjadikan perbedaan jenis gerhana antara *Volvelle Inovasi* dengan NASA sebagaimana yang telah kita ketahui tingkat keakuratan NASA sudah tinggi. Kemudian bagaimana solusi dari masalah tersebut, sehingga tidak akan ada lagi pembaca yang keliru dalam menentukan jenis gerhana sebagaimana ilustrasi yang ditampilkan oleh *Volvelle Inovasi*

Jenis penelitian ini adalah penelitian kepustakaan (*Library research*) dengan melalui metode penelitian kualitatif. Dalam pengumpulan data penulis menggunakan metode wawancara dan dokumentasi terkait *Volvelle* hasil pengembangan kepada Ehsan Hidayat. Kemudian pada tahap analisis data yang telah penulis peroleh kemudian dianalisis secara deskriptif selain itu penulis juga melakukan analisis secara komparatif dengan data NASA dan *Time And Date* untuk mengetahui tingkat validitas jenis gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle Inovasi*.

Penelitian ini menghasilkan dua kesimpulan yaitu, *pertama* faktor penentu perbedaan jenis antara *Volvelle Inovasi* dengan nasa adalah *Volvelle Inovasi* hanya menggunakan nilai argument lintang Bulan (nilai F) tanpa menggunakan perhitungan *magnitude* dan *gamma* dalam penentuan jenis gerhana sedangkan dalam NASA menggunakannya. *Kedua*, meskipun *Volvelle Inovasi* hanya mengandalkan nilai F sebagai penentu gerhana namun nilai validitasnya jika dibandingkan dengan NASA terbilang cukup Valid.

Dari hasil penelitian ini penulis berhasil menemukan temuan baru yaitu membuat tabel pedoman baru tentang jenis gerhana pada *Volvelle Inovasi* yang dapat digunakan selama periode *epoch Volvelle Inovasi* (tahun 1901 hingga tahun 2100)

Kata Kunci : Gerhana, Matahari, Bulan, dan *Volvelle Inovasi*.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “*Analisis Jenis Gerhana yang Dihasilkan oleh Volvelle Inovasi*“, Shalawat serta Salam semoga selalu tucurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan para sahabat yang senantiasa kita nantikan barokah syaa’atnya pada akhir zaman.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi tidak bisa terselesaikan tanpa bantuan baik moral maupun spiritual dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Kedua orang tua, Saudara, dan segenap keluarga besar penulis atas segala do’a, dukungan moral maupun materiil yang tiada hentinya .
2. Dr. Mahsun, M.Ag, selaku Pembimbing I dan Ahmad Munif, M.S.I, selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran sehingga dengan sabar tulus ikhlas membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
3. Keluarga besar Yayasan Perguruan Islam Darul Falah Sirahan serta Pondok Pesantren YPMI Al-Firdaus yang telah memberikan ilmu kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi ini
4. Kementerian Agama RI yang telah memberikan beasiswa penuh kepada penulis selama menempuh studi di UIN Walisongo Semarang.

5. Dekan Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Semarang beserta para pembantu dekan dan seluruh staf dan jajarannya.
6. Pengelola PBSB UIN Walisongo Semarang sekaligus Kepala Jurusan Ilmu Falak, Bapak Moh. Khasan, M.Ag. beserta staff-staffnya.
7. Seluruh dosen penulis selama berkuliah di UIN Walisongo Semarang yang telah mengajarkan kepada penulis tentang segala macam disiplin ilmu.
8. Bapak Ehsan Hidayat, M.H yang telah bersedia untuk diteliti instrument pengembangannya *Volvelle Inovasi* dan bersedia menjadi narasumber dalam penelitian ini
9. Mas Alfa Maghfuri dan Mas Alamul Yaqin yang juga membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman Conjuring 10 : Fajrullah (Toli-Toli / Palu), Fajar Siddiq (Garut), M. Irkham Maulana (Jepara), Triyatno (Purbalingga) M. Ali Masyrofi (Tulungagung), M.Sobri (Palembang), M. Nurul Bayan (Cianjur), Haeruman Jayadi (Lombok), Miftakhul Ulum (Demak), M. Akmal Habib (Pasuruan), M. Mundhir (Kudus), M.Zaidul Kirom (Bengkulu), Hariyono (Riau), Aliffatun Khoiriyah (Pati), Faizatu Zulfa (Ponorogo), Febrina Fitri (Batam), Zuridah Fatim (Gresik / Makassar), Ayu Azizah (Bawean Gresik) Aminatun Rofingatus Sangadah (Purbalingga), Siti Anisah (Jambi), Kurniawati (Pare-Pare), Ana Risalatul F (Pati), Furkhatul Khoiroh Amin (Probolinggo), dan Husnul Khatimah (Padang).
11. Keluarga Besar CSSMoRA UIN Walisongo Semarang, serta CSSMoRA Nasional.

Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung ataupun tidak langsung selalu memberi bantuan do'a serta dorongan kepada penulis selama menyelesaikan studi di UIN Walisongo Semarang. Akhirnya penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Semua itu semata-mata karena keterbatasan kemampuan penulis secara pribadi, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik konstruktif dari para pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Amin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
DEKLARASI.....	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	vii
ABSTRAK.....	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GRAFIK.....	xx
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Signifikansi Penelitian.....	5
E. Telaah Pustaka.....	5
F. Metode Penelitian.....	7

G. Sistematika Penulisan	11
BAB II : METODE PENENTUAN GERHANA.....	13
A. Pengertian Gerhana.....	13
B. Gerhana Dalam Kajian Syar’i.....	16
C. Gerhana Perspektif Astronomi.....	20
1. Gerhana Matahari dan Jenis-Jenisnya.....	20
2. Gerhana Bulan dan Jenis-jenisnya	25
D. Metode Penentuan Gerhana	29
BAB III : <i>VOLVELLE INOVASI</i> INSTRUMEN PRAKTIS PENENTU	
GERHANA.....	33
A. Profil Intelektual Philippe De La Hire	33
B. Profil Intelektual Ehsan Hidayat.....	37
C. Sejarah Perkembangan dan Rancang bangun <i>Volvelle Inovasi</i>	40
D. Algoritma Penggunaan Instrumen <i>Volvelle Inovasi</i> dalam	
Penentuan Gerhana	53
BAB IV : ANALISIS JENIS GERHANA YANG DIHASILKAN <i>VOLVELLE</i>	
<i>INOVASI</i>.....	56
A. Analisis Metode Penentuan Gerhana <i>Volvelle Inovasi</i> dan Metode	
Penentuan Gerhana Berdasarkan Data Nasa.....	57
B. Analisis Validitas Jenis-Jenis Gerhana <i>Volvelle Inovasi</i>	66
1. Analisis Jenis Gerhana Matahari.....	68

2. Analisis Jenis Gerhana Bulan	79
3. Uji Validitas Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh <i>Volvelle</i> Inovasi	90
BAB V : PENUTUP	94
A. Kesimpulan	94
B. Saran	96
C. Penutup	97
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN	103
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	129

DAFTAR TABEL

- Tabel 1.1 = Jenis-jenis gerhana yang terjadi pada tahun 2020 menurut NASA, Almanak Nautika, dan *Volvelle* inovasi.
- Tabel 3.1 = Kode hari dan pasaran pada instrument *Volvelle* inovasi
- Tabel 3.2 = Tabel kode hari dan pasaran pada piringan hari dan pasaran
- Tabel 4.1 = Data perbandingan gerhana Matahari NASA dan *Volvelle* inovasi
- Tabel 4.2 = Data perbandingan gerhana Bulan NASA dan *Volvelle* inovasi
- Tabel 4.3 = Data kasar batasan jenis gerhana Matahari
- Tabel 4.4 = Kriteria batasan jenis gerhana Matahari setelah dikoreksi
- Tabel 4.5 = Data kasar batasan jenis gerhana Bulan
- Tabel 4.6 = Kriteria batasan jenis gerhana Bulan setelah dikoreksi
- Tabel 4.7 = Data gerhana Matahari Total tahun 1901-2100
- Tabel 4.8 = Data gerhana Matahari Cincin tahun 1901-2100
- Tabel 4.9 = Data gerhana Matahari Sebagian tahun 1901-2100
- Tabel 4.10 = Data gerhana Bulan total tahun 1901-2100
- Tabel 4.11 = Data gerhana Bulan Sebagian tahun 1901-2100
- Tabel 4.12 = Data gerhana Bulan Penumbratahun 1901-2100

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4.1 = Kurva nilai F akhir gerhana Matahari total dari tahun 1901- 2100
- Grafik 4.2 = Kurva nilai magnitudo gerhana Matahari total
- Grafik 4.3 = Kurva nilai F akhir gerhana Matahari cincin tahun 1901- 2100
- Grafik 4.4 = Kurva nilai magnitudo gerhana Matahari cincin
- Grafik 4.5 = Kurva nilai F akhir gerhana Matahari sebagian tahun 1901- 2100
- Grafik 4.6 = Kurva nilai magnitudo gerhana Matahari sebagian
- Grafik 4.7 = Kurva nilai F akhir gerhana Bulan total dari tahun 1901- 2100
- Grafik 4.8 = Kurva nilai magnitudo gerhana Bulan total
- Grafik 4.9 = Kurva nilai F akhir gerhana Bulan sebagian dari tahun 1901-
2100
- Grafik 4.10 = Kurva nilai magnitudo gerhana Bulan sebagian
- Grafik 4.11 = Kurva nilai F akhir gerhana Bulan penumbra tahun 1901- 2100
- Grafik 4.12 = Kurva nilai magnitudo gerhana Bulan penumbra

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1 = Ilustrasi gerhana yang ditampilkan *Volvelle* inovasi
- Gambar 2.1 = Posisi astronomis pada saat terjadi gerhana Matahari
- Gambar 2.2 = enis-jenis gerhana berdasarkan bentuk area yang tertutupi
- Gambar 2.3 = Geometri gerhana Matahari jika dilihat dari pengamat
- Gambar 2.4 = Posisi astronomis pada saat terjadi gerhana Bulan
- Gambar 2.5 = Fase proses terjadinya gerhana Bulan
- Gambar 2.6 = Gambar penampakan gerhana Bulan sesuai posisi letak Bulan
- Gambar 2.7 = Gambar geometri gerhana Bulan
- Gambar 3.1 = Susunan keluarga keturunan Philippe de La Hire
- Gambar 3.2 = Reformasi *Volvelle* inovasi dari masa ke masa
- Gambar 3.3 = Desain ulang *Volvelle* oleh Bion Nicolas
- Gambar 3.4 = Gambar *Volvelle* karya Philippe de La Hire
- Gambar 3.5 = Gambar *Volvelle* inovasi karya Ehsan Hidayat
- Gambar 3.6 = Model spiral piringan kalender ketika diperbesar
- Gambar 3.7 = Desain ulang data epoch *Volvelle* inovasi
- Gambar 4.1 = Kurva penentu gerhana Matahari dan Bulan *Volvelle* inovasi
- Gambar 4.2 = Ilustrasi gambar gerhana yang ditampilkan oleh *Volvelle* inovasi
- Gambar 4.3 = Visual gerhana oleh *Volvelle* inovasi dan Time and Date

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada zaman sekarang banyak sekali instrument-instrumen klasik yang mulai ditinggalkan salah satunya adalah *Volvelle*. *Volvelle* merupakan instrument yang berfungsi untuk memprediksi terjadinya Gerhana. Instrument *Volvelle* ini diciptakan oleh *Philippe De La Hire*, Seorang astronom, ahli matematika, sekaligus sebagai arsitek berkebangsaan Prancis.¹ Dengan bertambahnya usia zaman, Instrumen *Volvelle* karya Philippe De La Hire mendapat beberapa kritik dan masukan, diantaranya *Volvelle* karya Nicolas Bion, dan *Volvelle Inovasi* oleh Ehsan Hidayat.² Ehsan Hidayat memodifikasi instrument *Volvelle* tersebut dengan tujuan untuk memaksimalkan fungsi *Volvelle* dalam kebutuhan umat Islam. Inovasi *Volvelle* terbaru ini ditambahkan *grid* hari jam dan menit, ditambahkan hari dan pasaran dalam bidang kalender. Mengembangkan sisi akurasi dan memodelkan dalam bentuk desain baru yang lebih baik. Dengan sebutan “*Volvelle Inovasi*”.³ Jika dibandingkan dengan *Volvelle* sebelumnya, *Volvelle* karya Ehsan ini sudah lebih mendekati akurat. Dengan alasan *Volvelle* yang sebelumnya memiliki selisih 1 hingga 2 hari. Selain itu, *Volvelle Inovasi* ini juga langsung dapat menunjukkan gambar gerhana.

¹ Virendra Nath Sharma, Zij- I Muhammad Shahi and The Tables of De La Hire, *India Journal of History of Science*, 25, 1990, h,1

² Ehsan Hidayat adalah seorang Alumni S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang asal pekalongan, yang melakukan penelitian tentang *Volvelle* dengan judul Thesis *Inovasi Instrument Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana*.

³ Ehsan Hidayat, *Inovasi Instrument Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana*, Program Studi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang 2019, Hlm. 14

Gerhana mempunyai banyak jenis, mulai dari Gerhana Matahari total, Gerhana Matahari sebagian, Gerhana Bulan total, dan seterusnya. Penentuan jenis gerhana ini dapat berimplikasi pada adanya ketentuan salat gerhana. Seluruh umat Islam disunnahkan untuk melaksanakan salat sunnah gerhana ketika sedang terjadi gerhana. Namun tidak setiap terjadi gerhana pasti dapat terlihat secara fisik. Terkadang secara hisab terjadi gerhana, namun disebabkan kondisi cuaca yang menghalangi tampaknya gerhana, sehingga menjadi tidak terlihat.

Gambar 1.1

Penampakan gambar Gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle Inovasi*⁴



Penulis menduga gambar gerhana yang ditampilkan *Volvelle Inovasi* berbeda dengan gambar yang ditampilkan oleh NASA. Sebagai contoh kasus gerhana yang ada pada tahun 2020 pada gambar 1.1. Sesuai prediksi Gerhana tahun 2020 baik di NASA maupun Almanak Nautika terdapat 6 gerhana, yaitu 4 gerhana Bulan penumbra dan 2 gerhana Matahari (Gerhana Matahari cincin dan Gerhana Matahari total). Namun ketika coba diprediksi menggunakan instrument

⁴ Powerpoint Ehsan Hidayat yang disampaikan dalam acara *Seminar Nasional Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat* yang diadakan oleh CSSMoRA UIN Walisongo Semarang di Audit 1 kampus 1, Kamis 12 Desember 2019

Volvelle Inovasi, sekilas pandang gambar tersebut akan menunjukkan Gerhana Bulan sebagian dan Gerhana Matahari total. Dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 1.1

No.	Tanggal, Bulan	Jenis Gerhana Tahun 2020		
		NASA	Almanak Nautika	<i>Volvelle Inovasi</i> ⁵
1.	10 Januari	GB (p) ⁶	GB (p)	GB (p)
2.	5 Juni	GB (p)	GB (p)	GBP
3.	21 Juni	GMC	GMC	GMT
4.	5 Juli	GB (p)	GB (p)	GBP
5.	30 November	GB (p)	GB (p)	GBP
6.	14 Desember	GMT	GMT	GMT

Hal yang sangat mengkhawatirkan adalah ketika pembaca mengira ketika itu tengah terjadi gerhana Bulan, sehingga pembaca tersebut melakukan salat sunnah gerhana. Padahal kenyataannya gerhana yang tengah berlangsung adalah gerhana penumbra. Menurut Slamet Hambali “Salat *khusuf* tidak disyari’atkan ketika gerhana Bulan penumbra, karena Bulan purnama masih nampak sempurna

⁵ Jenis Gerhana menurut perkiraan Ehsan Hidayat, Selaku Perancang Instrumen *Volvelle Inovasi*. Perkiraan ini didasarkan atas gambar Gerhana yang dimunculkan dalam *Volvelle Inovasi*.

⁶ Keterangan singkatan Gerhana sebagai berikut: GMT (Gerhana Matahari Total), GMC (Gerhana Matahari Cincin), GMP (Gerhana Matahari Parsial), GM (p) (Gerhana Matahari Penumbra), GBT (Gerhana Bulan Total), GBP (Gerhana Bulan Parsial), GB (p) (Gerhana Bulan Penumbra)

tidak ada perubahan pada piringan Bulan. Salat *khusuf* disyari'atkan ketika gerhana terjadi dan gerhana dapat dilihat atau terlihat dengan kasat mata.”⁷

Dalam penelitian ini penulis menggunakan data gerhana NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) dan *Time And Date* sebagai parameter, yang sudah diketahui keakurasiannya untuk mengetahui gambar dan jenis gerhana yang sedang terjadi. Sistem perhitungan NASA bisa memprediksi gerhana dalam kurun waktu 5000 tahun, dari tahun -1999 sampai +3000 sehingga kita tidak perlu mengkhawatirkan keakurasiannya data-data dari NASA.⁸

Berdasarkan tabel 1.1 penulis khawatir semakin banyak orang yang salah menafsirkan gambar yang terdapat di *Volvelle Inovasi*. Terlebih perihal gerhana berkaitan langsung dengan hukum kesunahan salat gerhana. Sehingga penulis merasa sangat perlu untuk mengkaji ini dan memberikan solusi atas persoalan tersebut dalam bentuk skripsi dengan judul *Analisis Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh Volvelle Inovasi*.

B. Rumusan Masalah

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

1. Apa faktor yang menyebabkan hasil penentuan gerhana dengan *Volvelle Inovasi* berbeda dengan hasil penentuan gerhana oleh NASA ?
2. Bagaimana validitas jenis-jenis gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle Inovasi* ?

⁷ Setiayani, *Prespektif Tokoh-Tokoh Ilmu Falak Tentang Fenomena Gerhana Bulan Penumbra Dan Implikasinya Terhadap Pelaksanaan Salat Khusuf*, Skripsi Fakultas Syariah Dan Hukum 2018.

⁸ Siti Lailatul Mukarromah, *Perhitungan Gerhana Matahari Dengan Algoritma Nasa*, Ulul Albab, Vol 2 No.2 April 2015, Hlm. 100

C. Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui faktor yang menyebabkan hasil penentuan gerhana dengan *Volvelle* Inovasi berbeda dengan hasil penentuan gerhana oleh NASA?
2. Mengetahui validitas jenis-jenis gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle* Inovasi ?

D. Signifikansi Penelitian

1. Memberikan wawasan dan kelimuan khususnya dalam bidang Ilmu Falak dan Ilmu Astronomi.
2. Memberikan edukasi kepada pembaca untuk memahami terjadinya gerhana.
3. Memberikan pengetahuan kepada praktisi falak tentang penentuan gerhana menggunakan instrument *Volvelle* hasil modifikasi.
4. Memberikan solusi instan penentuan kapan waktu terjadi gerhana sekaligus mengetahui jenis gerhana secara cepat kapanpun dimanapun.

E. Telaah Pustaka

Penulis telah melakukan penelusuran terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Penulis sangat yakin bahwa penelitian yang akan penulis kaji belum pernah ada penelitian yang sama. Adapun penelitian terdahulu yang mengkaji tentang gerhana, di antaranya sebagai berikut::

Pertama, Inovasi Instrument Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana, Karya Ehsan Hidayat, Program Studi S2 Ilmu Falak

UIN Walisongo Semarang 2019.⁹ Dalam penelitiannya tersebut, Ehsan menjelaskan tentang modifikasi *Volvelle Inovasi* barunya dengan menambahkan beberapa fitur dari *Volvelle* yang sebelumnya. Yakni menambahkan *grid* waktu jam, hari dan pasaran. Ehsan memperbarui piringan *epoch* dengan mengganti fungsi kegunaan untuk tahun 1901 sampai tahun 2100. Dalam Penelitiannya tersebut juga belum dikupas lengkap tentang jenis gerhana dan cara penentuan jenis gerhananya. Sehingga penulis yakin, fokus kajian yang akan penulis teliti jelas berbeda dengan penelitian Ehsan tersebut. Justru nantinya penelitian penulis dapat menjadi keterangan tambahan bagi penelitian sebelumnya tersebut dalam penggunaan *Volvelle Inovasi*.

Kedua, skripsi karya Setiayani, *Prespektif Tokoh-Tokoh Ilmu Falak Tentang Fenomena Gerhana Bulan Penumbra Dan Implikasinya Terhadap Pelaksanaan Salat Khusuf*, Skripsi Fakultas Syariah Dan Hukum 2018.¹⁰ Kemudian, skripsi karya Maulidina Nur Rokhmah Prodi S1 Ilmu Falak Uin Walisongo Semarang 2019 *Salat Gerhana Ketika Gerhana Tidak Tampak Dalam Perpektif Muhammadiyah*.¹¹ Hasil penelitian Maulidina, menunjukkan, bahwa dalam perspektif Muhammadiyah tetap melaksanakan salat gerhana meskipun tidak tampak, sebab di syariatkannya melaksanakan salat gerhana adalah masuknya waktu untuk mengerjakannya, yaitu selama gerhana berlangsung. Jenis gerhana yang disunnahkan salat adalah gerhana Matahari total, sebagian, cincin, gerhana Bulan total, dan sebagian. Sedangkan gerhana Bulan penumbral tidak di

⁹ Ehsan Hidayat, *Inovasi Instrument Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana*, Program Studi S2 Ilmu Falak Uin Walisongo Semarang 2019

¹⁰Setiayani, *Prespektif Tokoh-Tokoh Ilmu Falak Tetang Fenomena Gerhana Bulan Penumbra Dan Implikasinya Terhadap Pelaksanaan Salat Khusuf*, Skripsi Fakultas Syariah Dan Hukum 2018.

¹¹ Maulidina Nur Rokhmah, *Salat Gerhana Ketika Gerhana Tidak Tampak Dalam Perpektif Muhammadiyah*. Prodi S1 Ilmu Falak Uin Walisongo Semarang 2019

sunnahkan salat. Fokus penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan yang akan penulis kaji sudah jelas berbeda.

Ketiga, artikel jurnal *Perhitungan Gerhana Matahari Dengan Algoritma NASA*, Ulul Albab, Vol 2 No.2 April 2015, Karya Siti Lailatul Mukarromah. Penelitian ini jelas berbeda karna jurnal tersebut hanya menjelaskan bagaimna penentuan gerhana dengan sekaligus menguji keakurasian data-data gerhana yang ada di NASA.¹²

Terakhir, artikel jurnal karya Muhammad Jayusman dengan judul *Fenomena Gerhana Dalam Wacana Hukum Islam Dan Astronomi*, Jurnal Al-‘Adalah, Vol.X, No. 2 Juli 2011.¹³ Dan Jurnal karya sayful mujab, dosen jurusan Syariah IAIN Kudus dengan judul “Gerhana antara mitos,sains dan islam”. Jurnal Yudisia, Vol. 5 no.1 juni 2014.¹⁴ Dari dua jurnal tersebut fokus kajian penulis jelas berbeda, karena jurnal tersebut lebih membahas tentang hukum salat gerhana serta mitos yang berlaku di masyarakat terkait gerhana.

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 penelitian kualitatif berupa *library research* (penelitian kepustakaan). Penelitian kualitatif adalah penelitian yang menekankan pada

¹² Siti Lailatul Mukarromah, *Perhitungan Gerhana Matahari Dengan Algoritma Nasa*, Ulul Albab, Vol 2 No.2 April 2015

¹³ Muhammad Jayusman, *Fenomena Gerhana Dalam Wacana Hukum Islam Dan Astronomi*, Jurnal Al-‘Adalah, Vol.X, No. 2 Juli 2011

¹⁴ Sayful Mujab, *Gerhana Antara Mitos,Sains Dan Islam*. Jurnal Yudisia, Vol. 5 No.1 Juni 2014. Iain Kudus.

quality atau hal yang terpenting dari suatu kajian.¹⁵ Penulis melakukan pendekatan secara mendalam untuk mengetahui penentuan gerhana dan klasifikasi jenis gerhana yang dimunculkan dalam *Volvelle Inovasi* sekaligus analisis algoritma penentuan yang digunakan dalam *Volvelle* tersebut. Kemudian memverifikasikan dengan data gerhana yang ada di NASA

2. Sumber Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama.¹⁶ Data primer berkaitan langsung dengan objek penelitian yang dikaji.¹⁷ Dalam hal ini data primer adalah Instrumen *Volvelle Inovasi*, hasil wawancara dengan perancang *Volvelle Inovasi*, Ehsan Hidayat, dokumen thesis Ehsan Hidayat yang berjudul *Inovasi Instrument Volvelle Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana*.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang digunakan sebagai pelengkap atau bukti pendukung dari data primer. Data sekunder dalam penelitian ini berupa data gerhana NASA, data gerhana Almanak Nautika, *Time And Date*, kitab, Buku Astronomi, Buku Falak, dan beberapa dokumentasi makalah-makalah, artikel-artikel, ataupun laporan-laporan hasil penelitian terkait gerhana. Beberapa dari sumber tersebut juga

¹⁵ Djaman Satori, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung: Alfabeta, 2013), Hlm. 22.

¹⁶ Eta Mamang Sangadji Dan Sopiah, *Metodologi Penelitian*, (Yogyakarta: Andi, 2010) Hlm. 190

¹⁷ Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet. Iv, 2004), Hlm. 36.

menjadi alat analisis algoritma dan penentuan jenis gerhana yang dapat dihasilkan oleh *Volvelle*, seperti data NASA dan algoritma Jean Meeus.

3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode sebagai berikut:

a. Metode Wawancara

Menurut Kartono, “wawancara adalah suatu percakapan yang diarahkan pada suatu masalah tertentu, proses tanya jawab lisan dimana dua orang atau lebih berhadap-hadapan secara fisik.”¹⁸ Wawancara dapat dilakukan secara terstruktur maupun tidak terstruktur, dan dapat dilakukan melalui tatap muka (*face to face*) maupun dengan menggunakan telepon.¹⁹

Narasumber wawancara pada penelitian ini adalah Ehsan Hidayat. Ehsan Hidayat ialah Alumni S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang sekaligus perancang Instrumen *Volvelle Inovasi* Penulis melakukan wawancara secara langsung maupun melalui telepon untuk mendapatkan data terkait penentuan gerhana dari instrument hasil modifikasinya, yaitu *Volvelle Inovasi*.

b. Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi menurut Sugiyono, merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumentasi bisa berupa tulisan, gambar atau karya mental seseorang. Adapun metode dokumentasi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menelaah dokumen-dokumen

¹⁸ Seto Mulyadi, M.Heru Basuki, Dan Hendro Prabowo, *Metode Penelitian Kualitatif Dan Mixed Method*, (Depok : Pt. Rajagrafindo Persada, 2019), Hlm. 232

¹⁹ Sugiyono, *Metode Penelitian Administrasi*, (Bandung: Alfabeta,2016) Hlm. 157

tertulis, baik dokumen yang bersifat primer maupun sekunder yang kemudian akan dipilih dan dipilah menurut kesesuaiannya dengan tema penelitian ini.

4. Metode Analisis Data

Analisis data merupakan proses pengolahan, penyajian, interpretasi dan analisis data yang diperoleh dari lapangan, dengan tujuan agar data yang disajikan mempunyai makna, sehingga pembaca dapat mengetahui hasil penelitian kita.²⁰

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan analisis berupa *content analysis* (analisis isi) melalui teknik *deskriptif*. Secara umum, data kualitatif dianalisis secara deskriptif kualitatif yang diurutkan sesuai dengan komponen evaluasi konteks, input, proses dan produk.²¹ Selain itu penulis juga melakukan analisis secara komparatif untuk mengetahui tingkat validitas jenis gerhana yang ditampilkan oleh *Volvelle Inovasi*. Penulis memaparkan algoritma penentuan gerhana tersebut (*Volvelle Inovasi*). Data hasil yang diperoleh akan dianalisis untuk dapat menentukan jenis gerhana apa yang dihasilkan oleh *Volvelle*. Dengan beberapa analisis sebagai berikut :

- a. Analisis algoritma penggunaan Instrumen *Volvelle Inovasi* dalam penentuan jenis gerhana.
- b. Analisis faktor yang menyebabkan hasil penentuan jenis gerhana dengan *Volvelle Inovasi* berbeda dengan hasil penentuan jenis gerhana dalam NASA.

²⁰ Nanang Martono, *Metode Penelitian Kuantitatif*, (Jakarta : Rajawali Pers,2012) Hlm. 143

²¹ Endang Mulyatiningsih, *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*,(Bandung: Alfabeta,2013), Hlm. 131

- c. Analisis validitas jenis gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle* Inovasi dengan menggunakan parameter ilustrasi gerhana pada *Time And Date*

G. Sistematika Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN.

Bab I merupakan pendahuluan yang berisi tentang uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, signifikansi penelitian, kerangka teori, tinjauan pustaka, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : METODE PENENTUAN GERHANA

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai tinjauan umum gerhana yang meliputi pengertian gerhana, gerhana perspektif astronomi, gerhana dalam kajian syar'i, dan metode penentuan gerhana.

BAB III : VOLVELLE INOVASI INSTRUMEN PRAKTIS PENENTU GERHANA

Bab ini meliputi beberapa sub bab; yaitu pembahasan tentang profil intelektual Philipe De La Hire dan Ehsan Hidayat, sejarah perkembangan dan rancang bangun *Volvelle Inovasi*, algoritma penggunaan instrumen *Volvelle Inovasi* dalam penentuan gerhana.

**BAB IV : ANALISIS JENIS GERHANA YANG DIHASILKAN
*VOLVELLE INOVASI***

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai analisis jenis gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle Inovasi* meliputi; analisis algoritma yang digunakan dalam *Volvelle Inovasi*, analisis validitas jenis gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle Inovasi*, serta analisis faktor penyebab perbedaan penentuan jenis gerhana oleh *Volvelle Inovasi* dengan NASA dan Almanak Nautika.

BAB V : PENUTUP.

Bab ini meliputi kesimpulan dan saran-saran.

BAB II

METODE PENENTUAN GERHANA

A. Pengertian Gerhana

Dalam dalam bahasa Inggris gerhana biasa dikenal dengan kata “*eclipse*”. Secara luas *eclipse* berarti gejala alam yang terjadi karena sebuah benda langit tidak dapat terlihat disebabkan terhalang oleh benda langit lainnya.¹ Istilah ini sering digunakan dan penyebutan gerhana, sehingga muncul istilah *solar eclipse*² dan *lunar eclipse*³.

Sedangkan, bahasa Arab gerhana biasa disebut dengan istilah *kusūf* yang berarti menutupi bahwa jika dilihat dari Bumi Bulan menutupi Matahari dan *khusūf* yang berarti memasuki menggambarkan fenomena alam Bulan memasuki bayangan Bumi sehingga terjadi gerhana⁴. Kata *kusūf* digunakan untuk penyebutan gerhana Matahari sedangkan *khusūf* untuk istilah gerhana Bulan.⁵ Namun, tidak menutup kemungkinan pada beberapa kitab hadis, kedua kata tersebut dipertukarkan.⁶ Sedangkan dalam bahasa Jawa gerhana biasa disebut dengan istilah *Graono/gerono*. Istilah tersebut biasa digunakan masyarakat dalam penyebutan gerhana Matahari maupun gerhana Bulan. Dan masih terdapat nama

¹ Muhyiddin Khazin, Kamus Ilmu Falak, (Jogjakarta : Buana Pustaka, 2005), 23

² nama lain Gerhana Matahari dalam istilah astronomi

³ istilah astronomi yang digunakan dalam menyebut Gerhana Bulan

⁴ Muhyiddin Khazin, Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik Edisi Terbaru, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2008), 187

⁵ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pt. Pustaka Rizki Putra, 2012), 105

⁶ Syamsul Anwar, *Interkoneksi Studi Hadis Dan Astronomi* (Yogyakarta: Suara muhammadiyah,2011), 61

nama yang lain untuk penyebutan gerhana di beberapa daerah sesuai dengan istilah penyebutan masing-masing.⁷

Dalam ilmu astronomi, terdapat dua istilah yang biasa digunakan untuk peristiwa tutup menutupinya benda langit. *Pertama*, peristiwa gerhana yang berarti tertutupnya arah pandangan pengamat ke suatu benda langit oleh benda langit yang lainnya yang jaraknya lebih dekat dengan pengamat. Istilah gerhana ini hanya ditujukan khusus pada hubungan tiga benda langit yakni Matahari, Bumi, dan Bulan. Oleh karena itu gerhana bisa terjadi akibat adanya sifat dari pergerakan benda langit berupa Bumi dan Bulan dalam posisinya terhadap Matahari. *Kedua*, terdapat istilah *Okultasi*, adalah peristiwa yang berlangsung ketika suatu objek ditutupi oleh objek lain (benda langit) yang lewat diantara benda yang tertutupi dari pengamat. Makna *Okultasi* lebih luas jika dibandingkan dengan arti gerhana. Sebab pengertian *Okultasi* bisa disandarkan terhadap semua benda langit yang terdapat di semesta. Apabila terdapat salah satu atau lebih dari unsur 3 benda langit (Bumi, Bulan, dan Matahari) tidak terpenuhi maka peristiwa tutup menutupi itu disebut *Okultasi*.

Terdapat dua macam gerhana, yaitu gerhana Matahari dan gerhana Bulan.⁸ gerhana Matahari adalah gerhana ketika kedudukan Bulan terletak antara Bumi dan Matahari. Sehingga posisi Bulan menutupi cahaya Matahari untuk sampai ke Bumi, sehingga sebagian tempat di Bumi tidak memperoleh sinar Matahari.⁹ Sedangkan, gerhana Bulan yaitu ketika Bumi berada diantara Matahari dan Bulan

⁷ Sayful Mujab, *Gerhana antara Mitos, Sains, dan Islam*, (Yudisia Vol.5 No. 1 Juni 2014), 87

⁸ Danang Endarto, *Kosmografi*, (Yogyakarta:Ombak, 2014), 385

⁹ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta : fakultas MIPA Universitas Gajah Mada), 126

pada satu garis lurus atau seluruh piringan Bulan memasuki kerucut bayangan inti Bumi.¹⁰

Gerhana Matahari akan terjadi pada saat *ijtimak*¹¹ (konjungsi) yaitu fase ketika Matahari, Bulan, dan Bumi berhimpun pada garis *ijtimak* (ekliptik longitudinalnya sama) namun tidak semua *ijtimak* terdapat gerhana. Sedangkan gerhana Bulan akan terjadi pada saat *istiqbal*¹² (oposisi) sementara Matahari berada pada jarak bujur astronomi 180° dari posisi Bulan. Akan tetapi tidak semua *istiqbal* dapat ditemui gerhana Bulan.¹³ Bidang ellips lintasan Bumi dengan ekliptika membentuk sudut 0° sebab kedua bidang ini berimpit. Sedangkan, bidang lintasan Bulan dan bidang ekliptika tidak berimpit, melainkan membuat sudut sebesar $5^\circ 8'$. Sehingga tidak setiap *ijtima'* akan terjadi gerhana Matahari, dan tidak setiap *istiqbal* terdapat gerhana Bulan.¹⁴

Gerhana Matahari bisa terjadi 2 sampai 5 kali dalam satu tahun¹⁵, akan tetapi yang dapat menyaksikan gerhana matahari ini hanya beberapa tempat saja, yaitu daerah yang dilewati Matahari yang tengah gerhana. Sedangkan Gerhana Bulan dapat terjadi 2 sampai 3 kali Gerhana Bulan dalam satu tahunnya.

¹⁰Abdul Karim Dan Rifa Jamaluddin Nasir, Mengenal Ilmu Falak, (Yogyakarta: Qudsi Media, 2012), 37

¹¹ *Ijtimak* artinya “kumpul” atau iqtiran artinya bersama, yaitu posisi Matahari dan Bulan sedang berada dalam satu bujur astronomi. Astronom murni biasa menggunakan istilah *ijtimak* untuk pergantian Bulan qomariyah atau new moon. Baca Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak, ...*, 32

¹² *Istiqbal* asrtinya “berhadapan” yaitu peristiwa pada saat Matahari dan Bulan sedang berhadapan atau keduanya mempunyai selisih bujur astronomi sebesar 180° . Pada saat ini Bulan sedng pada phase purnama atau dalam istilah astronominya *oposisi*. . Baca Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak, ...*, 38

¹³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik Edisi Terbaru*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2008), 187

¹⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak, ...*, 188

¹⁵ Hitungan tahun bisa dimaknai dari 1 januari sampai pada 31 desember, namun ada yang memaknai 365 hari seperti halnya 20 januari sampai dengan 19 januari tahun berikutnya.

