

**STUDI PEMIKIRAN KH. AHMAD GHOZALI
TENTANG METODE HISAB GERHANA MATAHARI
GLOBAL DALAM KITAB *AL-DURRU AL-ANÎQ***

S K R I P S I

**Diajukan Untuk Memenuhi Tugas Dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 (S.1)
Dalam Ilmu Syari'ah Dan Hukum**



Oleh:

Khotibul Umam

NIM : 1402046045

**PRODI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2019**

Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag.
Jl. Raya Sedayu Indah Bangetayu Wetan
Rt/Rw 05/02 Genuk Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Khotibul Umam

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Khotibul Umam
NIM : 1402046045
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : **Metode Hisab Gerhana Matahari Global dalam
Kitab *Al-Durru Al-Aniq* Karya KH. Ahmad Ghozali**

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

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I



Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag.
NIP. 701208 199603 1 002

Drs. H. Slamet Hambali, MSI.
Jl. Candi Permata II/180
Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Khotibul Umam

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

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Khotibul Umam
NIM : 1402046045
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : **Metode Hisab Gerhana Matahari Global dalam
Kitab *Al-Durru Al-Aniq* Karya KH. Ahmad Ghozali**

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

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II

Drs. H. Slamet Hambali, MSI.
NIP. 19540805 198003 1 004



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp/Fax. (024) 7601291 Semarang 50185

PENGESAHAN

Nama : Khotibul Umam
N I M : 1402046045
Fakultas/Jurusan : Syari'ah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul : **Studi Pemikiran KH. Ahmad Ghozali tentang Metode Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab *Al-Durru Al-Aniq***

Telah dimunaqasahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang dan dinyatakan **LULUS** dengan predikat **CUMLAUDE**, pada tanggal:

09 Januari 2019

Dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2018/2019.

Semarang, 09 Januari 2019

Dewan Penguji,
Ketua Sidang / Penguji

Sekretaris Sidang / Penguji



Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag.
NIP. 19690709 199703 1 001

Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag.
NIP. 19701208 199603 1 002

Penguji I

Penguji II

Dr. H. Ahmad Iz'uddin, M.Ag.
NIP. 19720512 199903 1 003

Dr. Mahsun, M.Ag.
NIP. 19671113 200501 1 001

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag.
NIP. 19701208 199603 1 002

Drs. H. Slamet Hambali, M.Si.
NIP. 19540805 198003 1 004

MOTTO

ومن آياته الليل والنهار والشمس والقمر ^ج لا تسجدوا للشمس ولا

للقمر واسجدوا لله الذي خلقهن إن كنتم إياه تعبدون (37)

Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya ialah malam, siang, Matahari dan Bulan. Janganlah sembah Matahari maupun Bulan, tetapi sembahlah Allah yang menciptakannya, jika ialah yang kamu sembah. (Qs. Fushshilat : 37).¹

¹ Abu Ja'far Muhammad bin Jarir Ath-Thabari, *Tafsir Ath-Thabari*, Terj. Misbah, dkk. jilid 22, Jakarta: Pustaka Azzam, 2009, h. 758.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Yang terhormat dan tercinta kedua orang tua penulis

Ach. Munasit dan Khalilah

*yang tidak pernah bosan memberikan kasih sayangnya kepada
penulis.*

*Semoga selalu dalam lindungan-Nya dan diberkahi segala
urusan di dunia dan akhirat.*

Yang terhormat dan tersayang keluarga besar penulis

Bani Masduqi dan Bani Syafi'

*yang selalu memberikan support dzahiriyyah maupun batiniyyah.
Mudah-mudahan tetap istiqamah mempererat tali silaturrahmi
sampai ke akhirat nanti.*

Deklarasi

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

Semarang, 08 November 2018

Penulis,



Khotibul Umam
NIM : 1402046045

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi yang digunakan adalah Sistem Transliterasi Arab Latin Berdasarkan SKB Menteri Agama RI No. 158/1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 0543b/U/1987 tertanggal 22 Januari 1988.

A. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ا	<i>Alif</i>	-	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
ث	<i>Sa</i>	Ş	Es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>Ha</i>	ħ	Ha (dengan titil di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan Ha
د	<i>Dal</i>	D	De
ذ	<i>Zal</i>	Ž	Zet (dengan titik di atas)
ر	<i>Ra</i>	R	Er
ز	<i>Zai</i>	Z	Zet
س	<i>Sin</i>	S	Es
ش	<i>Syin</i>	Sy	Es dan Ye
ص	<i>Sad</i>	ş	Es (dengan titik di bawah)

ض	<i>Dad</i>	ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	<i>Ta</i>	ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Za</i>	ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>'ain</i>	‘	Koma terbalik (di atas)
غ	<i>Gain</i>	G	Ge
ف	<i>Fa</i>	F	Ef
ق	<i>Qaf</i>	Q	Ki
ك	<i>Kaf</i>	K	Ka
ل	<i>Lam</i>	L	El
م	<i>Mim</i>	M	Em
ن	<i>Nun</i>	N	En
و	<i>Waw</i>	W	We
ه	<i>Ha</i>	H	Ha
ء	<i>Hamzah</i>	’	Apostrof
ي	<i>Ya</i>	Y	Ye

B. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap (tasydid) ditulis rangkap

Contoh : مقَدِّمة ditulis Muqaddimah

C. Vokal

1. Vokal Tunggal

Fathah ditulis “a”. Contoh : فَتْحٌ ditulis fataha

Kasrah ditulis “i”. Contoh : علم ditulis ‘alima

Dammah ditulis “u”. Contoh : كتب ditulis kutub

2. Vokal Rangkap

Vokal rangkap (fathah dan ya) ditulis “ai”. Contoh : اين
ditulis aina

Vokal rangkap (fathah dan wawu) ditulis “au”. Contoh :
حول ditulis haula

D. Vokal Panjang

Fathah ditulis “a”. Contoh : باع = bā’a

Kasrah ditulis “i”. Contoh : علم = ‘alîmun

Dammah ditulis “u”. Contoh : علوم = ‘ulûmun

E. Hamzah

Huruf hamzah (ء) di awal kata ditulis dengan vokal tanpa
didahului oleh tanda apostrof ('). Contoh : ايمان = îmân

F. lafzul Jalalah

Lafzul - jalalah (kata الله) yang terbentuk frase nomina
ditransliterasikan tanpa hamzah. Contoh : عبدالله ditulis
Abdullah

G. Kata Sandang “al-”

1. Kata sandang “al-“ tetap ditulis “al-”, baik pada kata yang dimulai dengan huruf qamariyah maupun syamsiah.
2. Huruf “a” pada kata sandang “al-“ tetap ditulis dengan huruf kecil.
3. Kata sandang “al-“ di awal kalimat dan pada kata “al-Qur’an” ditulis dengan huruf capital.

H. Ta marbuṭah (ة)

Bila terletak di akhir kalimat, ditulis h, misalnya : البقرة ditulis *al-baqarah*. Bila di tengah kalimat ditulis t. contoh : زكاة المال ditulis *zakāh al-māl* atau *zakātul māl*.

ABSTRAK

Gerhana Matahari merupakan salah satu fenomena alam yang langka. Fenomena tersebut bisa diprediksi dengan menggunakan metode hisab dengan kualitas akurasi yang berbeda-beda. Peran sebuah metode sangat penting untuk melakukan observasi gerhana Matahari. Penelitian dengan judul “Studi pemikiran KH. Ahmad Ghozali tentang metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq*” merupakan salah satu metode hisab produk lokal tepatnya di pulau Madura, dengan rumusan masalah apa latar belakang pemikiran KH. Ahmad Ghozali tentang metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq*, dan bagaimana tingkat akurasinya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui latar belakang pemikiran KH. Ahmad Ghozali tentang metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq*, dan mengetahui tingkat akurasi metode hisab tersebut.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan teknik *interview* atau wawancara. Adapun sumber data yang digunakan adalah data primer yang didapat dari pengarang kitab *al-Durru al-Anîq* dengan melakukan wawancara, dan data sekunder yang diambil dari kitab *al-Durru al-Anîq*, buku, jurnal, internet dan karya-karya ilmiah lainnya. Data dianalisa dengan metode deskriptif analisis.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penulis memperoleh beberapa kesimpulan yang *pertama*, metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq* termasuk metode hisab kontemporer atau hisab *Haqiqy bi al-Tadqîq* karena telah menggunakan data dan algoritma modern. Algoritma yang digunakan, terdapat beberapa algoritma yang hampir sama dengan Jean Meeus dalam buku *Elements of Solar*

Eclipses 1951-2200. Kedua, akurasi metode tersebut berdasarkan beberapa hasil hisab yang telah dan akan terjadi gerhana Matahari diperoleh selisih 00.2^d s/d $01^m 33^d$, sedangkan untuk koordinat *greatest eclipse* adalah $00^0 00' 03''$ s/d $00^0 00' 43''$. Acuan yang digunakan untuk akurasi berdasarkan hasil hisab dari *website* NASA.

Kata kunci : gerhana Matahari global, *Elemen Bessel*, *al-Durru al-Anîq*, NASA

KATA PENGANTAR

Puji syukur *Alhamdulillah*, atas segala nikmat yang telah diberikan, sehingga panulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *Studi Pemikiran KH. Ahmad Ghozali tentang Metode Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab al-Durru al-Anîq*. Penelitian ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana.

Pertama, penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis “Ach. Munasit dan Khalilah”, yang selalu memberikan kasih sayangnya serta perhatian moril maupun materiil. Semoga Allah selalu memberikan nikmat sehat dan diberkahi segala urusannya di dunia sampai di akhirat nanti.

Kedua, penulis sangat berterima kasih kepada Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag., selaku pembimbing I dan kepada Drs. H. Slamet Hambali, MSI., selaku pembimbing II yang selalu memberikan layanan akademik dan tidak bosan membimbing penulis dalam pengerjaan skripsi ini. Serta ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kementrian Agama RI melalui Direktorat Jenderal Pendidikan Islam yang telah memberikan beasiswa Bidikmisi kepada penulis.
2. Prof. Dr. H. Muhibbin Noor, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang beserta jajaran akademik yang telah mengurus kelancaran pencairan beasiswa.

3. Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum beserta jajarannya yang selalu memberikan pelayanan akademik dengan baik.
4. Drs. Maksun, M.Ag., selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak, Sekretaris dan Bendahara Jurusan atas bantuan dan kerjasamanya dalam pra maupun pasca riset.
5. Prof. Dr. H. Muslich Shabir, MA., selaku Dosen Wali yang selalu memberikan motivasi dalam proses belajar hingga penelitian.
6. KH. Ahmad Ghozali, selaku Wakil Pengasuh Pondok Pesantren Al-Mubarak Lanbulan yang menjadi narasumber data primer.
7. Ust. Isma'il dan Ust. Su'udi, sebagai pengurus Lajnah Falakiyah Lanbulan yang membantu saat poses riset.
8. Mas Andi, yang sering mendampingi dalam pengkajian materi yang penulis kaji.
9. Pak. Rinto, yang mempunyai buku *Elements of Solar Eclipses 1951-2200* karya Jean Meeus.
10. Keluarga Besar Pondok Pesantren Mambaul Ulum Bata-Bata, yang telah memberikan pembelajaran Ilmu Falak melalui badan otonom FB (Falakiyah Bata-Bata).
11. Keluarga Besar Pondok Pesantren Bustanul Ulum, atas kepercayaannya dalam mengembangkan Ilmu Falak.
12. Keluarga Bidikmisi angkatan 2014 yang selalu memberikan motivasi.
13. Keluarga Meeus Institute (IFC'14), atas kerjasamanya dalam segala hal.
14. Semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu terselesainya skripsi ini.

Semoga amal kebaikan mereka menjadi salah satu perantara menuju ridha-Nya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dengan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karenanya, penulis sangat berharap kritik dan saran yang konstruktif dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
DEKLARASI	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI	viii
ABSTRAK	xii
KATA PENGANTAR	xiv
DAFTAR ISI	xvii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	9
E. Telaah Pustaka	10
F. Metode Penelitian	14

1. Jenis Penelitian	14
2. Sumber Data	14
3. Metode Pengumpulan Data	15
4. Metode Analisis Data	16
G. Sistematika Penulisan	17

BAB II GERHANA MATAHARI

A. Pengertian Gerhana Matahari	19
B. Macam-macam Gerhana Matahari	22
C. Fiqih Gerhana Matahari	31
1. Hukum Shalat Gerhana Matahari	31
2. Tata Cara Melaksanakan	36
3. Waktu Shalat Gerhana	40

BAB III HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL DALAM KITAB *AL-DURRU AL-ANÎQ*

A. Biografi KH. Ahmad Ghozali	41
B. Pandangan Umum Kitab <i>al-Durru al-Anîq</i> ...	46

C. Metode Hisab Gerhana Matahari Global	
<i>al-Durru al-Anîq</i>	48
1. Puncak Gerhana Global	49
2. Awal dan Akhir Penumbral	54
3. Awal dan Akhir Umbral	56
4. Awal dan Akhir Sentral	59
5. Jalur Lintas Gerhana Sentral	62
D. Contoh Hasil Perhitungan Gerhana Matahari	
Global	67

**BAB IV AKURASI METODE HISAB GERHANA
MATAHARI GLOBAL DALAM KITAB *AL-DURRU AL-
ANÎQ***

A. Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Global	
dalam Kitab <i>al-Durru al-Anîq</i>	73
1. Teori yang Digunakan	74
2. Sumber Data yang Digunakan	79
3. Analisis Proses Perhitungan	96

B. Analisis Akurasi Metode Hisab Gerhana Matahari	
Global dalam Kitab <i>al-Durru al-Anîq</i>	100

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	109
B. Saran-saran	110
C. Penutup	111

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Matahari merupakan pusat tata surya, setiap hari selalu menyinari bumi memberikan kehidupan. Selain itu, matahari sebagai penanda waktu dan penunjuk arah mata angin bagi tempat selain di dekat area kutub utara maupun kutub selatan. Namun terkadang Matahari tidak terlihat seperti biasanya pada saat *ijtima'* (konjungsi), bumi terlihat gelap di siang hari walaupun kondisi langit cerah, inilah yang dinamakan gerhana Matahari yang merupakan salah satu fenomena alam di siang hari. Di malam hari pun juga terdapat fenomena yang sama yaitu gerhana Bulan pada saat *istiqbal* (oposisi).

Fenomena-fenomena di atas menimbulkan banyak mitos yang muncul di kalangan masyarakat, salah satu mitos yang diyakini, bahwa terjadinya gerhana karena Bulan sedang ditelan oleh Batarakala atau juga disebut Buto Ijo, atau kepercayaan lain bahwa ketika terjadi gerhana, orang hamil dilarang keluar rumah karena akan berdampak negatif bagi anaknya.¹ Gerhana berkonotasi sebagai kesuraman sesaat. Padahal gerhana jika dilihat dari segi astronomi merupakan

¹ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, Jakarta Timur: Pustaka Al-Kautsar, 2015, hal. 237.

tertutupnya arah pandang pengamatan benda langit oleh benda langit yang lainnya yang lebih dekat dengan pengamat.² Hal itu menjadi pemahaman masyarakat secara umum meskipun sampai saat ini masih ada beberapa masyarakat yang menganggap sebagai mitos.

Gerhana Matahari terjadi pada saat *ijtima'* (konjungsi), dimana pada saat itu Bulan dan Matahari berada di salah satu titik simpul atau di dekatnya. Sedangkan gerhana Bulan akan terjadi pada saat *istiqbal* (oposisi), dimana bulan berada pada salah satu titik simpul lainnya yang di dekatnya, sementara Matahari berada pada jarak bujur astronomi 180^0 dan posisi Bulan.³ Jika Bulan dan Matahari berada di dekat arah titik simpul yang sama maka akan terjadi fenomena gerhana Matahari, apabila Bulan dan Matahari berada di arah titik simpul yang bersebrangan akan terjadi gerhana Bulan. Jika dilihat skala waktu, maka membutuhkan skala waktu yang panjang, yang mana panjang siklus Matahari dari titik simpul ke titik simpul yang sama rata-rata 346.62 hari. Siklus tersebut dinamakan satu tahun gerhana.⁴

Fenomena gerhana dilihat dari kaca mata fiqh hisab rukyah, kiranya dalam persoalan gerhana ini baik gerhana

² Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, Yogyakarta: Bismillah Publisher, 2012, hal. 228-229.

³ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak; dalam teori dan praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004, hal. 187.

⁴ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak ...*, hal. 231.

Matahari ataupun gerhana Bulan, tidak terlihat ada perdebatan antara kubu hisab dan kubu rukyah yang biasa dikenal dengan sebutan madzhab hisab dan madzhab rukyah, walaupun seharusnya madzhab-madzhab ini ada dalam persoalan gerhana. Dalam hal ini diketahui kalau madzhab hisab di simbolkan dengan hasil hisab mereka tentang waktu terjadinya gerhana, sedangkan madzhab rukyah di simbolkan dengan hasil mereka melihat gerhana.⁵

Perhitungan gerhana sudah ada sekitar 721 SM., dimana orang Babilonia telah berhasil mampu membuat perhitungan tentang siklus terjadinya gerhana yang disebut dengan siklus *saros*. Dari sini jelas bahwa dalam hal hisab rukyah mengenai gerhana Matahari maupun gerhana Bulan tidak mengalami suatu permasalahan antara mazdhab hisab dan mazdhab rukyah, bahkan mazdhab tersebut terkesan tidak ada. Karena keduanya nampak adanya simbiosis mutualisme. Hal itu dapat diketahui berdasarkan penjelasan secara logis, yang pertama semua benda langit yang berada di antara Matahari, yang diterangi olehnya maka masing-masing benda tersebut akan mempunyai bayangan yang akan menuju ke dalam ruang angkasa jauh dari Matahari. Kedua, fenomena gerhana secara umum adalah suatu peristiwa jatuhnya

⁵ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis; metode hisab-rukyat praktis dan solusi permasalahannya*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, hal. 106.

bayangan benda langit ke dalam benda langit yang lain, yang pada saat itu bayangan benda tersebut menutupi piringan Matahari, sehingga benda langit itu kejatuhan bayangan benda langit lainnya, maka tidak bisa menerima sinar Matahari.⁶

Mengenai gerhana Matahari yang terbilang lebih menarik daripada gerhana Bulan, karena gerhana Matahari terjadi apabila Bulan menutupi piringan Matahari, sehingga sebagian tempat di Bumi tidak memperoleh cahaya Matahari. Dapat dikatakan bahwa pada saat itu Matahari, Bulan, dan Bumi berada dalam satu garis. Gerhana Matahari ini tentunya terjadi pada siang hari pada fase Bulan baru. Berbeda dengan gerhana Bulan, gerhana Matahari hanya dapat terlihat di beberapa daerah tertentu di permukaan Bumi.⁷

Terdapat beberapa macam gerhana Matahari, diantaranya gerhana Matahari sebagian yang terjadi apabila tidak seluruh bagian Bulan menghalangi cahaya Matahari. Gerhana Matahari total dialami pada daerah di Bumi yang masuk pada umbra yaitu seluruh cahaya Matahari terhalang Bulan. Pada daerah penumbra terjadi gerhana sebagian. Apabila daerah umbra tidak sampai pada permukaan Bumi maka akan terjadi gerhana cincin. Hal ini dapat terjadi karena jarak Bumi-Bulan tidak selalu sama tetapi berubah-ubah. Jadi

⁶ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis ...*, hal. 106-107.

⁷ Adriana Wisni Ariasti, dkk, *Perjalanan Mengenal Astronomi*, Bandung: Penerbit ITB, 1995, hal. 35.

panjang kerucut umbra juga bervariasi sesuai dengan perubahan jarak Bumi-Bulan. Ini juga yang dapat mengakibatkan luas daerah gerhana pada permukaan Bumi bervariasi. Lebar daerah gerhana total yang disapu oleh bayangan Bulan dapat mencapai 300 km.⁸

Suatu tempat di permukaan Bumi yang dapat mengamati gerhana Matahari berupa gerhana total, parsial atau cincin. Namun jika kita tinjau sebuah gerhana Matahari untuk bumi secara umum, sesungguhnya ada enam tipe gerhana: (1) Tipe P (tipe gerhana Matahari parsial), (2) Tipe T (tipe gerhana Matahari total), (3) Tipe A (tipe gerhana Matahari cincin), (4) Tipe A-T (tipe gerhana Matahari cincin-total), (5) T (gerhana non-sentral total), (6) A (gerhana non-sentral cincin). Tipe gerhana yang paling sering muncul adalah tipe P, T dan A. Ketika sebuah gerhana Mathari bukan gerhana sentral, tipe yang paling sering muncul adalah tipe P. Perlu diketahui bahwa gerhana Matahari total maupun cincin terlihat sebagai gerhana total atau gerhana cincin hanya dari lintasan yang cukup sempit (lintasan garis sentral) di permukaan Bumi. Di sebelah utara maupun selatan lintasan tersebut, sebagian besarnya hanya dapat menyaksikan gerhana parsial.⁹

⁸ Ariasti, dkk., *Perjalanan Mengenal ...*, hal. 35-36.

⁹ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: FMIPA UGM, 2012, h. 126-127.

Secara umum gerhana Matahari dapat terjadi 2 sampai 5 kali dalam satu tahun, akan tetapi seperti yang dipaparkan di atas bahwa yang dapat menyaksikan hanyalah beberapa tempat di permukaan Bumi saja. Sedangkan untuk gerhana Bulan dapat terjadi 2 sampai 3 kali dalam setahun dan dapat disaksikan oleh seluruh penduduk bumi yang menghadap Bulan. Sekalipun demikian, bisa saja tidak pernah terjadi gerhana Bulan sama sekali dalam satu tahun.¹⁰ Maka dari itu sangatlah penting untuk penulis bahas karena tidak semua tempat di Bumi kebagian fenomena ini, bersyukur Indonesia menjadi salah satu jalan gerhana Matahari. Ada beberapa data yang pernah tercatat, diantaranya, pada tanggal 5 Februari 1962, terjadi gerhana total, tanggal 23 November 1965, terjadi gerhana cincin, tanggal 18 Maret 1969, terjadi gerhana cincin, tanggal 11 Juni 1983, terjadi gerhana total, dan yang terbaru pada tanggal 09 Maret 2016, terjadi gerhana total.

Ada banyak sekali metode yang menawarkan untuk mengetahui awal, tengah dan akhir gerhana, dari banyaknya metode yang berbeda-beda tentu ada hasil hisab yang berbeda atau selisih. Namun sebagai patokan untuk perhitungan gerhana adalah NASA yang menjadi tolak ukur sampai saat ini. Sehingga bisa diketahui tingkat akurasi dari sebuah metode hisab gerhana Matahari yang disajikan. Hasil penelitian Jafar Shodiq, disampaikan bahwa hasil perhitungan

¹⁰ Khazin, *Ilmu Falak; dalam ...*, h. 188.

algoritma garis sentral dalam Mekanika Benda Langit mempunyai sedikit perbedaan dengan NASA, yaitu 1 sampai 2 menit. Jadi bisa dikatakan perhitungan gerhana garis sentral dalam buku itu sudah cukup akurat.¹¹

Ahmad Ma'ruf Maghfur, menjelaskan dalam hasil penelitiannya bahwa metode dalam kitab *Fath al-Ra'uf al-Mannan* termasuk *hakiki bit al-taqrib* yang masih berpangkal pada *zaij Ulugh Beigh* dan sistem perhitungannya didasarkan kepada teori Plotomeus yang sering dikenal dengan teori *geosentris*. Teori ini yang mengatakan bahwa Bumi sebagai pusat tata surya. Adapun hasil yang diperoleh dari metode ini bervariasi selisihnya, selisih terdekat untuk mulai gerhana 00:30, sedangkan selisih terjauh 02:41. Untuk pertengahan gerhana, selisih terdekat 00:06, dan selisih terjauh 01:04. Sedangkan akhir gerhana, selisih terdekat 00:34, selisih terjauh 02:19. Besarnya nilai selisih berbanding terbalik. Selisih waktu permulaan gerhana itu lebih besar dibandingkan dengan waktu pertengahan gerhana dan sebaliknya.¹²

Metode gerhana Matahari global hanya terdapat dalam kitab *al-Durru al-Anîq*. Untuk literatur-literatur yang ada hanya membahas gerhana Matahari lokal, sehingga untuk

¹¹ Jafar Shodiq, "Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit", Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2016, h. 89.

¹² Ahmad Ma'ruf Maghfur, "Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dan Matahari dalam Kitab Fath al-Ra'uf al-Mannan", Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2012, h. 64-69.

jalur gerhana secara global tidak diketahui. NASA salah satu lembaga yang mengeluarkan hasil hisab gerhana Matahari global, namun tidak menyediakan algoritmanya. Jean Meeus yang merupakan salah satu rujukan NASA hanya menyediakan algoritma gerhana Matahari lokal. Dari sini sangatlah perlu untuk dikaji lebih mendalam lagi karena hanya kitab *al-Durru al-Anîq* yang menyediakan algoritma hisab gerhana Matahari global.

Sedikit pemaparan di atas, dengan berbagai macam metode untuk memberikan data atau hasil hisab yang akurat sehingga bisa dibuktikan ketika melakukan observasi, tentu sangatlah penting untuk dikaji lebih mendalam sebuah metode tersebut kemudian dicocokkan dengan korektor, yaitu NASA. Melalui penjelasan di atas memunculkan judul *Studi Pemikiran KH. Ahmad Ghozali tentang Metode Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab al-Durru al-Anîq*, yang merupakan salah satu kitab terpopuler.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, penulis dapat merumuskan masalah untuk bahan penelitian sebagai berikut:

1. Apa latar belakang pemikiran KH. Ahmad Ghozali tentang metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq*?

2. Bagaimana tingkat akurasi metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq* karya KH. Ahmad Ghozali?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulis yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui latar belakang pemikiran KH. Ahmad Ghozali tentang metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq*.
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq*.

D. Manfaat Penelitian

Seperti yang sudah penulis paparkan di atas, terkait dengan objek kajian dalam penelitian penulis. Sehingga ada beberapa manfaat dari hasil penelitian penulis, antara lain:

1. Memberikan pengetahuan yang mendalam tentang metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq*.
2. Memberikan informasi terkait tingkat akurasi perhitungan gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq*.
3. Memberikan refrensi baru untuk mahasiswa khususnya mahasiswa ilmu falak dan bagi ummat islam pada umumnya.

E. Telaah Pustaka

Sebelum melakukan penelitian, penulis melakukan telaah dari berbagai hasil penelitian terdahulu guna melihat apakah materi yang penulis teliti sudah pernah dikaji sebelumnya atau tidak. Sejauh telaah yang penulis ketahui, tidak menemukan penelitian tentang metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq* sehingga layak untuk dikaji. Adapun beberapa hasil penelitian terdahulu tentang gerhana, diantaranya:

Hasil penelitian Ahmad Ma'ruf Maghfur yang berjudul, *Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dan Mathari dalam Kitab Fath al-Ra'uf al-Mannan*, bahwa kitab *Fath al-Ra'uf al-Mannan* masih memakai metode klasik, yakni metode hisab *hakiki bi al-taqrib*. Metode hisab *hakiki bi al-taqrib* yang masih berpangkal pada *zaij Ulugh Beigh* dan sistem perhitungannya didasarkan kepada teori Ptolomeus yang sering dikenal dengan teori geosentris. Seiring dengan perkembangan zaman, teori geosentris ditumbangkan oleh teori heliosentris yaitu Matahari sebagai pusat tata surya. Berpangkal dari sinilah koreksi yang harus dilakukan adalah koreksi terhadap posisi Bulan dan Matahari secara hakiki. Sedangkan hasil perhitungannya jika dibandingkan dengan perhitungan modern saat ini, yakni hasil perhitungan dari NASA yang kebenaran dan keakurasiannya sudah dapat dipertanggung jawabkan, kitab *Fath al-Ra'uf al-Mannan*

memiliki selisih perbedaan hasil yang jelas tidak sama. Selisih dari hasil-hasil perhitungan di atas tidak konsisten, ada yang terlalu signifikan dan ada pula yang tidak terlalu signifikan perbedaannya. Oleh karena itu, hasil perhitungan *Fath al-Ra'uf al-Mannan* tidak dapat dijadikan sebagai acuan utama dalam menentukan gerhana Bulan dan gerhana Matahari secara hakiki.¹³

Kemudian dari hasil penelitian Jafar Shodiq yang berjudul, *Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit*, dijelaskan bahwa hasil penelitian penulis yang pertama, dengan melihat proses perhitungan dan data-data yang di pakai buku *Mekanika Benda Langit* tergolong dalam hisab hakiki kontemporer karena telah memakai algoritma modern dan data astronomis yang aktual. Buku *Mekanika Benda Langit* menggunakan algoritma Jean Meeus dengan mengambil delta T dari rumus polynomial NASA. Kedua, untuk keakurasian gerhana garis sentral dalam buku ini mempunyai kecocokan yang baik dengan NASA sebagai pembanding, dengan hasil yang terpaut 1 sampai 2 menit saja.¹⁴

Yadi Setiadi menghasilkan penelitian bahwa, perhitungan dengan *rubu' al-mujayyab* dalam penentuan

¹³ Maghfur, "Studi Analisis Hisab ...", h. 70-71.

¹⁴ Shodiq, "Studi Analisis Metode Hisab ...", h. 88-89.

gerhana sudah cukup akurat sehingga bisa digunakan dalam penentuan gerhana untuk keperluan ibadah. Tingkat akurasi yang cukup ini dapat dicapai dengan ketelitian dan kehati-hatian pengguna *rubu' al-mujayyab* dalam menentukan metode yang digunakan dan melihat angka-angka yang tercantum dalam *rubu' al-mujayyab* serta ketepatan semua komponen *rubu' al-mujayyab* seperti *muri*, *khaith* dan *markaz*.¹⁵

Perhitungan dengan *rubu' al-mujayyab* dalam penentuan gerhana sudah cukup akurat sehingga bisa digunakan dalam penentuan gerhana untuk keperluan ibadah. Tingkat akurasi yang cukup ini dapat dicapai dengan ketelitian dan kehati-hatian pengguna *rubu' al-mujayyab* dalam menentukan metode yang digunakan dan melihat angka-angka yang tercantum dalam *rubu' al-mujayyab* serta ketepatan semua komponen *rubu' al-mujayyab* seperti *muri*, *khaith* dan *markaz*.¹⁶

Sedangkan hasil penelitian Khotibul Umam yang berjudul, *Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyad al-Murid*, memberikan kesimpulan bahwa kitab *Irsyâd alMurid* merupakan kitab yang tergolong memakai

¹⁵ Yadi Setiadi, "Akurasi Perhitungan Terjadinya Gerhana dengan Rubu' al-Mujayyab", Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2012, h. 111-112.

¹⁶ Siti Hodijah, "Kajian Teoretis dan Komputasi Gerhana Matahari Total Menggunakan Software Matlab", Skripsi, Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2016, h. 92-93.

hisab hakiki tahkiki kontemporer. Seperti buku rujukannya *Astronomical Algorithms* karya Jeean Meeus, kitab tersebut menggunakan rumus-rumus yang langsung dioperasikan tanpa harus melihat ke jadwal atau tabel. Alasan KH. Ahmad Ghozali tidak menggunakan jadwal atau tabel dalam kitabnya adalah karena lebih praktis dan mudah dipahami oleh para santri dan masyarakat yang tengah mempelajari kitab tersebut. Adapun dari segi akurasi maka kitab *Irsyâd al-Murid* karangan KH. Ahmad Ghozali ini sudah termasuk akurat dan dapat dijadikan pedoman dalam menentukan waktu gerhana Matahari karena selisih hasil perhitungan kitab *Irsyâd al-Murid* dengan hasil NASA hanya berbeda tipis, yakni rata-rata selisihnya antara 1-2 menit.¹⁷

Beberapa hasil penelitian terdahulu di atas, penulis tidak menemukan kesamaan dalam metode hisab yang akan diteliti melainkan hanya sama dari segi objek kajiannya yaitu gerhana Matahari. Maka dari itu, sangatlah penting untuk dikaji terkait metode dalam kitab *al-Durru al-Anîq* yang salah satu materi yang disajikan tentang hisab gerhana Matahari global. Dalam kitab tersebut sebenarnya banyak materi yang disajikan, selain gerhana Matahari global, gerhana Matahari lokal, gerhana Bulan, dan awal bulan hijriyah. Dari semua

¹⁷ Khotibul Umam, “Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyadu al-Murid”, Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2014, h. 78.

materi yang ada menggunakan tabel yang disediakan setelah matari hisab yaitu mulai halaman 156 sampai halaman 280.

