

**RANCANG BANGUN APLIKASI *ANDROID* HISAB  
GERHANA (BULAN DAN MATAHARI) DENGAN  
METODE KITAB *AL-DURRU AL-ANIQ***

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Hukum



Oleh:

**Naili Rahmawati**

**NIM: 1602046002**

**JURUSAN ILMU FALAK  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG**

**2021**



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

---

Hal : Nilai Bimbingan Skripsi  
An. Sdr. Naili Rahmawati

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum  
UDN Walisongo Semarang  
di - Semarang

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Dengan hormat, kami beritahukan bahwa setelah kami selesai membimbing skripsi Saudara:

Nama : Naili Rahmawati  
NIM : 1602046002  
Jurusan : Ilmu Falak

Judul Skripsi : Rancang Bangun Aplikasi *Android* Hisab Gerhana  
(Bulan Dan Matahari) Dengan Metode Kitab *al-Durru al-Aniq*  
Maka nilai skripsinya adalah: 83 (delapan puluh tiga)

Dengan catatan harus merevisi sesuai arahan pembimbing dan penguji pasca-munaqasah.

Demikian agar digunakan sebagaimana mestinya.

*Wassalamualaikum Wr. Wb*

Semarang, 23 Juni 2021  
Pembimbing I,

Dr. H. Malsun, M. Ag.  
NIP-1968051519931002



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM  
Prof. HAMKA Kampus III Ngaliyan, Telp/Fax. (024) 7601291 Semarang 50185

---

Hal : Nilai Bimbingan Skripsi  
An. Sdr. Naili Rahmawati

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum  
UIN Walisongo Semarang  
di - Semarang

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Dengan hormat, kami beritahukan bahwa setelah kami selesai membimbing skripsi Saudara:

Nama : Naili Rahmawati  
NIM : 1602046002  
Jurusan : Ilmu Falak  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Aplikasi *Android* Hisab Gerhana (Bulan Dan Matahari) Dengan Metode Kitab *Al-Durru Al-Aniq*

Maka nilai skripsinya adalah: 82 (Delapan puluh dua)

Dengan catatan harus merevisi sesuai arahan pembimbing dan penguji pasca-munaqasah.  
Demikian agar digunakan sebagaimana mestinya.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Semarang, 17 Juni 2021  
Pembimbing II,



Ahmad Syifaul Anam, S.HI, M.H.  
NIP. 198001202003121001



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) WALISONGO  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jamat : Jl. Prof. Dr. H. MUBLA Kampus III Ngaliyan Telp. Fax. (024) 3601291, 3626691 Semarang 50132

**SURAT KETERANGAN PENGESAHAN SKRIPSI**

Nomor : B-2159/U.n.10.1/D.1/PP.00.9/07/2021

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

Nama : Nadi Rahmawati  
NIM : 1602046002  
Program studi : Ilmu Falak  
Judul : Rancang Bangun Aplikasi Android Elisab Gerhana (Bulan dan Matahari) Dengan Metode Kitab Al-Durrul Al-Aniq

Pembimbing I : Des. H. Maksud, M. Ag  
Pembimbing II : Ahmad Syifaq Anam, SHL, MLI

Telah dimangkasabkan pada tanggal 30 Juni 2021 oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum yang terdiri dari :

Penguji I / Ketua Sidang : Hj. Nur Hidayati Setyani, SH, MHL  
Penguji II / Sekretaris Sidang : Des. H. Maksud, M. Ag  
Penguji III : Dr. H. Mashudi, M. Ag.  
Penguji IV : Ahmad Munif, MSI.

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

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

Semarang, 12 Juli 2021  
Ketua Program Studi,

A.n. Dekan,  
Wakil Dekan Bidang Akademik  
& Pengetahuan  
  
Dr. H. Alimron, SH., M. Ag.

  
Moh. Khasan, M. Ag.

## MOTTO

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ

السِّنِينَ وَالْحِسَابِ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

*Dialah menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya, dan Dialah yang menetapkan orbitnya, agar kamu mengetahui bilangan tahun, dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu melainkan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui.”<sup>1</sup>(Q.S. 10 [Yunus]: 5)*

---

<sup>1</sup> Ma'had Tahfidh Yanbu' al-Qur'an, Al-Qur'an dan Terjemahnya, (Kudus: Mubarakatan Thoyyibah, 2014), cet. VI, 207

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk keluarga, guru, teman, serta  
GENERASI MASA DEPAN

## **DEKLARASI**

## 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, 23 Juni 2021



Nath Rahnawati

## ABSTRAK

Di tengah perkembangan teknologi yang kian pesat dan canggih, Ilmu Falak yang antara lain mengkaji tentang gerhana tidak hanya dari segi astronomis tapi juga dari segi fiqih, harus mampu beradaptasi dalam perkembangan tersebut. Telah banyak aplikasi prediksi gerhana yang beredar di dunia digital ini namun belum ada yang menyajikan fiqih gerhana di dalamnya. Peneliti bermaksud untuk mengembangkan sebuah aplikasi prediksi gerhana yang memuat fiqih gerhana mengacu pada kitab *al-Durru al-Anîq*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses perancangan aplikasi *android* hisab gerhana Bulan dan Matahari dengan metode hisab kitab *al-Durru al-Anîq* dan mengetahui hasil uji fungsionalitas dan uji verifikasi aplikasi *tersebut*.

Penelitian ini termasuk jenis penelitian dan pengembangan (*research and development*) dengan metode penelitian kualitatif. Langkah-langkah dalam penelitian ini mencakup tahap perencanaan (*planning*), perancangan (*design*), dan evaluasi (*evaluation*). Sumber data utama diperoleh dari kitab *al-Durru al-Anîq*, dan sumber sekunder lainnya, kemudian dianalisis secara deskriptif komparatif dan dilakukan uji fungsional-verifikatif.

Penelitian ini menghasilkan dua temuan penting. Pertama, aplikasi hisab gerhana dengan metode perhitungan kitab *al-Durru al-Aniq* dengan nama *ECNOS (Eclipse on Our Screen)* berhasil dirancang dan dikembangkan sedemikian rupa menggunakan bahasa pemrograman *Java* pada perangkat lunak *Android Studio*. Kedua, aplikasi *ECNOS* dapat dijalankan pada *smartphone* dengan versi *android* di atas 6 serta hasil prediksi gerhana aplikasi *ECNOS* dikomparasikan dengan prediksi gerhana oleh *NASA* menunjukkan hasil yang presisi. Akan tetapi, *ECNOS* masih memiliki keterbatasan dalam penyajian data dan informasi sehingga masih perlu dikembangkan lagi. Dengan demikian, aplikasi *ECNOS* dapat dijadikan media untuk memprediksi gerhana Bulan dan Matahari.

**Kata Kunci:** Gerhana, *ECNOS*, Ilmu Falak.



## PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi menggunakan 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	Alif	-	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Tsa	Š	Es (titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ha	ħ	Ha (titik di bawah)
خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Ž	Zet (titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan Ye
ص	Sad	š	Es (titik di bawah)

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

## B. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap (*tasydid*) ditulis rangkap.

Contoh: مَقْدِمَةٌ ditulis *muqaddimah*.

## C. Vokal

### 1. Vokal Tunggal

Fathah ditulis “a”. Contoh: فَتْحٌ ditulis *fataha*.

Kasrah ditulis “i”. Contoh: عَلِمٌ ditulis *‘alima*

Dammah ditulis “u”. Contoh: كُتُبٌ ditulis *kutubun*.

2. Vokal rangkap

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

Vokal rangkap fathah dan waw ditulis “au”. Contoh: حَوْلَ ditulis *haulā*.

**D. Vokal Panjang**

Fathah ditulis “â”. Contoh: بَاعَ ditulis *bâ'a*.

Kasrah ditulis “î”. Contoh: عَلِيْمٌ ditulis *'alîmun*.

Dammah ditulis “û”. Contoh: عُلُوْمٌ ditulis *ulûmun*.

**E. Hamzah**

Huruf hamzah (ء) di awal kata ditulis dengan vocal tanpa didahului oleh tanda apostrof(') . Contoh: اِيْمَانٌ ditulis *îmân*.

**F. Lafzul Jalalah**

Lafzul jalalah (الله) yang terbentuk frase nomina ditranslasikan tanpa hamzah. Contoh: عَبْدُ اللهِ ditulis *'Abdullah*.

**G. Kata Sandang**

1. Kata sandang “al-” tetap ditulis “al-” baik pada kata yang dimulai dengan huruf qamariyah maupun syamsiyah.
2. Huruf “a” pada kata sandang “al-” tetap ditulis dengan huruf kecil.

3. Kata sandang “al-” di awal kalimat dan pada “al-Qur’an” ditulis dengan huruf kapital.

#### **H. Ta marbutah**

Bila teretak di akhir kalimat. Maka ditulis “h”. Contoh:

البَقْرَةُ ditulis *al-Baqarah*.

## KATA PENGANTAR

*Hamdan wa syukron lillah* yang telah memberikan rahmat, taufik, hidayah, serta inayah-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Pengembangan Aplikasi Hisab Gerhana Berbasis Android Dengan Metode Kitab *Al Durru Al Aniq*”** dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Skripsi ini dapat diselesaikan berkat campur tangan banyak pihak yang telah diatur oleh Allah SWT dengan skenario-Nya yang sungguh luar biasa. Pertolongan Allah yang datang dari arah yang tidak disangka-sangka. Pada kesempatan ini penulis ucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Rektor UIN Walisongo Prof. Dr. KH. Imam Taufiq, M. Ag.  
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum H. Mohammad Arja Imroni, M. Ag. Ketua Jurusan Ilmu Falak Mohammad Khasan, M. Ag.
2. Bapak Maksun dan Bapak Syifaul Anam sebagai pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahnya.
3. Orang tua penulis yaitu Bapak Khoiri dan Ibu Rohmah, dua kakak penulis Mbak Imma dan Mbak I'ana yang mendukung dan mendoakan untuk keberhasilan penulis.
4. Pengasuh PP. Sunan Ampel Jombang Abah KH. Taufiqurrahman Muchith dan Agus H. Atta Ghoutsun PP.


Mahir Ar-Riyadl yang menginspirasi penulis untuk mendalami Ilmu Falak.

5. Pengasuh PP. Darul Falah Besongo, Abah Imam Taufiq dan Ummi Arikhah yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis.
6. Guru-guru dan para dosen yang telah mencurahkan ilmunya kepada penulis.
7. Fikri Musthofa Azhari Mahasiswa Teknik Informatika Universitas Brawijaya dan Haris Muhajir mahasiswa Teknik Informatika Universitas Trunojoyo yang telah berkontribusi dalam pembuatan aplikasi *ECNOS*. Teman-teman seperjuangan di PP. Dafa Besongo, serta teman-teman Ilmu Falak B 2016.
8. Para pihak yang turut serta dalam membantu untuk keberhasilan penelitian ini, karena banyaknya sehingga tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah senantiasa memberikan pertolongan dan keberkahan dalam hidup kita. Semoga aplikasi *ECNOS* mampu memberikan kemanfaatan bagi banyak kalangan.

Semarang, 23 Juni 2021

Penulis



Naili Rahmawati  
1602046002

## DAFTAR ISI

<b>MOTTO</b> .....	i
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>DEKLARASI</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>PEDOMAN TRANSLITERASI</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	10
C. Tujuan Penelitian .....	11
D. Manfaat dan Signifikasi Penelitian.....	11
E. Telaah Pustaka .....	11
F. Metode Penelitian.....	16
1. Jenis Penelitian.....	16

2.	Sumber Data.....	17
3.	Metode Pengumpulan Data.....	18
4.	Rancangan Aplikasi.....	18
5.	Uji Coba dan Verifikasi Produk.....	20
G.	Sistematika Penulisan.....	20
<b>BAB II TEORI DAN FIQIH GERHANA .....</b>		<b>22</b>
A.	Dalil Al-Qur'an dan Hadis.....	22
B.	Pengertian Gerhana .....	27
C.	Gerhana Matahari.....	29
D.	Gerhana Bulan .....	35
E.	Fiqih Gerhana.....	37
1.	Sholat Gerhana .....	38
2.	Shodaqoh .....	46
F.	Akurasi dan Presisi.....	51
G.	Elemen Bessel.....	52
<b>BAB III PENGEMBANGAN APLIKASI HISAB GERHANA .....</b>		<b>56</b>
A.	Rancangan Aplikasi.....	56
1.	Kerangka Aplikasi.....	56



2.	Perancangan Antarmuka .....	60
B.	Algoritma Perhitungan Gerhana Kitab al-Durru al-Anîq	66
C.	Metode Perhitungan Gerhana Pada Kitab al-Durru al-Aniq	85
1.	Delta T .....	85
2.	Koreksi Waktu Gerhana.....	86
3.	Waktu Fase Gerhana.....	87
4.	Menghitung Koordinat Tempat Gerhana .....	88
5.	Ketinggian dan Azimut Gerhana.....	88
<b>BAB IV UJI COBA, VERIFIKASI, DAN EVALUASI</b>		
<b>APLIKASI ANDROID HISAB GERHANA ECNOS.....</b>		<b>90</b>
A.	Uji Fungsionalitas Aplikasi ECNOS .....	90
B.	Verifikasi Hasil Perhitungan Gerhana.....	99
C.	Evaluasi .....	104
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>107</b>
A.	Kesimpulan .....	107
B.	Saran.....	110

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Perbandingan prediksi gerhana Matahari total pada aplikasi ECNOS dengan NASA .....	99
Tabel 4. 2. Perbandingan prediksi gerhana Matahari cincin pada aplikasi ECNOS dengan NASA .....	100
Tabel 4. 3. Perbandingan prediksi gerhana Matahari sebagian pada aplikasi ECNOS dengan NASA.....	101
Tabel 4. 4. Perbandingan prediksi gerhana Matahari cincin-total pada aplikasi ECNOS dengan NASA.....	102
Tabel 4. 5. Perbandingan prediksi gerhana Bulan total pada aplikasi ECNOS dengan NASA .....	102
Tabel 4. 6. Perbandingan prediksi gerhana Bulan sebagian pada aplikasi ECNOS dengan NASA .....	103
Tabel 4. 7. Perbandingan prediksi gerhana Bulan penumbral pada aplikasi ECNOS dengan NASA .....	104

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Grafik Pengguna Operation System di Indonesia ...	7
Gambar 2. 1. Geometri Gerhana Matahari Total .....	34
Gambar 2. 2. Geometri Gerhana Matahari Cincin .....	34
Gambar 2. 3. Geometri Gerhana Matahari Sebagian .....	35
Gambar 2. 4. Geometri Gerhana Bulan Total .....	36
Gambar 2. 5. Geometri Gerhana Bulan Sebagian .....	37
Gambar 2. 6. Geometri Gerhana Bulan Penumbral .....	37
Gambar 2. 7. Ilustrasi bidang fundamental elemen Bessel .....	54
Gambar 3. 1. Use Case Diagram .....	56
Gambar 3. 2. <i>Activity Diagram</i> “Ragam Gerhana” .....	57
Gambar 3. 3. <i>Activity Diagram</i> “Fiqih Gerhana” .....	58
Gambar 3. 4. <i>Activity Diagram</i> “Hisab Gerhana Bulan” .....	58
Gambar 3. 5. <i>Activity Diagram</i> “Hisab Gerhana Matahari” .....	59
Gambar 3. 6. <i>Activity Diagram</i> “Tentang” .....	60
Gambar 3. 7. Desain <i>Splash Screen</i> Aplikasi .....	60
Gambar 3. 8. Desain Halaman Menu Utama .....	61
Gambar 3. 9. Desain Halaman “Ragam Gerhana” .....	61
Gambar 3. 10. Desain Halaman Fiqih Gerhana .....	62
Gambar 3. 11. Desain Menu “Hisab Gerahana Bulan” .....	62
Gambar 3. 12. Desain <i>Output</i> “Hisab Gerhana Bulan” .....	63
Gambar 3. 13. Desain Halaman “Hisab Gerhana Matahari” .....	64
Gambar 3. 14. Desain Halaman <i>Output</i> “Hisab Gerhana Matahari” .....	64

Gambar 3. 15. Desain Halaman Tidak Terjadi Gerhana Bulan ..	65
Gambar 3. 16. Desain Halaman Tidak Terjadi Gerhana Matahari .....	65
Gambar 3. 17. Desain Halaman “Tentang” .....	66
Gambar 4. 1. Tampilan <i>Splash Screen</i> .....	91
Gambar 4. 2. Tampilan menu utama.....	91
Gambar 4. 3. Tampilan halaman Ragam Gerhana.....	92
Gambar 4. 4. Tampilan halaman Fiqih Gerhana.....	92
Gambar 4. 5. Tampilan halaman Hisab Gerhana Matahari .....	93
Gambar 4. 6. Tampilan halaman “Hisab Gerhana Bulan” .....	93
Gambar 4. 7. Tampilan halaman prediksi Gerhana Bulan Terdekat .....	94
Gambar 4. 8. Tampilan halaman prediksi Gerhana Matahari Terdekat .....	94
Gambar 4. 9. Tampilan hasil hisab gerhana Bulan Total .....	95
Gambar 4. 10. Tampilan hasil hisab gerhana Bulan Parsial .....	95
Gambar 4. 11. Tampilan hasil hisab gerhana Bulan Penumbra..	96
Gambar 4. 12. Tampilan hasil hisab gerhana Matahari Total.....	96
Gambar 4. 13. Tampilan hasil hisab gerhana Matahari Total.....	97
Gambar 4. 14. Tampilan hasil hisab gerhana Matahari Parsial ..	97
Gambar 4. 15. Tampilan hasil hisab gerhana Matahari Cincin- Total.....	98
Gambar 4. 16. Tampilan halaman Tentang Aplikasi .....	98

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran: Gerhana Matahari Total 23 November 2003.....	119
Lampiran: Gerhana Matahari Hybrid 20 April 2023.....	120
Lampiran: Gerhana Matahari Cincin 1 Juni 2030.....	121
Lampiran: Gerhana Matahari Sebagian 3 November 2032.....	122
Lampiran: Gerhana Bulan Sebagian 16 Juli 2019.....	123
Lampiran: Gerhana Bulan Total 8 Oktober 2014.....	124
Lampiran: Gerhana Bulan Penumbra 23 Maret 2016.....	125
Lampiran: Elemen Bessel Gerhana Matahari Hibrid 20 April 2023 NASA.....	126
Lampiran: Elemen Bessel Gerhana Matahari Total 23 November 2003 NASA.....	127
Lampiran: Rumus Perhitungan Tinggi dan Azimut Gerhana NASA.....	128
Lampiran: Koding Perhitungan Gerhana Matahari dan Bulan Pada Android Studio.....	129
Lampiran: Tampilan Aplikasi <i>ECNOS</i> .....	172
Lampiran: <i>Eclipse Calendar</i> .....	188
Lampiran: <i>Eclipse 2.0</i> .....	190
Lampiran: <i>Annular Solar Eclipse</i> .....	191

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Ilmu Falak merupakan salah satu bidang keilmuan yang menjadi penting keberadaannya karena berkaitan dengan ibadah orang Islam. Istilah lain yang digunakan untuk menyebutkan Ilmu Falak adalah astronomi Islam. Embrio ilmu falak telah nampak pada abad ke-28 sebelum Masehi.<sup>1</sup> Di beberapa wilayah seperti Mesir, Cina, Babilonia, dan Mesopotamia memanfaatkan ilmu astronomi untuk kepentingan peribadatan. Mereka menggunakan ilmu astronomi untuk menentukan waktu-waktu beribadah seperti penyembahan berhala, Matahari, dan gerhana. Keberadaan ilmu falak atau astronomi sangat menyeluruh dalam kehidupan manusia dan alam semesta yang mungkin tidak banyak orang yang menyadarinya. Pada perkembangannya ruang lingkup Ilmu Falak atau astronomi Islam menjadi lebih sempit, yaitu seputar persoalan ibadah seperti arah kiblat, awal waktu shalat,

---

<sup>1</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang : Pustaka Rizki Putra, 2012), 6

awal puasa dan hari raya, haji, gerhana, dan sebagainya.<sup>2</sup> Di Indonesia ilmu falak berkembang melalui kitab-kitab falak yang diajarkan kalangan pondok pesantren. Pembahasan dalam kitab-kitab tersebut fokus pada persoalan ibadah seperti arah kiblat, waktu shalat, awal puasa dan hari raya, serta waktu terjadinya gerhana.