Dan dapat disaksikan oleh setiap manusia di Bumi, meskipun demikian memungkinkan sama sekali tidak terjadi gerhana Bulan dalam satu tahun.¹⁶

B. Gerhana Dalam Kajian Syar’i

Ilmuwan Falak menjelaskan bahwa gerhana berlaku apabila berlakunya persilangan orbit Bumi, Bulan dan Matahari.¹⁷ Sesuai dengan firman Allah dalam Surat Yasin ayat 40:

لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ

18(٤٠)

“Tidaklah mungkin bagi Matahari mendapatkan Bulan dan malampun tidak dapat mendahului siang. Dan masing-masing beredar pada garis edarnya.”(QS.Yasin:40)

Ayat diatas menjelaskan bahwa pengaturan dan ketetapan Allah terhadap benda-benda alam merupakan *sunnatullah*, maka tidak mungkin apabila Matahari dan Bulan bertabrakan. Tidak mungkin juga malam mendahului siang. Semua benda langit berjalan sesuai dengan garis edar masing-masing yang telah ditetapkan-Nya.¹⁹ Imam Zamakhsyari menafsirkan alasan mengapa “Matahari tidak mendapatkan Bulan” dan “malam tidak dapat mendahului siang”. Sebab, Matahari berputar pada orbitnya dapat sempurna setelah menempuh waktu selama 1 tahun (365,5 hari), sedangkan Bulan berputar secara sempurna membutuhkan waktu selama 1 Bulan (29,5 hari). Oleh karna itu Matahari digambarkan sebagai

¹⁶ Muhyiddin Khazin, Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik Edisi Terbaru, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2008), 188

¹⁷ Mohammad Faizal, *Muzakirah Ilmu Falak*, (2011), 83

¹⁸ Departemen Agama RI, Al-Quran dan Terjemahnya, (Jawa Barat : Diponegoro,2005), 353

¹⁹ Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Direktorat Urusuan Agama Islam dan Pembinaan Syari’ah, *Al-Qur’an dan Tafsirnya*, Jilid VIII (Jakarta : PT. Sinergi Pustaka Indonesia, 2012), 226

idrak' (pengejar) akibat perputarannya yang lambat. Sedangkan Bulan sebagai *sabaq* (mendahului) karna waktu rotasinya.²⁰ Sedangkan menurut Muhammad Basil al- Ta'1 dalam bukunya *Khalqu al-Kauni: Baina al-Ilm wa al-Iman*, ayat di atas merupakan petunjuk yang sangat jelas bahwa Bulan dan Matahari beredar sesuai dengan orbit masing-masing.

Gerhana adalah peristiwa alam yang terjadi beberapa kali setiap tahun. Gerhana disebut sebagai bagian dari tanda-tanda kebesaran Allah.²¹ Sebagaimana yang tercantum dalam firman Allah Surat Yunus ayat 5 :

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ (٥)²²

“ Dialah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan Bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui” (QS. Yunus:5)

Ada dua macam gerhana, yaitu gerhana Matahari yang dalam fikih disebut *kusuf* dan gerhana Bulan yang disebut *khusuf*.²³ Dalam hadis-hadis Rasulullah saw, gerhana Matahari lebih banyak disebut dibandingkan dengan gerhana Bulan. Meskipun terjadinya gerhana Matahari itu lebih banyak jika dibandingkan dengan gerhana Bulan. Tetapi bagi di sebagian tempat lebih banyak sering melihat

²⁰ Mohammad Faizal, *Muzakirah Ilmu Falak*, (2011), 83

²¹ Saleh Al-Fauzan, *Fiqh Sehari-Hari*, (Gema Insani: Jakarta, 2006), 211

²²Departemen Agama RI, *Al-Quran dan Terjemahnya*, (Jawa Barat : Diponegoro,2005), 166

²³ Majelissuatu benda langit Tarjih Dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, (Yogyakarta, Majelis Tarjih Dan Tajdid Pp Muhammadiyah, 2009), 95 Cet. 2

gerhana Bulan daripada gerhana Matahari.²⁴ Sebab gerhana Bulan dapat dilihat disemua tempat yang pada waktu itu Bulan berada diatas ufuknya, sedangkan gerhana Matahari tidak.²⁵

Gerhana juga merupakan salah satu wujud peringatan ancaman dari Allah SWT. Bahwa tiada lain yang harus disembah kecuali Allah SWT. Sehingga ketika terjadi gerhana kita disunahkan untuk salat gerhana, memperbanyak baca istighfar, sedekah dan lebih mendekatkan diri kepada Allah SWT. Sebagaimana hadis Qabisah tentang gerhana sebagai berikut :

عن قبيصة الهلالي رضي الله عنه حدثهم قال : كسفت الشمس على عهد رسول الله صلى الله عليه وسلم حتى بدت النجوم وانا يومئذ با لمدينة , فخرج رسول الله صلى الله عليه وسلم , فصلى بنا فاء طال الصلاة فلما فرغ قال : ان كسوف الشمس والقمر تخويف من الله عزوجل ان رايتموه فصلوا مثل احدث صلاة صليتموها²⁶ . (رواه ابوداود والبيهقي واه بونعيم واللفظ له)

“Dari Qabisah al-Hilali r.a., ia meriwayatkan kepada mereka dengan mengatakan: pada masa Rasulullah SAW terjadi gerhana Matahari sehingga muncul bintang-bintang dan saya waktu itu ada di Madinah. Maka Rasulullah SAW keluar, lalu mengimami salat bersama kami dengan lama sekali. Ketika selesai, beliau bersabda: Sesungguhnya gerhana Matahari dan Bulan adalah peringatan ancaman dari Allah Yang Maha Perkasa dan Maha Agung. Jika kamu melihat gerhana, maka lakukanlah salat seperti salat terakhir yang kamu lakukan. (HR. Abū Dāwūd, al-Baihaqī, dan Nu’aim; lafal di atas adalah lafal Abū Nu’aim)”²⁷

²⁴ K.R. Muhammad Wardan, *Kitab Ilmu Falak Dan Hisab*, (Yogyakarta : Koleksi Jogja Astro Club (Jac), 1957), 53-54

²⁵ Jean Meeus, *Algoritma Astronomi*, Di Terjemahkan Oleh Dr. Ing Khafid Sebgai Modul Kuliah Astronomi,(Semarang: Uin Walisongo Semarang.) Bab 52, 294

²⁶ Abū Dāwūd, *Sunan Abi Dawud*, edisi Muhammad ‘Abd al- Aziz al- Khalidi, cet. ke-3 (Beirut: Dār al-Kutub al- ‘Ilmiyyah, 1428/2007), 194

²⁷Syamsul Anwar, *Interkoneksi Studi Hadis dan Astonomi*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011), 162

Hadis lain yang berisi perintah sunnah salat gerhana adalah hadis riwayat Bukhari dari Abu Bakrah, sebagai berikut :

حدثنا عمرو بن عون قال : حدثنا خالد عن يونس عن الحسن عن ابي بكره قال
 كان عند رسول الله صلى الله عليه وسلم فا نكشفت الشمس فقام النبي صلى الله
 عليه وسلم يجر رداءه حتى دخل المسجد فدخلنا فصلى بنا ركعتين حتى انجلت
 الشمس , فقال صلى الله عليه وسلم ان الشمس و القمر لا ينكسفان لموت احد فاذا
 رايتوهما فصلوا وادعوا حتى ينكسف ما بكم (رواه البخارى)²⁸

“Telah menceritakan kepada kami ‘Amru bin ‘Aun berkata, telah menceritakan kepada kami Khalid dari Yunus dari Al-Hasan dari Abu Bakrah berkata, “ kami pernah duduk- duduk bersama Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam lalu terjadi gerhana Matahari. Maka Nabi shallallahu ‘ailaihi wasallam berdiri menjulurkan selendangnya hingga masuk ke dalam masjid, kamipun ikut masuk ke dalam Masjid, beliau lalu mengimami kami salat dua rakaat hingga Matahari kembali nampak bersinar. Setelah itu beliau bersabda: “Sesungguhnya Matahari dan Bulan tidak akan mengalami gerhana disebabkan karena matinya seseorang. Jika kalian melihat gerhana keduanya, maka dirikanlah salat dan banyaklah berdoa hingga selesai gerhana yang terjadi pada kalian.”²⁹

Hadis di atas menjelaskan bahwa peristiwa gerhana tidak ada kaitannya dengan kelahiran atau kematian seseorang. Akan tetapi sebagai salah satu bukti tanda kebesaran Allah. Maka sangat dianjurkan/ disunnahkan (*muakkad*) untuk melaksanakan salat gerhana. Salat sunnah gerhana ini hanya berlaku bagi daerah-

²⁸ Abi ‘Abdillah Muhammad bin Isma’il, *Shahih al- Buhori*, Juz 1, (Indonesia : Maktabah Dahlan), 403

²⁹ Ahmad Ali, *Kitab Shahih al-Bukhari dan Muslim*, (Jakarta: Alita Aksara Media, cet 1, 2013),

daerah yang sedang mengalami gerhana. Untuk daerah yang tidak terkena gerhana maka tidak perlu melakukan salat sunnah gerhana.³⁰

C. Gerhana Perspektif Astronomi

Bumi, Bulan dan Matahari binmempunyai 2 jenis gerakan yaitu gerak rotasi³¹ dan gerak revolusi.³² Gerak rotasi Bumi yaitu gerak putar Bumi pada porosnya. Sebagaimana pengertian gerak rotasi Bumi, Bulan dan Matahari juga mempunyai gerak rotasi. Pada waktu yang bersamaan Bulan mengelilingi Bumi yang disebut revolusi Bulan dan Bumi beredar mengelilingi Matahari atau disebut juga revolusi Bumi, dan Matahari berputar mengelilingi Galaksi Bimasakti. Lama Bumi mengelilingi Matahari adalah satu tahun atau tepatnya 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik (356,24220 hari). Lama Bumi berputar pada sumbunya rata-rata 24 jam (sehari semalam). Perjalanan keliling Bumi mengitari Matahari itu bentuknya elips. Jarak terjauh Bulan dari pusat Bumi adalah 406.700 km dan terdekat adalah 356.400 km.³³

1. Gerhana Matahari dan Jenis-Jenisnya

Meskipun ukuran Bulan lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran Bumi, namun bayangan Bulan mampu melindungi cahaya Matahari sepenuhnya karena Bulan dengan jarak rata-rata 384.400 km

³⁰ Tim Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Pedoman*, ...95

³¹Rotasi adalah perputaran benda langit pada porosnya. Misalnya perputaran Bumi pada porosnya yang memerlukan waktu sehari semalam atau sekitar 24 jam. . Baca Muhyiddin Khazin, *iKamus Ilmu Falak*,..., 69

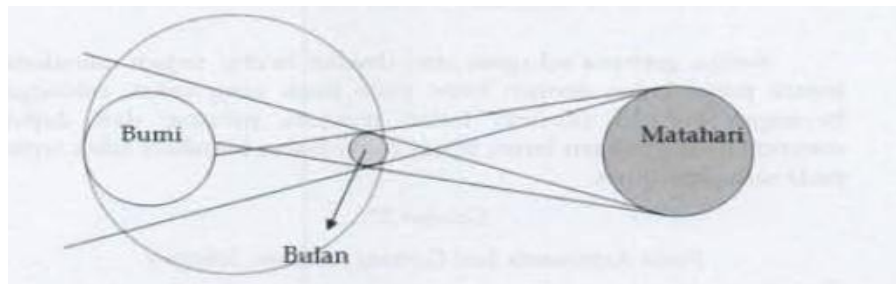
³²Revolusi adalah gerak suatu benda langit mengelilingi benda langit lainnya. Misalnya gerak reovlusi Bumi terhadap Matahari yang lamany satu Bulan. Baca Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*,..., 69

³³ UPT Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, *Perjalanan Mengenal Astronom*, (Bandung : ITB,1995), 31

adalah lebih dekat kepada Bumi berbanding Matahari yang mempunyai jarak rata-rata 149.680.000 km.

Gambar 2.1

Posisi Astronomis Pada Saat Gerhana Matahari.³⁴



Gerhana Matahari ini hanya dapat terjadi ketika Bulan mati atau “*Ijtimak*” serta posisi Matahari dan Bulan berada disekitar titik sampel (titik aries)³⁵. Namun perlu digaris bawahi bahwa tidak semua ijtimak dapat ditemui gethana Matahari. Gerhana Matahari dapat dibagi menjadi tiga yaitu, *pertama* Gerhana total atau sempurna atau kully, terjadi mankala antara posisi Bulan dengan Bumi pada jarak yang dekat, sehingga bayangan kerucut (umbra) Bulan menjadi panjang dan dapat menyentuh permukaan Bumi, serta Bumi-Bulan-Matahari pada satu garis lurus.³⁶ *Kedua*, Gerhana Matahari cincin atau *halqiy*, manakala posisi antara Bulan dengan Bumi pada jarak yang jauh, sehingga bayangan umbra Bulan menjadi pendek dan tidak dapat menyentuh permukaan Bumi, serta Bumi-Bulan-Matahari pada satu garis lurus. Ketika itu diameter Bulan lebih kecil daripada diameter Matahari, sehingga ada bagian tepi piringan Matahari

³⁴ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*...., 113

³⁵ Abdul Karim Dan Rifa Jamaluddin Nasir, *Mengenal Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Qudsi Media, 2012), 37

³⁶ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*...., 113

yang terlihat dari Bumi. *Ketiga*, Gerhana Matahari sebagian atau *ba'dliy*, terjadi manakala antara posisi Bulan dengan Bumi pada jarak yang dekat, sehingga bayangan umbra Bulan menjadi panjang dan dapat menyentuh permukaan Bumi, tetapi Bumi-Bulan-Matahari tidak tepat pada satu garis lurus.³⁷

Menurut Rinto Anugraha dalam bukunya yang berjudul *Mekanika Benda Langit*, jenis gerhana secara umum ada 6 tipe, sebagai berikut .³⁸

- a. Tipe P: tipe gerhana Matahari parsial, yaitu terjadinya gerhana ketika hanya sebagian umbra Bulan yang mengenai Bumi.
- b. Tipe T: tipe gerhana Matahari total, yaitu gerhana sentral ketika kerucut umbra seluruhnya mengenai Bumi. Ketika sedang terjadi gerhana Matahari total, sumbu bayangan Bulan mengenai permukaan Bumi. Sehingga terdapat istilah garis sentral dimana garis ini menghubungkan pusat cakram Bulan ke pusat cakram Matahari.
- c. Tipe A : tipe gerhana cincin yaitu gerhana sentral yang mana perpanjangan kerucut umbra mengenai Bumi. Disebut gerhana cincin karena penampakan gerhana berbentuk cincin.
- d. Tipe A-T : tipe cincin-total yaitu gerhana sentral dimana sebagian gerhana berupa gerhana total sedang sebagian lainnya berupa gerhana cincin.

³⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis...*, 113-114

³⁸ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta : jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, 2012), 126-127

- e. (T) : gerhana non sentral total, yaitu ketika hanya sebagian dari kerucut umbra yang mengenai permukaan Bumi (yaitu di daerah kutub), tetapi sumbu kerucut umbra tidak mengenai permukaan Bumi, sehingga gerhana ini bukan gerhana sentral.
- f. (A): gerhana non-sentral cincin, ketika hanya sebagian dari perpanjangan kerucut umbra yang mengenai (yaitu di daerah kutub), tetapi sumbu kerucut umbra tidak mengenai permukaan Bumi.

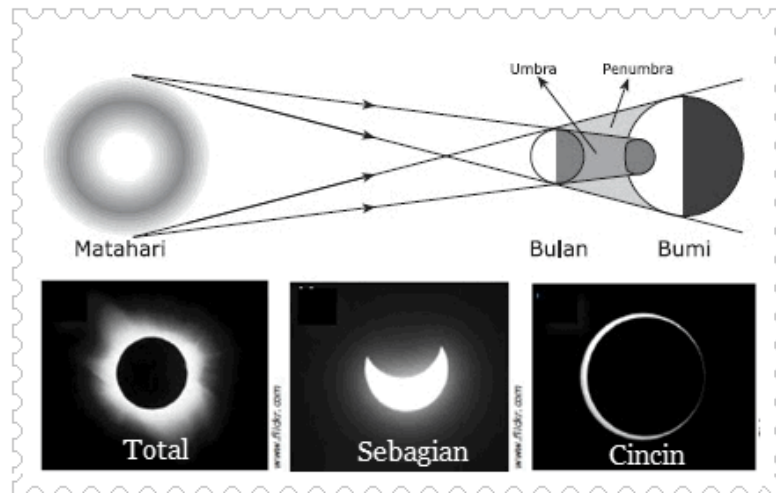
Dari beberapa jenis gerhana di atas, gerhana yang paling sering muncul atau dapat disaksikan adalah gerhana tipe a,b, c, ketika gerhana Matahari bukan gerhana sentral, maka gerhana yang mayoritas sedang terjadi adakah gerhana parsial (sebagian)³⁹

Jenis-jenis gerhana ini dapat bervariasi akibat adanya jarak Bumi dan Bulan yang tidak selalu sama. Sehingga panjang kerucut umbra juga dapat bervariasi sesuai dengan jarak Bulan dan Bumi yang berubah-ubah. Akibatnya luas area yang tertutupi gerhana selalu berbeda-beda dan memunculkan adanya gerhana total, gerhana sebagian, penumbra dan sebagainya.

³⁹ Sayful Mujab, *Gerhana antara Mitos, Sains, dan Islam*, (Yudisia Vol.5 No. 1 Juni 2014), 87

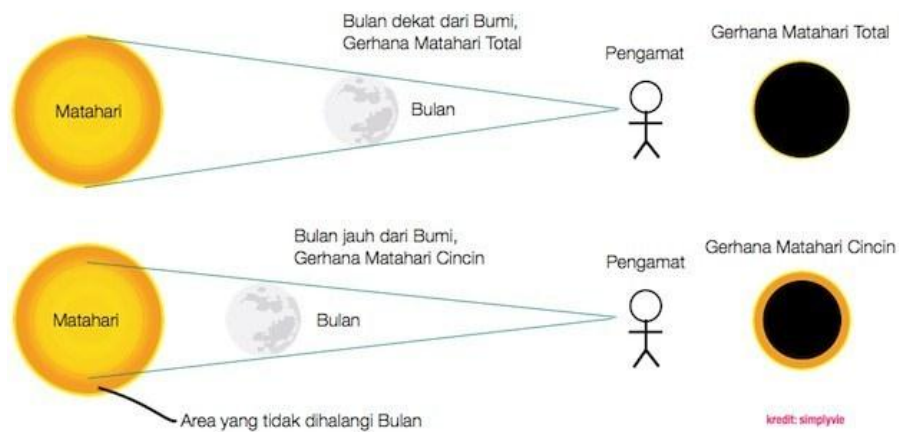
Gambar 2.2

Jenis-jenis Gerhana sesuai gambar bentuknya ⁴⁰



Gambar 2.3

Geometri Gerhana Matahari jika dilihat dari pengamat⁴¹



Berbeda dengan gerhana Bulan yang aman untuk mata manusia, untuk dapat menyaksikan gerhana Matahari seseorang penting

⁴⁰ Lihat gambar <http://materimateriajar.blogspot.com/2015/03/Gerhana-Bulan-dan-Gerhana-Matahari.html> diakses pada 10 Februari 2020 pukul 11:56 WIB

⁴¹ Lihat gambar <https://langitselatan.com/2014/04/28/mengenal-Gerhana-Matahari/> diakses pada 10 Februari 2020 pukul 08:43 WIB

menggunakan alat untuk dapat menyaring cahaya. Sebab ketika terjadi gerhana Matahari sebagian atau gerhana total yang masih dalam masa perjalanan atau ketika gerhana total hendak menuju usai, cahaya yang muncul dari sisi piringan Bulan sangat berbahaya bagi retina. Terlebih ketika gerhana total telah selesai, mata tadinya terbiasa dengan suasana gelap kemudian terkena cahaya Matahari yang sangat kuat, maka dapat membakar retina dan memungkinkan kebutakan mata.⁴²

2. Gerhana Bulan dan Jenis-jenisnya

Gerhana Bulan terjadi apabila Bulan memasuki kerucut bayangan Bumi.⁴³ Umumnya daerah Bumi yang dapat menyaksikan gerhana Bulan adalah separuh Bumi yang sedang memasuki waktu malam. Gerhana Bulan dapat disaksikan dengan mata telanjang karna pada dasarnya cahaya yang dipantulkan Bulan adalah hasil dari pantulan sinar Matahari. Gerhana Bulan akan terjadi pada saat Bulan purnama namun tidak semua purnama terdapat gerhana Bulan, artinya gerhana Bulan terjadi ketika Bulan tengah berposisi dengan Matahari. Sehingga cahaya Matahari terhalang oleh Bumi dan tidak sampai ke Bulan seperti gambar berikut ini:⁴⁴

Bayangan yang dibentuk oleh Bumi mempunyai dua bagian yaitu, pertama bagian yang paling luar, yang disebut dengan bayangan

⁴² UPT Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, *Perjalanan Mengenal Astronom*, ...,36

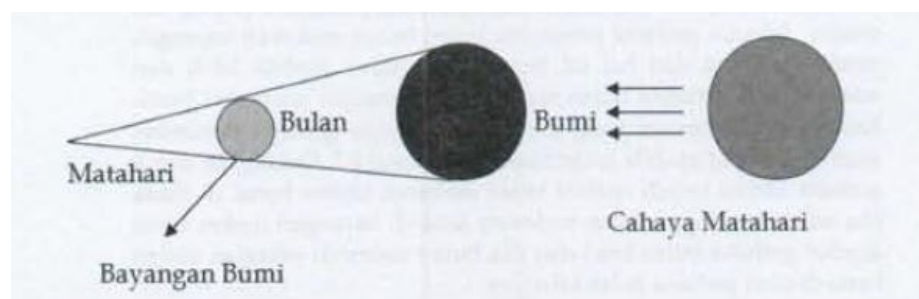
⁴³ UPT Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, *Perjalanan Mengenal Astronom*., 34

⁴⁴ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pt. Pustaka Rizki Putra, 2012), 110

*penumbra*⁴⁵ atau bayangan yang semu (bayangan ini tidak terlalu tidak gelap) dan bagian paling dalam yang disebut dengan bayangan *umbra*⁴⁶ atau bayangan inti. Karena bentuk lingkaran Matahari lebih besar daripada lingkaran Bumi sehingga bayangan umbra Bumi membentuk Kerucut.⁴⁷

Gambar 2.4

Posisi Astronomis Pada Saat Gerhana Bulan.⁴⁸



Pada bayangan *penumbra* hanya sebagian piringan Matahari yang ditutupi oleh Bumi. Sedangkan pada bayangan *umbra* seluruh piringan Matahari tertutup oleh Bumi, sehingga ketika Bulan melewati *Umbra* Bulan akan terlihat gelap karena cahaya Matahari yang masuk ke Bulan dihalangi oleh Bumi. Fenomena ini dikenal dengan gerhana Bulan total.⁴⁹ Sedangkan, gerhana Bulan sebagian terjadi apabila tidak seluruh bagian Bulan memasuki daerah umbra, atau Bulan hanya masuk pada daerah penumbra. Kemudian terdapat jenis gerhana Bulan, yakni gerhana Bulan penumbra. Gerhana Bulan penumbra terjadi ketika Bumi berada diantara Matahari dan Bulan dan pada kerucut luar (*penumbra*),

⁴⁵ Bayang-Bayangan Yang Samar Di Sekeliling Umbra

⁴⁶ Bagian Kerucut Bayangan Gelap Bulan Dan Bumi Di Belakang Langit Itu Terhadap Matahari. Dalam Umbra Kita Tidak Dapat Sama Sekali Melihat Matahari.

⁴⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Pustaka Rizki Putra, 2012), 107

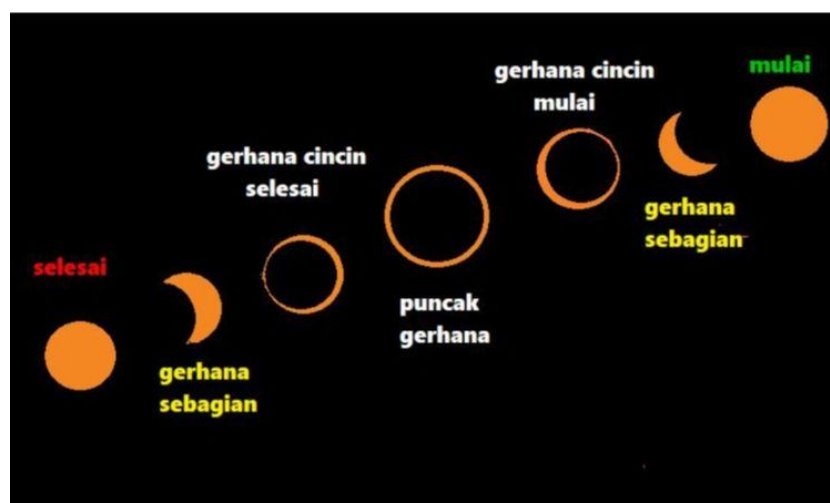
⁴⁸ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, ..., 107

⁴⁹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, ..., 108

namun tidak sampai memasuki kerucut dalam (umbra). Gerhana penumbra ini sangat sulit untuk dideteksi secara visual, kecuali ketika magnitudenya melebihi 0,7.⁵⁰ Berikut merupakan fase terjadinya gerhana.

Gambar 2.5

Fase Terjadinya Gerhana Bulan⁵¹



Ilustrasi tahapan fase gerhana Matahari cincin.
(Sumber: Pussainsa LAPAN)

Menurut Jean Meeus⁵² terdapat tiga jenis gerhana Bulan, sebagai berikut⁵³ :

1. Gerhana Bulan total, yaitu gerhana Bulan ketika Bulan melewati seluruh kerucut umbra Bumi
2. Gerhana Bulan parsial, yaitu gerhana Bulan ketika Bulan melewati sebagian kerucut umbra Bumi.

⁵⁰ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta : Universitas Gajah Mada) PDF. , 127

⁵¹ Lihat gambar <https://www.kompas.com/tren/read/2019/12/23/131106665/kaleidoskop-2019-Gerhana-yang-bisa-disaksikan-di-indonesia?page=all> diakses pada 10 Februari 2020 Pukul 08:45 WIB

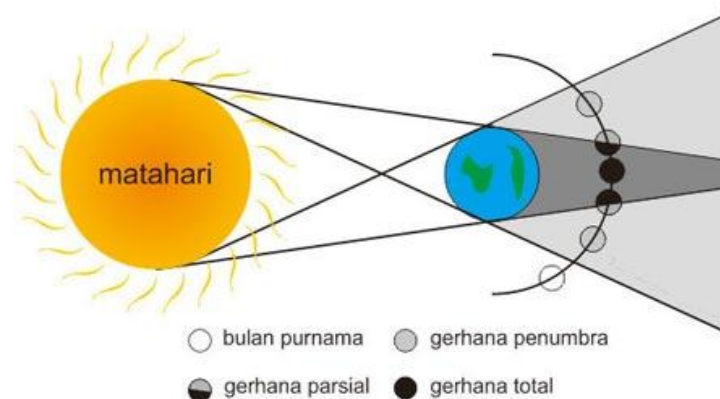
⁵² Jean Meeus merupakan seorang ahli astronomi Belgia. Di antara karyanya “*Astronomical Formulae For Calculator*”, pertama kali diterbitkan pula oleh Willmann-Bell, Inc, Virginia, tahun 1978 dan bukunya yang berjudul “*Astronomical Algorithms*” diterbitkan oleh Willmann-Bell, Inc, Virginia tahun 1991

⁵³ Jean meeus. *Mathematical Astronomy Morsels*, (Virginia: Willman-Bell, Inc., 1997), 43

3. Gerhana Bulan penumbra yaitu gerhana Bulan ketika Bulan melewati kerucut penumbra tapi tidak menyentuh atau sampai pada kerucut umbra. Terdapat istilah lain dalam penyebutan gerhana penumbra yaitu gerhana warna. Gerhana warna menurut Baharuddin Zainal⁵⁴ dalam bukunya *Ilmu Falak Edisi Kedua* yaitu ketika Bulan hanya memasuki kawasan penumbra. Bagi pengamat di Bumi, permukaan Bulan yang sedang mengalami gerhana penumbra akan berubah warna dari yang putih ke warna sedikit buram. Yang disebabkan oleh faktor cuaca dan kekuatan cahaya saat purnama. Sehingga perubahan warna ini sulit diamati dengan mata telanjang.⁵⁵ Gerhana penumbra hampir tidak dapat dideteksi secara visual, kecuali jika magnitudnya lebih besar daripada 0,7.⁵⁶

Gambar 2.6

Gambar penampakan Gerhana Bulan sesuai dengan posisi letak Bulan⁵⁷



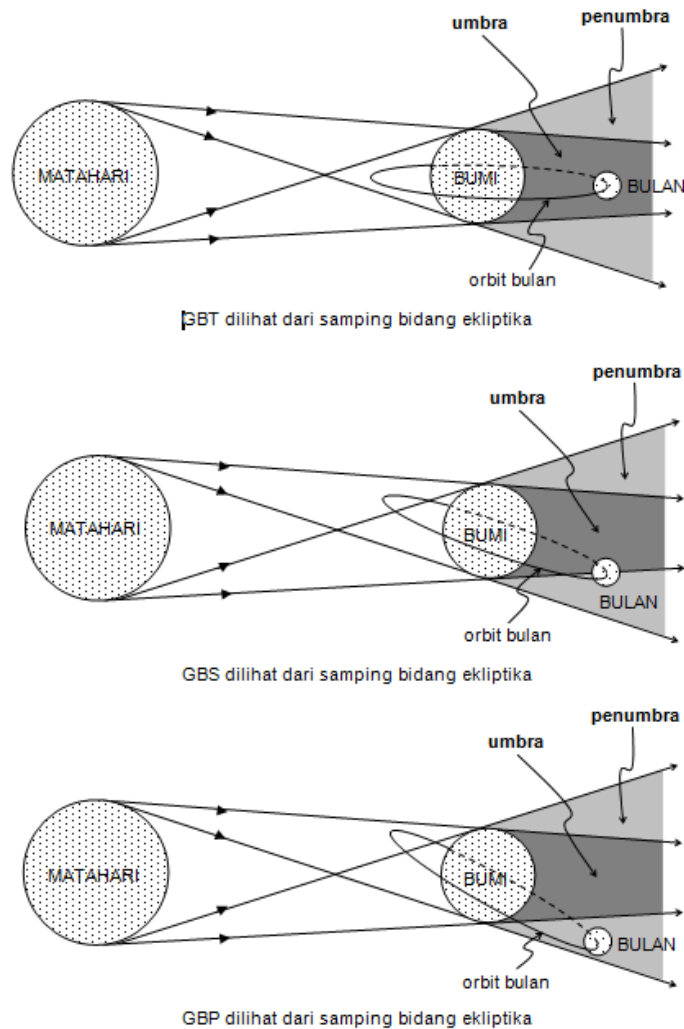
⁵⁴ Baharuddin Zainal merupakan seorang penyair asal Malaysia lahir pada 22 mei 1939, selain itu Baharuddin jgambaruga seorang penulis dan kritikus, salah satu karyanya adalah buku "*Ilmu Falak*" lanjut baca https://id.wikipedia.org/wiki/Baharudin_Zainal diakses pada 11 februari 2020 pukul 08:32

⁵⁵ Baharuddin Zainal, *Ilmu Falak Edisi Kedua*, (Malaysia: Dawama,2004), .88

⁵⁶ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta : Universitas Gajah Mada) PDF. , 127

⁵⁷ Lihat gambar <http://jogjaupdate.com/jenis-jenis-Gerhana-Bulan/> diakses pada 10 Februari 2020 Pukul 09:03 WIB

Gambar 2.7
Gambar Geometri Gerhana Bulan⁵⁸



D. Metode Penentuan Gerhana

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, menjadikan manusia dapat memprediksi kapan fenomena gerhana akan terjadi. Telah banyak karya buku, atau kitab yang menjelaskan tentang metode-metode penentuan gerhana, mulai dari langkah perhitungan hingga prosedur pelaksanaan observasi. Sehingga manusia dapat memprediksi kapan waktu terjadinya hingga jenis gerhana yang

⁵⁸ Lihat gambar <https://rachmanabdul.wordpress.com/2011/12/07/Gerhana-Bulan-dan-Matahari/> diakses pada 10 Februari 2020 pukul 12:01 WIB

akan terjadi dengan metode yang bervariasi, sehingga menghasilkan tingkat akurasi yang berbeda-beda.

Dalam buku *Astronomical Algorithms* terdapat 3 faktor yang dapat menjadi kriteria penting untuk menentukan terjadinya gerhana serta macam-macam jenisnya. 3 faktor tersebut adalah Argument Lintang Bulan (F), *Magnitudo*⁵⁹ (u), *Gamma*⁶⁰ (y).

Nilai Argument Bintang (F) dapat memberikan informasi pertama apakah terdapat gerhana atau tidak. Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Jika hasil selisih F dengan 180° kurang dari $13^\circ.9$, maka sudah pasti terdapat gerhana
2. Jika hasil selisih F dengan 180° lebih dari $21^\circ.0$, maka tidak terdapat gerhana
3. Jika hasil selisih F dengan 180° di antara $13^\circ.9$ sampai $21^\circ.0$, maka dapat dipastikan terdapat gerhana apabila hasil mutlak $\sin F < 0.36$.⁶¹

Selanjutnya, Setelah mengetahui nilai Argument Bintang, selanjutnya nilai *Gamma* (y) akan membantu menentukan apakah gerhana yang tengah terjadi merupakan gerhana sentral atau tidak. Selain itu nilai *Gamma* juga dapat menentukan apakah gerhana yang sedang berlangsung merupakan gerhana tipe parsial atau cincin. Terakhir, nilai *Magnitudo* (u) merupakan lanjutan dari gerhana sentral.