Hasil pencarian penulis, yang meneliti materi yang ada dalam kitab *al-Durru al-Anîq*, baru materi tentang hisab awal bulan hijriyah. Sehingga untuk terjadi plagiat, InsyAllah tidak. Metode hisab ini sudah banyak yang menggunakan baik dari kalangan mahasiswa maupun non-mahasiswa (masyarakat). Namun belum ada peneliti secara akademisi, sehingga sangat perlu untuk penulis dalam dan mengkaji kitab *al-Durru al-Anîq* karya KH. Ahmad Ghozali, pengasuh Pondok Pesantren al-Mubarak Lanbulan.

F. Metode Penelitian

Untuk pengumpulan data, metode penelitian yang penulis pakai adalah sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan termasuk kualitatif dengan teknik *interview* (wawancara) karena teknis penekanannya lebih pada pemikiran tokoh.¹⁸ Tokoh yang menjadi kajian penulis adalah pengarang kitab *al-Durru al-Anîq*.

2. Sumber Data

Secara garis besar ada dua sumber data yang penulis gunakan, yaitu:

¹⁸ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan; Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2012, h. 35.

- a. Sumber Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari pihak yang diperlukan datanya. Sumber data primer penulis dapatkan melalui wawancara dengan KH. Ahmad Ghozali pengarang kitab *al-Durru al-Anîq*.¹⁹
- b. Sumber Data Sekunder adalah data yang diperoleh bukan langsung dari pihak yang diperlukan datanya.²⁰ Penulis dapatkan dari beberapa kitab, seperti “al-Durru al-Anîq” dan “Jami’u al-Adillah ila Ma’rifati Simt al-Qiblah”, dari beberapa buku, seperti “Elements of Solar Eclipses 1951-2200” karya Jean Meeus, “Pengantar Ilmu Falak” karya Slamet Hambali, “Ilmu Falak; dalam Teori dan Praktik” karya Muhyiddin Khazin, “Ilmu Falak Praktis” karya Ahmad Izzuddin, “Perjalanan Mengenal Astronomi” karya Adriana Ariasti, dkk., dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian penulis.

3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara (*interview*) dan dokumentasi.²¹

¹⁹ Kuntjojo, *Diktat Metodologi Penelitian*, Kediri, 2009, h. 34.

²⁰ Kuntjojo, *Diktat Metodologi ...*, h. 34.

²¹ V. Wiratna Sujarweni, *Metodologi Penelitian Lengkap, Praktis, dan Mudah Dipahami*, Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2014, h. 31-34.

a. Wawancara (*interview*)

Dalam data wawancara, penulis langsung *interview* dengan KH. Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah selaku pengarang kitab *al-Durru al-Anîq* yang menjadi objek penelitian. Selain itu, penulis *interview* dengan beberapa Ust. di Pondok Pesantren al-Mubarak Lanbulan, yaitu Ust. Ismail dan Ust. Su'udi, yang merupakan salah satu orang kepercayaan kiyai Ghozali. Disamping itu juga penulis melakukan wawancara baik langsung atau tidak dengan beberapa ahli atau tokoh falak.

b. Dokumentasi

Ada dua macam dokumen yang dikumpulkan, yaitu: 1) sumber data primer adalah kitab *al-Durru al-Anîq*. 2) sumber data sekunder dari beberapa referensi buku maupun hasil penelitian dan karya ilmiah lainnya.

4. Metode Analisis Data

Untuk metode analisis data yang digunakan penulis adalah deskriptif analisis. Penelitian deskriptif dilakukan dengan tujuan untuk mendiskripkan atau menggambarkan fakta-fakta mengenai populasi secara sistematis, dan

akurat²² dengan objek data pemikiran KH. Ahmad Ghozali tentang kitab *al-Durru al-Anîq*.

G. Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini, penulis membuat lima bab yang mempunyai sub-sub, yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, telaah pustaka, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : GERHANA MATAHARI

Bab ini menjelaskan tentang pengertian gerhana Matahari, macam-macam gerhana Matahari, dan fiqh gerhana Matahari.

BAB III : HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL DALAM KITAB *AL-DURRU AL-ANÎQ*

Bab ini memaparkan tentang biografi KH. Ahmad Ghozali, karya-karyanya beserta aktivitasnya, pandangan umum tentang kitab *al-Durru al-Anîq*, metode hisab gerhana Matahari global *al-Durru al-Anîq*.

BAB IV : AKURASI METODE HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL DALAM KITAB *AL-DURRU AL-ANÎQ*

²² Kuntjojo, *Diktat Metodologi ...*, h. 42.

Bab ini menjelaskan analisis metode hisab gerhana Matahari global, analisis akurasi metode hisab gerhana Matahari global, dan hasil hisab gerhana Matahari global dari NASA sebagai tolak ukur akurasi metode dalam kitab *al-Durru al-Anîq*.

BAB V : PENUTUP

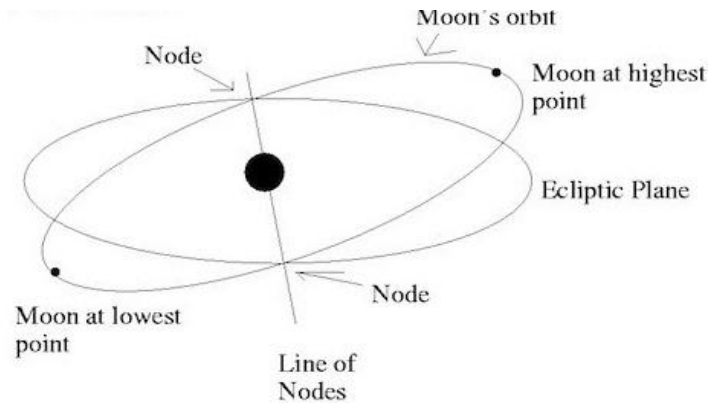
Bab ini memuat refleksi hasil perbandingan, saran-saran, dan penutup.

BAB II

GERHANA MATAHARI

A. Pengertian Gerhana Matahari

Gerhana merupakan persamaan kata *eclipse* (Inggris) atau *ekleipsis* (Yunani) atau *eklipsis* (Latin).¹ *Kusufus Syams* (Arab) artinya gerhana Matahari. *Kusuf* berarti menutupi, sehingga *kusufus syams* adalah piringan Bulan menutupi piringan Matahari dilihat dari Bumi baik sebagian atau seluruhnya. Keadaan demikian ini akan terjadi pada fase Bulan mati atau ijtima' serta posisi Matahari dan Bulan berada di sekitar titik simpul (node).²



Gambar 2.1. Titik Simpul³

¹ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak ...*, h. 228.

² Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Jokjakarta: Buana Pustaka, 2005, h. 47.

³ Orbit Bulan mengelilingi Bumi dengan kemiringan sekitar 5.1 derajat terhadap ekliptika, lihat Physics Fun Week, "Gerhana Matahari Tahun

Gerhana merupakan peristiwa alam yang terjadi beberapa kali dalam setiap tahun. Dalam hadits-hadits Nabi saw. peristiwa tersebut dinyatakan sebagai bagian dari tanda-tanda kebesaran Allah. Ada dua macam gerhana, yaitu gerhana Matahari yang dalam fiqh disebut *kusuf* dan gerhana Bulan yang disebut *khusuf*. Dalam hadits-hadits Rasulullah saw., gerhana Matahari lebih banyak disebut dibandingkan dengan gerhana Bulan. Memang di kalangan para astronom pun gerhana Matahari ini lebih menarik karena lebih langka dari pada gerhana Bulan.⁴

Bumi beredar mengelilingi Matahari dalam waktu satu tahun. Bersamaan dengan itu Bulan mengelilingi Bumi selama 29 hari.⁵ Hal ini mengakibatkan kedudukan Bumi dan Bulan relatif terhadap Matahari berubah setiap saat. Bulan beredar mengelilingi Bumi pada orbit berbentuk hampir lingkaran. Bidang orbit itu membentuk

2016” <https://physicsfunweek.wordpress.com/2016/03/07/gerhana-matahari-tahun-2016/> diakses 16 Oktober 2018.

⁴ Tim Majlis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, *Panduan Hisab Muhammadiyah*, Yogyakarta: Majlis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, Cet. II, 2009, h. 95.

⁵ Menurut Saiyid Razvi dalam Kalender Hijriyah yang disusun al-Biruni disebutkan bahwa periode sinodis Bulan rata-rata adalah 29.5305555 hari, terjadi selisih 0.0000333 hari setiap bulan. Selisih ini menurut Saiyid Samad Razvi tidak begitu berarti karena baru selama 2500 tahun akan selisih 1 hari antara Kalender Hijriyah yang disusun oleh al-Biruni dan Kalender Hijriyah yang mendasarkan teori astronomi modern. Bisa dilihat di *Panduan Hisab Muhammadiyah...*, h. 96.

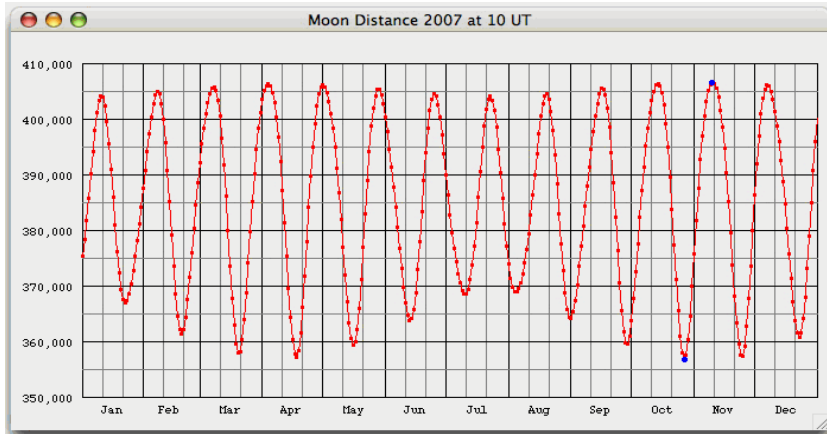
sudut sebesar 5.9 derajat⁶ dengan bidang edar Bumi mengelilingi Matahari (ekliptika). Jarak terjauh Bulan dari Bumi adalah 406.700 km dan terdekat adalah 356.400 km.⁷ Bulan mengelilingi Bumi suatu saat akan melintas antara Matahari dan Bumi. Ketika melintas adakalanya ia melewati (menyentuh) garis lurus antara Matahari dan Bumi sehingga saat itu terjadi gerhana Matahari.⁸ Meskipun ukuran Bulan lebih kecil, bayangan Bulan mampu melindungi cahaya Matahari sepenuhnya karena jarak Bulan rata-rata 384.400 km dari Bumi lebih dekat dibandingkan jarak Matahari rata-rata 149.680.000 km.⁹

⁶ Ada yang mengatakan sudut kemiringannya rata-rata 05 drj 08mnt, bisa dilihat di buku *Pedoman Hisab Muhammadiyah ...*, h. 96.

⁷ UPT Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, *Perjalanan Mengenal Astronomi*, Bandung: ITB, 1995, h. 31.

⁸ Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah ...*, h. 96.

⁹ Tim Penulis Panduan Ujian Komprehensif S1, *Buku panduan Ujian Komprehensif S1*, Semarang: Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, 2017, h. 274.



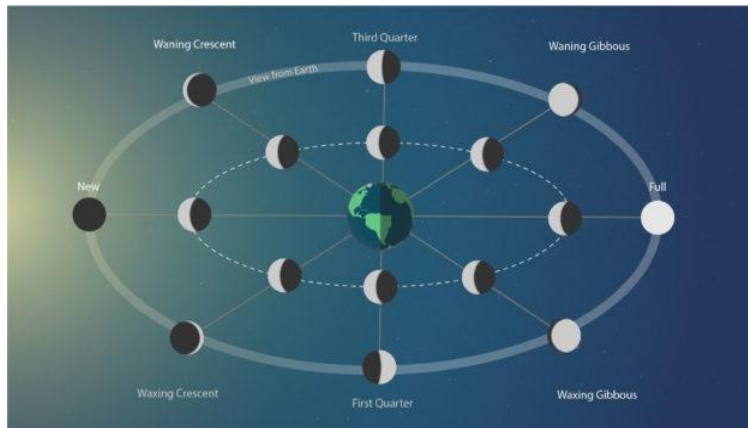
Gambar 2.2. Jarak Bulan ke Bumi¹⁰

B. Macam-macam Gerhana Matahari

Gerhana Matahari termasuk fenomena spesial karena tidak semua tempat dilewatinya. Gerhana Matahari terjadi apabila Bulan menutupi piringan Matahari, sehingga sebagian tempat di Bumi tidak memperoleh cahaya Matahari. dapat dikatakan bahwa pada saat itu Matahari, Bulan, dan Bumi berada dalam satu garis. Gerhana Matahari ini tentunya terjadi pada siang hari dan pada fase Bulan baru. Berbeda dengan gerhana Bulan, gerhana Matahari hanya dapat terlihat dari daerah yang terbatas di permukaan Bumi.¹¹

¹⁰ J. Giesen, "Moon Distance", <http://jgiesen.de/moondistance/index.htm>, diakses 14 Januari 2019.

¹¹ UPT Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, *Perjalanan Mengenal ...*, h. 35.



Gambar 2.3. Fase Bulan¹²

Secara umum gerhana Matahari dibagi menjadi dua bagian yaitu:¹³

1. Gerhana Sentral

Gerhana sentral adalah gerhana yang terjadi dengan garis penghubung Matahari-Bulan berpotongan dengan permukaan Bumi.

2. Gerhana Non Sentral

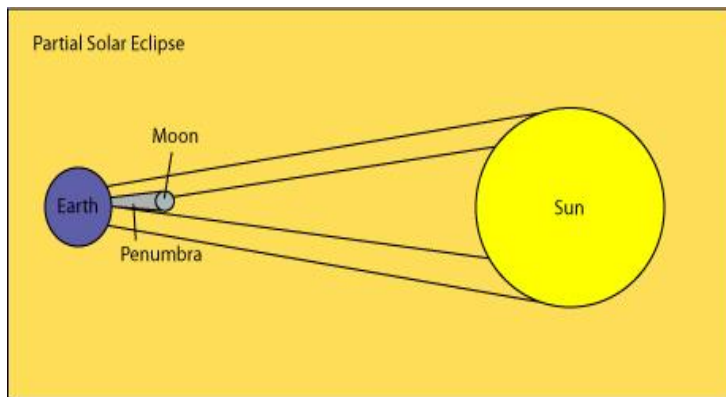
Gerhana non sentral adalah gerhana yang terjadi dengan garis penghubung Matahari-Bulan tidak berpotongan dengan permukaan Bumi.

¹² NASA, “When the Earth, Moon and Sun Align”, https://blogs.nasa.gov/Watch_the_Skies/2017/07/07/when-the-earth-moon-and-sun-align/, diakses 15 April 2018.

¹³ Ahmad Ghozali, *Al-Durru Al-Anîq*, Sampang: LAFAL (Lajnah Falakiyah Lanbunan), Cet. II, 1437 H. h. 47.

Gerhana Matahari dapat berupa gerhana total, parsial atau cincin. Namun jika gerhana Matahari ditinjau dari Bumi secara umum, terdapat 6 tipe gerhana:¹⁴

1. Tipe P : yaitu tipe gerhana Matahari parsial (*Partial Eclipse*), dimana hanya sebagian dari kerucut umbra bulan yang mengenai Bumi. Pengamat di daerah yang memungkinkan untuk melihat (*region of visibility*) hanya dapat melihat sebuah gerhana parsial.



Gambar 2.4. Tipe Gerhana P¹⁵

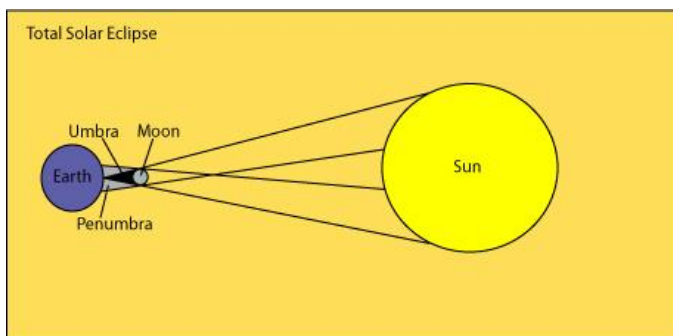
¹⁴ Anugraha, *Mekanika Benda Langit ...*,h. 126-127.

¹⁵ Ricky Leon Murphy, “Solar Eclipse”, <http://astronomyonline.org/SolarSystem/SolarEclipse.asp> , diakses 20 September 2018.

Pada gerhana ini terjadi dua kali kontak yaitu:¹⁶

- a. Kontak pertama adalah ketika piringan Bulan mulai menyentuh piringan Matahari, pada posisi ini menunjukkan waktu mulai gerhana.
- b. Kontak kedua ketika piringan Bulan sudah keluar lagi dari piringan Matahari, pada posisi ini gerhana sebagian telah berakhir.

2. Tipe T : yaitu tipe gerhana Matahari total (*Total Eclipse*), dimana kerucut umbra mengenai Bumi. Pada gerhana sentral, sumbu bayangan Bulan mengenai permukaan Bumi. Pada jenis gerhana ini, dikenal istilah garis sentral (*sentral line*) dimana garis ini menghubungkan pusat cakram Bulan ke pusat cakram Matahari.



Gambar 2.5. Tipe Gerhana T¹⁷

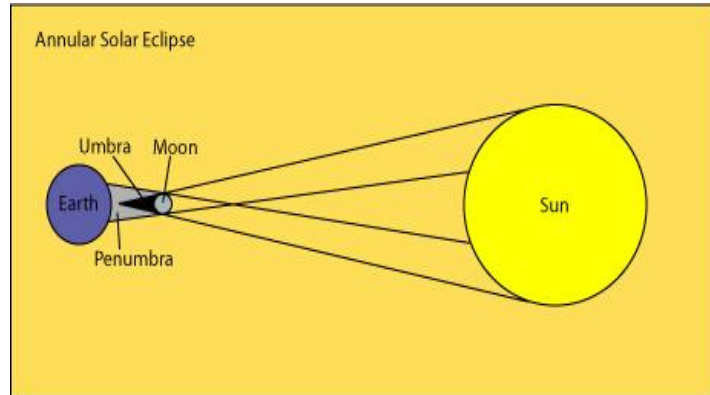
¹⁶ Jafar Shodiq, “Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit”, Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2016, h. 22.

Pada gerhana ini terdapat empat kontak yaitu:¹⁸

- a. Kontak pertama adalah ketika piringan Bulan mulai menyentuh piringan Matahari, pada posisi ini mulai menyentuh gerhana.
 - b. Kontak kedua adalah ketika seluruh piringan Bulan sudah menutupi piringan Matahari, pada posisi ini waktu mulai total.
 - c. Kontak ketiga adalah ketika piringan Bulan mulai bergeser untuk keluar dari piringan Matahari, pada posisi ini merupakan waktu akhir total.
 - d. Kontak keempat adalah ketika seluruh piringan Bulan sudah keluar dari piringan Matahari, posisi ini menandakan waktu akhir gerhana.
3. Tipe A : yaitu tipe gerhana Matahari cincin (*Anular Eclipse*), dimana perpanjangan kerucut umbra mengenai Bumi.

¹⁷ Ricky Leon Murphy, "Solar Eclipse", <http://astronomyonline.org/SolarSystem/SolarEclipse.asp> , diakses 20 September 2018.

¹⁸ Shodiq, "Studi Analisis Metode ...", h. 22.



Gambar 2.6. Tipe Gerhana A¹⁹

Gerhana ini terjadi empat kali kontak yaitu:²⁰

- a. Kontak pertama adalah ketika piringan Bulan mulai menyentuh piringan Matahari, pada posisi ini mulai menyentuh gerhana.
- b. Kontak kedua adalah ketika seluruh piringan Bulan sudah menutupi piringan Matahari, pada posisi ini waktu mulai total.
- c. Kontak ketiga adalah ketika piringan Bulan mulai bergeser untuk keluar dari piringan Matahari, pada posisi ini merupakan waktu akhir total.
- d. Kontak keempat adalah ketika seluruh piringan Bulan sudah keluar dari piringan

¹⁹ Ricky Leon Murphy, “Solar Eclipse”, <http://astronomyonline.org/SolarSystem/SolarEclipse.asp> , diakses 20 September 2018.

²⁰ Shodiq, “Studi Analisis Metode ...”, h. 22.

Matahari, posisi ini menandakan waktu akhir gerhana.

4. Tipe A-T : yaitu tipe gerhana Matahari cincin-total, dimana sebagian gerhana berupa gerhana Matahari total sedangkan sebagian lainnya berupa gerhana Matahari cincin.
5. Tipe (T) : yaitu tipe gerhana Matahari non sentral total, dimana hanya sebagian dari kerucut umbra yang mengenai permukaan Bumi (di daerah kutub), tetapi sumbu kerucut umbra tidak mengenai permukaan Bumi, sehingga gerhana ini bukan gerhana Matahari sentral.
6. Tipe (A) : yaitu gerhana Matahari non sentral cincin, dimana hanya sebagian dari perpanjangan kerucut umbra yang mengenai (di daerah kutub), tetapi sumbu kerucut umbra tidak mengenai permukaan Bumi.

Gerhana Matahari dapat terjadi 2 sampai 5 kali dalam satu tahun, tetapi yang dapat menyaksikan hanyalah beberapa tempat di permukaan Bumi saja.²¹ Pada tahun 1935 M,²² salah satu yang terjadi 5 kali gerhana Matahari dalam satu tahun tepatnya tanggal 5 Januari, 3 Februari,

²¹ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis ...*, h. 110.

²² Selain tahun 1935, yang akan terjadi 5 kali gerhana Matahari pada tahun 2206. Tepatnya 10 Januari, 7 Juni, 7 Juli, 1 Desember, dan 30 Desember. Lihat di *elemen besel* kitab *al-Durru al-Aniq*, h. 211.

30 Juli, 30 Juli, dan 25 Desember. Jumlah gerhana (Matahari dan Bulan) maksimum dalam satu tahun mencapai 7 gerhana, karena gerhana Matahari selalu diikuti atau didahului gerhana Bulan yang berselang sekitar 14 hari. Misalnya, di sela-sela 5 gerhana Matahari pada 1935 terjadi 2 gerhana Bulan pada tanggal 19 Januari dan 16 Juli.²³ Sehingga gerhana selalu berubah-ubah dan bervariasi jumlah gerhana (Matahari dan Bulan).

Jumlah gerhana dalam satu tahunnya berbeda-beda begitu pula dengan tipe gerhananya, dalam kitab *al-Durru al-Anîq* jumlah gerhana Matahari mulai tahun 2017 sampai 2021 dilihat dari Bumi secara umum berdasarkan tabel *elemen besel* dapat dirangkum sebagai berikut:²⁴

Tahun M.	Tgl. & Bulan M.	Tahun H.	Bulan H.	TD	Tipe
2017	26 Februari	1438	آخر جمادى الأولى	15	R
	21 Agustus		آخر ذوالقعدة	18	T
2018	15 Februari	1439	آخر جمادى الأولى	21	P

²³ Thomas Jamaluddin, “Memahami Gerhana Matahari dan Gerhana Bulan”, <https://tdjamiluddin.wordpress.com/>, diakses 03 Februari 2018.

²⁴ Ghozali, *Al-Durru Al-Anîq ...*, h. 194.

	13 Juli		آخر شوال	3	P
	11 Agustus		آخر ذوالقعدة	10	P
2019	6 Januari	1440	آخر ربيع الأخير	2	P
	2 Juli		آخر شوال	19	T
	26 Desember	1441	آخر ربيع الأخير	5	R
2020	21 Juni		آخر شوال	7	R
2020	14 Desember	1442	آخر ربيع الأخير	16	T
	2021		10 Juni	آخر شوال	11
2021	4 Desember	1443	آخر ربيع الأخير	8	T

Tabel 2.1. Macam-macam Tipe Gerhana

Tipe gerhana Matahari total dan cincin yang dijelaskan di atas mempunyai durasi maksimal. Durasi total tidak akan lebih dari 8 menit, seperti yang terjadi pada saat gerhana Matahari total di akhir bulan Dzulhijjah 1612 H. / 16 Juli 2186 M. dilihat dari koordinat 7° 31' 35" LU, -47° 12' 55" BB, dengan durasi total 00 : 07 : 29. Sedangkan untuk tipe gerhana Matahari cincin durasi tidak akan lebih dari 13 menit, seperti yang terjadi pada gerhana cincin di akhir bulan Dzulqo'dah tahun -486 sebelum hijriyah / 7 Desember 150 M. dilihat dari

koordinat 11° 34' 48" LU, 170° 46' 32" BT, durasi cincin 00 : 12 : 23.²⁵

C. Fiqih Gerhana Matahari

Gerhana termasuk dalam pembahasan para *fuqaha'* dalam karya-karya mereka. Gerhana Matahari dan Bulan adalah satu. Adapun pendapat yang paling masyhur dalam istilah mayoritas ulama fiqih, pengkhususan *kusuf* untuk gerhana Matahari, sedangkan *khusuf* untuk gerhana Bulan. Gerhana Matahari, yaitu hilangnya cahaya Matahari semua atau sebagian pada siang hari karena Bulan yang gelap berada di antara Matahari dan Bumi.²⁶

Para *fuqaha* terdahulu menyikapi shalat gerhana membuahakan berbagai pendapat yang berbeda-beda, mulai dari hukum shalat (antara shalat gerhana Matahari dan shalat gerhana Bulan), tata cara shalat dan waktunya. Namun, di sini akan lebih fokus kepada pembahasan shalat gerhana Matahari.

1. Hukum Shalat Gerhana Matahari

Shalat gerhana Matahari dan Bulan adalah sunnah²⁷ yang tetap dan kuat. Rasulullah mengerjakan

²⁵ Ibnu Zahid Abdo el-Moeid, "Gerhana Matahari Metode al-Durru al-Anieq", dalam *Acara Temu Kerja Ahli Hisab Rukyat Se-Jawa Timur Tahun 2014*, Jombang, 1-3 Mei 2014, h. 2.

²⁶ Wahbah az-Zuhaili, *Fiqih Islam Wa Adillatuhu*, Terj. Abdul Hayyie al-Kattani, dkk. Jilid 2, Jakarta: Gemi Insani, Cet. I, 2010, h. 484.

²⁷ Maliki dan Hanafi berpendapat bahwa shalat gerhana Matahari adalah sunnah muakkadah, sedangkan shalat gerhana Bulan dianjurkan.

shalat gerhana Matahari hanya sekali ketika awafat anaknya yang bernama Ibrahim.²⁸ Kesepakatan para ahli fiqih berdasarkan Al-Qur'an dan Al-Sunnah yang menjadi istimbat hukum dalam kesunnahan melaksanakan shalat gerhana. Adapun dalil tentang gerhana sebagaimana berikut:

a. Al-Qur'an

Firman Allah SWT. dalam Surah Fushilat, ayat 37.

ومن أياته الليل والنهار والشمس والقمر ^{لا تسجدوا}
 للشمس ولا للقمر واسجدوا لله الذي خلقهن إن كنتم إياه
 تعبدون (٣٧)

“Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya ialah malam, siang, Matahari dan Bulan. Janganlah sembah Matahari maupun Bulan, tetapi sembahlah Allah yang menciptakannya, jika ialah yang kamu sembah.” (Qs. Fushshilat : 37).²⁹

Ayat di atas mengandung perintah bersujud kepada Allah saat disebutkan masalah-masalah Matahari dan Bulan, yaitu memerintahkan shalat ketika terjadi peristiwa pada Matahari dan Bulan.

²⁸ Teungku Muhammad Hasbi Ash-Shiddieqy, *Koleksi Hadits-hadits Hukum*, jilid 2, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2011, h. 617.

²⁹ Abu Ja'far Muhammad bin Jarir Ath-Thabari, *Tafsir Ath-Thabari*, Terj. Misbah, dkk. jilid 22, Jakarta: Pustaka Azzam, 2009, h. 758.

Selain perintah, juga mengandung larangan bersujud kepada keduanya.³⁰

Kesimpulan dari ungkapan tersebut seolah mengandung dua pengertian: 1). Hendaklah mengerjakan shalat ketika terjadi gerhana Matahari dan Bulan, 2). Tidak diperintahkan mengerjakan shalat pada setiap ayat selain ayat (keduanya) sebagaimana perintah shalat ketika terjadi gerhana Matahari dan Bulan, karena Allah tidak menyinggung tentang shalat dalam ayat-ayat itu. Dan shalat dalam segala keadaan, merupakan ketaatan kepada Allah dan kegembiraan bagi yang menjalankannya.³¹

b. Dari al-Mughirah bin Syu'bah

عن المغيرة بن شعبه رضى الله عنه قال : انكسفت الشمس على عهد رسول الله صلى الله عليه وسلم يوم مات إبراهيم , فقال الناس : انكسفت الشمس لموت إبراهيم , فقال رسول الله صلى الله عليه وسلم: (إن الشمس والقمر آيتان من آيات الله لا ينكسفان لموت احد ولا لحياته فإذا رأيتموهما , فادعوا الله وصلوا حتى تنكشف) متفق عليه.³²

³⁰ Imam Asy-Syafi'i, *Al-Umm*, Terj. Misbah, jilid 3, Jakarta: Pustaka Azzam, 2014, h. 107.

³¹ Ahmad Musthafa al-Farran, *Tafsir Imam Syafi'i*, jilid 3, Jakarta Timur: Almahira, Cet. I, 2008, h. 353-354.

³² Dalam riwayat Imam Bukhari menggunakan lafad "حتى تنجلي" dan dalam riwayat Imam Bukhari "من حديث أبي بكر رضى الله عنه (فصلوا وادعوا حتى"

“Dari Mughirah bin Syu’bah, dia berkata, “Pada masa Rasulullah SAW., terjadi gerhana Matahari, dan kejadiannya bertepatan dengan hari wafatnya Ibrahim {putra Nabi}, sehingga orang-orang berkata, ‘Terjadi gerhana Matahari karena wafatnya Ibrahim’. Sehingga ketika itu, Rasulullah SAW. bersabda ‘Sesungguhnya Matahari dan Bulan [merupakan dua tanda dari tanda-tanda kekuasaan Allah], dimana keduanya tidak akan bertemu hingga terjadi gerhana karena kematian seseorang, dan tidak juga karena kelahirannya. Ketika kamu melihat [keduanya gerhana], maka hendaknya kamu shalat serta berdoa kepada Allah [hingga terang kembali]’.”³³

Makna global dari hadits tersebut, bahwa gerhana merupakan tanda-tanda kebesaran Allah yang menunjukkan hikmah dan kekuasaanNya. Femonema gerhana tidak ada hubungannya dengan kelahiran atau kematian orang besar seperti yang diyakini oleh orang jahiliyah. Dengan itu Rasulullah menuntun kaumnya untuk melaksanakan shalat dan berdoa sampai gerhana selesai.³⁴

”ينكشف ما بكم) bisa dilihat dalam kitab ‘Alawi ‘Abbas al-Maliki, Hasan Sulaiman al-Nuri, *Ibanatu al-ahkam*, jilid 3, al-Haramain, hal. 143.

³³ Muhammad Nashiruddin Al Albani, *Ringkasan Shahih Bukhari*, Terj. Asep Saefullah, Kamaluddin Sa’adiyatulharamain, jilid 2, Jakarta: Pustaka Azzam, Cet. IV, 2012, h. 45-46.

³⁴ Abdullah Alu Bassam, *Fiqih Hadits Bukhari-Muslim*, Jakarta: Ummul Qura, Cet. I, 2013, h. 386.

Intisari dari hadits di atas adalah, 1). Disunnahkan shalat dan berdoa saat terjadi gerhana Matahari dan Bulan untuk kembali kepada Allah, 2). Shalat berakhir saat Matahari atau Bulan muncul kembali, 3). Berdasarkan tekstual hadits menunjukkan, bahwa Nabi dan para shahabat shalat, dan tetap sah meski terjadi pada waktu terlarang. Sebab, shalat *kusuf* adalah shalat yang memiliki sebab, dan secara mutlak dilaksanakan saat sebabnya muncul.³⁵

Kedua dalil di atas mewakili dalil-dalil yang lain tentang perintah melaksanakan shalat gerhana. Shalat *kusuf* (gerhana Matahari) tidak ditemukan perbedaan pendapat di kalangan ahli fiqih, dan mayoritas mereka berpendapat bahwa shalat *khusuf* (gerhana Bulan) juga disyariatkan (sunnah muakkadah).³⁶ Ibnu Abbas juga pernah melakukannya. Demikian yang dikatakan oleh Atha', Al Hasan, an-Nakha'i, Asy-Syafi'i, dan Ishak.³⁷

³⁵ Bassam, *Fiqih Hadits Bukhari ...*, h. 386-387.