Dari beberapa ruang lingkup yang dikaji dalam ilmu falak, gerhana merupakan salah satu fenomena alam yang dapat dinikmati oleh berbagai kalangan masyarakat. Ketika terjadi gerhana, antusiasme masyarakat untuk menyaksikan berlangsungnya fenomena tersebut sangat tinggi. Fenomena ini dapat dinikmati dengan tujuan yang beragam. Dilansir dari salah satu artikel Kompas, gerhana Matahari Total 9 Maret 2016 dapat menjadi momen untuk beragam tujuan, mulai dari menikmati fenomena alam istimewa, menggali data ilmiah, merenungkan kembali sejarah astronomi, menguatkan religiusitas, hingga memperkuat kesadaran ilmiah bangsa, dan menggiatkan pendidikan sains, khususnya bidang keantariksaan.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak dari Sejarah, Teori, dan Aplikasi*, (Depok : Rajawali Pers, 2017), 3

<sup>3</sup> Yunas Santhani Aziz (ed.), *Sihir Gerhana*, (Jakarta: Kompas Media, 2016), xviii.

Indonesia yang merupakan negara dengan mayoritas penduduknya beragama Islam mengisi peristiwa gerhana dengan menjalankan ritual keagamaan yang telah disyariatkan. Sebagaimana yang terdapat dalam hadis:

حَدَّثَنَا شِهَابُ بْنُ عَبَّادٍ قَالَ : حَدَّثَنَا إِبْرَاهِيمُ بْنُ حُمَيْدٍ عَنْ  
 إِسْمَاعِيلَ عَنْ قَيْسٍ قَالَ : سَمِعْتُ أَبَا مَسْعُودٍ يَقُولُ : قَالَ النَّبِيُّ  
 صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ  
 أَحَدٍ مِنَ النَّاسِ , وَلَكِنَّهُمَا آيَاتَانِ مِنْ آيَاتِ اللَّهِ , فَإِذَا رَأَيْتُمُوهُمَا  
 فَاقْبُورُهُمَا فَصَلُّوا . (الْحَدِيثُ ١٠٤١)<sup>4</sup>

*“Telah menceritakan kepada kami Syihab bin Ubbad, dia berkata: telah menceritakan kepada kami Ibrahim bin Humaid dari Ismail dari Qais, ia berkata; aku telah mendengar Abu Mas’ud berkata: Nabi saw bersabda: Sesungguhnya Matahari dan Bulan tidak tertutupi karena kematian seorang manusia, akan tetapi keduanya merupakan salah satu tanda dari tanda-tanda kebesaran*

---

<sup>4</sup> Abi Abdullah Muhammad bin Ismail Al Bukhari, *Shohih Bukhari*, jilid 6, (Beirut: Dar Ibnu Katsir, 2002), 253.



*Allah. Apabila kalian melihat tanda itu, maka bangkitlah, shalatlah. (Hadis Nomor 1041).*

Berdasarkan hadis tersebut telah jelas bahwa peristiwa gerhana merupakan fenomena alam yang menjadi tanda kebesaran dan kekuasaan Allah. Matahari yang bersinar terang sepanjang hari dapat dengan mudah ditutupi oleh Allah dengan Bulan. Begitu juga dengan Bulan. Semua itu telah diatur oleh Allah sedemikian rupa sehingga menjadi fenomena alam yang berulang secara alami bukan karena kematian seseorang. Para ulama sepakat bahwa ketika terjadi gerhana maka disunahkan untuk melakukan ritual ibadah, yaitu shalat, sedekah, dan memperbanyak berdzikir.

Sebagaimana telah diketahui bahwa gerhana merupakan salah satu fenomena alam yang disyari'atkan oleh Allah melalui Nabi Muhammad saw untuk melakukan ibadah ketika terjadinya fenomena tersebut. Mengetahui waktu terjadinya gerhana menjadi penting karena berkaitan erat dengan prosesi ibadah umat Islam. Untuk mengetahui waktu-waktu terjadinya gerhana para ulama ahli falak merumuskan formula perhitungan waktu terjadinya gerhana. Seiring berkembangnya zaman, kitab-kitab falak yang memuat tentang gerhana semakin banyak

dikembangkan. Di era yang serba digital saat ini juga terdapat beberapa aplikasi tentang gerhana.

Era digital yang berkembang sangat pesat menimbulkan dampak disrupsi pada berbagai aspek kehidupan. Disrupsi menjadi fenomena dimana terjadi perubahan besar pada kehidupan manusia. Perubahan tersebut menjadi tantangan bagi generasi milenial. Aktivitas manusia di dunia nyata mengalami pergeseran ruang ke dalam dunia maya. Gaya hidup serba digital kini tidak hanya dilakukan oleh masyarakat golongan menengah ke atas yang terpelajar saja. Proses digitalisasi yang begitu cepat ini dapat diistilahkan dengan *Digital Steroid*.<sup>5</sup>

Dunia maya tidak dapat terlepas dari perkembangan teknologi yang sangat pesat saat ini. Pada era disrupsi ini telah banyak dikembangkan berbagai program perangkat lunak untuk mempermudah manusia dalam memenuhi kebutuannya. Program-program perangkat lunak juga terus dikembangkan agar semakin

---

<sup>5</sup> Priyantono Rudito dan [Mardi F.N. Sinaga](#), *Digital Mastery, Membangun Kepemimpinan Digital Untuk Meenangkan Era Disrupsi*, (Jakarta : Gramedia Pustaka Utama, 2017)

nyaman untuk digunakan. Jenis perangkat lunak yang banyak digunakan oleh masyarakat diantaranya ialah program web dan program *gadget*. Program web merupakan program aplikasi yang terdapat pada *browser*. Program ini dapat dijalankan dengan sambungan jaringan internet. Sedangkan program *gadget* merupakan aplikasi yang dipasang pada perangkat operasi seperti komputer, telepon genggam atau *gadget* lainnya.

Saat ini aplikasi berbasis *android* menjadi salah satu teknologi yang banyak digunakan oleh pengguna *gadget*. Aplikasi dengan basis *android* mudah diakses oleh setiap pengguna teknologi *smartphone*. Berdasarkan data yang penulis peroleh 92.65% masyarakat Indonesia menggunakan system operasi *Android* pada *smartphone*.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> StatCounter Globalstat, *Mobile Operation System Market Share Indonesia*, <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/indonesia>, diakses 20 April 2020.



Gambar 1. 1. Grafik Pengguna Operation System di Indonesia

Melalui *smartphone* dengan aplikasi *android* manusia dapat melakukan berbagai macam aktivitas, misalnya dalam bidang ekonomi, pendidikan, kesehatan, dan masih banyak lagi. Aktivitas-aktivitas tersebut dapat dilakukan dengan mudah hanya menggunakan *smartphone* dengan aplikasi-aplikasi *android* di dalamnya. Buku-buku cetak juga lebih banyak disajikan dalam bentuk buku elektronik (*e-book*). Melalui aplikasi *android* buku-buku, jurnal, artikel, dan informasi dari media cetak kini padat diakses secara elektronik. Hal ini memiliki dampak positif bagi lingkungan karena dapat mengurangi kebutuhan akan kertas sehingga dapat mengurangi tingkat penebangan pohon sebagai bahan baku kertas serta tidak perlu menggunakan plastik sebagai sampul buku cetak.

Kemajuan teknologi dapat dijadikan sebagai salah cara untuk menjaga alam agar tetap lestari.

Seiring dengan perkembangan teknologi tersebut, pada bidang keilmuan falak saat ini telah banyak dikembangkan program-program aplikasi terkait hal-hal yang termasuk dalam ruang lingkup Ilmu Falak. Diantaranya ialah aplikasi *Winhisab*. *Winhisab* dikembangkan oleh Kementrian Agama Republik Indonesia sebagai salah satu penunjang dalam penentuan waktu-waktu syar'i di Indonesia, seperti awal waktu shalat, awal bulan komariah, dan waktu terjadinya gerhana. Selanjutnya ada aplikasi *Digital Falak* yang dikembangkan oleh Ahmad Tholhah Ma'ruf.

Aplikasi tentang prediksi gerhana juga telah banyak dikembangkan antara lain ialah *Annular Solar Eclipse*. Aplikasi ini berisi informasi terkait waktu terjadinya gerhana Matahari mendatang di lokasi yang ditempati oleh pengguna aplikasi. Selain itu, aplikasi ini juga penjelasan tentang gerhana yang cukup singkat. Kemudian ada *Eclipse 2.0*, yang merupakan aplikasi *android* prediksi gerhana Bulan dan Matahari yang terjadi pada tahun 1900 M-2100 M berdasarkan lokasi dan tahun yang dikehendaki pengguna. *Eclipse 2.0* juga dilengkapi

dengan informasi transit sebuah planet. Aplikasi yang lain, yaitu *Eclipse Calendar* merupakan aplikasi yang memuat informasi tentang waktu terjadinya gerhana pada tahun 2000 M hingga tahun 2099 M. Aplikasi-aplikasi tersebut tidak memuat informasi terkait fiqh gerhana. Begitu juga dengan aplikasi-aplikasi gerhana yang lain. Sejauh penelusuran peneliti aplikasi seputar fiqh gerhana juga telah dikembangkan, seperti *Tata Cara dan Doa Shalat Gerhana* dan *Shalat Gerhana Sesuai Quran Sunah*.

Dengan demikian, penulis bermaksud untuk mengembangkan sebuah aplikasi penentu gerhana berbasis *android* yang memuat pengetahuan tentang gerhana secara astronomis dan pengetahuan terkait fiqh pada fenomena gerhana. Tujuannya adalah agar pengguna *gadget* dapat mengetahui waktu terjadinya gerhana melalui telepon genggam *android* mereka. Tidak hanya waktu terjadinya gerhana yang disajikan, tapi konsep secara astronomis dan kajian dalam perspektif fiqh juga dapat diakses melalui aplikasi tersebut. Berdasarkan data yang tersebut diatas, *android* menjadi OS yang paling banyak digunakan di Indonesia. Oleh sebab itu, aplikasi *android* akan mudah diakses oleh pengguna *gadget* dengan salah satu kelebihan aplikasi *android* , yaitu aplikasi ditempatkan pada *Market Place* yang telah ter-*instal* di perangkat android pengguna

sehingga pengguna dapat secara langsung memasang aplikasi pada perangkat.

Adapun metode hisab yang akan diterapkan pada aplikasi ini adalah metode hisab berdasarkan kitab *al-Durru al-Anîq*. Hisab dalam kitab *al-Durru al-Anîq* dikatakan sebagai hisab kontemporer karena telah menggunakan konsep astronomi modern. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, hasilnya hampir sama dengan NASA. Terdapat selisih sekitar  $00.2^d$  s/d  $01^m 33^d$ .<sup>7</sup> Oleh karena itu metode hisab dalam kitab *al-Durru al-Anîq* dinilai memiliki keakuratan yang cukup tinggi sehingga penulis menggunakan metode hisab tersebut dalam aplikasi yang akan dibuat.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana proses perancangan aplikasi *android* hisab gerhana Bulan dan Matahari dengan metode hisab kitab *al-Durru al-Anîq*?

---

<sup>7</sup> Khotibul Umam, *Sudi Pemikiran KH. Ahmad Ghazali Tentang Metode Hisab Gerhana Matahari Global Dalam Kitab Al-Durru al-Aniq*, Skripsi, (Semarang: UIN Walisongo, 2019), 110.

2. Bagaimana hasil uji fungsionalitas dan uji verifikasi aplikasi *android* hisab gerhana Bulan dan Matahari dengan metode hisab kitab *al-Durru al-Anîq*?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui proses perancangan aplikasi *android* hisab gerhana Bulan dan Matahari dengan metode hisab kitab *al-Durru al-Anîq*.
2. Mengetahui hasil uji fungsionalitas dan uji verifikasi aplikasi *android* hisab gerhana Bulan dan Matahari dengan metode hisab kitab *al-Durru al-Anîq*.

### **D. Manfaat dan Signifikansi Penelitian**

1. Sebagai kontribusi dalam perkembangan ilmu falak pada era digital.
2. Memudahkan masyarakat mengakses informasi tentang gerhana dalam perspektif fiqih dan astronomi.
3. Sebagai syiar dan media pembelajaran ilmu falak bagi masyarakat melalui teknologi *android*.

### **E. Telaah Pustaka**

Penelitian ini terfokus pada pengembangan ilmu tentang gerhana yang dituangkan pada sebuah aplikasi



*android* dengan memadukan konsep gerhana dari segi astronomis dan perspektif fiqih sebagai implementasi kesatuan ilmu pengetahuan (*unity of sciences*). Berdasarkan penelusuran penulis, beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian penulis antara lain sebagai berikut:

Skripsi (2019) UIN Walisongo Semarang, Khotibul Umam, *Studi Pemikiran KH. Ahmad Ghozali Tentang Metode Hisab Gerhana Matahari Global Dalam Kitab al-Durru al-Anîq*. Skripsi ini membahas tentang perhitungan gerhana Matahari secara global menggunakan metode hisab dalam kitab *al-Durru al-Anîq* yang merupakan hasil pemikiran dari Ahmad Ghozali. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa algoritma metode hisab gerhana Matahari global dalam kitab *al-Durru al-Anîq* yang hampir sama dengan algoritma *Jean Meeus* dalam buku *Elements of Solar Eclipse 1951-2200*. Hasil komparasi dengan NASA menunjukkan selisih  $00.2^d$  s/d  $01^m 33^d$ .<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Khotibul Umam, *Studi Pemikiran KH. Ahmad Ghozali Tentang Metode Hisab Gerhana Matahari Global Dalam Kitab al-Durru al-Anîq*

Skripsi (2019) UIN Walisongo Semarang, Fiki Nu'afi Qurrata Aini, *Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Matahari Elements of Solar Eclipse Jean Meeus dan Textbook on Spherical Astronomy W.M. Smart*. Penelitian ini menghasilkn temuan bahwa kedua metode perhitungan tersebut menggunakan elemen Bessel, namun elemen Bessel pada kedua metode tersebut berbeda.<sup>9</sup>

Skripsi (2018) UIN Walisongo Semarang, Waladatun Nahar, *Studi Komparatif Pendapat Imam Malik dan Imam Syafi'i tentang Waktu Dimulainya Shalat Gerhana*. Hasil penelitian ini ialah semua madzhab sepakat hokum shalat gerhana adalah sunah muakkad. Namun menurut Imam Malik shalat gerhana hanya boleh dilaksanakan pada waktu shalata nafilah, sedangkan menurut Imam Syafi'i shalat gerhana boleh dilakukan kapan saja ketika gerhana berlangsung. Keduanya berbeda pendapat karena perbedaan dalam memahami waktu shalat fardlu.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Fiki Nu'afi Qurrata Aini, *Studi Komparatif Sistem Perhitungan Gerhana Matahari Elements of Solar Eclipse Jean Meeus dan Textbook on Spherical Astronomy W.M. Smart*.

<sup>10</sup> Waladatun Nahar, *Studi Komparatif Pendapat Imam Malik dan Imam Syafi'i tentang Waktu Dimulainya Shalat Gerhana*.

Skripsi (2017) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Mohammad Arif Mustofa, *Relevansi Gerhana Bulan Penumbra Terhadap Pelaksanaan Shalat Khusuful Qamar Perspektif Fiqih Kontemporer*. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa relevansi pelaksanaan shalat *khusuful qamar* mempertimbangkan pada aspek “melihat” yang memiliki arti bahwa gerhana harus terlihat tidak boleh samar. Kata “*khusuf*” menunjukkan bahwa gerhana terjadi apabila ada bagian dari Bulan yang terpotong atau hilang. Dengan demikian, jika gerhana tidak terlihat maupun terpotong maka tidak disunahkan untuk shalat gerhana.<sup>11</sup>

Skripsi (2016) UIN Walisongo Semarang, Zul Amri Fathinul Inshafi, *Aplikasi Data Ephemeris Matahari Dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Pada Smartphone Android*. Penelitian ini menghasilkan aplikasi data ephemeris berbasis android yang diberi nama *Zephemeris*. Aplikasi tersebut dirancang menggunakan bahasa pemrograman *Java* dengan algoritma perhitungsn *Jean Meeus*. Zul menyimpulkan bahwa aplikasi tersebut

---

<sup>11</sup> Mohammad Arif Mustofa, *Relevansi Gerhana Bulan Penumbra Terhadap Pelaksanaan Shalat Khusuful Qamar Perspektif Fiqih Kontemporer*

dapat dijalankan di semua *smartphone*. Hasil perhitungan pada aplikasi *Zephemeris* dikomparasikan dengan *Program Posisi Matahari dan Bulan Algoritma Jean Meeus* karya Rinto Anugraha. Hasil komparasi menunjukkan bahwa terdapat selisih yang tidak lebih dari dua angka di belakang koma pada orde detik busur.<sup>12</sup>

Indra Heriawan dan Eni Seniwati, *Aplikasi Android Cara Shalat Wajib dan Shalat Sunah*, naskah publikasi Universitas AMIKOM Yogyakarta (2017). Aplikasi yang dikembangkan memuat panduan terkait tata cara shalat wajib dan sunah yang disajikan dalam bentuk audio visual. Shalat sunah yang dimuat ialah shalat tahajjud, shalat istikharah, shalat dhuha, dan shalat tahiyat masjid.<sup>13</sup>

Berdasar penelusuran peneliti terkait aplikasi *android*, hisab gerhana, dan fiqih gerhana belum ada penelitian tentang pengembangan aplikasi hisab gerhana sekaligus fiqih gerhana berbasis *android*.

---

<sup>12</sup> Zul Amri Fathinul Inshafi, *Aplikasi Data Ephemeris Matahari Dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Pada Smartphone Android*.

<sup>13</sup> Indra Heriawan dan Eni Seniwati, *Aplikasi Android Cara Shalat Wajib dan Shalat Sunah*,

## F. Metode Penelitian

### 1. Jenis Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan. Penelitian dan pengembangan menurut *Richey and Kelin* merupakan perancangan dan penelitian pengembangan (*Design and Development Research*)<sup>14</sup>. Metode *Research and Development (R & D)* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu.<sup>15</sup>

Secara garis besar, langkah – langkah dalam penelitian ini antara lain adalah perancangan (*planning*), memproduksi (*production*), dan mengevaluasi (*evaluation*). Adapun perancangan merupakan kegiatan membuat rencana produk yang akan dibuat. Memproduksi berarti membuat produk berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Kemudian mengevaluasi produk yang telah dibuat.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pengembangan Research and Development*, (Bandung: Alfabeta, 2016) cet. II, 28.

<sup>15</sup> Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2016), cet. 23, 297.

<sup>16</sup> Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pengembangan*, 39.

Dalam hal ini peneliti mengembangkan sebuah aplikasi berbasis *android* dengan mengimplementasikan metode hisab gerhana yang terdapat dalam kitab *al-Durru al-Anîq*. Aplikasi dilengkapi dengan fiqh dan ragam gerhana.

## 2. Sumber Data

Sumber yang digunakan oleh penulis adalah kitab *al-Durru al-Anîq* karya Ahmad Ghozali. Kitab tersebut penulis gunakan sebagai pedoman metode perhitungan gerhana dan pengambilan data-data astronomi yang dibutuhkan. Sedangkan kajian fiqh terkait gerhana penulis peroleh dari buku-buku dan kitab-kitab yang membahas tentang fiqh gerhana berdasarkan pendapat jumhur ulama, diantaranya ialah *Al-Fiqh al-Islam wa Adillatuh* karya Wahbah al-Zuhaili, *Al-Fiqh 'Ala Mazhab al-Arba'ah* karya Abdurrahman Al-Jaziri, *Raudatu al-Tâlibin wa 'Umdat al-Muftin* karya An-Nawawi serta dokumen-dokumen terkait. Ragam gerhana yang meliputi pengertian, macam-macam, dan geometri gerhana penulis ambil dari kitab *al-Durru al-Anîq*.