⁵⁹ *Magnitudo* (*Qadr Nur*) adalah skala atau kadar terang-tidaknya suatu cahaya atau sinar benda langit. Yaitu luas bagian permukaan suatu benda langit yang tidak tertutupi oleh benda langit lainnya kalau dilihat dari Bumi, contohnya ketika terjadi Gerhana. Baca Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak, ...*, 66

⁶⁰ Dalam kasus Gerhana Matahari *Gamma* mempresentasikan jarak terdekat dari sumbu bayangan Bulan ke pusat Bumi, dalam satuan radius ekuator Bumi. Nilai kuantitas *Gamma* (y), dapat positif atau negatif tergantung pada sumbu jalur bayangan utara atau selatan dari pusat Bumi. Baca Jean Meeus, *Astronomical Algorithms, ...*, 295

⁶¹ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, (Virginia: Willman Bell., Inc, 1991), 294

Dalam kasus gerhana Matahari mempunyai ketentuan sebagai berikut :

a. Gamma (γ)

- a. Jika nilai $|\gamma|$ antara 0.9972 dan $1.5433 + u$, maka bukan gerhana sentral, kebanyakan adalah gerhana parsial.
- b. Jika nilai $|\gamma|$ antara 0.9972 dan 1.0260, maka bagian kerucut umbra mungkin menyentuh permukaan Bumi (di daerah kutub)
- c. Jika nilai $|\gamma|$ lebih besar dari 0.9972 dan $|\gamma|$ lebih kecil dari $0.9972 + |u|$, maka gerhana annular atau total non sentral.
- d. Jika nilai $|\gamma| > 1.5433 + u$, maka gerhana tidak terlihat dari permukaan Bumi.⁶²

b. Magnitudo (u)

- a. Jika nilai (u) < 0 , maka gerhana tersebut adalah gerhana total
- b. Jika nilai (u) > 0.0047 , maka gerhana Annular
- c. Jika nilai (u) antara 0 dan $+ 0.0047$, bisa gerhana Annular atau Annular-Total.⁶³

Kemudian, untuk menentukan *magnitudo* gerhana Bulan dapat ditentukan dengan percobaan kedua rumus sebagai berikut⁶⁴ :

$$\text{Untuk Gerhana penumbra} = \frac{1.5573 + u - |\gamma|}{0.5450}$$

$$\text{Untuk Gerhana Umbra} = \frac{1.0128 - u - |\gamma|}{0.5450}$$

⁶² Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*,...351

⁶³ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*,..., 296

⁶⁴ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*,..., 297

Dari hasil rumus di atas, jika hasil Magnitudonya negatif (-) maka menunjukkan tidak terdapat gerhana di daerah tersebut. Sehingga rumus tersebut dapat menghasilkan ketentuan untuk jenis-jenis gerhana Bulan, sebagai berikut :

- a. Jika hasil hisab *magnitudo* gerhana umbra positif dan memiliki nilai 1 atau lebih maka terjadi gerhana total
- b. Jika hasil hisab *magnitudo* gerhana umbra positif memiliki nilai kurang dari 1 maka terjadi gerhana Bulan sebagian
- c. Jika hasil hisab *magnitudo* gerhana umbra negatif dan hasil hisab *magnitudo* gerhana penumbra positif maka yang terjadi adalah gerhana penumbra
- d. Jika hasil hisab *magnitudo* gerhana umbra negatif dan hasil hisab *magnitudo* gerhana penumbra negative maka tidak terjadi gerhana.⁶⁵

⁶⁵ Alamulyaqin, *Skripsi*, Algoritma Hisab Gerhana Bulan Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit, (Semarang: UIN Walisongo,2017), 75-76

BAB III

VOLVELLE INOVASI INSTRUMEN PRAKTIS PENENTU GERHANA

A. Profil Intelektual Philippe De La Hire

Philippe De La Hire lahir 18 Maret 1640 di Paris. Philippe adalah seorang yang beragam katolik, putra dari Laurent De La Hyre dan Marguerite Coquin. Ayahnya merupakan seorang pelukis terkenal pada saat itu, satu masa dengan Poussin¹ atau Philippe de Champaigne.² Beberapa lukisan Laurent de la hire pun dipajang di Museum Louvre dan Katedral Notre Dame, Paris. Selain itu juga sering mendapat perintah melukis di istana dan gereja. Menurut Zbynek SIR³, Marguerite Coquin berasal dari latar belakang Borjuis di paris, meninggal pada tahun 1669.⁴

Philippe memiliki empat saudara (dua perempuan dan dua lelaki). Philippe menjadi putra tertua dari Laurent dan Marguerite. Satu diantara empat saudaranya merupakan seorang pengacara pengadilan, sehingga kondisi keuangan keluarga terucukupi.⁵

Berada di lingkungan yang kental akan seni dan sains membuat Philippe tumbuh dengan karir ilmiah yang bagus. Philippe merupakan seorang

¹ Nicolas Poussin adalah seorang pelukis Prancis, perintis dan praktisi terbesar seni lukis klasik Prancis abad ke-17. Pelukis-pelukis klasik seperti Jacques Louis David dan Paul Cezanne menjadikan Poussin sebagai sumber inspirasi lukis. Ia menghabiskan sebagian besar waktunya di Roma, dan kembali ke Prancis sebagai Pelukis pertama untuk raja. Baca https://id.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Poussin diakses pada 3 Maret 2020 Pukul 12:10

² Zbynek SIR, *Les sections coniques chez Philippe de La Hire*, These en co-tutelle, Paris, 2002, 7

³ Zbynek SIR merupakan seorang matematikawan lahir pada 7 September 1971, Pemilik penelitian tentang *Les sections coniques chez Philippe de La Hire* yang diujikan pada tahun 2002 di Paris. lihat <http://www.karlin.mff.cuni.cz/~sir/> diakses pada 3 Maret 2020 Pukul 11:57

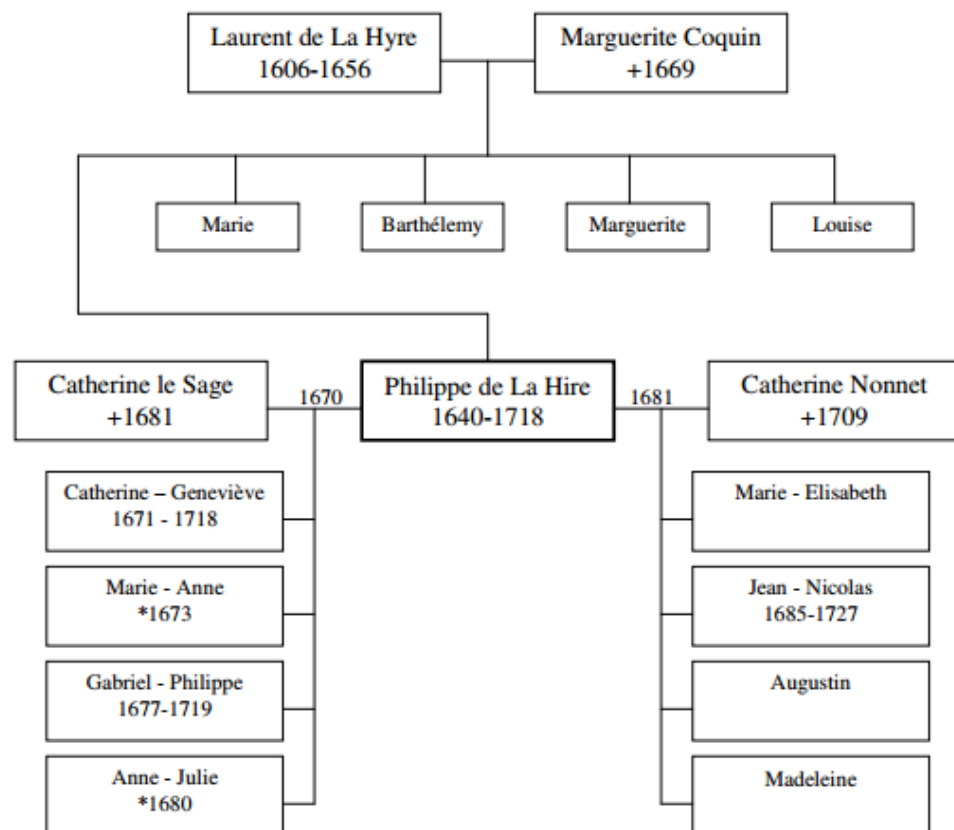
⁴ Zbynek SIR, *Les Sections Coniques Chez Philippe de La Hire*, These en co-tutelle, Paris, 2002, 18

⁵ Zbynek SIR, *Les Sections...* 20

matematikawan dan masuk dalam anggota Academie de Sciences di Paris. Sehingga banyak karya –karya Philippe yang diterbitkan. Salah satunya adalah buku yang membahas tentang gerhana, bagaimana menggunakan tabel-tabel serta pemecahan masalah perhitungan gerhana yang berjudul “*Tabulae Astronomicae*”. Edisi pertama diterbitkan pada tahun 1687, kemudian edisi keduanya menyusul pada tahun 1702 dan telah dicetak ulang pada tahun 1727.⁶

Gambar 3.1

Susunan keturunan Philippe



⁶ Zbynek SIR, *Les Sections*, 17

Ayah Philippe meninggal pada saat Philippe berusia 16 atau 17 tahun. Kemudian pada tahun 1660 philippe memutuskan untuk pergi ke Venesia, Italia. Menurut Fontenelle⁷, selama 4 tahun tersebut Philippe memantapkan pilihannya untuk belajar matematika terutama materi bagian kerucut. Kemudian philippe berkeliling italia untuk memperluas pengetahuan matematikanya⁸

Setelah empat tahun di Italia, Philippe kembali ke Paris dan menikah dengan Catherine pada tahun 1670. Dari pernikahannya tersebut Philippe memiliki delapan anak.⁹ Selama di Paris Philippe menjalin hubungan kerja sama dengan Abraham Bosse. Abraham Bosse adalah seorang pengukir terkenal di Paris, Bosse dan Philippe berkolaborasi dalam menghasilkan karya seni arsitektur. Keahlian matematika yang dimiliki Philippe sangat membantu dalam landasan teori karya arsitekturnya. Hal ini, semakin menumbuhkan minat belajar Philippe dalam bidang astronomi, pemotongan batu, bidang kerucut dan pemotongan batu.¹⁰ Sehingga pada tahun 1673 karya pertama Philippe mulai dikenalkan, karya tersebut adalah “*Nouvelle Methode*” yang artinya metode baru.

Setelah munculnya karya pertama *Nouvelle Methode* Philippe semakin produktif dalam menghasilkan karya. Tak heran jika beberapa tahun setelah Ia

⁷ Bernard Le Bovier de Fontenelle adalah seorang penulis Prancis dan anggota berpengaruh dari tiga akademi di Institut de France. Lahir pada 11 Februari 1657 dan meninggal pada 9 Januari 1757, Paris, Prancis. Baca https://en.wikipedia.org/wiki/Bernard_Le_Bovier_de_Fontenelle diakses pada 3 Maret 2020 pukul 17: 50 WIB

⁸ Zbynek SIR, *Les Sections*, 10

⁹ Zbynek SIR, *Les Sections* 12

¹⁰ Karl- Eugen Kurer, *The History of the Theory of Structures*, (Germany: Ernst dan Sohn Verlag fiir Architektur und technische, 2008), 743

mulai mendapatkan berbagai macam penghargaan atas karyanya tersebut. Menurut Zbynek, pada saat awal perintisan karya pertama, Philippe juga menjalin hubungan baik dengan Picard¹¹. Philippe juga pernah membuat pamphlet untuk ditujukan kepada Colbert¹². Berkat keahlian dan hubungan yang Philippe jalin pada tahun 1678 ia masuk dalam anggota Akademi Ilmu Pengetahuan. Philippe melakukan pengamatan untuk membangun peta baru Prancis. Ditemani oleh Picard, Philippe menjelajahi Prancis dari tahun 1679 sampai tahun 1682.

Setiap hari Philippe melakukan penelitian dan pengamatan di Observatorium yang keberadaanya kebetulan tidak jauh dari tempat tinggalnya. Pengamatan yang dilakukan beraneka ragam seperti bidang Fisika, Meteorologi dan ilmu alam. Pengamatan ini dilakukan secara rutin dan terus menerus, sehingga Observatorium menjadi aktif kembali.¹³ Zbynek mengatakan bahwa Philippe juga berhubungan dengan Christian Huyghens¹⁴.

Pada tahun 1682 Picard meninggal dunia, pada tahun ini Philippe mempublikasikan karya buku *Gnomonique* yaitu buku yang membahas tentang bayang-bayang suatu benda dan Philippe diangkat menjadi Professor di *Royal College*¹⁵ posisi “astronomi” yang telah kosong dari tahun 1675.

¹¹ Jean Picard (1620-1682) adalah ilmuwan perancis dalam bidang astronomi, kartografi, geodesi, dan hidrolika presisi awal. Baca Thomas Hockey, *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, (New York: Spinger,2007), 903

¹² Colbert adalah pendiri Academie des Sciences de Paris pada 1666. Baca Karl-Eugen Kurrer, *The History of the Theory of Structures*, 201

¹³ Baca Thomas Hockey, *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, 514

¹⁴ Christiaan Huygens merupakan matematikawan dan fisikawan belanda. Lahir pada 14 April 1629 di Den Haag sebagai anak dari Constantijn Huygens. Christiaan adalah ilmuwan yang sering dikaitkan dengan revolusi ilmiah, penemu Titan dan Nebula Orion. Ia meninggal pada 8 Juli 1695. Baca https://id.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens diakses pada 4 Maret 2020 Pukul 10: 45 WIB

¹⁵ Nama tempat dimana Philippe memperoleh gelar Professor Matematika

Kemudian ia kembali mengeluarkan buku tentang bagian kerucut yang berjudul *Sections conicae* pada tahun 1685. Dan pada tahun 1687 Philippe diangkat menjadi professor di Akademi Arsitektur setelah Blondel.¹⁶ Puncaknya pada tahun 1702 Philippe berhasil menerbitkan karya hasil pengamatannya dengan Picard, yaitu sebuah buku yang berjudul “*Tabulae Astronomicae*” (tabel-tabel astronomi). Buku ini merupakan karya terbesar sebelum Philippe meninggal. Philippe menghabiskan sisa hidupnya untuk pengajaran dan pengamatan. Philippe meninggal saat berusia 78 tahun yaitu pada 21 April 1718.¹⁷

B. Profil Intelektual Ehsan Hidayat

Ehsan Hidayat lahir di Pekalongan pada 28 Oktober 1994, lahir dari pasangan suami istri yang hidup sederhana di desa Sidomulyo kecamatan Kesesi kabupaten Pekalongan Jawa Tengah tepatnya terletak di Gang 8. Ayahnya bernama Warnoto dan Ibunya bernama Tanimah. Diketahui Ehsan memiliki 7 saudara. Kakaknya bernama Agus Subkhi, Ahmad Khaeron, Endang Suci Asih, Siti Khaeriyah, Siti Nurul Hikmah, serta memiliki dua adik yang bernama Siti Khumaeroh dan Annisa Murni Asih.¹⁸

Sejak kecil Ehsan telah dilatih untuk hidup sederhana. Semasa kecil Ehsan senang bermain sepulang sekolah. Diketahui Ehsan sangat suka bermain Badminton. Sedikit berbeda dengan anak kecil biasanya, sejak kecil Ehsan memang sudah suka dengan pelajaran menghitung. Sehingga tak aneh jika

¹⁶ Philippe menggantikan Nicolas Francois Blondel (1618- 1686)

¹⁷ Zbynek SIR, *Les Sections*, 14

¹⁸ Ehsan Hidayat, *Skripsi, Analisis Pola Gerhana*,,,,vi

pada saat Ehsan Sekolah Dasar (SD) yaitu di SD N 02 Kesesi, Ehsan termasuk murid yang berprestasi.¹⁹

Kecintaan terhadap Matematika membuat Ehsan terbebas dari uang buku mulai dari Madrasah Tsanawiyah Kesesi hingga Madrasah Aliyah di Simbangkulon Buaran Pekalongan. Kemudian pada tahun 2013 Ehsan melanjutkan pendidikan ke jenjang perkuliahan di UIN Walisongo Semarang Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum. Berkat prestasinya selama masa sekolah Ehsan pun kembali mengenyam pendidikan secara gratis atas perolehannya dalam Program Beasiswa Santri Berprestasi yang diberikan oleh Kementerian Agama. Layaknya mahasiswa pada umumnya di kampus Ehsan Hidayat juga terkenal aktif dalam bidang organisasi dan ukm. Seperti Organisasi CSSMoRA²⁰ dan UKM JQH (Jami'yyatul Qurra' wal Huffadz). Atas kepiawaiannya dalam berorganisasi, beberapa kali Ehsan menjadi ketua dalam organisasi yang Ehsan ikuti seperti, ketua UKM JQH tahun 2015-2016, ketua Mahasiswa Alumni MA Salafiyah Simbangkulon di Semarang tahun 2015-2016, ketua Alka Designer (Multimedia Desain). Untuk menyambung biaya hidup selama di Semarang Ehsan juga menjadi Tutor di PKBM (Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat) Tunas Melati Semarang Barat dari akhir tahun 2016 hingga tahun 2019. Melalui lembaga kursus tersebut Ehsan mengampu pelajaran Matematika, Komputer dan PPKn. Ehsan Hidayat menyelesaikan

¹⁹ Hasil wawancara langsung dengan Ehsan Hidayat, 29 Februari 2017 Pukul 09:13 di rumah Ehsan Hidayat, gang 8 desa Sidomuyo Kecamatan Kesesi Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah

²⁰ CSSMoRA merupakan singkatan dari Community of Santri Scholars of Ministry of Religious Affairs. Yang menurut istilah, merupakan sebuah organisasi kekeluargaan yg terdiri dari kumpulan kaum santri yang mendapatkan hak yg sama untuk bisa melanjutkan studi di perguruan tinggi negeri (PTN) melalui beasiswa dari Kementerian Agama. yang disebut Program Beasiswa Santri Berprestasi. CSSMoRA UIN Walisongo Semarang terdapat di Jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum. Departemen Pengembangan Sumber Daya Manusia CSSMora Nasional, *Buku Saku CSSMoRA* (Jawa Barat,2018), 5

studi Strata satunya pada tahun 2017. Dengan mengangkat sebuah penelitian yang berjudul “Analisis Pola Gerhana Matahari Ditinjau dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma (γ), dan Magnitudo (u)”.²¹ Ditengah-tengah keaktifan Ehsan dalam perkuliahan dan organisasi, ibunda Tanimah meninggal dunia. Namun itu tidak mematahkan semangatnya untuk tetap belajar.

Tak lama setelah kelulusan Strata satu tersebut, Ehsan melanjutkan pendidikan pascasarjana Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Rasa penasarannya terhadap Gerhana ternyata belum berhenti, sehingga Ehsan semakin mendalami pengetahuannya tentang Gerhana dan menemukan ide untuk membuat instrument *Volvelle* Inovasi. Bersama teman seperkuliahannya Ehsan membentuk sebuah kelompok diskusi tentang Instrumen Astronomi/ Falak Klasik. Kelompok diskusi tersebut bernama “Padepokan Albiruni”. Kelompok diskusi ini membahas tentang instrumen-instrumen abad pertengahan, kelompok ini juga memproduksi dan mengembangkan beberapa instrument astronomi klasik.

Beberapa karya ilmiah Ehsan Hidayat yang telah diterbitkan adalah Jurnal tentang “*Penentuan jumlah Gerhana Matahari dengan argument lintang Bulan dan teori aritmatika*”²² kemudian Jurnal tentang “*Sejarah*

²¹ Ehsan Hidayat, *Skripsi*, Analisis Pola Gerhana Matahari ditinjau dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma (γ), dan Magnitudo (u), UIN Walisongo Semarang, 2017

²² Ehsan Hidayat, *Jurnal*, Penentuan Jumlah Gerhana Matahari Dengan Argument Lintang Bulan Dan Teori Aritmatika, (MIYAH : Jurnal Studi Islam Volume 15, Nomor 01, Januari 2019),12

*Perkembangan Hisab dan Rukyat*²³. Ehsan Hidayat juga sering menjadi pembicara dalam diskusi dan seminar-seminar yang berkaitan dengan Ilmu 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 Pembicara pada acara Seminar Nasional “Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat” dalam rangka Dies Natalies ke-XII 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 Kajian Bulanan Ilmu Falak di HMJ HKI IAIN Pekalongan. Dan masih tetap melakukan riset dalam mengembangkan *Volvelle* Inovasi.

C. Sejarah Perkembangan dan Rancang bangun *Volvelle* Inovasi

Bermula pada awal abad 18, tokoh-tokoh astronom berusaha untuk dapat menemukan sebuah metode penentuan bujur geografis suatu tempat. Beberapa penelitian tersebut ada yang menggunakan bantuan satelit Jupiter dan ada pula yang menggunakan fenomena gerhana Bulan.²⁴ Metode yang memanfaatkan fenomena gerhana Bulan tersebut dimunculkan oleh astronom Prancis yaitu Philippe De La Hire. *Volvelle* menurut bahasa latin berasal dari kata *Volvella*. *Volvella* berarti sebuah instrumen yang terdiri dari satu atau lebih cakram kertas atau perkamen yang tersusun tumpang tindih dan dipasang pada halaman sebuah buku dengan pin (tali atau paku keling) pada

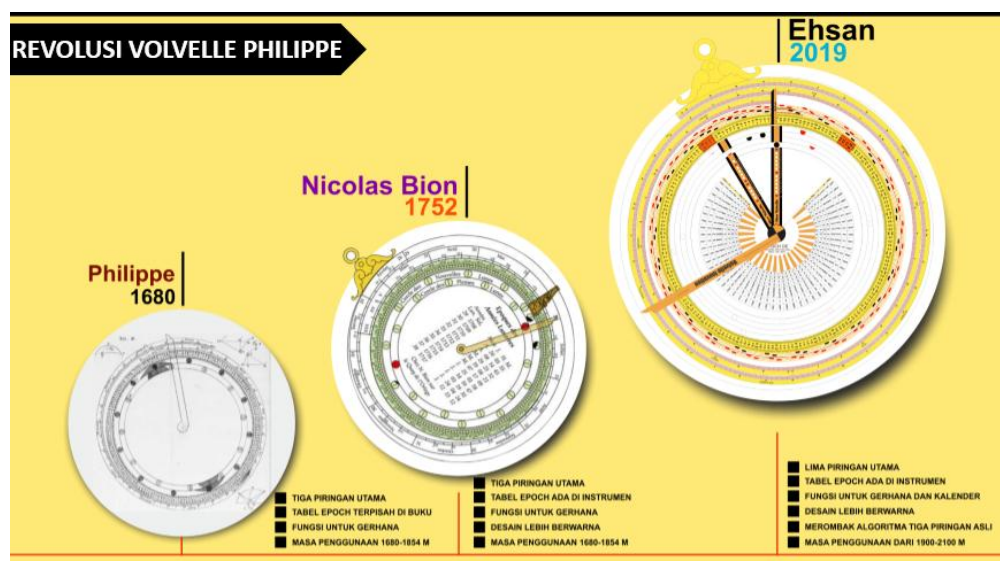
²³Ehsan Hidayat, *Jurnal*, Sejarah Perkembangan Hisab dan Rukyat (Elfalaky : Jurnal Ilmu Falak Vol 3, No.1 Tahun 2019 M/1440 H),56

²⁴ Lars Gislen dan Chris Eade, Philippe,..46

pusatnya²⁵, sehingga setiap lapisan/lempengan memungkinkan untuk dapat diputar 360° secara bersamaan maupun independen. Pada saat itu *Volvelle* dimanfaatkan untuk perhitungan gerhana Matahari, gerhana Bulan dan untuk menentukan sebuah kalender.²⁶

Gambar 3.2

Reformasi *Volvelle* dari masa ke masa²⁷



Kemunculan instrument *Volvelle* ini akhirnya dapat menarik perhatian ilmuwan-ilmuan lain. Ini disebabkan Karena perhitungan gerhana yang terkenal panjang, rumit dan melelahkan tersebut bisa diaplikasikan dalam bentuk instrument sederhana dan penggunaanya juga simpel. Penjelasan mengenai *Volvelle* ini dan cara pengoperasiannya ini kemudian dibahas detail dalam buku karya Philippe yang berjudul “*Tabulae Astronomicae*”. Hingga karya

²⁵ Gianfranco Crupi, “Mirabili Visioni”: From Movable Books to Movable Texts”, *Italian Journal of Library, Archives, and Information Science (JLIS.IT)*, Vol.7, n.1 (January 2016),4

²⁶ Ehsan Hidayat, materi Seminar Nasional “Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat” yang diadakan oleh CSSMoRA UIN Walisongo Semarang pada 12 Desember 2019 di Audit 1 Lantai 1 Kampus 1 UIN Walisongo Semarang. 3

²⁷ Ehsan Hidayat, materi seminar,...5

tersebut diterbitkan dalam dua edisi yaitu pada tahun 1687 dan 1702, kemudian dicetak ulang pada tahun 1727. *Volvelle* Philippe ini kemudian dikaji ulang oleh pegiat astronom saat itu seperti Nicolas Bion.²⁸

Istilah *Volvelle* ini ternyata bukanlah istilah penamaan yang baru, sebelumnya Petrus Apianus seorang matematikawan asal Jerman juga pernah menerbitkan *Volvelle* yang kegunaannya pada saat itu untuk menentukan letak posisi Matahari, Bulan dan planet, oleh karenanya *Volvelle* Petrus ini dapat juga digunakan untuk perhitungan Gerhana. Petrus membahasnya dalam buku "*Astronomicum Caesareum*" terdapat juga *Volvelle* yang digunakan untuk mengetahui fase-fase Bulan. Karena pada dasarnya instrument *Volvelle* telah ramai pada Abad ke-15, abad dimana sudah ditemukannya mesin print. *Volvelle* disebut sebagai contoh awal computer analog kertas yang kala itu digunakan untuk mengakomodasi keperluan organisasi dan perhitungan dalam mata pelajaran.

Volvelle Philippe terbuat dari tembaga atau kertas, penggaris (alidade), dan benang.²⁹ Pengaplikasian instrument ini dengan cara diputar. Philippe menggunakan teori rata-rata pergerakan Bulan dan Matahari.³⁰

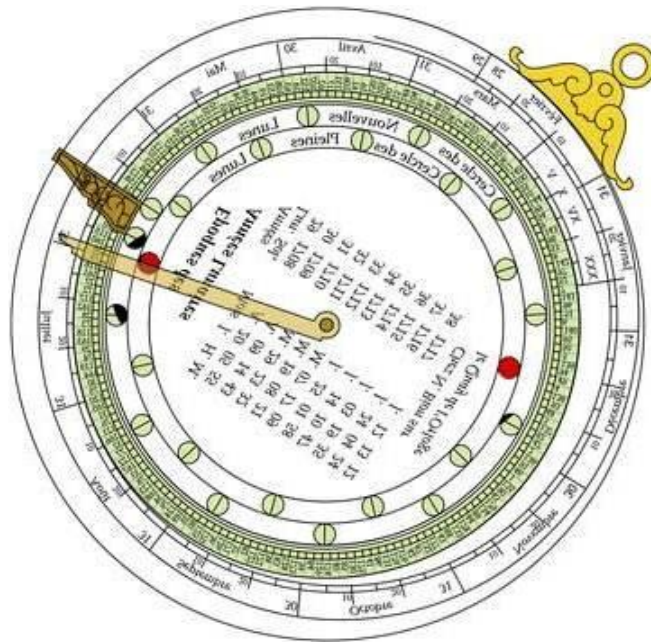
Gambar 3.3

²⁸ Mottelay, Paul Fleury, *Bibliographical History of Electricity and Magnetism*, London : Charles Griffin & Company Limited, 1992, 148

²⁹ Nicolas Bion, *The Traite De La Construction Usages Des Instrumen*, Paris : Pres La Rue Gille, 1752, 234

³⁰ Ehsan Hidayat, materi Seminar Nasional Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat, 12 Desember 2019, Auditorium Kampus 1 UIN Walisongo yang diadakan oleh CSSMoRA UIN Walisongo,4

Volvelle desain ulang Bion Nicolas³¹



Komponen utama yang terdapat dalam *Volvelle* Philippe adalah sebagai berikut :

1. Piringan Kalender

Piringan berisi data kalender yang diawali dengan 1 Maret dan diakhiri 28/29 Februari. Hal ini bermanfaat ketika tahun yang dihitung tahun kabisat dengan menambahkan 1 hari.³² Piringan menjadi piringan paling dasar yang berbentuk spiral. Philippe menggunakan total sudut sebesar $368^{\circ} 2' 42''$ atau 368,045 yang kemudian dibagi untuk 354 hari 9 jam. Dikarenakan kalender Philippe menggunakan satuan terkecil per hari, maka besar sudut hari bisa dibuat meskipun 1

³¹ Desain *Volvelle* Bion telah menambahkan data tabel epoch pada instrument secara langsung, berbeda dengan *Volvelle* Philippe karena data epochnya terpisah di buku *Tabulae Astronomicae* karya Philippe. Selain itu Bion menambahkan warna pada *Volvelle* sehingga membuatnya tambah menarik. Jumlah piringan, fungsi *Volvelle*, dan masa penggunaan *Volvelle* tetap sama. Desain ini diterbitkan pada tahun 1752 di Paris. Lihat Nicolas Bion, *The Traite de la Construction*,...241

³² Lars Gislen dan Chris Eade, Philippe De La Hire's Eighteenth Century Eclipse Predictor, *Journal of Astronomical History and Heritage*, 2016, 47

tahun. Untuk mencapai 1 lingkaran penuh sesuai dengan aturan kalender Philippe maka dimulai dari 1 Maret hingga tanggal 10 Februari. Sisa hari 18/19 hari itulaj yang menjorok keluar melampaui batas lingkaran penuh.³³

2. Piringan Divisi

Piringan ini berisi data lunasi Bulan selama 179³⁴ tahun yang disertai dengan angka-angka yang mengikuti barisan *aritmatika*.³⁵ Serta terdapat lubang-lubang yang dapat memberikan tanda gerhana. Lubang tersebut ada yang berwarna merah dan ada yang berwarna hitam. Lubang hitam untuk menjelaskan adanya gerhana Matahari sedangkan lubang yang berwarna merah untuk menjelaskan adanya gerhana Bulan.³⁶ konsep divisi pada instrumen ini adalah bahwa antara akhir tahun pertama awal tahun kedua dipisahkan berdasarkan divisi 4 dari 179.³⁷ Philippe menempatkan titik tengah kurva di angka divisi 4 yang bertepatan pada *New Moon* tanggal 17 Januari 1684.³⁸

3. Piringan *Epoch*

Piringan ini berisi tabel *Epoch*. *Epoch* dalam bahasa arab disebut *Mabda'*. Sedangkan dalam bahasa Inggris disebut *Principle of*

³³ Nicolas Bion, *The Traite*,...236

³⁴ Angka 179 digunakan sebagai epochnya yang bertepatan pada 29 februari 1680

³⁵ Barisan Aritmatika adalah sebuah barisan yang terdiri ats beberapa suku bilangan, dimana suku setelah suku pertama ditentukan dengan menjumlahkan bilangan tertentu dengan beda kepada suku sebelumnya. Frank Ayres dan Philip A Schmidt, *Matematika Universitas Edisi Ketiga*, terj Alit bondan, (Jakarta : Erlangga,2004), 64. Angka-angka tersebut tersusun melingkar sebanyak 179 lunasi. Seperti 1, 46, 91, 136, 2, 47, 92, 137, . . . , n, n+45, n+90, dan seterusnya. Lars Gislen dan Chris Eade Philippe, 47

³⁶ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrument *Volvelle* Philippe,...91

³⁷ Nicolas Bion, *The Traite*,...237

³⁸ Ehsan Hidayat, materi Seminar Nasional,...5

Motion.³⁹ *Epoch* adalah patokan waktu yang digunakan dalam menghitung untuk pengaplikasian sebuah instrumen. Fungsi data *Epoch* ini adalah untuk rujukan tahun berapa yang akan diprediksi adanya Gerhana.

Selain data *Epoch* terdapat pula dua set lingkaran berlubang. Lingkaran set *New Moon* terdiri dari 13 lingkaran kecil melingkar yang terletak ditepi terluar dan lingkaran *Full Moon* yang berjumlah 12 lingkaran di bagian dalam. Lubang-lubang tersebut dapat memberikan informasi kepada pembaca gerhana apa yang tengah terjadi, sesuai dengan warna yang dimunculkan. Jarak antar lubang-lubang tersebut sebesar 29 hari 12 jam 44 menit yaitu jarak dari *New Moon* satu ke *New Moon* setelahnya.

Dengan bertambah modernnya ilmu pengetahuan dan karena periode *Epoch Volvelle* Philippe telah habis maka Ehsan Hidayat mencoba membuat periode *Epoch* selama 200 tahun yang dimulai dari tahun 1900 hingga 2100 menggunakan algoritma Jean Meeus. *Volvelle* Ehsan ini dikenal dengan istilah “*Volvelle Inovation*”.⁴⁰

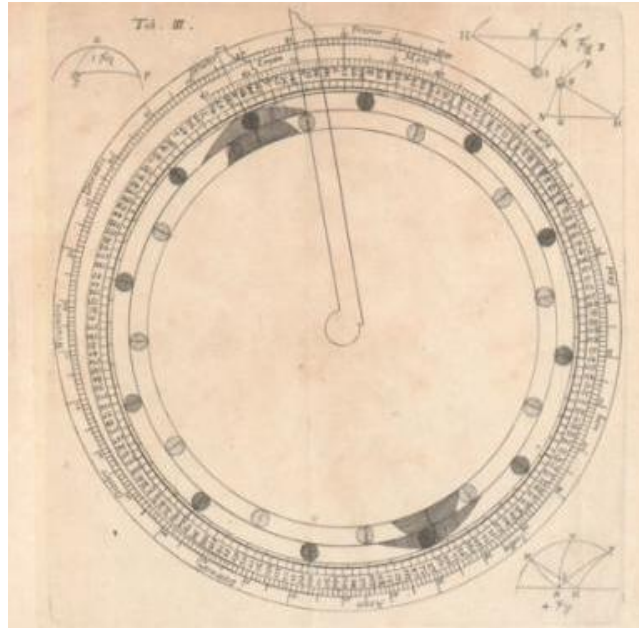
Gambar 3.4

Penampakan *Volvelle* karya Philippe De La Hire⁴¹

³⁹ Suskinan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2012), 62

⁴⁰ Ehsan Hidayat, materi seminar, ...1

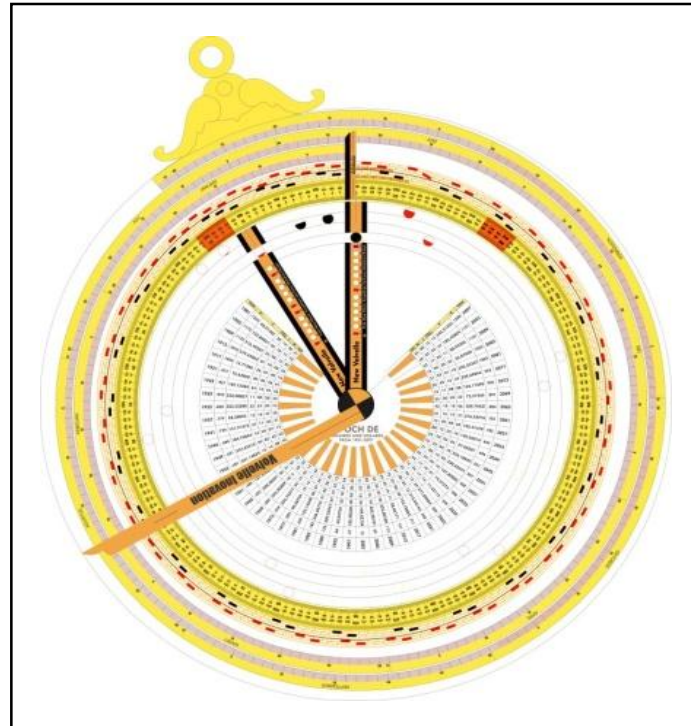
⁴¹ Philippe De La Hire, *Tabulae Astronomicae Ludovici Magnilussu Et Munificentia Exaratae Et In Lucem Editae*, Paris: ETH Bibliothek Zurich, 1727, 218



Pembaharuan ini tentunya bukan tanpa alasan, Ehsan Hidayat berusaha untuk lebih memaksimalkan fungsi dari *Volvelle* sesuai dengan bertambahnya usia zaman terlebih untuk kebutuhan ibadah umat Islam. Sehingga ada beberapa komponen yang ditambahkan seperti grid jam dan menit, yang dalam hal ini sangat erat kaitannya dengan keabsahan salat sunnah gerhana yang sebelumnya dalam *Volvelle* Philippe hanya sampai pada grid hari. Sehingga tingkat keakuratan instrument ini mendekati benar.

Gambar 3.5

***Volvelle Inovasi* karya Ehsan Hidayat**



Volvelle Inovasi terdiri dari lima piringan utama serta tiga penggaris. dua penggaris bergabung dengan piringan *Epoch* fungsinya adalah untuk *start* perhitungan sedangkan satu penggaris utama untuk mencocokkan data dari piringan *Epoch* ke piringan kalender. Lima piringan utama tersebut akan penulis paparkan sebagai berikut :

1. Piringan Kalender

Volvelle Philippe mengacu pada kalender Gregorian dimulai dari Bulan Maret dengan desain spiral, desain Spiral

ini masih diikuti oleh Ehsan Hidayat hingga sekarang⁴² karena dapat mempermudah penambahan satu hari di akhir bulan Februari pada saat tahun kabisat.⁴³ Perbedaannya adalah ruang kalender Philippe hanya sampai pada grid hari, dengan besaran sudut perharinya sebesar 1,038575.⁴⁴ sedangkan di *Volvelle Inovasi* ini ruang kalender diperluas menjadi 2 kali lipat dengan nilai besaran sudut 2,07720409, hal ini bertujuan agar grid kalender sampai kepada jam. Dalam hal ini sisa ruang antara hari satu dengan setelahnya terdapat 12 baris kecil, dimana setiap barisnya mewakili 2 jam.⁴⁵

Selain itu yang membuat berbeda piringan kalender *Volvelle* Philippe dengan *Volvelle Inovasi* (Ehsan) terletak pada konsep awal kalender. Awal kalender menurut Philippe dimulai dari 1 Maret sedangkan pada *Volvelle* Inovasi dimulai dari 1 Januari. Dampak dari model spiral ini adalah tanggal 1 Januari akan segaris dengan tanggal 22 Juni dan 11 Desember seperti pada gambar berikut :

⁴² Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen,...130

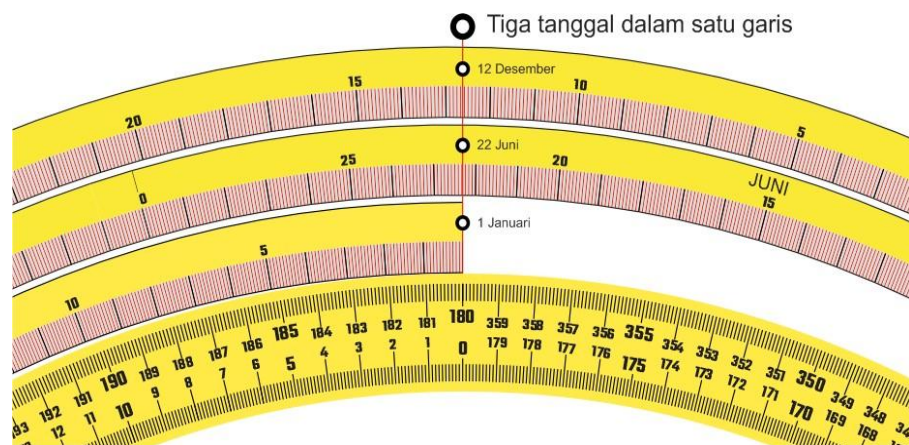
⁴³ Lars Gislen dan Chris Eade, *Philippe*,...47

⁴⁴ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen,...131

⁴⁵ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen,...136

Gambar 3.6

Penampakan model spiral piringan kalender ketika diperbesar⁴⁶



2. Piringan Pasaran

Piringan pasaran ini dibuat berdasarkan hisab *urfi*⁴⁷. Piringan pasaran ini merupakan gagasan baru dari Ehsan yang sebelumnya belum ada di *Volvelle* Philippe. Pasaran merupakan salah satu sistem penanggalan yang sering kita jumpai dalam Kalender Jawa. Ehsan menjadikan tanggal 1 Januari sebagai permulaan hari dan pasaran di setiap tahun *Epoch*. Dengan menggunakan kode angka-angka sebagai alat bantu hitung di piringan teratas. Piringan ini mulai dihitung dari Pahing.

⁴⁶ Gambar diambil dari Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen, ...134

⁴⁷ Hisab *urfi* merupakan hisab yang mengacu pada siklus rata-rata gerakan benda langit yang menjadi acuan perhitungan kalender. Seperti konversi kalender Hijriyah, Kalender Jawa Islan, 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

Tabel 3.1

Kode hari dan pasaran pada instrument *Volvelle Inovasi*

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

3. Piringan Hari

Seperti halnya piringan pasaran. Ehsan menambahkan piringan hari untuk melengkapi piringan kalender. pada piringan hari ini hitungan dimulai dari hari Senin.