³⁶ Sementara itu, Malik berkata, "Tidak ada Sunnah shalat gerhana Bulan." Lihat terjemah kitab *Al Mughni* jus 3, h. 199.

³⁷ Ibnu Qudamah, *Al Mughni*, Terj. Amir Hamzah, jilid 3, Jakarta: Pustaka Azzam, Cet. I, 2007, h. 199.

2. Tata Cara Melaksanakan

Shalat gerhana Matahari berbeda dengan shalat sunnah yang lain. Tatacara shalat gerhana dijelaskan dalam hadits Nabi saw.:

a. Hadist riwayat Imam Bukhari:

حدثنا أبو نعيم قال: حدثنا شيبان عن يحيى عن أبي سلمة عن عبد الله بن عمرو أنه قال لما كسفت الشمس على عهد رسول الله ﷺ نودي إن الصلاة جامعة فركع النبي ﷺ ركعتين في سجدة ثم قام فركع ركعتين في سجدة ثم جلس ثم جلي عن الشمس قال وقالت عائشة رضي الله تعالى عنها ما سجدت سجودا قط كان أطول منها³⁸

“Telah menceritakan kepada kami Abu Nu’aim berkata, telah menceritakan kepada kami Syaiban dari Yahya dari Abu Salamah dari ‘Abdullah bin ‘Amru bahwa dia berkata, “Saat terjadi gerhana matahari di zaman Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam, maka diserukan dengan panggilan, ‘Ash-shalaatul jaami’ah (Marilah mendirikan shalat secara bersama-sama)’. Nabi shallallahu ‘alaihi wasallam lalu rukuk dua kali dalam satu kali sujud, kemudian berdiri kembali dan rukuk dua kali dengan satu kali sujud. Kemudian beliau duduk sementara matahari telah nampak kembali.” ‘Abdullah bin

³⁸ Abi ‘Abdillah Muhammad bin Isma’il, *Shahih al-Bukhari*, juz 2, Bayrut: Daru al-Kutub al-‘Ilmiyah, Cet. I, 1992, h. 320.

'Amru berkata, 'Aisyah? radliallahu 'anha berkata, "Tidak pernah aku melaksanakan satu sujudpun yang lebih panjang darinya."³⁹

b. Hadist Imam Muslim:

وحدثنا قتيبة بن سعيد عن مالك بن أنس, عن هشام بن عروة, عن أبيه عن عائشة. ح وحدثنا أبو بكر ابن أبي شيبة (واللفظ له) قال: حدثنا عبد الله بن نمير. حدثنا هشام عن أبيه, عن عائشة. قالت: خسفت الشمس في عهد رسول الله ﷺ. فقام رسول الله ﷺ يصلي. فأطال القيام جدا. ثم ركع فأطال الركوع جدا. ثم رفع رأسه فأطال القيام جدا. وهو دون القيام الأول. ثم ركع فأطال الركوع جدا وهو دون الركوع الأول ثم سجد ثم قام فأطال القيام وهو دون القيام الأول ثم ركع فأطال الركوع وهو دون الركوع الأول ثم رفع رأسه فقام فأطال القيام وهو دون القيام الأول ثم ركع فأطال الركوع وهو دون الركوع الأول ثم سجد ثم انصرف رسول الله ﷺ وقد تجلت الشمس فخطب الناس فحمد الله وأثنى عليه، ثم قال إن الشمس والقمر من آيات الله وإنهما لا ينخسفان لموت أحد ولا لحياته فإذا رأيتموهما فكبروا وادعوا الله وصلوا وتصدقوا يا أمة محمد إن من أحد أغير من الله أن يزني عبده أو تزني أمته يا أمة محمد والله لو

³⁹ Ash-Shiddieqy, *Koleksi Hadits-hadits...*, h. 618.

تعلمون ما أعلم لبكيتم كثيرا ولضحكتكم قليلا . ألا
 هل بلغت) . وفي رواية مالك (إن الشمس والقمر
 آيتان من آيات الله) ⁴⁰

“Dan, Qutaibah bis Sa’id menceritakan kepada kami, dari Malik bin Anas, dari Hisyam bin Urwah, dari ayahnya, dari Aisyah radhiyallaahu ‘anha.. [Rangkaian sanad dari jalur yang lain menyebutkan] Dan, Abu Bakar bin Abu Syaibah menceritakan kepada kami (redaksi hadits di atas adalah miliknya), dia berkata, Abdullah bin Numair menceritakan kepada kami, Hisyam menceritakan kepada kami, dari ayahnya, dari Aisyah dia berkata. Pada masa Rasulullah SAW. telah terjadi gerhana Matahari. Lantas Rasulullah SAW. berdiri untuk menunaikan shalat. Beliau berdiri dalam waktu yang sangat lama. Kemudian beliau ruku’ juga dalam waktu yang sangat lama. Lalu Rasulullah bangkit untuk kembali berdiri dalam waktu yang sangat lama, namun tidak lebih lama dari berdiri yang pertama. Setelah itu Rasulullah melakukan ruku’ dalam waktu yang sangat lama, namun tidak selama ruku’ beliau yang pertama. Lantas Rasulullah melakukan sujud dan setelah itu kembali berdiri dalam waktu yang lama. Namun berdiri beliau tidak lebih lama dibandingkan dengan berdiri yang pertama. Lalu beliau ruku’ dalam waktu

⁴⁰ Abi Al-Husain Muslim bin Al-Hajjaj, *Shahih Muslim*, juz 2, Bayrut: Daru al-Kutub al-‘Ilmiyah, Cet. I, 1992, h. 618.

yang lama, namun tidak selama dengan ruku' beliau yang pertama. Baru setelah itu beliau kembali melakukan sujud. Kemudian Rasulullah SAW. mengakhiri (shalatnya) dan ketika itu juga Matahari telah bersinar terang. Lalu beliau berkhuthbah di hadapan orang-orang. Beliau membaca tahmiid dan pujian kepada Allah sembari bersabda, "Sesungguhnya Matahari dan Bulan itu termasuk tanda-tanda kebesaran Allah. Sesungguhnya keduanya tidak mengalami gerhana gara-gara kematian maupun kelahiran seseorang. Jika kalian menyaksikan keduanya (tengah mengalami gerhana), maka bertakbirlah kepada Allah dan berdoalah kepada-Nya! Kerjakanlah shalat sunah dan keluarkanlah sedekah! Wahai ummat Muhammad, tidak ada seseorang yang lebih cemburu dibandingkan Allah (ketika menyaksikan) ada hamba-Nya atau ummat-Nya melakukan perbuatan zina? Wahai ummat Muhammad, demi Allah, seandainya kalian mengetahui apa yang aku ketahui, niscaya kalian akan lebih banyak menangis dan jarang tertawa, Ingatlah, bukankah aku telah menyampaikan (misi kerasulanku)?" Di dalam riwayat Malik (disebutkan dengan menggunakan redaksi), "Sesungguhnya Matahari dan Bulan itu merupakan tanda dari sekian banyak tanda kebesaran Allah."⁴¹

⁴¹ Imam An-Nawawi, *Shahih Muslim bi Syarh An-Nawawi*, Terj. Djunaedi Soffandi, Jakarta: Pustaka Azzam, Cet. I, 2010, h. 572-573.

3. Waktu Shalat Gerhana

Imam Asy-Syafi'i menjelaskan dalam kitabnya, tentang waktu shalat gerhana dalam berbagai situasi:⁴²

- a. Gerhana Matahari terjadi pada waktu dilarang melakukan shalat, tetap melaksanakan shalat gerhana.⁴³
- b. Gerhana Matahari terjadi pada waktu shalat fardhu, yang dikerjakan terlebih dahulu adalah shalat *khusuf* dan khuthbahnya setelah shalat fardhu.
- c. Gerhana Matahari terjadi pada waktu shalat Jum'at, shalat *khusuf* dikerjakan terlebih dahulu dengan meringankan shalatnya. Khuthbah *khusuf* dan shalat Jum'at digabung.
- d. Gerhana Matahari terjadi saat shalat 'Id, Istisqa, atau shalat ghaib, shalat *khusuf* yang didahulukan.

Ketentuan-ketentuan di atas bisa berubah ketika takut habis waktu shalat fardhunya.

⁴² Asy-Syafi'i, *Al- Umm ...*, h. 120-123.

⁴³ Alasan Imam Syafi'i karena hadits-hadits yang berbicara tentang larangan shalat fardhu dan khusus pada shalat tambahan, sedangkan shalat gerhana Matahari adalah sunnah dan tidak terpengaruh oleh waktu apapun, sedangkan menurut mayoritas ulama tidak perlu melaksanakan shalat gerhana. Lihat Wahbah Az-Zuhaili, h. 490.

BAB III
HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL DALAM
KITAB *AL-DURRU AL-ANĪQ*

A. Biografi KH. Ahmad Ghozali

Pulau Madura yang terkenal dengan sebutan pulau garam, banyak melahirkan para tokoh falak diantaranya, KH. Basyiruddin dan KH. Abdul Quddus Pamekasan dan KH. Ahmad Ghozali Sampang merupakan tokoh falak yang paling produktif dan karya-karyanya sering dijadikan acuan dalam dunia falak terkait penentuan awal bulan qamariyah, gerhana Bulan, terlebih gerhana Matahari. Kontribusi yang diberikan terhadap khazanah keilmuan khususnya ilmu falak sudah tidak asing lagi.

Nama lengkap KH. Ahmad Ghozali bin Muhammad bin Fathullah bin Sa'idan al-Samfani al-Maduri yang sering dikenal dengan sebutan KH. Ahmad Ghozali. Dia lahir di dusun Lanbulan desa Baturasang kecamatan Tambelangan kabupaten Sampang, pulau Madura Jawa Timur, Pada tanggal 07 Januari 1959 M. oleh pasangan KH. Muhammad Fathullah dengan Nyai Hj. Zainab Khoirudin.¹

¹ Lukman, "Studi Analisis Rashdul Kiblat Bulan dalam Kitab Jami'u al-Adillah karya KH. Ahmad Ghozali", Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2016, h. 43.

KH. Ahmad Ghozali menikah pada tahun 1990 M. dengan seorang wanita bernama Hj. Asma binti Abdul Karim bin Anwar yang berasal dari Bangkalan. Mereka dikaruniai sembilan anak (lima putra dan empat putri), yaitu, Ning Nurul Bashiroh, Ning Afiyah, Ra Aly, Ra Yahya, Ra Salman, Ra Muhammad, Ra Kholil, Ning Aisyah dan Ning Shofiyah.

Guru pertama yang mengajarkan ilmu agama adalah orang tuanya, sehingga kecintaan terhadap ilmu sangat tinggi. Selain itu juga menimba ilmu di sekolah formal yaitu SD Baturasang, namun pendidikannya di SD hanya sampai kelas 3. Karena dia lebih fokus terhadap pendalaman ilmu agama yang di didik oleh ayahhandanya di Pondok Pesantren al-Mubarak Lanbulan.²

Pendiri pondok pesantren al-Mubarak Lanbulan adalah Syaikhuna Al-‘Alim Al-‘Allamah KH. Muhammad Fathullah. Nama Lanbulan diambil dari kata Bulan dinisbatkan pada mimpi KH. Fathullah, di desa Baturasang Tambelangan ada Bulan jatuh bersinar di sekitar desa tersebut, setelah dihipir ada seorang guru berkata “Dirikanlah pesantren di sini dan berilah nama

² Ilmi Mukarromah, KH. Ahmad Ghozali; Penghidup Ilmu Falak Masa Kini, dalam Majalah Zenith edisi XI / tahun V / April 2014, h. 22.

‘LANBULAN’ ”. kemudian didirikanlah Pondok Pesantren Lanbulan di tempat yang ditunjuk.³

KH. Ahmad Ghozali diangkat sebagai salah satu guru di Pondok Al-Mubarak pada pertengahan tahun 1976. Dia merupakan sosok orang yang haus ilmu, terbukti selama bulan Ramadan tahun 1977, menimba ilmu pada KH. Maimun Zubair Sarang Rembang. Hal itu dilakukan selama 3 tahun berturut-turut sampai tahun 1980. Walaupun sudah mengajar dan mengaji selama tiga tahun tersebut, dia juga menyempatkan mengaji pada KH. Hasan Iraqi⁴ (alm) Pondok Pesantren Tuwe’ Pote kota Sampang setiap hari Selasa dan Sabtu. Kemudian di tahun 1981, beliau melanjutkan belajar di Mekkah kepada beberapa ulama besar di sana, diantaranya Syaikh Ismail Usman Zain al-Yamani Al-Makky, Syaikh Abdullah Al-Lahjy, Syaikh Yasin bin Isa Al-Fadany dan ulama-ulama lainnya selama 7 tahun.⁵

³ Purkon Nur Ramdhan, “Studi Analisis Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab al-Irsyaad al-Muriid”, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2012, h. 45-50.

⁴ Julukan al-Iraqi dinisbatkan karena beliau pernah memecahkan permasalahan yang didatangkan Iraq (masalah fiqhiyyah) semasa di Makkah. Hasil wawancara dengan Ust. Ismail di rumahnya dusun Lanbulan pada tanggal 28 Februari 2018. Jam 07:25 WIB.

⁵ Hasil wawancara dengan KH. Ahmad Ghozali di Pondok Pesantren Al- Mubarak Lanbulan pada tanggal 27 Februari 2018. Jam 17:30 WIB.

Kitab *al-Muhtashar al-Muhadzdzab* karya Syaikh Yasin bin Isa Al-Fadany, merupakan kitab falak yang pertama kali dipelajari oleh KH. Ahmad Ghozali di Makkah, dia belajar kepada Syaikh Mukhtaruddin al-Flimbani (alm). Setelah selesai belajarnya di Makkah, kemudian kembali ke tanah air. Ketertarikan dan keinginan untuk memperdalam ilmu falak dipicu oleh adanya perbedaan penetapan hari raya di Indonesia. Dia mulai belajar pertama kali di tanah air kepada kiyai Abdun Nashir Syuja'i (alm) di Prajjen Camplong Sampang. Tidak hanya sekedar belajar, namun mulai mencoba untuk mengarang kitab yang membahas tentang ilmu falak, karya pertamanya yaitu kitab *Faidl al-Karim*.⁶

Selain kiyai Abdun Nashir, dia melanjutkan belajar kepada beberapa ahli falak lainnya. Kehausannya untuk memperdalam ilmu falak, dilanjutkan belajar kepada kiyai Yahya di Gresik, kemudian belajar kepada ayahnya kiyai Yahya, yakni kiyai Mushofa, KH. Kamil Hayyan (alm), KH. Hasan Basri Sa'id (alm), kemudian pada KH. Zubair Bungah Gresik.⁷ Namun belum membuatnya merasa cukup puas, sehingga dilanjutkan belajar kepada ahli falak Yogyakarta yakni Muhyidin Khazin, kiyai Noor Ahmad

⁶ Sukarni, "Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyad al-Murid", Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2014, h. 50-51.

⁷ Lukman, *Studi Analisis Rashdul Kiblat...*, h. 45.

dari Jepara, dia juga menyempatkan diri belajar ilmu falak kepada Muhammad Odeh dari Jordan.⁸

Status KH. Ahmad Ghozali di Pondok Pesantren al-Mubarak Lanbulan adalah Wakil Pengasuh. Sedangkan dalam organisasinya pernah menjabat sebagai Wakil Ketua Syuriyah NU Kab. Sampang, Ketua Syuriyah NU Kec. Tambelangan, Penasehat LFNU Jatim, Anggota BHR Jatim, Anggota PBNU dan DEPAG RI.⁹

Kontribusi untuk ilmu falak bukan hanya sekedar menyampaikan materi melalui ceramah, akan tetapi juga dibuktikan dengan karya-karyanya. Dari sekian banyak karya yang ciptakan bukan hanya ilmu falak, tetapi fan ilmu yang lain juga banyak dihasilkan, diantaranya:

1. Bidang Ilmu Falak

<i>Al-Taqyidat al-Jaliyah</i>	<i>Tsamrat al-Fikar</i>
<i>Faidl al-Karîm ar-Rau</i>	<i>Az-Zaij al-Muyassar</i>
<i>Bughyat al-Rofiq</i>	<i>Al-Durru al-Anîq</i>
<i>Anfa' al-Washilah</i>	<i>Maslak al-Qashîd</i>
<i>Irsyad al-Murîd</i>	<i>Jami' al-Adillah</i>

Tabel 3.1. Kitab Falak

⁸ Sukarni, "Metode Hisab Gerhana Bulan ...", h. 51.

⁹ Lukman, "Studi Analisis Rashdul Kiblat ...", h. 46.

2. Bidang Hadits

<i>An-Nujum</i>	<i>an-</i>	<i>Al-Qawl al-Mukhtashar</i>
<i>Nayyirah</i>		

Tabel 3.2. Kitab Hadits

3. Bidang Fikih

<i>Azhar al-Bustan</i>	<i>Az-Zahrat al-Wardiyah</i>
------------------------	------------------------------

Tabel 3.3. Kitab Fikih

4. Lain-lain

<i>Bughyat al-Wildan</i>	<i>Al-Fawakih</i>	<i>asy-</i>
	<i>Syahiyah</i>	
<i>Tuhfat ar-Rawy</i>	<i>Bughyat al-Ahbab</i>	
<i>Tuhfat al-Arib</i>	<i>Majma' al-Fadla'il</i>	
<i>Al-Futuhat ar-Rabbaniyyah</i>	<i>Irsyad al-Idad</i>	

Tabel 3.4. Kitab yang Lain

B. Pandangan Umum Kitab *al-Durru al-Aniq*

Kitab *al-Durru al-Aniq* merupakan salah satu karya KH. Ahmad Ghozali, hasil ikhtiar untuk berbagi informasi tentang praktik fikih astronomi dalam hal penyajian data-data astronomi Bulan dan Matahari untuk kepentingan

rukyatul hilal, rukyatul *khusuf* dan rukyatul *khusuf*.¹⁰ Dalam kitab itu membahas tentang Awal Bulan Qamariyah, Gerhana Bulan, dan Gerhana Matahari dengan menggunakan metode hisab *Haqiqy bi al-Tadqiq*, sehingga hasilnya lebih akurat. Disamping itu, cara untuk melakukan perhitungan menggunakan kolaborasi antara cara lama (tabel) dengan cara modern (rumus) sehingga memudahkan bagi para pengguna. Bahasa Arab yang digunakan dalam kitab *al-Durru al-Anîq* mempunyai nilai lebih untuk masuk di kalangan pesantren salaf, namun bagi yang kurang memahami bahasa Arab bisa menggunakan rumus saja dengan bantuan gambar di setiap pembahasan, sehingga kitab ini bisa digunakan oleh semua kalangan.¹¹

Kitab *Al-Durru al-Anîq* sudah dilakukan dua kali cetakan, cetakan pertama belum menyediakan rumus cara mengetahui delta T dan rumus gerhana Matahari global. Kemudian di cetakan kedua dilengkapi rumus menghitung delta T dan gerhana Matahari global, seperti halnya yang disediakan oleh NASA dalam *websitenya*.

¹⁰ Hasil wawancara dengan KH. Ahmad Ghozali di pondok pesantren Al- Mubarak Lanbulan pada tanggal 28 Februari 2018. Jam 08:40 WIB.

¹¹ Hasil wawancara dengan Uts. Su'udi, di kantor Lajnah Falakiyah Lanbulan, tanggal 27 Februari 2018. Jam 19 : 20 wib.

Adapun garis besar materi yang ada dalam kitab *al-Durru al-Anîq* di cetakan kedua, adalah:

1. Pendahuluan
2. Hisab Awal Bulan Qamariyah
3. Hisab delta T
4. Gerhana Matahari Global
5. Gerhana Matahari Lokal
6. Gerhana Bulan
7. Tabel-tabel

Kitab ini merupakan kitab yang menarik untuk dikaji, karena termasuk satu-satunya kitab falak yang memberikan rumus cara mengetahui gerhana Matahari global, dari sekian literatur yang ada hanya membahas cara mengetahui gerhana Matahari di suatu tempat tertentu atau gerhana Matahari lokal.

C. Metode Hisab Gerhana Matahari Global *al-Durru al-Anîq*

Metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq* sebagaimana dijelaskan di atas, bahwa dalam penggunaan rumus menggunakan data atau tabel *elemen besse* yang berada di bagian akhir kitab. Pengambilan data *elemen besse* di sesuaikan dengan waktu yang dicari gerhananya.

Sebelum masuk ke rumus di bawah ini, perlu diketahui bahwa tidak semua rumus yang ada di gunakan. Sehingga disesuaikan dengan hasil perhitungan *step by step*-nya. Adapun rumus gerhana Matahari global sebagaimana berikut:

1. Puncak Gerhana Global (tengah gerhana)¹²

a. Menentukan waktu terjadinya puncak gerhana global

- 1) $A0$ = (diambil dari *elemen besel*)
- 2) $B0$ = (diambil dari *elemen besel*)
- 3) M = $\tan^{-1}(A0 / B0)$

Jika **B0** negatif (-), maka hasil ditambah 180, jika **B0** positif (+) dan **A0** negatif (-), maka hasil ditambah 360.

- 4) m = $(A0^2 + B0^2)^{0.5}$
- 5) $A1$ = (diambil dari *elemen besel*)
- 6) $B1$ = (diambil dari *elemen besel*)
- 7) N = $\tan^{-1}(A1 / B1)$

Jika **B1** negatif, maka hasil ditambah 180, jika **B1** positif dan **A1** negatif, maka hasil ditambah 360, jika tidak maka **N**.

- 8) n = $(A1^2 + B1^2)^{0.5}$

¹² Ghozali, *al-Durru al-Aniq ...*, h. 53-56.

$$9) \quad t_m = -(m \cos (M - N)) / n$$

$$10) \quad SWK = TD + t_m - \text{delta } T$$

$$11) \quad R = R_0 + R_1 t_m$$

$$12) \quad S = S_0 + S_1 t_m$$

b. Menentukan tipe dan jenis gerhana

1) Jika nilai **m** lebih kecil dari **0.9972**, maka terjadi gerhana sentral dan mempunyai tiga jenis:

- a) Sentral-total, jika nilai **S** negatif,
- b) Sentral-hybrid, jika nilai **S** lebih besar dari 0 dan lebih kecil dari 0.0047,
- c) Sentral-cincin, jika nilai **S** lebih besar dari 0.0047.

2) Jika nilai **m** lebih besar dari **0.9972** dan lebih kecil dari jumlah **0.9972** dan **S** , maka terjadi gerhana non sentral dengan salah satu dari tiga jenis:

- a) Non sentral-total, jika nilai **S** negatif,
- b) Non sentral- cincin, jika nilai **S** positif,
- c) Partial, jika nilai **m** lebih besar dari **0.9972** dan lebih kecil dari **1.5433** dan nilai **S**.

3) Jika nilai **m** lebih besar dari jumlah **1.5433** dan nilai **S**, maka tidak terjadi gerhana.

c. Menentukan posisi koordinat tempat saat tengah gerhana global

- 1) $a = 6378137$
- 2) $b = 6356752$
- 3) $c = 0.0066944782$
- 4) $A = A_0 + A_1 \text{ tm}$
- 5) $B = B_0 + B_1 \text{ tm}$
- 6) $d = d_0 + d_1 \text{ tm}$
- 7) $W = W_0 + W_1 \text{ tm}$
- 8) $\rho_0 = (1 - c \cos d)^{0.5}$
- 9) $d_1 = \tan^{-1}(\sin d / (\cos d (b/a)))$
- 10) $\rho_1 = ((\sin d (b/a))^2 + (\cos d)^2)^{0.5}$
- 11) $d_2 = \tan^{-1}((b/a) \sin d / \cos d)$
- 12) $y_l = B / \rho_0$

a) Gerhana Sentral

1. $z = (1 - A^2 - y_l^2)^{0.5}$
2. $\phi_l = \sin^{-1}(y_l \cos d_1 + z \sin d_1)$
3. $\phi = \tan^{-1}((a/b) \tan \phi_l)$
4. $x_2 = -y_l \sin d_1 + z \cos d_1$
5. $\theta = \tan^{-1}(A / x_2)$

Jika x_2 negatif, maka hasil $\theta + 180$, jika x_2 positif dan A negatif, maka $\theta + 360$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$6. \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari **180**, maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari **-180**, maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

b) Gerhana Non Sentral

$$1. m_1 = (A^2 + y_1^2)^{0.5}$$

$$2. x_1 = A / m_1$$

$$3. y_2 = y_1 / m_1$$

$$4. \phi_1 = \sin^{-1}(y_2 \cos d_1)$$

$$5. \phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_1)$$

$$6. x_2 = - y_2 \sin d_1$$

$$7. \theta = \tan^{-1}(x_1 / x_2)$$

Jika x_2 negatif, maka hasil $\theta + 180$, jika x_2 positif dan A negatif, maka $\theta + 360$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$8. \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari **180**, maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari **-180**, maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

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

$$1) h = \sin^{-1}(\sin \phi \sin d + \cos \phi \cos d \cos \theta)$$

- 2) $x = \sin d \cos \phi - \cos d \sin \phi \cos \theta$
- 3) $y = -\cos d \sin \theta$
- 4) $Az = \tan^{-1}(y/x)$

Jika x negatif, maka $Az + 180 = Az$, jika x positif dan y negatif, maka $Az + 360 = Az$, jika tidak maka $Az = Az$

e. Menentukan lama total / cincin

- 1) $\zeta = \rho_1 (z \cos (d_1 - d_2) - y_1 \sin (d_1 - d_2))$
- 2) $\xi' = (w_1 \pi / 180) (-B \sin d + \zeta \cos d)$
- 3) $\eta' = (w_1 A \sin d - d_1 \zeta) \pi / 180$
- 4) $n_1 = ((A1 - \xi')^2 + (B1 - \eta')^2)^{0.5}$
- 5) $L_1 = S - \zeta Z1$
- 6) Lama = $\text{abs}(2 L_1) / n_1$

f. Menentukan lebar dalam kilometer

- 1) $a_1 = 6378.137$
- 2) $k = (z^2 + (A (A1 - \xi') + B (B1 - \eta'))^2 / n_1^2)^{0.5}$
- 3) Lebar = $(2 a_1 \text{abs}(L_1)) / k$

g. Menentukan magnitude

1) Gerhana Sentral

- a) $L_2 = R - \zeta Z0$
- b) Mag = $(L_2 - L_1) / (L_2 + L_1)$

2) Gerhana Non-Sentral

- a) $\rho = m / m1$

$$b) \Delta = m - \rho$$

$$c) \text{Mag} = (R - \Delta) / (2R - 0.5459)$$

2. Awal dan Akhir Penumbral¹³

a. Menentukan saat awal dan akhir penumbral

$$1) \psi_p = \sin^{-1}(m \sin (M - N) / (R + \rho_0))$$

$$2) t_p = ((R + 1) \cos \psi_p) / n$$

$$3) \text{tmp1} = t_m - t_p$$

$$4) \text{tmp2} = t_m + t_p$$

$$5) \text{Awal Penumbral UT} = \text{TD} + \text{tmp1} - \text{Delta T}$$

$$6) \text{Akhir Penumbral UT} = \text{TD} + \text{tmp2} - \text{Delta T}$$

b. Menentukan koordinat tempat saat awal penumbral

$$1) A = A_0 + A_1 \text{tmp1}$$

$$2) B = B_0 + B_1 \text{tmp1}$$

$$3) d = d_0 + d_1 \text{tmp1}$$

$$4) W = W_0 + W_1 \text{tmp1}$$

$$5) d_1 = \tan^{-1}(\sin d / ((b / a) \cos d))$$

$$6) \rho_1 = ((\sin d)^2 + ((b / a) \cos d)^2)^{0.5}$$

$$7) y_l = B / \rho_1$$

$$8) m_1 = (A^2 + y_l^2)^{0.5}$$

$$9) x_l = A / m_1$$

¹³ Ghozali, *al-Durru al-Anîq* ..., h. 57-59.

- 10) $y_2 = y_1 / m_1$
- 11) $\phi_1 = \sin^{-1}(y_2 \cos d_1)$
- 12) $\phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_1)$
- 13) $x_2 = - y_2 \sin d_1$
- 14) $\theta = \tan^{-1}(x_1 / x_2)$

Jika x_2 negatif, maka hasil $\theta + 180$, jika x_2 positif dan x_1 negatif, maka $\theta + 360$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$15) \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari 180 , maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari -180 , maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

c. Menentukan koordinat tempat akhir penumbral

- 1) $A = A_0 + A_1 \text{ tmp2}$
- 2) $B = B_0 + B_1 \text{ tmp2}$
- 3) $d = d_0 + d_1 \text{ tmp1}$
- 4) $W = W_0 + W_1 \text{ tmp2}$
- 5) $d_1 = \tan^{-1}(\sin d / ((b / a) \cos d))$
- 6) $\rho_1 = ((\sin d)^2 + ((b / a) \cos d)^2)^{0.5}$
- 7) $y_1 = B / \rho_1$
- 8) $m_1 = (A^2 + y_1^2)^{0.5}$
- 9) $x_1 = A / m_1$

- 10) $y_2 = y_1 / m_1$
- 11) $\phi_1 = \sin^{-1}(y_2 \cos d_1)$
- 12) $\phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_1)$
- 13) $x_2 = - y_2 \sin d_1$
- 14) $\theta = \tan^{-1}(x_1 / x_2)$

Jika x_2 negatif, maka hasil $\theta + 180$, jika x_2 positif dan x_1 negatif, maka $\theta + 360$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$15) \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari 180 , maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari -180 , maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

3. Awal dan Akhir Umbral¹⁴

a. Menentukan saat awal dan akhir umbral

- 1) $\psi_u = \sin^{-1}(m \sin (M - N) / (S_0 - \rho_0))$
(jika S_0 negatif)
- $\psi_u = \sin^{-1}(m \sin (M - N) / (S_0 + \rho_0))$
(jika S_0 positif)
- 2) $t_u = \cos \psi_u / n$
- 3) $t_{mu1} = t_m - t_u$
- 4) $t_{mu2} = t_m + t_u$
- 5) $t_{mu3} = t_u - t_u (S_0 + 1.0025)$

¹⁴ Ghozali, *al-Durru al-Anîq* ..., h. 59-62.

$$6) \text{ Awal Umbral UT} = TD + tmu1 - \text{Delta} \\ T + tmu3$$

$$7) \text{ Akhir Umbral UT} = TD + tmu2 - \text{Delta} \\ T - tmu3$$

Jika jenis gerhana **sentral-hybrid**, maka tidak +/- **tmu3** (**tmu3** tidak digunakan).

b. Menentukan koordinat tempat saat awal umbral

$$1) A = A0 + A1 tmu1$$

$$2) B = B0 + B1 tmu1$$

$$3) d = d0 + d1 tmu1$$

$$4) W = W0 + W1 tmu1$$

$$5) d_1 = \tan^{-1}(\sin d / ((b / a) \cos d))$$

$$6) \rho_1 = ((\sin d)^2 + ((b / a) \cos d)^2)^{0.5}$$

$$7) y_1 = B / \rho_1$$

$$8) m_1 = (A^2 + y_1^2)^{0.5}$$

$$9) x_1 = A / m_1$$

$$10) y_2 = y_1 / m_1$$

$$11) \phi_1 = \sin^{-1}(y_2 \cos d_1)$$

$$12) \phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_1)$$

$$13) x_2 = - y_2 \sin d_1$$

$$14) \theta = \tan^{-1}(x_1 / x_2)$$

Jika x_2 negatif, maka hasil $\theta + 180$, jika x_2 positif dan x_1 negatif, maka $\theta + 360$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$15) \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari 180 , maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari -180 , maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

c. Menentukan koordinat tempat saat akhir umbral

$$1) A = A_0 + A_1 \text{ tmu}^2$$

$$2) B = B_0 + B_1 \text{ tmu}^2$$

$$3) d = d_0 + d_1 \text{ tmu}^2$$

$$4) W = W_0 + W_1 \text{ tmu}^2$$

$$5) d_1 = \tan^{-1}(\sin d / ((b / a) \cos d))$$

$$6) \rho_1 = ((\sin d)^2 + ((b / a) \cos d)^2)^{0.5}$$

$$7) y_1 = B / \rho_1$$

$$8) m_1 = (A^2 + y_1^2)^{0.5}$$

$$9) x_1 = A / m_1$$

$$10) y_2 = y_1 / m_1$$

$$11) \phi_1 = \sin^{-1}(y_2 \cos d_1)$$

$$12) \phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_1)$$

$$13) x_2 = - y_2 \sin d_1$$

$$14) \theta = \tan^{-1}(x_1 / x_2)$$

Jika x_2 negatif, maka hasil $\theta + 180$, jika x_2 positif dan x_1 negatif, maka $\theta + 360$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$15) \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari 180 , maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari -180 , maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

4. Awal dan Akhir Sentral¹⁵

a. Menentukan saat awal dan akhir sentral

- 1) $\psi_s = \sin^{-1}(m \sin(M - N))$
- 2) $t_s = \cos \psi_s / n$
- 3) $t_{ms1} = t_m - t_s$
- 4) $t_{ms2} = t_m + t_s$
- 5) $t_{ms3} = t_s - \cos(\sin^{-1}(\sin \psi_s / (S_0 + \rho_0))) / n$
- 6) Awal Sentral UT = $TD + t_{ms1} - \text{Delta T} + t_{ms3}$
- 7) Akhir Sentral UT = $TD + t_{ms2} - \text{Delta T} - t_{ms3}$

Jika jenis gerhana **sentral-hybrid**, maka tidak +/- **tmu3** (**tmu3** tidak digunakan).