### 3. Metode Pengumpulan Data

Penulis mengumpulkan data untuk penelitian ini menggunakan metode studi pustaka atau *library research* dan observasi. Data-data diperoleh dengan mengumpulkan informasi-informasi dari berbagai literatur berupa tulisan, gambar, atau karya-karya monumental seseorang<sup>17</sup> yang berkaitan dengan gerhana, diantaranya adalah dalil-dalil al-Qu'an maupun hadis tentang gerhana, pergerakan Bulan dan Matahari. Penjelasan gerhana serta data-data astronomis yang dibutuhkan dalam perhitungan gerhana diambil dari kitab *al-Durru al-Anîq*. Fiqih gerhana penulis peroleh dengan cara menelusuri kitab-kitab hadis dan fiqih tentang gerhana. Adapun observasi dalam peneltian ini dilakukan dengan cara survei aplikasi-aplikasi prediksi gerhana dan aplikasi yang menyajikan fiqih gerhana.

### 4. Rancangan Aplikasi

Aplikasi pada penelitian ini bernama *ECNOS*, yang merupakan singkatan dari *Eclipse on Our Screen*. *ECNOS* terdiri dari *use case diagram* dan *activity*

---

<sup>17</sup> *Ibid*, 239.

*diagram*. *Use case diagram* merupakan suatu aktivitas yang menggambarkan urutan interaksi antar satu atau lebih *actor* dan sistem.<sup>18</sup> Sedangkan *activity diagram* merupakan alur kerja dari setiap *use case*.<sup>19</sup> Sistem aplikasi dirancang memiliki 5 *use case* utama, yaitu ragam gerhana, fiqih gerhana, hisab gerhana Matahari, hisab gerhana Bulan, tentang. Fiqih gerhana yang dimuat dalam aplikasi *ECNOS* merupakan poin-poin dari pembahasan fiqih gerhana pada BAB II dalam skripsi ini. Pengguna dapat mengetahui data-data gerhana pada menu hisab gerhana Matahari atau Bulan dengan memasukkan bulan dan tahun masehi.

Rancangan program yang meliputi desain antarmuka (*user interface*), pengkodean untuk rumus hisab gerhana, serta penyusunan dan penyimpanan *database*. Desain *user interface (UI)* dan penyusunan rumus hisab gerhana dilakukan melalui perangkat lunak (*software*) *Android Studio*. Data – data yang terdapat pada *ephemeris* dan tabel

---

<sup>18</sup> Nazruddin Safaat, *Android – Pemrograman Aplikasi Mobile Berbasis Android*, (Bandung : Informatika, 2018), 271

<sup>19</sup> *Ibid.*, 288.



kitab *al-Durru al-Aniq* penulis jadikan sebagai *database* lokal (*offline*).

#### 5. Uji Coba dan Verifikasi Produk

Uji coba dilakukan untuk mengetahui kinerja dari aplikasi apakah berjalan dengan baik atau tidak. Aplikasi akan dijalankan pada *smartphone android*, kemudian untuk evaluasi perhitungan gerhana dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan pada aplikasi dengan data gerhana yang dimiliki oleh NASA. Data gerhana NASA menjadi pembanding sebab kitab *al-Durru al-Aniq* dan NASA sama-sama menggunakan elemen Bessel. Selain itu hasil prediksi NASA telah diakui keakuratannya.

### **G. Sistematika Penulisan**

Secara garis besar skripsi ini akan ditulis dengan lima bab, dimana pembahasan setiap bab adalah sebagai berikut:

Bab *pertama* merupakan pendahuluan. Pendahuluan terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat dan signifikansi penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab *kedua* merupakan pembahasan umum terkait pokok bahasan dalam penelitian. Pembahasan pada bab ini meliputi teori-teori yang berkaitan dengan penelitian penulis, diantaranya: dasar hukum dan macam-macam gerhana, dan fiqih gerhana.

Bab *ketiga* membahas tentang desain perancangan sistem pembuatan aplikasi *android* hisab gerhana Bulan dan Matahari menggunakan metode hisab dalam kitab *al-Durru al-Anîq*. Perancangannya meliputi desain *use case diagram*, *activity diagram*, dan implemetasi produk.

Bab *keempat* berisi hasil penelitian dan pembahasan. Pembahasan ini meliputi uji coba aplikasi, verifikasi, dan evaluasi aplikasi *ECNOS*.

Bab *kelima* berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

## BAB II

### TEORI DAN FIQIH GERHANA

#### A. Dalil Al-Qur'an dan Hadis

Keberadaan jagat raya dan seisinya merupakan bukti bahwa Allah memiliki kekuasaan yang tidak tertandingi. Pergerakan benda-benda langit dan segala sesuatu yang berada di Bumi diatur oleh Allah dengan sedemikian rupa. Seluruh benda langit bergerak namun tidak saling bertabrakan. Benda-benda langit diciptakan dengan orbitnya mereka masing-masing. Allah SWT berfirman dalam *al-Qur'an* Surah *Yasin* ayat 39:

وَأَلْقَمَرَ قَدْرَهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾<sup>1</sup>

*“Dan telah Kami tetapkan tempat peredaran bagi Bulan, sehingga kebalilah ia seperti bentuk tandan yang tua.”*  
(Q.S. 36 [Yasin]: 39)<sup>2</sup>

Pergerakan benda langit yang diatur oleh Allah menimbulkan pengaruh yang besar bagi kehidupan di muka Bumi. Salah pengaruh yang sangat jelas dirasakan

---

<sup>1</sup> Ma'had Tahfidh Yanbu' al-Qur'an, Al-Qur'an dan Terjemahnya, (Kudus: Mubarakatan Thoyyibah, 2014), cet. VI, 441.

<sup>2</sup> *Ibid*, 441.

oleh makhluk di Bumi yaitu pergantian siang dan malam yang setiap hari terjadi. Disebutkan dalam *al-Qur'an* Surah *al-Isra'* ayat 12:

وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ آيَاتٍ ۖ فَمَحَوْنَا آيَةَ اللَّيْلِ وَجَعَلْنَا آيَةَ النَّهَارِ

مُبْصِرَةً لِّتَبْتَغُوا فَضْلًا مِّن رَّبِّكُمْ وَلِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ

وَكُلَّ شَيْءٍ فَضَّلْنَاهُ تَفْضِيلًا ﴿١٢﴾<sup>3</sup>

*“Dan Kami jadikan malam dan siang sebagai dua tanda (kebesaran Kami), kemudian Kami hapuskan tanda malam dan Kami jadikan tanda siang itu terang benderang, agar kamu (dapat) mencari karunia dari Tuhanmu, dan agar akmu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Dan segala sesuatu telah Kami terangkan dengan jelas.”* (Q.S. 17 [al-Isra’]: 12)

Kemudian dalam al-Qur’an Surah Yunus ayat 5, Allah berfirman:

---

<sup>3</sup> *Ibid*, 282.

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ  
لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ  
يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٥﴾

*“Dialah menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya, dan Dialah yang menetapkan orbitnya, agar kamu mengetahui bilangan tahun, dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu melainkan dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui.”<sup>4</sup> (Q.S. 10 [Yunus]: 5)*

Fenomena alam lainnya yang terjadi akibat pergerakan benda langit ialah gerhana. Gerhana terjadi antara Bumi, Bulan, dan Matahari. Ketiga benda langit tersebut memiliki orbitnya masing-masing. Bulan merupakan satelit alami Bumi yang bergerak mengelilingi Bumi atau disebut dengan revolusi. Bulan juga berevolusi terhadap Matahari bersama-sama dengan Bumi. Pada waktu tertentu ketiganya akan berada pada satu garis lurus yang memungkinkan terjadi gerhana.

---

<sup>4</sup> *Ibid*, 207.

Sejarah mengungkapkan bahwa pernah terjadi gerhana pada masa Rasulullah. Peristiwa tersebut disebutkan dalam salah satu hadis yang diriwayatkan oleh Bukhari:

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مَسْلَمَةَ عَنْ مَالِكٍ عَنْ هِشَامِ بْنِ عُرْوَةَ  
عَنْ أَبِيهِ عَنْ عَائِشَةَ أَنَّهَا قَالَتْ : حَسَفَتِ الشَّمْسُ فِي عَهْدِ  
رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ, فَصَلَّى رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ  
عَلَيْهِ وَسَلَّمَ بِالنَّاسِ فَقَامَ فَأَطَالَ الْقِيَامَ, ثُمَّ رَكَعَ فَأَطَالَ  
الرُّكُوعَ, ثُمَّ قَامَ فَأَطَالَ الْقِيَامَ وَهُوَ دُونَ الْقِيَامِ الْأَوَّلِ, ثُمَّ رَكَعَ  
فَأَطَالَ الرُّكُوعَ, وَهُوَ دُونَ الرُّكُوعِ الْأَوَّلِ, ثُمَّ سَجَدَ فَأَطَالَ  
السُّجُودَ, ثُمَّ فَعَلَ فِي الرُّكُوعِ الثَّانِيَةِ مِثْلَ مَا فَعَلَ فِي الْأُولَى,  
ثُمَّ انصَرَفَ وَقَدْ انجَلَّتِ الشَّمْسُ, فَخَطَبَ النَّاسَ, فَحَمِدَ  
اللَّهُ وَأَثْنَى عَلَيْهِ ثُمَّ قَالَ : إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ آيَاتَانِ مِنْ آيَاتِ  
اللَّهُ لَا يَنْحَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ, فَإِذَا رَأَيْتُمُ ذَلِكَ

فَادْعَا اللَّهَ وَكَبِّرُوا وَصَلُّوا وَتَصَدَّقُوا . ثُمَّ قَالَ : يَا أُمَّةَ مُحَمَّدٍ ,  
 وَاللَّهِ مَا مِنْ أَحَدٍ أَعْيَزُ مِنَ اللَّهِ أَنْ يُزِيَّ أُمَّتَهُ . يَا أُمَّةَ مُحَمَّدٍ ,  
 لَوْ تَعْلَمُونَ مَا أَعْلَمَ لَصَحَحْتُمْ قَلِيلًا وَلَبَكَيْتُمْ كَثِيرًا . (الْحَدِيثُ

5 (١٠٤٤)

*“Dari Aisyah, dia berkata, “Terjadi gerhana Matahari pada masa Rasulullah SAW. Maka Rasulullah SAW shalat mengimami manusia. Beliau berdiri dan memperlama berdiri, kemudian ruku’ dan memperlama ruku’. Kemudian beliau berdiri dan memperlama berdiri, namun lebih singkat daripada berdiri yang pertama. Kemudian beliau ruku’ dan memperlama ruku’, namun lebih singkat daripada ruku’ yang pertama. Kemudian beliau selesai shalat dan Matahari Nampak kembali. Lalu beliau berkhotbah di hadapan manusia dengan memuji Allah serta menyanjung-Nya, kemudian bersabda, ‘Sesungguhnya Matahari dan Bulan adalah dua tanda diantara tanda-tanda (kebesaran) Allah, keduanya tidak mengalami gerhana karena kematian seseorang dan tidak pula karena kehidupannya. Apabila kalian melihat hal itu, maka berdoalah kepada Allah, bertakbir, shalat, dan bersedekahlah.’ Kemudian beliau bersabda, ‘Wahai umat Muhammad! Demi Allah, tidak ada seorangpun yang lebih*

---

<sup>5</sup> Abi Abdullah Muhammad bin Ismail Al Bukhari, *Shohih Bukhari*, jilid 6, (Beirut: Dar Ibnu Katsir, 2002), 254.

*cemburu daripada Allah apabila hambanya yang laki-laki atau hambanya yang perempuan melakukan perzinaan. Wahai umat Muhammad! Kalau kalian mengetahui apa yang aku ketahui, niscaya kalian akan sedikit tertawa dan banyak menangis'.*” (H.R. Bukhari)<sup>6</sup>

Berdasarkan hadis tersebut gerhana Matahari pernah terjadi pada masa Rasulullah kemudian Rasulullah melaksanakan shalat gerhana. Rasulullah juga menyampaikan khutbahnya bahwa gerhana Matahari dan Bulan merupakan tanda-tanda kekuasaan Allah bukan akibat dari kematian atau kehidupan seseorang. Maka sebagai wujud penghambaan kepada Allah serta mengagungkan-Nya umat Islam dianjurkan untuk shalat, berdoa, bersedekah, dan memperbanyak memuji Allah.

## **B. Pengertian Gerhana**

Gerhana telah dikenal oleh bangsa Yunani dengan sebutan *eclipse*. Secara *etimologi*, gerhana dalam bahasa inggris disebut dengan *eclipse*<sup>7</sup>. Kemudian gerhana Matahari disebut dengan *eclipse of Sun* dan *eclipse of*

---

<sup>6</sup> Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Fathul Bari Syarah Shahih Al-Bukhari*, terj., dari *Fathul Bari Syarah Shahih Al-Bukhari*, Ghazirah Abdi Ummah, (Jakarta Selatan: Pustaka Azzam, 2002), cet. I, 12-13.

<sup>7</sup> *Oxford Learner's Pocket Dictionary*, 142



*Moon* untuk menyebut gerhana Bulan.<sup>8</sup> Sedangkan dalam bahasa Arab kata untuk menyebut gerhana Matahari dan gerhana Bulan berbeda. Gerhana Matahari disebut dengan *kusuf*, berasal dari kata كَسَفَ - كَسَفًا - كُسُوفًا yang artinya menutupi.<sup>9</sup> Gerhana Bulan disebut dengan *khusuf*, berasal dari kata كَسَفَ - كَسَفًا - كُسُوفًا yang berarti menenggelamkan.<sup>10</sup>

Perbedaan penyebutan gerhana Matahari dan gerhana Bulan dalam bahasa Arab sesuai dengan kondisi Matahari dan Bulan yang sesungguhnya ketika gerhana terjadi. Pada saat gerhana Matahari sinar Matahari tidak benar-benar menghilang akan tetapi cahayanya tertutupi oleh Bulan yang berada diantara Bumi dan Matahari. Oleh karena itu gerhana Matahari disebut *kusuf*. Sedangkan ketika terjadi gerhana Bulan posisi Bumi berada diantara Bulan dan Matahari sehingga Bumi menghasilkan bayangan. Bulan yang memasuki daerah bayangan Bumi diakan-akan

---

<sup>8</sup> *Ibid*, 142.

<sup>9</sup> Ahmad Warson Munawwir, *Kamus al-Munawwir Arab-Indonesia*, cet. 25, (Surabaya: Pustaka Progressif, 2002), 1209.

<sup>10</sup> *Ibid*, 339.

tenggelam dalam bayangan tersebut sehingga cahayanya menghilang karena tidak mendapatkan sinar Matahari.

Menurut Wahbah al-Zuhaili *kusuf* adalah hilangnya sinar Matahari secara keseluruhan atau sebagian pada siang hari akibat transitnya Bulan diantara Matahari dan Bumi. *Khusuf* adalah hilangnya seluruh sinar Bulan atau sebagian pada malam hari karena terdapat bayangan Bumi diantrana Matahari dan Bulan.<sup>11</sup>

### C. Gerhana Matahari

Gerhana Matahari menjadi fenomena langit yang menarik perhatian banyak orang. Sebagaimana yang terjadi, pada saat gerhana Matahari keadaan lingkungan yang awalnya terang tiba-tiba menjadi gelap. Maka bagi orang-orang yang masih awam dengan penjelasan astronomis hal ini merupakan fenomena yang tidak biasa. Bahkan bagi kelompok tertentu gerhana Matahari diyakini mengisyaratkan sesuatu.

Gerhana Matahari dalam mitologi Cina diyakini sebagai peristiwa dimana seekor naga mencoba untuk

---

<sup>11</sup> Wahbah al-Zuhaili, *Al-Fiqh al-Islam wa Adillatuh*, juz.2, (Damaskus: Dar al-Fikr, 1985), cet.II, 395.

memakan Matahari. Kemudian penduduk membuat bunyi-bunyian untuk membuat naga ketakutan. Beberapa diantara mereka berteriak, memukul gong dan panci.<sup>12</sup> Kepercayaan semacam ini menjadi serba-serbi yang menarik terkait dengan gerhana Matahari.

Sejak zaman dahulu peristiwa gerhana menjadi hal yang menarik perhatian masyarakat. Informasi terkait gerhana ditemukan di Cina yang merupakan catatan gerhana tertua tahun 2134 sebelum Masehi. Catatan lain juga ditemukan di Syria yang menunjukkan gerhana tahun 1233 sebelum Masehi dan di Babilonia 8 tahun sebelum Masehi.<sup>13</sup>

Terlepas dari kepercayaan-kepercayaan masyarakat, gerhana merupakan fenomena alam yang dapat dijelaskan secara ilmiah. Peristiwa ini tidak lepas dari pengaruh pergerakan Bumi, Bulan, dan Matahari. Bumi dan Bulan yang berevolusi dengan periodenya masing-masing suatu saat keduanya akan berada pada

---

<sup>12</sup> Patrick Moore, *Astronomy*, (London: Oldbourne, tt), 20.

<sup>13</sup> Moedji Raharto, dkk, *Buku Panduan Gerhana*, (Bandung: ITB Press, 2018), ed.1, cet.I, 6.

posisi yang sejajar dengan Matahari sehingga memungkinkan terjadinya gerhana.

Gerhana Matahari sendiri terjadi pada saat fase bulan mati dimana posisi Bulan berada diantara Bumi dan Matahari. Pada fase Bulan mati tersebut jika dilihat dari permukaan Bumi, Bulan membelakangi Matahari sehingga Bulan tidak dapat memantulkan cahaya Matahari ke Bumi. Meskipun demikian, pada setiap fase bulan mati belum tentu terjadi gerhana Matahari. Hal ini disebabkan orbit Bulan tidak sebidang dengan orbit Bumi, melainkan berpotongan membentuk sudut  $5^{\circ}$ .<sup>14</sup> Ketika terjadi gerhana Matahari Bulan berada tepat pada titik simpul yang terbentuk antara orbit Bulan dan orbit Bumi. Dengan demikian, Bumi, Bulan, dan Matahari berada pada satu garis lurus sehingga cahaya Matahari yang menyinari Bumi terhalang oleh Bulan dan terjadi gerhana Matahari. Dilansir dari *World Buletin*, konsep geometri gerhana

---

<sup>14</sup> Ahmad Izzudin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang : Pustaka Rizki Putra, 2012), 109.

yang dikenal hingga saat ini merupakan hasil penemuan dari Ibrahim Muteferrika.<sup>15</sup>

Menurut keterangan Ahmad Ghazali diameter Matahari 109 kali lipat dari diameter Bulan sedangkan diameter Bumi 3.67 kali lipat diameter Bulan.<sup>16</sup> Bulan memiliki diameter yang relatif kecil yaitu 2.160 mil. Sedangkan Matahari memiliki diameter 864.000 mil dengan jarak yang lebih jauh dari pada Bulan sehingga keduanya tampak memiliki ukuran yang hamper sama.<sup>17</sup> Bulan berada pada jarak rata-rata 384.400 km dari Bumi sedangkan jarak rata-rata Bulan dengan Matahari lebih jauh yaitu 149.680.000 km.<sup>18</sup> Oleh sebab itu, ada kalanya Bulan tampak sebesar Matahari sehingga dia mampu menutupi Matahari. Maka pada saat itu terjadilah gerhana Matahari total.

Jarak antara Bulan dengan Bumi dan Bumi dengan Matahari tidak tetap, ada kalanya jauh da nada kalanya

---

<sup>15</sup> World Buletin, *Muslim Scientist Discover Solar Eclipse*, <https://worldbulletin.dunyabulteni.net/islamic-world/muslim-scientists-discover-solar-eclipse-h156798.html> diakses pada 10 Februari 2021, 9.45

<sup>16</sup> Ahmad Ghazali, *al-Durru a- Aniq*, (Sampang: LAFAL, 1437 H), cet. II, 50.