4. Piringan F (Argumen Bulan)

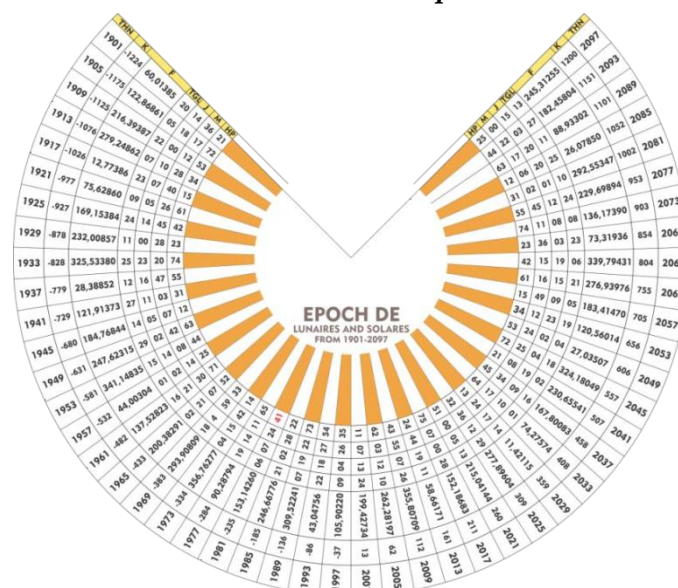
Jika dalam *Volvelle* Philippe terdapat piringan divisi maka Ehsan menggantinya dengan piringan F. piringan divisi ini merupakan inti dari *Volvelle* yang berisi data lunasi beserta kurvanya. Dikarenakan periode *Epoch* Philippe telah habis maka piringan divisi tersebut harus diganti dengan piringan

divisi dan piringan *Epoch*. Menurut Ehsan Hidayat jika menggunakan konsep piringan F, maka akan cukup jika mengganti tabel *Epoch*nya saja.⁴⁸ Argumen Lintang Bulan (F) biasa digunakan sebagai informasi awal apakah terjadi gerhana atau tidak terjadi. Dalam hal ini Ehsan mencoba mengkombinasikan dengan persamaan aritmatika. Selain itu pada piringan F ini terdapat kurva gerhana yang nantinya dapat membantu mengilustrasikan gambar gerhana. Kurva tersebut terdiri dari dua warna, yaitu warna merah untuk menandakan gerhana Bulan dan warna hitam untuk menandakan gerhana Matahari.

5. Piringan *Epoch*

Gambar 3.7

Desain Data *Epoch*⁴⁹



⁴⁸ Ehsan Hidayat, *Thesis, Inovasi Instrumen...*,112

⁴⁹ Ehsan Hidayat, *Thesis, Inovasi Instrumen...*110

piringan *Epoch Volvelle Inovasi* ini berbentuk sayap dengan dilengkapi data-data yang dibutuhkan untuk perhitungan gerhana, seperti : Tahun, nilai K (lunasi), nilai F, nilai M' , nilai $2M'$, $2F$, tanggal, jam, menit, hari, dan pasaran. Khusus data M' , M , $2M'$, $2F$ merupakan data yang digunakan dalam koreksi. Tabel data *Epoch* ini terletak di piringan teratas lengkap beserta lubang untuk tanda *Full Moon* dan *New Moon*.⁵⁰ Tahun *Epoch* dimulai dari 1900 hingga 2100 M ⁵¹ dengan menggunakan konsep 1 tahun untuk periode 4 tahun.⁵²

Pengaplikasian data *Epoch* adalah sebagai berikut :⁵³

- a) data tahun merupakan data tahun pendek pertama yaitu 1901, tahun ini digunakan untuk 4 tahun ke depan
- b) nilai K atau lunasi merupakan kode untuk mengetahui nilai F dan Bulan Hijryah
- c) nilai F (argument lintang Bulan) membantu memberikan informasi awal apakah terdapat gerhana ataupun tidak
- d) nilai M (anomaly Matahari) digunakan sebagai koreksi
- e) nilai M' dan $2M'$ (anomaly Bulan) digunakan sebagai koreksi
- f) nilai $2F$ digunakan sebagai koreksi

⁵⁰ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen,...110

⁵¹ 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

⁵² 4 tahun berarti 1 siklus dalam tahun masehi.

⁵³ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen,...110

- g) Tanggal, jam, dan menit digunakan untuk korelasi antara nilai F dengan kalender untuk awal prediksi adanya Gerhana
- h) HP (hari dan pasaran) digunakan sebagai penanggalan dimulai dari 1 januari dengan hari Senin dan pasaran Pahing.

D. Algorithma Penggunaan Instrumen *Volvelle Inovasi* dalam Penentuan Gerhana

Dengan adanya *Volvelle Inovasi* maka semakin mudah dalam prediksi penentuan gerhana. Untuk mendapatkan sebuah data maka Ehsan masih menggunakan konsep putar (geser). Langkah-langkah penggunaan instrument *Volvelle Inovasi* sebagai berikut :⁵⁴

1. Pilih tahun yang akan diprediksi terjadinya gerhana
2. Aturilah tab piringan *Epoch* ke angka F yang ditunjukkan tabel pada piringan tengah
3. Geser dua piringan atas (piringan *Epoch* dan F) bersamaan sampai tab (penggaris tepi) mengarah ke tanggal permulaan *New Moon*.
4. Selanjutnya aturlah piringan hari dan pasaran berdasarkan kode.

Tabel 3.2

Jika kode hari, maka	Putar piringan sebesar	Jika kode pasaran, maka	Putar piringan sebesar
1	Tetap karena <i>Epoch</i>	1	Tetap Karena <i>Epoch</i>

⁵⁴ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen,... 138

7	2,0772	5	2,0772
6	4,1544	4	4,1544
5	6,2316	3	6,2316
4	8,3088	2	8,3088
3	10,386		
2	12,463		

5. Jika menghitung pada saat 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.
6. Apabila tahun yang ingin diketahui merupakan tahun setelahnya tahun yang dihitung sebelumnya, 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.
7. Kemudian perhatikan lubang yang ada di piringan *Epoch*, dari lubang-lubang tersebut kita dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :
 - a) jika lubang berwarna hitam maka yang terjadi adalah gerhana Matahari
 - b) jika lubang berwarna merah maka yang terjadi adalah gerhana Bulan
 - c) jika lubang berwarna putih maka tidak terdapat gerhana

8. Terakhir yang perlu dilakukan adalah menarik garis lurus dari pusat lubang yang berwarna hitam atau merah ke piringan kalender, untuk melihat kapan waktu terjadinya gerhana tersebut.

BAB IV

ANALISIS JENIS GERHANA YANG DIHASILKAN *VOLVELLE INOVASI*

Sebagaimana diketahui bahwa dalam penentuan terjadinya gerhana memiliki perhitungan yang panjang dan rumit.¹ Namun tidak kalau perhitungan itu berubah menjadi sebuah instrumen yang lebih sederhana sebagaimana *Volvelle Inovasi*. Dilihat secara seksama, *Volvelle* lebih mudah untuk mengetahui gerhana yang akan terjadi di kemudian tahun ataupun di tahun yang sudah lewat, khususnya terkait jenis gerhana.

Jenis gerhana sendiri memiliki implikasi fikih, yaitu adanya salat sunnah gerhana, kesunnahan salat gerhana tersebut merupakan hasil kesepakatan para ulama. Ulama telah sepakat bahwa hukum salat gerhana adalah *sunnah muakkad*². Adanya kesunnahan salat gerhana ini berlaku untuk jenis-jenis gerhana yang peristiwanya dapat diamati secara kasat mata, Sehingga untuk gerhana Bulan penumbra menurut ulama itu tidak dapat memberikan implikasi adanya salat gerhana.³ Kehadiran *Volvelle* ini di satu sisi menguntungkan karena bisa mudah dan cepat mengetahui adanya gerhana, namun disisi lain ada kebingungan untuk menentukan jenis gerhana. apakah itu gerhana Matahari total, cincin, atau sebagian? Dan apakah itu jenis gerhana Bulan total, sebagian ataupun penumbra?

¹ Peter Duffet-Smith, *Practical Astronomy with Your Calculator*, Cambridge : Cambridge University Press, 1979, h.157 dan 161

² Farid Nu'man Hasan dalam Rubrik Fiqih Ahkam pada 08/10/14, <http://www.dakwatuna.com/2014/10/08/58056/fiqih-salat-Gerhana/> diakses pada 10 Mei 2020 pukul 08:12 WIB

³ Setiyani, *Skripsi*, Perspektif Tokoh-tokoh Ilmu Falak Tentang Fenomena Gerhana Bulan Penumbra,...101

Penulis mencoba menganalisis dua aspek penting sebagaimana dua permasalahan pada Bab 1, yaitu sebagaimana poin berikut :

A. Analisis Metode Penentuan Gerhana *Volvelle* Inovasi dan Metode Penentuan Gerhana Berdasarkan Data Nasa

Perlu diketahui bersama bahwa *Volvelle* Inovasi mengadopsi algoritma Jean Meeus, hanya saja tidak secara keseluruhan. Karena poin yang diadopsi *Volvelle* Inovasi ada pada bagian *epoch* yang digunakan yaitu dengan menjadikan tahun 2000 sebagai awal *epoch*nya yang diawali dengan $K = 0$, sedangkan yang lain diaritmatika-kan. Ehsan Hidayat membuat *epoch* dari tahun 1900 M hingga 2100 M (200 tahun),⁴ dengan tujuan untuk meminimalisir nilai F aritmatika dengan menggunakan konsep JeanMeeus. Hal ini disebabkan dari durasi 200 tahun tersebut selisih nilai F pada lunasi ke 1200 (pada tahun 2100) hanya sebesar 6,3 detik busur dan pada lunasi ke -1200 (pada tahun 1900) sebesar 17,3 detik busur.⁵ Sedangkan NASA sedari dulu belum ditemukan penelitian yang membahas algoritmanya, hanya saja lebih kepada pengambilan datanya. Hal ini karena NASA bisa dikatakan sebagai instansi penyedia data terpercaya khususnya pada pembahasan gerhana.

Melansir metode penentuan *Volvelle* Inovasi sebagaimana Bab III, yaitu dengan menerapkan batas gerhana Jean Meeus. Terdapat tiga elemen pembatas yang harus dipenuhi dalam penentuan gerhana, sebagaimana berikut :

⁴Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen *Volvelle*, ...109

⁵ Hasil wawancara langsung dengan Ehsan Hidayat, 29 Februari 2017 Pukul 09:13 di rumah Ehsan Hidayat, gang 8 desa Sidomuyo Kecamatan Kesesi Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah

1. Nilai Argument Bintang (F)⁶ dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Jika hasil selisih F dengan 180° kurang dari $13^\circ.9$, maka sudah pasti terdapat gerhana
 - b. Jika hasil selisih F dengan 180° lebih dari $21^\circ.0$, maka tidak terdapat gerhana
 - c. Jika hasil selisih F dengan 180° di antara $13^\circ.9$ sampai $21^\circ.0$, maka dapat dipastikan terdapat gerhana apabila hasil mutlak $\sin F < 0.36$.⁷

2. Nilai Γ (y)⁸ dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Jika nilai $|y|$ antara 0.9972 dan $1.5433 + u$, maka bukan gerhana sentral, kebanyakan adalah gerhana parsial.
 - b. Jika nilai $|y|$ antara 0.9972 dan 1.0260 , maka bagian kerucut umbra mungkin menyentuh permukaan Bumi (di daerah kutub)
 - c. Jika nilai $|y|$ lebih besar dari 0.9972 dan $|y|$ lebih kecil dari $0.9972 + |u|$, maka gerhana annular atau total non sentral.
 - d. Jika nilai $|y| > 1.5433 + u$, maka gerhana tidak terlihat dari permukaan Bumi.⁹

3. *Magnitudo* (u) dengan ketentuan sebagaimana berikut :
 - a. Jika nilai (u) < 0 , maka gerhana tersebut adalah gerhana total

⁶ Nilai F dapat membantu memberikan informasi pertama apakah terdapat Gerhana atau tidak pada waktu yang dihitung tersebut.

⁷ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, (Virginia: Willman Bell., Inc, 1991), 294

⁸ Nilai Y akan membantu menentukan Gerhana yang sedang berlangsung merupakan Gerhana sentral atau non sentral. Selain itu nilai Γ juga dapat menentukan apakah Gerhana yang berlangsung tipe parsial atau cincin.

⁹ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, ...351

- b. Jika nilai $(u) > 0.0047$, maka gerhana Annular
- c. Jika nilai (u) antara 0 dan $+ 0.0047$, bisa gerhana Annular atau Annular-Total.¹⁰

Kemudian, untuk menentukan magnitudo gerhana Bulan dapat ditentukan dengan percobaan kedua rumus sebagai berikut ¹¹ :

$$\text{Untuk Gerhana Penumbra} = \frac{1.5573 + u - |\gamma|}{0.5450}$$

$$\text{Untuk Gerhana Umbra} = \frac{1.0128 - u - |\gamma|}{0.5450}$$

Dari hasil percobaan rumus di atas, jika hasil Magnitudonya negatif (-) maka menunjukkan tidak terdapat gerhana di daerah tersebut. Sehingga rumus tersebut dapat menghasilkan ketentuan untuk jenis-jenis gerhana Bulan, sebagai berikut :

- a. Jika hasil hisab magnitudo gerhana umbra positif dan memiliki nilai 1 atau lebih maka terjadi gerhana total
- b. Jika hasil hisab magnitudo gerhana umbra positif memiliki nilai kurang dari 1 maka terjadi gerhana Bulan sebagian
- c. Jika hasil hisab magnitudo gerhana umbra negatif dan hasil hisab magnitudo gerhana penumbra positif maka yang terjadi adalah gerhana penumbra.
- d. Jika hasil hisab magnitudo gerhana umbra negatif dan hasil hisab magnitudo gerhana penumbra negatif maka tidak terjadi gerhana.¹²

¹⁰Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, ..., 296

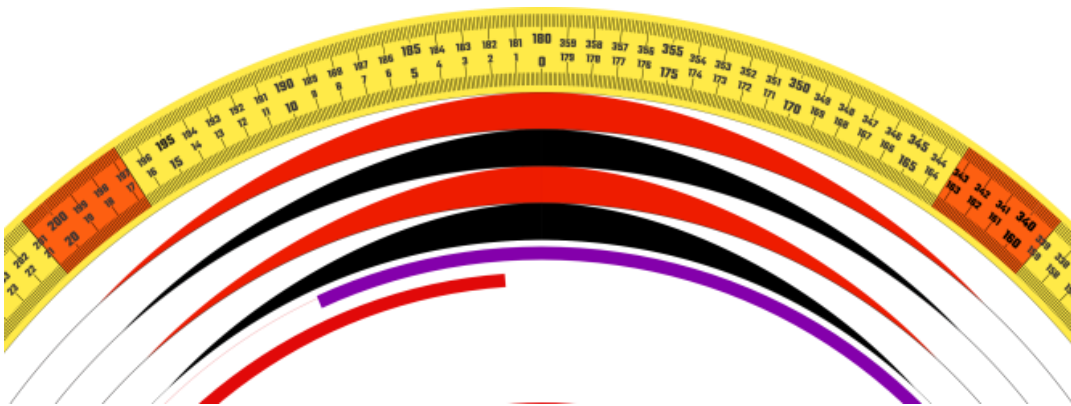
¹¹ Ibid, 297

Dari kriteria batasan gerhana tersebut di atas kita bisa ketahui bahwa antara gerhana Matahari dan gerhana Bulan batasannya nilai Argument Lintang Bulannya (F) adalah sama.

Sedangkan dalam penerapan instrumen, Ehsan Hidayat membuat kurva yang tercantum pada piringan Bulan (F). Kurva ini diperoleh dengan mereduksi rumus yang ada dalam bentuk persamaan aritmatika. Yaitu $un = a + (n-1) b$.¹³ Berikut gambar kurva *Volvelle* Inovasi sebagai penentu Gerhana Matahari dan Bulan.

Gambar 4.1

kurva penentu Gerhana Matahari dan Bulan *Volvelle* Inovasi.



Secara seksama bisa kita jumpai bahwa kurva itu mengerucut dari pusat di titik 0 derajat menuju angka 21 derajat, 201 derajat, 159 derajat dan 339 derajat. Empat nilai ini pada dasarnya memiliki area yang sama yaitu selisih absolute dengan 0 derajat atau 180 derajat sebesar 21 derajat. Sebagai contoh

¹² Alamulyaqin, *Skripsi*, Algoritma Hisab Gerhana Bulan Menurut Rinto, ..., 75-76

¹³ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen *Volvelle*, ..., 116

angka 210 merupakan pengjumlahan dari nilai f $180 + 21 = 201$, begitu juga 159 adalah $180 - 21 = 159$ derajat.

Adapun algoritma penyusunan kurva –kurva tersebut mengikuti aturan aritmatika sebagai berikut :

$$U_n = a + (n-1)b$$

$$a = \text{panjang garis awal}$$

$$b = \text{beda tiap tanggal}$$

$$U_n = \text{panjang garis yang dihitung}$$

Sebagai contoh panjang garis pada kurva pertama (atas)¹⁴ :

$$\text{Jika, } a = 20,256 \text{ cm}$$

$$U_{210}^{15} = 19,23 \text{ cm}$$

$$b = ?$$

$$\text{Maka, } U_n = a + (n-1)b$$

$$U_{210} = 20,256 + (201-1)b$$

$$19,23 = 20,256 + 209b$$

$$209b = 20,256 - 19,23$$

$$b = (20,256 - 19,23) / 209$$

$$= -0,004909091$$

Penyusunan kurva kedua, kurva ketiga, dan kurva keempat juga disusun sebagaimana penyusunan kurva pertama dengan menggunakan penghitungan aritmatika. Penghitungan ini dimulai garis awal 1 sampai pada garis akhir

¹⁴ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen,...203

¹⁵ Sebagaimana dengan posisi batas maksimal, yaitu di 21 derajat.

210.¹⁶ Hal tersebut didasarkan pada batas maksimal adanya gerhana adalah 21 derajat, sedangkan dalam 1 derajat mewakili 10 baris. Oleh karena itu jika terdapat 21 derajat maka akan terpenuhi dengan adanya 210 garis. Sehingga hasil akhirnya akan membentuk kurva lengkung yang bertitik pusat di 0 derajat, 180 derajat, dan 360 derajat¹⁷ kemudian akan semakin menipis menuju angka 21 derajat, 201 derajat, 159 derajat dan 339 derajat.

Dari kurva ini, bisa ditarik hasil gerhana. apabila nilai akhir F berada di titik 0 derajat, maka lubang *new moon* atau *full moon* akan penuh yang menandakan bahwa itu gerhana Matahari total atau gerhana Bulan total. Begitu juga apabila nilai f akhir berada di pertengahan 0 dan 21 atau berada di angka 11, maka warnanya mulai *separo*. Yang menandakan itu gerhana sebagian.

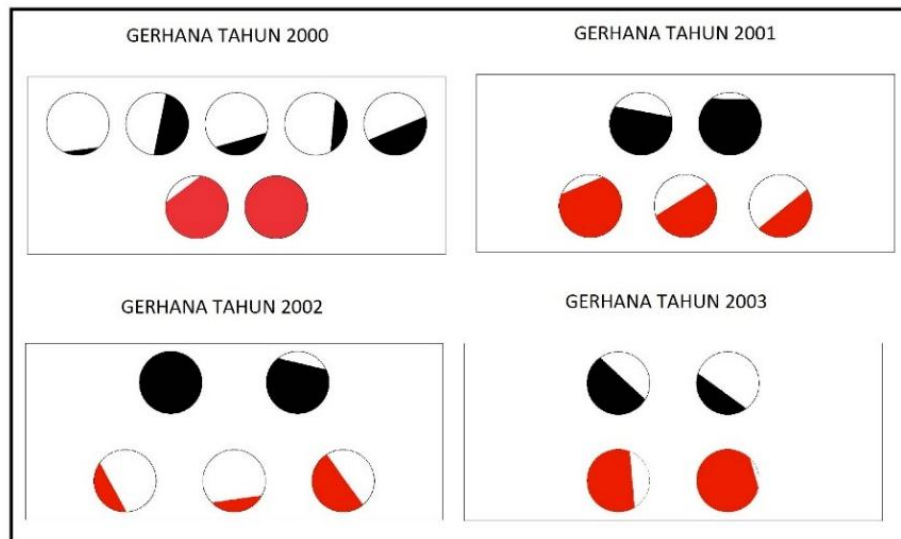
Untuk lebih jelas, penulis rangkum beberapa contoh kasus gerhana berdasarkan *Volvelle* Inovasi dari tahun 2000 hingga 2003 sebagai berikut :

¹⁶ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen.,203

¹⁷ Dalam hal ini 0 derajat berarti sama dengan 360 derajat. Kemudian 0 derajat dengan 180 derajat yang biasa berlawanan, dalam posisi ini berdampingan hal ini disebabkan oleh pengembangan nilai F yaitu pola F terhadap jumlah Gerhana antara 0 -180 dan 181 – 360 adalah sama, baca selanjutnya Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen *Volvelle*.,126

Gambar 4.2

Ilustrasi gambar Gerhana yang ditampilkan oleh *Volvelle Inovasi*¹⁸



Dari gambar 4.2 tersebut jika dilihat¹⁹ secara *spontan* kemudian dibandingkan dengan data NASA hasilnya akan menunjuk sebagaimana tabel-tabel berikut :

Tabel 4.1

Data perbandingan Gerhana Matahari NASA dan *Volvelle Inovasi*

Gerhana Matahari				
No.	<i>Volvelle Inovasi</i>		NASA	
1	6/1/2000	GMP	-	-
2	5/2/2000	GMP	5/2/2000	GMP
3	1/7/2000	GMP	1/7/2000	GMP
4	31/7/2000	GMP	31/7/2000	GMP

¹⁸ Gambar-gambar tersebut penulis ambil dari simulator instrumen *Volvelle* setelah melalui algoritma penggunaan *Volvelle Inovasi*. Pada dasarnya bentuk-bentuk tersebut muncul akibat lubang-lubang dipiringan teratas mengenai kurva Gerhana yang ada dibawahnya.

¹⁹ Penulis memposisikan diri sebagai pembaca awam dalam mengamati dan menilai gambar yang ditampilkan oleh *Volvelle Inovasi* dengan hasil sebagaimana diatas.

5	25/12/2000	GMP	25/12/2000	GMP
6	21/6/2001	GMT	21/6/2001	GMT
7	15/12/2001	GMT	14/12/2001	GMC
8	10/6/2002	GMT	10/6/2002	GMC
9	4/12/2002	GMT	4/12/2002	GMT
10	30/5/2003	GMT	31/5/2003	GMC
11	24/11/2003	GMP	23/11/2003	GMT

Tabel 4.2

Data perbandingan Gerhana Bulan NASA dan *Volvelle* Inovasi

Gerhana Bulan				
No.	<i>Volvelle</i> Inovasi		NASA	
1	21/1/2000	GBT	21/1/2000	GBT
2	16/7/2000	GBT	16/7/2000	GBT
3	9/1/2001	GBS	9/1/2001	GBT
4	4/7/2001	GBS	5/7/2001	GBT
5	29/12/2001	GBPn	30/12/2001	GBPn
6	25/5/2002	GBPn	26/5/2002	GBPn
7	24/6/2002	GBPn	24/6/2002	GBPn
8	18/11/2002	GBS	20/11/2002	GBPn
9	15/5/2003	GBT	16/5/2003	GBT
10	8/11/2003	GBT	9/11/2003	GBT

Secara keseluruhan data di atas, maka bisa diketahui bahwa dari tahun 2000-2003 dalam *Volvelle* Inovasi terdapat 11 gerhana Matahari dan 10 gerhana Bulan. Rincian jenisnya adalah 5 GMT, 6 GMP dan 4 GBT, 3 GBS, dan 3 GBPn.²⁰ Maka jika dibandingkan akan berbeda dengan data yang diberikan NASA yang menyebutkan bahwa dalam rentang tahun tersebut terdapat 10 Gerhana Matahari dan 10 Gerhana Bulan. Rincian jenisnya adalah 4 GMP, 3 GMT, dan 3 GMC dengan 6 GBT, dan 4 GBPn.

Beberapa faktor penentu perbedaan kedua data gerhana tersebut di atas adalah sebagai berikut: *Pertama*, *Volvelle* Inovasi tanpa menggunakan perhitungan magnitudo sebagai keterlibatan penentu jenis gerhana sedangkan NASA ada. *Kedua*, *Volvelle* Inovasi tidak menggunakan gamma sebagai acuan gerhana sentral atau non sentral, sedangkan NASA menggunakannya. namun demikian ada beberapa jenis gerhana yang sama antara *Volvelle* Inovasi dan NASA, yaitu pada kasus gerhana Matahari parsial tahun 2000 dan gerhana Bulan total tahun 2001 dan 2003. Pada beberapa kasus gerhana Matahari total dan gerhana Bulan sebagian juga sama antara Nasa dengan *Volvelle*, terkecuali pada kasus gerhana Matahari cincin. Kekurangan dari Instrument *Volvelle Inovasi* adalah belum bisa memvisualkan gambar gerhana cincin, dikarenakan kurva – kurva gerhana yang terbentuk sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya hanya bisa menimbulkan warna pada lubang-lubang secara penuh atau *separo*.

Jadi bisa disimpulkan bahwa faktor perbedaan penentuan gerhana antara *Volvelle* Inovasi dengan NASA ada pada nilai penggunaan magnitudo dan gamma

²⁰ Keterangan singkatan sebagai berikut: GMT untuk Gerhana Matahari Total, GMP untuk Gerhana Matahari parsial, GBT untuk Gerhana Bulan total, GBS untuk Gerhana Bulan sebagian, dan GBPn untuk Gerhana Bulan penumbra. Hal tersebut telah dijelaskan lebih rinci di bab II

sedangkan di *Volvelle* hanya mengandalkan nilai F , meski beberapa kasus ada kesamaan jenis namun banyak jenis yang nantinya bisa salah dipahami oleh pembaca jika hanya melihat visual gambar yang ditampilkan oleh *Volvelle* Inovasi. Oleh karena itu, penting kiranya dibuatkan standar batasan jenis gerhana dalam *Volvelle* Inovasi agar tidak ada lagi kesalahan dalam penyebutan jenis gerhana. Dalam hal ini akan coba penulis pecahkan dalam sub bab analisis selanjutnya.

B. Analisis Validitas Jenis-Jenis Gerhana *Volvelle* Inovasi

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada Bab II bahwa setiap gerhana memiliki berbagai macam jenis baik itu dalam gerhana Bulan maupun gerhana Matahari. Seperti halnya dalam gerhana Matahari terdapat gerhana Matahari total, sebagian, cincin, dan hybrid.²¹ Begitupula dalam gerhana Bulan terdapat gerhana Bulan total, gerhana Bulan sebagian, dan gerhana Bulan penumbra.²² Dalam penentuan jenis gerhanapun tidak singkat ada beberapa hal yang mesti diperhitungkan. langkah perhitungan yang dapat memberikan informasi tentang jenis gerhana adalah nilai argument Bulan (F), nilai gamma, dan nilai magnitude.²³

Dengan adanya sebuah instrument dua dimensi tentunya akan sangat membantu meringankan proses perhitungan yang panjang tersebut dalam menentukan sebuah gerhana. Mulai dari abad ke-15an para ilmuwan telah berlomba-lomba untuk bisa mewujudkan terciptanya sebuah instrument penentu

²¹ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta : jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, 2012), 126-127

²² Jean meeus. *Mathematical Astronomy Morsels*, (Virginia: Willman-Bell, Inc., 1997), 43

²³ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, (Virginia: Willman Bell., Inc,1991), 294

gerhana tersebut. Instrument *Volvelle* merupakan salah satu jawaban dari hasil penelitian para ilmuwan tersebut. Ehsan Hidayat kemudian memodifikasi *Volvelle* yang dating dating dari abad 16an tersebut dengan menambahkan beberapa komponen sebagaimana telah dijelaskan pada Bab III Sub C, ini dilakukan agar dapat lebih memaksimalkan fungsi dari *Volvelle* yang telah disesuaikan dengan kebutuhan peribadatan umat Islam.²⁴

Volvelle Inovasi selain dapat memprediksi kapan terjadinya gerhana juga dapat membantu mengetahui jenis gerhana. Namun sayangnya di *Volvelle* Inovasi belum ada batasan kriteria yang paten dalam penentuan jenis gerhana. Sehingga hal tersebut dapat memicu kesalahan dalam membaca dan menebak jenis gerhana yang tengah terjadi melalui gambar visual yang dimunculkan oleh *Volvelle* Inovasi. Seyogyanya dalam algoritma penentuan gerhana memiliki batasan kriteria sebagaimana yang ada pada algoritma Jean Meeus dan NASA.

Dari hasil analisis sebelumnya, setidaknya ada tiga faktor penentu gerhana yaitu nilai *F*, *Gamma*, dan *Magnitudo*. Akantetapi pada instrument *Volvelle* Inovasi hanya memiliki nilai *F*. maka penulis mencoba untuk memanfaatkan nilai *F* tersebut untuk dapat membuat kriteria batasan gerhana bagi *Volvelle* Inovasi meski tanpa melibatkan nilai *gamma* dan *magnitudo*.

Penulis melakukan pendataan semua gerhana yang terjadi dalam *epoch* *Volvelle* Inovasi selama 200 tahun (tahun 1901 sampai dengan tahun 2100) dengan menyesuaikan jenisnya sebagaimana di NASA melalui tanggal terjadinya. Sehingga dari data tersebut bisa di ambil batas maksimal dan batas

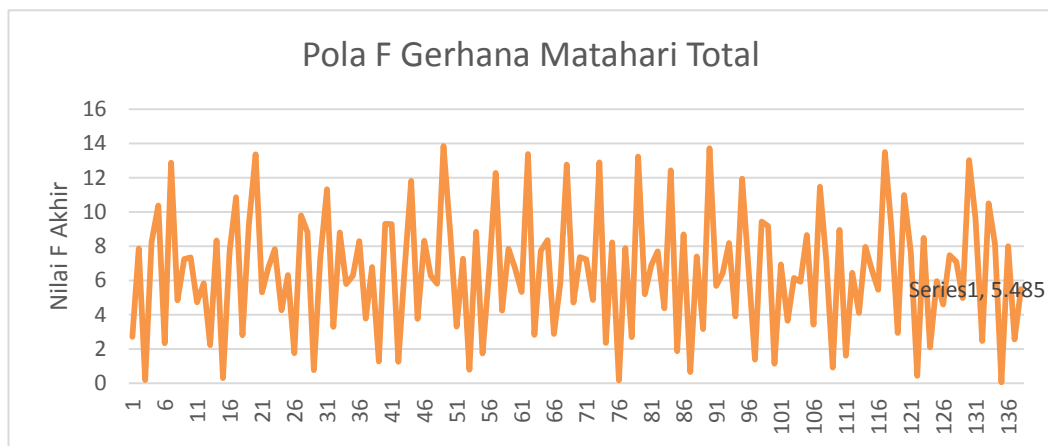
²⁴ Ehsan Hidayat, *Thesis*, Inovasi Instrumen 146-147

minimal dsri nilai F perjenis, data gerhana sebagaimana terlampir pada tabel 4.7 hingga 4.12

1. Analisis Jenis Gerhana Matahari

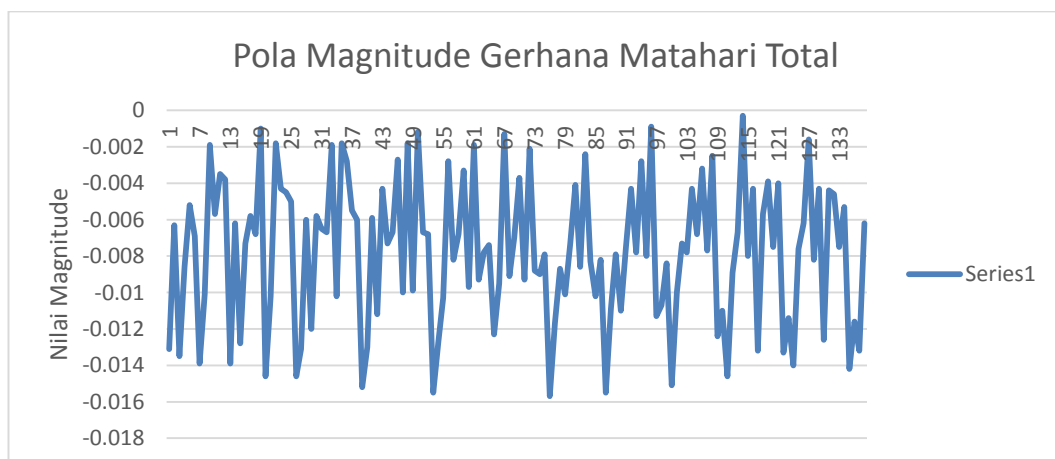
Grafik 4.1

Kurva nilai F akhir Gerhana Matahari total dari tahun 1901 -2100



Grafikn4.2

Kurva nilai magnitudo Gerhana Matahari total



Setelah penulis melakukan pendataan nilai F setiap gerhana Matahari total dari tahun 1901 hingga tahun 2100. Kemudian mengambil nilai selisih

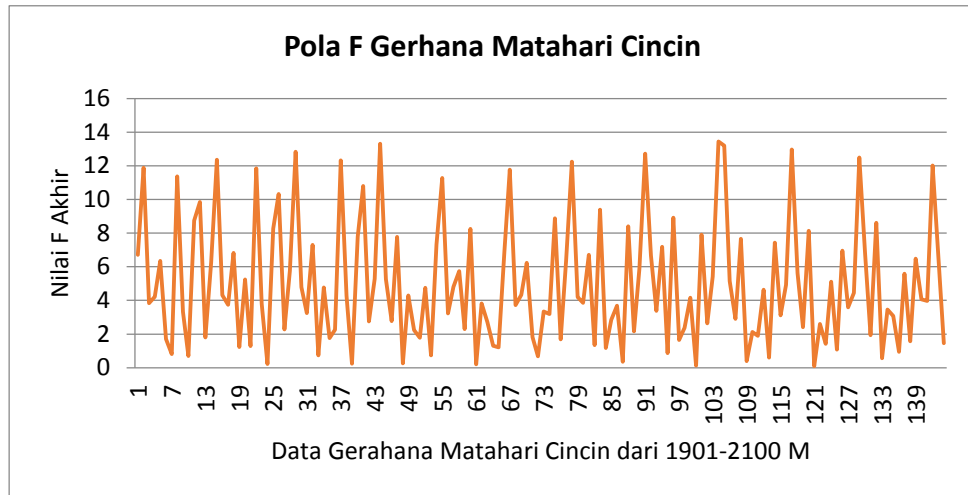
minimal absolute dari hasil pengurangan nilai F dengan derajat 0, 180, dan 360.²⁵ Maka nilai tersebut membentuk kurva sebagaimana grafik 4.1.

Diketahui nilai F ketika terjadi gerhana Matahari total rata-rata sebesar 6,4867824 derajat. Sedangkan nilai selisih *absolute* terkecil dengan nilai F akhir sebesar 0,051 yaitu terjadi pada gerhana Matahari total 22 Mei 2096 dan selisih absolute terbesar terjadi pada gerhana Matahari total 2 November 1967 dengan nilai F akhir sebesar 13,851. Dari grafik 4.1 kita bisa ketahui bahwa nilai F gerhana Matahari total tidak memiliki pola yang teratur, namun kita bisa mengambil kesimpulan bahwa selama kurun waktu 200 tahun sebagaimana *epoch Vovelle* Inovasi kurva gerhana Matahari total adalah dari nilai 0.051 derajat ($0^{\circ} 3' 3,6''$) sampai dengan 13.851 derajat ($13^{\circ} 51' 3,6''$).

Adapun pada grafik 4.2 nilai minimal magnitudo adalah -0,0003 yakni pada gerhana Matahari total 31 Mei 2068. Dan bernilai maksimum pada gerhana Matahari total 22 Juli 2009 dengan nilai -0,0157. Melacak sarat gerhana total, apabila nilai u dibawah 0. Dan secara data *Volvelle* Inovasi, semuanya memang terletak di bawah 0.