¹⁵ Ghazali, *al-Durru al-Anîq* ..., h. 62-64.

b. Menentukan koordinat tempat saat awal sentral

- 1) $A = A_0 + A_1 \text{ tms1}$
- 2) $B = B_0 + B_1 \text{ tms1}$
- 3) $d = d_0 + d_1 \text{ tms1}$
- 4) $W = W_0 + W_1 \text{ tms1}$
- 5) $d_1 = \tan^{-1}(\sin d / ((b / a) \cos d))$
- 6) $\rho_1 = ((\sin d)^2 + ((b / a) \cos d)^2)^{0.5}$
- 7) $y_1 = B / \rho_1$
- 8) $m_1 = (A^2 + y_1^2)^{0.5}$
- 9) $x_1 = A / m_1$
- 10) $y_2 = y_1 / m_1$
- 11) $\phi_1 = \sin^{-1}(y_2 \cos d_1)$
- 12) $\phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_1)$
- 13) $x_2 = - y_2 \sin d_1$
- 14) $\theta = \tan^{-1}(x_1 / x_2)$

Jika x_2 negatif, maka hasil $\theta + 180$, jika x_2 positif dan x_1 negatif, maka $\theta + 360$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$15) \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari 180 , maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari -180 , maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

c. Menentukan koordinat tempat saat akhir sentral

$$1) A = A_0 + A_1 t \text{ ms}^2$$

$$2) B = B_0 + B_1 t \text{ ms}^2$$

$$3) d = d_0 + d_1 t \text{ ms}^2$$

$$4) W = W_0 + W_1 t \text{ ms}^2$$

$$5) d_1 = \tan^{-1}(\sin d / ((b / a) \cos d))$$

$$6) \rho_1 = ((\sin d)^2 + ((b / a) \cos d)^2)^{0.5}$$

$$7) y_1 = B / \rho_1$$

$$8) m_1 = (A^2 + y_1^2)^{0.5}$$

$$9) x_1 = A / m_1$$

$$10) y_2 = y_1 / m_1$$

$$11) \phi_1 = \sin^{-1}(y_2 \cos d_1)$$

$$12) \phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_1)$$

$$13) x_2 = - y_2 \sin d_1$$

$$14) \theta = \tan^{-1}(x_1 / x_2)$$

Jika x_2 negatif, maka hasil $\theta + 180$, jika x_2 positif dan x_1 negatif, maka $\theta + 360$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$15) \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari 180 , maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari -180 , maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

5. Jalur Lintas Gerhana Sentral¹⁶

a. Menentukan koordinat jalur titik pusat gerhana sentral

- 1) Jam Rentang Sentral (JRS)
- 2) $t_{mts} = JRS + \Delta T - TD$
- 3) $A = A_0 + A_1 t_{mts}$
- 4) $B = B_0 + B_1 t_{mts}$
- 5) $d = d_0 + d_1 t_{mts}$
- 6) $W = W_0 + W_1 t_{mts}$
- 7) $R = R_0 + R_1 t_{mts}$
- 8) $S = S_0 + S_1 t_{mts}$
- 9) $\rho_1 = \sqrt{(1 - c \cos d)^2}$
- 10) $y_I = B / \rho_1$
- 11) $m_1 = \sqrt{(1 - A^2 - y_I^2)}$
- 12) $ds_1 = \sin d / \rho_1$
- 13) $dc_1 = (1 - c)^{0.5} \cos d / \rho_1$
- 14) $\phi_I = \sin^{-1}(y_I dc_1 + m_1 ds_1)$
- 15) $\phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_I)$
- 16) $x_I = -y_I ds_1 + m_1 dc_1$
- 17) $\theta = \tan^{-1}(A / x_I)$

Jika x_2 negatif, maka hasil $\theta + 180$, jika x_2 positif dan x_I negatif, maka $\theta + 360$, jika tidak maka $\theta = \theta$

¹⁶ Ghozali, *al-Durru al-Anîq* ..., h. 64-67.

$$18) \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari **180**, maka $\lambda - 360$,
jika λ lebih kecil dari **-180**, maka $\lambda + 360$, jika
tidak maka $\lambda = \lambda$

b. Menentukan tinggi (h) dan azimut (Az) pada jalur titik pusat gerhana sentral

$$1) t = \theta$$

$$2) h = \sin^{-1}(\sin \phi \sin d + \cos \phi \cos d \cos t)$$

$$3) x = \sin d \cos \phi - \cos d \sin \phi \cos t$$

$$4) y = -\cos d \sin t$$

$$5) Az = \tan^{-1}(y / x)$$

Jika x negatif, maka $Az + 180 = Az$, jika x positif dan y negatif, maka $Az + 360 = Az$, jika tidak maka $Az = Az$

c. Menentukan lama, lebar dan magnitudo pada jalur titik pusat gerhana sentral

$$1) \rho_2 = \sqrt{(1 - c (\sin d)^2)}$$

$$2) ds_2 = (c \sin d \cos d) / (\rho_1 \rho_2)$$

$$3) dc_2 = \sqrt{(1 - c)} / (\rho_1 \rho_2)$$

$$4) \zeta = \rho_2 (m_1 dc_2 - y_1 ds_2)$$

$$5) \mu = W_1 \pi / 180$$

$$6) \xi' = (-B \sin d + \zeta \cos d) \mu$$

- 7) η' = $(W1 A \sin d - d1 \zeta) \pi / 180$
- 8) L_1 = $R - \zeta Z0$
- 9) L_2 = $S - \zeta Z1$
- 10) ns = $A1 - \xi'$
- 11) nc = $B1 - \eta'$
- 12) n' = $\sqrt{(ns^2 + nc^2)}$
- 13) Lama = $2 (\text{abs } L_2 / n')$
- 14) k = $(m_1^2 + (A ns + B nc)^2 / n'^2)^{0.5}$
- 15) Lebar = $(12756 \text{ abs } L_2) / k$
- 16) Mag = $(L_1 - L_2) / (L_2 + L_1)$

d. Menentukan koordinat batas sentral

- 1) a' = $-B1 + \mu A \sin d$
- 2) b' = $A1 + \mu B \sin d + \mu L_2 Z1 \cos d$
- 3) Q = $\tan^{-1}(a' / b')$

Jika nilai b' negatif, maka $b' + 180 = Q$, jika b' positif dan a' negatif, maka $b' + 360 = Q$, jika tidak maka $Q = Q$

- 4) ξ = $A - L_2 \sin Q$

a) Batas Utara

1. η = $(B - L_2 \cos Q) / \rho_1$ (jika L_2 negatif)
 η = $(B - L_2 (-\cos Q)) / \rho_1$ (jika L_2 positif)
2. ζ_1 = $(1 - \xi^2 - \eta^2)^{0.5}$

3. $\zeta = -\eta ds_1 + \zeta_1 dc_1$
4. $\phi_l = \sin^{-1}(\eta dc_1 + \zeta_1 ds_1)$
5. $\phi = \tan^{-1}((a/b) \tan \phi_l)$
6. $\theta = \tan^{-1}(\xi / \zeta)$

Jika nilai ζ negatif, maka $\theta + 180 = \theta$, jika ζ positif dan ξ negatif, maka $\theta + 360 = \theta$, jika tidak maka $\theta = \theta$

7. $\lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$

Jika nilai λ lebih besar dari **180**, maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari **-180**, maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

b) Batas Selatan

1. $\eta = (B - L_2 (-\cos Q)) / \rho_1$ (jika L_2 negatif)
 $\eta = (B - L_2 \cos Q) / \rho_1$ (jika L_2 positif)
2. $\zeta_1 = (1 - \xi^2 - \eta^2)^{0.5}$
3. $\zeta = -\eta ds_1 + \zeta_1 dc_1$
4. $\phi_l = \sin^{-1}(\eta dc_1 + \zeta_1 ds_1)$
5. $\phi = \tan^{-1}((a/b) \tan \phi_l)$
6. $\theta = \tan^{-1}(\xi / \zeta)$

Jika nilai ζ negatif, maka $\theta + 180 = \theta$, jika ζ positif dan ξ negatif, maka $\theta + 360 = \theta$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$7. \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari **180**, maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari **-180**, maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

e. Menentukan koordinat batas penumbral

$$1) a' = -B1 + \mu A \sin d$$

$$2) b' = A1 + \mu B \sin d + \mu L_1 Z0 \cos d$$

$$3) Q = \tan^{-1}(a' / b')$$

Jika nilai b' negatif, maka $b' + 180 = Q$, jika b' positif dan a' negatif, maka $b' + 360 = Q$, jika tidak maka $Q = Q$

$$4) \xi = A - L_1 \sin Q$$

a) Batas Utara

$$1. \eta = B - L_1 \cos Q$$

$$2. \zeta_1 = (1 - \xi^2 - \eta^2)^{0.5}$$

$$3. \zeta = -\eta ds_1 + \zeta_1 dc_1$$

$$4. \phi_I = \sin^{-1}(\eta dc_1 + \zeta_1 ds_1)$$

$$5. \phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_I)$$

$$6. \theta = \tan^{-1}(\xi / \zeta)$$

Jika nilai ζ negatif, maka $\theta + 180 = \theta$, jika ζ positif dan ξ negatif, maka $\theta + 360 = \theta$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$7. \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari **180**, maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari **-180**, maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

b) Batas Selatan

1. $\eta = B - L_1 \cos Q$
2. $\zeta_1 = (1 - \xi^2 - \eta^2)^{0.5}$
3. $\zeta = -\eta ds_1 + \zeta_1 dc_1$
4. $\phi_1 = \sin^{-1}(\eta dc_1 + \zeta_1 ds_1)$
5. $\phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_1)$
6. $\theta = \tan^{-1}(\xi / \zeta)$

Jika nilai ζ negatif, maka $\theta + 180 = \theta$, jika ζ positif dan ξ negatif, maka $\theta + 360 = \theta$, jika tidak maka $\theta = \theta$

$$7. \lambda = \theta - W + 0.004178 \text{ Delta T}$$

Jika nilai λ lebih besar dari **180**, maka $\lambda - 360$, jika λ lebih kecil dari **-180**, maka $\lambda + 360$, jika tidak maka $\lambda = \lambda$

D. Contoh Hasil Perhitungan Gerhana Matahari Global

Fenomena gerhana Matahari pada tanggal 9 Maret 2016 M. bertepatan pada akhir Jumadal Ula 1437 H.

merupakan salah satu momen penting khususnya bagi masyarakat Indonesia, karena termasuk bagian dari jalur gerhana Matahari total. Gerhana Matahari terjadi pada jam 2 TD, tipe t (sentral-total).

Data *elemen besse*l:

A0	B0	d0	W0	R0	S0	Z0
A1	B1	d1	W1	R1	S1	Z1
-	0.25	-	207.37	0.53	-	0.00
0.06	389	4.37	224	887	0.00	471
240		974			723	
0.55	0.17	0.01	15.003	-	-	0.00
020	210	589	97	0.00	0.00	469
				007	007	

Tabel 3.5. *Elemen Bessel*

Kesimpulan hasil hisab gerhana Matahari global:

Phase Gerhana	Jam UT	Lintang	Bujur	Tinggi	Azimut
Awal Penumbral	23:19:19	-07 ⁰ 38' 01''	102 ⁰ 12' 59''		
Awal Umbral	00:16:39	-02 ⁰ 15' 21''	88 ⁰ 17' 57''		
Awal Sentral	00:16:41	-02 ⁰ 15' 07''	88 ⁰ 17' 33''		
Puncak	01:57:09	10 ⁰ 07'	148 ⁰ 48'	74 ⁰ 48'	162 ⁰ 28'

Gerhana		21''	11''	33''	41
Akhir Sentral	03:37:37	32 ⁰ 33'	-144 ⁰ 34'		
Akhir Umbral	03:37:39	32 ⁰ 33'	-144 ⁰ 34'		
Akhir Penumbral	04:34:59	27 ⁰ 12'	-158 ⁰ 21'		
Magnitudo	1.045	Lama Sentral	00:04:09	Lebar (km)	155.086

Tabel 3.6. Hasil Hisab Gerhana Matahari

Data jalur sentral pada jam: 00:20:00 UT¹⁷

Titik Pusat						
Lintang	Bujur	Lama	Lebar	Magn	Tinggi	Azimut
-02 ⁰ 47' 43''	101 ⁰ 43' 35''	00:01: 57	109.2 96	1.0 31	14 ⁰ 15' 11''	93 ⁰ 50' 20''
Batas Sentral						
Utara		Selatan				
-02 ⁰ 18'	101 ⁰ 17'	-03 ⁰ 12'	101 ⁰ 06'			

¹⁷ Untuk mengetahui data jalur sentral, dengan cara mengambil jam yang berada di antara awal sentral dengan akhir sentral dari hasil hisab.

04''	12''	35''	23''
Batas Penumbral			
Utara		Selatan	
23 ⁰	108 ⁰	-33 ⁰	94 ⁰
49'	48'	55'	06'
12''	29''	36''	49''

Table 3.7. Jalur Sentral

Contoh hasil hisab gerhana Matahari global pada tanggal 20 April 2023 M. Bertepatan pada akhir bulan Ramadhan 1444 H. Tipe gerhana rt (Sentral-Hybrid), terjadi pada jam 4 TD.

Data elemen *bessel*:

A0	B0	d0	W0	R0	S0	Z0
A1	B1	d1	W1	R1	S1	Z1
0.02	-	11.41	240.24	0.54	0.00	0.00
699	0.42 732	178	296	681	067	465
0.49	0.24	0.013	15.003	0.00	0.00	0.00
495	417	74	42	011	011	463

Table 3.8. Elemen Bessel

Hasil hisab gerhana Matahari global:

Phase Gerhana	Jam UT	Lintang	Bujur	Tinggi	Azimut
Awal	01:34:08	-40 ⁰ 15'	76 ⁰ 02'		

Penumbral		52''	48''		
Awal	02:36:34	-48 ⁰ 24'	63 ⁰ 40'		
Umbral		44''	02''		
Awal	02:36:53	-48 ⁰ 24'	63 ⁰ 40'		
Sentral		09''	29''		
Puncak	04:16:42	-09 ⁰ 35'	125 ⁰ 47'	66 ⁰ 39'	333 ⁰ 58'
Gerhana		46''	41''	49''	43
Akhir	05:56:31	02 ⁰ 56'	-178 ⁰ 47'		
Sentral		29''	38''		
Akhir	05:56:50	02 ⁰ 55'	-178 ⁰ 47'		
Umbral		53''	02''		
Akhir	06:59:15	11 ⁰ 17'	167 ⁰ 15'		
Penumbral		40''	08''		
Magnitude	1.013	Lama	00:01:16	Lebar	48.884
		Sentral		(km)	

Table 3.9. Hasil Hisab Gerhana Matahari

Data jalur Sentral pada jam : 03:50:00 UT

Titik Pusat						
Lintang	Bujur	Lama	Lebar	Ma	Tng	Azim
ng	ur		r	g	gi	ut
-16 ⁰	119 ⁰	00:01:	45.9	1.01	62 ⁰	05 ⁰
17'	32'	11	74	3	09'	41'
53''	53''				46''	47''

Batas Sentral			
Utara		Selatan	
-16 ⁰	119 ⁰	-16 ⁰	119 ⁰
06'	27'	29'	27'
02''	20''	52''	00''
Batas Penumbral			
Utara		Selatan	
12 ⁰	134 ⁰	-16 ⁰	147 ⁰
15'	25'	00'	20'
48''	35''	37''	35''

Table 3.10. Jalur Sentral

BAB IV
AKURASI METODE HISAB GERHANA MATAHARI
GLOBAL DALAM KITAB *AL-DURRU AL-ANÎQ*

A. Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab *al-Durru al-Anîq*

Sejalan dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak mempengaruhi terhadap perkembangan metode hisab dalam ilmu falak. Pada zaman dahulu dengan keterbatasan ilmu pengetahuan dan teknologi hanya mampu melahirkan metode *taqribiy*, lambat laun semakin berkembang terciptalah metode *tahqiqiy*, sampailah masa sekarang yang sudah terbentuk metode *tadqiqiy*.

Metode hisab gerhana Matahari global untuk mencari atau mengetahui koordinat tempat yang dilewati oleh gerhana beserta waktunya. Sehingga koordinat yang akan dilewati terdeteksi bahkan batasan-batasan dari fase-fase gerhana, yakni awal penumbral (P1), awal umbral (U1), awal sentral (U2), puncak gerhana, akhir sentral (U3), akhir umbral (U4), dan akhir penumbral (P4). Tidak hanya itu hasil yang diberikan oleh metode hisab dalam kitab *al-Durru al-Aniq*, melainkan juga memberikan informasi magnitude, lama sentral, dan lebar (km) gerhana.

Kitab ini berbeda dengan kitab *Irsyadu al-Murîd*, yang mana dalam melakukan perhitungan gerhana Matahari tidak menggunakan tabel sebagai alat bantu. Sedangkan dalam kitab *al-Durru al-Anîq* berbanding balik, yaitu menggunakan tabel yang disebut *elemen besel*.

Proses perhitungan gerhana Matahari global kitab *al-Durru al-Anîq* bisa dengan menggunakan alat bantu *scientific calculator*, *microsoft excel worksheet*, *visual basic*, dsb. Namun untuk mempermudah sangat disarankan untuk tidak menggunakan kalkulator melihat rumus yang sangat banyak guna meminimalisir kesalahan dalam pemencetan, meskipun dalam proses perhitungan menggunakan tabel *elemen besel*. Rumus yang disediakan dalam kitab *al-Durru al-Anîq* sangat mudah untuk dipraktekkan karena rumus yang ditulis bisa langsung diaplikasikan di kalkulator dan *microsoft excel worksheet*. Bagi penghisab yang sudah terbiasa menggunakan *scientific calculator* tidak akan kebingungan dalam melakukan perhitungan.

1. Teori yang digunakan

Perkembangan ilmu pengetahuan dari zaman ke zaman sangat pesat. Sehingga akan selalu ada pembaharuan terhadap temuan-temuan sebelumnya, seperti halnya dalam teori pusat tata surya. Manusia

selalu memperhatikan kejadian-kejadian yang berada di sekitarnya. Pandangan manusia terhadap alam (*kosmos*) yang selalu berubah-ubah sesuai dengan tingkat pengetahuan saat itu. Salah satu pemahaman masyarakat terdahulu terhadap pusat tata surya pada saat itu, bahwa manusia sebagai titik pusat. Kemudian terbentuklah sebuah pemahaman yang disebut *Egosentrik*, berdasarkan informasi yang didapat dari panca indra lebih tepatnya indra penglihatan. *Egosentrik* sendiri berasal dari kata *ego* (saya) dan *center* (pusat) yang kemudian menjadi pemahaman masyarakat pada saat itu.¹

Selanjutnya, munculah teori yang dikenal dengan sebutan *Geosentrik* yang berasumsi bahwa Bumi sebagai pusat dari tata surya, gagasan ini dimunculkan oleh Ptolomeus². *Geosentrik* berasal dari kata *geo* (Bumi) dan *center* (Pusat). Teori ini bertentangan dengan pemahaman yang menyatakan manusia sebagai pusat tata surya.³ Ptolomeus menyusun sebuah buku besar tentang astronomi

¹ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak ...*, h. 178-179.

² Ptolomeus adalah seorang ahli astronomi Iskandaria (90-168 M) yang berpendapat sesuai dengan pandangan Aristoteles tentang kosmos. Lihat di *Kamus Ilmu Falak*, karya Muhyiddin Khazin, h. 113-114.

³ Hambali, *Pengantar Ilmu Falak ...*, h. 179.

tentang *Syntaxis*. Pandangan Ptolomeus tentang *geosentrik* berlaku sampai abad ke 6 M.⁴

Sebelum Ptolomeus, Aristoteles (384-322 SM) berpendapat bahwa pusat jagad raya adalah Bumi. Bumi selalu dalam keadaan diam. Semua benda-benda angkasa yang mengitari Bumi dengan lintasan yang berbentuk lingkaran. Sehingga peristiwa gerhana tidak lagi dipandang sebagai adanya raksasa menelan Bulan, melainkan fenomena alam.⁵

Nicolas Copernicus menjadi pengisi teori setelah Plotomeus yang dikenal dengan teori *Heliosentris* yang beranggapan bahwa Matahari merupakan pusat peredaran tata surya atau planet-planet. Pada abad ke 13 sebelum Masehi, Nicolas Copernicus sudah berkenalan dengan ide-ide Filsof Aristrarchus dari Samos, kemudian dia melakukan pengamatan terhadap bintang-bintang yang dilakukannya dengan cermat selama bertahun-tahun, Nicolas Copernicus menulis sebuah buku besar yang amat kontroversial dengan judul: "*De Revolutionibus Orbium Coelestium*" melakukan pengamatan

⁴ Khazin, *Kamus Ilmu Falak ...*, h. 114.

⁵ Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori ...*, h. 22.

bertahun-tahun tentang revolusi bulatan benda-benda langit.⁶

Orang pertama yang memunculkan teori *Heliosentris* sebenarnya bukanlah Nicolas Copernicus, sebelum abad ke-13 SM, sudah ada Filosof Yunani yang bernama Aristarchus yang mengutarakan bahwa Bumi dan planet-planet berputar mengelilingi Matahari, namun ketika itu baru sebatas hipotesa, belum dituangkan dalam bentuk karya tulis, apalagi pada saat itu pendapat Aristarchus tidak sejalan dengan pendapat Aristoteles (384 - 322 SM).⁷

Melihat sejarah polemik teori *Heliosentris* dan *Geosentris* dari sisi akibat pertentangan dan konsekuensi permusuhan antara kedua teori tersebut dalam kehidupan manusia mengalami puncaknya di masa kekuasaan Gereja di Eropa pada abad pertengahan. Teori *Heliosentris* membuat Nicolas Copernicus (1473-1543) mendapat hukuman mati oleh pihak gereja karena dianggap membangkang keputusan gereja yang berpegang pada dogma *Geosentris* yang mendasarkan pada kitab Injil mereka yang telah banyak mengalami perubahan ditangan

⁶ Slamet Hambali, "Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus", dalam *al-Ahkam*, XXIII, Nomor 2, Oktober 2013, h. 228.

⁷ Hambali, "Astronomi Islam dan ...", h. 228.

para pendeta. Setelah Nicolas Copernicus meninggal, Giordano Bruno (1547-1600) yang ikut menyebarkan teori ini hingga akhirnya dijatuhi hukuman mati dengan dibakar di hadapan publik oleh kekuasaan Gereja Katholik.⁸

Perdebatan kedua teori tersebut berkembang sampai abad XVIII, berdasarkan penelitian Galileo Galilei dan John Kepler menyatakan kebenaran teori *Heliosentris*. Meskipun John Kepler sendiri berbeda dengan Copernicus dalam hal lintasan planet mengelilingi Matahari, menurut Copernicus lintasan planet berbentuk bulat sedangkan menurut John Kepler berbentuk *ellips* (bulat telur).⁹

Teori yang digunakan dalam kitab *al-Durru al-Anîq* adalah *heliosentris* karena menggunakan metode hisab kontemporer dalam menentukan jalur bayangan Bulan. Konsep tata surya berbeda dengan konsep dalam gerhana Matahari. Dalam gerhana Matahari yang menjadi pusat adalah Bumi, karena pengamat atau masyarakat bertempat tinggal di Bumi. Sehingga tidak bisa disamakan teori tata surya dengan teori gerhana. Dalam gerhana Matahari yang

⁸ Muh Nashirudin, *Kalender Hijriyah Universal*, Semarang : EL-WAFA, 2013, h. 120.

⁹ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis ...*, h.9.

digunakan adalah teori *geosentrik* untuk menentukan sirkulasi gerhana lokal (di suatu tempat) dan *toposentrik* dalam mengetahui parallaks atau posisi mar'i Bulan.¹⁰

Sedangkan teori yang digunakan untuk bentuk Bumi adalah ellipsoid.

2. Sumber data yang digunakan

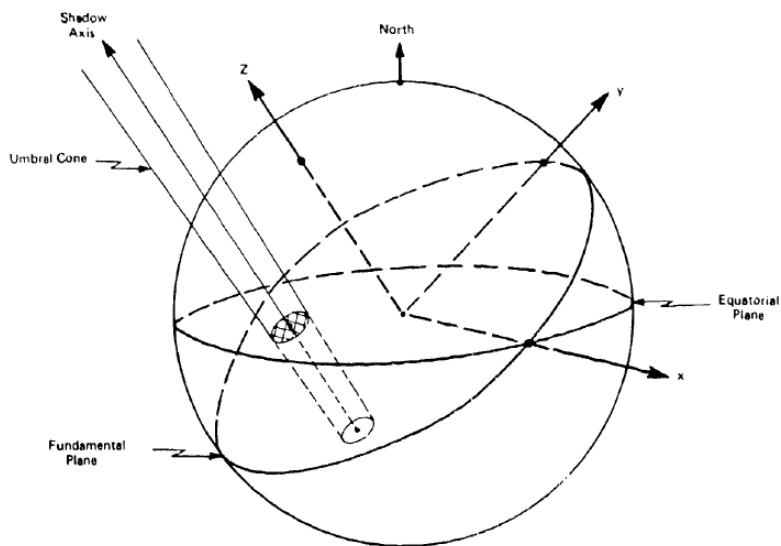
Metode hisab gerhana Matahari global sangat langka untuk didapatkan, kecuali hasil data perhitungan yang sudah berbentuk tabel dan peta jalur gerhana, seperti yang disediakan oleh NASA. Jean Meeus menulis buku yang berjudul "*Elements of Solar Eclipses 1951-2200*" menyediakan rumus gerhana Matahari sentral atau tipe gerhana total dan cincin saja sedangkan untuk gerhana sebagian tidak tersedia.¹¹

Salah satu data yang terdapat dalam kitab *al-Durru al-Anîq* adalah tabel *elemen besel* yang merupakan data penting untuk melakukan proses perhitungan gerhana Matahari. *Elemen besel* merupakan unsur-unsur penting yang digunakan

¹⁰ Anugraha, *Mekanika Benda Langit ...*, h. 30.

¹¹ Shodiq, "Studi Analisis Metode ...", h. 87.

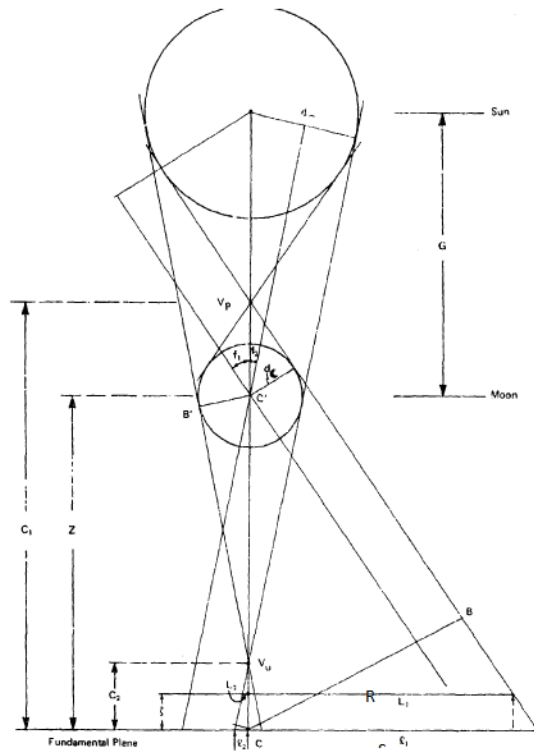
untuk menghitung gerhana Matahari yang menggunakan Bumi dalam bidang fundamental.¹²



Gambar 4.1. Fundamental Bumi¹³

¹² Hasil wawancara dengan KH. Ahmad Ghazali di pondok pesantren Al-Mubarak Lanbulan pada tanggal 28 Februari 2018.

¹³ Ilustrasi fundamental Bumi berdasarkan data *elemen besel* yang digunakan dalam gerhana Matahari global. Lihat Wentworth Williams, JR, dkk., *Prediction and Analysis of solar Eclipse Circumstances*, Massachusetts: Cambridge, 1971, h. 69.



Gambar 4.2. Umbral-Penumbaral¹⁴

Tabel *elemen bessel* yang terdapat dalam kitab *al-Durru al-Anîq* hanya menggunakan orde 0 dan orde 1. Tabel terdapat dalam jadwal *'awamil al-kusuf* yang memuat, bulan dan tahun hijriyah, tanggal,

¹⁴ Gambar tersebut sebagai ilustrasi area umbral dan penumbaral dalam bidang fundamental saat terjadi gerhana Matahari. Lihat Wentworth Williams, JR, dkk., *Prediction and Analysis of solar Eclipse Circumstances*, Massachusetts: Cambridge, 1971, h. 71.

bulan dan tahun masehi, TD¹⁵, tipe gerhana, dan *elemen besse*l.

Seyogyanya, dengan menggunakan jadwal '*awamil al-kusuf*' sudah bisa mengetahui jam¹⁶, tanggal, bulan dan tahun terjadinya gerhana Matahari. Namun hanya sebatas itu saja. Untuk mengetahui jalur gerhana yang akan dilewati memerlukan proses perhitungan dengan menggunakan rumus yang telah disediakan dalam kitab *al-Durru al-Anîq*.

Selain dalam kitab *al-Durru al-Anîq* yang menyediakan tabel *elemen besse*l terdapat dalam buku Jean Meeus *Elements of Solar Eclipses 1951-2200* dan *wabsite* NASA. Tabel *elemen besse*l yang disediakan oleh NASA menggunakan orde 0 sampai orde 3 seperti halnya *elemen besse*l-nya Jean Meeus, dan digit angka setelah koma rata-rata lebih banyak dari pada digit angka yang digunakan dalam kitab *al-Durru al-Anîq*.

Berikut perbandingan *elemen besse*l kitab *al-Durru al-Anîq*, NASA dan Jean Meeus adalah:

¹⁵ TD (*Dynamical Time*) adalah waktu seragam yang digunakan dalam kepentingan astronomis, dikarenakan rotasi Bumi tidak konstan sepanjang waktu. Lihat buku Muh Nashirudin, *Kalender Hijriyah Universal*, Semarang : EL-WAFA, 2013, h. 77.

¹⁶ Jam yang dimaksud di sini adalah jam TD.