<sup>17</sup> Patrick Moore, *Astronomy*, (London: Oldbourne, tt.), 20.

<sup>18</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu*, 113.

dekat. Hal ini dipengaruhi oleh garis edar (orbit) Bumi dan Bulan itu sendiri. Orbit Bumi terhadap Matahari dan orbit Bulan terhadap Bumi tidak membentuk lingkaran, melainkan membentuk elips.<sup>19</sup> Dengan demikian, pada saat tertentu Bumi berada pada jarak yang paling jauh atau paling dekat dengan Matahari. Begitu juga dengan Bulan yang akan berada pada jarak terjauh atau terdekat dengan Bumi.

Perbedaan orbit satu sama lain serta jarak yang berubah-ubah setiap saat memungkinkan terjadi gerhana Matahari yang berbeda-beda pada setiap kejadiannya. Ada 3 tipe gerhana Matahari yang mungkin terjadi, yaitu total, cincin, dan sebagian (parsial).<sup>20</sup>

#### 1. Gerhana Matahari Total

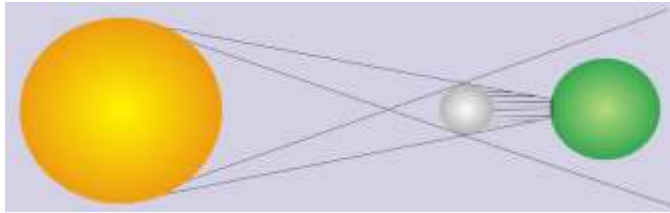
Gerhana Matahari total terjadi dimana seluruh piringan Bulan menutupi seluruh piringan Matahari.<sup>21</sup> Hal ini terjadi ketika Bulan berada dekat dengan Bumi sehingga Bulan tampak sebesar Matahari.

---

<sup>19</sup> Ahmad Ghazali, *al-Durru al-Aniq*, 50

<sup>20</sup> *Ibid.*, 48.

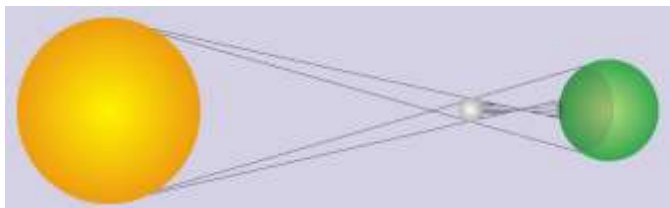
<sup>21</sup> *Ibid.*



Gambar 2. 1. Geometri Gerhana Matahari Total

## 2. Gerhana Matahari Cincin

Pada saat terjadi gerhana Matahari cincin piringan Bulan menutupi piringan Matahari dengan tidak sempurna karena kepala kerucut umbra tidak sampai pada permukaan Bumi, hanya perpanjangan dari kerucut bayangan Bulan (Antumbra) yang sampai pada permukaan Bumi.<sup>22</sup>



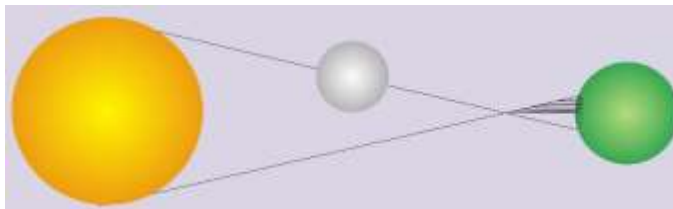
Gambar 2. 2. Geometri Gerhana Matahari Cincin

## 3. Gerhana Matahari Sebagian (Parsial)

---

<sup>22</sup> *Ibid*, 49.

Gerhana Matahari sebagian terjadi ketika piringan Bulan menutupi sebagian piringan Matahari.<sup>23</sup>



Gambar 2. 3. Geometri Gerhana Matahari Sebagian

#### 4. Gerhana Matahari Cincin-Total

Gerhana ini terjadi secara total dan cincin. Pada sebagian tempat terjadi gerhana Matahari total dan sebagian tempat yang lain mengalami gerhana Matahari cincin.

### **D. Gerhana Bulan**

Gerhana Bulan terjadi ketika Bulan mengalami fase Bulan penuh atau purnama. Pada fase ini seluruh permukaan Bulan yang menghadap ke Bumi mendapatkan cahaya dari Matahari sehingga Bulan tampak bulat sempurna. Namun ada kalanya pada fase bulan purnama Bulan justru tidak mendapatkan cahaya Matahari sama sekali. Peristiwa ini disebut dengan gerhana Bulan.

---

<sup>23</sup> *Ibid.*

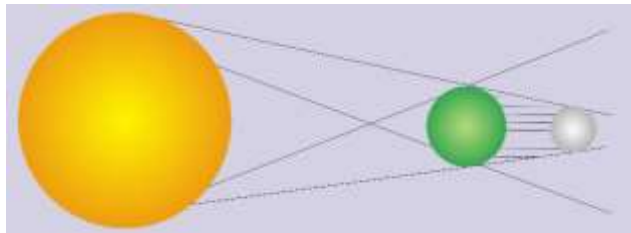


Meskipun gerhana Bulan terjadi pada fase bulan purnama, tidak setiap purnama akan terjadi gerhana Bulan. Sebagaimana gerhana Matahari, hal ini disebabkan orbit Bulan tidak sebidang dengan orbit Bumi.

Adapun macam gerhana Bulan ada 3, yaitu:

1. Gerhana Bulan Total

Gerhana Bulan total terjadi ketika seluruh bagian Bulan memasuki umbra Bumi. Pada saat tengah gerhana cahaya Bulan hilang sepenuhnya.<sup>24</sup>



Gambar 2. 4. Geometri Gerhana Bulan Total

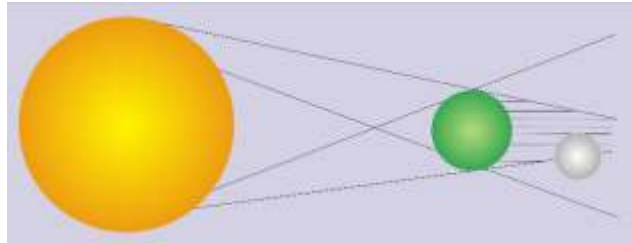
2. Gerhana Bulan Sebagian (Parsial)

Pada saat tengah gerhana bagian Bulan yang masuk umbra Bumi hanya sebagian dan bagian yang lainnya masuk penumbra Bumi.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> *Ibid*, 141.

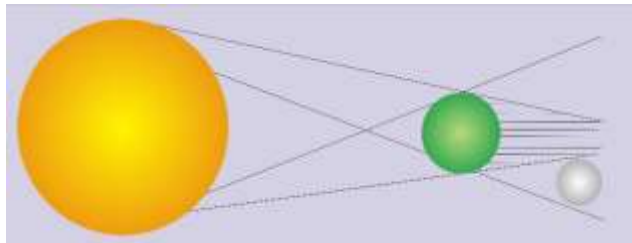
<sup>25</sup> *Ibid*.



Gambar 2. 5. Geometri Gerhana Bulan Sebagian

### 3. Gerhana Bulan Penumbral

Gerhana Bulan penumbral terjadi jika pada saat tengah gerhana Bulan masuk pada bayangan penumbra Bumi akan tetapi tidak sampai pada bayangan umbra Bumi.<sup>26</sup>



Gambar 2. 6. Geometri Gerhana Bulan Penumbral

## E. Fiqih Gerhana

Peristiwa gerhana merupakan salah satu tanda keagungan Allah SWT yang menunjukkan bahwa Allah Maha Berkehendak dan tidak ada yang mustahil terjadi

---

<sup>26</sup> *Ibid.*

jika Allah menghendaki terjadi. Hanya Allah yang mampu menjadikan hal-hal mustahil bagi manusia untuk terjadi, seperti peristiwa menghilangnya sinar Matahari pada masa Rasulullah, zaman dimana ilmu pengetahuan belum berkembang pesat dan pemikiran manusia masih diliputi oleh mitos dan tahayul. Agar tidak menimbulkan syirik maka Rasulullah memerintahkan umat Islam untuk melaksanakan ibadah-ibadah dengan tujuan mengagungkan Allah. Ibadah-ibadah yang dianjurkan oleh Rasulullah antara lain adalah shalat gerhana, bersedekah, dan memperbanyak dzikir.

#### 1. Sholat Gerhana

Landasan dianjurkannya shalat ketika terjadi gerhana adalah hadis yang diriwayatkan oleh Bukhori

حَدَّثَنَا شَهَابُ بْنُ عَبَّادٍ قَالَ: حَدَّثَنَا إِبْرَاهِيمُ بْنُ مُحَمَّدٍ عَنْ

إِسْمَاعِيلَ عَنْ قَيْسٍ قَالَ: سَمِعْتُ أَبَا مَسْعُودٍ يَقُولُ: قَالَ النَّبِيُّ

صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ

أَحَدٍ مِنَ النَّاسِ، وَلَكِنَّهُمَا آيَاتَانِ مِنَ آيَاتِ اللَّهِ، فَإِذَا رَأَيْتُمُوهَا

فَقُومُوا فَصَلُّوا. (الْحَدِيثُ ١٠٤١)<sup>27</sup>

*“Telah menceritakan kepada kami Syihab bin Ubbad, dia berkata: telah menceritakan kepada kami Ibrahim bin Humaid dari Ismail dari Qais, ia berkata; aku telah mendengar Abu Mas’ud berkata: Nabi saw bersabda: Sesungguhnya Matahari dan Bulan tidak tertutupi karena kematian seorang manusia, akan tetapi keduanya merupakan salah satu tanda dari tanda-tanda kebesaran Allah. Apabila kalian melihat tanda itu, maka bangkitlah, sholatlah. (H.R. Bukhori).<sup>28</sup>*

حَدَّثَنَا عَمْرُو بْنُ عَوْنٍ قَالَ: حَدَّثَنَا حَلِيدٌ عَنْ يُونُسَ عَنْ

الْحُسَيْنِ عَنْ أَبِي بَكْرَةَ قَالَ: كُنَّا عِنْدَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ

وَسَلَّمَ فَإِنْكَسَفَتِ الشَّمْسُ فَقَامَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ

يَجْرُ رِدَاءَهُ حَتَّى دَخَلَ الْمَسْجِدَ، فَدَخَلْنَا، فَصَلَّى بِنَا رَكَعَتَيْنِ

---

<sup>27</sup> Abi Abdullah Muhammad bin Ismail Al Bukhari, *Shohih Bukhari*, jilid 6, (Damaskus: Dâr Ibnu Kasîr, 2002), cet.1, 253.

<sup>28</sup> Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Fathul Bari Syarah Shahih al-Bukhari*, terj., dari *Fathul Bari Syarah Shahih al-Bukhari*, juz.6 oleh Ghazirah Abdi Ummah, (Jakarta Selatan: Pustaka Azzam, 2002), cet. I, 3.

حَتَّىٰ انْجَلَّتِ الشَّمْسُ، فَقَالَ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: إِنَّ  
 الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ، فَإِذَا رَأَيْتُمُوهَا  
 فَصَلُّوا وَادْعُوا حَتَّىٰ يُكْشَفَ مَا بِيَكُمْ (الحديث ١٠٤٠)<sup>29</sup>

*"Dari al-Hasan, dari Abu Bakrah, dia berkata, kami berada di sisi Rasulullah SAW dan Matahari mengalami gerhana, maka Nabi SAW berdiri dan menyeret selendangnya hingga masuk masjid. Maka kami pun ikut masuk ke dalamnya. Lalu Nabi SAW shalat dua rakaat mengimami kami hingga Matahari tampak kembali. Lalu Nabi SAW bersabda, 'Sesungguhnya Matahari dan Bulan tidak mengalami gerhana karena kematian seseorang. Apabila kalian melihat keduanya, maka shalat dan berdoalah hingga disingkapkan apa yang ada pada kalian.'"*<sup>30</sup>

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ مُمَيَّرٍ . حَدَّثَنَا أَبِي . حَدَّثَنَا

إِسْمَاعِيلُ بْنُ أَبِي خَالِدٍ ، عَنْ قَيْسِ بْنِ أَبِي حَازِمٍ ، عَنْ أَبِي

مَسْعُودٍ ، قَالَ : قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : إِنَّ

<sup>29</sup> Abi Abdullah Muhammad bin Ismail Al Bukhari, *Shohih*, 253.

<sup>30</sup> Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Fathul*, 2-3.

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ مِنَ النَّاسِ. فَإِذَا

رَأَيْتُمُوهُ فَقُومُوا فَصَلُّوا<sup>31</sup>

*“Telah bercerita kepada kami, Muhammad bin Abdullah bin Numair: telah bercerita kepada kami Ismail bin Abi Kholid; dari Qais bin Abi Hazim; dari Abi Mas’ud, dia berkata: Rasulullah SAW bersabda: Sesungguhnya Matahari dan Bulan tidak akan tertutup (terjadi gerhana) karena kematian salah seorang manusia, jika kalian melihatnya maka berdiri dan shalatlah.”<sup>32</sup>*

Adapun beberapa hal terkait pelaksanaan sholat gerhana adalah sebagai berikut:

#### a. Hukum Sholat Gerhana

Para ulama sepakat bahwa salat gerhana Menurut Imam Nawawi hukum shalat gerhana Matahari dan Bulan adalah sunah muakkad dan boleh dilaksanakan pada waktu-waktu yang dimakruhkan.<sup>33</sup> Menurut Maliki dan Hanafi shalat gerhana Matahari hukumnya sunah muakkad, sedangkan shalat gerhana Bulan hukumnya

---

<sup>31</sup> Muhammad Fuad Abdul Baqi, *Sunan Ibnu Majjah*, juz 1 (Semarang: Thoha Putra, tt), 400.

<sup>32</sup> Muhammad Nashiruddin Al-Albani, *Shahih Sunan Ibnu Majjah*, 526.

<sup>33</sup> Nawawi, *Raudlah al-Thaalibiin*, juz.1, (Aman: al-Maktab al’Islamiyah, 119), cet. III, 83.

mandub.<sup>34</sup> Para ahli fiqh sepakat bahwa shalat gerhana hukumnya sunah muakkad.

#### b. Waktu Pelaksanaan Sholat Gerhana

Adapun waktu melaksanakan sholat gerhana adalah ketika gerhana mulai terjadi sampai gerhana berakhir. Sebagaimana keterangan dari Abdurrahman al-Jaziri bahwa shalat gerhana dilaksanakan pada saat mulai gerhana hingga berakhirnya gerhana.<sup>35</sup>

Jika gerhana terjadi pada waktu-waktu terlarang untuk shalat sunah, ulama Syafi'iyah berpendapat bahwa shalat gerhana boleh dilaksanakan.<sup>36</sup> Sedangkan menurut jumhur shalat gerhana tidak dilakukan pada waktu-waktu terlarang.

Ulama yang memperbolehkan shalat gerhana pada waktu terlarang memahami bahwa waktu-waktu tersebut terlarang untuk shalat nafilah, sedangkan shalat gerhana merupakan sunah.<sup>37</sup>

#### c. Jumlah Rakaat Shalat Gerhana

<sup>34</sup> Wahbah al-Zuhaili, *Al-Fiqh*, 396.

<sup>35</sup> Abdurrahman al-Jaziri, *Al-Fiqh 'Ala Madzhab al-Arba'ah*, juz 1, (Beirut: Daar al-Kutub al-Ilmiyah, 2003), cet.II, 332.

<sup>36</sup> Wahbah al-Zuhaili, *Al-Fiqh al-Islam wa Adillatuhu*, juz.2, (Damaskus: Dar al-Fikr, 1985), cet. II, 403.

<sup>37</sup> Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Bidayah al-Mujtahid*, terj., dari *Bidayah al-Mujtahid*, 440.

Terkait jumlah rakaat shalat gerhana, tiga imam madzhab yaitu Maliki, Syafi'i, dan Hambali sepakat bahwa shalat gerhana dilaksanakan dengan dua rakaat.<sup>38</sup> Ketentuan dua rakaat untuk shalat gerhana telah disepakati oleh jumbuh ulama.<sup>39</sup>

Terdapat keterangan yang menjelaskan bahwa peristiwa gerhana mengingatkan manusia tentang hari kebangkitan. Pada hari kebangkitan, Matahari dan Bulan akan kehilangan sinarnya. Dengan demikian, ketika terjadi gerhana sebaiknya manusia mengingat akan kematiannya dan merendahan diri dihadapan Allah untuk memohon ampunan atas dosa-dosa yang telah diperbuat. Oleh sebab itu Rasulullah memperpanjang durasi shalat pada kesempatan tersebut.<sup>40</sup>

Shalat gerhana merupakan kesunahan sehingga pelaksanaannya sebagaimana shalat sunah yang lain dilaksanakan dua rakaat. Adapun tambahan memperpanjang durasi shalat merupakan cara untuk merenungkan kebesaran Allah dengan terjadinya gerhana.

---

<sup>38</sup> Abdurrahman al-Jaziri, *Al-Fiqh 'Ala Madzhab al-Arba'ah*, 330.

<sup>39</sup> Wahbah al-Zuhaili, *Al-Fiqh*, 399.

<sup>40</sup> Nasiruddin al-Khattab, *English Translation of Sunan Ibn Majah*, vo.2, (Riyadl: Darussalam, 2007), 260.



#### d. Tata Cara Sholat Gerhana

Menurut pendapat jumbuh ulama shalat gerhana dilaksanakan sebanyak dua rakaat, empat kali berdiri membaca Surah, dan empat kali ruku'. Shalat gerhana Matahari maupun Bulan dilakukan secara berjamaah sebagaimana pendapat Syafi'i. Menurut Malik dan Abu Hanifah shalat gerhana Matahari dilakukan secara berjamaah sedangkan shalat gerhana Bulan dilakukan dengan tidak berjamaah.<sup>41</sup>

Sebagimana penjelasan Nawawi bahwa setiap rakaat berdiri dua kali, dua kali membaca Surah, dua kali ruku', dan dua kali sujud. Lebih sempurna jika ketika berdiri yang pertama setelah membaca Surah *al-Fatihah* membaca Surah *al-Baqarah* atau Surah lain yang sepanjang Surah *al-Baqarah*. Ketika berdiri yang kedua membaca Surah kira-kira dua ratus ayat setelah membaca Surah *al-Fatihah*. Pada saat berdiri yang ketiga Surah yang dibaca kira- seratus lima puluh ayat, misalnya Surah *an-Nisa'*. Ketika berdiri yang keempat membaca Surah kurang lebih seratus ayat, misalnya Surah *al-Maidah*.<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup>Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Bidayah*, 441.

<sup>42</sup>Nawawi, *Raudlah al-Thaalibiin*, juz.1, (Aman: al-Maktab al'Islamiyah, 119), cet.3, 83-84.

Adapun bacaan ayat *Al-Qur'an*, menurut Abu Hanifah dan ulama Malikiyah serta Syafi'iyah bacaan dibaca secara samar (*sir*) ketika sholat gerhana Matahari. Sedangkan ketika shalat gerhana Bulan bacaan dikeraskan (*jahr*).<sup>43</sup> Sebagaimana hadis yang diriwayatkan oleh Ibnu Majjah:

حَدَّثَنَا عَلِيُّ بْنُ مُحَمَّدٍ، وَ مُحَمَّدُ بْنُ إِسْمَاعِيلَ . قَالَ : حَدَّثَنَا  
 وَقِيعٌ ، عَنْ سُفْيَانَ ، عَنِ الْأَسْوَادِ بْنِ قَيْسٍ ، عَنْ ثَعْلَبَةَ بْنِ عِبَادٍ ،  
 عَنْ سَمُرَةَ ابْنِ جُنْدَبٍ ، قَالَ : صَلَّى بِنَا رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ  
 عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فِي الْكُسُوفِ ، فَلَا نَسْمَعُ لَهُ صَوْتًا<sup>44</sup>

*“Ali bin Muhammad dan Muhammad bin Ismail telah bercerita, mereka berkata, Waqi’; dari Sufyan; dari Aswad bin Qais; dari Tsa’labah bin Ibad; dari Samurah bin Jundab, dia berkata: Rasulullah SAW memimpin kita dalam shalat gerhana dan kami tidak mendengar suaranya.”*<sup>45</sup>

Dari hadis tersebut dapat diketahui bahwa para sahabat yang shalat gerhana bersama Rasulullah tidak

---

<sup>43</sup> Wahbah al-Zuhaili, *Al-Fiqh*, 402.