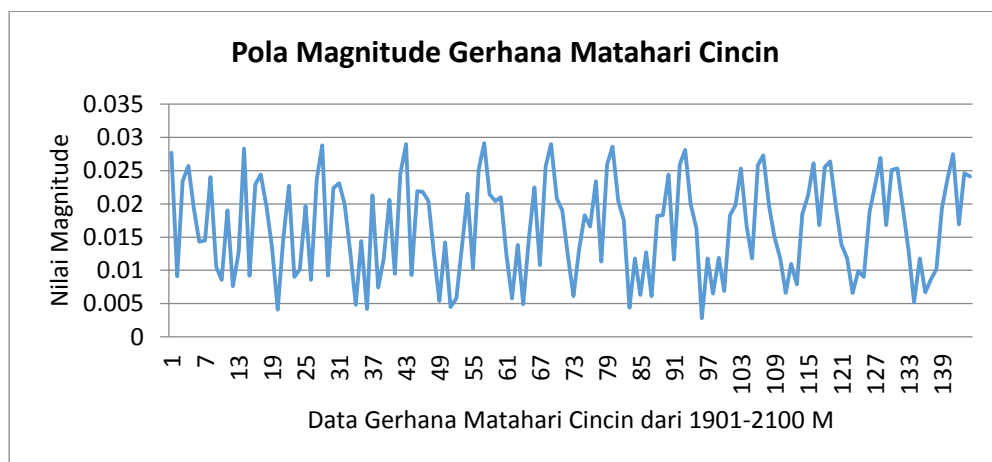
Grafik 4.3

Kurva nilai F akhir Gerhana Matahari cincin dari tahun 1901 -2100



Grafik 4.4

Kurva nilai magnitudo Gerhana Matahari cincin



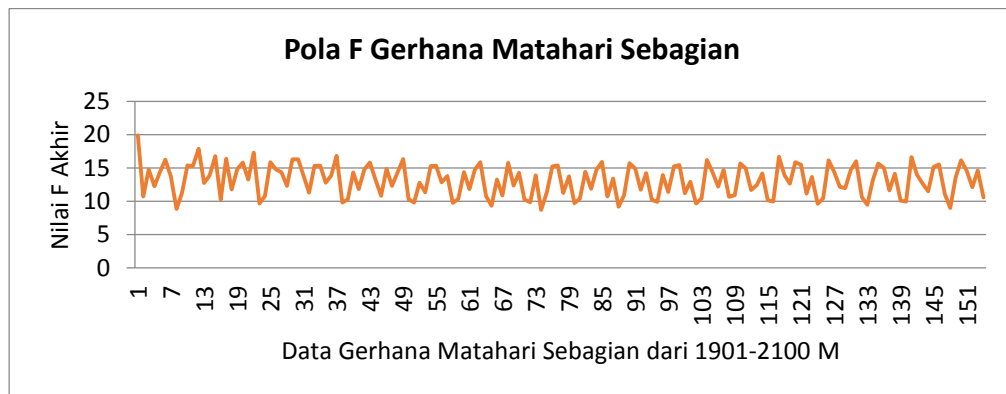
Diketahui nilai F ketika terjadi gerhana Matahari cincin rata-rata sebesar 4,93663053 derajat. Sedangkan nilai selisih absolute terkecil dengan nilai F akhir sebesar 0,091 derajat ($0^{\circ} 5' 27,6''$) yaitu terjadi pada gerhana Matahari cincin 11 Juni 2067 dan selisih *absolute* terbesar terjadi pada gerhana Matahari cincin 3 Oktober 2043 dengan nilai F akhir sebesar 13,452 derajat ($13^{\circ} 27' 7,2''$). Dari grafik 4.3 kita bisa ketahui bahwa nilai F gerhana

Matahari cincin tidak memiliki pola kenaikan dan penurunan secara teratur (konstan), namun kita bisa mengambil kesimpulan bahwa selama kurun waktu 200 tahun sebagaimana *epoch Vovelle* Inovasi kurva gerhana Matahari cincin terletak pada area jarak maksimal 13,452 derajat.

Adapun nilai minimal magnitudo adalah 0,0028 yakni pada gerhana Matahari cincin 9 Mei 2032. Dan bernilai maksimal pada gerhana Matahari cincin 24 Desember 1973 dengan nilai 0,0291. Melacak sarat gerhana cincin, yaitu apabila nilai u di antara 0 dan 0,0047. Dan secara data *Volvelle* Inovasi, semuanya memang terletak di antara interval tersebut.

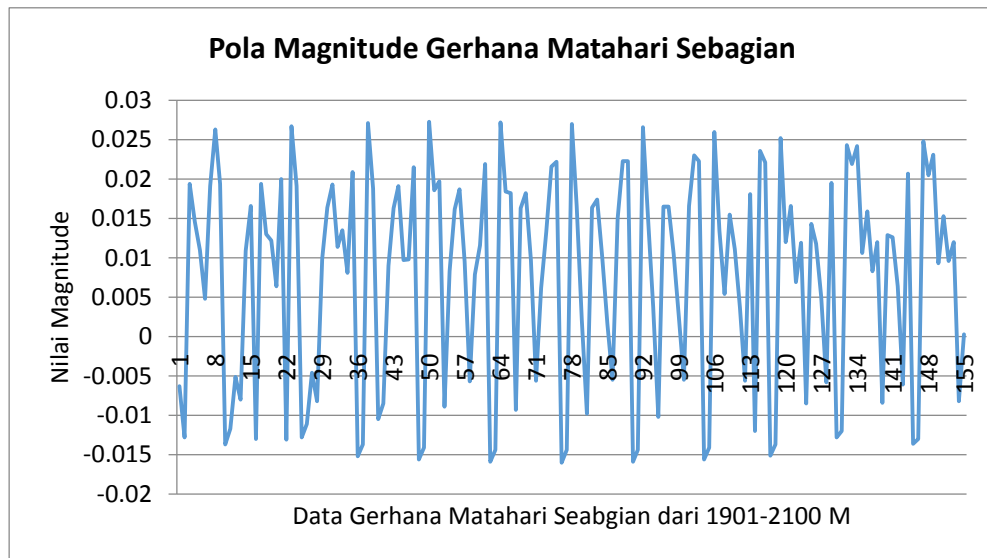
Grafik 4.5

Kurva nilai F akhir Gerhana Matahari sebagian dari tahun 1901 -2100



Grafik 4.6

Kurva nilai magnitudo Gerhana Matahari sebagian



Diketahui nilai F ketika terjadi gerhana Matahari sebagian rata-rata sebesar $13,08470117$ derajat. Sedangkan nilai selisih *absolute* terkecil dengan nilai F akhir sebesar $8,734$ derajat ($8^{\circ} 44' 2,4''$) yaitu terjadi pada gerhana Matahari sebagian 11 Juni 2067 dan selisih *absolute* terbesar terjadi pada gerhana Matahari sebagian Oktober 2043 dengan nilai F akhir sebesar $17,8967$ derajat ($17^{\circ} 53' 48.12''$). Dari grafik 4.5 kita bisa ketahui bahwa nilai F gerhana Matahari sebagian tidak memiliki pola yang teratur, namun kita bisa mengambil kesimpulan bahwa selama kurun waktu 200 tahun sebagaimana *epoch Vovelle* Inovasi kurva gerhana Matahari sebagian dimulai ketika nilai F di titik $8,734$ derajat.

Adapun nilai minimal magnitudo adalah $-0,016$ yakni pada gerhana Matahari sebagian 1 Juli 2000. Dan bernilai maksimal pada gerhana Matahari sebagian 4 Desember 1964 dengan nilai $0,0273$. Pada kasus *magnitudo*

gerhana Matahari sebagian , Jean Meeus tidak menjelaskan secara pasti intervalnya. Hanya saja apabila nilai mutlak γ terletak di antara 0,9972 sampai 1,5433+u. dan ini kasus gerhana non central.

Dari data semua gerhana Matahari selama 200 *epoch* *Volvelle* Inovasi telah menghasilkan nilai –nilai kurva yang berbeda tergantung dari jenis gerhana Mataharinya, sehingga ini sangat membantu penulis dalam membuat batasan kriteria jenis gerhana baru dalam penerapan *Volvelle* Inovasi, dengan kesimpulan sebaigaman berikut :

Tabel 4.3

Minimal Nilai F		Jenis Gerhana	Maksimal Nilai F	
0,051	<	Gerhana Matahari Total	<	13,581
0,091	<	Gerhana Matahari Cincin	<	13,452
8,734	<	Gerhana Matahari Sebagian	<	17,315

Karena *Volvelle* adalah instrumen dua dimensi, maka simulasi gerhana Matahari cincin tidak bisa diterapkan, sehingga dilebur menjadi satu dengan gerhana Matahari total. Tidak menutup kemungkinan untuk bisa disimulasikan dengan instrumen, tetapi dengan beberapa komponen tambahan, yaitu piringan γ dan *magnitude*.

Batas gerhana Matahari total atau cincin yang digunakan adalah mulai dari 0 derajat hingga 8,734 derajat sebagai predikat pasti. Adapun area sisa batas milik gerhana Matahari total/cincin masih $13,581 - 8,734 = 4,847$ derajat, harus berbagi area dengan kemungkinan gerhana sebagian. Sehingga harus dicek lanjut dengan nilai *gamma*. Kenapa tidak menggunakan *magnitude*? Karena jika ditinjau sebaran nilainya, maka tidak ada perbedaan antara kemungkinan nilai *magnitude* gerhana Matahari cincin yang terletak $0,0028 - 0,0291$ dan *magnitude* gerhana Matahari sebagian ada di $-0,016 - 0,0273$. Maka penulis menyimpulkan bahwa batas gerhana yang bisa digunakan adalah :

Tabel 4.4

Minimal Nilai F		Jenis Gerhana	Maksimal Nilai F	
0	<	Gerhana Matahari Total/Cincin	<	8,734
8,734	<	Cek Lanjutan Jenis antara gerhana total atau sebagian	<	13,581
13,581	<	Gerhana Matahari Sebagian	<	17,315

Untuk dapat mengetahui nilai lanjut tersebut, maka perlu mengetahui nilai *gamma* dari gerhana yang sedang dicari , dengan rumus sebagai berikut:

- a) Mencari nilai perkiraan tahun

Perkiraan tahun = tahun + Bulan yang lewat/ 12 + tanggal/365²⁶

- b) Mencari perkiraan nilai k ²⁷

$$K \equiv (\text{perkiraan tahun} - 2000) \times 12.3685$$

Tanda \equiv berarti “kira-kira sama dengan”

- c) Menentukan nilai k

Dalam penentuan adanya gerhana nilai k bilangan bulat dipergunakan untuk gerhana Matahari, sedangkan nilai k bilangan bulat + 0,5 untuk gerhana Bulan

- d) Menentukan nilai T

$$T = k / 1236,85$$

- e) Menghitung JDE

$$\text{JDE} = 2451550.09765 + 29.530588853 k + 0.0001337 T^2 - 0.000000150 T^3 + 0.0000000073 T^4$$

- f) Menghitung Anomali Matahari

$$M = 2.5534 + 29.10535669 k - 0.0000218 T^2 - 0.00000011 T^3$$

Hasil M tersebut masih dalam bentuk satuan derajat. Maka harus diubah ke satuan radian, dengan cara merubahnya ke bilangan derajat antara $0^\circ - 360^\circ$. Kemudian menjadikannya ke dalam satuan radian dengan cara $= M \times \pi/180$.

- g) Menghitung Anomali Bulan

²⁶ Rumus ini mengutip dari makalah yang disampaikan oleh Rinto Anugraha pada acara seminar dan observasi Gerhana Bulan total 10 desember 2011 di Masjid Agung Jawa Tengah. Rinto Anugraha, *Seminar dan Observasi Gerhana Bulan Total 10 Desember 2011*, Semarang : Masjid Agung Jawa Tengah, 7

²⁷ Jean Meeus, *Astronomical*, ...320

$M' = 201.5643 + 385816935 + 0.0107438 T^2 + 0.00001239 T^3 - 0.000000058 T^4$. Untuk ketentun satuannya sama dengan Anomali Matahari yaitu merubah ke satun radian.

h) Menghitung nilai Argument Lintang Bulan (F)

$$F = 160.7108 + 390.670502 74 k - 0.001 6341 T^2 - 0.00000227 T^3 - 0.000000011 T^4$$

i) Menghitung Omega (Ω)²⁸

$$(\Omega) = 124.7746 - 1.563 755 80 k + 0.002 0691 T^2 + 0.00000215 T^3$$

j) Menghitung E, E adalah eksentrisitas orbit Bumi mengitari Matahari.

$$E = 1 - 0.002516 T - 0.0000074 T^2$$

k) Menghitung F1

$$F1 = F - 0^\circ.02665 \text{ Sin } (\Omega)$$

l) Menghitung A₁

$$A1 = 2290.77 + 00.107408 k - 0,009 173 T2$$

m) Menghitung P

$$P = +0.2070 \times E \times \sin M + 0.0024 \times E \sin 2M - 0.0392 \sin M' + 0.0116 \sin 2M' + 0.0073 \times E \sin (M' + M) + 0.0067 \times E \sin (M' - M) + 0.0118 \sin 2F1$$

n) Menghitung Q

$$Q = +5.2207 - 0.0048 \times E \times \cos M + 0.0020 \cos 2M + 0.3299 \cos M' - 0.0060 \times E \cos (M' + M) + 0.0041 \times E \cos (M' - M)$$

o) Menghitung w

²⁸ Omega sering juga disebut dengan titi daki, Jean Meeus, *Astronomical, terj...* 118 dan 160

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

p) Menghitung *Gamma* (y)

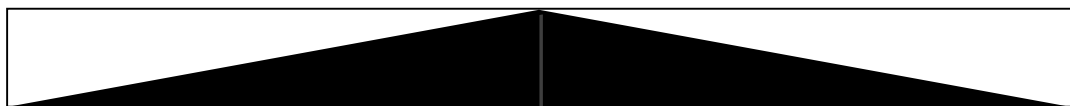
$$y = (p \cos F1 + Q \sin F1) (1 - 0.0048 w)$$

dengan ketentuan jika hasil *Gamma* ada di antara -0,9972 dan 0,9972, maka jenis gerhana adalah total. dan sebaliknya jika hasil di luar batas itu, maka sebagian.

Dari hasil penelitian tersebut penulis menyimpulkan batas gerhana Matahari dalam *Volvelle* Inovasi selama periode tahun 1901 hingga tahun 2100 sebagaik berikut :

- a. Jika nilai F 0.051 sampai dengan nilai F 8,734, maka gerhana Matahari total/ cincin
- b. Jika nilai F 13,581 sampai dengan nilai F 17.315, maka gerhana Matahari sebagian
- c. Jika nilai F antara 8,734 sampai 13,581 maka cek rumus lanjutan

Dari batasan tersebut bisa diilustrasikan ke dalam bentuk kurva baru gerhana Matahari *Volvelle* Inovasi, sebagai berikut :



Desain Awal Kurva *Volvelle* Inovasi



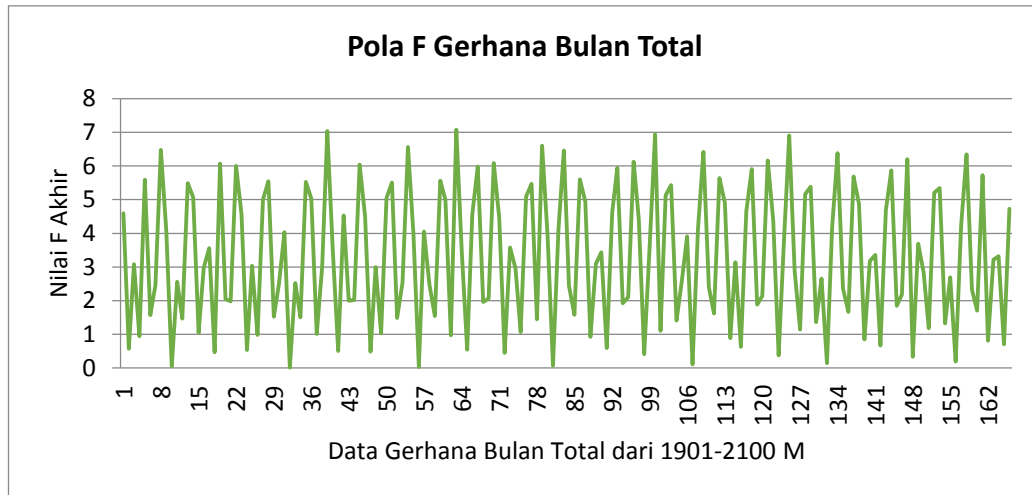
Ilustrasi Kurva Baru yang ditawarkan penulis

Kurva gerhana yang terdapat pada *Volvelle* Inovasi merupakan komponen penting dalam mengilustrasikan gambar gerhana sehingga pembaca dapat mengetahui jenis gerhana pada gambar tersebut sebagaimana yang telah dijelaskan pada Bab III. Akan tetapi menurut penulis desain kurva awal *Volvelle* kurang tepat jika diterapkan dalam instrument *Volvelle* Inovasi. Jika dilihat dari kurva awal tersebut maka kemungkinan terjadi gerhana total hanya pada saat nilai $F = 0$ derajat, dan ketika nilai F bertambah maka kurva tersebut akan memunculkan ilustrasi gerhana *separo* (gerhana sebagian). Maka jika dibandingkan dengan hasil temuan penulis tentang kriteria batasan jenis-jenis gerhana sebelumnya akan tidak tepat. Padahal dalam jarak nilai $F = 0$ derajat hingga derajat 8,734 masih masuk dalam area gerhana total. sehingga menurut penulis desain kurva tersebut perlu untuk dikoreksi kembali. Penulis mencoba menawarkan desain kurva baru untuk *Volvelle* Inovasi yang telah disesuaikan dengan batasan gerhana yang penulis peroleh, menurut penulis hal ini dapat meminimalisir bahkan dapat menghilangkan perbedaan ilustrasi gerhana antara *Volvelle* Inovasi dengan NASA, *Time And Date* ataupun instrument prediksi gerhana yang lain.

2. Analisis Jenis Gerhana Bulan

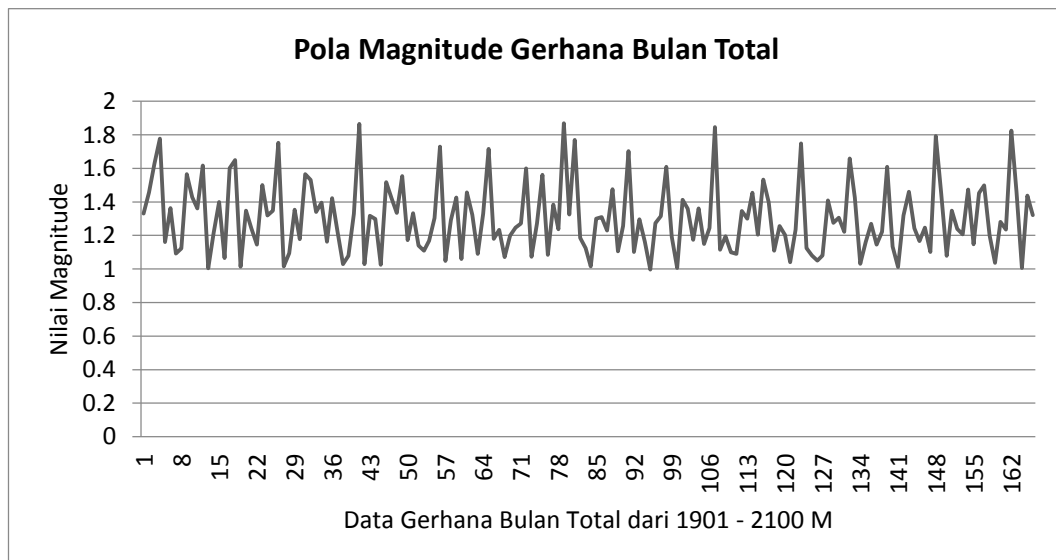
Grafik 4.7

Kurva nilai F akhir Gerhana Bulan total dari tahun 1901 -2100



Grafik 4.8

Kurva nilai magnitudo Gerhana Bulan total



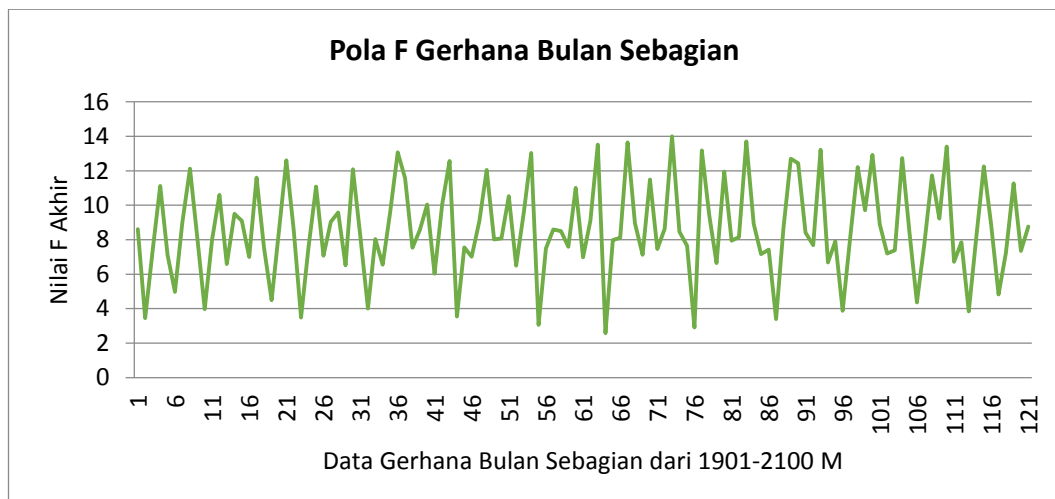
Diketahui nilai F ketika terjadi gerhana Bulan total rata-rata sebesar 3,329554 derajat. Sedangkan nilai selisih *absolute* terkecil dengan nilai F akhir sebesar 0,011 derajat ($0^{\circ} 0' 39,6''$) yaitu terjadi pada gerhana Bulan

total 26 Agustus 1942 dan selsisih absolute terbesar terjadi pada gerhana Bulan total 6 September 1979 dengan nilai F akhir sebesar 7,079 derajat ($7^{\circ} 4' 44,4''$). Dari grafik 4.7 kita bisa ketahui bahwa nilai F gerhana Matahari cincin tidak memiliki pola yang teratur, namun kita bisa mengambil kesimpulan bahwa selama kurun waktu 200 tahun sebagaimana *epoch Vovelle* Inovasi kurva gerhana Bulan total harus dari 0 hingga 7,079 derajat.

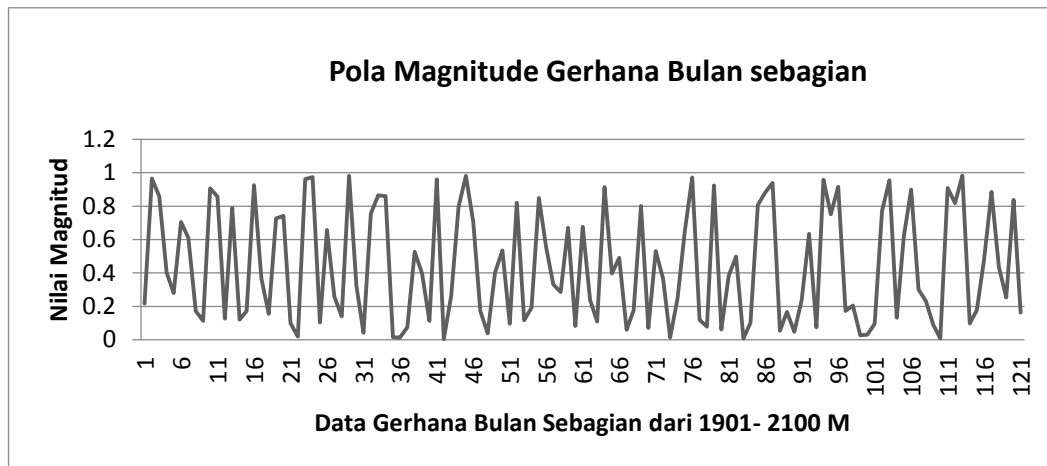
Adapun nilai minimal magnitudo adalah 1,0058 yakni pada gerhana Bulan total 26 Mei 2021. Dan bernilai maksimal pada gerhana Matahari total 16 September 1997 dengan nilai 1,0186. Melacak syarat gerhana total, apabila nilai u positif maka Bulan ada di penumbra sehingga gerhana total. Dan secara data *Vovelle* Inovasi, semuanya memang terletak di angka positif.

Grafik 4.9

Kurva nilai F akhir Gerhana Bulan sebagian dari tahun 1901 -2100



Grafik 4.10
Kurva nilai magnitudo Gerhana Bulan sebagian



Diketahui nilai F ketika terjadi gerhana Bulan sebagian rata-rata sebesar $8,562882393$ derajat. Sedangkan nilai selisih absolute terkecil dengan nilai F akhir sebesar $2,57845$ derajat ($2^{\circ} 34' 42.42''$) yaitu terjadi pada gerhana Bulan sebagian 26 Agustus 1942 dan selisih *absolute* terbesar terjadi pada gerhana Bulan sebagian 25 April 2013 dengan nilai F akhir sebesar $13,9915$ derajat ($13^{\circ} 59' 29,4''$).

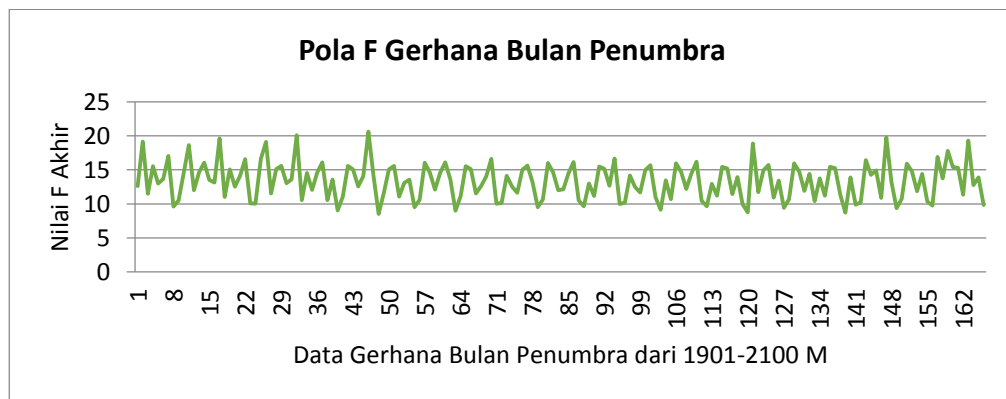
Dari grafik 4.9 kita bisa ketahui bahwa nilai F gerhana Matahari cincin tidak memiliki pola yang teratur, namun Dari sini bisa diketahui bahwa, jarak maksimal gerhana Bulan Sebagian dengan titik node adalah $13,9915$. Artinya hanya berbeda sedikit dengan batas pasti adanya Jean Meeus yang sebesar $13,9$ derajat. Dari sini pula kita bisa menarik kesimpulan bahwa kurva sebagian terletak di area jarak maksimal $13,9915$ derajat.

Adapun nilai minimal magnitudo adalah $0,0034$ yakni pada gerhana Bulan sebagian 3 Mei 1958. Dan bernilai maksimal pada gerhana Bulan sebagian 4

April 2015 dengan nilai 0,9956. Melacak syarat gerhana sebagian, Jean Meeus tidak menyebut secara pasti intervalnya. Hanya saja jika kita amati antara magnitudo Bulan total dan Bulan sebagian, maka sebaran gerhana Bulan total ada di angka magnitudo 0,0034 – 0,9956. Sedangkan kalau gerhana Bulan total itu di sebaran 1,0058 – 1,186.

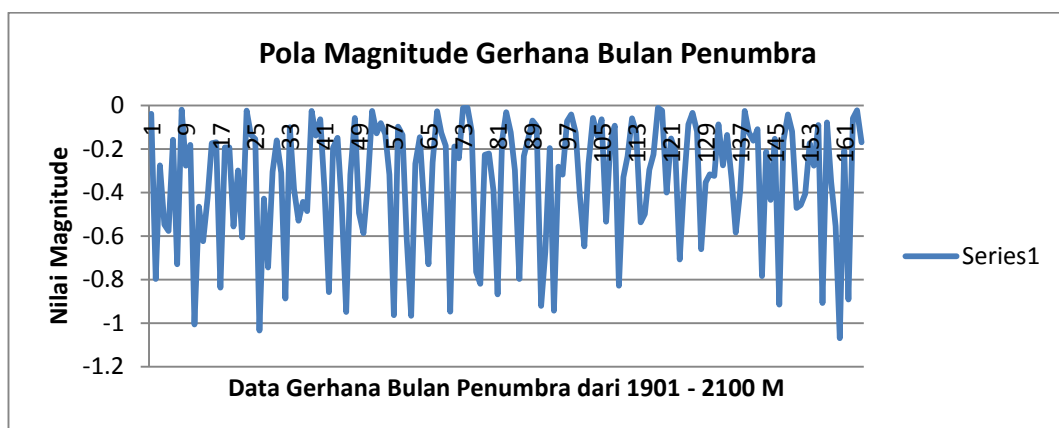
Grafik 4.11

Kurva nilai F akhir Gerhana Bulan penumbra dari tahun 1901 -2100 M



Grafik 4.12

Kurva nilai magnitudo Gerhana Bulan sebagian



Diketahui nilai F ketika terjadi gerhana Bulan penumbra rata-rata sebesar 13,13838099 derajat. Sedangkan nilai selisih *absolute* terkecil dengan nilai F akhir sebesar 8,535 derajat ($8^{\circ} 32' 26''$) yaitu terjadi pada gerhana Bulan sebagian 26 Agustus 1942 dan selisih *absolute* terbesar terjadi pada gerhana Bulan sebagian 25 April 2013 dengan nilai F akhir sebesar 20,604 derajat ($20^{\circ} 36' 14,4''$).

Dari sini bisa diketahui bahwa, jarak maksimal gerhana Bulan penumbra dengan titik node adalah 20,604. Artinya berbeda lumayan jauh dengan batas pasti adanya Jean Meeus yang sebesar 13,9 derajat tapi di bawah 21 dan ini batas akhir Jean Meeus. Karena apabila nilai lebih dari 21 derajat, maka dipastikan tidak ada gerhana. Dari sini pula kita bisa menarik kesimpulan bahwa kurva penumbra dimulai dari 8,535 hingga 21 derajat.

Adapun nilai minimal *magnitude* adalah -1,0691 yakni pada gerhana Bulan penumbra 6 Juni 2096. Dan bernilai maksimal pada gerhana Bulan penumbra 3 Maret 1988 dengan nilai -0,0097.

Pada kasus *magnitude* gerhana Bulan penumbra, Jean Meeus menjelaskan bahwa apabila hasil penghitungan *magnitude* di umbra *negative*, maka gerhana terjadi di penumbra. Dan secara data gerhana Bulan penumbra di atas memiliki data *magnitude negative*, sehingga tidak mungkin terjadi gerhana Bulan total ataupun sebagian.

Dari data gerhana Bulan tersebut penulis dapat membuat batasan kriteria dalam penerapannya pada instrument *Volvelle* Inovasi sebagai berikut :

Tabel 4.5

Nilai F Minimum		Jenis Gerhana	Nilai F Maksimum	
0,011	<	Gerhana Bulan Total	<	7,079
2,100524	<	Gerhana Bulan Sebagian	<	13,9915
8,535	<	Gerhana Bulan Penumbra	<	20,604

Karena *Volvelle* adalah instrumen dua dimensi, maka simulasi gerhana Bulan sebagian dengan gerhana Bulan penumbra tidak ada perbedaan. Semuanya ada warna merah pada lubang fullmoon. Hanya saja pada gerhana Bulan penumbra bisa diketahui dengan sedikitnya warna. Tidak menutup kemungkinan untuk bisa disimulasikan dengan instrumen, tetapi dengan beberapa komponen tambahan, yaitu piringan *gamma* dan *magnitude*. Maka penulis menyimpulkan bahwa batas gerhana yang bisa digunakan adalah :

Tabel 4.6

Nilai F Minimum		Jenis Gerhana	Nilai F Maksimum	
0	<	Gerhana Bulan Total	<	2,100524
2,100524	<	Cek Lanjutan Jenis total/sebagian	<	7,079
7,079	<	Gerhana Bulan Sebagian	<	8,535
8,535	<	Cek Lanjutan Jenis sebagian/penumbra	<	13,9915
13,9915	<	Gerhana Bulan Penumbra	<	21

Penjelasannya adalah : *Pertama*, batas gerhana Bulan total yang digunakan adalah mulai dari 0 derajat hingga 2,100524 derajat sebagai predikat pasti. Adapun area sisa batas miliki gerhana Bulan total masih $7,079 - 2,100524 = 4,978476$ derajat, harus berbagi area dengan kemungkinan gerhana Bulan sebagian. Sehingga harus dicek lanjut dengan nilai *magnitude*. Kenapa tidak menggunakan *gamma*? Karena jika ditinjau sebaran nilainya, maka tidak ada perbedaan antara kemungkinan nilai *magnitude* gerhana Bulan total yang terletak 1,0058-1,0186, sedangkan gerhana Bulan sebagian sebaran *magnitude* condong di $0,0034 - 0,9956$. Maka apabila pengecekan *magnitude* bernilai area 1, maka itu adalah gerhana Bulan total dan jika tidak maka area gerhana Bulan sebagian.

Adapun rumus mendapatkan *magnitude* Bulan di umbra menggunakan buku *Astronomical Algorithms* sebagai berikut :

- a) Mencari nilai perkiraan tahun

$$\text{Perkiraan tahun} = \text{tahun} + \text{Bulan yang lewat} / 12 + \text{tanggal} / 365^{29}$$

- b) Mencari perkiraan nilai k^{30}

$$K \equiv (\text{perkiraan tahun} - 2000) \times 12.3685$$

Tanda \equiv berarti “kira-kira sama dengan”

- c) Menentukan nilai k

²⁹ Rumus ini mengutip dari makalah yang disampaikan oleh Dr. Eng.Rinto Anugraha M.Si pada acara seminar dan observasi Gerhana Bulan total 10 desember 2011 di Masjid Agung Jawa Tengah. Rinto Anugraha, *Seminar dan Observasi Gerhana Bulan Total 10 Desember 2011*, Semarang : Masjid Agung Jawa Tengah, 7

³⁰ Jean Meeus, *Astronomical*, ...320

Dalam penentuan adanya gerhana nilai k bilangan bulat dipergunakan untuk gerhana Matahari, sedangkan nilai k bilangan bulat + 0,5 untuk gerhana Bulan

d) Menentukan nilai T

$$T = k / 1236,85$$

e) Menghitung JDE

$$\text{JDE} = 2451550.09765 + 29.530588853 k + 0.0001337 T^2 - 0.000000150 T^3 + 0.00000000073 T^4$$

f) Menghitung Anomali Matahari

$$M = 2.5534 + 29.10535669 k - 0.0000218 T^2 - 0.00000011 T^3$$

Hasil M tersebut masih dalam bentuk satuan derajat. Maka harus diubah ke satuan radian, dengan cara merubahnya ke bilangan derajat antara $0^\circ - 360^\circ$. Kemudian menjadikannya ke dalam satuan radian dengan cara $= M \times \pi/180$.

g) Menghitung Anomali Bulan

$$M' = 201.5643 + 385816935 k + 0.0107438 T^2 + 0.00001239 T^3 - 0.000000058 T^4$$

Untuk ketentun satuannya sama dengan Anomali Matahari yaitu merubah ke satun radian.

h) Menghitung nilai Argument Lintang Bulan (F)

$$F = 160.7108 + 390.67050274 k - 0.0016341 T^2 - 0.00000227 T^3 - 0.000000011 T^4$$

i) Menghitung Omega (Ω)³¹

³¹ Omega sering juga disebut dengan titi daki, Jean Meeus, *Astronomical, terj...* 118 dan 16

$$(\Omega) = 124.7746 - 1.563\ 755\ 80\ k + 0.002\ 0691\ T^2 + 0.00000215\ T^3$$

j) Menghitung E adalah eksentrisitas orbit Bumi mengitari Matahari.

$$E = 1 - 0.002516\ T - 0.0000074\ T^2$$

k) Menghitung F1

$$F1 = F - 0.02665\ \text{Sin}(\Omega)$$

l) Menghitung A₁

$$A1 = 2290.77 + 0.107408\ k - 0.009\ 173\ T^2$$

m) Menghitung koreksi untuk mengetahui tengah gerhana

$$\begin{aligned} F1 = & -0.4065X\ \text{sin}\ M' + 0.1727\ x\ \text{sin}\ E\ x\ \text{sin}\ M + 0.0161\ x\ \text{sin}\ (2x \\ & M') + 0.0097\ x\ \text{sin}\ (2\ x\ F1) + 0.0073\ x\ E\ x\ \text{sin}\ (M' - M) - 0.0050\ x \\ & \text{sin}\ E\ x\ \text{sin}\ (M' + M) - 0.0023\ x\ \text{sin}\ (M' - (2\ x\ F1)) + 0.0021\ x\ E\ x \\ & \text{sin}\ 2M + 0.0012\ x\ \text{sin}\ (M' + (2\ x\ F1)) + 0.0006\ x\ E\ x\ \text{sin}\ (2\ x\ M'' + \\ & M) - 0.0004\ x\ \text{sin}\ (3\ x\ M'') - 0.0003\ x\ E\ x\ \text{sin}\ (M + (2\ x\ F1)) + \\ & 0.0003\ x\ \text{sin}\ A1 - 0.0002\ x\ E\ x\ \text{sin}\ (M - (2\ x\ F1)) - 0.0002\ x\ E\ x\ \text{sin} \\ & (2\ x\ M'' - M) - 0.0002\ x\ \text{sin}\ \Omega \end{aligned}$$

n) Menghitung P

$$\begin{aligned} P = & +0.2070\ x\ E\ x\ \text{sin}\ M + 0.0024\ x\ E\ \text{sin}\ 2M - 0.0392\ \text{sin}\ M' \\ & + 0.0116\ \text{sin}\ 2M' + 0.0073\ x\ E\ \text{sin}\ (M' + M) + 0.0067\ x\ E\ \text{sin}\ (M' - M) \\ & + 0.0118\ \text{sin}\ 2F1 \end{aligned}$$

o) Menghitung Q

$$\begin{aligned} Q = & +5.2207 - 0.0048\ x\ E\ x\ \text{cos}\ M + 0.0020\ \text{cos}\ 2M + 0.3299\ \text{cos}\ M' \\ & - 0.0060\ x\ E\ \text{cos}\ (M' + M) + 0.0041\ x\ E\ \text{cos}\ (M' - M) \end{aligned}$$

p) Menghitung w

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

q) Menghitung *Gamma* (y)

$$y = (p \cos F1 + Q \sin F1) (1 - 0.0048 w)$$

r) Menghitung nilai U

$$U = 0.0059 (0.0046 \times E \times \cos M - 0.0182 \times \cos M'' + 0.0004 \times \cos 2M'' + 0.0005 \times \cos (M + M''))$$

s) Menghitung nilai *magnitudo*

Magnitudo gerhana penumbra

$$(1.5573 - u - \text{abs}(y)) / 0.545$$

Magnitudo gerhana umbra

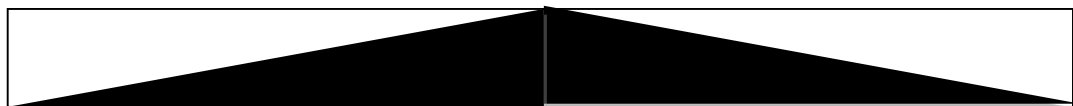
$$(1.0128 - u - \text{abs}(y)) / 0.545$$

Kedua, batas gerhana Bulan sebagian yang digunakan adalah mulai dari 7,079 derajat hingga 8,535 derajat sebagai predikat pasti. Adapun area sisa batas miliki gerhana Bulan sebagian masih $13,9915 - 8,535 = 5,4565$ derajat, harus berbagi area dengan kemungkinan gerhana Bulan sebagian dan gerhana Bulan penumbra. Sehingga harus dicek lanjut dengan nilai *magnitude*. Kenapa tidak menggunakan *gamma*? Karena jika ditinjau sebaran nilainya, maka tidak ada perbedaan antara kemungkinan nilai *magnitude* gerhana Bulan sebagian yang terletak 0,0034 – 0,9956, sedangkan gerhana Bulan penumbra sebaran *magnitude* condong di angka negative atau di bawah 0. Maka apabila pengecekan *magnitude* bernilai area positif, itu adalah gerhana Bulan sebagian dan jika tidak maka area gerhana penumbra.