Data *elemen besel* kitab *al-Durru al-Anîq* pada tanggal 09 Maret 2016:

A0	B0	d0	W0	R0	S0	Z0
A1	B1	d1	W1	R1	S1	Z1
- 0.06240	0.25389	- 4.37974	207.37224	0.538887	- 0.00723	0.00471
0.55020	0.17210	0.01589	15.00397	-0.00007	- 0.00007	0.00469

Tabel 4.1. *Elemen Bessel al-Durru al-Anîq*

Data *Elemen besel* NASA:¹⁷

N	x	y	d	l1	l2	μ	tan f
0	-0.0625250	0.2538360	- 4.3797202	0.5388680	- 0.0072340	207.37216 2	--
1	0.5502769	0.1721233	0.0158860	- 0.0000704	- 0.0000700	15.003970	0.0047087
2	0.0000047	0.0000171	0.0000010	- 0.0000128	- 0.0000127	--	0.0046852
3	-0.0000091	- 0.0000027	--	--	--	--	--

Tabel 4.2. *Elemen Bessel* NASA

Data *elemen besel* Jean Meeus:¹⁸

¹⁷ NASA, "Besselian Elements – Total Solar Eclipse of 2016 March 09", <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsearch/SEdata.php?Ecl=20160309>, diakses 18 Oktober 2018.

¹⁸ Jean Meeus, *Elements of Solar Eclipses 1951-2200*, Virginia: Willmann-Bell, Inc. 1989, h. 61.

N	X	Y	D	M	I1	I2	tan f
0	-0.062417	0.253690	-4.37971	207.3721 6	0.538861	- 0.007227	--
1	0.550276 9	0.172123 3	0.015886	15.00397 1	- 0.000070 4	- 0.000070 0	0.0047087
2	0.000004 7	0.000017 1	0.000001	--	- 0.000012 8	- 0.000012 7	0.0046852
3	- 0.000009 06	- 0.000002 75	--	--	--	--	--

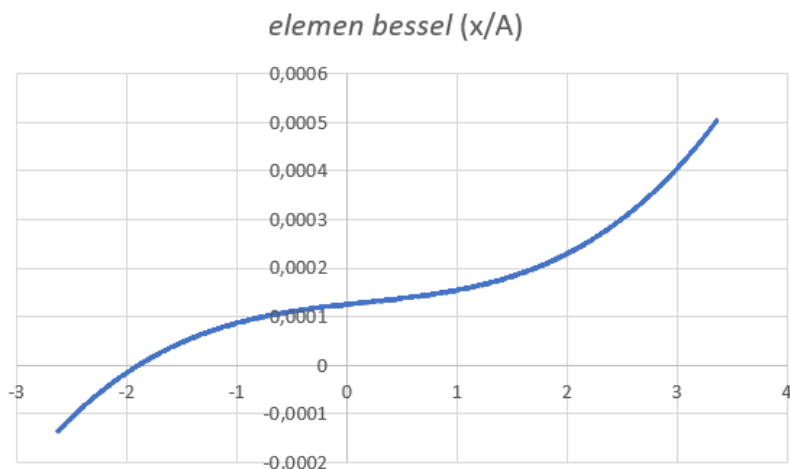
Tabel 4.3. *Elemen Bessel Jean Meeus*

Nilai *elemen besel* kitab *al-Durru al-Anîq* dengan *elemen besel* NASA dan Jean Meeus sedikit berbeda meskipun kecil. Dalam orde yang digunakan pun bebeda. Perbedaan ini akan mempengaruhi terhadap hasil hisab gerhana Matahari.

Data dari NASA dengan Jean Meeus cenderung sama. Sehingga penulis fokuskan data kitab dengan NASA sebagai perbandingan untuk mengetahui sejauh mana selisih atau pengaruh dari kedua data tersebut. Ada tiga komponen *elemen besel* yang akan dibandingkan yaitu, A (x), B (y), dan d, dimulai sejak awal penumbral (P1) sampai dengan akhir penumbral (P4). Untuk memudahkan

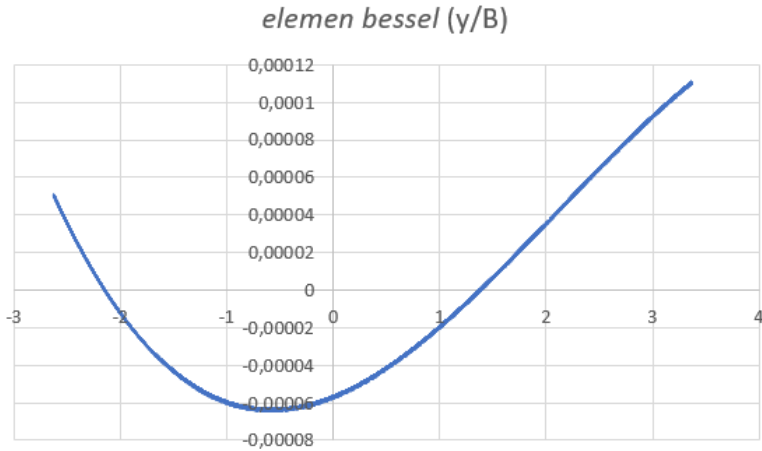
penulis menggunakan grafik yang diinput dari hasil perhitungan menggunakan program *microsoft excel*.

Pada tanggal 09 Maret 2016, terjadi gerhana Matahari sentral-total pada jam 2 TD. Kontak awal atau awal penumbral jam 23:19:19 UT sampai jam 04:34:59 UT pada kontak akhir atau akhir penumbral. Kurang lebih lama gerhana mulai kontak awal sampai akhir 05:15:40. Adapun grafik yang dihasilkan dari data di atas, seperti berikut:



Grafik 4.1. *Elemen Bessel* x/A ¹⁹

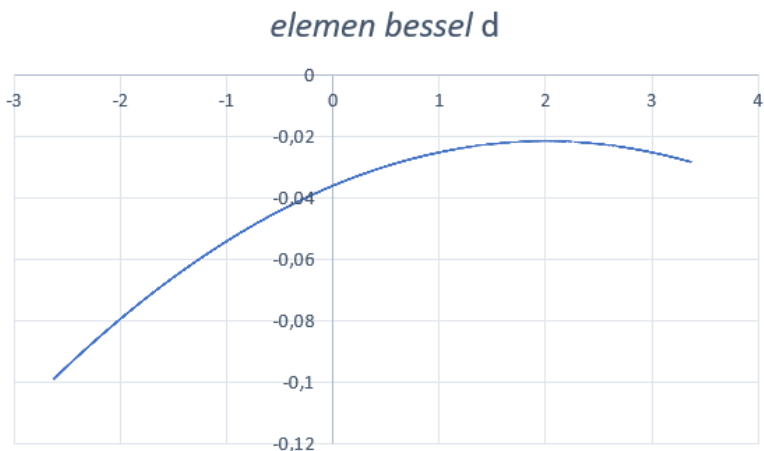
¹⁹ Grafik di dapat dari hasil perbandingan data *elemen* x_0 , x_1 , x_2 , dan x_3 (NASA) dengan A_0 dan A_1 (*al-Durru al-Anîq*), dari kedua data yang berbeda dicari selisih mulai dari kontak awal sampai kontak akhir gerhana



Grafik 4.2. *Elemen Bessel (y/B)*²⁰

Matahari sekitar 05:15:40, secara praktis langsung panulis bagi dua, yaitu 02:37:50 untuk awal gerhana dan 02:37:50 untuk akhir gerhana.

²⁰ Grafik di atas hasil dari perbandingan data *elemen* y_0 , y_1 , y_2 , dan y_3 (NASA) dengan B_0 dan B_1 (*al-Durru al-Anîq*), dari kedua data yang berbeda dicari selisih mulai dari kontak awal sampai kontak akhir gerhana Matahari sekitar 05:15:40, secara praktis langsung panulis bagi dua, yaitu 02:37:50 untuk awal gerhana dan 02:37:50 untuk akhir gerhana.



Grafik 4.3. *Elemen Bessel* d²¹

Dari perbandingan menggunakan grafik di atas bisa disimpulkan bahwa *elemen besse* yang digunakan oleh NASA dan kitab *al-Durru al-Anîq* berbeda. Jika dibandingkan dengan karya Jean Meeus *Elements of Solar Eclipses 1951-2200* pun berbeda.

Penggunaan lambang atau kode untuk *elemen besse* dalam kitab *al-Durru al-Anîq* dengan NASA berbeda, yaitu:

²¹ Grafik di atas hasil dari perbandingan data *elemen* d0, d1, dan d2 (NASA) dengan d0 dan d1 (*al-Durru al-Anîq*), dari kedua data yang berbeda dicari selisih mulai dari kontak awal sampai kontak akhir gerhana Matahari sekitar 05:15:40, secara praktis langsung panulis bagi dua, yaitu 02:37:50 untuk awal gerhana dan 02:37:50 untuk akhir gerhana.

Kitab	NASA	Pengertian
A0	x_0	Koordinat bujur bayangan bulan
A1	x_1	Perata gerak bujur bayangan bulan
B0	y_0	Koordinat lintang bayangan bulan
B1	y_1	Perata gerak lintang bayangan bulan
d0	d_0	Deklinasi bayangan bulan
d1	d_1	Perata gerak deklinasi bayangan bulan
W0	μ_0	Sudut waktu bayangan bulan
W1	μ_1	Perata gerak sudut waktu bayangan bulan
R0	$l_1 0$	Semidiameter penumbral bulan
R1	$l_1 1$	Perata gerak semidiameter penumbral bulan
S0	$l_2 0$	Semidiameter umbral bulan
S1	$l_2 1$	Perata gerak semidiameter umbral bulan
Z0	$\tan f_1$	Sudut penumbral bulan
Z1	$\tan f_2$	Sudut umbral bulan

Tabel 4.4. Istilah-istilah dalam *Ellemen Bessel*²²

²² Hasil wawancara dengan Ust. Ismail di rumahnya dusun Lanbulan pada tanggal 28 Februari 2018. Jam 07:25 WIB.

Selain *elemen besel*, harus mencari nilai delta T untuk mengetahui waktu terjadinya gerhana. Nilai delta T merupakan selisih dari waktu TD (*Dynamical Time*)²³ dengan waktu UT (*Universal Time*)²⁴. Perbedaan atau selisih antara TD dengan UT bersifat aritmatik (pendekatan). Rumus delta T yang terdapat dalam kitab *al-Durru al-Anîq* hampir sama dengan rumus delta T yang ada dalam *website* NASA <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/deltatpoly.html>.

Rumus delta T²⁵ dalam kitab *al-Durru al-Anîq* tersedia di cetakan kedua. Delta T bersifat pendekatan dikarekan pergerakan benda langit tidak tetap. Adapun rumus delta T dalam kitab *al-Durru al-Anîq* sebagai berikut:²⁶

²³ TD merupakan waktu seragam astronomi. Diperkenalkan karena rotasi Bumi tidaklah konstan sepanjang waktu, adakalanya perlahan-lahan melambat dan tidak teratur. Lihat Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, h. 20.

²⁴ UT atau Greenwich Civil Time yang biasa disebut GMT merupakan jenis waktu yang terkait dengan gerakan Matahari yang diamati di meridian Greenwich (bujur 0 derajat). Lihat Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, h. 20.

²⁵ Delta T adalah selisih besaran waktu antara waktu yang didasarkan pada putaran Bumi dengan waktu yang didasarkan pada gerak planet atau sebuah atom, hasil wawancara dengan KH. Ghozali, pada tanggal 28 Februari 2018.

²⁶ Ghozali, *al-Durru al-Anîq ...*, h. 8-10.

D = Tanggal Milady

M = Bulan Milady

Y = Tahun Milady

Tarikh Milady (TM)

$$TM = Y + (M - 1) / 12 + D / 365$$

Jika $TM \leq -500$

$$T = TM / 100 - 18.2$$

$$\Delta T = -20 + 32 T^2$$

Jika $TM > -500$ sampai 500

$$T = TM / 100$$

$$\Delta T = 10583.6 - 1014.41 T + 33.78311 T^2 - 5.952053 T^3 - 0.1798452 T^4 + 0.022174192 T^5 + 0.0090316521 T^6$$

Jika $TM > 500$ sampai 1600

$$T = TM / 100 - 10$$

$$\Delta T = 1574.2 - 556.01 T + 71.23472 T^2 + 0.319781 T^3 - 0.8503463 T^4 - 0.005050998 T^5 + 0.0083572073 T^6$$

Jika $TM > 1600$ sampai 1700

$$T = TM - 1600$$

$$\Delta T = 120 - 0.9808 T - 0.01532 T^2 + T^3 / 7129$$

Jika $TM > 1700$ sampai 1800

$$T = TM - 1700$$

$$\Delta T = 8.83 + 0.1603 T - 0.0059285 T^2 + 0.00013336 T^3 - T^4 / 1174000$$

Jika $TM > 1800$ sampai 1860

$$T = TM - 1800$$

$$\Delta T = 13.72 - 0.332447 T + 0.0068612 T^2 + 0.0041116 T^3 - 0.00037436 T^4 + 0.0000121272 T^5 - 0.0000001699 T^6 + 0.000000000875 T^7$$

Jika $TM > 1860$ sampai 1900

$$T = TM - 1860$$

$$\Delta T = 7.62 + 0.5737 T - 0.251754 T^2 + 0.01680668 T^3 - 0.0004473624 T^4 + T^5 / 233174$$

Jika $TM > 1900$ sampai 1920

$$T = TM - 1900$$

$$\text{Delta } T = -2.79 + 1.494119 T - 0.0598939 T^2 + 0.0061966 T^3 - 0.000197 T^4$$

Jika $TM > 1920$ sampai 1941

$$T = TM - 1920$$

$$\text{Delta } T = 21.2 + 0.84493 T - 0.0761 T^2 + 0.0020936 T^3$$

Jika $TM > 1941$ sampai 1961

$$T = TM - 1950$$

$$\text{Delta } T = 29.07 + 0.407 T - T^2 / 233 + T^3 / 2547$$

Jika $TM > 1950$ sampai 1986

$$T = TM - 1975$$

$$\text{Delta } T = 45.45 + 1.067 T - T^2 / 260 - T^3 / 718$$

Jika $TM > 1986$ sampai 2005

$$T = TM - 2000$$

$$\text{Delta } T = 63.86 + 0.3345 T - 0.060374 T^2 + 0.0017275 T^3 + 0.000651814 T^4 + 0.00002373599 T^5$$

Jika $TM > 2005$ sampai 2050

$$T = TM - 2000$$

$$\text{Delta T} = 62.92 + 0.32217 T + 0.005589 T^2$$

Jika $TM > 2050$ sampai 2150

$$T = (TM - 1820) / 100$$

$$\text{Delta T} = -20 + 32 T^2 - 0.5628 (2150 - TM)$$

Jika $TM > 2150$

$$T = (TM - 1820) / 100$$

$$\text{Delta T} = -20 + 32 T^2$$

Perbandingan nilai delta T dalam kitab *al-Durru al-Anîq* dengan NASA sebagai berikut:

Tanggal	<i>Al-Durru al-Anîq</i>	NASA	Selisih
09 Maret 2016	69.6	67.9	1.7
01 September 2016	69.8	68.1	1.7
15 Februari 2018	70.6	70.5	0.1
13 Juli 2018	70.8	70.8	0.0
20 April 2023	73.5	70.3	3.2

Tabel 4.5. Komparasi Delta T

Contoh di atas mengindikasikan bahwa delta T dalam kitab *al-Durru al-Anîq* dengan delta T NASA berbeda walaupun tipis.

Selain data *elemen bessel* dan delta T, terdapat kaidah-kaidah yang digunakan dalam rumus menghitung gerhana Matahari global, yaitu:

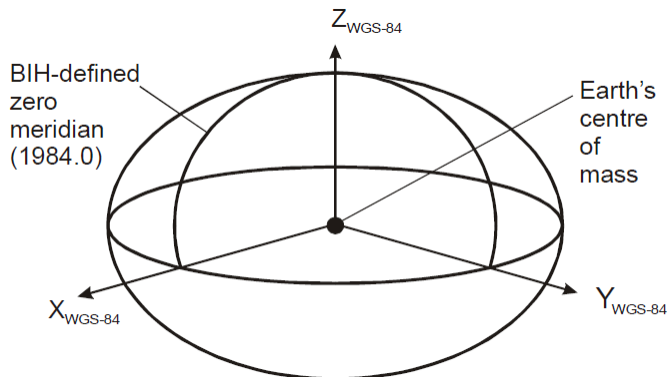
- a. Kaidah (a)²⁷ = 6378137
- b. Kaidah (b)²⁸ = 6356752
- c. Kaidah (c) = 0.0066944782

Nilai kaidah-kaidah di atas bersumber dari *World Geodetic System - 1984* yang dikenal dengan sebutan WGS-84 yang menjadi acuan bentuk ellipsoid Bumi sampai saat ini. Teori geodesi terlihat pada system yang digunakan oleh GPS dan software GE.²⁹

²⁷ Kaidah ini merupakan semi mayor axis ellipsoid (radius equator). Lihat karya KH. Ahmad Ghozali, *Jami'u al-Adillah ila Ma'riti Simt al-Qiblah*, Sampang: LAFAL (Lajnah Falakiyan Lanbulan), 2017, h. 113.

²⁸ Kaidah b adalah semi minor axis ellipsoid (radius pole). Lihat karya KH. Ahmad Ghozali, *Jami'u al-Adillah ila Ma'riti Simt al-Qiblah*, Sampang: LAFAL (Lajnah Falakiyan Lanbulan), 2017, h. 113.

²⁹ Anisah Budiwati, "Tongkat *Istiwa'*, *Global Positioning System* (GPS) dan *Google Earth* untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat", dalam *al-Ahkam*, XXVI, Nomor 1, April 2016, h. 89.



Gambar 4.3. *Ellipsoid Bumi*³⁰

Kaidah c merupakan besaran sferoid Bumi (e^2), cara mendapatkan nilai e^2 dengan persamaan berikut:

$$a \text{ (jejari equator Bumi)} = 6378137 \text{ meter}$$

$$b \text{ (jejari kutub Bumi)} = 6356752 \text{ meter}$$

$$f \text{ (kegepangan)} = (a - b) / a \rightarrow 0.00335285993$$

$$e^2 \text{ (ellipticity)} = (2f - f^2) \rightarrow 0.0066944782$$

³⁰ Gambar ellipsoid Bumi berdasarkan WGS-84. Lihat jurnal International Civil Aviation Organization (ICAO), *World Geodetic System – 1984 (WGS-84) Manual*, 2nd edition, 2002, chapter 3, h. 3.

Tabel ellipsoid Bumi:³¹

Sumber Ellipsoid	(a) Meter	(1/f) ³²
Geodetic Reference System 1980	6378137	298.257222101
WGS-84	6378137	298.257223563
WGS-72	6378135	298.26
WGS-66	6378145	298.25
WGS-60	6378165	298.3
IAG 1975	6378140	298.256
IAU 1976	6378140	298.257
IAU 1964	6378160	298.25

Tabel 4.6. *Ellipsoid Bumi*

3. Analisis proses perhitungan

Terdapat beberapa rumus yang mirip dalam kitab *al-Durru al-Anîq* dengan buku *Elements of Solar Eclipses 1951-2200* karya Jean Meeus. Penulis sengaja menggunakan perbandingan dari ke dua rumus tersebut dikarenakan NASA tidak menyediakan rumus gerhana Matahari global dan Jean Meeus juga termasuk dari bagian refrensi NASA, selain itu juga F. Espenak.

³¹ Ahmad Ghozali, *Jami'u al-Adillah ila Ma'riti Simt al-Qiblah*, Sampang: LAFAL (Lajnah Falakiyan Lanbulan), 2017, h. 113.

³² Flattening (penggepengan) ellipsoid.

Lambang yang digunakan dalam perhitungan gerhana Matahari global banyak yang berbeda, seperti halnya lambang yang digunakan pada *elemen bessele*. Ada beberapa rumus yang penulis bandingkan antara kitab *al-Durru al-Anîq* dengan buku *Elements of Solar Eclipses 1951-2200*, sebagai berikut:

<i>Al-Durru al-Anîq</i>	Jean Meeus
$A = A_0 + A_1 t m$	$x = x_0 + x_1 t + x_2 t^2 + x_3 t^3$
$\rho_0 = (1 - c \cos d)^{0.5}$	$\omega = 1 / \sqrt{1 - 0.006694385 \cos^2 d}$
$y_1 = B / \rho_0$	$y_1 = \omega Y$
$z = (1 - A^2 - y_1^2)^{0.5}$	$B = \sqrt{1 - x^2 - y_1^2} - 0$
$\phi_1 = \sin^{-1}(y_1 \cos d_1 + z \sin d_1)$	$\sin \phi_1 = B b_1 + y_1 b_2$
$\phi = \tan^{-1}((a / b) \tan \phi_1)$	$\tan \phi = 1.00336409 \tan \phi_1$
$\lambda = \theta - W + 0.004178$ Delta T	$\lambda = M - H - 0.00417807$ ΔT
$n_1 = ((A_1 - \xi)^2 + (B_1 - \eta)^2)^{0.5}$	$n = \sqrt{a^2 + b^2} - 0$

$\frac{\text{Lama}^{33} = \text{abs}(2 L_1)}{n_1}$	$\text{Duration}^{34} = 7200 L_2' / n$
$k = (z^2 + (A (A1 - \xi') + B (B1 - \eta'))^2 / n_1^2)^{0.5}$	$K^2 = B^2 + (X a + Y b)^2 / n^2$
$\frac{\text{Lebar} = (2 a_1 \text{abs}(L_1))}{k}$	$\text{Width}^{35} = 12756 L_2 / K$

Tabel 4.7. Komparasi Algoritma

Ada beberapa algoritma dalam kitab *al-Durru al-Anîq* yang hampir sama dengan buku Jean Meeus *Elements of Solar Eclipses 1951-2200*. Menurut penulis, hal tersebut sangat wajar di karenakan inti dari rumus dasar trigonometri sama.

Proses dan data-data di atas menjadi penguat bahwa metode hisab gerhana Matahari global termasuk hisab *haqiqi*³⁶ karena proses perhitungan dan koreksinya sangat menentukan tingkat akurasi. Dalam hisab *haqiqi* terdapat tiga kelompok, yaitu:³⁷

³³ Dalam satuan jam.

³⁴ Dalam satuan detik.

³⁵ Satuan dinyatakan dalam km. Nilai 12756 adalah diameter di katulistiwa Bumi. Hasil diskusi dengan Andi Pangeran, tgl 15 Juli 2018.

³⁶ Hisab *haqiqi* adalah perhitungan benda-benda langit berdasarkan gerak benda-benda langit serta memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengannya. Lihat *Kamus Ilmu Falak*, karya Muhyidin Khazin, h. 38.

³⁷ Nashirudin, *Kalender Hijriyah Universal ...*, h. 125-129.

a. Hisab *haqiqi taqribi*

Hisab haqiqi taqribi adalah metode perhitungan dengan menggunakan teori ptolomy, yaitu teori geosentris yang meyakini Bumi sebagai pusat tata surya, sehingga semua planet dan Matahari mengelilingi Bumi. Dalam hisab ini yang menjadi rujukan seperti tabel astronomi Ulugh Bek as-Samarkandi.

Perhitungan hisab *haqiqi taqribi* berpangkal pada waktu *ijtima'* (konjungsi) rata-rata, kemudian memberikan koreksi-koreksi yang dipergunakan terhadap saat *ijtima'* rata-rata.

b. Hisab *haqiqi tahqiqi*

Hisab haqiqi tahqiqi adalah metode perhitungan yang telah menggunakan teori-teori astronomi modern, matematika, dan hasil observasi baru. Metode ini banyak mengacu pada data astronomi *al-Matla' al-Sa'id fi Hasibat al-Kawakib 'Ala Rasd al-Jadid* karya Syekh Husain Zaid, seorang ahli astronomi dan falak dari mesir.

c. Hisab *haqiqi tadqiqi*

Hisab haqiqi tadqiqi atau hisab kontemporer adalah metode perhitungan yang sama dengan hisab haqiqi tahqiqi, tetapi koreksinya jauh lebih teliti. Metode ini mengacu pada data astronomi

kontemporer yang selalu diperbaharui dan dikoreksi oleh temuan-temuan terbaru. Lembaga-lembaga astronomi di Indonesia, seperti Planetarium, Observatorium Bosscha ITB, dan Badan Metereologi dan Geofisika.

B. Analisis Akurasi Metode Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab *al-Durru al-Anîq*

Hisab gerhana Matahari global sama dengan hisab awal bulan hijriyah, awal waktu shalat dan hisab-hisab yang lain, termasuk hipotesis, sedangkan verifikasi atau pembuktiannya adalah observasi. Dalam acuan akurasi hisab atau perhitungan mempunyai acuan masing-masing.

Dalam gerhana Matahari global, acuan yang digunakan oleh penulis adalah NASA. NASA tidak menyediakan algoritma gerhana Matahari global, sehingga penulis menggunakan buku Jean Meeus sebagai acuan rumus atau algoritmanya. Dari penjelasan di atas dapat di simpulkan bahwa data yang digunakan dalam kitab *al-Durru al-Anîq* ada beberapa yang mirip dengan buku Jean Meeus.

Perbedaan beberapa data akan menjadi faktor selisih hasil akhir. Penulis memberikan beberapa contoh hasil perhitungan dengan menggunakan kitab *al-Durru al-Anîq* dengan acuan hasil hisab NASA yang terdapat dalam

websitenya. Berikut contoh hisab gerhana Matahari global:

- Gerhana Matahari sentral-total (total/t) pada tanggal 09 Maret 2016

Phase Gerhana	<i>Al-Durru al-Anîq</i>	NASA	Selisih
Awal Penumbral (P1)	23:19:19.0	23:19:20.4	01.4 ^d
Awal Umbral (U1)	00:16:38.9	00:15:57.3	41.6 ^d
Awal Sentral (U2)	00:16:40.6	00:17:29.9	49.3 ^d
Puncak Gerhana	01:57:09.0	01:57:11.5	02.5 ^d
Akhir Sentral (U3)	03:37:37.3	03:36:45.1	52.2 ^d
Akhir Umbral (U4)	03:37:39.0	03:38:20.7	41.7 ^d
Akhir Penumbral (P4)	04:34:59.0	04:34:55.4	03.6 ^d

Tabel 4.8. Komparasi Hasil Hisab

Puncak gerhana Matahari (*Greatest Eclipse*):

Data	<i>Al-Durru al-Anîq</i>	NASA	Selisih

Lintang	10 ⁰ 07' 21''	10 ⁰ 07' 18''	00 ⁰ 00' 03''
Bujur	148 ⁰ 48' 11''	148 ⁰ 47' 36''	00 ⁰ 00' 35''
Magnitude	1.045	1.045	00
Lebar (km)	155.1	155.1	00
Lama Sentral	00:04:09.4	00:04:09.5	00.01 ^d

Tabel 4.9. Komparasi Hasil Hisab

Selisih dari kedua hasil hisab di atas dapat disimpulkan bahwa, selisih untuk waktu terjadinya gerhana terbilang kecil karena hanya di detik (01.4^d s/d 52.2^d). Sedangkan koordinat *greatest eclipse* pun sama, selisih hanya di detik busur (03'' untuk lintang dan 35'' untuk bujur).

- Gerhana Matahari sentral-cincin (annular/r) pada tanggal 01 September 2016

Phase Gerhana	<i>Al-Durru al-Anîq</i>	NASA	Selisih
Awal Penumbral (P1)	06:13:03.2	06:13:08.3	05.1 ^d
Awal Umbral (U1)	07:19:03.3	07:17:49.6	01 ^m 13.7 ^d
Awal Sentral	07:19:10.0	07:20:37.0	01 ^m

(U2)			12.2 ^d
Puncak Gerhana	09:06:51.8	09:06:53.9	02.1 ^d
Akhir Sentral (U3)	10:54:33.5	10:53:00.5	01 ^m 33 ^d
Akhir Umbral (U4)	10:54:40.2	10:55:53.7	01 ^m 13.5 ^d
Akhir Penumbral (P4)	12:00:40.3	12:00:40.5	00.2 ^d

Tabel 4.10. Komparasi Hasil Hisab

Puncak gerhana Matahari (*Greatest Eclipse*):

Data	<i>Al-Durru al-Anîq</i>	NASA	Selisih
Lintang	-10 ⁰ 40' 51''	-10 ⁰ 40' 54''	00 ⁰ 00' 03''
Bujur	37 ⁰ 46' 13''	37 ⁰ 45' 42''	00 ⁰ 00' 31''
Magnitude	0.974	0.974	00
Lebar (km)	99.9	99.7	00.2
Lama Sentral	00:03:05.8	00:03:05.6	00.02 ^d

Tabel 4.11. Komparasi Hasil Hisab

Selisih dari kedua hasil hisab di atas dapat disimpulkan bahwa, selisih untuk waktu terjadinya gerhana terbilang besar karena sudah di menit (01^m 12.2^d s/d 01^m

33^d) kecuali waktu awal/akhir penumbral dan puncak gerhana (00.2^d s/d 05.1^d). Sedangkan koordinat *greatest eclipse* terbilang kecil (03'' lintang dan 31'' bujur) karena selisih waktunya kecil.

- Gerhana Matahari sebagian (partial/p) pada tanggal 13 Juli 2018

Phase Gerhana	<i>Al-Durru al-Anîq</i>	NASA	Selisih
Awal Penumbral (P1)	01:48:22.9	01:48:17.5	05.4 ^d
Puncak Gerhana	03:01:05.1	03:01:02.4	02.7 ^d
Akhir Penumbral (P4)	04:13:47.3	04:13:43.1	04.2 ^d

Tabel 4.12. Komparasi Hasil Hisab

Puncak gerhana Matahari (*Greatest Eclipse*) jatuh di koordinat $\lambda = 127^{\circ} 28' 54''$, $\phi = -67^{\circ} 55' 34''$ (*al-Durru al-Anîq*). Dari contoh tersebut selisih antara keduanya terbilang kecil karena hanya di detik (02.7^d s/d 05.4^d).

- Gerhana Matahari cincin-total (hybrid/rt) tanggal 20 April 2023

Phase Gerhana	<i>Al-Durru al-Anîq</i>	NASA	Selisih
----------------------	--------------------------------	-------------	----------------

Awal Penumbra (P1)	01:34:08.1	01:34:15.8	07.7 ^d
Awal Umbral (U1)	02:36:33.7	02:36:56.2	22.5 ^d
Awal Sentral (U2)	02:36:52.7	02:37:03.0	10.3 ^d
Puncak Gerhana	04:16:41.8	04:16:37.5	04.3 ^d
Akhir Sentral (U3)	05:56:30.9	05:56:23.1	07.8 ^d
Akhir Umbral (U4)	05:56:49.9	05:56:35.2	14.7 ^d
Akhir Penumbra (P4)	06:59:15.5	06:59:13.5	02 ^d

Tabel 4.13. Komparasi Hasil Hisab

Puncak gerhana Matahari (*Greatest Eclipse*):

Data	<i>Al-Durru al-Aniq</i>	NASA	Selisih
Lintang	-09 ⁰ 35' 46''	-09 ⁰ 35' 24''	00 ⁰ 00' 22''
Bujur	125 ⁰ 47' 41''	125 ⁰ 48' 24''	00 ⁰ 00' 43''
Magnitude	1.013	1.013	00
Lebar (km)	48.9	49.0	00.1

Lama	00:01:15.9	00:01:16.1	00.02 ^d
Sentral			

Tabel 4.14. Komparasi Hasil Hisab

Selisih dari kedua hasil hisab di atas dapat disimpulkan bahwa, selisih waktu terjadinya gerhana terbilang kecil karena hanya di detik (02^d s/d 22.5^d). Sedangkan koordinat *greatest eclipse* pun sama, selisih hanya di detik busur (22'' untuk lintang dan 43'' untuk bujur).

Selisih dari beberapa contoh di atas bervariasi mulai detik sampai menit yang paling besar. Selisih terkecil dari contoh di atas adalah 00.2^d dan terbesar 01^m 33^d untuk waktu gerhana. Adapun untuk koordinat *greatest eclipse* 00^o 00' 03'' s/d 00^o 00' 43''. Dari selisih tersebut menurut penulis sangatlah wajar karena dari sekian banyak data yang digunakan dalam kitab *al-Durru al-Anîq* dan NASA banyak yang berbeda.