<sup>44</sup> Muhammad Fuad Abdul Baqi, *Sunan*, 402.

<sup>45</sup> Nasiruddin al-Khattab, *English*, 262.

mendengar ayat *Al-Qur'an* yang dibaca oleh Rasulullah. Berdasarkan hadis-hadis yang lain, tidak ada yang mengetahui dengan pasti ayat *Al-Qur'an Qur'an* yang dibaca oleh Rasulullah. Mereka hanya memperkirakan. Hal tersebut menunjukkan bahwa Rasulullah membaca ayat *Al-Qur'an* secara *sir* ketika shalat gerhana Matahari.

Terkait khutbah shalat gerhana, Malik dan Abu Hanifah tidak menjadikan khutbah sebagai syarat.<sup>46</sup> Menurut ulama Hanabilah, tidak ada khutbah dalam shalat gerhana sebab yang diperintahkan oleh Rasulullah adalah shalat bukan khutbah. Sedangkan Syafi'i berpendapat bahwa khutbah merupakan syarat dalam pelaksanaan shalat gerhana.<sup>47</sup>

## 2. Shodaqoh

Rasulullah SAW menganjurkan umat Islam untuk bersedekah jika terjadi gerhana. Sebagaimana dalam kitabnya, Imam Bukhori meriwayatkan hadis berikut:

---

<sup>46</sup> Bidayah, 441

<sup>47</sup> Wahbah al-Zuhaili, *Al-Fiqh*, 406.

أَخْبَرَنَا قُتَيْبَةَ عَنْ مَالِكٍ عَنْ هِشَامِ بْنِ عُرْوَةَ عَنْ أَبِيهِ عَنْ عَائِشَةَ  
قَالَتْ حَسَفَتِ الشَّمْسُ فِي عَهْدِ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ  
وَسَلَّمَ، فَصَلَّى رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ بِالنَّاسِ فَقَامَ  
فَأَطَالَ الْقِيَامَ، ثُمَّ رَكَعَ فَأَطَالَ الرُّكُوعَ، ثُمَّ قَامَ فَأَطَالَ الْقِيَامَ وَهُوَ  
دُونَ الْقِيَامِ الْأَوَّلِ، ثُمَّ رَكَعَ فَأَطَالَ الرُّكُوعَ، وَهُوَ دُونَ الرُّكُوعِ  
الْأَوَّلِ، ثُمَّ سَجَدَ فَأَطَالَ السُّجُودَ، ثُمَّ فَعَلَ فِي الرُّكْعَةِ الثَّانِيَةِ  
مِثْلَ مَا فَعَلَ فِي الْأَوَّلِ، ثُمَّ انْصَرَفَ وَقَدْ انْجَلَتِ الشَّمْسُ،  
فَحَطَبَ النَّاسَ، فَحَمِدَ اللَّهُ وَأَثَى عَلَيْهِ ثُمَّ قَالَ: إِنَّ الشَّمْسَ  
وَ الْقَمَرَ آيَاتَانِ مِنْ آيَاتِ اللَّهِ لَا يَنْحَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ وَ  
لَا حَيَاتِهِ، فَإِذَا رَأَيْتُمْ ذَلِكَ فَادْعُوا اللَّهَ وَكَبِّرُوا وَ صَلُّوا وَ تَصَدَّقُوا.  
ثُمَّ قَالَ: يَا أُمَّةَ مُحَمَّدٍ، وَاللَّهِ مَا مِنْ أَحَدٍ أَعْيَرُ مِنَ اللَّهِ أَنْ يَزِيَّ

أُمَّتُهُ . يَا أُمَّةَ مُحَمَّدٍ , لَوْ تَعَلَّمُونَ مَا أَعْلَمَ لَصَحَّحْتُمْ قَلِيلًا

وَلَبَّكَيْتُمْ كَثِيرًا. (رواه النسائي) <sup>48</sup>

*“Dari Aisyah, dia berkata, “Pada masa hidup Rasulullah SAW, terjadi gerhana Matahari. Beliau berdiri dan bertakbir, lalu orang-orang menyusun barisan di belakangnya. Rasulullah membaca bacaan yang panjang. Kemudian beliau bertakbir lalu ruku’ dengan ruku’ yang lama pula, lalu mengangkat kepalanya sambil mengucapkan, ‘Sami’allahu liman hamidah, rabbana wa lakal hamdu’. Kemudian beliau bangun lalu membaca bacaan yang panjang, namun lebih pendek dari yang pertama. Kemudian bertakbir dan ruku’ dengan ruku’ yang lama, namun lebih pendek dari yang pertama. Lalu beliau mengucapkan, ‘Sami’allahu liman hamidah, rabbana wa lakal hamdu’, kemudian sujud. Selanjutnya Rasulullah SAW juga melakukan hal seperti itu pada rakaat berikutnya, maka lengkaplah empat ruku; dan empat sujud saat Matahari terang kembali, sebelum beliau selesai. Kemudian beliau berdiri dan menyampaikan khutbah kepada orang-orang. Beliau memuji Allah Azza wa Jalla dengan sesuatu yang telah menjadi hak-Nya, lalu bersabda, ‘Matahari dan Bulan adalah dua diantara tanda kebesaran Allah Ta’ala. Keduanya tidak mengalami gerhana karena kematian atau kelahiran seseorang. Jika kalian melihat kedua gerhana tersebut, maka berdoalah kepada Allah, membaca takbir, shalat,*

---

<sup>48</sup> Sunan al- Nasa’i bi Syarh al-Hafidz Jalal al-Din al-Suyuthi wa Hatsiyah al-Imam al-Sanadi, juz.3, (Semarang: Thoha Putra, 1930), cet.I, 132-133.

*dan bersedekahlah. Lalu Rasulullah SAW melanjutkan sabdanya, 'Pada tempatku ini aku melihat semua yang dijanjikan kepada kalian. Kalian telah melihat bahwa aku ingin memetik sesuatu dari surga ketika kalian melihatku maju. Sungguh aku telah melihat neraka Jahannam bertumpang tindih sebagiannya pada sebagian yang lain ketika kalian melihatku mundur, dan aku melihat Ibnu Luhay adalah orang yang telah membiarkan unta Saibah.'''<sup>49</sup>*

Dengan perantara shodaqoh, Allah menjauhkan hamba-Nya dari musibah atau bala. Shodaqoh juga merupakan bentuk rasa syukur atas nikmat dan karunia yang diberikan oleh Allah. Dengan demikian, shoadaqoh menjadi salah satu wujud penghambaan kepada Allah.

### 3. Zikir dan Doa

Amalan ibadah selain shalat yang dianjurkan oleh Rasulullah ketika terjadi gerhana salah satunya adalah zikir kepada Allah sebagaimana disebutkan dalam hadis yang diriwayatkan oleh Bukhari sebagai berikut:

---

<sup>49</sup> Muhammad Nasiruddin Al-Albani, *Shahih Sunan An-Nasa'I*, terj., dari *Shahih Sunan An-Nasa'I*, oleh Ahmad Yoswaji, (Jakarta Selatan: Pustaka Azzam, 2004), 673.

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ الْعِلَاءِ قَالَ: حَدَّثَنَا أَبُو أُسَمَةَ عَنْ بُرَيْدِ بْنِ  
 عَبْدِ اللَّهِ عَنْ أَبِي بُرَيْدَةَ عَنْ أَبِي مُوسَى قَالَ: حَسَفَتِ الشَّمْسُ،  
 فَقَامَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَرِعًا يَخْشَى أَنْ تَكُونَ  
 السَّاعَةُ، فَأَتَى الْمَسْجِدَ فَصَلَّى بِأَطْوَلِ قِيَامٍ وَرُكُوعٍ وَسُجُودٍ  
 رَأَيْتُهُ قَطُّ يَفْعَلُهُ وَقَالَ: هَذِهِ الْآيَاتُ الَّتِي يُرْسِلُ اللَّهُ لَا تَكُونُ  
 لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ وَلَا لِكَيْنِ يُخَوِّفَ اللَّهُ بِهِ عِبَادَهُ، فَإِذَا  
 رَأَيْتُمْ شَيْئًا مِنْ ذَلِكَ فَافْرَعُوا إِلَى ذِكْرِهِ وَدُعَائِهِ وَاسْتِغْفَارِهِ.<sup>50</sup>

*Dari Abu Musa, dia berkata, “Matahari mengalami gerhana. Maka Nabi SAW berdiri dengan terburu-buru karena khawatir kiamat akan terjadi. Beliau mendatangi masjid lalu melaksanakan shalat dengan melakukan berdiri, ruku;, dan sujud paling lamadari apa yang pernah aku lihat, yang dikerjakan beliau. Lalu beliau bersabda, ‘Ini adalah tanda-tanda yang dikirim oleh Allah, bukan karena kematian seseorang dan tidak pula karena kehidupannya. Akan tetapi Allah menakuti hamba-hamba-Nya dengan keduanya. Apabila kalian melihat sesuatu daripada itu, maka*

---

<sup>50</sup> Abu Abdullah Muhammad bin Ismail Al Bukhari, *Shahih*, 258.

*bersegeralah untuk berdzikir kepada Allah, berdoa, dan memohon ampunan kepada-Nya.*”<sup>51</sup>

Dari hadis tersebut telah disebutkan dengan jelas bahwa Rasulullah menghimbau kepada umat Islam untuk berzikir dan berdoa memohon ampun kepada Allah. Dalam riwayat lain diceritakan bahwa Rasulullah mengajurkan untuk memperbanyak memuji dan mengagungkan Allah.

## **F. Akurasi dan Presisi**

Perhitungan dan pengukuran sering dilakukan dalam berbagai penelitian saintifik. Hasil dari suatu perhitungan maupun pengukuran akan diuji ketepatannya untuk kemudian dievaluasi. Aspek yang menjadi penilaian dalam proses pengujian ketepatan diantaranya adalah akurasi dan presisi.

Menurut *Joint Committee for Guides in Metrology* dalam buku panduan *International Vocabulary of Metrology – Basic Concepts and Associated Term*, akurasi merupakan kedekatan antara nilai kuantitas yang terukur dengan nilai kuantitas yang sebenarnya.<sup>52</sup>

---

<sup>51</sup> Ibnu Hajar Al-Asqalani, *Fathul*, 64.

<sup>52</sup> Joint Committee for Guides in Metrology, *International Vocabulary of Metrology – Basic Concepts and Associated Term*, ed.3, 2012, 21.



Sedangkan presisi merupakan kedekatan antara indikasi atau nilai kuantitas yang terukur diperoleh dari pengukuran objek yang sama atau serupa.<sup>53</sup> Mislanya hasil perhitungan gerhana Matahari metode Rinto Anugraha menunjukkan durasi total  $00^j01^m15.9^d$  dibandingkan dengan hasil perhitungan NASA yang menunjukkan durasi total  $00^j01^m16.1^d$ . Selisih antara keduanya yaitu  $00^j00^m00.2^d$ . Dengan demikian perhitungan tersebut dapat dikatakan presisi.

### **G. Elemen Bessel**

Elemen Bessel merupakan nilai-nilai yang digunakan untuk mengetahui pergerakan bayangan Bulan pada gerhana Matahari. Selain perhitungan prediksi gerhana Matahari, elemen Bessel juga digunakan untuk mengetahui okultasi bintang dan transit Venus atau Merkurius.

Metode Bessel ditemukan oleh Daniel Bernouli dan digeneralisasi oleh Friedrich Wilhelm Bessel. Bessel adalah astronom pertama yang menentukan nilai untuk

---

<sup>53</sup> Joint Committee for Guides in Metrology, *International Vocabulary of Metrology*, 22.

mengetahui jarak dari Matahari ke bintang lain dengan metode paralaks.<sup>54</sup>

Metode Bessel dinilai sangat tepat digunakan untuk memprediksi gerhana. Dalam perhitungan prediksi waktu gerhana Matahari, metode ini menggambarkan posisi geosentris bayangan Bulan relatif terhadap Bumi. Penggambaran tersebut kemudian menghasilkan nilai-nilai yang disebut elemen Bessel.<sup>55</sup>

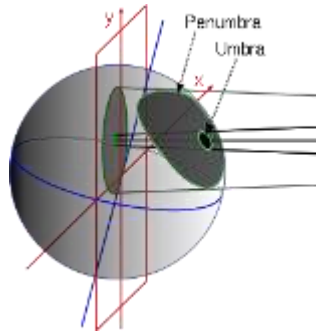
Konsep dasar metode Bessel ialah elemen Bessel menggambarkan pergerakan bayangan Bulan pada bidang fundamental. Bidang fundamental merupakan bidang yang melalui pusat Bumi tegak lurus dengan garis yang melalui pusat bayangan.<sup>56</sup>

---

<sup>54</sup> Wikipedia, *Friedrich Bessel*, [https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Friedrich\\_Wilhelm\\_Bessel?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=ajax.tc.sc.se](https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Friedrich_Wilhelm_Bessel?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=ajax.tc.sc.se), 11 Juni 2021

<sup>55</sup> Alfian Maghfuri, *Algoritma Gerhana*, (Bojonegoro: Madza Media, 2020), cet.1, 9.

<sup>56</sup> Wikipedia, *Besselian Element*, [https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Besselian\\_elements?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=ajax.tc.sc.se](https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Besselian_elements?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=ajax.tc.sc.se), 11 Juni 2021



Gambar 2. 7. Ilustrasi bidang fundamental elemen Bessel.  
(Sumber: Wikipedia)<sup>57</sup>

Elemen Bessel yang digunakan dalam perhitungan gerhana Matahari ialah sumbu  $X$  dan  $Y$  pada bidang fundamental, deklinasi sumbu bayangan ( $d$ ), sudut waktu sumbu bayangan ( $\mu$ ), jari-jari penumbra ( $L1$ ), jari-jari umbra ( $L2$ ), sudut penumbra ( $f1$ ), dan sudut umbra ( $f2$ ).<sup>58</sup>

Pada kitab *al-Durru al-Aniq* lambang yang digunakan berbeda dengan lambang elemen Bessel pada umumnya. Sumbu  $X$  disebut dengan *ardlu dhil al-qomar* atau lintang bayangan Bulan ( $B$ ). Sumbu  $Y$  disebut dengan *thul dhil al-qomar* bujur bayangan Bulan ( $A$ ). *Mail dhil al-qomar* atau deklinasi sumbu bayangan dilambangkan

<sup>57</sup> *Ibid.*

<sup>58</sup> Alfian Maghfuri, *Algoritma*, 94.

dengan  $d$ . *Zawiyah waqt al-dhil* atau sudut waktu bayangan dilambangkan dengan  $W$ . *Nisfu quthr Syibh dhil al-qomar* atau Jari-jari penumbra dilambangkan dengan  $R$ . *Nisfu quthr dhil al-qomar* atau jari-jari umbra dilambangkan dengan  $S$ . Sudut penumbra dilambangkan dengan  $ZO$ . Sudut umbra dilambangkan dengan  $ZI$ .<sup>59</sup>

---

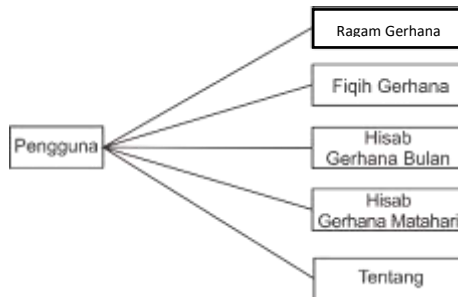
<sup>59</sup> Ahmad Ghozali, *al-Durru*, 104.

## BAB III PENGEMBANGAN APLIKASI HISAB GERHANA

### A. Rancangan Aplikasi

1. Kerangka Aplikasi
  - a. *Use Case Diagram*

*Use case diagram* memuat aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan oleh pengguna aplikasi yang akan dibangun. Berikut ini adalah gambaran *use case diagram* aplikasi:



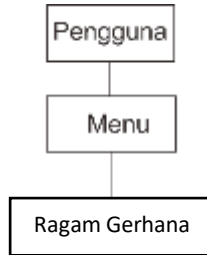
Gambar 3. 1. Use Case Diagram

- b. *Activity Diagram*

*Activity diagram* menggambarkan alur kerja pada setiap *use case*. Berikut ini ilustrasi *activity diagram* pada aplikasi:

- 1) Menu “*Ragam Gerhana*”

Menu ini memuat macam-macam gerhana yang meliputi pengertian gerhana Bulan dan Matahari, dan geometri gerhana.

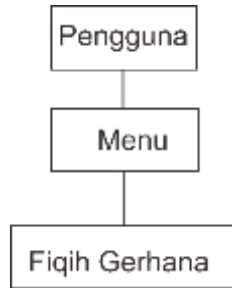


Gambar 3. 2. Activity Diagram “Ragam Gerhana”

Halaman ragam gerhana berisi macam-macam gerhana serta pengertiannya dan geometri gerhana.

## 2) Menu “*Fiqih Gerhana*”

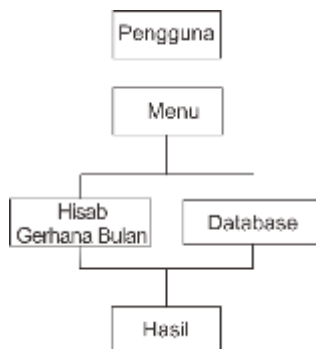
Pada menu fiqih gerhana aplikasi menyajikan fiqih seputar gerhana yang meliputi dalil *Al-Qur’an* dan Hadis, pelaksanaan shalat gerhana yang disepakati oleh mayoritas ulama dan amalan-amalan yang dianjurkan ketika terjadi gerhana.



Gambar 3. 3. Activity Diagram “Fiqih Gerhana”

### 3) Menu “*Hisab Gerhana Bulan*”

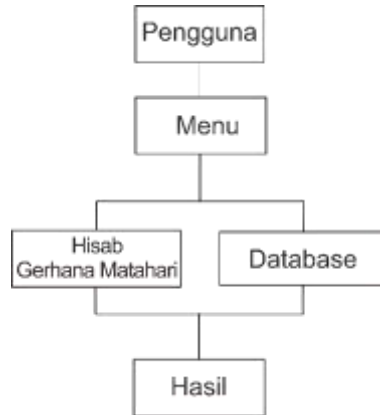
Pada menu ini pengguna dapat mengetahui waktu terjadi gerhana. Pengguna cukup memasukkan bulan dan tahun Masehi serta lokasi yang dikehendaki. Prediksi gerhana Bulan hanya dalam kurun waktu 2003 M sampai 2051 M.



Gambar 3. 4. Activity Diagram “Hisab Gerhana Bulan”

### 4) Menu “*Hisab Gerhana Matahari*”

Desain alur kerja “*Hisab Gerhana Matahari*” sama dengan “*Hisab Gerhana Bulan*”, yaitu dengan memasukkan bulan dan tahun Masehi serta lokasi pengguna dapat mengetahui waktu terjadi gerhana.



Gambar 3. 5. Activity Diagram “Hisab Gerhana Matahari”

#### 5) Menu “*Tentang*”

Menu *Tentang* didesain untuk memberikan informasi tentang aplikasi. Informasi yang diberikan terkait referensi dan pedoman data yang disajikan dalam aplikasi.