Dari hasil penelitian tersebut penulis menyimpulkan batas gerhana Matahari dalam *Volvelle* Inovasi selama periode tahun 1901 hingga tahun 2100 sebagaik berikut :

- a. Jika nilai F 0 sampai dengan nilai F 2,100524, maka gerhana Bulan total
- b. Jika nilai F 7,079 sampai dengan nilai F 8,535, maka gerhana Bulan sebagian
- c. Jika nilai F 13,9915 sampai dengan 21 maka gerhana Bulan penumbra
- d. Jika nilai F diantara 2,100524 s/d 7,079 atau 8,535 s/d 13,9915, maka cek rumus lanjutan.

Dari batasan tersebut bisa diilustrasikan ke dalam bentuk kurva baru gerhana Bulan *Volvelle* Inovasi, sebagai berikut :



Desain awal kurva gerhana bulan *Volvelle* inovasi



Ilustrasi kurva baru yang ditawarkan penulis

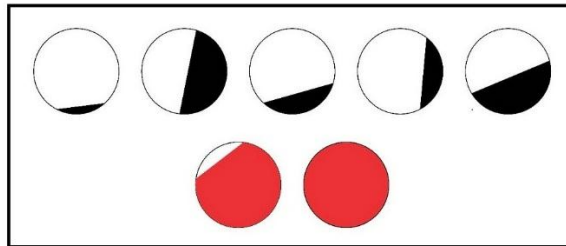
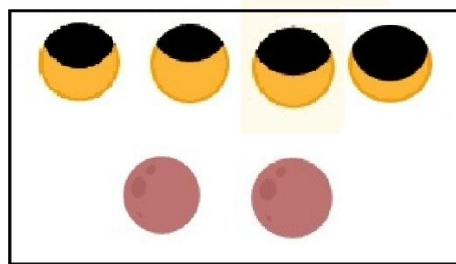
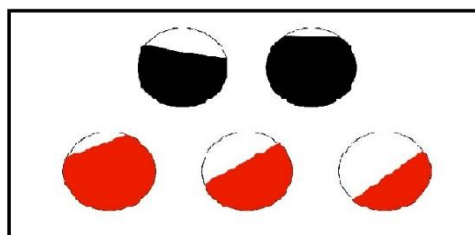
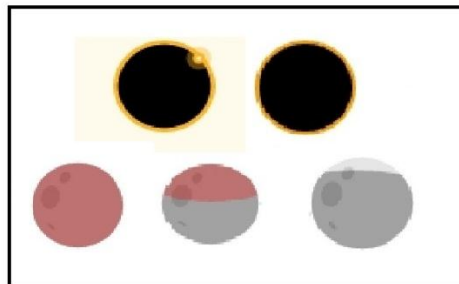
Tidak berbeda dengan kurva gerhana Matahari, menurut penulis desain kurva awal dari *Volvelle* Inovasi kurang tepat jika diterapkan dalam penentuan jenis gerhana. Hal tersebut disebabkan apabila menggunakan desain kurva awal kemungkinan muncul ilustrasi gerhana bulan total adalah ketika nilai F sebesar 0

derajat saja. Padahal sebagaimana hasil pendataan seluruh gerhana bulan total selama 200 tahun, area gerhana Bulan total tidak hanya pada saat nilai F_0 derajat. Oleh karena itu penulis mencoba menawarkan desain kurva baru yang disesuaikan dengan kriteria batasan jenis gerhana tersebut di atas. Hal ini tentunya untuk menghindari perbedaan jenis dan ilustrasi gerhana antara *Volvelle* Inovasi dengan instrument ataupun aplikasi prediksi gerhana yang lain. Sehingga lebih meningkatkan nilai keakuratan instrumen *Volvelle* Inovasi.

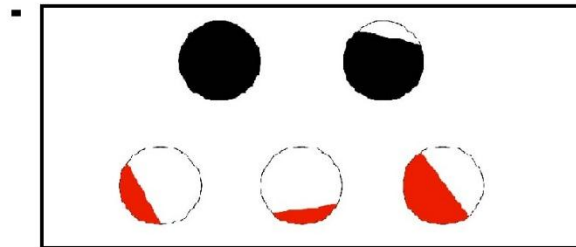
3. Uji Validitas Jenis Gerhana Yang Dihasilkan Oleh *Volvelle* Inovasi

Untuk mengetahui nilai validitas jenis gerhana *Volvelle* Inovasi maka penulis membandingkan visual gambar gerhana pada *Volvelle* Inovasi dengan visual gambar gerhana yang ada pada website *Time And Date*.³² Alasan penulis memilih website tersebut dikarenakan website *Time And Date* sama-sama bisa memvisualisasikan gambar gerhana sebagaimana *Volvelle* Inovasi. Selain itu algoritma yang digunakan oleh *Time And Date* mirip dengan algoritma yang digunakan oleh NASA terlihat dari nilai magnitudo gerhananya. Sehingga akan mempermudah dalam membandingkan visual gerhana yang ditampilkan oleh masing-masing (*Time And Date* dan *Volvelle* Inovasi). Sebagai contoh data yang penulis paparkan adalah data gerhana selama kurun waktu empat tahun terhitung dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2003 sebagai berikut :

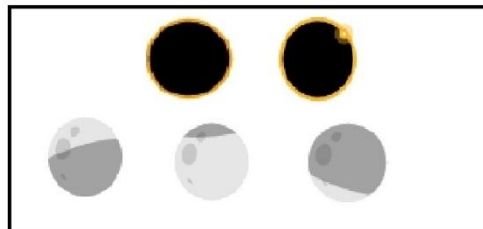
³² Time and date adalah sebuah website yang berisi tentang informasi zona waktu dan waktu, kalender, gerhana, dan masih banyak informasi astronomi yang lainnya. Time and date ini didirikan pada tahun 1995 oleh Steffen Thorsen. Time and date mempunyai nilai akurasi yang tinggi selain itu juga telah bekerjasama dengan NASA, ESA, Observatorium, dan para Astrofisikawan diseluruh dunia. baca lanjut di <https://www.timeanddate.com/eclipse/in/indonesia/pekalongan>

Gambar 4.3**Visual Gerhana oleh *Volvelle* Inovasi dan Time and Date****Visual Gerhana Volvelle Inovasi tahun 2000****Visual Gerhana Time and Date tahun 2000****Visual Gerhana Volvelle Inovasi Tahun 2001****Visual Gerhana Time and Date Tahun 2001**

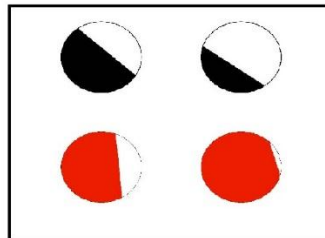
Visual Gerhana Volvelle Inovasi tahun 2002



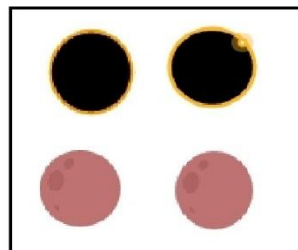
Visual Gerhana Time and Date tahun 2002



Visual Gerhana Volvelle Inovasi Tahun 2003



Visual Gerhana Time And Date Tahun 2003



Dari gambar 4.3 tersebut, penulis bisa menyimpulkan bahwa *Volvelle* Inovasi valid dalam memvisualkan gerhana. Visual gerhana diatas juga memperlihatkan bahwa *Volvelle* Inovasi sebagai instrument dua dimensi mampu memperlihatkan

bentuk gerhana total dan sebagian sebagaimana area yang tertutupi pada gambar gerhana tersebut. Seperti kasus gerhana bulan pada tahun 2002 pada *Volvelle* Inovasi selama area yang tertutupi tidak penuh atau 80 % mendekati penuh maka bisa dikatakan gerhana bukan gerhana total. Terbukti bahwa dalam kurun waktu empat tahun yang terdapat 10 gerhana Matahari dan 10 gerhana Bulan *Volvelle* Inovasi berhasil menangkap 4 gerhana Matahari sebagian, 2 Matahari total, dan 4 gerhana Bulan total, 4 gerhana Bulan penumbra. Hal tersebut sama ketika dibandingkan dengan data NASA Sebagaimana tabel 4.1 dan 4.2. Selanjutnya untuk mengoreksi hasil jenis gerhana pada *Volvelle* Inovasi maka dapat dilakukan dengan melihat data Nilai F pada gerhana yang sedang hitung tersebut sesuai dengan batasan yang telah penulis buat sebelumnya di atas.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Dalam kurun waktu empat tahun yaitu tahun 2000 hingga tahun 2003. Terdapat perbedaan jenis gerhana antara gambar gerhana yang dihasilkan *Volvelle* Inovasi dengan data gerhana pada NASA. Diketahui bahwa dalam *Volvelle* Inovasi terdapat 11 gerhana Matahari dan 10 gerhana Bulan. Sedangkan, pada data gerhana NASA terdapat 10 gerhana Matahari dan 10 gerhana Bulan. Faktor penentu perbedaan kedua data gerhana tersebut adalah: *Pertama*, *Volvelle* Inovasi tanpa menggunakan perhitungan *magnitude* sebagai keterlibatan penentu jenis gerhana sedangkan NASA ada. *Kedua*, *Volvelle* Inovasi tidak menggunakan *gamma* sebagai acuan gerhana sentral atau non sentral, sedangkan NASA menggunakannya. *Ketiga*, desain kurva gerhana yang kurang tepat sehingga menimbulkan ilustrasi yang berbeda jika dibandingkan dengan alat prediksi gerhana yang lain. Meskipun pada beberapa kasus ada kesamaan jenis namun banyak jenis yang nantinya bisa disalah pahami oleh pembaca jika hanya melihat visual gambar yang ditampilkan oleh *Volvelle* Inovasi.
2. Visual gambar gerhana yang dihasilkan oleh *Volvelle* Inovasi sebagaimana hasil analisis penulis pada bab 4 terbilang Valid. Dalam kurun waktu Empat tahun yang dalam NASA terdapat 10 gerhana Matahari dan 10 gerhana Bulan *Volvelle* Inovasi berhasil menangkap 4 gerhana Matahari sebagian, 2 Matahari Total, dan 4 gerhana Bulan total, 4 gerhana Bulan penumbra. Kemudian untuk

koreksi lanjutan penulis membuat kriteria batasan gerhana dalam penggunaan *vovelle* inovasi yang sebelumnya belum ada batasan tersebut dalam instrument *Volvelle* Inovasi. Dengan memanfaatkan nilai F setiap gerhana selama 200 tahun (1901-2100) maka penulis memperoleh hasil sebagaimana berikut :

Batasan Gerhana Matahari *Volvelle* Inovasi

- a. Jika nilai F mulai dari 0 derajat sampai dengan 8,734 derajat maka gerhana Matahari total/ cincin
- b. Jika nilai F mulai dari 13,581 derajat hingga 17,315 derajat maka gerhana Matahari sebagian
- c. Jika nilai F antara 8,734 derajat dan 13,581 derajat maka cek rumus lanjutan.

Batasan Gerhana Bulan *Volvelle* Inovasi

- a. Jika nilai F mulai dari 0 derajat sampai dengan 2,100524 derajat maka gerhana Bulan total
- b. Jika nilai F mulai dari 7,079 derajat sampai dengan 8,535 derajat maka gerhana Bulan sebagian
- c. Jika nilai F mulai dari 13,9915 sampai dengan 21 derajat maka gerhana Bulan penumbra
- d. Jika nilai F antara 2,100524 derajat sampai dengan 7,079 maka cek rumus lanjutan jenis apakah jenis gerhana total atau sebagian
- e. Jika nilai F antara 8,535 sampai dengan 13,9915 derajat maka cek lanjutan jenis apakah gerhana Bulan sebagian atau penumbra

Dikarenakan *Volvelle* Inovasi merupakan instrumen dua dimensi maka tidak bisa memvisualkan secara pas gerhana Matahari cincin, sehingga dilebur menjadi satu dengan gerhana Matahari total. Batasan gerhana tersebut hanya berlaku selama periode 1 *epoch Volvelle* Inovasi saja (tahun 1901 hingga 2100). Sehingga tidak menutup kemungkinan batasan tersebut akan berubah apabila periode tersebut telah habis dan membutuhkan kriteria batasan yang baru. Hal ini semata-mata untuk mempermudah pembaca dalam menggunakan *Volvelle* Inovasi.

B. Saran

1. Sebagaimana penelitian yang telah penulis lakukan, dari segi validitas *Volvelle* Inovasi ini valid jika digunakan. Terlebih dengan adanya instrumen dua dimensi tersebut bisa mempermudah sekaligus mempersingkat waktu dalam penggunaan penentuan waktu gerhana baik Matahari maupun Bulan.
2. *Vovelle* inovasi merupakan hasil pengembangan karya Philippe asal Prancis yang telah disempurnakan dengan komponen- komponen tambahan sehingga dapat dimanfaatkan sebagaimana kebutuhan ibadah umat Islam.
3. Sudah semestinya *Volvelle* Inovasi ini dapat kembali diangkat, diteliti dan dikembangkan lebih lanjut untuk menutupi kekurangan-kekurangan sebelumnya sehingga bisa menjadi lebih tinggi nilai keakurasinya dan dapat digunakan dalam kajian Ilmu Falak UIN Walisongo maupun kepada khalayak luas.

C. Penutup

Alhamdulillahirabbil'amin,

Demikianlah tulisan ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan. Puji syukur selalu penulis haturkan dihadapan Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya berupa nikmat kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagaimana mestinya.

Penulis sangat menyadari, bahwa dalam penulisan ini banyak terdapat kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk menjadikan lebih baik tulisan ini. Pungkasnya penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan teruntuk penulis sendiri *amin yarabbal'amin*

DAFTAR PUSTAKA

Sumber Wawancara :

Wawancara langsung dengan Ehsan Hidayat, 29 Februari 2017 Pukul 09:13 dirumah Ehsan Hidayat, gang 8 desa Sidomuyo Kecamatan Kesesi Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah

Sumber Buku dan Kitab :

- ‘Abdillah Muhammad, Abi bin Isma’il, *Shahih al- Buhori*, Juz 1, Indonesia: Maktabah Dahlan. tt
- Ali, Ahmad. *Kitab Shahih al-Bukhari dan Muslim*, Jakarta: Alita Aksara Media. 2013
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta : jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada. 2012
- Anwar, Syamsul. *Interkoneksi Studi Hadis Dan Astronomi* Yogyakarta: Suara muhammadiyah. 2011
- Ayres dan Philip A Schmidt, Frank. *Matematika Universitas Edisi Ketiga*, terj Alit bondan, Jakarta : Erlangga. 2004
- Azhari, Suskinan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta : Pustaka Pelajar. 2012
- Azwar, Saifuddin. *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2004
- Bion, Nicolas. *The Traite De La Construction Usages Des Instrumen*, Paris : Pres La Rue Gille.1752
- Dāwūd, Abū *Sunan Abi Dawud*, edisi Muhammad ‘Abd al- Aziz al- Khalidi. Beirut: Dār al-Kutub al- ‘Ilmiyyah. 2007
- De La Hire, Philippe. *Tabulae Astronomicae Ludovici Magnilussu Et Munificentia Exaratae Et In Lucem Editae*, Paris: ETH Bibliothek Zurich. 1727
- Departemen Agama Republik Indonesia. *Alquran Dan Terjemahnya*.Semarang: CV AL WAAH. 1993
-
- _____ . *Al-Quran dan Terjemahnya*. Jawa Barat: Diponegoro. 2005

- Departemen Pengembangan Sumber Daya Manusia CSSMora Nasional. *Buku Saku CSSMoRA*. Jawa Barat. 2018. Tidak dipublikasikan
- Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Direktorat Urusuan Agama Islam dan Pembinaan Syari'ah. *Al-Qur'an dan Tafsirnya*, Jilid VIII Jakarta : PT. Sinergi Pustaka Indonesia. 2012
- Duffet-Smith, Peter. *Practical Astronomy with Your Calculator*, Cambridge : Cambridge University Press. 1979
- Endarto, Danang. *Kosmografi*, Yogyakarta:Ombak. 2014
- Eugen Kurer, Karl. *The History of the Theory of Structures*, Germany: Ernst dan Sohn Verlag für Architektur und technische. 2008
- Faizal, Mohammad. *Muzakirah Ilmu Falak*. (tp.tt) 2011.
- Gislen dan Chris Eade, Lars. Philippe De La Hire's Eighteenth Century Eclipse Predictor, *Journal of Astronomical History and Heritage*. 2016
- Hockey, Thomas. *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, New York: Spinger. 2007
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pt. Pustaka Rizki Putra. 2012
- Karim, Abdul Dan Rifa Jamaluddin Nasir. *Mengenal Ilmu Falak*, Yogyakarta: Qudsi Media. 2012
- Khazin, Muhyiddin. *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta : Buana Pustaka. 2005
- _____. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik Edisi Terbaru*, Jogjakarta : Buana Pustaka. 2008
- Majelis Tarjih Dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah*. Yogyakarta: Majelis Tarjih Dan Tajdid Pp Muhammadiyah. 2009
- Mamang Sangadji Dan Sopiah, Eta. *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Andi. 2010
- Martono, Nanang. *Metode Penelitian Kuantitatif*, Jakarta : Rajawali Pers. 2012
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithms*, Virginia: Willman Bell., Inc. 1991
- _____. *Algoritma Astronomi*, Di Terjemahkan Oleh Dr. Ing Khafid Sebagai Modul Kuliah Astronomi, Semarang: Uin Walisongo Semarang.
- Mottelay, Paul Fleury. *Bibliographical History of Electricity and Magnetism*, London : Charles Griffin & Company Limited. 1992

- Mulyadi, M.Heru Basuki, Dan Hendro Prabowo, Seto. *Metode Penelitian Kualitatif Dan Mixed Method*, Depok : Pt. Rajagrafindo Persada. 2019
- Mulyatiningsih, Endang. *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*, Bandung: Alfabeta. 2013
- Saksono, Tono. *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*, Jakarta: Amythas Publicita. 2007
- Satori, Djaman. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta. 2013
- SIR, Zbynek. *Les Sections Coniques Chez Philippe de La Hire*, These en cotutelle, Paris. 2002
- Sugiyono. *Metode Penelitian Administrasi*, Bandung: Alfabeta. 2016
- UPT Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung. *Perjalanan Mengenal Astronom*, Bandung: ITB. 1995
- Virendra Nath Sharma, Zij- I Muhammad Shahi and The Tables of De La Hire. *India Journal of History of Science*.(tp.tt) 1990
- Wardan, K.R. Muhammad. *Kitab Ilmu Falak Dan Hisab*, Yogyakarta: Koleksi Jogja Astro Club (Jac). 1957
- Zainal, Baharuddin. *Ilmu Falak Edisi Kedua*, Malaysia: Dawama. 2004
- Sumber Skripsi dan Thesis:
- Alamulyaqin, Algoritma Hisab Gerhana Bulan Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit, *Skripsi* Sarjana Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo. Semarang: 2017. Tidak dipublikasikan
- Hidayat, Ehsan. *Skripsi*, Analisis Pola Gerhana Matahari ditinjau dari Kriteria Nilai Argumen Lintang Bulan (F), Gamma (y), dan Magnitudo (u), UIN Walisongo Semarang. 2017. Tidak dipublikasikan
- _____. *Thesis*.Inovasi Instrument *Volvelle* Philippe De La Hire Dalam Penentuan Waktu Gerhana, Program Studi S2 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang. 2019. Tidak dipublikasikan
- Nur Rokhmah, Maulidina. Salat Gerhana Ketika Gerhana Tidak Tampak Dalam Perspektif Muhammadiyah. *Skripsi*. Prodi S1 Ilmu Falak Uin Walisongo Semarang. 2019. Tidak dipublikasikan
- Setiayani. Prespektif Tokoh-Tokoh Ilmu Falak Tetang Fenomena Gerhana Bulan Penumbra Dan Implikasinya Terhadap Pelaksanaan Salat Khusuf, *Skripsi*

Fakultas Syariah Dan Hukum. Semarang: UIN Walisongo.2018. Tidak dipublikasikan

Sumber Jurnal dan Makalah :

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

Hidayat, Ehsan. *Jurnal*, Penentuan Jumlah Gerhana Matahari Dengan Argument Lintang Bulan Dan Teori Aritmatika, (MIYAH : Jurnal Studi Islam Volume 15, Nomor 01. 2019

_____. *Jurnal*, Sejarah Perkembangan Hisab dan Rukyat (Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak Vol 3, No.1. 2019

Jayusman, Muhammad. *Fenomena Gerhana Dalam Wacana Hukum Islam Dan Astronomi*, Jurnal Al-‘Adalah, Vol.X, No. 2. 2011

Lailatul Mukarromah, Siti. *Perhitungan Gerhana Matahari Dengan Algoritma Nasa*, Ulul Albab, Vol 2 No.2. 2015. Tidak dipublikasikan

Mujab, Sayful. *Gerhana antara Mitos, Sains, dan Islam*, Yudisia Vol.5 No. 1. 2014

Anugraha, Dr. Eng.Rinto. Makalah acara seminar dan observasi Gerhana Bulan total 10 desember 2011 di Masjid Agung Jawa Tengah. Rinto Anugraha, *Seminar dan Observasi Gerhana Bulan Total 10 Desember*. Semarang : Masjid Agung Jawa Tengah. 2011. Tidak dipublikasikan

Hidayat, Ehsan. materi Seminar Nasional “ Kajian Fungsional Perangkat Hisab Rukyat” yang diadakan oleh CSSMoRA UIN Walisongo Semarang pada 12 Desember 2019 di Audit 1 Lantai 1 Kampus 1 UIN Walisongo Semarang. Tidak dipublikasikan

Sumber Website:

<http://www.karlin.mff.cuni.cz/~sir/> diakses pada 3 Maret 2020 Pukul 11:57

https://en.wikipedia.org/wiki/Bernard_Le_Bovier_de_Fontenelle diakses pada 3 Maret 2020 pukul 17: 50 WIB

https://id.wikipedia.org/wiki/Baharudin_Zainal diakses pada 11 februari 2020 pukul 08:32

https://id.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens diakses pada 4 Maret 2020 Pukul 10: 45 WIB

https://id.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Poussin diakses pada 3 Maret 2020 Pukul 12:10

Lihat gambar <http://materimateriajar.blogspot.com/2015/03/Gerhana-Bulan-dan-Gerhana-Matahari.html> diakses pada 10 Februari 2020 puku 11:56 WIB

Lihat gambar <http://jogjaupdate.com/jenis-jenis-Gerhana-Bulan/> diakses pada 10 Februari 2020 Pukul 09:03 WIB

Lihat gambar <https://langitselatan.com/2014/04/28/mengenal-Gerhana-Matahari/> diakses pada 10 Februari 2020 pukul 08:43 WIB

Lihat gambar <https://rachmanabdul.wordpress.com/2011/12/07/Gerhana-Bulan-dan-Matahari/> diakses pada 10 Februari 2020 pukul 12:01 WIB

Lihat gambar
<https://www.kompas.com/tren/read/2019/12/23/131106665/kaleidoskop-2019-Gerhana-yang-bisa-disaksikan-di-indonesia?page=all> diakses pada 10 Februari 2020 Pukul 08:45 WIB

Nu'man Hasan, Farid. Rubrik Fiqih Ahkam pada 08/10/14, <http://www.dakwatuna.com/2014/10/08/58056/fiqih-salat-Gerhana/> diakses pada 10 Mei 2020 pukul 08:12 WIB

LAMPIRAN

Foto bersama Ehsan Hidayat, S.H.,M.H selaku perancang *Volvelle* inovasi



Tabel 4.7

Matahari Total							
date	F Volvelle	S - 0	S - 180	S - 360	Min	Magnitude	nilai k
18/5/1901	182.6958	182.6958	2.6958	177.3042	2.6958	-0.0131	-1220
21/9/1903	352.1405	352.1405	172.1405	7.8595	7.8595	-0.0063	-1191
9/9/1904	0.186543	0.186543	179.8135	359.8135	0.186543	-0.0135	-1179
30/8/1905	8.232606	8.232606	171.7674	351.7674	8.232606	-0.0086	-1167
14/1/1907	169.6312	169.6312	10.3688	190.3688	10.3688	-0.0052	-1150
3/1/1908	177.6773	177.6773	2.3227	182.3227	2.3227	-0.0069	-1138
9/5/1910	347.1219	347.1219	167.1219	12.8781	12.8781	-0.0139	-1109
28/4/1911	355.168	355.168	175.168	4.832	4.832	-0.0101	-1097
10/10/1912	187.2371	187.2371	7.2371	172.7629	7.2371	-0.0019	-1079
21/8/1914	172.6587	172.6587	7.3413	187.3413	7.3413	-0.0057	-1056
3/2/1916	4.7278	4.7278	175.2722	355.2722	4.7278	-0.0035	-1038
6/9/1918	174.1724233	174.172423	5.827577	185.8276	5.8275767	-0.0038	-1009
29/5/1919	182.2185	182.2185	2.2185	177.7815	2.2185	-0.0139	-997
1/10/1921	351.6631	351.6631	171.6631	8.3369	8.3369	-0.0062	-968
21/9/1922	359.7092	359.7092	179.7092	0.2908	0.2908	-0.0128	-956
10/9/1923	7.755223	7.755223	172.2448	352.2448	7.755223	-0.0073	-944
24/1/1925	169.154	169.154	10.846	190.846	10.846	-0.0058	-927
14/1/1926	177.2	177.2	2.8	182.8	2.8	-0.0068	-915
29/6/1927	9.26895	9.26895	170.7311	350.7311	9.26895	-0.001	-897
19/5/1928	346.645	346.645	166.645	13.355	13.355	-0.0146	-886
9/5/1929	354.691	354.691	174.691	5.309	5.309	-0.0102	-874
21/10/1930	186.76	186.76	6.76	173.24	6.76	-0.0018	-856
31/8/1932	172.181	172.181	7.819	187.819	7.819	-0.0043	-833
14/2/1934	4.25035	4.25035	175.7497	355.7497	4.25035	-0.0045	-815
19/6/1936	173.695	173.695	6.305	186.305	6.305	-0.005	-786
8/6/1937	181.741	181.741	1.741	178.259	1.741	-0.0146	-774
29/5/1938	189.787	189.787	9.787	170.213	9.787	-0.0131	-762
12/10/1939	351.186	351.186	171.186	8.814	8.814	-0.006	-745
1/10/1940	359.232	359.232	179.232	0.768	0.768	-0.012	-733
21/9/1941	7.27773	7.27773	172.7223	352.7223	7.27773	-0.0058	-721
4/2/1943	168.676	168.676	11.324	191.324	11.324	-0.0065	-704
25/1/1944	176.722	176.722	3.278	183.278	3.278	-0.0067	-692
9/7/1945	8.79144	8.79144	171.2086	351.2086	8.79144	-0.0019	-674
20/5/1947	354.213	354.213	174.213	5.787	5.787	-0.0102	-651
1/11/1948	186.282	186.282	6.282	173.718	6.282	-0.0018	-633

12/9/1950	171.704	171.704	8.296	188.296	8.296	-0.0028	-610
25/2/1952	3.7728	3.7728	176.2272	356.2272	3.7728	-0.0055	-592
30/6/1954	173.217	173.217	6.783	186.783	6.783	-0.006	-563
20/6/1955	181.263	181.263	1.263	178.737	1.263	-0.0152	-551
8/6/1956	189.309	189.309	9.309	170.691	9.309	-0.013	-539
23/10/1957	350.708	350.708	170.708	9.292	9.292	-0.0059	-522
12/10/1958	358.754	358.754	178.754	1.246	1.246	-0.0112	-510
2/10/1959	6.80014	6.80014	173.1999	353.1999	6.80014	-0.0043	-498
15/2/1961	168.199	168.199	11.801	191.801	11.801	-0.0073	-481
5/2/1962	176.245	176.245	3.755	183.755	3.755	-0.0067	-469
20/7/1963	8.31382	8.31382	171.6862	351.6862	8.31382	-0.0027	-451
30/5/1965	353.735	353.735	173.735	6.265	6.265	-0.01	-428
12/11/1966	185.804	185.804	5.804	174.196	5.804	-0.0018	-410
2/11/1967	193.851	193.851	13.851	166.149	13.851	-0.0099	-398
22/9/1968	171.226	171.226	8.774	188.774	8.774	-0.0012	-387
7/3/1970	3.29514	3.29514	176.7049	356.7049	3.29514	-0.0067	-369
10/7/1972	172.74	172.74	7.26	187.26	7.26	-0.0068	-340
30/6/1973	180.786	180.786	0.786	179.214	0.786	-0.0155	-328
20/6/1974	188.832	188.832	8.832	171.168	8.832	-0.0127	-316
23/10/1976	358.276	358.276	178.276	1.724	1.724	-0.0103	-287
12/10/1977	6.32244	6.32244	173.6776	353.6776	6.32244	-0.0028	-275
26/2/1979	167.721	167.721	12.279	192.279	12.279	-0.0082	-258
16/2/1980	175.767	175.767	4.233	184.233	4.233	-0.0068	-246
31/7/1981	7.8361	7.8361	172.1639	352.1639	7.8361	-0.0033	-228
11/6/1983	353.258	353.258	173.258	6.742	6.742	-0.0097	-205
22/11/1984	185.327	185.327	5.327	174.673	5.327	-0.0019	-187
12/11/1985	193.373	193.373	13.373	166.627	13.373	-0.0093	-175
18/3/1988	2.81737	2.81737	177.1826	357.1826	2.81737	-0.0078	-146
22/7/1990	172.262	172.262	7.738	187.738	7.738	-0.0074	-117
30/6/1992	188.354	188.354	8.354	171.646	8.354	-0.0123	-93
3/11/1994	357.128	357.128	177.128	2.872	2.872	-0.0095	-64
24/10/1995	5.84463	5.84463	174.1554	354.1554	5.84463	-0.0013	-52
9/3/1997	167.243	167.243	12.757	192.757	12.757	-0.0091	-35
26/2/1998	175.289	175.289	4.711	184.711	4.711	-0.007	-23
11/8/1999	7.35827	7.35827	172.6417	352.6417	7.35827	-0.0037	-5
21/6/2001	352.7798	352.7798	172.7798	7.2202	7.2202	-0.0093	18
4/12/2002	184.8489	184.8489	4.8489	175.1511	4.8489	-0.0021	36
23/11/ 2003	192.8949	192.8949	12.8949	167.1051	12.8949	-0.0088	48
29/03/2006	2.339499	2.339499	177.6605	357.6605	2.339499	-0.009	77
1/8/2008	171.7841	171.7841	8.2159	188.2159	8.2159	-0.0079	106
22/07/2009	179.8301	179.8301	0.1699	180.1699	0.1699	-0.0157	118

11/7/2010	187.8761	187.8761	7.8761	172.1239	7.8761	-0.0117	130
13/11/2012	357.3207	357.3207	177.3207	2.6793	2.6793	-0.0087	159
20/03/2015	166.7653	166.7653	13.2347	193.2347	13.2347	-0.0101	188
9/3/2016	174.8113	174.8113	5.1887	185.1887	5.1887	-0.0073	200
21/08/2017	6.880331	6.880331	173.1197	353.1197	6.880331	-0.0041	218
2/7/2019	352.3019	352.3019	172.3019	7.6981	7.6981	-0.0086	241
14/12/2020	184.3709	184.3709	4.3709	175.6291	4.3709	-0.0024	259
4/12/2021	192.417	192.417	12.417	167.583	12.417	-0.0083	271
8/4/2024	1.86152	1.86152	178.1385	358.1385	1.86152	-0.0102	300
12/8/2026	171.306	171.306	8.694	188.694	8.694	-0.0082	329
2/8/2027	179.352	179.352	0.648	180.648	0.648	-0.0155	341
22/7/2028	187.398	187.398	7.398	172.602	7.398	-0.0109	353
25/11/2030	356.843	356.843	176.843	3.157	3.157	-0.0079	382
30/3/2033	166.287	166.287	13.713	193.713	13.713	-0.011	411
20/3/2034	174.333	174.333	5.667	185.667	5.667	-0.0075	423
2/9/2035	6.402299	6.402299	173.5977	353.5977	6.402299	-0.0043	441
13/7/2037	351.824	351.824	171.824	8.176	8.176	-0.0078	464
26/12/2038	183.893	183.893	3.893	176.107	3.893	-0.0028	482
15/12/2039	191.939	191.939	11.939	168.061	11.939	-0.008	494
30/4/2041	353.337	353.337	173.337	6.663	6.663	-0.0009	511
20/4/2042	1.38344	1.38344	178.6166	358.6166	1.38344	-0.0113	523
9/4/2043	9.42946	9.42946	170.5705	350.5705	9.42946	-0.0107	535
23/8/2044	170.828	170.828	9.172	189.172	9.172	-0.0084	552
12/8/2045	178.874	178.874	1.126	181.126	1.126	-0.0151	564
2/8/2046	186.92	186.92	6.92	173.08	6.92	-0.01	576
12/5/2048	356.3645	356.3645	176.3645	3.6355	3.6355	-0.0073	605
30/3/2052	173.855	173.855	6.145	186.145	6.145	-0.0078	646
12/9/2053	5.92414	5.92414	174.0759	354.0759	5.92414	-0.0043	664
24/7/2055	351.346	351.346	171.346	8.654	8.654	-0.0068	687
5/1/2057	183.415	183.415	3.415	176.585	3.415	-0.0032	705
26/12/2057	191.461	191.461	11.461	168.539	11.461	-0.0077	717
11/5/2059	352.859	352.859	172.859	7.141	7.141	-0.0025	734
30/4/2060	0.90524	0.90524	179.0948	359.0948	0.90524	-0.0124	746
20/4/2061	8.95126	8.95126	171.0487	351.0487	8.95126	-0.011	758
24/8/2063	178.396	178.396	1.604	181.604	1.604	-0.0146	787
12/8/2064	186.442	186.442	6.442	173.558	6.442	-0.0089	799
17/12/2066	355.886	355.886	175.886	4.114	4.114	-0.0067	827
31/5/2068	187.955	187.955	7.955	172.045	7.955	-0.0003	846
11/4/2070	173.377	173.377	6.623	186.623	6.623	-0.008	869
23/9/2071	5.44588	5.44588	174.5541	354.5541	5.44588	-0.0043	887
12/9/2072	13.4919	13.4919	166.5081	346.5081	13.4919	-0.0132	899