Kelebihan dari metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq* adalah rumus yang simpel mudah di gunakan dalam berbagai alat hitung seperti kalkulator, data-data yang digunakan tidak jauh berbeda dengan data NASA, dan akurasi tinggi pada fase gerhana penumbral dan puncak gerhana. Adapun yang perlu dikembangkan dari metode tersebut terletak pada

fase gerhana umbral dan sentral. Namun secara keseluruhan berdasarkan beberapa contoh di atas metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq* terbilang cukup akurat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Penjelasan materi dan analisis dari bab-bab sebelumnya, penulis menyimpulkan sebagai jawaban dari rumusan masalah bahwa:

1. Metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-anîq* yang merupakan hasil ikhtiar KH. Ahmad Ghozali termasuk hisab kontemporer karena telah menggunakan teori-teori astronomi modern, yaitu bentuk Bumi *ellipsoid* mengacu pada WGS-84, Bumi dalam bidang fundamental, dan *elemen besse* yang hasilnya hampir sama dengan NASA. Terdapat dua macam data yang diperlukan sebelum masuk ke rumus gerhana Matahari global, yaitu a) data yang sudah jadi (*elemen besse*), b) data mentah (data yang harus dihitung yaitu delta T). Selain kedua data tersebut ada beberapa kaidah-kaidah yang menggambarkan bentuk Bumi berdasarkan WGS-84 dan nilai konstan yang sudah disediakan dalam kitab. Teori yang digunakan adalah *heliosentris* karena menggunakan metode hisab kontemporer dalam menentukan jalur bayangan Bulan. Selain itu juga menggunakan teori *geosentris* untuk menentukan

sirkulasi gerhana lokal dan teori *toposentris* dalam mengetahui parallaks atau posisi *mar'i* Bulan. Adapun bentuk Bumi yang digunakan adalah ellipsoid dalam bidang fundamental yang disajikan pada *elemen besel*.

2. Hasil perhitungan berdasarkan contoh-contoh di bab sebelumnya yang diambil dari gerhana Matahari yang telah dan akan terjadi dari berbagai tipe gerhana terbilang cukup akurat. Acuan akurasi yang digunakan adalah hasil hisab dari NASA dengan selisih berkisar 00.2^d s/d $01^m 33^d$ untuk waktu secara keseluruhan. Sedangkan koordinat *greatest eclipse* berkisar $00^0 00' 03''$ s/d $00^0 00' 43''$.

B. Saran-saran

1. Perhitungan gerhana yang terdapat dalam kitab *al-Durru al-Anîq* merupakan perhitungan yang sangat lengkap, mulai dari mencari waktu, koordinat setiap faase gerhana, altitude, azimuth, magnitude, lebar dan lama gerhana. Karena ini merupakan gerhana global sehingga membutuhkan observasi disemua titik untuk mengetahui real akurasi. Penulis hanya mengalisis berdasarkan rumus dan hasil akhir yang didapat.
2. Akurasi dari setiap fase gerhana berbeda-beda, untuk fase puncak gerhana merupakan akurasi tertinggi setelah fase penumbral. Fase umbral dan sentral

memerlukan koreksi tambahan supaya akurasiya lebih tinggi.

C. Penutup

Alhamdulillah, bersyukur kepada Allah SWT. yang telah memberikan nikmat yang sangat besar, sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian sebagai tugas akhir. Dengan keterbatasan penulis sadar atas kualitas hasil penelitian yang sedikit banyak pasti ada kekurangannya. Semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi penulis dan seluruh umat, khususnya pencinta ilmu falak.

Penulis sangat berharap kritik dan saran yang konstruktif sebagai pedoman kedepannya agar supaya lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Buku :

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

Ariasti, Adriana Wisni, dkk, *Perjalanan Mengenal Astronomi*, Bandung: Penerbit ITB, 1995.

Az-Zuhaili, Wahbah, *Fiqih Islam Wa Adillatuhu*, Terj. Abdul Hayyie al-Kattani, dkk. jilid 2, Jakarta: Gemi Insani, Cet. I, 2010.

Ash-Shiddieqy, Teungku Muhammad Hasbi, *Koleksi Hadits-hadits Hukum*, jilid 2, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2011.

Ath-Thabari, Abu Ja'far Muhammad bin Jarir, *Tafsir Ath-Thabari*, Terj. Misbah, dkk. jilid 22, Jakarta: Pustaka Azzam, 2009.

Asy-Syafi'i, Imam, *Al- Umm*, Terj. Misbah, jilid 3, Jakarta: Pustaka Azzam, 2014.

Al-Farran, Ahmad Musthafa, *Tafsir Imam Syafi'I*, jilid 3, Jakarta Timur: Almahira, Cet. I, 2008.

Al-Maliki, 'Alawi 'Abbas, Hasan Sulaiman al-Nuri, *Ibanatu al-ahkam*, jilid 3, al-Haramain, th.

Al-bani, Muhammad Nashiruddin, *Ringkasan Shahih Bukhari*, Terj. Asep Saefullah, Kamaluddin

- Sa'adiyatulharamain, jilid 2, Jakarta: Pustaka Azzam, Cet. IV, 2012.
- Al-Hajjaj, Abi Al-Husain Muslim bin, *Shahih Muslim*, juz 2, Bayrut: Daru al-Kutub al-'Ilmiyah, Cet. I, 1992.
- An-Nawawi, Imam, *Shahih Muslim bi Syarh An-Nawawi*, Terj. Djunaedi Soffandi, Jakarta: Pustaka Azzam, Cet. I, 2010.
- Bassam, Abdullah Alu, *Fiqih Hadits Bukhari-Muslim*, Jakarta: Ummul Qura, Cet. I, 2013.
- Bashori, Muhammad Hadi, *Pengantar Ilmu Falak*, Jakarta Timur: Pustaka Al-Kautsar, 2015.
- El-Moeid, Ibnu Zahid Abdo, "Gerhana Matahari Metode al-Durru al-Anieq", dalam *Acara Temu Kerja Ahli Hisab Rukyat Se-Jawa Timur Tahun 2014*, Jombang, 1-3 Mei 2014.
- Ghozali, Ahmad, *Al-Durru Al-Aniq*, Sampang: LAFAL (Lajnah Falakiyah Lanbulan), Cet. II, 1437 H.
- _____, *Jami'u al-Adillah ila Ma'riti Simt al-Qiblah*, Sampang: LAFAL (Lajnah Falakiyan Lanbulan), 2017.
- Hambali, Slamet, *Pengantar Ilmu Falak*, Yogyakarta: Bismillah Publisher, 2012.
- Hodijah, Siti, "Kajian Teoretis dan Komputasi Gerhana Matahari Total Menggunakan Software Matlab", Skripsi, Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2016.

- Izzuddin, Ahmad, *Ilmu Falak Praktis; metode hisab-rukyat praktis dan solusi permasalahannya*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, Cet. II, 2012.
- Isma'il, Abi 'Abdillah Muhammad bin, *Shahih al-Bukhari*, juz 2, Bayrut: Daru al-Kutub al-'Ilmiyah, Cet. I, 1992.
- Khazin, Muhyiddin, *Kamus Ilmu Falak*, Jokjakarta: Buana Pustaka, 2005.
- _____, *Ilmu Falak; dalam teori dan praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- Kuntjojo, *Diktat Metodologi Penelitian*, Kediri, 2009.
- Lukman, "Studi Analisis Rashdul Kiblat Bulan dalam Kitab Jami'u al-Adillah karya KH. Ahmad Ghozali", Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2016.
- Maghfur, Ahmad Ma'ruf, "Studi Analisis Hisab Gerhana Bulan dan Matahari dalam Kitab Fath al-Ra'uf al-Mannan", Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2012.
- Mukarromah, Ilmi, KH. Ahmad Ghozali; Penghidup Ilmu Falak Masa Kini, dalam Majalah Zenith edisi XI / tahun V / April 2014.
- Meeus, Jean, *Elements of Solar Eclipses 1951-2200*, Virginia: Willmann-Bell, Inc. 1989.
- Nashirudin, Muh, *Kalender Hijriyah Universal*, Semarang : EL-WAFA, 2013.

- Qudamah, Ibnu, *Al Mughni*, Terj. Amir Hamzah, jilid 3, Jakarta: Pustaka Azzam, Cet. I, 2007.
- Ramdhan, Purkon Nur, “Studi Analisis Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghozali dalam Kitab al-Irsyaad al-Muriid”, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2012.
- Shodiq, Jafar, “Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit”, Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2016.
- Setiadi, Yadi, “Akurasi Perhitungan Terjadinya Gerhana dengan Rubu’ al-Mujayyab”, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2012.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan; Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2012.
- Sujarweni, V. Wiratna, *Metodologi Penelitian Lengkap, Praktis, dan Mudah Dipahami*, Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2014.
- Sukarni, “Metode Hisab Gerhana Bulan Ahmad Ghozali dalam Kitab Irsyad al-Murid”, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2014.
- Shodiq, Jafar, “Studi Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari Menurut Rinto Anugraha dalam Buku

- Mekanika Benda Langit”, Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2016.
- Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, *Panduan Hisab Muhammadiyah*, Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, Cet. II, 2009.
- Tim Penulis Panduan Ujian Komprehensif S1, *Buku panduan Ujian Komprehensif S1*, Semarang: Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo, 2017.
- Umam, Khotibul, “Analisis Metode Hisab Gerhana Matahari dalam Kitab Irsyadu al-Murid”, Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2014.
- UPT Observatorium Bosscha Institut Teknologi Bandung, *Perjalanan Mengenal Astronomi*, Bandung: ITB, 1995.
- Williams, Wentworth, JR, dkk., *Prediction and Analysis of solar Eclipse Circumstances*, Massachusetts: Cambridge, 1971.

Jurnal :

- Hambali, Slamet, “Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus”, dalam *al-Ahkam*, XXIII, edisi 2 Oktober 2006,
- International Civil Aviation Organization (ICAO), *World Geodetic System – 1984 (WGS-84) Manual*, 2nd edition, 2002.

Wawancara :

Wawancara dengan KH. Ahmad Ghozali di Pondok Pesantren Al-Mubarak Lanbulan pada tanggal 27-28 Februari 2018.

Wawancara dengan Ust. Ismail di rumahnya dusun Lanbulan pada tanggal 28 Februari 2018.

Wawancara dengan Uts. Su'udi di kantor Lajnah Falakiyah Lanbulan pada tanggal 27 Februari 2018.

Internet :

Jamaluddin, Thomas, “Memahami Gerhana Matahari dan Gerhana Bulan”, <https://tdjamaluddin.wordpress.com/>, diakses 03 Februari 2018.

J. Giesen, “Moon Distance”, <http://jgiesen.de/moondistance/index.htm> , diakses 14 Januari 2019.

NASA, “Besselian Elements – Total Solar Eclipse of 2016 March 09”, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsearch/SEdata.php?Ecl=20160309>, diakses 18 Oktober 2018.

_____, “When the Earth, Moon and Sun Align”,
https://blogs.nasa.gov/Watch_the_Skies/2017/07/07/when-the-earth-moon-and-sun-align/ diakses 15 April 2018.

Physics Fun Week, “Gerhana Matahari Tahun 2016”
<https://physicsfunweek.wordpress.com/2016/03/07/gerhana-matahari-tahun-2016/> diakses 16 Oktober 2018.

Ricky Leon Murphy, “Solar Eclipse”,
<http://astronomyonline.org/SolarSystem/SolarEclipse.asp> , diakses 20 September 2018.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Khotibul Umam
Tempat/Tanggal lahir : Sumenep, 09 Februari 1994
Nama orang tua : Ach. Munasit, Khalilah
Alamat asal : Dusun Tambak, RT/RW 08/04, Desa
Pakamban Daya, Kec. Pragaan, Kab.
Sumenep Madura Jawa Timur
Alamat sekarang : Perumahan Permata Ngaliyan no. 38B
Rt/Rw 11/03
Email : khotib94.umam@gmail.com
No. Hp : 082 334 121 730

Jenjang Pendidikan :

A. Formal

1. TK / TPA Bustanul Ulum (1999-2002)
2. MI Bustanul Ulum (2002-2008)
3. MTs Bustanul Ulum (2008-2011)
4. MA Bustanul Ulum (2011-2014)
5. UIN Walisongo Semarang (2014-2018)

B. Non Formal

1. Madrasah Diniyah Bustanul Ulum (2005-2011)
2. Pondok Pesantran Mambaul Ulum Bata-Bata
(2011-2014)

3. FB (Fakiyah Bata-Bata) (2011-2014)
4. Brilians English Course Pare (2015)
5. Kursus B. Arab di WLC (2015)
6. EL-FAST Pare (Toefl) (2016)
7. Kursus IMKA di WLC (2017)

Pengalaman Organisasi :

1. Wakil Ket. OSIS Bustanul Ulum (2008-2009)
2. Ketua Pramuka Bustanul Ulum (2010-2011)
3. Pengurus FB (Falakiyah Bata-Bata) (2011-2013)
4. Ketua FB (Falakiyah Bata-Bata) (2013-2014)
5. Pengurus HMJ Ilmu Falak (2015-2016)
6. Ketua Bidik Misi Angkatan 2014 (2017-2018)
7. Pengurus KALAM BMC Walisongo (2018)

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Hisab Gerhana Matahari Global al-Durru al-Anîq

HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL													
Metode Kitab Al-Durru Al-Aniq													
هجري شهر	سنة	ميلادي			ساعة	نوع	A0	B0	d0	W0	R0	S0	Z0
		تاريخ	شهر	سنة									
5	1437	9	3	2016	2	t	-0.0624000	0.2538900	-4.3797400	207.3722400	0.5388700	-0.0072300	0.0047100
							0.5502000	0.1721000	0.0158900	15.0039700	-0.0000700	-0.0000700	0.0046900
												Delta T	69.6

1. puncak gerhana global

a. Menentukan waktu teerjadinya puncak gerhana global

1)	A0	-0.06240		
2)	B0	0.25389		
3)	M	346.1917776	-13.8082	
4)	m	0.261445773		
5)	A1	0.55020		
6)	B1	0.17210		
7)	N	72.63056004	72.63056	
8)	n	0.576488031		
9)	tm	-0.028170045		
10)	SWK	1.952496622	01 : 57 : 08.99	UT
11)	R	0.538871972		
12)	S	-0.007228028		

b. Menentukan tipe dan jenis gerhana

Sentral-Total

c. Menentukan posisi koordinat tempat saat tengah gerhana global

1)	a	6378137		
2)	b	6356752		
3)	c	0.006694478		
4)	A	-0.077899159		
5)	B	0.249041935		
6)	d	-4.380187622		

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

Sentral

1)	h	74.80908		74° 48' 32.70"
2)	x	-0.24988		
3)	y	0.078892		
4)	Az	162.478	-17.52198	162° 28' 40.89"

Non Sentral

1)	h	9.54E-15		00° 00' 00.00"
2)	x	-0.24996		
3)	y	0.968257		
4)	Az	104.4749	-75.52506	104° 28' 29.78"

e. Menentukan lama total/cincin

1)	ζ	0.965248		
2)	ξ'	0.257011		
3)	η'	0.00129		
4)	n ₁	0.339317		
5)	L ₁	-0.01176		
6)	Lama	0.069287	00 : 04 : 09.43	

f. Menentukan lebar dalam kilometer

1)	a ₁	6378.137		
2)	k	0.966883		
3)	Lebar	155.0864		

7) W

206.9495775

8) ρ0

0.996656949

9) d1

-4.394865549

10) ρ1

0.999980475

11) d2

-4.365558335

12) γ1

0.249877288

a) Gerhana Sentral

1 z

0.965139

2 φ1

10.08938

3 φ

10.12262

4 x2

0.981449

5 θ

355.4619

6 λ

148.8031

148.8031

148° 48' 11.05"

b) Gerhana Non Sentral

1 m1

0.261738

2 x1

-0.29762

3 y2

0.954684

4 φ1

72.15267

5 φ

72.20873

6 x2

0.073157

7 θ

283.8098

-76.19019

8 λ

77.15102

77.15102

77° 09' 03.69"

g. Menentukan magnitudo

1) Gerhana Sentral

a) L₂

0.534326

b) Mag

1.044989

2) Gerhana Non Sentral

a) ρ

0.998882

b) Δ

-0.737437

c) Mag

2.39978

2. Awal dan Akhir Penumbra					
a. Menentukan saat awal dan akhir penumbra					
1)	wp	-9.784071			
2)	tp	2.630365			
3)	tmp1	-2.658735			
4)	tmp2	2.602395			
5)	Awal penumbra	23.32193	23 : 19 : 18.95		
6)	Akhir penumbra	4.583062	04 : 34 : 59.02		

b. Menentukan koordinat tempat saat awal penumbra					
1)	A	-1.525236			
2)	B	-0.203678			
3)	d	-4.421987			
4)	W	167.4807			
5)	d ₁	-4.436804			
6)	ρ ₁	0.996667			
7)	y ₁	-0.204359			
8)	m ₁	1.538866			
9)	x ₁	-0.991143			
10)	y ₂	-0.132799			
11)	φ ₁	-7.608346			
12)	φ	-7.63364	-07° 38' 01.11"		
13)	x ₂	-0.010273			
14)	θ	269.4061	89.40615		
15)	λ	102.2163	102.2163	102° 12' 58.61"	

c. Menentukan koordinat tempat akhir penumbra					
1)	A	1.369438			
2)	B	0.701762			
3)	d	-4.338388			
4)	W	246.4185			
5)	d ₁	-4.352927			
6)	ρ ₁	0.996666			
7)	y ₁	0.704109			
8)	m ₁	1.539847			
9)	x ₁	0.889333			
10)	y ₂	0.457259			
11)	φ ₁	27.12545			
12)	φ	27.20361	27° 12' 13.00"		
13)	x ₂	0.034706			
14)	θ	87.76519	87.76519		
15)	λ	-158.3625	-158.363	-158° 21' 45.08"	

3. Awal dan Akhir Umbral					
a. Menentukan saat awal dan akhir umbral					
1)	vu	15.0659			
2)	tu	1.67502			
3)	tmu1	-1.70319			
4)	tmu2	1.64685	3.61959	03 : 37 : 10.53	modif
5)	tmu3	0	0.00792		
6)	Awal umbral	0.27748		00 : 16 : 38.93	
7)	Akhir umbral	3.62751		03 : 37 : 39.05	
		0.2854		00 : 17 : 07.45	modif

b. Menentukan koordinat tempat saat awal umbral					
1)	A	-0.99949			
2)	B	-0.03923			
3)	d	-4.4068			
4)	W	181.818			
5)	d ₁	-4.42157			
6)	ρ ₁	0.99667			
7)	y ₁	-0.03936			
8)	m ₁	1.00027			
9)	x ₁	-0.99923			
10)	y ₂	-0.03935			
11)	φ ₁	-2.24841			
12)	φ	-2.25596	-02° 15' 21.47"		
13)	x ₂	-0.00303			
14)	θ	269.826	89.8261		
15)	λ	88.2992	88.2992	88° 17' 57.02"	

c. Menentukan koordinat tempat saat akhir umbral					
1)	A	0.8437			
2)	B	0.53731			
3)	d	-4.35357			
4)	W	232.081			
5)	d ₁	-4.36816			
6)	ρ ₁	0.99667			
7)	y ₁	0.53911			
8)	m ₁	1.00123			
9)	x ₁	0.84266			
10)	y ₂	0.53845			
11)	φ ₁	32.4717			
12)	φ	32.5589	32° 33' 32.21"		
13)	x ₂	0.04101			
14)	θ	87.2137	87.2137		
15)	λ	-144.577	-144.577	-144° 34' 37.15"	

4. Awal dan Akhir Sentral					
a. Menentukan saat awal dan akhir sentral					
1)	vs	-15.1259			
2)	ts	1.67454			
3)	tms1	-1.70271			
4)	tms2	1.64637			
5)	tms3	0	0.00131		
6)	Awal sentral	0.27795		00 : 16 : 40.63	
7)	Akhir sentral	3.62704		03 : 37 : 37.35	
		0.27927		00 : 16 : 45.36	

b. Menentukan koordinat tempat saat awal sentral					
1)	A	-0.99923			
2)	B	-0.03915			
3)	d	-4.4068			
4)	W	181.825			
5)	d ₁	-4.42156			
6)	ρ ₁	0.99667			
7)	y ₁	-0.03928			
8)	m ₁	1.00001			
9)	x ₁	-0.99923			
10)	y ₂	-0.03928			
11)	φ ₁	-2.24433			
12)	φ	-2.25187	-02° 15' 06.75"		
13)	x ₂	-0.00303			
14)	θ	269.826	89.8264		
15)	λ	88.2924	88.2924	88° 17' 32.62"	

c. Menentukan koordinat tempat saat akhir sentral					
1)	A	0.84344			
2)	B	0.53723			
3)	d	-4.35358			
4)	W	232.074			
5)	d ₁	-4.36817			
6)	ρ ₁	0.99667			
7)	y ₁	0.53903			
8)	m ₁	1.00097			
9)	x ₁	0.84262			
10)	y ₂	0.53851			
11)	φ ₁	32.4758			
12)	φ	32.563	32° 33' 46.86"		
13)	x ₂	0.04102			
14)	θ	87.2133	87.2133		
15)	λ	-144.57	-144.57	-144° 34' 13.21"	

5. Jalur Lintas Gerhana Sentral

a. Menentukan koordinat jalur titik pusat gerhana sentral

1)	Jam Rentang Sentral (JRS)	0.333333	00 : 20 : 00.00
2)	tmts	-1.64733	
3)	A	-0.96876	
4)	B	-0.02962	
5)	d	-4.40592	
6)	W	182.656	
7)	R	0.53899	
8)	S	-0.00711	
9)	ρ_1	0.99667	
10)	γ_1	-0.02972	
11)	m_1	0.2462	
12)	ds_1	-0.07708	
13)	dc_1	0.99702	
14)	ϕ_1	-2.78589	
15)	ϕ	-2.79524	-02° 47' 42.87"
16)	x_l	0.24318	
17)	θ	284.091	-75.9087
18)	λ	101.726	101.726 101° 43' 34.91"

b. Menentukan tinggi (h) dan azimut (Az) pada jalur titik pusat gerhana sentral

1)	t	284.091	
2)	h	14.2531	14° 15' 11.09"
3)	x	-0.06489	
4)	y	0.96704	
5)	Az	93.839	-86.161 93° 50' 20.49"

d. Menentukan koordinat batas sentral pada jam

1)	a'	-0.15261	
2)	b'	0.55079	
3)	Q	344.513	-15.4869
4)	ξ	-0.97097	

a) Batas Utara

1)	η	-0.02172	
2)	ζ_1	0.23821	
3)	ζ	0.23583	
4)	ϕ_1	-2.29335	
5)	ϕ	-2.30105	-02° 18' 03.79"
6)	θ	283.652	-76.34848
7)	λ	101.287	101.2866 101° 17' 11.79"

b) Batas Selatan

1)	η	-0.03771	
2)	ζ_1	0.23621	
3)	ζ	0.2326	
4)	ϕ_1	-3.19906	
5)	ϕ	-3.2098	-03° 12' 35.28"
6)	θ	283.471	-76.52859
7)	λ	101.106	101.1065 101° 06' 23.39"

c. Menentukan lama, lebar dan magnitude pada jalur titik pusat gerhana sentral

1)	ρ_2	0.99998	
2)	ds_2	-0.00051	
3)	dc_2	1	
4)	ζ	0.24618	
5)	μ	0.26187	
6)	ξ'	0.06368	
7)	η'	0.01942	
8)	L_1	0.53783	
9)	L_2	-0.00827	
10)	ns	0.48652	
11)	nc	0.15268	
12)	n'	0.50991	
13)	Lama	0.03243	00 : 01 : 56.76
14)	k	0.96512	
15)	Lebar	109.296	
16)	Mag	1.03123	

e. Menentukan koordinat batas penumbral

1)	a'	-0.15261	
2)	b'	0.55146	
3)	Q	344.531	-15.469
4)	ξ	-0.82532	

a) Batas Utara

1)	η	0.488727	
2)	ζ_1	0.282843	
3)	ζ	0.319672	
4)	ϕ_1	27.74076	
5)	ϕ	27.82011	27° 49' 12.41"
6)	θ	291.173	-68.827
7)	λ	108.8081	108.808 108° 48' 29.14"

b) Batas Selatan

1)	η	-0.547959	
2)	ζ_1	0.136363	
3)	ζ	0.093721	
4)	ϕ_1	-33.83752	
5)	ϕ	-33.92658	-33° 55' 35.67"
6)	θ	-83.52138	-83.5214
7)	λ	94.11371	-265.886 94° 06' 49.34"

Sumenep, 25 Februari 2018

Hasib : Khotibul Umam

Hasil Hisab Gerhana Matahari Global (09 Maret 2016)

Phase Gerhana	Jam UT	Lintang	Bujur	Tinggi	Azimut
Awal Penumbral	23 : 19 : 18.95	-07° 38' 01.11"	102° 12' 58.61"		
Awal Umbral	00 : 16 : 38.93	-02° 15' 21.47"	88° 17' 57.02"		
Awal Sentral	00 : 16 : 40.63	-02° 15' 06.75"	88° 17' 32.62"		
Puncak Gerhana	01 : 57 : 08.99	10° 07' 21.44"	148° 48' 11.05"	74° 48' 32.70"	162° 28' 40.89"
Akhir Sentral	03 : 37 : 37.35	32° 33' 46.86"	-144° 34' 13.21"		
Akhir Umbral	03 : 37 : 39.05	32° 33' 32.21"	-144° 34' 37.15"		
Akhir Penumbral	04 : 34 : 59.02	27° 12' 13.00"	-158° 21' 45.08"		
Magnitude	1.045	Lama Sentral	00 : 04 : 09.43	Lebar (KM)	155.0864

Jalur Gerhana Sentral Pada Jam 00 : 20 UT

Titik Pusat							
Lintang	Bujur	Lama	Lebar (km)	Mag	Tinggi	Azimut	
-02° 47' 42.87"	101° 43' 34.91"	00 : 01 : 56.76	109.296	1.031	14° 15' 11.09"	93° 50' 20.49"	
Batas Sentral				Batas Penumbral			
Utara		Selatan		Utara		Selatan	
Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur
-02° 18' 03.79"	101° 17' 11.79"	-03° 12' 35.28"	101° 06' 23.39"	27° 49' 12.41"	108° 48' 29.14"	-33° 55' 35.67"	94° 06' 49.34"

HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL

Metode Kitab *Al-Durru Al-Aniq*

هجري شهر	سنة	ميلادي			ساعة TD	نوع TP	A0	B0	d0	W0	R0	S0	Z0
		تاريخ	شهر	سنة			A1	B1	d1	W1	R1	S1	Z1
11	1437	1	9	2016	9	r	-0.1613200	-0.2996600	8.0632800	315.0315900	0.5579300	0.0117400	0.0046300
							0.5040100	-0.1481400	-0.0148000	15.0045400	0.0001100	0.0001100	0.0046100
												Delta T	69.8

1. puncak gerhana global

a. Menentukan waktu terjadinya puncak gerhana global

1)	A0	-0.16132	
2)	B0	-0.29966	
3)	M	208.2955106	28.29551
4)	m	0.340323755	
5)	A1	0.50401	
6)	B1	-0.14814	
7)	N	106.3792615	-73.6207
8)	n	0.525329934	
9)	tm	0.133764738	
10)	SWK	9.114375849	09 : 06 : 51.75 UT
11)	R	0.557944714	
12)	S	0.011754714	

7)	W	317.0386684
8)	ρ_0	0.996680326
9)	d1	8.088061369
10)	ρ_1	0.999934174
11)	d2	8.034625397
12)	γ_1	-0.320539997

a) Gerhana Sentral

1	z	0.942569
2	ϕ_1	-10.6458
3	ϕ	-10.6808
4	x^2	0.978292
5	θ	354.5173
6	λ	37.77022

-10° 40' 50.82"

37° 46' 12.80"

b) Gerhana Non Sentral

1	m1	0.334011
2	x_1	-0.28113
3	γ_2	-0.95967
4	ϕ_2	-71.8278
5	ϕ	-71.8847
6	x^2	0.135021
7	θ	295.6538
8	λ	-21.0933

-71° 53' 04.90"

-21° 05' 35.75"

b. Menentukan tipe dan jenis gerhana

Sentral-Cincin

c. Menentukan posisi koordinat tempat saat tengah gerhana global

1)	a	6378137
2)	b	6356752
3)	c	0.006694478
4)	A	-0.093901234
5)	B	-0.319475908
6)	d	8.061300282

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

Sentral

1)	h	70.47972	70° 28' 46.98"
2)	x	0.320469	
3)	y	0.094602	
4)	Az	16.44646	16° 26' 47.27"

Non Sentral

1)	h	1.59E-15	00° 00' 00.00"
2)	x	0.451009	
3)	y	0.892519	
4)	Az	63.19154	63° 11' 29.53"

e. Menentukan lama total/cincin

1)	ζ	0.942806
2)	ξ	0.256193
3)	η	-0.0032
4)	n1	0.287088
5)	L1	0.007408
6)	Lama	0.051611

00 : 03 : 05.80

f. Menentukan lebar dalam kilometer

1)	a1	6378.137
2)	k	0.945978
3)	Lebar	99.90018

g. Menentukan magnitudo

1) Gerhana Sentral

a)	L_2	0.5335795
b)	Mag	0.9735881

2) Gerhana Non Sentral

a)	ρ	1.0188999
b)	Δ	-0.678576
c)	Mag	2.1693751

2. Awal dan Akhir Penumbra

a. Menentukan saat awal dan akhir penumbra			
1)	ψp	12.368192	
2)	tp	2.8968212	
3)	tmp1	-2.763056	
4)	tmp2	3.030586	
5)	Awal penumbra	6.217555	06 : 13 : 03.20
6)	Akhir penumbra	12.0112	12 : 00 : 40.31

b. Menentukan koordinat tempat saat awal penumbra			
1)	A	-1.553928	
2)	B	0.1096592	
3)	d	8.1041732	
4)	W	273.5732	
5)	d_1	8.1310728	
6)	ρ_1	0.9967139	
7)	y_1	0.1100207	
8)	m_1	1.5578181	
9)	x_1	-0.997503	
10)	y_2	0.0706249	
11)	ϕ_1	4.0090997	
12)	ϕ	4.0225426	04° 01' 21.15"
13)	x_2	-0.009989	
14)	θ	269.42626	89.42626
15)	λ	-3.855318	-3.855318 -03° 51' 19.14"

c. Menentukan koordinat tempat akhir penumbra			
1)	A	1.3661256	
2)	B	-0.748611	
3)	d	8.0184273	
4)	W	360.50414	
5)	d_1	8.0450499	
6)	ρ_1	0.9967125	
7)	y_1	-0.75108	
8)	m_1	1.5589807	
9)	x_1	0.8762942	
10)	y_2	-0.481776	
11)	ϕ_1	-28.49193	
12)	ϕ	-28.57268	-28° 34' 21.65"
13)	x_2	0.0674254	
14)	θ	85.600113	85.60011
15)	λ	85.387599	-274.6124 85° 23' 15.36"

3. Awal dan Akhir Umbral

a. Menentukan saat awal dan akhir umbral			
1)	ψu	19.28149	
2)	tu	1.79679	
3)	tmu1	-1.66303	
4)	tmu2	1.930555	10.93675 10 : 56 : 12.31 modif
5)	tmu3	0	-0.02559
6)	Awal umbral	7.317586	07 : 19 : 03.31
7)	Akhir umbral	10.91117	10 : 54 : 40.20

b. Menentukan koordinat tempat saat awal umbral			
1)	A	-0.9995	
2)	B	-0.0533	
3)	d	8.087893	
4)	W	290.0787	
5)	d_1	8.11474	
6)	ρ_1	0.996714	
7)	y_1	-0.05348	
8)	m_1	1.000931	
9)	x_1	-0.99857	
10)	y_2	-0.05343	
11)	ϕ_1	-3.03182	
12)	ϕ	-3.042	-03° 02' 31.19"
13)	x_2	0.007541	
14)	θ	270.4327	-89.5673
15)	λ	-19.3543	-19.3543 -19° 21' 15.62"

c. Menentukan koordinat tempat saat akhir umbral			
1)	A	0.811699	
2)	B	-0.58565	
3)	d	8.034708	
4)	W	343.9987	
5)	d_1	8.061383	
6)	ρ_1	0.996713	
7)	y_1	-0.58758	
8)	m_1	1.002053	
9)	x_1	0.810036	
10)	y_2	-0.58638	
11)	ϕ_1	-35.4918	
12)	ϕ	-35.5828	-35° 34' 57.95"
13)	x_2	0.08223	
14)	θ	84.20351	84.20351
15)	λ	100.4965	-259.504 100° 29' 47.22"