Gambar 3. 6. Activity Diagram “Tentang”

## 2. Perancangan Antarmuka

### a. *Splash Screen*



Gambar 3. 7. Desain Splash Screen Aplikasi

### b. Halaman Menu Utama



Gambar 3. 8. Desain Halaman Menu Utama

Halaman Menu Utama merupakan halaman yang akan menampilkan pilihan konten pada aplikasi *ECNOS*.

c. Halaman Menu “*Ragam Gerhana*”



Gambar 3. 9. Desain Halaman “*Ragam Gerhana*”

Halaman Ragam Gerhana akan memuat macam-macam gerhana, definisi, dan geometri gerhana

d. Halaman “*Fiqih Gerhana*”



Gambar 3. 10. Desain Halaman Fiqih Gerhana

Halaman fiqih gerhana akan berisi amalan-amalan ibadah yang sebaiknya dilakukan pada saat terjadi gerhana.

e. Halaman “*Hisab Gerhana Bulan*”



Gambar 3. 11. Desain Menu “Hisab Gerhana Bulan”

Pada menu “*Hisab Gerhana Bulan*” pengguna menentukan bulan dan tahun yang ingin





Gambar 3. 13. Desain Halaman “Hisab Gerhana Matahari”

Sebagaimana menu “*Hisab Gerhana Bulan*”, pada menu “*Hisab Gerhana Matahari*” pengguna memasukkan bulan dan tahun Masehi untuk mengetahui prediksi gerhana. Lokasi dapat diubah untuk mengetahui konversi waktu daerah.

h. Output “*Hisab Gerhana Matahari*”



Gambar 3. 14. Desain Halaman Output “Hisab Gerhana Matahari”

Halaman ini menyajikan data-data hasil prediksi gerhana Matahari.



Jika tidak terjadi gerhana pada bulan yang dicari maka akan muncul prediksi gerhana yang terjadi dalam waktu dekat.

j. Menu “*Tentang*”



Gambar 3. 17. Desain Halaman “*Tentang*”

Halaman ini menyajikan sedikit informasi tentang aplikasi *ECNOS*.

## **B. Algoritma Perhitungan Gerhana Kitab *al-Durru al-Anîq***

### 1. Perhitungan Gerhana Matahari

Perhitungan gerhana Matahari yang diterapkan pada aplikasi ini adalah *hisab* gerhana Matahari global. Berikut ini algoritma *hisab* gerhana Matahari global secara lengkap<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> Ahmad Ghozali, *al-Durru*, 53.

a. Menghitung Delta T

Adapun delta T diperoleh dari rumus<sup>2</sup>:

$$TM = Y + \frac{M - 1}{12} + \frac{D}{365}$$

TM : *Tarikh Miladi*

Y : *Tahun Miladi*

M : *Bulan Miladi*

D : *Tanggal Miladi*

Dari hasil perhiungan TM akan diperoleh beberapa kemungkinan, yaitu:

- Jika  $TM \leq -500$  maka  $T = \frac{TM}{100} - 18.2$  sehingga  $\Delta T = -20 + 32 \times T^2$
- Jika  $-500 < TM \leq 500$  maka  $T = \frac{TM}{100}$  sehingga  $\Delta T = 10583.6 - 1014.41 \times T + 33.78311 \times T^2 - 5.952053 \times T^3 - 0.1798452 \times T^4 + 0.022174192 \times T^5 + 0.0090316521 \times T^6$

---

<sup>2</sup> *Ibid*, 9.



- Jika  $500 < TM \leq 1600$  maka  $T = \frac{TM}{100} - 10$  sehingga  $Delta T = 1574.2 - 556.01 \times T + 71.23472 \times T^2 + 0.319781 \times T^3 - 0.8503463 \times T^4 - 0.005050998 \times T^5 + 0.0083572073 \times T^6$
- Jika  $1600 < TM \leq 1700$  maka  $T = TM - 10$  sehingga  $Delta T = 120 - 0.9808 \times T - 0.01532 \times T^2 + \frac{T^3}{7129}$
- Jika  $1700 < TM \leq 1800$  maka  $T = TM - 1700$  sehingga  $Delta T = 8.83 + 0.1603 \times T - 0.0059285 \times T^3 - T^4 / 1174000$
- Jika  $1800 < TM \leq 1860$  maka  $T = TM - 1800$  sehingga  $Delta T = 13.72 - 0.332447 \times T + 0.0068612 \times T^2 + 0.0041116 \times T^3 - 0.00037436 \times T^4 + 0.0000121272 \times T^5 - 0.0000001699 \times T^6 + 0.000000000875 \times T^7$
- Jika  $1860 < TM \leq 1900$  maka  $T = TM - 1860$  sehingga  $Delta T = 7.62 + 0.5737 \times T - 0.251754 \times T^2 +$

$$0.01680668 \times T^3 - 0.0004473624 \times T^4 + \frac{T^5}{233174}$$

- Jika  $1900 < TM \leq 1920$  maka  $T = TM - 1900$  sehingga  $\Delta T = -2.79 + 1.494119 \times T - 0.0598939 \times T^2 + 0.0061966 \times T^3 - 0.000197 \times T^4$
- Jika  $1920 < TM \leq 1941$  maka  $T = TM - 1920$  sehingga  $\Delta T = 21.2 + 0.84493 \times T - 0.761 \times T^2 + 0.0020936 \times T^3$
- Jika  $1941 < TM \leq 1961$  maka  $T = TM - 1950$  sehingga  $\Delta T = 29.07 + 0.407 \times T - \frac{T^2}{233} + \frac{T^3}{2547}$
- Jika  $1961 < TM \leq 1986$  maka  $T = TM - 1975$  sehingga  $\Delta T = 45.45 + 1.067 \times T - \frac{T^2}{260} - \frac{T^3}{718}$
- Jika  $1986 < TM \leq 2005$  maka  $T = TM - 2000$  sehingga  $\Delta T = 63.86 + 0.3345 \times T - 0.060374 \times T^2 + 0.0017275 \times T^3 +$

$$0.000651814 \times T^4 + \\ 0.00002373599 \times T^5$$

- Jika  $2005 < TM \leq 2050$  maka  $T = TM - 2000$  sehingga  $\Delta T = 62.92 + 0.32217 \times T + 0.005589 \times T^2$
- Jika  $2050 < TM \leq 2150$  maka  $T = \frac{TM-1820}{100}$  sehingga  $\Delta T = -20 + 32 \times T^2 - 0.5628 \times (2150 - TM)$
- Jika  $TM > 2150$  maka  $T = \frac{TM-1820}{100}$  sehingga  $\Delta T = -20 + 32 \times T^{2.3}$

b. Menentukan Waktu Terjadinya Puncak Gerhana

Berikut ini langkah untuk menentukan waktu terjadi puncak gerhana<sup>4</sup>:

$$A0 = (\text{diperoleh dari tabel elemen besel})$$

$$B0 = (\text{diperoleh dari tabel elemen besel})$$

$$M = \tan^{-1} \frac{A0}{B0}$$

Jika nilai B0 negatif maka hasil M ditambah 180.

<sup>3</sup> *Ibid*, 9.

<sup>4</sup> *Ibid*, 53.

Jika nilai  $B0$  positif dan  $A0$  negatif maka ditambah 360.

$$m = (A0^2 + B0^2)^{0.5}$$

$A1 =$  (diperoleh dari tabel elemen *bessel*)

$B1 =$  (diperoleh dari tabel elemen *bessel*)

$$N = \tan^{-1} \frac{A1}{B1}$$

Jika nilai  $B1$  negatif maka hasil  $M$  ditambah 180.

Jika nilai  $B1$  positif dan  $A1$  negatif maka hasil ditambah 360.

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

$$tm = - \frac{(m \cos(M - N))}{n}$$

$$SWK = TD + tm - \text{Delta } T$$

- c. Menghitung Koordinat Tempat Puncak Gerhana<sup>5</sup>

$$a = 6378137$$

$$b = 6356752$$

$$c = 0.0066944782$$

$d0 =$  (diperoleh dari tabel elemen *bessel*)

$d1 =$  (diperoleh dari tabel elemen *bessel*)

$W0 =$  (diperoleh dari tabel elemen *bessel*)

---

<sup>5</sup> *Ibid*, 55.

$W1 = (\text{diperoleh dari tabel elemen bessel})$

$$A = A0 + A1 \times tm$$

$$B = B0 + B1 \times tm$$

$$d = d0 + d1 \times tm$$

$$W = W0 + W1 \times tm$$

$$\rho_0 = (1 - c \cos d)^{0.5}$$

$$d_1 = \tan^{-1} \left( \frac{\sin d}{\cos d \left( \frac{b}{a} \right)} \right)$$

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

$$y_1 = \frac{b}{\rho_0}$$

Untuk gerhana Matahari sentral rumus menentukan lintang dan bujur sebagai berikut:

$$z = (1 - A^2 - y_1^2)^{0.5}$$

$$\varphi_1 = \sin^{-1}(y_1 \times \cos d_1 + z \times \sin d_1)$$

$$\varphi = \tan^{-1}((a/b) \times \tan \varphi_1)$$

$$x_2 = -y_1 \times \sin d_1 + z \times \cos d_1$$

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

Jika nilai  $x_2$  negatif hasil ditambah 180. Jika  $x_2$  positif dan  $A$  negatif maka hasil ditambah 360.

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

Jika hasil lebih besar dari 180 maka dikurangi 360.

Jika hasil lebih kecil dari -180 maka ditambah 360.

Sedangkan untuk gerhana Matahari non sentral rumus menentukan koordinat tempat adalah sebagai berikut:

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

$$x_1 = A/m_1$$

$$y_2 = y_1/m_1$$

$$\varphi_1 = \sin^{-1}(y_2 \times \cos d_1)$$

$$\varphi = \tan^{-1}((a/b) \times \tan \varphi_1)$$

$$x_2 = -y_2 \times \sin d_1$$

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

Jika nilai  $x_2$  negatif maka hasil ditambah 180. Jika nilai  $x_2$  positif dan  $x_1$  negatif maka ditambah 360.

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

Jika hasil lebih besar dari 180 maka dikurangi 360.

Jika hasil lebih kecil dari -180 maka ditambah 360.

- d. Menghitung Ketinggian dan Azimuth Puncak Gerhana<sup>6</sup>

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

$$x = \sin d \times \cos \varphi - \cos d \times \sin \varphi \times \cos \theta$$

$$y = -\cos d \times \sin \theta$$

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

Jika nilai x negative maka hasil ditambah 180.

Jika nilai x positif dan y negative maka hasil ditambah 360.

- e. Menghitung Waktu Awal dan Akhir Penumbra<sup>7</sup>

$$\psi p = \sin^{-1} \left( \frac{m \sin(M - N)}{R + \rho_0} \right)$$

$$tp = \frac{((R + 1) \times \cos \psi p)}{n}$$

$$tmp1 = tm - tp$$

$$tmp2 = tm + tp$$

$$\text{Awal Penumbra} = TD + tmp1 - \text{Delta } T$$

$$\text{Akhir Penumbra} = TD + tmp2 - \text{Delta } T$$

<sup>6</sup> *Ibid*, 57.

<sup>7</sup> *Ibid*.

f. Menghitung Koordinat Awal Penumbra<sup>8</sup>

$$A = A0 + A1 \times tmp1$$

$$B = B0 + B1 \times tmp1$$

$$d = d0 + d1 \times tmp1$$

$$W = W0 + W1 \times tmp1$$

$$d_1 = \tan^{-1} \left( \frac{\sin d}{\cos d} \right)$$

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

$$y_1 = \frac{b}{\rho_0}$$

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

$$x_1 = A/m_1$$

$$y_2 = y_1/m_1$$

$$\varphi_1 = \sin^{-1}(y_2 \times \cos d_1)$$

$$\varphi = \tan^{-1}((a/b) \times \tan \varphi_1)$$

$$x_2 = -y_2 \times \sin d_1$$

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

Jika nilai  $x_2$  negatif maka hasil ditambah 180. Jika

nilai  $x_2$  positif dan  $x_1$  negatif maka ditambah 360.

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

Jika hasil lebih besar dari 180 maka dikurangi 360.

---

<sup>8</sup> *Ibid*, 58.



Jika hasil lebih kecil dari -180 maka ditambah 360.

g. Menghitung Koordinat Akhir Penumbra<sup>9</sup>

$$A = A0 + A1 \times tmp2$$

$$B = B0 + B1 \times tmp2$$

$$d = d0 + d1 \times tmp2$$

$$W = W0 + W1 \times tmp2$$

$$d_1 = \tan^{-1} \left( \frac{\sin d}{\cos d} \right)$$

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

$$y_1 = \frac{b}{\rho_0}$$

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

$$x_1 = A/m_1$$

$$y_2 = y_1/m_1$$

$$\varphi_1 = \sin^{-1}(y_2 \times \cos d_1)$$

$$\varphi = \tan^{-1}((a/b) \times \tan \varphi_1)$$

$$x_2 = -y_2 \times \sin d_1$$

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

Jika nilai  $x_2$  negatif maka hasil ditambah 180. Jika

nilai  $x_2$  positif dan  $x_1$  negatif maka ditambah 360.

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

---

<sup>9</sup> *Ibid.*

Jika hasil lebih besar dari 180 maka dikurangi 360.

Jika hasil lebih kecil dari -180 maka ditambah 360.

h. Menghitung Awal dan Akhir Umbral<sup>10</sup>

$S_0 =$  diperoleh dari tabel elemen besel

$S_1 =$  diperoleh dari tabel elemen besel

$$S = S_0 + S_1 \times tm$$

$$\psi u = \sin^{-1} \left( \frac{m \sin(M-N)}{S_0 - \rho_0} \right), \text{ jika nilai } S_0 \text{ negatif.}$$

Adapun jika nilai  $S_0$  positif maka untuk menentukan  $\psi u$  sebagai berikut:

$$\psi u = \sin^{-1} \left( \frac{m \sin(M-N)}{S_0 + \rho_0} \right)$$

$$tu = \frac{\cos \psi u}{n}$$

$$tmu1 = tm - tu$$

$$tmu2 = tm + tu$$

$$tmu3 = tu - tu(S_0 + 1.0025)$$

$$\begin{aligned} \text{Awal Umbral} &= TD + tmu1 - \text{Delta } T \\ &+ tmu3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akhir Umbral} &= TD + tmu2 - \text{Delta } T \\ &+ tmu3 \end{aligned}$$

---

<sup>10</sup> *Ibid*, 59.

i. Menghitung koordinat awal umbral<sup>11</sup>

$$A = A_0 + A_1 \times tmu_1$$

$$B = B_0 + B_1 \times tmu_1$$

$$d = d_0 + d_1 \times tmu_1$$

$$W = W_0 + W_1 \times tmu_1$$

$$d_1 = \tan^{-1} \left( \frac{\sin d}{\cos d} \right)$$

$$\rho_1 = \left( (\sin d)^2 + \left( \frac{b}{a} \times \cos d \right)^2 \right)^{0.5}$$

$$y_1 = \frac{b}{\rho_0}$$

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

$$x_1 = A/m_1$$

$$y_2 = y_1/m_1$$

$$\varphi_1 = \sin^{-1}(y_2 \times \cos d_1)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left( \frac{a}{b} \times \tan \varphi_1 \right)$$

$$x_2 = -y_2 \times \sin d_1$$

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

Jika nilai  $x_2$  negatif maka hasil ditambah 180. Jika nilai  $x_2$  positif dan  $x_1$  negatif maka ditambah 360.

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

---

<sup>11</sup> *Ibid*, 60.

Jika hasil lebih besar dari 180 maka dikurangi 360.

Jika hasil lebih kecil dari -180 maka ditambah 360.

j. Menghitung Koordinat Akhir Umbral<sup>12</sup>

$$A = A_0 + A_1 \times tmu_2$$

$$B = B_0 + B_1 \times tmu_2$$

$$d = d_0 + d_1 \times tmu_2$$

$$W = W_0 + W_1 \times tmu_2$$

$$d_1 = \tan^{-1} \left( \frac{\sin d}{\cos d} \right)$$

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

$$y_1 = \frac{b}{\rho_0}$$

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

$$x_1 = A/m_1$$

$$y_2 = y_1/m_1$$

$$\varphi_1 = \sin^{-1}(y_2 \times \cos d_1)$$

$$\varphi = \tan^{-1}((a/b) \times \tan \varphi_1)$$

$$x_2 = -y_2 \times \sin d_1$$

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

Jika nilai  $x_2$  negatif maka hasil ditambah 180. Jika

nilai  $x_2$  positif dan  $x_1$  negatif maka ditambah 360.

---

<sup>12</sup> *Ibid*, 61.

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

Jika hasil lebih besar dari 180 maka dikurangi 360.

Jika hasil lebih kecil dari -180 maka ditambah 360.

$$R = R0 + R1 \times tm$$

## 2. Perhitungan Gerhana Bulan

Data yang diperlukan dalam perhitungan gerhana Bulan ialah kordinat tempat, jam tengah gerhana (TD), delta T, dan *awamil khusuf*.

### a. Mengetahui *Awamil Khusuf*

*Awamil khusuf* diperoleh dari tabel yang terdapat pada kitab *al-Durru al-Anîq*. Data *awamil khusuf* antara lain:

### b. Menentukan Delta T

### c. Menghitung Waktu Puncak Gerhan Bulan<sup>13</sup>

$$n^2 = (x_1^2 + y_1^2)$$

$$n = \sqrt{n^2}$$

$$T = - \frac{(x_0 \times x_1 + y_0 \times y_1)}{n^2}$$

$$TO = TD + T - \text{Delta T}$$

### d. Awal dan Akhir Penumbra<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> *Ibid*, 143.

<sup>14</sup> *Ibid*, 145.

$$\Delta = \frac{x_0 \times y_1 - y_0 \times x_1}{n}$$

$$T1 = \frac{\sqrt{(L1^2 - \Delta^2)}}{n}$$

$$\text{Awal Penumbral} = T0 - T1$$

$$\text{Akhir Penumbral} = T0 + T1$$

- e. Ketinggian dan Azimut Awal Penumbral<sup>15</sup>

$$Hap = H - M1 \times T1$$

$$dmap = dm - dm_1 \times T1$$

$$h = \sin^{-1}(\sin \varphi \times \sin dmap + \cos \varphi \\ \times \cos dmap \times \cos Hap)$$

$$x = \sin dmap \times \cos \varphi \\ - \cos dmap \times \sin \varphi \times \cos Hap$$

$$y = -\cos dmap \times \sin Hap$$

$$Az = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

- f. Ketinggian dan Azimut Akhir Penumbra<sup>16</sup>

$$Hkp = H + M1 \times T1$$

$$dmkp = dm + dm_1 \times T1$$

$$h = \sin^{-1}(\sin \varphi \times \sin dmkp + \cos \varphi \\ \times \cos dmkp \times \cos Hkp)$$

<sup>15</sup> *Ibid.*

<sup>16</sup> *Ibid.*

$$x = \sin dmkp \times \cos \varphi$$

$$- \cos dmkp \times \sin \varphi \times \cos Hkp$$

$$y = - \cos dmkp \times \sin Hkp$$

$$Az = \tan^{-1} \left( \frac{y}{x} \right)$$

g. Awal dan Akhir Umbra<sup>17</sup>

$$T2 = \frac{\sqrt{(L2^2 - \Delta^2)}}{n}$$

$$\text{Awal umbral} = T0 - T2$$

$$\text{Akhir umbral} = T0 + T2$$

h. Ketinggian dan Azimut Awal Umbra<sup>18</sup>

$$Hau = H - M1 \times T2$$

$$dmau = dm - dm_1 \times T2$$

$$h = \sin^{-1}(\sin \varphi \times \sin dmau + \cos \varphi$$

$$\times \cos dmau \times \cos Hau)$$

$$x = \sin dmau \times \cos \varphi$$

$$- \cos dmau \times \sin \varphi \times \cos Hau$$

$$y = - \cos dmau \times \sin Hau$$

$$Az = \tan^{-1} \left( \frac{y}{x} \right)$$

i. Ketinggian dan Azimut Akhir Umbra<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup> *Ibid.*

<sup>18</sup> *Ibid.*

<sup>19</sup> *Ibid.*

$$Hku = H + M1 \times T2$$

$$dmku = dm - dm_1 \times T2$$

$$h = \sin^{-1}(\sin \varphi \times \sin dmku + \cos \varphi \\ \times \cos dmku \times \cos Hku)$$

$$x = \sin dmku \times \cos \varphi \\ - \cos dmku \times \sin \varphi \times \cos Hku$$

$$y = -\cos dmku \times \sin Hku$$

$$Az = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

- j. Menghitung magnitudo Umbra dan Penumbra<sup>20</sup>

$$L1 = L10 + L11 \times T$$

$$L2 = L20 + L21 \times T$$

$$L3 = L30 + L31 \times T$$

$$Sc = Sc_0 + Sc_1 \times T$$

$$m = \sqrt{((x_0 + x_1 \times T)^2 + (y_0 + y_1 \times T)^2)}$$

$$\text{magnitud penumbra} = \frac{L1 - m}{2 \times Sc}$$

$$\text{magnitud umbra} = \frac{L2 - m}{2 \times Sc}$$

- k. Awal dan Akhir Total<sup>21</sup>

$$T3 = \frac{\sqrt{(L3^2 - \Delta^2)}}{n}$$

<sup>20</sup> *Ibid*, 144.