3/8/2073	350.867	350.867	170.867	9.133	9.133	-0.0057	910
16/1/2075	182.936	182.936	2.936	177.064	2.936	-0.0039	928
6/1/2076	190.982	190.982	10.982	169.018	10.982	-0.0075	940
22/5/2077	352.381	352.381	172.381	7.619	7.619	-0.004	957
11/5/2078	0.42695	0.42695	179.5731	359.5731	0.42695	-0.0133	969
1/5/2079	8.47296	8.47296	171.527	351.527	8.47296	-0.0114	981
3/9/2081	177.917	177.917	2.083	182.083	2.083	-0.014	1010
24/8/2082	185.963	185.963	5.963	174.037	5.963	-0.0076	1022
27/12/2084	355.408	355.408	175.408	4.592	4.592	-0.0062	1051
11/6/2086	187.477	187.477	7.477	172.523	7.477	-0.0016	1069
21/4/2088	172.899	172.899	7.101	187.101	7.101	-0.0082	1092
4/10/2089	4.96752	4.96752	175.0325	355.0325	4.96752	-0.0043	1110
23/9/2090	13.0135	13.0135	166.9865	346.9865	13.0135	-0.0126	1122
15/8/2091	350.389	350.389	170.389	9.611	9.611	-0.0044	1133
27/1/2093	182.458	182.458	2.458	177.542	2.458	-0.0046	1151
16/1/2094	190.504	190.504	10.504	169.496	10.504	-0.0075	1163
2/6/2095	351.903	351.903	171.903	8.097	8.097	-0.0053	1180
22/5/2096	359.949	359.949	179.949	0.051	0.051	-0.0142	1192
11/5/2097	7.99455	7.99455	172.0055	352.0055	7.99455	-0.0116	1204
14/9/2099	177.439	177.439	2.561	182.561	2.561	-0.0132	1233
4/9/2100	185.485	185.485	5.485	174.515	5.485	-0.0062	1245
				minimal	0.051	-0.0157	
				maximal	13.851	-0.0003	
				average	6.4867824	0.00776594	

Ada 33 gerhana total yang nilai F nya di antara 8,734 - 13,851

Tabel 4.8

Matahari Cincin								
date	F Volvelle	S - 0	S - 180	S - 360	Min	magnitud		
11/11/1901	6.7118846	6.7118846	173.2881154	353.2881154	6.7118846	0.0277	0.091	- 1214
29/3/1903	168.1175	168.1175	11.8825	191.8825	11.8825	0.0091	0.13	- 1197
17/3/1904	176.1635	176.1635	3.8365	183.8365	3.8365	0.0234	0.21	- 1185
6/3/1905	184.2096	184.2096	4.2096	175.7904	4.2096	0.0257	0.227	- 1173
10/7/1907	353.6564	353.6564	173.6564	6.3436	6.3436	0.0193	0.25	- 1144
28/6/1908	1.700299	1.700299	178.299701	358.299701	1.700299	0.0143	0.26778	- 1132
22/10/1911	179.191	179.191	0.809	180.809	0.809	0.0145	0.34791	- 1091
25/2/1914	348.6357	348.6357	168.6357	11.3643	11.3643	0.024	0.388	- 1062
14/2/1915	356.6817	356.6817	176.6817	3.3183	3.3183	0.0105	0.569	- 1050
10/8/1915	180.7047	180.7047	0.7047	179.2953	0.7047	0.0086	0.608	- 1044
30/7/1916	188.7508	188.7508	8.7508	171.2492	8.7508	0.019	0.688	- 1032
14/12/1917	350.1494	350.1494	170.1494	9.8506	9.8506	0.0076	0.7047	- 1015
3/12/1918	358.1954	358.1954	178.1954	1.8046	1.8046	0.0127	0.728	- 1003
22/11/1919	6.241482	6.241482	173.758518	353.758518	6.241482	0.0283	0.74539	-991
8/4/1921	167.6401	167.6401	12.3599	192.3599	12.3599	0.0092	0.809	-974
28/3/1922	175.6862	175.6862	4.3138	184.3138	4.3138	0.0229	0.866	-962
17/3/1923	183.7322	183.7322	3.7322	176.2678	3.7322	0.0244	0.945	-950
20/7/1925	353.177	353.177	173.177	6.823	6.823	0.0196	1.087	-921
9/7/1926	1.2229	1.2229	178.7771	358.7771	1.2229	0.0136	1.166	-909
3/1/1927	185.246	185.246	5.246	174.754	5.246	0.0041	1.206	-903
1/11/1929	178.714	178.714	1.286	181.286	1.286	0.0145	1.2229	-868
7/3/1932	348.158	348.158	168.158	11.842	11.842	0.0227	1.286	-839
24/2/1933	356.204	356.204	176.204	3.796	3.796	0.009	1.30372	-827
21/8/1933	180.227	180.227	0.227	179.773	0.227	0.0101	1.344	-821
10/8/1934	188.273	188.273	8.273	171.727	8.273	0.0197	1.423	-809
25/12/1935	349.672	349.672	169.672	10.328	10.328	0.0086	1.46205	-792
13/12/1936	357.718	357.718	177.718	2.282	2.282	0.0237	1.565	-780
2/12/1937	5.76402	5.76402	174.23598	354.23598	5.76402	0.0288	1.644	-768
19/4/1939	167.163	167.163	12.837	192.837	12.837	0.0092	1.684	-751
7/4/1940	175.209	175.209	4.791	184.791	4.791	0.0224	1.700299	-739
27/3/1941	183.255	183.255	3.255	176.745	3.255	0.0231	1.764	-727

1/8/1943	352.699	352.699	172.699	7.301	7.301	0.02	1.78146	-698
20/7/1944	0.74539	0.74539	179.25461	359.25461	0.74539	0.013	1.8046	-686
14/1/1945	184.768	184.768	4.768	175.232	4.768	0.0048	1.822	-680
12/11/1947	178.236	178.236	1.764	181.764	1.764	0.0144	1.901	-645
9/5/1948	2.2591	2.2591	177.7409	357.7409	2.2591	0.0042	1.94048	-639
18/3/1950	347.681	347.681	167.681	12.319	12.319	0.0213	2.122	-616
7/3/1951	355.727	355.727	175.727	4.273	4.273	0.0074	2.162	-604
1/9/1951	179.75	179.75	0.25	180.25	0.25	0.0117	2.242	-598
20/8/1952	187.796	187.796	7.796	172.204	7.796	0.0206	2.2591	-586
5/1/1954	349.194	349.194	169.194	10.806	10.806	0.0095	2.282	-569
25/12/1954	357.24	357.24	177.24	2.76	2.76	0.0245	2.299	-557
14/12/1955	5.28645	5.28645	174.71355	354.71355	5.28645	0.029	2.379	-545
30/4/1957	166.685	166.685	13.315	193.315	13.315	0.0093	2.4188	-528
19/4/1958	174.731	174.731	5.269	185.269	5.269	0.0219	2.6	-516
8/4/1959	182.777	182.777	2.777	177.223	2.777	0.0218	2.64	-504
11/8/1961	352.222	352.222	172.222	7.778	7.778	0.0204	2.719	-475
31/7/1962	0.26778	0.26778	179.73222	359.73222	0.26778	0.0125	2.76	-463
25/1/1963	184.291	184.291	4.291	175.709	4.291	0.0054	2.777	-457
23/11/1965	177.758	177.758	2.242	182.242	2.242	0.0142	2.857	-422
20/5/1966	1.78146	1.78146	178.21854	358.21854	1.78146	0.0045	2.89701	-416
18/3//1969	355.249	355.249	175.249	4.751	4.751	0.0058	3.078	-381
11/9/1969	179.272	179.272	0.728	180.728	0.728	0.0133	3.118	-375
31/8/1970	187.318	187.318	7.318	172.682	7.318	0.0215	3.197	-363
16/1/1972	348.717	348.717	168.717	11.283	11.283	0.0103	3.237	-346
4/1/1973	356.763	356.763	176.763	3.237	3.237	0.0252	3.255	-334
24/12/1973	4.80877	4.80877	175.19123	355.19123	4.80877	0.0291	3.3183	-322
29/4/1976	174.253	174.253	5.747	185.747	5.747	0.0214	3.335	-293
18/4/1977	182.299	182.299	2.299	177.701	2.299	0.0204	3.37512	-281
22/8/1979	351.744	351.744	171.744	8.256	8.256	0.021	3.454	-252
10/8/1980	359.79	359.79	179.79	0.21	0.21	0.0122	3.596	-240
4/2/1981	183.813	183.813	3.813	176.187	3.813	0.0058	3.675	-234
4/12/1983	177.281	177.281	2.719	182.719	2.719	0.0138	3.715	-119
30/5/1984	1.30372	1.30372	178.69628	358.69628	1.30372	0.0049	3.7322	-193
23/9/1987	178.794	178.794	1.206	181.206	1.206	0.015	3.796	-152
11/9/1988	186.84	186.84	6.84	173.16	6.84	0.0225	3.813	-140
26/1/1990	348.239	348.239	168.239	11.761	11.761	0.0108	3.8365	-123
15/1/1991	356.285	356.285	176.285	3.715	3.715	0.0256	3.85312	-111
4/1/1992	4.33102	4.33102	175.66898	355.66898	4.33102	0.029	3.972	-99
10/5/1994	173.776	173.776	6.224	186.224	6.224	0.0208	4.074	-70
29/4/1995	181.822	181.822	1.822	178.178	1.822	0.019	4.153	-58
22/8/1998	359.312	359.312	179.312	0.688	0.688	0.012	4.193	-17

16/2/1999	183.335	183.335	3.335	176.665	3.335	0.0061	4.2096	-11
14/12/2001	176.803	176.803	3.197	183.197	3.197	0.0133	4.273	24
31/5/2003	8.8719	8.8719	171.1281	351.1281	8.8719	0.0183	4.291	18
3/10/2005	178.316	178.316	1.684	181.684	1.684	0.0166	4.3138	42
22/9/2006	186.362	186.362	6.362	173.638	6.362	0.0234	4.33102	71
7/2/2008	347.761	347.761	167.761	12.239	12.239	0.0113	4.45	83
26/1/2009	355.807	355.807	175.807	4.193	4.193	0.0259	4.631	100
15/1/2010	3.85312	3.85312	176.14688	356.14688	3.85312	0.0286	4.751	112
20/5/2012	173.298	173.298	6.702	186.702	6.702	0.0204	4.768	124
10/5/2013	181.344	181.344	1.344	178.656	1.344	0.0176	4.791	153
29/4/2014	189.39	189.39	9.39	170.61	9.39	0.0044	4.80877	165
1/9/2016	358.834	358.834	178.834	1.166	1.166	0.0118	4.928	177
26/2/2017	182.857	182.857	2.857	177.143	2.857	0.0063	5.11	206
26/12/2019	176.325	176.325	3.675	183.675	3.675	0.0127	5.149	212
21/6/2020	0.34791	0.34791	179.65209	359.65209	0.34791	0.0061	5.246	247
10/6/2021	8.39394	8.39394	171.60606	351.60606	8.39394	0.0182	5.269	253
14/10/2023	177.838	177.838	2.162	182.162	2.162	0.0183	5.28645	265
2/10/2024	185.885	185.885	5.885	174.115	5.885	0.0244	5.406	294
17/2/2026	347.283	347.283	167.283	12.717	12.717	0.0116	5.588	306
6/2/2027	353.329	353.329	173.329	6.671	6.671	0.0259	5.627	323
26/1/2028	3.37512	3.37512	176.62488	356.62488	3.37512	0.0281	5.747	335
1/6/2030	172.82	172.82	7.18	187.18	7.18	0.02	5.76402	347
21/5/2031	180.866	180.866	0.866	179.134	0.866	0.0163	5.885	376
5/9/2032	188.912	188.912	8.912	171.088	8.912	0.0028	6.224	388
12/9/2034	358.356	358.356	178.356	1.644	1.644	0.0118	6.241482	400
9/3/2035	182.379	182.379	2.379	177.621	2.379	0.0065	6.3436	429
5/1/2038	175.847	175.847	4.153	184.153	4.153	0.0119	6.362	435
2/7/2038	359.87	359.87	179.87	0.13	0.13	0.0069	6.48104	470
21/6/2039	7.91587	7.91587	172.08413	352.08413	7.91587	0.0183	6.584	476
25/10/2041	177.36	177.36	2.64	182.64	2.64	0.0198	6.671	488
14/10/2042	185.406	185.406	5.406	174.594	5.406	0.0253	6.702	517
3/10/2043	193.452	193.452	13.452	166.548	13.452	0.0166	6.711885	529
28/2/2044	346.805	346.805	166.805	13.195	13.195	0.0118	6.776	541
16/2/2045	354.851	354.851	174.851	5.149	5.149	0.0258	6.823	546
5/2/2046	2.89701	2.89701	177.10299	357.10299	2.89701	0.0273	6.84	558
6/11/2048	172.3416	172.3416	7.6584	187.6584	7.6584	0.0197	6.95942	570
31/5/2049	180.388	180.388	0.388	179.612	0.388	0.015	7.18	611
22/9/2052	357.878	357.878	177.878	2.122	2.122	0.0118	7.301	652
20/3/2053	181.901	181.901	1.901	178.099	1.901	0.0066	7.318	658
16/1/2056	175.369	175.369	4.631	184.631	4.631	0.011	7.4377	693
12/7/2056	359.392	359.392	179.392	0.608	0.608	0.0079	7.6584	699

1/7/2057	7.4377	7.4377	172.5623	352.5623	7.4377	0.0185	7.778	711
5/11/2059	176.882	176.882	3.118	183.118	3.118	0.0213	7.796	740
24/10/2060	184.928	184.928	4.928	175.072	4.928	0.0261	7.91587	752
13/10/2061	192.974	192.974	12.974	167.026	12.974	0.0168	8.137	764
28/2/2063	354.373	354.373	174.373	5.627	5.627	0.0255	8.256	781
17/2/2064	2.4188	2.4188	177.5812	357.5812	2.4188	0.0264	8.273	793
22/6/2066	171.863	171.863	8.137	188.137	8.137	0.0195	8.39394	822
11/6/2067	179.909	179.909	0.091	180.091	0.091	0.0139	8.615	834
4/10/2070	357.4	357.4	177.4	2.6	2.6	0.0118	8.7508	875
31/3/2071	181.423	181.423	1.423	178.577	1.423	0.0066	8.8719	881
27/1/2074	174.89	174.89	5.11	185.11	5.11	0.0099	8.912	916
24/7/2074	358.913	358.913	178.913	1.087	1.087	0.009	9.39	922
13/7/2075	6.95942	6.95942	173.04058	353.04058	6.95942	0.0188	9.8506	934
15/11/2077	176.404	176.404	3.596	183.596	3.596	0.0227	10.328	963
4/11/2078	184.45	184.45	4.45	175.55	4.45	0.0269	10.806	975
24/10/2079	192.496	192.496	12.496	167.504	12.496	0.0168	11.283	987
10/3/2081	353.224	353.224	173.224	6.776	6.776	0.0251	11.3643	1004
27/2/2082	1.94048	1.94048	178.05952	358.05952	1.94048	0.0253	11.761	1016
3/7/2084	171.385	171.385	8.615	188.615	8.615	0.0194	11.842	1045
22/6/2085	179.431	179.431	0.569	180.569	0.569	0.0129	11.8825	1057
16/12/2085	3.454	3.454	176.546	356.546	3.454	0.0052	12.018	1063
14/10/2088	356.922	356.922	176.922	3.078	3.078	0.0118	12.239	1098
10/4/2089	180.945	180.945	0.945	179.055	0.945	0.0067	12.319	1104
7/2/2092	174.412	174.412	5.588	185.588	5.588	0.0086	12.3599	1139
3/8/2092	358.435	358.435	178.435	1.565	1.565	0.0102	12.496	1145
23/7/2093	6.48104	6.48104	173.51896	353.51896	6.48104	0.0193	12.717	1157
27/11/2095	175.926	175.926	4.074	184.074	4.074	0.0239	12.837	1186
15/11/2096	183.972	183.972	3.972	176.028	3.972	0.0275	12.974	1198
4/11/2097	192.018	192.018	12.018	167.982	12.018	0.0169	13.195	1210
21/3/2099	353.416	353.416	173.416	6.584	6.584	0.0246	13.315	1227
10/3/2100	1.46205	1.46205	178.53795	358.53795	1.46205	0.0241	13.452	1239
				minimal	0.091	0.0028		
				maximal	13.452	0.0291		
				average	4.93663053	0.016298		

Tabel 4.9

Matahari Sebagian							
date	F Volvelle	S - 0	S - 180	S - 360	Min	u	
4/8/1902	160.0714	160.0714	19.9286	199.9286	19.9286	-0.0063	1209
7/5/1902	190.7419	190.7419	10.7419	169.2581	10.7419	-0.0128	1208
31/10/1902	14.76491	14.76491	165.23509	345.23509	14.76491	0.0194	1202
23/2/1906	192.2557	192.2557	12.2557	167.7443	12.2557	0.0146	1161
21/7/1906	345.6082	345.6082	165.6082	14.3918	14.3918	0.011	1156
20/8/1906	16.27867	16.27867	163.72133	343.72133	16.27867	0.0048	1155
12/12/1909	193.7694	193.7694	13.7694	166.2306	13.7694	0.0191	1114
2/11/1910	171.1449	171.1449	8.8551	188.8551	8.8551	0.0263	1103
6/4/1913	11.26012	11.26012	168.73988	348.73988	11.26012	0.0194	1073
31/8/1913	164.6126	164.6126	15.3874	195.3874	15.3874	-0.0137	1068
30/9/1913	195.2831	195.2831	15.2831	164.7169	15.2831	-0.0117	1067
24/12/1916	342.1033	342.1033	162.1033	17.8967	17.8967	-0.0051	1027
23/1/1917	12.77386	12.77386	167.22614	347.22614	12.77386	-0.008	1026
19/6/1917	166.1264	166.1264	13.8736	193.8736	13.8736	0.0109	1021
19/7/1917	196.7969	196.7969	16.7969	163.2031	16.7969	0.0166	1020
18/5/1920	190.2645	190.2645	10.2645	169.7355	10.2645	-0.013	-985
10/11/1920	343.617	343.617	163.617	16.383	16.383	0.0194	-980
5/3/1924	191.778	191.778	11.778	168.222	11.778	0.013	-938
31/7/1924	345.131	345.131	165.131	14.869	14.869	0.0122	-933
30/8/1924	15.8013	15.8013	164.1987	344.1987	15.8013	0.0064	-932
24/12/1927	193.292	193.292	13.292	166.708	13.292	0.02	-891
17/6/1928	17.315	17.315	162.685	342.685	17.315	-0.0131	-885
12/11/1928	170.338	170.338	9.662	189.662	9.662	0.0267	-880
18/4/1931	10.7827	10.7827	169.2173	349.2173	10.7827	0.0191	-850
12/9/1931	164.135	164.135	15.865	195.865	15.865	-0.0128	-845
11/10/1931	194.806	194.806	14.806	165.194	14.806	-0.0111	-844

7/1/1935	165.6489	165.6489	14.3511	194.3511	14.3511	-0.0046	-804
2/3/1935	12.2964	12.2964	167.7036	347.7036	12.2964	-0.0082	-803
7/30/1935	196.3194	196.3194	16.3194	163.6806	16.3194	0.0099	-798
30/7/1935	196.319	196.319	16.319	163.681	16.319	0.0164	-797
21/11/1938	13.8101	13.8101	166.1899	346.1899	13.8101	0.0193	-756
16/3/1942	191.301	191.301	11.301	168.699	11.301	0.0114	-715
12/8/1942	344.653	344.653	164.653	15.347	15.347	0.0135	-710
10/9/1942	15.3238	15.3238	164.6762	344.6762	15.3238	0.0081	-709
3/1/1946	192.814	192.814	12.814	167.186	12.814	0.0209	-668
30/5/1946	346.167	346.167	166.167	13.833	13.833	-0.0152	-663
29/6/1946	16.8375	16.8375	163.1625	343.1625	16.8375	-0.0137	-662
23/11/1946	170.19	170.19	9.81	189.81	9.81	0.0271	-657
28/4/1949	10.3051	10.3051	169.6949	349.6949	10.3051	0.0188	-627
21/10/1949	194.328	194.328	14.328	165.672	14.328	-0.0105	-621
14/2/1953	11.8188	11.8188	168.1812	348.1812	11.8188	-0.0085	-580
11/7/1953	165.171	165.171	14.829	194.829	14.829	0.009	-575
9/8/1953	195.842	195.842	15.842	164.158	15.842	0.0163	-574
2/12/1956	13.3325	13.3325	166.6675	346.6675	13.3325	0.0191	-533
27/3/1960	190.823	190.823	10.823	169.177	10.823	0.0097	-492
20/9/1960	14.8462	14.8462	165.1538	345.1538	14.8462	0.0098	-486
14/1/1964	192.337	192.337	12.337	167.663	12.337	0.0215	-445
10/6/1964	345.689	345.689	165.689	14.311	14.311	-0.0156	-440
9/7/1964	16.3599	16.3599	163.6401	343.6401	16.3599	-0.0141	-439
4/12/1964	169.712	169.712	10.288	190.288	10.288	0.0273	-434
9/5/1967	9.8275	9.8275	170.1725	350.1725	9.8275	0.0186	-404
28/3/1968	347.203	347.203	167.203	12.797	12.797	0.0197	-393
25/2/1971	11.3412	11.3412	168.6588	348.6588	11.3412	-0.0089	-357
22/7/1971	164.694	164.694	15.306	195.306	15.306	0.0083	-352
20/8/1971	195.364	195.364	15.364	164.636	15.364	0.0162	-351
13/12/1974	12.8548	12.8548	167.1452	347.1452	12.8548	0.0187	-310
11/5/1975	166.207	166.207	13.793	193.793	13.793	0.0095	-305
3/11/1975	350.23	350.23	170.23	9.77	9.77	-0.0057	-299
7/4/1978	190.345	190.345	10.345	169.655	10.345	0.0079	-269
2/10/1978	14.3685	14.3685	165.6315	345.6315	14.3685	0.0116	-263
25/1/1982	191.859	191.859	11.859	168.141	11.859	0.0219	-222
21/6/1982	345.212	345.212	165.212	14.788	14.788	-0.0159	-217
20/7/1982	15.8821	15.8821	164.1179	344.1179	15.8821	-0.0144	-216
15/12/1982	169.235	169.235	10.765	190.765	10.765	0.0272	-211
19/5/1985	9.34979	9.34979	170.65021	350.65021	9.34979	0.0184	-181
9/4/1986	346.725	346.725	166.725	13.275	13.275	0.0182	-170
7/3/1989	10.8634	10.8634	169.1366	349.1366	10.8634	-0.0093	-134

31/8/1989	164.216	164.216	15.784	195.784	15.784	0.0163	-129
24/12/1992	12.377	12.377	167.623	347.623	12.377	0.0182	-87
21/5/1993	165.73	165.73	14.27	194.27	14.27	0.0097	-82
13/11/1993	349.753	349.753	169.753	10.247	10.247	-0.0056	-76
17/4/1996	189.868	189.868	9.868	170.132	9.868	0.0062	-46
12/10/1996	13.8907	13.8907	166.1093	346.1093	13.8907	0.0133	-40
2/9/1997	351.266	351.266	171.266	8.734	8.734	0.0216	-29
5/2/2000	191.381	191.381	11.381	168.619	11.381	0.0222	1
1/7/2000	344.734	344.734	164.734	15.266	15.266	-0.016	6
31/7/2000	15.4043	15.4043	164.5957	344.5957	15.4043	-0.0144	7
25/12/2000	168.757	168.757	11.243	191.243	11.243	0.027	12
19/04/2004	346.2474	346.2474	166.2474	13.7526	13.7526	0.0166	53
14/10/2004	170.2704	170.2704	9.7296	189.7296	9.7296	0.0021	59
19/03/2007	10.38553	10.38553	169.61447	349.61447	10.38553	-0.0098	89
11/9/2007	194.4085	194.4085	14.4085	165.5915	14.4085	0.0164	95
4/1/2011	11.89915	11.89915	168.10085	348.10085	11.89915	0.0174	136
1/6/2011	165.2517	165.2517	14.7483	194.7483	14.7483	0.01	141
1/7/2011	195.9222	195.9222	15.9222	164.0778	15.9222	0.0016	142
25/11/2011	349.2747	349.2747	169.2747	10.7253	10.7253	-0.0055	147
23/10/2014	13.41274	13.41274	166.58726	346.58726	13.41274	0.015	183
13/09/2015	350.7883	350.7883	170.7883	9.2117	9.2117	0.0223	194
15/02/2018	190.9034	190.9034	10.9034	169.0966	10.9034	0.0223	224
13/07/2018	344.2559	344.2559	164.2559	15.7441	15.7441	-0.0159	229
11/8/2018	14.92636	14.92636	165.07364	345.07364	14.92636	-0.0144	230
6/1/2019	168.2789	168.2789	11.7211	191.7211	11.7211	0.0266	235
30/4/2022	345.769	345.769	165.769	14.231	14.231	0.015	276
25/10/2022	169.792	169.792	10.208	190.208	10.208	0.0038	282
29/3/2025	9.90755	9.90755	170.09245	350.09245	9.90755	-0.0102	312
21/9/2025	193.931	193.931	13.931	166.069	13.931	0.0165	318
14/01/2029	11.4211	11.4211	168.5789	348.5789	11.4211	0.0165	359
12/6/2029	164.774	164.774	15.226	195.226	15.226	0.0105	364
11/7/2029	195.444	195.444	15.444	164.556	15.444	0.0026	365
12/5/2029	348.7966	348.7966	168.7966	11.2034	11.2034	-0.0055	370
3/11/2032	12.9347	12.9347	167.0653	347.0653	12.9347	0.0166	406
23/9/2033	350.31	350.31	170.31	9.69	9.69	0.023	417
27/2/2036	190.425	190.425	10.425	169.575	10.425	0.0223	447
23/7/2036	343.778	343.778	163.778	16.222	16.222	-0.0156	452
21/8/2036	14.4483	14.4483	165.5517	345.5517	14.4483	-0.0141	453
16/1/2037	167.801	167.801	12.199	192.199	12.199	0.026	458
11/5/2040	345.291	345.291	165.291	14.709	14.709	0.0134	499
4/11/2040	169.314	169.314	10.686	190.686	10.686	0.0054	505

26/1/2047	10.943	10.943	169.057	349.057	10.943	0.0155	582
23/6/2047	164.296	164.296	15.704	195.704	15.704	0.0111	587
22/7/2047	194.966	194.966	14.966	165.034	14.966	0.0037	588
16/12/2047	348.319	348.319	168.319	11.681	11.681	-0.0056	593
14/11/2050	12.4566	12.4566	167.5434	347.5434	12.4566	0.0181	629
11/4/2051	165.809	165.809	14.191	194.191	14.191	-0.012	634
4/10/2051	349.832	349.832	169.832	10.168	10.168	0.0236	640
9/3/2054	189.947	189.947	9.947	170.053	9.947	0.0221	670
3/8/2054	343.3	343.3	163.3	16.7	16.7	-0.0151	675
2/9/2054	13.9702	13.9702	166.0298	346.0298	13.9702	-0.0137	676
27/1/2055	167.323	167.323	12.677	192.677	12.677	0.0252	681
22/5/2058	344.143	344.143	164.143	15.857	15.857	0.012	722
21/6/2058	15.4837	15.4837	164.5163	344.5163	15.4837	0.0166	723
16/11/2058	168.836	168.836	11.164	191.164	11.164	0.0069	728
11/3/2062	346.327	346.327	166.327	13.673	13.673	0.0119	769
3/9/2062	170.35	170.35	9.65	189.65	9.65	-0.0085	775
5/2/2065	10.4648	10.4648	169.5352	349.5352	10.4648	0.0143	805
3/7/2065	163.817	163.817	16.183	196.183	16.183	0.0118	810
2/8/2065	194.488	194.488	14.488	165.512	14.488	0.005	811
27/12/2065	347.84	347.84	167.84	12.16	12.16	-0.0058	816
24/11/2068	11.9783	11.9783	168.0217	348.0217	11.9783	0.0195	852
21/4/2069	165.331	165.331	14.669	194.669	14.669	-0.0128	857
20/5/2069	196.001	196.001	16.001	163.999	16.001	-0.012	858
15/10/2069	349.354	349.354	169.354	10.646	10.646	0.0243	863
19/3/2072	189.469	189.469	9.469	170.531	9.469	0.0219	893
7/2/2073	166.844	166.844	13.156	193.156	13.156	0.0242	904
1/6/2076	344.335	344.335	164.335	15.665	15.665	0.0106	945
1/7/2076	15.0054	15.0054	164.9946	344.9946	15.0054	0.0159	946
26/11/2076	168.358	168.358	11.642	191.642	11.642	0.0083	951
21/3/2080	345.848	345.848	165.848	14.152	14.152	0.012	992
13/9/2080	169.871	169.871	10.129	190.129	10.129	-0.0084	998
16/2/2083	9.98649	9.98649	170.01351	350.01351	9.98649	0.0129	1028
15/7/2083	163.339	163.339	16.661	196.661	16.661	0.0126	1033
13/8/2083	194.009	194.009	14.009	165.991	14.009	0.0064	1034
7/1/2084	347.362	347.362	167.362	12.638	12.638	-0.0061	1039
6/12/2086	11.5	11.5	168.5	348.5	11.5	0.0207	1075
2/5/2087	164.853	164.853	15.147	195.147	15.147	-0.0136	1080
1/6/2087	195.523	195.523	15.523	164.477	15.523	-0.013	1081
26/10/2087	348.876	348.876	168.876	11.124	11.124	0.0248	1086
31/3/2090	188.991	188.991	8.991	171.009	8.991	0.0205	1116
18/2/2091	166.366	166.366	13.634	193.634	13.634	0.0231	1127

13/6/2094	343.857	343.857	163.857	16.143	16.143	0.0093	1168
12/7/2094	14.527	14.527	165.473	345.473	14.527	0.0153	1169
7/12/2094	167.88	167.88	12.12	192.12	12.12	0.0096	1174
1/4/2098	345.37	345.37	165.37	14.63	14.63	0.012	1215
25/9/2098	169.393	169.393	10.607	190.607	10.607	-0.0082	1221
10/24/2098	200.06355	200.0636	20.063552	159.93645	20.06355178	0.0003	1224
				minimal	8.734	-0.016	
				maximal	17.315	0.0273	
				average	13.08470117	0.00773	
Ada 85 gerhana sebagian dengan nilai F di antara 8,734 - 13,851							

Tabel 4.10

Bulan Total							
date	F Volvelle	S - 0	S - 180	S - 360	Min	u	
22/4/1902	355.407	355.407	175.407	4.593	4.593	1.3302	- 1208.5
17/10/1902	179.43	179.43	0.57	180.57	0.57	1.4572	- 1202.5
9/2/1906	356.92	356.92	176.92	3.08	3.08	1.6288	- 1161.5
4/8/1906	180.943	180.943	0.943	179.057	0.943	1.7766	- 1155.5
4/6/1909	174.411	174.411	5.589	185.589	5.589	1.1604	- 1120.5
27/11/1909	358.434	358.434	178.434	1.566	1.566	1.3625	- 1114.5
24/5/1910	182.457	182.457	2.457	177.543	2.457	1.0918	- 1108.5
17/11/1910	6.48018	6.48018	173.51982	353.51982	6.48018	1.1226	- 1102.5
22/3/1913	175.925	175.925	4.075	184.075	4.075	1.5656	- 1073.5
15/9/1913	359.948	359.948	179.948	0.052	0.052	1.428	- 1067.5
8/1/1917	177.439	177.439	2.561	182.561	2.561	1.362	- 1026.5
4/7/1917	1.46162	1.46162	178.53838	358.53838	1.46162	1.6162	- 1020.5
28/12/1917	185.485	185.485	5.485	174.515	5.485	1.0034	- 1014.5
3/5/1920	354.929	354.929	174.929	5.071	5.071	1.2169	- -985.5

27/10/1920	178.952	178.952	1.048	181.048	1.048	1.3994	-979.5
22/4/1921	2.97536	2.97536	177.02464	357.02464	2.97536	1.0661	-973.5
20/2/1924	356.443	356.443	176.443	3.557	3.557	1.6024	-938.5
14/8/1924	180.466	180.466	0.466	179.534	0.466	1.6492	-932.5
15/6/1927	173.934	173.934	6.066	186.066	6.066	1.013	-897.5
8/12/1927	357.957	357.957	177.957	2.043	2.043	1.3481	-891.5
3/6/1928	181.98	181.98	1.98	178.02	1.98	1.2402	-885.5
27/11/1928	6.00277	6.00277	173.99723	353.99723	6.00277	1.146	-897.5
2/4/1931	175.447	175.447	4.553	184.553	4.553	1.4998	-850.5
26/9/1931	359.47	359.47	179.47	0.53	0.53	1.3182	-844.5
19/1/1935	176.961	176.961	3.039	183.039	3.039	1.3473	-803.5
16/7/1935	0.98416	0.98416	179.01584	359.01584	0.98416	1.7526	-797.5
8/1/1936	185.007	185.007	5.007	174.993	5.007	1.0158	-791.5
14/5/1938	354.452	354.452	174.452	5.548	5.548	1.0933	-762.5
7/11/1938	178.475	178.475	1.525	181.525	1.525	1.3529	-756.5
3/5/1939	2.49788	2.49788	177.50212	357.50212	2.49788	1.1771	-750.5
3/3/1942	355.966	355.966	175.966	4.034	4.034	1.566	-715.5
26/8/1942	179.989	179.989	0.011	180.011	0.011	1.5302	-709.5
19/12/1945	357.479	357.479	177.479	2.521	2.521	1.3393	-668.5
14/6/1946	181.502	181.502	1.502	178.498	1.502	1.3952	-662.5
8/12/1946	5.52525	5.52525	174.47475	354.47475	5.52525	1.1619	-656.5
13/4/1949	174.97	174.97	5.03	185.03	5.03	1.4222	-627.5
7/10/1949	358.993	358.993	178.993	1.007	1.007	1.2218	-621.5
2/4/1950	183.016	183.016	3.016	176.984	3.016	1.0296	-615.5
26/9/1950	7.03895	7.03895	172.96105	352.96105	7.03895	1.0786	-609.5
29/1/1953	176.484	176.484	3.516	183.516	3.516	1.3288	-580.5
26/7/1953	0.5066	0.5066	179.4934	359.4934	0.5066	1.8647	-574.5
19/1/1954	184.53	184.53	4.53	175.47	4.53	1.0299	568.5
18/11/1956	177.997	177.997	2.003	182.003	2.003	1.3169	-533.5
13/5/1957	2.02029	2.02029	177.97971	357.97971	2.02029	1.2978	-527.5
7/11/1957	186.043	186.043	6.043	173.957	6.043	1.0259	-521.5
13/3/1960	355.488	355.488	175.488	4.512	4.512	1.518	-492.5
5/9/1960	179.511	179.511	0.489	180.489	0.489	1.421	-486.5
30/12/1963	357.002	357.002	177.002	2.998	2.998	1.334	-445.5
25/6/1964	181.025	181.025	1.025	178.975	1.025	1.5545	-439.5
19/12/1964	5.04762	5.04762	174.95238	354.95238	5.04762	1.1723	-433.5
24/4/1967	174.492	174.492	5.508	185.508	5.508	1.3331	-404.5
18/10/1967	358.515	358.515	178.515	1.485	1.485	1.1394	-398.5
13/4/1968	182.538	182.538	2.538	177.462	2.538	1.1085	-392.5
6/10/1968	6.5613	6.5613	173.4387	353.4387	6.5613	1.1691	-386.5
10/2/1971	176.006	176.006	3.994	183.994	3.994	1.3042	-357.5

6/8/1971	0.02893	0.02893	179.97107	359.97107	0.02893	1.7295	-351.5
30/1/1972	184.052	184.052	4.052	175.948	4.052	1.0482	-345.5
29/11/1974	177.52	177.52	2.48	182.48	2.48	1.2902	-310.5
25/5/1975	1.5426	1.5426	178.4574	358.4574	1.5426	1.4267	-304.5
18/11/1975	185.566	185.566	5.566	174.434	5.566	1.0594	-298.5
24/3/1978	355.01	355.01	175.01	4.99	4.99	1.4572	-269.5
16/9/1978	179.033	179.033	0.967	180.967	0.967	1.3227	-263.5
6/9/1979	187.079	187.079	7.079	172.921	7.079	1.0897	-251.5
9/1/1982	356.524	356.524	176.524	3.476	3.476	1.3297	-222.5
6/7/1982	180.547	180.547	0.547	179.453	0.547	1.716	-216.5
30/12/1982	4.56989	4.56989	175.43011	355.43011	4.56989	1.1794	-210.5
4/5/1985	174.015	174.015	5.985	185.985	5.985	1.2332	-181.5
28/10/1985	358.038	358.038	178.038	1.962	1.962	1.0707	-175.5
24/4/1986	182.061	182.061	2.061	177.939	2.061	1.1991	-169.5
17/10/1986	6.08355	6.08355	173.91645	353.91645	6.08355	1.2457	-163.5
20/2/1989	175.528	175.528	4.472	184.472	4.472	1.2714	-134.5
17/8/1989	359.551	359.551	179.551	0.449	0.449	1.5993	-128.5
9/2/1990	183.574	183.574	3.574	176.426	3.574	1.0728	-122.5
9/12/1992	177.042	177.042	2.958	182.958	2.958	1.2706	-87.5
4/6/1993	1.06481	1.06481	178.93519	358.93519	1.06481	1.5622	-81.5
29/11/1993	185.088	185.088	5.088	174.912	5.088	1.0841	-75.5
4/4/1996	354.532	354.532	174.532	5.468	5.468	1.3831	-46.5
27/9/1996	178.555	178.555	1.445	181.445	1.445	1.2361	40.5
16/9/1997	186.601	186.601	6.601	173.399	6.601	1.868	-28.5
21/1/2000	356.046	356.046	176.046	3.954	3.954	1.324	0.5
16/7/2000	180.069	180.069	0.069	179.931	0.069	1.769	6.5
9/1/2001	4.092051	4.092051	175.907949	355.907949	4.092051	1.1856	12.5
16/05/2003	173.5367	173.5367	6.4633	186.4633	6.4633	1.1236	41.5
9/11/2003	357.5597	357.5597	177.5597	2.4403	2.4403	1.0153	47.5
4/5/2004	181.5827	181.5827	1.5827	178.4173	1.5827	1.3006	53.5
28/10/2004	5.605686	5.605686	174.394314	354.394314	5.605686	1.3088	59.5
3/3/2007	175.0503	175.0503	4.9497	184.9497	4.9497	1.2287	88.5
28/08/2007	359.0733	359.0733	179.0733	0.9267	0.9267	1.4757	94.5
21/02/2008	183.0963	183.0963	3.0963	176.9037	3.0963	1.1057	100.5
21/12/2010	176.5639	176.5639	3.4361	183.4361	3.4361	1.2565	135.5
15/06/2011	0.586904	0.586904	179.413096	359.413096	0.586904	1.7023	141.5
10/12/2011	184.6099	184.6099	4.6099	175.3901	4.6099	1.1016	147.5
15/04/2014	354.0545	354.0545	174.0545	5.9455	5.9455	1.2954	176.5
8/10/2014	178.0775	178.0775	1.9225	181.9225	1.9225	1.1618	182.5
28/09/2015	186.1235	186.1235	6.1235	173.8765	6.1235	1.2726	194.5
31/01/2018	355.5681	355.5681	175.5681	4.4319	4.4319	1.3146	223.5