4. Awal dan Akhir Sentral

a. Menentukan saat awal dan akhir sentral			
1)	ψs	19.45035	
2)	ts	1.79493	
3)	tms1	-1.66117	
4)	tms2	1.928695	
5)	tms3	0	-0.00186
6)	Awal sentral	7.319446	07 : 19 : 10.01
7)	Akhir sentral	10.90931	10 : 54 : 33.50

b. Menentukan koordinat tempat saat awal sentral			
1)	A	-0.99856	
2)	B	-0.05358	
3)	d	8.087865	
4)	W	290.1066	
5)	d_1	8.114712	
6)	ρ_1	0.996714	
7)	y_1	-0.05375	
8)	m_1	1.000009	
9)	x_1	-0.99855	
10)	y_2	-0.05375	
11)	ϕ_1	-3.05032	
12)	ϕ	-3.06056	-03° 03' 38.02"
13)	x_2	0.007587	
14)	θ	270.4353	-89.5647
15)	λ	-19.3796	-19.3796 -19° 22' 46.59"

c. Menentukan koordinat tempat saat akhir sentral			
1)	A	0.810761	
2)	B	-0.58538	
3)	d	8.034735	
4)	W	343.9708	
5)	d_1	8.061411	
6)	ρ_1	0.996713	
7)	y_1	-0.58731	
8)	m_1	1.001131	
9)	x_1	0.809845	
10)	y_2	-0.58664	
11)	ϕ_1	-35.5101	
12)	ϕ	-35.6012	-35° 36' 04.14"
13)	x_2	0.082268	
14)	θ	84.19954	84.19954
15)	λ	100.5204	-259.48 100° 31' 13.44"

5. Jalur Lintas Gerhana Sentral					
a. Menentukan koordinat jalur titik pusat gerhana sentral					
1)	Jam Rentang Sentral (JRS)	8.5	08 : 30 : 00.00		
2)	tmts	-0.48061			
3)	A	-0.40355			
4)	B	-0.22846			
5)	d	8.070393			
6)	W	307.8202			
7)	R	0.557877			
8)	S	0.011687			
9)	ρ_1	0.996713			
10)	γ_1	-0.22922			
11)	m_1	0.88578			
12)	ds_1	0.140853			
13)	dc_1	0.990031			
14)	ϕ_1	-5.86392			
15)	ϕ	-5.88351	-05° 53' 00.64"		
16)	α_1	0.909234			
17)	θ	336.0665	-23.9335		
18)	λ	28.53791	28° 32' 16.49"		
b. Menentukan tinggi (h) dan azimut (Az) pada jalur titik pusat gerhana sentral					
1)	t	336.0665			
2)	h	62.35102	62° 21' 03.66"		
3)	x	0.232415			
4)	y	0.401658			
5)	Az	59.94468	59° 56' 40.84"		
c. Menentukan lama, lebar dan magnitudo pada jalur titik pusat gerhana sentral					
1)	ρ_2	0.999934			
2)	ds_2	0.000934			
3)	dc_2	1			
4)	ζ	0.885935			
5)	μ	0.261879			
6)	ξ	0.238109			
7)	η'	-0.01461			
8)	L_1	0.553775			
9)	L_2	0.007603			
10)	ns	0.26590			
11)	nc	-0.13353			
12)	n'	0.297547			
13)	Lama	0.051104	00 : 03 : 03.98		
14)	k	0.922617			
15)	Lebar	105.1178			
16)	Mag	0.972913			
d. Menentukan koordinat batas sentral pada jam 08 : 30 : 00.00					
1)	a'	0.133303			
2)	b'	0.49562			
3)	Q	15.05418	15.05418		
4)	ξ	-0.40553			
a) Batas Utara					
1)	η	-0.22185			
2)	ζ_1	0.886753			
3)	ζ	0.90916			
4)	ϕ_1	-5.43614			
5)	ϕ	-5.45432	-05° 27' 15.55"		
6)	θ	335.9609	-24.03908		
7)	λ	28.4323	28° 25' 56.28"		
b) Batas Selatan					
1)	η	-0.23658			
2)	ζ_1	0.882936			
3)	ζ	0.907457			
4)	ϕ_1	-6.30721			
5)	ϕ	-6.32826	-06° 19' 41.74"		
6)	θ	335.9209	-24.07908		
7)	λ	28.39231	28° 23' 32.30"		
e. Menentukan koordinat batas penumbral					
1)	a'	0.133303			
2)	b'	0.496275			
3)	Q	15.03519	15.03519		
4)	ξ	-0.54721			
a) Batas Utara					
1)	η	0.3063554			
2)	ζ_1	0.7789151			
3)	ζ	0.7279988			
4)	ϕ_1	24.394274			
5)	ϕ	24.466734	24° 28' 00.24"		
6)	θ	323.06921	-36.9308		
7)	λ	15.540596	15.5406	15° 32' 26.15"	
b) Batas Selatan					
1)	η	-0.76328			
2)	ζ_1	0.3434619			
3)	ζ	0.4475478			
4)	ϕ_1	-45.01509			
5)	ϕ	-45.1113	-45° 06' 40.70"		
6)	θ	-50.72117	-50.7212		
7)	λ	1.7502119	-358.25	01° 45' 00.76"	

Sumenep, 25 Februari 2018

Hacić : Khotibul Umam

Hasil Hisab Gerhana Matahari Global (01 September 2016)					
Phase Gerhana	Jam UT	Lintang	Bujur	Tinggi	Azimut
Awal Penumbral	06 : 13 : 03.20	04° 01' 21.15"	-03° 51' 19.14"		
Awal Umbral	07 : 19 : 03.31	-03° 02' 31.19"	-19° 21' 15.62"		
Awal Sentral	07 : 19 : 10.01	-03° 03' 38.02"	-19° 22' 46.59"		
Puncak Gerhana	09 : 06 : 51.75	-10° 40' 50.82"	37° 46' 12.80"	70° 28' 46.98"	16° 26' 47.27"
Akhir Sentral	10 : 54 : 33.50	-35° 36' 04.14"	100° 31' 13.44"		
Akhir Umbral	10 : 54 : 40.20	-35° 34' 57.95"	100° 29' 47.22"		
Akhir Penumbral	12 : 00 : 40.31	-28° 34' 21.65"	85° 23' 15.36"		
Magnitude	0.9736	Lama Sentral	00 : 03 : 05.80	Lebar (KM)	99.9002
Jalur Gerhana Sentral Pada Jam 08 : 30 UT					
Titik Pusat					
Lintang	Bujur	Lama	Lebar (km)	Mag	Tinggi
-05° 53' 00.64"	28° 32' 16.49"	00 : 03 : 03.98	105.118	0.973	62° 21' 03.66"
					Azimut
					59° 56' 40.84"
Batas Sentral			Batas Penumbral		
Utara		Selatan		Utara	
Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur
-05° 27' 15.55"	28° 25' 56.28"	-06° 19' 41.74"	28° 23' 32.30"	24° 28' 00.24"	15° 32' 26.15"
				-45° 06' 40.70"	01° 45' 00.76"

HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL

Metode Kitab *Al-Durru Al-Aniq*

هجري شهر	سنة	ميلادي			ساعة	نوع	A0	B0	d0	W0	R0	S0	Z0
		تاريخ	شهر	سنة			ID	TP	A1	B1	d1	W1	R1
10	1439	13	7	2018	3	P	-0.0992400	-1.3507700	21.8452700	223.5707800	0.5302400	-0.0158100	0.0046000
							0.5827300	-0.0332900	-0.0059400	15.0002400	-0.0000100	-0.0000100	0.0045800

Delta T 70.81

1. puncak gerhana global

a. Menentukan waktu teerjadinya puncak gerhana global

1)	A0	-0.09924		
2)	B0	-1.35077		
3)	M	184.201926	4.201926	
4)	m	1.354410636		
5)	A1	0.58273		
6)	B1	-0.03329		
7)	N	93.2696199	-86.7304	
8)	n	0.583680115		
9)	tm	0.037756541		
10)	SWK	3.018087097	03 : 01 : 05.11	UT
11)	R	0.530239622		
12)	S	-0.015810378		

b. Menentukan tipe dan jenis gerhana

Partial

c. Menentukan posisi koordinat tempat saat tengah gerhana global

1)	a	6378137
2)	b	6356752
3)	c	0.006694478
4)	A	-0.077238131
5)	B	-1.352026915
6)	d	21.84504573

7)	W	224.1371372
8)	$\rho\theta$	0.996888273
9)	d1	21.91158679
10)	ρl	0.999536445
11)	d2	21.77866606
12)	y/l	-1.356247187

a) Gerhana Sentral

1	z	#NUM!
2	ϕl	#NUM!
3	ϕ	#NUM!
4	x2	#NUM!
5	θ	#NUM!
6	λ	#NUM!

b) Gerhana Non Sentral

1	m1	1.358445
2	x/l	-0.05686
3	y2	-0.99838
4	ϕl	-67.8591
5	ϕ	-67.9262
6	x2	0.372572
7	θ	351.3231
8	λ	127.4818

-67° 55' 34.37"

127° 28' 54.51"

HISAB GERHANA MATAHARI GLOBAL

Metode Kitab *Al-Durru Al-Aniq*

هجري شهر	سنة	ميلادي			ساعة TD	نوع TP	A0	B0	d0	W0	R0	S0	Z0
		تاريخ	شهر	سنة			A1	B1	d1	W1	R1	S1	Z1
9	1444	20	4	2023	4	rt	0.0269900	-0.4273200	11.4117800	240.2429600	0.5468100	0.0006700	0.0046500
							0.4949500	0.2441700	0.0137400	15.0034200	0.0001100	0.0001100	0.0046300
												Delta T	73.5

1. puncak gerhana global

a. Menentukan waktu teerjadinya puncak gerhana global

1)	A0	0.02699	
2)	B0	-0.42732	
3)	M	176.3859365	-3.61406
4)	m	0.428171511	
5)	A1	0.49495	
6)	B1	0.24417	
7)	N	63.74183699	63.74184
8)	n	0.551900799	
9)	tm	0.298692283	
10)	SWK	4.278275616	04 : 16 : 41.79
11)	R	0.546842856	
12)	S	0.000702856	

7)	W	244.7243658
8)	$\rho\theta$	0.996713581
9)	d1	11.45327536
10)	ρl	0.99986886
11)	d2	11.37860826
12)	γl	-0.355556814

a) Gerhana Sentral

1	z	0.918158
2	ϕl	-9.56437
3	ϕ	-9.59615
4	x2	0.970477
5	θ	10.21208
6	λ	125.7948

-09° 35' 46.15"

125° 47' 41.28"

b) Gerhana Non Sentral

1	m1	0.396214
2	x1	0.441246
3	$\gamma 2$	-0.89739
4	ϕl	-61.5841
5	ϕ	-61.6646
6	x2	0.178193
7	θ	68.00916
8	λ	-176.408

-61° 39' 52.42"

-176° 24' 29.23"

b. Menentukan tipe dan jenis gerhana

Sentral-Hybrid

c. Menentukan posisi koordinat tempat saat tengah gerhana global

1)	a	6378137
2)	b	6356752
3)	c	0.006694478
4)	A	0.174827745
5)	B	-0.354388305
6)	d	11.41588403

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

Sentral			
1)	h	66.66348	66° 39' 48.52"
2)	x	0.355975	
3)	y	-0.17378	
4)	Az	333.9787	-26.02132 333° 58' 43.26"

Non Sentral			
1)	h	0	00° 00' 00.00"
2)	x	0.417015	
3)	y	-0.9089	
4)	Az	294.6463	-65.35371 294° 38' 46.65"

f. Menentukan lebar dalam kilometer

1)	a1	6378.137
2)	k	0.926313
3)	Lebar	48.88437

g. Menentukan magnitudo

1) Gerhana Sentral

a)	L_2	0.5425718
b)	Mag	1.0131713

2) Gerhana Non Sentral

a)	ρ	1.0806577
b)	Δ	-0.652486
c)	Mag	2.1894128

e. Menentukan lama total/cincin

1)	ζ	0.9185
2)	ξ^*	0.254127
3)	η^*	0.008841
4)	n1	0.336713
5)	L1	-0.00355
6)	Lama	0.021085

00 : 01 : 15.91

5. Jalur Lintas Gerhana Sentral				
a. Menentukan koordinat jalur titik pusat gerhana sentral				
1)	Jam Rentang Sentral (JRS)	3.8333333	03 : 50 : 00.00	
2)	tmts	-0.14625		
3)	A	-0.0454		
4)	B	-0.46303		
5)	d	11.40977		
6)	W	238.0487		
7)	R	0.546794		
8)	S	0.000654		
9)	ρ_1	0.996779		
10)	γ_1	-0.46453		
11)	m_1	0.884395		
12)	ds_1	0.198464		
13)	dc_1	0.980108		
14)	ϕ_1	-16.2462		
15)	ϕ	-16.298	-16° 17' 52.71"	
16)	x_l	0.958994		
17)	θ	357.2898	-2.71022	
18)	λ	119.5482	119.5482	119° 32' 53.36"
b. Menentukan tinggi (h) dan azimut (Az) pada jalur titik pusat gerhana sentral				
1)	t	357.2898		
2)	h	62.16285		62° 09' 46.27"
3)	x	0.464654		
4)	y	0.04635		
5)	Az	5.696519	5.696519	05° 41' 47.47"
c. Menentukan lama, lebar dan magnitudo pada jalur titik pusat gerhana sentral				
1)	ρ_2	0.999869		
2)	ds_2	0.001303		
3)	dc_2	0.999999		
4)	ζ	0.884883		
5)	μ	0.261859		
6)	ξ'	0.251121		
7)	η'	-0.00256		
8)	L_1	0.542679		
9)	L_2	-0.00344		
10)	ns	0.24383		
11)	nc	0.24673		
12)	n'	0.346886		
13)	Lama	0.019851	00 : 01 : 11.47	
14)	k	0.955332		
15)	Lebar	45.97371		
16)	Mag	1.01277		
d. Menentukan koordinat batas sentral pada jam				
1)	a'	-0.24652	03 : 50 : 00.00	
2)	b'	0.47096		
3)	Q	332.3704	-27.6296	
4)	ξ	-0.04699		
a) Batas Utara				
1)	η	-0.46147		
2)	ζ_1	0.885912		
3)	ζ	0.959874		
4)	ϕ_1	-16.0493		
5)	ϕ	-16.1005	-16° 06' 01.94"	
6)	θ	357.1972	-2.802829	
7)	λ	119.4555	119.45554	119° 27' 19.96"
b) Batas Selatan				
1)	η	-0.46759		
2)	ζ_1	0.882697		
3)	ζ	0.957938		
4)	ϕ_1	-16.4454		
5)	ϕ	-16.4978	-16° 29' 51.91"	
6)	θ	357.1915	-2.808485	
7)	λ	119.4499	119.44989	119° 26' 59.60"
e. Menentukan koordinat batas penumbral				
1)	a'	-0.24652		
2)	b'	0.471612		
3)	Q	332.403	-27.597	
4)	ξ	0.206		
a) Batas Utara				
1)	η	0.0179074		
2)	ζ_1	0.9783882		
3)	ζ	0.9553723		
4)	ϕ_1	12.223511		
5)	ϕ	12.26339	12° 15' 48.20"	
6)	θ	12.167969	12.16797	
7)	λ	134.42634	-225.574	134° 25' 34.83"
b) Batas Selatan				
1)	η	-0.943967		
2)	ζ_1	0.2578569		
3)	ζ	0.440071		
4)	ϕ_1	-60.92857		
5)	ϕ	-61.01022	-61° 00' 36.80"	
6)	θ	25.084572	25.08457	
7)	λ	147.34294	-212.657	147° 20' 34.60"

Sumenep, 25 Februari 2018

Hasib : Khotibul Umam

Hasil Hisab Gerhana Matahari Global (20 April 2023)							
Phase Gerhana	Jam UT	Lintang	Bujur	Tinggi	Azimut		
Awal Penumbral	01 : 34 : 08.13	-40° 15' 52.48"	76° 02' 47.85"				
Awal Umbral	02 : 36 : 33.71	-48° 24' 43.93"	63° 40' 01.73"				
Awal Sentral	02 : 36 : 52.69	-48° 24' 09.20"	63° 40' 29.09"				
Puncak Gerhana	04 : 16 : 41.79	-09° 35' 46.15"	125° 47' 41.28"	66° 39' 48.52"	333° 58' 43.26"		
Akhir Sentral	05 : 56 : 30.89	02° 56' 29.28"	-178° 47' 38.33"				
Akhir Umbral	05 : 56 : 49.88	02° 55' 53.35"	-178° 47' 01.91"				
Akhir Penumbral	06 : 59 : 15.46	11° 17' 39.99"	167° 15' 07.85"				
Magnitude	1.0132	Lama Sentral	00 : 01 : 15.91	Lebar (KM)	48.8844		
Jalur Gerhana Sentral Pada Jam 03 : 50 UT							
Titik Pusat							
Lintang	Bujur	Lama	Lebar (km)	Mag	Tinggi	Azimut	
-16° 17' 52.71"	119° 32' 53.36"	00 : 01 : 11.47	45.974	1.013	62° 09' 46.27"	05° 41' 47.47"	
Batas Sentral				Batas Penumbral			
Utara		Selatan		Utara		Selatan	
Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur
-16° 06' 01.94"	119° 27' 19.96"	-16° 29' 51.91"	119° 26' 59.60"	12° 15' 48.20"	134° 25' 34.83"	-61° 00' 36.80"	147° 20' 34.60"

Lampiran 2. Hasil Hisab Gerhana Matahari Global NASA

Total Solar Eclipse of 2016 Mar 09

Ecliptic Conjunction = 01:55:37.5 TD (= 01:54:29.5 UT)
 Greatest Eclipse = 01:58:19.5 TD (= 01:57:11.5 UT)

Eclipse Magnitude = 1.0450 Gamma = 0.2609

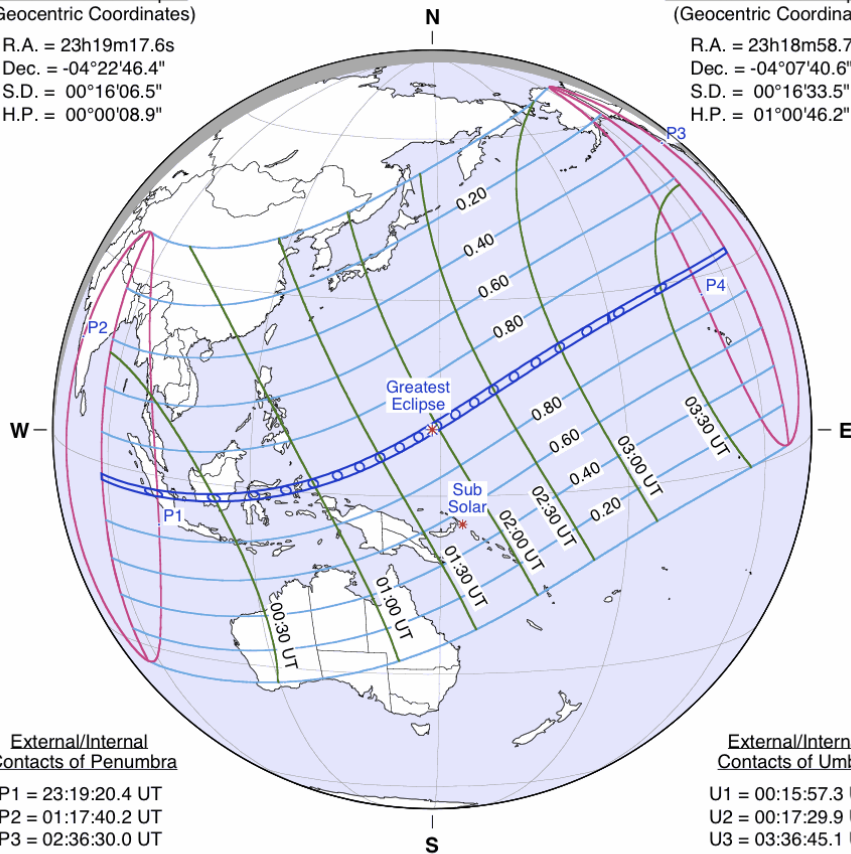
Saros Series = 130 Member = 52 of 73

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 23h19m17.6s
 Dec. = -04°22'46.4"
 S.D. = 00°16'06.5"
 H.P. = 00°00'08.9"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 23h18m58.7s
 Dec. = -04°07'40.6"
 S.D. = 00°16'33.5"
 H.P. = 01°00'46.2"



External/Internal
Contacts of Penumbra

P1 = 23:19:20.4 UT
 P2 = 01:17:40.2 UT
 P3 = 02:36:30.0 UT
 P4 = 04:34:55.4 UT

Constants & Ephemeris

$\Delta T = 67.9$ s
 $k1 = 0.2725076$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$
 Eph. = JPL DE405

External/Internal
Contacts of Umbra

U1 = 00:15:57.3 UT
 U2 = 00:17:29.9 UT
 U3 = 03:36:45.1 UT
 U4 = 03:38:20.7 UT

Circumstances at Greatest Eclipse: 01:57:11.5 UT

Lat. = 10°07.3'N Sun Alt. = 74.8°
 Long. = 148°47.6'E Sun Azm. = 162.5°
 Path Width = 155.1 km Duration = 04m09.5s

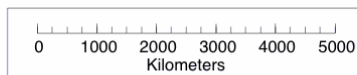
Circumstances at Greatest Duration: 01:56:52.0 UT

Lat. = 10°04'N Sun Alt. = 74.8°
 Long. = 148°42'E Duration = 04m09.5s

Geocentric Libration
(Optical + Physical)

$l = -2.73^\circ$
 $b = -0.34^\circ$
 $c = -24.56^\circ$

Brown Lun. No. = 1153



F. Espenak, NASA's GSFC
 eclipse.gsfc.nasa.gov
 2014 Feb 22

Annular Solar Eclipse of 2016 Sep 01

Ecliptic Conjunction = 09:04:14.2 TD (= 09:03:06.1 UT)

Greatest Eclipse = 09:08:02.0 TD (= 09:06:53.9 UT)

Eclipse Magnitude = 0.9736 Gamma = -0.3330

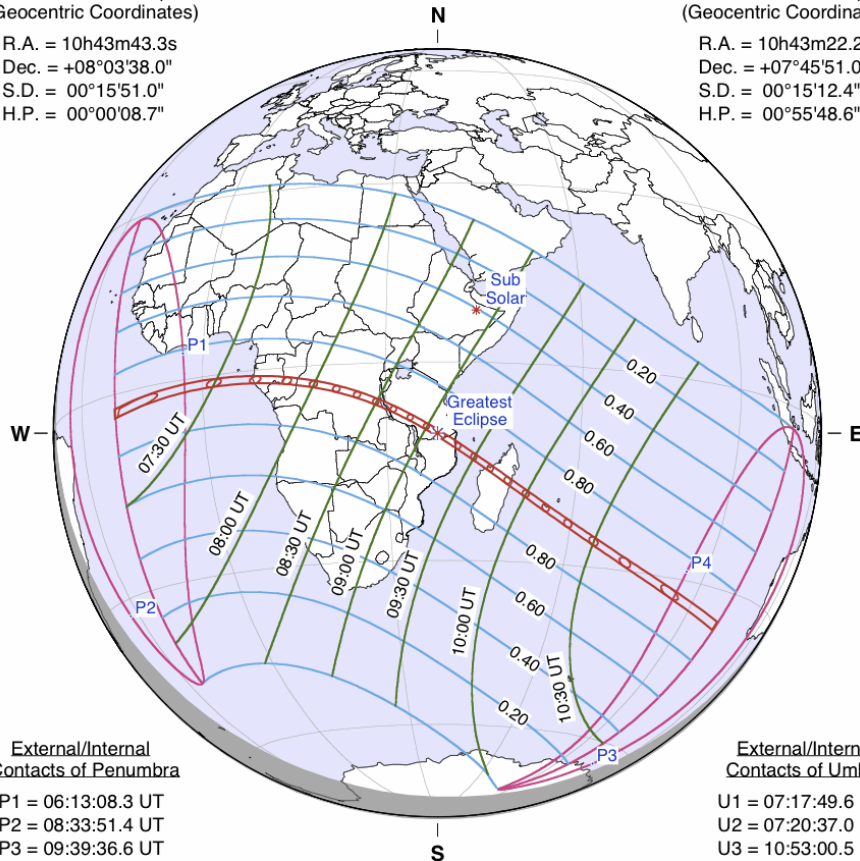
Saros Series = 135 Member = 39 of 71

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 10h43m43.3s
Dec. = +08°03'38.0"
S.D. = 00°15'51.0"
H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 10h43m22.2s
Dec. = +07°45'51.0"
S.D. = 00°15'12.4"
H.P. = 00°55'48.6"



External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 06:13:08.3 UT
P2 = 08:33:51.4 UT
P3 = 09:39:36.6 UT
P4 = 12:00:40.5 UT

Constants & Ephemeris

$\Delta T = 68.1$ s
 $k1 = 0.2725076$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$
Eph. = JPL DE405

Circumstances at Greatest Eclipse: 09:06:53.9 UT

Lat. = 10°40.9'S Sun Alt. = 70.5°
Long. = 037°45.7'E Sun Azm. = 16.4°
Path Width = 99.7 km Duration = 03m05.6s

Circumstances at Greatest Duration: 09:05:09.7 UT

Lat. = 10°26'S Sun Alt. = 70.5°
Long. = 037°21'E Duration = 03m05.6s

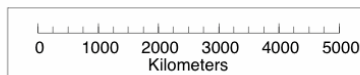
External/Internal Contacts of Umbra

U1 = 07:17:49.6 UT
U2 = 07:20:37.0 UT
U3 = 10:53:00.5 UT
U4 = 10:55:53.7 UT

Geocentric Libration
(Optical + Physical)

$l = 4.78^\circ$
 $b = 0.39^\circ$
 $c = 23.61^\circ$

Brown Lun. No. = 1159



F. Espenak, NASA's GSFC
eclipse.gsfc.nasa.gov
2014 Feb 22

Partial Solar Eclipse of 2018 Jul 13

Geocentric Conjunction = 03:08:59.5 UT J.D. = 2458312.631244

Greatest Eclipse = 03:01:02.4 UT J.D. = 2458312.625723

Eclipse Magnitude = 0.3367 Gamma = -1.3541

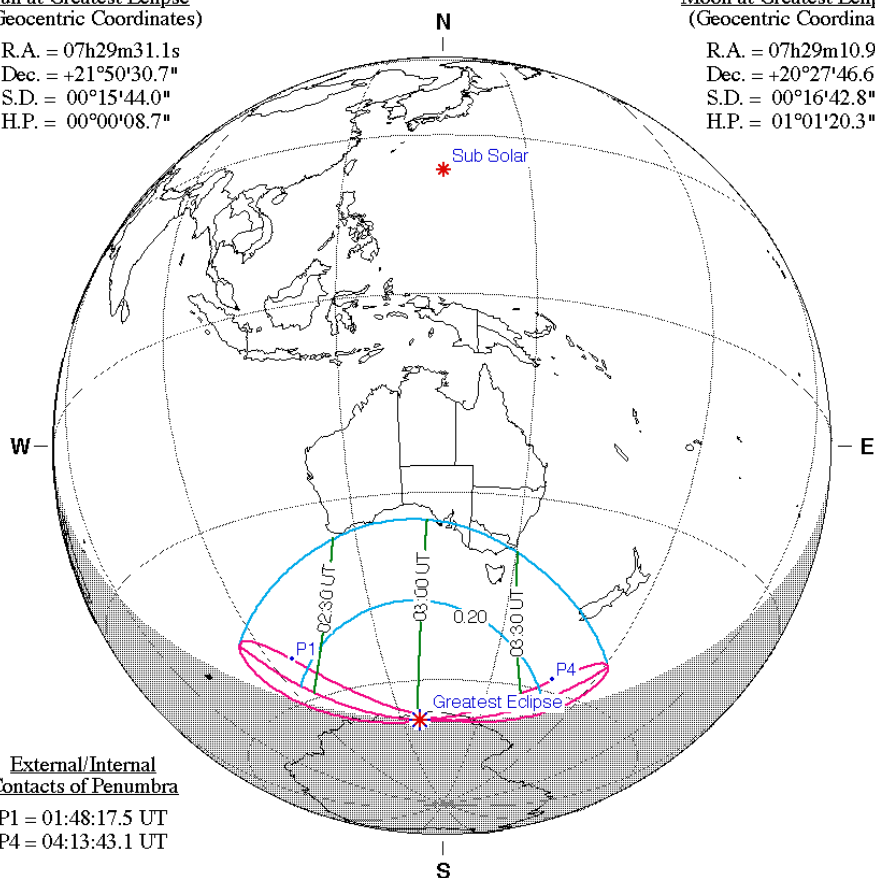
Saros Series = 117 Member = 69 of 71

Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 07h29m31.1s
Dec. = +21°50'30.7"
S.D. = 00°15'44.0"
H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 07h29m10.9s
Dec. = +20°27'46.6"
S.D. = 00°16'42.8"
H.P. = 01°01'20.3"



External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 01:48:17.5 UT
P4 = 04:13:43.1 UT

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE
 $\Delta T = 75.2 \text{ s}$
 $k1 = 0.2724880$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration (Optical + Physical)

$l = -0.38^\circ$
 $b = 1.79^\circ$
 $c = 10.14^\circ$

Brown Lun. No. = 1182



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

Hybrid Solar Eclipse of 2023 Apr 20

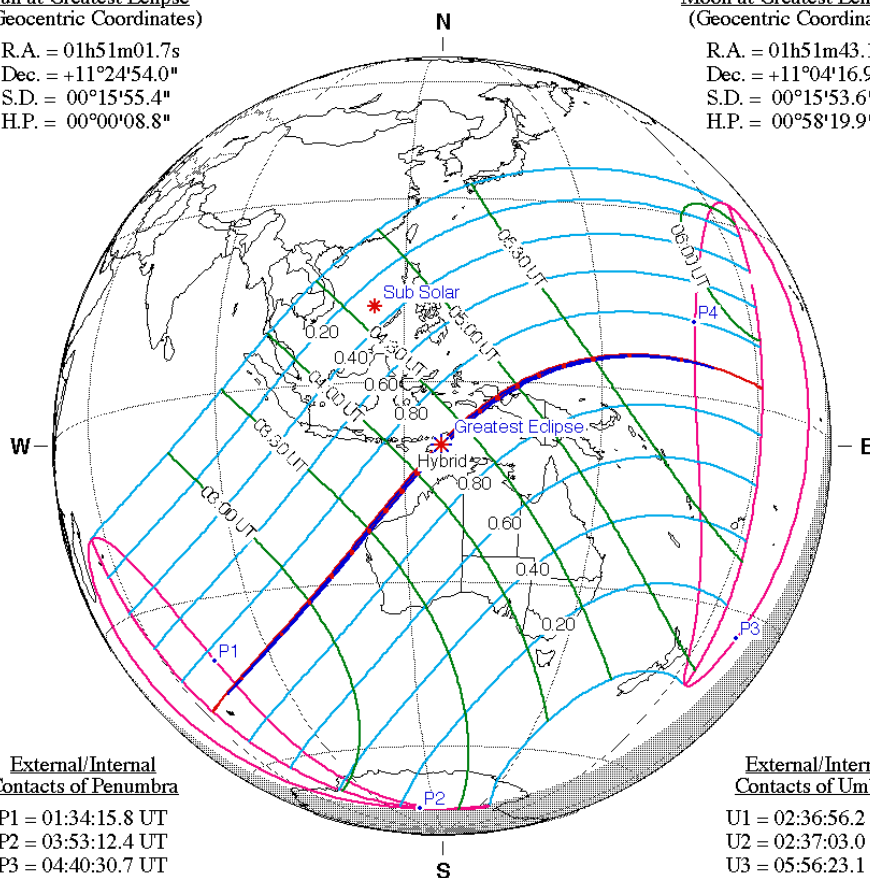
Geocentric Conjunction = 03:55:26.5 UT J.D. = 2460054.663502
 Greatest Eclipse = 04:16:37.5 UT J.D. = 2460054.678212
 Eclipse Magnitude = 1.0132 Gamma = -0.3951
 Saros Series = 129 Member = 52 of 80

Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h51m01.7s
 Dec. = +11°24'54.0"
 S.D. = 00°15'55.4"
 H.P. = 00°00'08.8"

Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h51m43.1s
 Dec. = +11°04'16.9"
 S.D. = 00°15'53.6"
 H.P. = 00°58'19.9"



External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 01:34:15.8 UT
 P2 = 03:53:12.4 UT
 P3 = 04:40:30.7 UT
 P4 = 06:59:13.5 UT