<sup>21</sup> *Ibid*, 146.



$$\text{Awal umbra} = T0 - T3$$

$$\text{Akhir umbra} = T0 + T3$$

1. Ketinggian dan Azimut Awal Total<sup>22</sup>

$$\text{Hat} = H - M1 \times T3$$

$$\text{dmat} = dm - dm_1 \times T3$$

$$h = \sin^{-1}(\sin \varphi \times \sin \text{dmat} + \cos \varphi \\ \times \cos \text{dmat} \times \cos \text{Hat})$$

$$x = \sin \text{dmat} \times \cos - \cos \text{dmat} \\ \times \sin \varphi \times \cos \text{Hat}$$

$$y = - \cos \text{dmat} \times \sin \text{Hat}$$

$$\text{Az} = \tan^{-1} \left( \frac{y}{x} \right)$$

- m. Ketinggian dan Azimut Akhir Total<sup>23</sup>

$$\text{Hkt} = H + M1 \times T3$$

$$\text{dmkt} = dm - dm_1 \times T3$$

$$h = \sin^{-1}(\sin \varphi \times \sin \text{dmkt} + \cos \varphi \\ \times \cos \text{dmkt} \times \cos \text{Hkt})$$

$$x = \sin \text{dmkt} \times \cos \varphi \\ - \cos \text{dmkt} \times \sin \varphi \times \cos \text{Hkt}$$

$$y = - \cos \text{dmkt} \times \sin \text{Hkt}$$

---

<sup>22</sup> *Ibid.*

<sup>23</sup> *Ibid.*

$$Az = \tan^{-1} \left( \frac{y}{x} \right)$$

n. Ketinggian dan Azimut Bulan<sup>24</sup>

$$H = M_0 + M_1 \times T + \lambda - 0.00417807 \times \text{delta } T$$

$$dm = dm_0 + dm_1 \times T$$

$$h = \sin^{-1}(\sin \phi \sin dm + \cos \phi \cos dm \cos H)$$

$$x = \sin dm \cos \phi - \cos dm \sin \phi \cos H$$

$$y = -\cos dm \sin H$$

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

### C. Metode Perhitungan Gerhana Pada Kitab al-Durru al-Aniq

1. Delta T

Delta T merupakan selisih antara *Terrestrial Dynamical Time* dengan *Universal Time*. Delta T berfungsi untuk mengubah *Universal Time* menjadi *Terrestrial Time* atau sebaliknya untuk keperluan perhitungan astronomi.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> *Ibid*, 144.

<sup>25</sup> Alfian Maghfuri, 103.

## 2. Koreksi Waktu Gerhana

Koreksi waktu gerhana dapat diketahui dengan perhitungan menggunakan elemen-elemen Bessel. Pada kitab *al-Durru al-Aniq* telah disediakan tabel-tabel yang memuat elemen-elemen Bessel.

Elemen Bessel yang dibutuhkan dalam perhitungan koreksi waktu untuk puncak gerhana Matahari antara lain adalah bujur bayangan Bulan (A0), koreksi bayangan bujur Bulan (A1), lintang bayangan Bulan (B0), koreksi lintang bayangan Bulan (B1), waktu referensi (TD). Sedangkan untuk fase penumbra, koreksi waktu awal penumbra (tmp1) diperoleh dari pengurangan koreksi waktu puncak gerhana (tm) oleh waktu penumbra (tp) dan penjumlahan keduanya (tm dan tp) untuk koreksi waktu akhir penumbra (tmp2). Kemudian pada fase umbra, koreksi waktu puncak gerhana (tm) dikurangi dengan waktu umbra (tu) menghasilkan koreksi waktu awal umbra (tmu1) dan penjumlahannya menghasilkan koreksi waktu akhir umbra (tmu2).

Gerhana Bulan pada fase puncak dibutuhkan data elemen Bessel, yaitu bujur bayangan ( $x_0$ ), koreksi bujur bayangan ( $x_1$ ), lintang bayangan ( $y_0$ ), dan koreksi lintang bayangan ( $y_1$ ). Untuk koreksi

waktu awal dan akhir penumbra ada tambahan elemen Bessel, yaitu sudut waktu penumbra (L0) dan koreksi sudut waktu penumbra (L1). Koreksi awal dan akhir umbra menggunakan sudut waktu umbra (L20) dan koreksi sudut waktu penumbra (L21) sebagai elemen tambahan yang dibutuhkan. Sudut waktu gerhana total (L30) dan koreksi sudut waktu gerhana total (L31) sebagai elemen tambahan untuk koreksi waktu awal dan akhir total.<sup>26</sup>

### 3. Waktu Fase Gerhana

Waktu terjadinya fase-fase gerhana Bulan maupun Matahari dapat diketahui dengan menghitung waktu terjadinya puncak gerhana terlebih dahulu. Waktu tengah gerhana diperoleh dengan menambahkan waktu referensi atau FIB terkecil – dalam kitab *al-Durru al-Aniq* disebut dengan TD- dengan koreksi waktu puncak gerhana dan dikurangi dengan Delta T.<sup>27</sup>

Pada perhitungan gerhana Bulan, untuk fase awal penumbra, awal umbra, dan awal total gerhana diperoleh dari pengurangan waktu puncak gerhana

---

<sup>26</sup> Ahmad Ghazali, *al-Durru*, 143.

<sup>27</sup> Alfian Maghfuri, *Algoritma*, 107.

dengan koreksi waktu masing-masing fase. Sedangkan untuk fase akhir penumbra, umbra, dan total merupakan hasil penjumlahan antara waktu puncak gerhana dengan koreksi waktu masing-masing fase.

Pada gerhana Matahari, formula untuk menentukan waktu masing-masing fase gerhana sama dengan cara untuk menentukan waktu puncak gerhana. Jika pada fase puncak menggunakan koreksi waktu puncak, maka pada fase-fase yang lain menggunakan koreksi waktu masing-masing fase.

#### 4. Menghitung Koordinat Tempat Gerhana

Koordinat tempat gerhana merupakan titik koordinat suatu tempat dimana gerhana Matahari mencapai fase puncak. Lintang tempat tergantung pada jari-jari katulistiwa, jari-jari kutub, dan koreksi lintang tempat. Bujur tempat tergantung pada sudut waktu dan sudut waktu bayangan Bulan.<sup>28</sup>

#### 5. Ketinggian dan Azimut Gerhana

Ketinggian dan azimut Bulan atau Matahari ketika terjadi gerhana tergantung pada waktu dan

---

<sup>28</sup> Ahmad Ghazali, *al-Durru*, 56.

koordinat geografis pengamat.<sup>29</sup> Ketinggian gerhana merupakan sudut yang terbentuk antara posisi Matahari atau Bulan ketika gerhana dengan bidang horizon. Sedangkan azimuth merupakan sudut antara arah Utara dengan proyeksi benda langit –dalam hal ini Matahari dan Bulan- pada bidang horizon.<sup>30</sup> Posisi Matahari dihitung dari Utara-Timur- Selatan – Barat pada bidang horizon.

---

<sup>29</sup> NASA, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/OH/OH2001.html>, diakses 12 Juni 2021

<sup>30</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 54.

## **BAB IV**

### **UJI COBA, VERIFIKASI, DAN EVALUASI APLIKASI ANDROID HISAB GERHANA ECNOS**

#### **A. Uji Fungsionalitas Aplikasi ECNOS**

Aplikasi hisab *ECNOS* yang telah dibuat selanjutnya dilakukan uji coba. Uji coba yang dilakukan yaitu uji fungsionalitas. Tujuannya adalah untuk mengetahui perforofma aplikasi *ECNOS* pada suatu perangkat, sehingga dapat diketahui kelemahan dan kelebihan aplikasi *ECNOS*. Perangkat yang digunakan adalah *smartphone Nokia 5.1 Plus* dengan versi *android 10.0*.

Berikut ini hasil yang diperoleh setelah aplikasi dijalankan pada *smartphone*.

1. *Splash Screen*



Gambar 4. 1. Tampilan *Splash Screen*

## 2. Menu Utama



Gambar 4. 2. Tampilan menu utama

## 3. Halaman Ragam Gerhana





Gambar 4. 3. Tampilan halaman Ragam Gerhana

#### 4. Halaman Fiqih Gerhana



Gambar 4. 4. Tampilan halaman Fiqih Gerhana

#### 5. Halaman Hisab Gerhana Matahari



Gambar 4. 5. Tampilan halaman Hisab Gerhana Matahari

6. Halaman Hisab Gerhana Bulan



Gambar 4. 6. Tampilan halaman Hisab Gerhana Bulan

7. Halaman Jika Tidak Ditemukan Gerhana



Gambar 4. 7. Tampilan halaman prediksi Gerhana Bulan Terdekat



Gambar 4. 8. Tampilan halaman prediksi Gerhana Matahari Terdekat

8. Halaman Data Gerhana
  - a. Gerhana Bulan Total



Gambar 4. 9. Tampilan hasil hisab gerhana Bulan Total

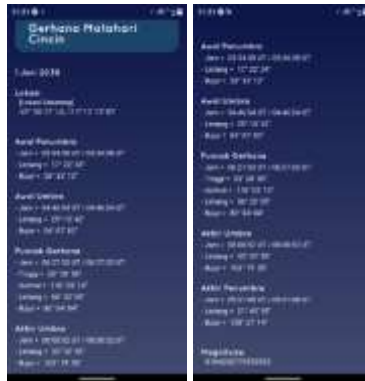
b. Gerhana Bulan Parsial



Gambar 4. 10. Tampilan hasil hisab gerhana Bulan Parsial

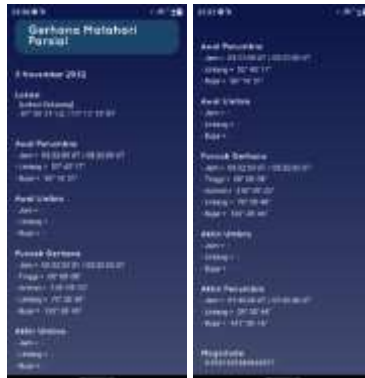
c. Gerhana Bulan Penumbra





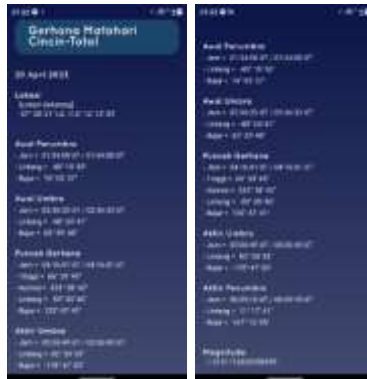
Gambar 4. 13. Tampilan hasil hisab gerhana Matahari Total

f. Gerhana Matahari Parsial



Gambar 4. 14. Tampilan hasil hisab gerhana Matahari Parsial

g. Gerhana Matahari Cincin-Total



Gambar 4. 15. Tampilan hasil hisab gerhana Matahari Cincin-Total

#### h. Halaman Tentang



Gambar 4. 16. Tampilan halaman Tentang Aplikasi

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan terhadap aplikasi *ECNOS*, dapat diketahui bahwa aplikasi *ECNOS* dapat berjalan dengan baik di *smartphone* dengan versi *android* 10.0.

*ECNOS* tidak dapat dijalankan pada *smartphone* dengan versi *android* yang lebih rendah dari 6.

Dengan ukuran 6.12 MB, aplikasi *ECNOS* tidak membutuhkan banyak ruang penyimpanan pada *smartphone*. Aplikasi *ECNOS* dapat dijalankan tanpa jaringan internet. *Splash screen* dan halaman pada tiap menu berhasil ditampilkan dengan baik.

## **B. Verifikasi Hasil Perhitungan Gerhana**

Setelah uji coba aplikasi pada *smartphone* selanjutnya ialah verifikasi hasil prediksi gerhana pada menu Hisab Gerhana Bulan dan Hisab Gerhana Matahari. Verifikasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah rumus yang digunakan dalam perhitungan gerhana Bulan dan Matahari pada aplikasi *ECNOS* sudah tepat dan memastikan bahwa tidak ada kesalahan pada program.

Berikut adalah hasil uji coba hisab gerhana Matahari dan Bulan pada aplikasi *ECNOS*:

1. Gerhana Matahari total 23 November 2003

Tabel 4. 1. Perbandingan prediksi gerhana Matahari total pada aplikasi *ECNOS* dengan NASA



<b>Fase</b>	<b>ECNOS</b>	<b>NASA<sup>1</sup></b>	<b>Selisih</b>
Awal Penumbral	20 <sup>j</sup> 46 <sup>m</sup> 16 <sup>d</sup>	20 <sup>j</sup> 46 <sup>m</sup> 09 <sup>d</sup>	07 <sup>d</sup>
Awal Umbral	22 <sup>j</sup> 20 <sup>m</sup> 07 <sup>d</sup>	22 <sup>j</sup> 19 <sup>m</sup> 25 <sup>d</sup>	42 <sup>d</sup>
Puncak	22 <sup>j</sup> 49 <sup>m</sup> 18 <sup>d</sup>	22 <sup>j</sup> 49 <sup>m</sup> 21 <sup>d</sup>	03 <sup>d</sup>
Lintang	-72 <sup>o</sup> 40' 10"	-72 <sup>o</sup> 40'	10"
Bujur	88 <sup>o</sup> 19' 49"	88 <sup>o</sup> 22' 36"	02' 47"
Tinggi	14 <sup>o</sup> 50' 16"	14 <sup>o</sup> 54'	03' 44"
Azimut	111 <sup>o</sup> 12' 38"	111 <sup>o</sup> 12'	38"
Akhir Umbra	23 <sup>j</sup> 18 <sup>m</sup> 30 <sup>d</sup>	23 <sup>j</sup> 18 <sup>m</sup> 57 <sup>d</sup>	27 <sup>d</sup>
Akhir Penumbra	00 <sup>j</sup> 52 <sup>m</sup> 21 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 52 <sup>m</sup> 19 <sup>d</sup>	02 <sup>d</sup>
Magnitud	1.037	1.037	0

## 2. Gerhana Matahari Cincin 01 Juni 2030

Tabel 4. 2. Perbandingan prediksi gerhana Matahari cincin pada aplikasi ECNOS dengan NASA

<b>Fase</b>	<b>ECNOS</b>	<b>NASA<sup>2</sup></b>	<b>Selisih</b>
Awal Penumbral	03 <sup>j</sup> 34 <sup>m</sup> 38 <sup>d</sup>	03 <sup>j</sup> 34 <sup>m</sup> 29 <sup>d</sup>	09 <sup>d</sup>
Awal Umbral	04:46:54	04 <sup>o</sup> 47 <sup>m</sup> 01 <sup>d</sup>	07 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> NASA, *Total Solar Eclipse of 2003 Nov 23*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2003Nov23T.GIF>, diakses 30 Desember 2020.

<sup>2</sup> NASA, *Annular Solar Eclipse of 2030 Jun 01*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2030Jun01A.GIF>, diakses 30 Desember 2020.

Puncak	06 <sup>j</sup> 27 <sup>m</sup> 53 <sup>d</sup>	06 <sup>j</sup> 27 <sup>m</sup> 49 <sup>d</sup>	04 <sup>d</sup>
Lintang	56 <sup>o</sup> 32'05"	56 <sup>o</sup> 31'54"	11"
Bujur	80 <sup>o</sup> 04'04"	80 <sup>o</sup> 06'42"	01'38"
Tinggi	55 <sup>o</sup> 28'59"	55 <sup>o</sup> 30'	01'01"
Azimut	176 <sup>o</sup> 02'10"	176 <sup>o</sup> 06'	03'50"
Akhir Umbral	08 <sup>j</sup> 08 <sup>m</sup> 52 <sup>d</sup>	08 <sup>j</sup> 08 <sup>m</sup> 34 <sup>d</sup>	18 <sup>d</sup>
Akhir Penumbral	09 <sup>j</sup> 21 <sup>m</sup> 08 <sup>d</sup>	09 <sup>j</sup> 21 <sup>m</sup> 05 <sup>d</sup>	03 <sup>d</sup>
Magnitud	0.944	0.944	0.0

### 3. Gerhana Matahari Sebagian 03 November 2032

Tabel 4. 3. Perbandingan prediksi gerhana Matahari sebagian pada aplikasi ECNOS dengan NASA

Fase	<i>ECNOS</i>	NASA <sup>3</sup>	Selisih
Awal Penumbral	03 <sup>j</sup> 22 <sup>m</sup> 09 <sup>d</sup>	03 <sup>j</sup> 22 <sup>m</sup> 06 <sup>d</sup>	03 <sup>d</sup>
Puncak	05 <sup>j</sup> 32 <sup>m</sup> 53 <sup>d</sup>	05 <sup>j</sup> 32 <sup>m</sup> 43 <sup>d</sup>	10 <sup>d</sup>
Akhir Penumbral	07 <sup>j</sup> 43 <sup>m</sup> 36 <sup>d</sup>	07 <sup>j</sup> 43 <sup>m</sup> 27 <sup>d</sup>	09 <sup>d</sup>
Magnitud	0.504	-	-

### 4. Gerhana Matahari Cincin Total 20 April 2023

---

<sup>3</sup> NASA, *Partial Solar Eclipse of 2032 Nov 03*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2032Nov03P.GIF>, diakses 30 Desember 2020

Tabel 4. 4. Perbandingan prediksi gerhana Matahari cincin-total pada aplikasi ECNOS dengan NASA

Fase	ECNOS	NASA <sup>4</sup>	Selisih
Awal Penumbra	01 <sup>j</sup> 34 <sup>m</sup> 08 <sup>d</sup>	01 <sup>j</sup> 34 <sup>m</sup> 15.8 <sup>d</sup>	7.8 <sup>d</sup>
Awal Umbra	02 <sup>j</sup> 36 <sup>m</sup> 33 <sup>d</sup>	02 <sup>j</sup> 36 <sup>m</sup> 56.2 <sup>d</sup>	23.2 <sup>d</sup>
Puncak	04 <sup>j</sup> 16 <sup>m</sup> 41 <sup>d</sup>	04 <sup>j</sup> 16 <sup>m</sup> 37.5 <sup>d</sup>	3.5 <sup>d</sup>
Lintang	-09 <sup>o</sup> 35'46''	-09 <sup>o</sup> 35'24''	22''
Bujur	125 <sup>o</sup> 47'41''	125 <sup>o</sup> 48'24''	43''
Tinggi	66 <sup>o</sup> 39'49''	66 <sup>o</sup> 42'00:	02'11''
Azimut	333 <sup>o</sup> 58'43''	334 <sup>o</sup>	01'17''
Akhir Penumbra	05 <sup>j</sup> 56 <sup>m</sup> 49 <sup>d</sup>	05 <sup>j</sup> 56 <sup>m</sup> 35.2 <sup>d</sup>	13.8 <sup>d</sup>
Akhir Umbra	06 <sup>j</sup> 59 <sup>m</sup> 15 <sup>d</sup>	06 <sup>j</sup> 59 <sup>m</sup> 13.5 <sup>d</sup>	02.5 <sup>d</sup>
Magnitud	1.013	1.013	0.0

#### 5. Gerhana Bulan Total 08 Oktober 2014

Tabel 4. 5. Perbandingan prediksi gerhana Bulan total pada aplikasi ECNOS dengan NASA

Fase	ECNOS	NASA <sup>5</sup>	Selisih
------	-------	-------------------	---------

---

<sup>4</sup> NASA, *Hybrid Solar Eclipse of 2023 Apr 20*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2023Apr20H.GIF>, diakses 30 Desember 2020.