27/07/2018	179.5911	179.5911	0.4089	180.4089	0.4089	1.6091	229.5
21/01/2019	3.614136	3.614136	176.385864	356.385864	3.614136	1.193	235.5
26/5/2021	173.059	173.059	6.941	186.941	6.941	1.0058	264.5
16/5/2022	181.105	181.105	1.105	178.895	1.105	1.412	276.5
8/11/2022	5.12771	5.12771	174.87229	354.87229	5.12771	1.3591	282.5
14/3/2025	174.572	174.572	5.428	185.428	5.428	1.1747	311.5
7/9/2025	358.595	358.595	178.595	1.405	1.405	1.3606	317.5
3/3/2026	182.618	182.618	2.618	177.382	2.618	1.1487	323.5
31/12/2028	176.086	176.086	3.914	183.914	3.914	1.2455	358.5
26/6/2029	0.1089	0.1089	179.8911	359.8911	0.1089	1.845	364.5
20/12/2029	184.132	184.132	4.132	175.868	4.132	1.1143	370.5
25/4/2032	353.576	353.576	173.576	6.424	6.424	1.1943	400.5
18/10/2032	177.599	177.599	2.401	182.401	2.401	1.0999	405.5
14/4/2033	1.62249	1.62249	178.37751	358.37751	1.62249	1.0902	411.5
8/10/2033	185.645	185.645	5.645	174.355	5.645	1.3467	417.5
11/2/2036	355.09	355.09	175.09	4.91	4.91	1.2992	446.5
7/8/2036	179.113	179.113	0.887	180.887	0.887	1.4538	452.5
31/1/2037	3.13608	3.13608	176.86392	356.86392	3.13608	1.2042	458.5
26/5/2040	180.627	180.627	0.627	179.373	0.627	1.5321	499.5
18/11/2040	4.64965	4.64965	175.35035	355.35035	4.64965	1.3977	505.5
25/3/2043	174.094	174.094	5.906	185.906	5.906	1.1087	534.5
19/9/2043	358.117	358.117	178.117	1.883	1.883	1.2552	540.5
13/3/2044	182.14	182.14	2.14	177.86	2.14	1.2028	546.6
7/9/2044	6.16323	6.16323	173.83677	353.83677	6.16323	1.0401	552.5
12/1/2047	175.608	175.608	4.392	184.392	4.392	1.235	581.5
7/7/2047	359.631	359.631	179.631	0.369	0.369	1.7481	587.5
1/1/2048	183.654	183.654	3.654	176.346	3.654	1.1245	0.5
6/5/2050	353.098	353.098	173.098	6.902	6.902	1.0805	622.5
30/10/2050	177.121	177.121	2.879	182.879	2.879	1.05	628.5
26/4/2051	1.14435	1.14435	178.85565	358.85565	1.14435	1.0805	634.5
19/10/2051	185.167	185.167	5.167	174.833	5.167	1.4089	640.5
22/2/2054	354.612	354.612	174.612	5.388	5.388	1.2761	669.5
18/8/2054	178.635	178.635	1.365	181.365	1.365	1.3054	675.5
11/2/2055	2.65792	2.65792	177.34208	357.34208	2.65792	1.2213	681.5
6/6/2058	180.148	180.148	0.148	179.852	0.148	1.6593	722.5
30/11/2058	4.17147	4.17147	175.82853	355.82853	4.17147	1.4263	728.5
4/4/2061	173.616	173.616	6.384	186.384	6.384	1.0303	757.5
29/9/2061	357.639	357.639	177.639	2.361	2.361	1.1607	763.5
25/3/2062	181.662	181.662	1.662	178.338	1.662	1.2687	769.5
18/9/2062	5.68502	5.68502	174.31498	354.31498	5.68502	1.1454	775.5
22/1/2065	175.13	175.13	4.87	184.87	4.87	1.2227	804.5

17/7/2065	359.153	359.153	179.153	0.847	0.847	1.6091	810.5
11/1/2066	183.176	183.176	3.176	176.824	3.176	1.1349	216.5
9/11/2068	176.643	176.643	3.357	183.357	3.357	1.0114	851.5
6/5/2069	0.66611	0.66611	179.33389	359.33389	0.66611	1.3198	857.5
30/10/2069	184.689	184.689	4.689	175.311	4.689	1.4594	863.5
4/3/2072	354.134	354.134	174.134	5.866	5.866	1.2435	892.5
28/8/2072	178.157	178.157	1.843	181.843	1.843	1.1657	898.5
22/2/2073	2.17965	2.17965	177.82035	357.82035	2.17965	1.2461	904.5
17/8/2073	186.203	186.203	6.203	173.797	6.203	1.101	910.5
17/6/2076	179.67	179.67	0.33	180.33	0.33	1.792	945.5
10/12/2076	3.69318	3.69318	176.30682	356.30682	3.69318	1.4469	951.5
10/10/2079	357.161	357.161	177.161	2.839	2.839	1.0778	986.5
4/4/2080	181.184	181.184	1.184	178.816	1.184	1.3468	992.5
29/9/2080	5.20672	5.20672	174.79328	354.79328	5.20672	1.2395	998.5
2/2/2083	174.651	174.651	5.349	185.349	5.349	1.2059	1027.5
29/7/2083	358.674	358.674	178.674	1.326	1.326	1.4731	1033.5
22/1/2084	182.697	182.697	2.697	177.303	2.697	1.1481	1039.5
17/5/2087	0.18776	0.18776	179.81224	359.81224	0.18776	1.4527	1080.5
10/11/2087	184.211	184.211	4.211	175.789	4.211	1.4989	1086.5
15/3/2090	353.655	353.655	173.655	6.345	6.345	1.2003	1115.5
8/9/2090	177.678	177.678	2.322	182.322	2.322	1.0366	1121.5
5/3/2091	1.70128	1.70128	178.29872	358.29872	1.70128	1.2804	1127.5
29/8/2091	185.724	185.724	5.724	174.276	5.724	1.2346	1133.5
28/6/2094	179.192	179.192	0.808	180.808	0.808	1.8247	1168.5
21/12/2094	3.21479	3.21479	176.78521	356.78521	3.21479	1.4616	1174.5
21/10/2097	356.682	356.682	176.682	3.318	3.318	1.0069	1209.5
15/4/2098	180.705	180.705	0.705	179.295	0.705	1.4369	1215.5
10/10/2098	4.7283	4.7283	175.2717	355.2717	4.7283	1.3217	1221.5
				minimal	0.011	1.0058	
				maximal	7.079	1.868	
				average	3.329554096	1.297349	

Tabel 4.11

Bulan Sebagian							
date	F Volvelle	S - 0	S - 180	S - 360	Min		
27/10/1901	171.384	171.384	8.616	188.616	8.616	0.2169	- 1214.5
4/12/1903	3.45273	3.45273	176.54727	356.54727	3.45273	0.9661	- 1196.5
16/10/1903	187.476	187.476	7.476	172.524	7.476	0.8594	- 1190.5
19/2/1905	348.874	348.874	168.874	11.126	11.126	0.4032	- 1173.5
15/8/1905	172.897	172.897	7.103	187.103	7.103	0.2799	- 1167.5
29/1/1907	4.96649	4.96649	175.03351	355.03351	4.96649	0.7061	- 1149.5
25/7/1907	188.989	188.989	8.989	171.011	8.989	0.6104	- 1143.5
1/4/1912	167.879	167.879	12.121	192.121	12.121	0.1726	- 1085.5
26/9/1912	351.902	351.902	171.902	8.098	8.098	0.1132	- 1079.5
12/3/1914	183.971	183.971	3.971	176.029	3.971	0.9074	- 1061.5
4/9/1914	7.99393	7.99393	172.00607	352.00607	7.99393	0.8577	- 1055.5
20/1/1916	169.393	169.393	10.607	190.607	10.607	0.1261	- 1038.5
15/7/1916	353.416	353.416	173.416	6.584	6.584	0.7904	- 1032.5
24/6/1918	9.50768	9.50768	170.49232	350.49232	9.50768	0.1204	- 1008.5
7/11/1919	170.906	170.906	9.094	189.094	9.094	0.1732	-991.5
16/10/1921	186.998	186.998	6.998	173.002	6.998	0.9267	-967.5
3/3/1923	348.397	348.397	168.397	11.603	11.603	0.3676	-950.5
26/8/1923	172.42	172.42	7.58	187.58	7.58	0.1559	-944.5
8/2/1925	4.48909	4.48909	175.51091	355.51091	4.48909	0.7263	-926.5
4/8/1925	188.512	188.512	8.512	171.488	8.512	0.7411	-920.5
13/4/1930	167.401	167.401	12.599	192.599	12.599	0.0988	-862.5
7/10/1930	351.424	351.424	171.424	8.576	8.576	0.0187	-856.5
22/3/1932	183.493	183.493	3.493	176.507	3.493	0.9625	-838.5
14/9/1932	7.51649	7.51649	172.48351	352.48351	7.51649	0.9746	-832.5
30/1/1934	168.915	168.915	11.085	191.085	11.085	0.1039	-815.5
26/7/1934	352.938	352.938	172.938	7.062	7.062	0.657	-809.5

4/7/1936	9.03022	9.03022	170.96978	350.96978	9.03022	0.2579	-785.5
18/11/1937	170.429	170.429	9.571	189.571	9.571	0.1393	-768.5
28/10/1939	186.521	186.521	6.521	173.479	6.521	0.982	-744.5
13/3/1941	347.919	347.919	167.919	12.081	12.081	0.3212	-727.5
5/9/1941	171.942	171.942	8.058	188.058	8.058	0.0429	-721.5
20/2/1943	4.01159	4.01159	175.98841	355.98841	4.01159	0.7556	-703.5
15/8/1943	188.035	188.035	8.035	171.965	8.035	0.8655	-697.5
25/6/1945	173.456	173.456	6.544	186.544	6.544	0.8606	-674.5
6/3/1947	189.5483	189.5483	9.5483	170.4517	9.5483	0.0157	-649.5
23/4/1948	166.924	166.924	13.076	193.076	13.076	0.0138	-639.5
11/2/1952	168.438	168.438	11.562	191.562	11.562	0.0752	-592.5
5/8/1952	352.461	352.461	172.461	7.539	7.539	0.5274	-586.5
16/7/1954	8.55265	8.55265	171.44735	351.44735	8.55265	0.3968	-562.5
29/11/1955	169.951	169.951	10.049	190.049	10.049	0.1139	-545.5
24/5/1956	353.974	353.974	173.974	6.026	6.026	0.9609	-539.5
3/5/1958	10.0663	10.0663	169.9337	349.9337	10.0663	0.0034	-515.5
24/3/1959	347.442	347.442	167.442	12.558	12.558	0.263	-504.5
2/3/1961	3.53398	3.53398	176.46602	356.46602	3.53398	0.796	-480.5
26/8/1961	187.557	187.557	7.557	172.443	7.557	0.9822	-474.5
6/7/1963	172.979	172.979	7.021	187.021	7.021	0.7055	-451.5
14/6/1965	189.071	189.071	9.071	170.929	9.071	0.1715	-427.5
21/2/1970	167.96	167.96	12.04	192.04	12.04	0.0379	-369.5
17/8/1970	351.983	351.983	171.983	8.017	8.017	0.4031	-363.5
26/7/1972	8.07498	8.07498	171.92502	351.92502	8.07498	0.535	-339.5
10/12/1973	169.474	169.474	10.526	190.526	10.526	0.0954	-322.5
4/6/1974	353.497	353.497	173.497	6.503	6.503	0.8215	-316.5
13/5/1976	9.58864	9.58864	170.41136	350.41136	9.58864	0.1164	-292.5
4/4/1977	346.964	346.964	166.964	13.036	13.036	0.1924	-281.5
13/3/1979	3.05627	3.05627	176.94373	356.94373	3.05627	0.8488	-257.5
17/7/1981	172.501	172.501	7.499	187.499	7.499	0.5498	-228.5
25/6/1983	188.593	188.593	8.593	171.407	8.593	0.3309	-204.5
27/8/1988	351.505	351.505	171.505	8.495	8.495	0.2859	-140.5
6/8/1990	7.5972	7.5972	172.4028	352.4028	7.5972	0.6705	-116.5
21/12/1991	168.996	168.996	11.004	191.004	11.004	0.0817	-99.5
15/6/1992	353.019	353.019	173.019	6.981	6.981	0.6773	-93.5
25/5/1994	9.11084	9.11084	170.88916	350.88916	9.11084	0.2375	-69.5
15/4/1995	346.486	346.486	166.486	13.514	13.514	0.1094	-58.5
24/3/1997	2.57845	2.57845	177.42155	357.42155	2.57845	0.9152	-34.5
28/7/1999	172.023	172.023	7.977	187.977	7.977	0.3959	-5.5
5/7/2001	188.1151	188.1151	8.1151	171.8849	8.1151	0.4915	18.5
17/10/2005	13.65172	13.65172	166.34828	346.34828	13.65172	0.0601	71.5

7/9/2006	351.0273	351.0273	171.0273	8.9727	8.9727	0.1772	82.5
16/08/2008	7.119312	7.119312	172.880688	352.880688	7.119312	0.801	106.5
31/12/2009	168.5178	168.5178	11.4822	191.4822	11.4822	0.0708	123.5
26/06/2010	352.5409	352.5409	172.5409	7.4591	7.4591	0.5304	129.5
4/6/2012	8.632936	8.632936	171.367064	351.367064	8.632936	0.3654	153.5
25/04/2013	346.0085	346.0085	166.0085	13.9915	13.9915	0.0141	164.5
4/4/2015	2.100524	2.100524	177.899476	357.899476	2.100524	0.9956	188.5
7/8/2017	171.5451	171.5451	8.4549	188.4549	8.4549	0.2458	217.5
16/07/2019	187.6371	187.6371	7.6371	172.3629	7.6371	0.6511	241.5
19/11/2021	357.082	357.082	177.082	2.918	2.918	0.9721	270.5
28/10/2023	13.1737	13.1737	166.8263	346.8263	13.1737	0.1197	294.5
18/9/2024	350.549	350.549	170.549	9.451	9.451	0.0782	305.5
28/8/2026	6.64132	6.64132	173.35868	353.35868	6.64132	0.9248	329.5
12/1/2028	168.04	168.04	11.96	191.96	11.96	0.0603	346.5
6/7/2028	352.063	352.063	172.063	7.937	7.937	0.3829	352.5
15/6/2030	8.15492	8.15492	171.84508	351.84508	8.15492	0.4982	376.5
28/9/2034	193.692	193.692	13.692	166.308	13.692	0.0069	429.5
19/8/2035	171.067	171.067	8.933	188.933	8.933	0.1017	440.5
27/7/2037	187.159	187.159	7.159	172.841	7.159	0.8073	464.5
6/6/2039	172.581	172.581	7.419	187.419	7.419	0.8811	487.5
30/11/2039	356.604	356.604	176.604	3.396	3.396	0.9396	493.5
16/5/2041	188.673	188.673	8.673	171.327	8.673	0.0531	511.5
8/11/2041	12.6957	12.6957	167.3043	347.3043	12.6957	0.1674	517.5
22/1/2046	167.562	167.562	12.438	192.438	12.438	0.0479	569.5
18/7/2046	351.585	351.585	171.585	8.415	8.415	0.2371	575.5
26/6/2048	7.6768	7.6768	172.3232	352.3232	7.6768	0.6342	599.5
8/10/2052	193.213	193.213	13.213	166.787	13.213	0.0749	652.5
7/8/2055	186.681	186.681	6.681	173.319	6.681	0.958	687.5
17/6/2057	172.102	172.102	7.898	187.898	7.898	0.7513	710.5
11/12/2057	356.125	356.125	176.125	3.875	3.875	0.9158	716.5
27/5/2059	188.194	188.194	8.194	171.806	8.194	0.1733	734.5
19/11/2059	12.2175	12.2175	167.7825	347.7825	12.2175	0.2044	740.5
14/3/2063	189.708	189.708	9.708	170.292	9.708	0.0273	781.5
2/2/2064	167.084	167.084	12.916	192.916	12.916	0.0314	792.5
28/7/2064	351.107	351.107	171.107	8.893	8.893	0.0953	798.5
7/7/2066	7.19858	7.19858	172.80142	352.80142	7.19858	0.7714	822.5
17/5/2068	352.62	352.62	172.62	7.38	7.38	0.955	845.5
19/10/2070	192.735	192.735	12.735	167.265	12.735	0.1313	875.5
28/6/2075	171.624	171.624	8.376	188.376	8.376	0.6182	933.5
22/12/2075	355.647	355.647	175.647	4.353	4.353	0.8985	939.5
6/6/2077	187.716	187.716	7.716	172.284	7.716	0.3019	957.5

29/11/2077	11.7392	11.7392	168.2608	348.2608	11.7392	0.232	963.5
25/3/2081	189.23	189.23	9.23	170.77	9.23	0.0892	1004.5
13/2/2082	166.605	166.605	13.395	193.395	13.395	0.0084	1015.5
17/7/2084	6.72024	6.72024	173.27976	353.27976	6.72024	0.908	1045.5
28/5/2086	352.142	352.142	172.142	7.858	7.858	0.8192	1068.5
20/11/2086	176.165	176.165	3.835	183.835	3.835	0.9829	1074.5
5/5/2088	8.23377	8.23377	171.76623	351.76623	8.23377	0.0968	1092.5
30/10/2088	192.257	192.257	12.257	167.743	12.257	0.1762	1098.5
8/7/2093	171.146	171.146	8.854	188.854	8.854	0.4837	1156.5
1/1/2094	355.1688	355.1688	175.1688	4.8312	4.8312	0.8853	1162.5
17/6/2095	187.238	187.238	7.238	172.762	7.238	0.4371	1180.5
11/12/2095	11.2608	11.2608	168.7392	348.7392	11.2608	0.2521	1186.5
26/4/2097	172.659	172.659	7.341	187.341	7.341	0.8371	1203.5
5/4/2099	188.751	188.751	8.751	171.249	8.751	0.1626	1227.5
				minimal	2.100524	0.0034	
				maximal	13.9915	0.9956	
				average	8.562882393	0.44414	

Tabel 4.12

Bulan Penumbra							
date	F Volvelle	S - 0	S - 180	S - 360	Min	u	k
5/3/1901	347.3605	347.3605	167.3605	12.6395	12.6395	-0.0385	- 1220.5
2/3/1904	340.828	340.828	160.828	19.172	19.172	-0.7976	- 1185.5
31/3/1904	11.4988	11.4988	168.5012	348.5012	11.4988	-0.2754	- 1184.5
24/9/1904	195.522	195.522	15.522	164.478	15.522	-0.5474	- 1178.5
18/1/1908	13.0126	13.0126	166.9874	346.9874	13.0126	-0.5773	- 1137.5
14/6/1908	166.365	166.365	13.635	193.635	13.635	-0.1578	- 1132.5
13/7/1908	197.036	197.036	17.036	162.964	17.036	-0.7295	- 1131.5
7/12/1908	350.388	350.388	170.388	9.612	9.612	-0.0185	- 1126.4
13/5/1911	190.503	190.503	10.503	169.497	10.503	-0.2765	- 1096.5
6/11/1911	14.5262	14.5262	165.4738	345.4738	14.5262	-0.1808	- 1090.5

31/1/1915	161.346	161.346	18.654	198.654	18.654	-1.0061	-	1050.5
1/3/1915	192.017	192.017	12.017	167.983	12.017	-0.4646	-	1049.5
26/7/1915	345.369	345.369	165.369	14.631	14.631	-0.6243	-	1044.5
24/8/1915	16.04	16.04	163.96	343.96	16.04	-0.4246	-	1043.5
17/12/1918	193.531	193.531	13.531	166.469	13.531	-0.1732	-	1002.5
15/5/1919	346.883	346.883	166.883	13.117	13.117	-0.169	-	-997.5
13/3/1922	340.351	340.351	160.351	19.649	19.649	-0.8367	-	-962.5
11/4/1922	11.0214	11.0214	168.9786	348.9786	11.0214	-0.1934	-	-961.5
6/10/1922	195.044	195.044	15.044	164.956	15.044	-0.1934	-	-955.5
28/1/1926	12.5352	12.5352	167.4648	347.4648	12.5352	-0.5568	-	-914.5
25/6/1926	165.888	165.888	14.112	194.112	14.112	-0.2994	-	-909.5
25/7/1926	196.558	196.558	16.558	163.442	16.558	-0.6057	-	-908.5
19/12/1926	349.911	349.911	169.911	10.089	10.089	-0.0237	-	-903.5
23/5/1929	190.026	190.026	10.026	169.974	10.026	-0.1343	-	-873.5
17/11/1929	343.378	343.378	163.378	16.622	16.622	-0.1548	-	-868.5
10/2/1933	160.869	160.869	19.131	199.131	19.131	-1.0348	-	-827.5
12/3/1933	191.54	191.54	11.54	168.46	11.54	-0.4278	-	-826.5
5/8/1933	344.892	344.892	164.892	15.108	15.108	-0.7441	-	-821.5
4/9/1933	15.5626	15.5626	164.4374	344.4374	15.5626	-0.3041	-	-820.5
28/12/1936	193.053	193.053	13.053	166.947	13.053	-0.1604	-	-779.5
25/5/1937	346.406	346.406	166.406	13.594	13.594	-0.3088	-	-774.5
23/3/1940	339.873	339.873	159.873	20.127	20.127	-0.8871	-	-739.5
22/4/1940	10.5439	10.5439	169.4561	349.4561	10.5439	-0.1002	-	-738.5
16/10/1940	194.567	194.567	14.567	165.433	14.567	-0.3834	-	-732.5
9/2/1944	12.0576	12.0576	167.9424	347.9424	12.0576	-0.5298	-	-691.5
6/7/1944	165.41	165.41	14.59	194.59	14.59	-0.4432	-	-686.5
4/8/1944	196.081	196.081	16.081	163.919	16.081	-0.4855	-	-685.5
29/12/1944	349.433	349.433	169.433	10.567	10.567	-0.025	-	-680.5
28/11/1947	13.5713	13.5713	166.4287	346.4287	13.5713	-0.138	-	-644.5
18/10/1948	350.947	350.947	170.947	9.053	9.053	-0.0629	-	-633.5
23/3/1951	191.062	191.062	11.062	168.938	11.062	-0.379	-	-603.5
17/8/1951	344.414	344.414	164.414	15.586	15.586	-0.8577	-	-598.5
15/9/1951	15.085	15.085	164.915	344.915	15.085	-0.1946	-	-597.5
8/1/1955	192.576	192.576	12.576	167.424	12.576	-0.1485	-	-556.5
5/6/1955	345.928	345.928	165.928	14.072	14.072	-0.4561	-	-551.5
4/4/1958	339.396	339.396	159.396	20.604	20.604	-0.9492	-	-516.5
27/10/1958	194.089	194.089	14.089	165.911	14.089	-0.3199	-	-509.5

17/9/1959	171.465	171.465	8.535	188.535	8.535	-0.058	-498.5
19/2/1962	11.58	11.58	168.42	348.42	11.58	-0.494	-468.5
17/7/1962	164.933	164.933	15.067	195.067	15.067	-0.5872	-463.5
15/8/1962	195.603	195.603	15.603	164.397	15.603	-0.3704	-462.5
9/1/1963	348.956	348.956	168.956	11.044	11.044	-0.0249	-457.5
8/12/1965	13.0937	13.0937	166.9063	346.9063	13.0937	-0.1286	-421.5
4/5/1966	166.446	166.446	13.554	193.554	13.554	-0.0813	416.5
29/10/1966	350.469	350.469	170.469	9.531	9.531	-0.1317	-410.5
2/4/1969	190.584	190.584	10.584	169.416	10.584	-0.3175	-380.5
27/8/1969	343.937	343.937	163.937	16.063	16.063	-0.9634	-375.5
25/9/1969	14.6073	14.6073	165.3927	345.3927	14.6073	-0.097	-374.5
18/1/1973	192.098	192.098	12.098	167.902	12.098	-0.135	-333.5
15/6/1973	345.451	345.451	165.451	14.549	14.549	-0.6087	-328.5
15/7/1973	16.121	16.121	163.879	343.879	16.121	-0.967	-327.5
6/11/1976	193.612	193.612	13.612	166.388	13.612	-0.2682	-286.5
27/9/1977	170.987	170.987	9.013	189.013	9.013	-0.1459	-275.5
1/3/1980	11.1023	11.1023	168.8977	348.8977	11.1023	-0.4478	-245.5
27/7/1980	164.455	164.455	15.545	195.545	15.545	-0.7294	-240.5
26/8/1980	195.125	195.125	15.125	164.875	15.125	-0.2623	-239.5
20/1/1981	348.478	348.478	168.478	11.522	11.522	-0.0259	-234.5
20/12/1983	12.6159	12.6159	167.3841	347.3841	12.6159	-0.1248	-198.5
15/5/1984	165.968	165.968	14.032	194.032	14.032	-0.1855	-193.5
13/6/1984	196.639	196.639	16.639	163.361	16.639	-0.9473	-192.5
8/11/1984	349.991	349.991	169.991	10.009	10.009	-0.1881	-187.5
14/4/1987	190.107	190.107	10.107	169.893	10.107	-0.2432	-157.5
7/10/1987	14.1296	14.1296	165.8704	345.8704	14.1296	-0.0121	-151.5
3/3/1988	167.482	167.482	12.518	192.518	12.518	-0.0097	-146.5
30/1/1991	191.62	191.62	11.62	168.38	11.62	-0.1178	-110.5
27/6/1991	344.973	344.973	164.973	15.027	15.027	-0.7646	-105.5
26/7/1991	15.6432	15.6432	164.3568	344.3568	15.6432	-0.8191	-104.5
18/11/1994	193.134	193.134	13.134	166.866	13.134	-0.2272	-63.5
8/10/1995	170.509	170.509	9.491	189.491	9.491	-0.2204	-52.5
13/3/1998	10.6245	10.6245	169.3755	349.3755	10.6245	-0.3896	-22.5
8/8/1998	163.977	163.977	16.023	196.023	16.023	-0.8679	-17.5
6/9/1998	194.647	194.647	14.647	165.353	14.647	-0.1626	-16.5
31/1/1999	348	348	168	12	12	-0.0305	-11.5
30/12/2001	12.13809	12.13809	167.86191	347.86191	12.13809	-0.1243	24.5
26/05/2002	165.49060	165.4906	14.5094	194.5094	14.5094	-0.2972	29.5
24/06/2002	196.16110	196.1611	16.1611	163.8389	16.1611	-0.7981	30.5
20/11/2002	349.51360	349.5136	169.5136	10.4864	10.4864	-0.2331	35.5
24/04/2005	189.6287	189.6287	9.6287	170.3713	9.6287	-0.1562	65.5

14/03/2006	167.0043	167.0043	12.9957	192.9957	12.9957	-0.0691	76.5
9/2/2009	191.1423	191.1423	11.1423	168.8577	11.1423	-0.0947	112.5
7/7/2009	344.4948	344.4948	164.4948	15.5052	15.5052	-0.9212	117.5
6/8/2009	15.16534	15.16534	164.83466	344.83466	15.16534	-0.674	118.5
28/11/2012	192.6559	192.6559	12.6559	167.3441	12.6559	-0.1954	159.5
25/05/2013	16.67896	16.67896	163.32104	343.32104	16.67896	-0.9435	165.5
18/10/2013	170.0315	170.0315	9.9685	189.9685	9.9685	-0.2815	170.5
23/03/2016	10.14655	10.14655	169.85345	349.85345	10.14655	-0.3185	200.5
16/09/2016	194.1696	194.1696	14.1696	165.8304	14.1696	-0.0725	206.5
11/2/2017	347.5221	347.5221	167.5221	12.4779	12.4779	-0.0409	211.5
10/1/2020	11.66014	11.66014	168.33986	348.33986	11.66014	-0.1248	247.5
5/6/2020	165.0127	165.0127	14.9873	194.9873	14.9873	-0.4148	252.5
5/7/2020	195.6832	195.6832	15.6832	164.3168	15.6832	-0.6479	253.5
30/11/2020	349.0357	349.0357	169.0357	10.9643	10.9643	-0.2683	258.5
5/5/2023	189.151	189.151	9.151	170.849	9.151	-0.0572	288.5
25/3/2024	166.526	166.526	13.474	193.474	13.474	-0.141	299.5
20/2/2027	190.664	190.664	10.664	169.336	10.664	-0.0637	335.5
17/8/2027	14.6873	14.6873	165.3127	345.3127	14.6873	-0.5337	341.5
9/12/2030	192.178	192.178	12.178	167.822	12.178	-0.1711	382.5
7/5/2031	345.53	345.53	165.53	14.47	14.47	-0.0928	387.5
5/6/2031	16.2009	16.2009	163.7991	343.7991	16.2009	-0.8284	388.5
30/10/2031	169.553	169.553	10.447	190.447	10.447	-0.3295	393.5
3/4/2034	9.66852	9.66852	170.33148	350.33148	9.66852	-0.2341	423.5
22/2/2035	347.044	347.044	167.044	12.956	12.956	-0.059	434.5
21/1/2038	11.1821	11.1821	168.8179	348.8179	11.1821	-0.1239	470.5
17/6/2038	164.535	164.535	15.465	195.465	15.465	-0.5365	475.5
16/7/2038	195.205	195.205	15.205	164.795	15.205	-0.4987	476.5
11/12/2038	348.558	348.558	168.558	11.442	11.442	-0.2954	481.5
5/4/2042	166.048	166.048	13.952	193.952	13.952	-0.2258	522.5
29/9/2042	350.071	350.071	170.071	9.929	9.929	-0.0103	528.5
3/3/2045	188.751	188.751	8.751	171.249	8.751	-0.0235	558.5
27/8/2045	341.104	341.104	161.104	18.896	18.896	-0.4004	564.5
20/12/2048	191.6998	191.6998	11.6998	168.3002	11.6998	-0.1519	605.5
17/5/2049	345.052	345.052	165.052	14.948	14.948	-0.2101	610.5
15/6/2049	15.7228	15.7228	164.2772	344.2772	15.7228	-0.7079	611.5
9/11/2049	169.075	169.075	10.925	190.925	10.925	-0.3654	616.5
4/3/2053	346.566	346.566	166.566	13.434	13.434	-0.0865	657.5
29/8/2053	170.589	170.589	9.411	189.411	9.411	-0.0345	663.5
1/2/2056	10.7039	10.7039	169.2961	349.2961	10.7039	-0.1191	693.5
27/6/2056	164.056	164.056	15.944	195.944	15.944	-0.6605	698.5
26/7/2056	194.727	194.727	14.727	165.273	14.727	-0.3527	699.5

22/12/2056	348.079	348.079	168.079	11.921	11.921	-0.3165	704.5
15/4/2060	165.57	165.57	14.43	194.43	14.43	-0.3235	745.5
9/10/2060	349.593	349.593	169.593	10.407	10.407	-0.0875	751.5
7/9/2063	13.731	13.731	166.269	346.269	13.731	-0.2758	787.5
31/12/2066	191.222	191.222	11.222	168.778	11.222	-0.1354	828.5
28/5/2067	344.574	344.574	164.574	15.426	15.426	-0.3368	833.5
27/6/2067	15.2446	15.2446	164.7554	344.7554	15.2446	-0.5835	834.5
21/11/2067	168.597	168.597	11.403	191.403	11.403	-0.3903	839.5
25/4/2070	8.71212	8.71212	171.28788	351.28788	8.71212	-0.0258	869.5
16/3/2071	346.088	346.088	166.088	13.912	13.912	-0.1244	880.5
9/9/2071	170.111	170.111	9.889	189.889	9.889	-0.1612	886.5
11/2/2074	10.2257	10.2257	169.7743	349.7743	10.2257	-0.1083	916.5
8/7/2074	163.578	163.578	16.422	196.422	16.422	-0.7848	921.5
7/8/2074	194.249	194.249	14.249	165.751	14.249	-0.2119	922.5
27/4/2078	165.092	165.092	14.908	194.908	14.908	-0.4334	968.5
21/10/2078	349.115	349.115	169.115	10.885	10.885	-0.1534	974.5
19/11/2078	19.7852	19.7852	160.2148	340.2148	19.7852	-0.9153	975.5
18/9/2081	13.2527	13.2527	166.7473	346.7473	13.2527	-0.1615	1010.5
8/8/2082	350.628	350.628	170.628	9.372	9.372	-0.0406	1021.5
10/1/2085	190.743	190.743	10.743	169.257	10.743	-0.1192	1051.5
8/6/2085	344.096	344.096	164.096	15.904	15.904	-0.4711	1056.5
7/7/2085	14.7663	14.7663	165.2337	345.2337	14.7663	-0.4569	1057.5
1/12/2085	168.119	168.119	11.881	191.881	11.881	-0.4058	1062.5
26/3/2089	345.6093	345.6093	165.6093	14.3907	14.3907	-0.1737	1103.5
19/9/2089	169.6323	169.6323	10.3677	190.3677	10.3677	-0.277	1109.5
23/2/2092	9.74728	9.74728	170.25272	350.25272	9.74728	-0.0892	1139.5
19/7/2092	163.1	163.1	16.9	196.9	16.9	-0.9076	1144.5
17/8/2092	193.77	193.77	13.77	166.23	13.77	-0.0781	1145.5
12/1/2093	17.7933	17.7933	162.2067	342.2067	17.7933	-0.3509	1151.5
5/7/2096	164.613	164.613	15.387	195.387	15.387	-0.5545	1191.5
6/6/2096	195.284	195.284	15.284	164.716	15.284	-1.0691	1192.5
31/10/2096	348.636	348.636	168.636	11.364	11.364	-0.2079	1197.5
29/11/2096	19.3068	19.3068	160.6932	340.6932	19.3068	-0.8922	1198.5
29/9/2099	12.7743	12.7743	167.2257	347.2257	12.7743	-0.0588	1233.5
24/2/2100	166.127	166.127	13.873	193.873	13.873	-0.0227	1238.5
19/8/2100	350.15	350.15	170.15	9.85	9.85	-0.1687	1244.5
				minimal	8.535	-1.0691	
				maximal	20.604	-0.0097	
				average	13.11467583	0.32739	

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Lauhatun Nashiha
 Tempat/Tgl Lahir : Jepara, 13 Maret 1998
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Alamat : Dk. Ndodol Ds.Damawulan RT/RW 07/03 Kec.
 Keling Kab. Jepara
 No Telp/HP : 085726112721
 Email : Lauchalaucha83@gmail.com

Riwayat Pendidikan Formal

1. Madrasah Ibtidaiyyah Matholiul Huda 02 Damarwulan, Keling- Jepara
2003 - 2010
2. Madrasah Tsanawiyah Darul Falah Sirahan, Cluwak- Pati 2010- 2013
3. Madrasah Aliyah Darul Falah Sirahan, Cluwak- Pati 2013- 2016
4. Fakultas Syari'ah dan Hukum, Universitas Islam Negeri Walisongo
Semarang 2016- sekarang

Riwayat Pendidikan Non Formal

1. PonPes Nurul Huda Sirahan Cluwak Pati 2013, 2016
2. Ponpes YPMI Al-Firdaus Silayur Semarang 2016- 2020
3. Language Center Pare 2018

Pengalaman Organisasi

1. Sekretaris Himpunan Mahasiswa jurusan 2017- 2018
2. Reporter Lembaga Pers Mahasiswa "Zenith" 2017 – 2019
3. Lembaga Pengajar TK, SD/MI, SMP/MTs (LPMA Gema Prestasi Semarang, Lembaga Bimbingan Belajar Rumah Pintar Semarang, Lembaga Bimbingan Belajar Atta Semarang)

Motto Hidup : Hidup Hanya Sekali, Hiduplah Yang Berarti

Semarang, 6 Juni 2020