External/Internal Contacts of Umbra

U1 = 02:36:56.2 UT
 U2 = 02:37:03.0 UT
 U3 = 05:56:23.1 UT
 U4 = 05:56:35.2 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 09°35.4'S Sun Alt. = 66.7°
 Long. = 125°48.4'E Sun Azm. = 334.0°
 Path Width = 49.0 km Duration = 01m16.1s

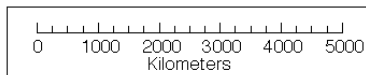
Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/ILE
 $\Delta T = 80.2$ s
 $k1 = 0.2724880$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration (Optical + Physical)

$l = 4.67^\circ$
 $b = 0.46^\circ$
 $c = -19.05^\circ$

Brown Lun. No. = 1241



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

Lampiran 3. Elemen Bessel Jean Meeus tahun 2014-2032

DATE TYPE GAMMA	JDE k SARDS	To	X0 X1 X2 X3	Y0 Y1 Y2 Y3	J0 J1 J2	M0 M1	L10 L11 L12	L20 L21 L22	TAN #1 TAN #2
2014 OCT 23 P 0.812 1.09061	2456954.41 183 193	22	0.402509 0.5084899 0.0000160 -0.00000641	1.021402 -0.1353327 0.0000180 0.00000163	-11.61852 -0.014199 0.000002	153.93079 15.002651	0.560990 -0.0001108 -0.0000106	0.014792 -0.0001103 -0.0000106	0.0047006 0.0046771
2015 MAR 20 t 0.94520	2457101.91 188 120	10	-0.168187 0.5537415 0.0000058 -0.00000936	0.938910 0.1786482 -0.0000541 -0.00000293	-0.21266 0.016036 -0.000000	328.10677 15.004415	0.535925 0.0000265 -0.0000130	-0.010148 0.0000264 -0.0000129	0.0046950 0.0046717
2015 SEP 13 p 0.787 -1.10057	2457278.79 194 125	7	-0.292928 0.4821419 0.0000017 -0.00000540	-1.061605 0.1518183 0.0000226 0.00000164	3.89024 -0.015564 0.0000001	285.97655 15.004850	0.568256 0.0000258 -0.0000098	0.022022 0.0000257 -0.0000097	0.0046473 0.0046242
2016 MAR 9 t 0.26076	2457456.58 200 130	2	-0.062417 0.5502769 0.0000047 -0.00000906	0.253690 0.1721233 0.0000171 -0.00000275	-4.37971 0.015886 0.000001	207.37216 15.003971	0.538861 -0.0000704 -0.0000128	-0.007227 -0.0000700 -0.0000127	0.0047087 0.0046852
2016 SEP 1 r -0.33318	2457632.88 206 135	9	-0.161424 0.5040635 -0.0000214 -0.00000631	-0.299828 -0.1481521 -0.0000258 0.00000178	8.06330 -0.014802 -0.000002	315.03156 15.004943	0.557921 0.0001115 -0.0000105	0.011738 0.0001110 -0.0000104	0.0046339 0.0046109
2017 FEB 26 r -0.45797	2457811.12 212 140	15	0.176046 0.5253564 -0.0000062 -0.00000742	-0.425708 0.1532541 0.0000792 -0.00000208	-8.49164 0.015261 0.000002	41.79894 15.003086	0.552463 -0.0001241 -0.0000115	0.006308 -0.0001251 -0.0000115	0.0047219 0.0046984
2017 AUG 21 t 0.43653	2457987.27 218 145	18	-0.129588 0.5404626 -0.0000294 -0.00000810	0.485236 -0.1416400 -0.0000905 0.00000205	11.86696 -0.013622 -0.000002	89.24543 15.003938	0.542086 0.0001241 -0.0000118	-0.004018 0.0001234 -0.0000117	0.0046222 0.0045992
2018 FEB 13 p 0.599 -1.21180	2458163.37 224 150	21	0.363719 0.4990523 -0.0000212 -0.00000593	-1.157700 0.1283337 0.0001268 0.00000144	-12.46404 0.014080 0.000003	131.48074 15.001823	0.568250 -0.0000923 -0.0000103	0.022016 -0.0000918 -0.0000102	0.0047340 0.0047104
2018 JUL 13 p 0.336 -1.35441	2458312.63 229 117	3	-0.099266 0.5828146 -0.0000013 -0.00000993	-1.350949 -0.0332934 -0.0000770 0.00000047	21.84531 -0.009537 -0.000005	223.57078 15.000241	0.530161 -0.0000118 -0.0000128	-0.015883 -0.0000118 -0.0000127	0.0045988 0.0045759
2018 AUG 11 p 0.737 1.14740	2458341.91 230 155	10	0.367502 0.5684959 -0.0000477 -0.00000961	1.093737 -0.1262935 -0.0001598 0.00000206	15.21673 -0.012076 -0.000003	328.69612 15.003079	0.531691 0.0000338 -0.0000128	-0.014261 0.0000336 -0.0000127	0.0046127 0.0045897

DATE TYPE GAMMA	JDE k SARDS	To	X0 X1 X2 X3	Y0 Y1 Y2 Y3	J0 J1 J2	M0 M1	L10 L11 L12	L20 L21 L22	TAN #1 TAN #2
2019 JAN 6 p 0.713 1.14158	2458489.57 233 122	2	0.128437 0.5082384 -0.0000162 -0.00000381	1.143853 0.0284256 0.0001036 -0.00000000	-22.54492 0.004848 0.000006	208.41330 14.996737	0.572695 0.0000575 -0.0000101	0.026439 0.0000572 -0.0000100	0.0047562 0.0047325
2019 JUL 2 t -0.64674	2458667.31 241 127	19	-0.215599 0.5662087 0.0000274 -0.00000879	-0.650886 0.0106399 -0.0000274 -0.00000287	23.01295 -0.003187 -0.000005	103.97973 14.999505	0.537424 -0.0000898 -0.0000120	-0.008457 -0.0000894 -0.0000120	0.0045984 0.0045753
2019 DEC 26 r 0.41334	2458843.72 247 132	5	-0.140358 0.5354103 -0.0000013 -0.00000716	0.423900 -0.0366551 0.0001458 0.00000081	-23.37347 0.001407 0.000006	254.93677 14.996270	0.558880 0.0001284 -0.0000112	0.012693 0.0001277 -0.0000111	0.0047348 0.0047311
2020 JUN 21 r 0.12073	2459021.78 253 137	7	0.154306 0.5311966 0.0000289 -0.00000694	0.136234 0.0513871 -0.0000110 -0.00000079	23.43567 -0.000633 -0.000006	284.53553 14.999110	0.552311 -0.0001223 -0.0000107	0.006157 -0.0001217 -0.0000107	0.0046009 0.0045780
2020 DEC 14 t -0.29411	2459198.18 259 142	16	-0.181780 0.5633567 0.0000216 -0.00000893	-0.269825 -0.0858122 0.0001884 0.00000130	-23.25776 -0.001986 0.000006	61.26391 14.996497	0.543855 0.0000970 -0.0000126	-0.002258 0.0000963 -0.0000125	0.0047302 0.0047266
2021 JUN 10 r 0.91498	2459375.95 263 147	11	-0.018644 0.5012289 0.0000342 -0.00000571	0.925935 0.0887765 -0.0001797 -0.00000113	23.04229 0.002841 -0.000005	345.12692 14.999199	0.564373 -0.0000351 -0.0000098	0.018158 -0.0000348 -0.0000097	0.0046060 0.0045830
2021 DEC 4 t -0.95278	2459552.82 271 152	8	0.025243 0.5683028 0.0000391 -0.00000966	-0.983338 -0.1315142 0.0002213 0.00000240	-22.27472 -0.003178 0.000006	302.45219 14.997279	0.537798 -0.0000160 -0.0000131	-0.008285 -0.0000160 -0.0000131	0.0047434 0.0047198
2022 APR 30 p 0.639 -1.19027	2459700.36 276 119	21	0.618182 0.4753146 -0.0000015 -0.00000568	-1.028239 0.2096405 -0.0000432 -0.00000268	14.97104 0.012167 -0.000003	135.70560 15.002468	0.561066 0.0000847 -0.0000103	0.014868 0.0000843 -0.0000102	0.0046420 0.0046189
2022 OCT 23 p 0.862 1.04977	2459877.96 282 124	11	0.454784 0.4955496 0.0000277 -0.00000703	0.968986 -0.2393876 0.0000167 0.00000356	-12.17348 -0.013746 0.000003	348.98228 15.002430	0.549872 -0.0001152 -0.0000116	0.003730 -0.0001146 -0.0000116	0.0047019 0.0046785
2023 APR 20 tt -0.39533	2460054.68 288 129	4	0.026965 0.4950181 0.0000135 -0.00000706	-0.427509 0.2441992 -0.0000494 -0.00000368	11.41179 0.013741 -0.000003	240.24293 15.003418	0.546797 0.0001216 -0.0000116	0.000670 0.0001210 -0.0000115	0.0046550 0.0046318

DATE TYPE GAMMA	JDE & SAROS	To	X0 X1 X2 X3	Y0 Y1 Y2 Y3	#0 #1 #2	M0 M1	L10 L11 L12	L20 L21 L22	TAN #1 TAN #2
2023 OCT 14 0.37917	2460232.23 294 134	18	0.169643 0.4589333 0.000278 -0.0000343	0.334674 -0.2413671 0.2709389 0.0000240	-8.24419 -0.014888 0.000002	93.50173 15.003530	0.364304 -0.000091 -0.0000103	0.018090 -0.000086 -0.0000103	0.0046882 0.0046448
2024 APR 8 0.34296	2460409.26 300 139	18	-0.318120 0.5117116 0.0000326 -0.0000842	0.219627 0.2709389 -0.0000359 0.0000446	7.59620 0.014844 -0.000002	89.59122 15.004083	0.335807 0.0000418 -0.0000128	-0.010263 0.000015 -0.0000127	0.0046883 0.0046450
2024 OCT 2 -0.35104	2460586.28 306 144	19	-0.068065 0.4416171 0.0000136 -0.0000483	-0.363355 -0.2435631 0.0000339 0.0000284	-3.98725 -0.015511 0.000001	107.73109 15.004332	0.370342 -0.000002 -0.0000098	0.024098 -0.000002 -0.0000097	0.0046734 0.0046501
2025 MAR 29 0.938 1.04033	2460763.95 312 149	11	-0.402741 0.5094122 0.0000415 -0.0000849	0.965561 0.2758348 -0.0000723 -0.0000484	3.56602 0.015539 -0.000001	343.83163 15.004367	0.535759 -0.0000618 -0.0000129	-0.010313 0.000015 -0.0000128	0.0046823 0.0046590
2025 SEP 21 0.935 -1.06526	2460940.32 318 154	20	-0.390067 0.4531592 0.0000031 -0.0000038	-1.002020 -0.2521633 0.0000456 0.00000313	0.36472 -0.013600 -0.000000	121.78192 15.004772	0.562485 0.0000909 -0.0000103	0.016280 0.0000905 -0.0000102	0.0046583 0.0046331
2026 FEB 17 0.97443	2461089.01 323 121	12	0.322075 0.4827224 -0.0000314 -0.0000637	-0.927112 0.235394 0.0001169 -0.00000327	-11.87930 0.014049 0.000002	356.51441 15.001984	0.557713 -0.0001181 -0.0000111	0.011531 -0.0001175 -0.0000111	0.0047321 0.0047085
2026 AUG 12 0.89757	2461265.24 329 126	18	0.475522 0.5189249 -0.0000773 -0.00000804	0.770993 -0.2301680 -0.0001246 0.00000377	14.79667 -0.012065 -0.000003	88.74779 15.003090	0.537948 0.0000939 -0.0000121	-0.008135 0.0000935 -0.0000121	0.0046141 0.0045911
2027 FEB 6 0.29533	2461443.17 335 131	16	0.111788 0.4664932 -0.0000037 -0.00000327	-0.273441 0.2031836 0.0001025 -0.00000246	-15.54794 0.012383 0.000004	56.49307 15.000509	0.571921 -0.0000653 -0.0000101	0.028669 -0.0000650 -0.0000100	0.0047426 0.0047190
2027 AUG 2 0.14192	2461619.92 341 136	10	-0.019730 0.3447123 -0.0000446 -0.00000922	0.159870 -0.2111583 0.0001217 0.00000376	17.76247 -0.010181 -0.000004	328.42254 15.002096	0.530599 0.0000138 -0.0000128	-0.013457 0.0000137 -0.0000128	0.0046064 0.0045834
2028 JAN 26 0.38977	2461797.13 347 141	15	-0.205177 0.4742870 -0.0000390 -0.00000527	0.340126 0.1738887 0.0000948 -0.00000209	-18.72825 0.010074 0.000005	41.89129 14.998963	0.574110 0.0000420 -0.0000099	0.027847 0.0000418 -0.0000099	0.0047501 0.0047264

DATE TYPE GAMMA	JDE & SAROS	To	X0 X1 X2 X3	Y0 Y1 Y2 Y3	#0 #1 #2	M0 M1	L10 L11 L12	L20 L21 L22	TAN #1 TAN #2
2028 JUL 22 0.60374	2461974.62 353 146	3	-0.194372 0.3449892 -0.00000869 -0.00000869	-0.596615 -0.1746085 -0.0001021 0.00000296	20.18231 -0.007974 -0.000008	223.37868 15.001017	0.535230 -0.0000839 -0.0000122	-0.010840 -0.0000884 -0.0000122	0.0046016 0.0045786
2029 JAN 14 0.872 1.05514	2462131.22 359 121	17	-0.407342 0.5081326 -0.0000093 -0.00000646	0.980897 0.1453283 0.0000921 -0.00000199	-21.16301 0.007241 0.000006	72.69289 14.997631	0.562659 0.0001189 -0.0000109	0.016453 0.0001183 -0.0000108	0.0047541 0.0047304
2029 JUN 12 0.458 1.29415	2462299.67 364 118	4	-0.010718 0.5247607 0.0000104 -0.00000634	1.295241 -0.0176366 -0.0002057 0.00000029	23.19336 0.002391 -0.000003	240.03559 14.999199	0.556655 -0.0001027 -0.0000104	0.010479 0.0001022 -0.0000103	0.0046048 0.0045819
2029 JUL 11 0.230 -1.41926	2462329.15 365 156	16	-0.137300 0.5526438 -0.0000096 -0.00000710	-1.427333 -0.1880417 -0.0000769 0.00000189	22.00245 -0.008423 -0.000003	58.60237 15.000006	0.548749 -0.0001269 -0.0000110	0.002612 -0.0001262 -0.0000109	0.0045994 0.0045763
2029 DEC 5 0.891 -1.06108	2462476.13 370 123	13	-0.063772 0.5766333 -0.0000037 -0.00000991	-1.059848 -0.0140163 0.0002293 0.00000011	-22.44545 -0.005054 0.000006	47.30985 14.997172	0.540633 0.0000699 -0.0000128	-0.005462 0.0000695 -0.0000128	0.0047446 0.0047209
2030 JUN 1 0.56248	2462653.77 376 128	6	-0.269293 0.5056371 0.0000182 -0.00000568	0.531812 0.0210150 -0.0001386 -0.00000016	22.06130 0.005881 -0.000005	270.53983 14.999701	0.566143 -0.0000130 -0.0000097	0.019919 -0.0000129 -0.0000097	0.0046120 0.0045890
2030 NOV 25 0.38687	2462830.79 382 133	7	0.044200 0.5787799 0.0000177 -0.00000978	-0.392846 -0.0551891 0.0001744 0.00000083	-20.76100 -0.007989 0.000003	288.27459 14.998361	0.538206 -0.0000379 -0.0000130	-0.007878 -0.0000377 -0.0000130	0.0047361 0.0047125
2031 MAY 21 -0.19716	2463007.80 388 138	7	-0.114671 0.5112392 0.0000072 -0.00000603	-0.211405 0.0579329 -0.0001182 -0.00000061	20.15915 0.008339 -0.000003	285.85114 15.000620	0.562398 0.0000806 -0.0000100	0.016193 0.0000802 -0.0000100	0.0046208 0.0045978
2031 NOV 14 0.30759	2463185.38 394 143	21	-0.019831 0.5309441 0.0000366 -0.00000824	0.314783 -0.0890652 0.0001046 0.00000124	-18.23681 -0.010534 0.000004	138.89398 14.999763	0.547767 -0.0001068 -0.0000120	0.001635 -0.0001063 -0.0000119	0.0047260 0.0047023
2032 MAY 9 -0.93786	2463362.06 400 148	13	-0.074232 0.5359543 0.0000032 -0.00000744	-0.965601 0.0954038 -0.0000702 -0.00000126	17.59291 0.010694 -0.000004	15.88910 15.001738	0.548846 0.0001272 -0.0000112	0.002709 0.0001265 -0.0000112	0.0046310 0.0046079

Lampiran 4. Elemen Bessel al-Durru al-Anîq tahun 2015-2037

تابع جدول عوامل الكسوف

هجري	ميلادي			ساعة	نوع	A0		B0		d0		W0		R0		S0		Z0	
	ت	ي	ر			TD	TP	A1	B1	d1	W1	R1	S1	Z1					
5	1436	20	3	2015	10	t	-0.16826 0.55366	0.93908 0.17862	-0.21265 0.01604	328.10679 15.00441	0.53597 0.00003	-0.01012 0.00003	0.00470 0.00467						
11	1436	13	9	2015	7	p	-0.29286 0.48209	-1.06141 -0.15180	3.89025 -0.01556	285.97655 15.00485	0.56831 0.00003	0.02206 0.00003	0.00465 0.00462						
5	1437	9	3	2016	2	t	-0.06240 0.55020	0.25389 0.17210	-4.37974 0.01589	207.37224 15.00397	0.53887 -0.00007	-0.00723 -0.00007	0.00471 0.00469						
11	1437	1	9	2016	9	r	-0.16132 0.50401	-0.29966 -0.14814	8.06328 -0.01480	315.03159 15.00454	0.55793 0.00011	0.01174 0.00011	0.00463 0.00461						
5	1438	26	2	2017	15	r	0.17606 0.52529	-0.42546 0.15324	-8.49170 0.01526	41.79900 15.00308	0.55248 -0.00012	0.00631 -0.00012	0.00472 0.00470						
11	1438	21	8	2017	18	t	-0.12949 0.54057	0.48539 -0.14162	11.86697 -0.01362	89.24548 15.00394	0.54210 0.00011	-0.00401 0.00011	0.00462 0.00460						
5	1439	15	2	2018	21	p	0.36372 0.49900	-1.15753 0.12832	-12.46404 0.01408	131.48077 15.00182	0.56831 -0.00009	0.02206 -0.00009	0.00473 0.00471						
10	1439	13	7	2018	3	p	-0.09924 0.58273	-1.35077 -0.03329	21.84527 -0.00594	223.57078 15.00024	0.53024 -0.00001	-0.01581 -0.00001	0.00460 0.00458						
11	1439	11	8	2018	10	p	0.36757 0.56841	1.09389 -0.12627	15.21671 -0.01208	328.69616 15.00308	0.53175 0.00004	-0.01431 0.00004	0.00461 0.00459						
4	1440	6	1	2019	2	p	0.12838 0.50819	1.14399 0.00842	-22.54492 0.00485	208.61528 14.99674	0.57275 0.00006	0.02648 0.00006	0.00476 0.00473						
10	1440	2	7	2019	19	t	-0.21553 0.56613	-0.65072 0.01064	23.01297 -0.00319	103.97977 14.99951	0.53765 -0.00010	-0.00845 -0.00010	0.00460 0.00458						
4	1441	26	12	2019	5	r	-0.14038 0.53555	0.42403 -0.03665	-23.37346 0.00141	254.93673 14.99627	0.55889 0.00012	0.01269 0.00012	0.00475 0.00473						
10	1441	21	6	2020	7	r	0.15437 0.53109	0.13642 0.05138	23.43568 -0.00023	284.53555 14.99911	0.55232 -0.00012	0.00615 -0.00011	0.00460 0.00458						
4	1442	14	12	2020	16	t	-0.18170 0.56328	-0.26965 -0.08580	-23.25774 -0.00199	61.26595 14.99650	0.54387 0.00009	-0.00226 0.00009	0.00475 0.00473						
10	1442	10	6	2021	11	r	-0.01855 0.50118	0.92615 0.08877	23.04227 0.00284	345.12696 14.99920	0.56441 -0.00005	0.01818 -0.00005	0.00461 0.00458						
4	1443	4	12	2021	8	t	0.02528 0.56822	-0.98357 -0.13149	-22.27471 -0.00518	302.45227 14.99728	0.53785 0.00000	-0.00825 0.00000	0.00474 0.00472						
9	1443	30	4	2022	21	p	0.61812 0.47526	-1.02807 0.20962	14.97105 0.01217	135.70561 15.00247	0.56113 0.00009	0.01491 0.00009	0.00464 0.00462						
3	1444	25	10	2022	11	p	0.45500 0.49549	0.96871 -0.23956	-12.17348 -0.01375	348.98239 15.00243	0.54993 -0.00012	0.00377 -0.00012	0.00470 0.00468						
9	1444	20	4	2023	4	rt	0.02699 0.49495	-0.42732 0.24417	11.41178 0.01374	240.24296 15.00342	0.54681 0.00011	0.00067 0.00011	0.00465 0.00463						
3	1445	14	10	2023	18	r	0.16984 0.45850	0.33485 -0.24134	-8.24421 -0.01489	93.50181 15.00353	0.56432 -0.00009	0.01809 -0.00009	0.00469 0.00466						
9	1445	8	4	2024	18	t	-0.31809 0.51164	0.21975 0.27092	7.58619 0.01484	89.59130 15.00408	0.53582 0.00005	-0.01027 0.00005	0.00467 0.00465						
3	1446	2	10	2024	19	r	-0.06791 0.44157	-0.36318 -0.24354	-3.98726 -0.01551	107.73112 15.00433	0.57035 0.00000	0.02410 0.00000	0.00467 0.00465						
9	1446	29	3	2025	11	p	-0.40277 0.50934	0.96565 0.27879	3.56601 0.01554	343.83167 15.00437	0.53581 -0.00005	-0.01027 -0.00005	0.00468 0.00466						
3	1447	21	9	2025	20	p	-0.38994 0.45311	-1.00183 -0.25213	0.36471 -0.01560	121.78195 15.00477	0.56254 0.00010	0.01632 0.00010	0.00466 0.00464						
8	1447	17	2	2026	12	r	0.32204 0.48267	-0.92701 0.23551	-11.87925 0.01405	356.51440 15.00198	0.55776 -0.00012	0.01156 -0.00012	0.00473 0.00471						

تابع لجدول عوامل الكسوف

هجري	ميلادي				ساعة	نوع	A0		B0		d0		W0		R0		S0		Z0	
	الي	الي	الي	الي			TD	TP	A1	B1	d1	W1	R1	S1	Z1					
2	1448	12	8	2026	18	t	0.47562 0.51885	0.77117 -0.23013	14.79666 -0.01206	88.74781 15.00309	0.53799 0.00010	-0.00811 0.00010	0.00461 0.00459							
8	1448	6	2	2027	16	r	0.11176 0.46645	-0.27328 0.20316	-15.54793 0.01238	56.49305 15.00051	0.57193 -0.00007	0.02566 -0.00007	0.00474 0.00472							
2	1449	2	8	2027	10	t	-0.01964 0.54463	0.16004 -0.21112	17.76249 -0.01018	328.42255 15.00210	0.53060 0.00001	-0.01546 0.00001	0.00461 0.00458							
8	1449	26	1	2028	15	r	-0.20517 0.47421	0.34030 0.17384	-18.72826 0.01007	41.89132 14.99896	0.57412 0.00004	0.02785 0.00004	0.00475 0.00473							
2	1450	22	7	2028	3	t	-0.15427 0.54491	-0.58639 -0.17458	20.18232 -0.00797	223.37873 15.00102	0.53525 -0.00008	-0.01083 -0.00008	0.00460 0.00458							
8	1450	14	1	2029	17	p	-0.40736 0.50809	0.98106 0.14551	-21.16301 0.00724	72.69286 14.99763	0.56271 0.00011	0.01649 0.00011	0.00475 0.00473							
1	1451	12	6	2029	4	p	-0.01062 0.52470	1.29542 -0.01763	23.15931 0.00259	240.03565 14.99920	0.55672 -0.00010	0.01053 -0.00010	0.00460 0.00458							
2	1451	11	7	2029	16	p	-0.13714 0.52520	-1.42712 -0.12802	22.00244 -0.00542	58.60265 15.00001	0.54883 -0.00012	0.00268 -0.00012	0.00460 0.00458							
7	1451	5	12	2029	15	p	-0.06369 0.57655	-1.05971 -0.01402	-22.44546 -0.00505	47.30990 14.99717	0.54069 0.00007	-0.00542 0.00007	0.00474 0.00472							
1	1452	1	6	2030	6	r	-0.26927 0.50559	0.55196 0.02101	22.06131 0.00558	270.53985 14.99970	0.56616 -0.00002	0.01993 -0.00002	0.00461 0.00459							
7	1452	25	11	2030	7	t	0.04418 0.57869	-0.39272 -0.05518	-20.76101 -0.00799	288.27456 14.99836	0.53822 -0.00003	-0.00788 -0.00003	0.00474 0.00471							
1	1453	21	5	2031	7	r	-0.11471 0.51119	-0.21123 0.05793	20.15916 0.00834	285.85115 15.00062	0.56241 0.00008	0.01619 0.00008	0.00462 0.00460							
7	1453	14	11	2031	21	rt	-0.01982 0.55087	0.31495 -0.08905	-18.33682 -0.01053	138.89396 14.99976	0.54778 -0.00011	0.00163 -0.00011	0.00473 0.00470							
1	1454	9	5	2032	13	r	-0.07431 0.53589	-0.96544 0.09539	17.59292 0.01069	15.88907 15.00174	0.54889 0.00012	0.00274 0.00012	0.00463 0.00461							
7	1454	3	11	2032	6	p	0.44928 0.51196	0.99079 -0.11286	-15.23990 -0.01263	274.11906 15.00123	0.56265 -0.00010	0.01643 -0.00010	0.00471 0.00469							
12	1454	30	3	2033	18	t	-0.31879 0.55534	0.92472 0.17564	4.09365 0.01572	88.92806 15.00445	0.53498 0.00003	-0.01110 0.00003	0.00468 0.00466							
6	1455	23	9	2033	14	p	-0.30988 0.48150	-1.11705 -0.15453	-0.33983 -0.01585	31.94248 15.00480	0.56895 0.00003	0.02270 0.00003	0.00466 0.00464							
12	1455	20	3	2034	10	t	-0.25954 0.54808	0.22085 0.17555	-0.05514 0.01604	328.13917 15.00440	0.53864 -0.00008	-0.00746 -0.00007	0.00470 0.00467							
6	1456	12	9	2034	16	r	-0.28084 0.50278	-0.32435 -0.15777	3.97189 -0.01553	60.94970 15.00490	0.55781 0.00011	0.01161 0.00011	0.00465 0.00462							
12	1456	9	3	2035	23	r	0.07970 0.52051	-0.43271 0.16308	-4.27340 0.01592	162.39624 15.00390	0.55263 -0.00012	0.00646 -0.00012	0.00471 0.00469							
6	1457	2	9	2035	2	t	0.13439 0.53770	0.34898 -0.15845	8.01770 -0.01478	210.02999 15.00464	0.54193 0.00011	-0.00419 0.00011	0.00463 0.00461							
12	1457	27	2	2036	5	p	0.44419 0.49335	-1.11425 0.14453	-8.49972 0.01528	251.80844 15.00300	0.56825 -0.00009	0.02200 -0.00009	0.00472 0.00470							
5	1458	23	7	2036	11	p	0.09012 0.57873	-1.44784 -0.07336	19.89422 -0.00854	343.36192 15.00124	0.53052 -0.00002	-0.01554 -0.00002	0.00460 0.00458							
6	1458	21	8	2036	17	p	0.03657 0.56320	1.11031 -0.14968	11.74119 -0.01365	74.25919 15.00403	0.53196 0.00003	-0.01411 0.00003	0.00462 0.00460							
11	1458	16	1	2037	10	p	-0.01331 0.50705	1.15147 0.04756	-20.83011 0.00797	327.55048 14.99783	0.57213 0.00007	0.02586 0.00007	0.00475 0.00473							

Materi Wawancara

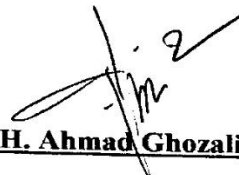
1. Bagaimana pandangan umum kitab *al-Durru al-Aniq*? → Sebuah pilihan 90 penulis untuk berbagi informasi tentang praktik fiqh astronomi dan hal penyajian data-data astronomi landan dan matahari untuk kepentingan masyarakat lokal, khalif dan khuluf.
2. Hisab gerhana Matahari global termasuk kategori hisab *Haqiqi bi al-Taqrif*, *Haqiqi bi al-Tahqiq* atau *Haqiqi bi al-Tadqiq*? → Keseluruhan hasil perhitungannya akan selaras, sesuai dan sejalan dg hasil pengamatan. terlepas dari hasil pengamat dipertanyakan kepada para pengaji *Durru aniq*.
3. Teori apa yang digunakan, meliputi:
 - a. Bentuk Bumi (ellipsoid) bentuk bumi tidak bulat sempurna.
 - b. Egosentris, geosentris, atau heliosentris
→ egosentris = tata surya abalah diri kita
→ geosentris = tata surya abalah bumi kita
→ heliosentris = tata surya abalah matahari kita
4. Sumber data atau referensi:
 - a. Elemen bessel = unsur yg diperlukan untuk menghitung gerhan matahari.
 - b. Delta T = selisih besaran waktu antara waktu yg di satapan pd putaran bumi dg gerak planet.
 - c. Kaidah : atau sebuah atom.
 - 1) a = 6378137 (Jari-jari ekuator bumi)
 - 2) b = 6356752 (Jari-jari kutub bumi)
 - 3) c = 0.0066944782 (besaran sferoid bumi (e^2))
 - 4) 0.004178 (Gerak bumi perdetik dan satuan derajat)
 - d. Algoritma atau rumus gerhana Matahari global
→ Bumi dg yg terkap dan titik.
5. Apa acuan akurasi hasil hisab gerhana Matahari global?
→ akurasi didasarkan pada hasil pengamatan.
6. Berapa besar selisih yang termasuk dalam kategori akurat?
→ toleransi akurasi maksimal 2 menit yg merupakan pendapat subjektif pengarang kitab *al-Durru al-Aniq*.

Sampang, 28 Februari 2018

Pewawancara,


Khotibul Umam

Narasumber,


KH. Ahmad Ghozali

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : KH. Ahmad Ghozali
Alamat : Dusun Lambulan Desa Bekwasung
Tempat/Tanggal Lahir: Sampang, 07 Januari 1959
Jabatan : Wakil Pengkubuh Ponpes. Al-Mubarak Lambulan
No. Telepon/Hp : 082 219 11 911
Email :

Menyatakan bahwa :

Nama : Khotibul Umam
NIM : 1402046045
Tempat/Tanggal Lahir: Sumenep, 09 Februari 1994
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul Skripsi :


***Metode Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab al-Durru al-Aniq
Karya KH. Ahmad Ghozali***

Benar-benar telah melakukan wawancara dengan kami pada hari..... Selasa.....
27 Februari 2018.....

Demikian Surat Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sampang..... 27. Februari 2018

Yang Menyatakan


(KH. Ahmad Ghozali)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Sudi F
Alamat : Tambelangan
Tempat/Tanggal Lahir: 23-03-1984
Jabatan : Dewan Lafal
No. Telepon/Hp : 082335555160
Email : leinahlanbulan@gmail.com

Menyatakan bahwa :

Nama : Khotibul Umam
NIM : 1402046045
Tempat/Tanggal Lahir: Sumenep, 09 Februari 1994
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
Judul Skripsi :

***Metode Hisab Gerhana Matahari Global dalam Kitab al-Durru al-Aniq
Karya KH. Ahmad Ghozali***

Benar-benar telah melakukan wawancara dengan kami pada hari selasa
27 Februari 2018

Demikian Surat Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

.....Sampang....., 27 Februari 2018

Yang Menyatakan



(Ahmad Sudi F)

Foto-foto Bersama Nara Sumber



Foto Bersama KH. Ahmad Ghozali



Foto Bersama Ust. Su'udi