<sup>5</sup> NASA, *Total Lunar Eclipse of 2014 Oct 08*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEplot/LEplot2001/LE2014Oct08T.pdf>, diakses 30 Desember 2020.

Awal Penumbra	08 <sup>j</sup> 15 <sup>m</sup> 30 <sup>d</sup>	08 <sup>j</sup> 15 <sup>m</sup> 36 <sup>d</sup>	06 <sup>d</sup>
Awal Umbra	09 <sup>j</sup> 14 <sup>m</sup> 7 <sup>d</sup>	09 <sup>j</sup> 14 <sup>m</sup> 48 <sup>d</sup>	01 <sup>d</sup>
Awal Total	10 <sup>j</sup> 25 <sup>m</sup> 08 <sup>d</sup>	10 <sup>j</sup> 25 <sup>m</sup> 09 <sup>d</sup>	01 <sup>d</sup>
Puncak Gerhana	10 <sup>j</sup> 54 <sup>m</sup> 34 <sup>d</sup>	10 <sup>j</sup> 55 <sup>m</sup> 44 <sup>d</sup>	01 <sup>m</sup> 10 <sup>d</sup>
Akhir Total	11 <sup>j</sup> 24 <sup>m</sup> 00 <sup>d</sup>	11 <sup>j</sup> 23 <sup>m</sup> 59 <sup>d</sup>	01 <sup>d</sup>
Akhir Umbra	12 <sup>j</sup> 34 <sup>m</sup> 20 <sup>d</sup>	12 <sup>j</sup> 34 <sup>m</sup> 19 <sup>d</sup>	01 <sup>d</sup>
Akhir Penumbra	13 <sup>j</sup> 33 <sup>m</sup> 37 <sup>d</sup>	13 <sup>j</sup> 33 <sup>m</sup> 39 <sup>d</sup>	02 <sup>d</sup>

## 6. Gerhana Bulan Sebagian 16 Juli 2019

Tabel 4. 6. Perbandingan prediksi gerhana Bulan sebagian pada aplikasi ECNOS dengan NASA

Fase	ECNOS	NASA <sup>6</sup>	Selisih
Awal Penumbra	18 <sup>j</sup> 44 <sup>m</sup> 01 <sup>d</sup>	18 <sup>j</sup> 43 <sup>m</sup> 53 <sup>d</sup>	18 <sup>d</sup>
Awal Umbra	20 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 55 <sup>d</sup>	20 <sup>j</sup> 01 <sup>m</sup> 43 <sup>d</sup>	12 <sup>d</sup>
Puncak Gerhana	21 <sup>j</sup> 30 <sup>m</sup> 52 <sup>d</sup>	21 <sup>j</sup> 31 <sup>m</sup> 54 <sup>d</sup>	01 <sup>m</sup> 02 <sup>d</sup>
Akhir Umbra	22 <sup>j</sup> 59 <sup>m</sup> 48 <sup>d</sup>	22 <sup>j</sup> 59 <sup>m</sup> 39 <sup>d</sup>	09 <sup>d</sup>
Akhir Penumbra	00 <sup>j</sup> 17 <sup>m</sup> 42 <sup>d</sup>	00 <sup>j</sup> 17 <sup>m</sup> 36 <sup>d</sup>	06 <sup>d</sup>

## 7. Gerhana Bulan Penumbral 23 Maret 2016

---

<sup>6</sup> NASA, *Parsial Lunar Eclipse of 2019 Jul 16*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEplot/LEplot2001/LE2019Jul16P.pdf>, diakses 30 Desember 2020.

Tabel 4. 7. Perbandingan prediksi gerhana Bulan penumbral pada aplikasi ECNOS dengan NASA

Fase	ECNOS	NASA <sup>7</sup>	Selisih
Awal Penumbra	09 <sup>j</sup> 39 <sup>m</sup> 28 <sup>d</sup>	09 <sup>j</sup> 39 <sup>m</sup> 29 <sup>d</sup>	01 <sup>d</sup>
Puncak Gerhana	11 <sup>j</sup> 47 <sup>m</sup> 10 <sup>d</sup>	11 <sup>j</sup> 48 <sup>m</sup> 21 <sup>d</sup>	01 <sup>m</sup> 11 <sup>d</sup>
Akhir Penumbra	13 <sup>j</sup> 54 <sup>m</sup> 52 <sup>d</sup>	13 <sup>j</sup> 54 <sup>m</sup> 50 <sup>d</sup>	02 <sup>d</sup>

Hasil perhitungan yang diperoleh sangat presisi dengan hasil perhitungan dari NASA. Ini menunjukkan bahwa tidak ada kesalahan pada program yang dibuat menggunakan algoritma perhitungan gerhana pada kitab *al-Durru al-Anîq*. Namun konversi jam dari waktu universal ke waktu daerah dapat ditampilkan jika “Lokasi Sekarang” diganti lokasi yang tersedia

### C. Evaluasi

Setelah dilakukan uji coba terhadap aplikasi ECNOS dapat diketahui beberapa kelebihan aplikasi ECNOS. Berikut ini adalah kelebihan dari aplikasi ECNOS.

---

<sup>7</sup> NASA, *Penumbral Lunar Eclipse of 2016 Mar 23*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEplot/LEplot2001/LE2016Mar23N.pdf>, diakses 30 Desember 2020.

1. Aplikasi *ECNOS* dapat dijalankan pada *smartphone android* tanpa jaringan internet.
2. Dengan kapasitas 6.12 MB, aplikasi *ECNOS* tidak membutuhkan banyak ruang penyimpanan pada perangkat.
3. Tampilan dengan warna gelap yang nyaman untuk mata pengguna.
4. *ECNOS* merupakan aplikasi prediksi gerhana yang dilengkapi dengan fiqih gerhana dan penjelasan singkat tentang gerhana.
5. Pada halaman Hisab Gerhana Matahari dan Hisab Gerhana Bulan pengguna dimudahkan dalam proses pencarian prediksi gerhana. Pengguna cukup memasukkan bulan dan tahun masehi yang telah tersedia pada aplikasi.
6. Pengguna dapat mengkonversi waktu universal menjadi waktu daerah yang diinginkan
7. Informasi gerhana disajikan dengan singkat dan jelas sehingga mudah dipahami oleh pengguna.

Akan tetapi di samping kelebihan yang dimiliki, aplikasi *ECNOS* juga memiliki beberapa keterbatasan. Berikut ini merupakan keterbatasan aplikasi *ECNOS*:

1. *ECNOS* hanya dapat dijalankan pada *smartphone* dengan sistem operasi *android* diatas versi *android* 6.
2. Tampilan *ECNOS* versi pertama ini masih sangat sederhana.
3. Prediksi gerhana yang tersedia hanya dalam kurun waktu 631 sampai 632, 2009 sampai 2048 untuk gerhana Bulan dan 2003 sampai 2048 untuk gerhana Matahari.
4. Lokasi yang digunakan adalah ibukota provinsi di seluruh Indonesia.
5. Tidak bisa mendeteksi waktu daerah secara otomatis dengan “Lokasi Sekarang”. Jika pengguna menghendaki waktu daerah maka harus memilih lokasi pada pilihan lokasi yang terdapat pada aplikasi *ECNOS*.
6. Tidak ada informasi gerhana sentral atau non sentral.
7. Tidak ada informasi terkait wilayah yang mengalami gerhana.

Berdasarkan kelebihan dan kekurangan yang ditemukan, aplikasi *ECNOS* versi pertama ini memiliki potensi untuk lebih dikembangkan lagi.

**BAB V**  
**PENUTUP**

**A. Kesimpulan**



Dari proses pengembangan aplikasi hisab gerhana berbasis *android* dengan metode hisab gerhana kitab *al-Durru al-Anîq* dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi *android* yang memuat prediksi gerhana baik gerhana Matahari maupun gerhana Bulan telah banyak dikembangkan, namun dari berbagai versi aplikasi *android* yang memprediksi terjadinya gerhana belum ditemukan aplikasi yang memuat prediksi sekaligus fiqihnya. Oleh sebab itu, aplikasi hisab gerhana berbasis *android* dengan nama *ECNOS* dikembangkan untuk menambah variasi aplikasi gerhana dengan teori dan fiqih gerhana. *ECNOS* dibuat dengan *Android Studio* menggunakan bahasa pemrograman *Java*. Metode *hisab* yang digunakan adalah metode *hisab* gerhana pada kitab *al-Durru al-Anîq*. Tidak hanya prediksi gerhana, *ECNOS* dirancang dengan beberapa menu di dalamnya, yaitu jenis gerhana, fiqih gerhana, *hisab* gerhana Bulan, dan *hisab* gerhana Matahari. Adapun fiqih gerhana meliputi hukum dan tata cara salat gerhana menurut mayoritas ulama serta amalan-amalan sunah selain salat yang dilakukan ketika terjadi gerhana.

2. Aplikasi hisab *ECNOS* dapat dijalankan dengan pada *smartphone* dengan versi *android* di atas 6. Semua menu yang ada dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Tahun yang tersedia untuk prediksi gerhana hanya dalam kurun waktu 2003 sampai 2051. *ECNOS* masih belum bisa konversi waktu daerah secara otomatis menggunakan “Lokasi Sekarang”. Konversi waktu daerah dapat dilakukan dengan memasukkan lokasi telah tersedia pada aplikasi *ECNOS*. Terkait batas lokasi dan lintasan gerhana masih belum ada dalam aplikasi *ECNOS*. Tidak ada keterangan sentral atau non sentral pada aplikasi *ECNOS*.

Pada halaman *hisab* hasil perhitungan aplikasi *ECNOS* dibandingkan dengan hasil perhitungan *NASA* terdapat selisih yang sangat kecil. Pada perhitungan gerhana Matahari didapatkan selisih terkecil adalah 2 detik dan selisih terbesar adalah 2 menit serta tidak ditemukan selisih pada magnitudo. Sedangkan pada perhitungan gerhana Bulan selisih terkecil adalah 1 detik dan selisih terbesar adalah 1 menit. Hal ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan sangat presisi. Dari contoh yang diberikan selisihnya bervariasi yang

disebabkan pembulatan angka pada proses perhitungannya.

## **B. Saran**

1. Aplikasi *hisab* gerhana *ECNOS* menggunakan metode perhitungan kitab *al-Durru al-Anîq* dengan akurasi dan presisi yang tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu instrument untuk mengecek kebenaran perhitungan secara manual.
2. Fase gerhana Matahari yang disajikan dalam aplikasi masih fase gerhana secara umum, yaitu awal dan akhir penumbral, awal dan akhir umbral, serta puncak gerhana, belum ada fase sentral dan batas lintasan gerhana. Tujuannya adalah agar tidak menyulitkan pengguna dari kalangan umum dengan banyaknya data yang disajikan. Agar aplikasi *ECNOS* dapat digunakan secara optimal oleh para akademisi maka dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan informasi tentang fase sentral untuk gerhana Matahari, lintasan serta batasan gerhana.
3. Aplikasi *ECNOS* dapat dikembangkan lagi dengan wilayah gerhana yang lebih bervariasi, lebih banyak tahun prediksi. Dalam pengembangannya,

penambahan kajian fiqh dan teori serta serba serbi gerhana akan lebih baik.

4. Tampilan pada aplikasi *ECNOS* versi berikutnya dapat dibuat lebih interaktif.

### **C. Penutup**

Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan walaupun tenaga dan fikiran telah tecurahkan secara maksimal. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah turut andil untuk keberhasilan skripsi ini. Semoga apa yang dihasilkan dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak kalangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Asqalani, Ibnu Hajar, *Fathul Bari Syarah Shahih Al-Bukhari*, terj., dari *Fathul Bari Syarah Shahih Al-Bukhari*, oleh Ghazirah Abdi Ummah, (Jakarta Selatan: Pustaka Azzam, 2002), cet.I.
- Al-Jaziri, Abdurrahman, *Al-Fiqh 'Ala Madzhab al-Arba'ah*, juz 1, (Beirut: Daar al-Kutub al-Ilmiyah, 2003), cet.II.
- Al-Khattab, Nasiruddin, *English Translation of Sunan Ibn Majah*, vo.2, (Riyadl: Darussalam, 2007).
- Al-Zuhaili, Wahbah, *Al-Fiqh al-Islam wa Adillatuh*, juz.2, (Damaskus: Dar al-Fikr, 1985), cet.II.
- Aziz, Yunas Santhani (ed.), *Sihir Gerhana*, (Jakarta: Kompas Media, 2016).
- Baqi, Muhammad Fuad Abdul, *Sunan Ibnu Majjah*, juz 1 (Semarang: Thoha Putra, tt).
- Ghazali, Ahmad, *al-Durru a- Anîq*, (Sampang: LAFAL, 1437 H), cet. II.
- Hatsiyah al-Imam al-Sanadi*, juz.3, (Semarang: Thoha Putra, 1930), cet. I.
- Izzuddin, Ahmad, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012).

- Khan, Muhammad Muhsin, *The Translation of the Meanings of Sahih al-Bukhari*, vol.2, (Riyadl: Darussalam, 1997).
- Maghfuri, Alfian, *Algoritma Gerhana*, (Bojonegoro: Madza Media, 2020), cet.1
- Moore, Patrick, *Astronomy*, (London: Oldbourne, tt.).
- Muhammad Nasiruddin Al-Albani, *Shahih Sunan An-Nasa'I*, terj. , dari *Shahih Sunan An-Nasa'I*, oleh Ahmad Yoswaji, (Jakarta Selatan: Pustaka Azzam, 2004).
- Muhammad, Abi Abdullah bin Ismail Al Bukhari, *Shohih Bukhari*, jilid 6 (Damaskus: Dâr Ibnu Kasîr, 2002), cet.1.
- Muhammad, Abi Abdullah bin Ismail Al Bukhari, *Shohih Bukhari*, jilid 6, (Beirut: Dar Ibnu Katsir, 2002).
- Munawwir, Ahmad Warson, *Kamus al-Munawwir Arab-Indonesia*, cet. 25, (Surabaya: Pustaka Progressif, 2002).
- Nawawi, *Raudlah al-Thaalibiin*, juz.1, (Aman: al-Maktab al'Islamiyah, 119), cet.3.
- Oxford Learner's Pocket Dictionary*
- Qulub, Siti Tatmainul, *Ilmu Falak dari Sejarah, Teori, dan Aplikasi*, (Depok: Rajawali Pers, 2017).

- Raharto, Moedji, dkk, *Buku Panduan Gerhana*, (Bandung: ITB Press, 2018), ed.1, cet.1.
- Rudito, Priyantono dan Mardi F.N. Sinaga, *Digital Mastery, Membangun Kepemimpinan Digital Untuk Meenangkan Era Disrupsi*, (Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2017).
- Safaat, Nazruddin, *Android – Pemrograman Aplikasi Mobile Berbasis Android*, (Bandung: Informatika, 2018).
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2016), cet.23.
- Joint Committee for Guides in Metrology, *International Vocabulary of Metrology – Basic Concepts and Associated Term*, ed.3, 2012.
- Umam, Khotibul, *Sudi Pemikiran KH. Ahmad Ghozali Tentang Metode Hisab Gerhana Matahari Global Dalam Kitab Al-Durru al-Anîq*, Skripsi, (Semarang: UIN Walisongo, 2019).
- World Buletin, *Muslim Scientist Discover Solar Eclipse*, <https://worldbulletin.dunyabulteni.net/islamic-world/muslim-scientists-discover-solar-eclipse-h156798.html>, 10 Februari 2021.

StatCounter Globalstat, *Mobile Operation System Market Share Indonesia*, <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/indonesia>, 20 April 2020.

NASA, *Annular Solar Eclipse of 2030 Jun 01*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2030Jun01A.GIF>, 30 Desember 2020.

\_\_\_\_\_, *Hybrid Solar Eclipse of 2023 Apr 20*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2023Apr20H.GIF>, 30 Desember 2020.

\_\_\_\_\_, *Parsial Lunar Eclipse of 2019 Jul 16*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEplot/LEplot2001/LE2019Jul16P.pdf>, 30 Desember 2020.

\_\_\_\_\_, *Partial Solar Eclipse of 2032 Nov 03*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2032Nov03P.GIF>, 30 Desember 2020.

\_\_\_\_\_, *Penumbral Lunar Eclipse of 2016 Mar 23*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEplot/LEplot2001/LE2016Mar23N.pdf>, 30 Desember 2020.

\_\_\_\_\_, *Total Lunar Eclipse of 2014 Oct 08*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEplot/LEplot2001/LE2014Oct08T.pdf>, 30 Desember 2020



\_\_\_\_\_, *Total Solar Eclipse of 2003 Nov 23*,  
<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEplot/SEplot2001/SE2003Nov23T.GIF>, 30 Desember 2020

Wikipedia, *Elemen Bessel*, [https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Besselian\\_elements?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=ajax,tc,sc,se](https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Besselian_elements?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=ajax,tc,sc,se), 11 Juni 2021

Wikipedia, *Friedrich Bessel*, [https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Friedrich\\_Wilhelm\\_Bessel?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=ajax,tc,sc,se](https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Friedrich_Wilhelm_Bessel?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=ajax,tc,sc,se), 11 Juni 2021

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

Nama : Naili Rahmawati  
Tempat/Tanggal lahir : Jombang, 01 Februari 1998  
Nama orang tua : Khoiri, Rohmah  
Alamat asal : Rt 4 Rw 2, Dsn. Sono, Ds. Ngogri,  
Kec.Megaluh Kab. Jombang  
Alamat sekarang : Perumahan Bank Niaga Blok C No. 13  
Ngaliyan Semarang  
Email : [nailirahmal@gmail.com](mailto:nailirahmal@gmail.com)  
No. Hp : 085 895 436 279

**Pendidikan Formal:**

1. MI Nidhomiyah Sumbersari Jombang (2004-2010)
2. MTsN Denanyar Jombang (2010-2013)
3. SMAN 3 Jombang (2013-2016)
4. UIN Walisongo Semarang (2016-2021)

**Pendidikan Non Formal:**

1. PP. Sunan Ampel Jombang (2013-2016)
2. PP. Darul Falah Besongo Semarang (2016-2020)
3. Brilliant English Course (2017)
4. ELLA English Course (2018)

# Lampiran-lampiran

## Lampiran: Gerhana Matahari Total 23 November 2003

**Total Solar Eclipse of 2003 Nov 23**

Geocentric Conjunction = 23:20:18.8 UT J.D. = 2452967.472440  
 Greatest Eclipse = 22:49:20.9 UT J.D. = 2452967.450936

Eclipse Magnitude = 1.0379 Gamma = -0.9638

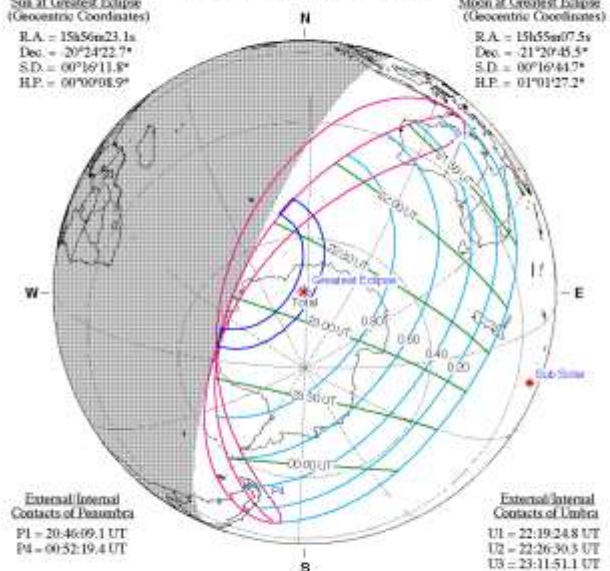
Saros Series = 152 Member = 12 of 70

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 15h56m23.1s  
 Dec. = 20°24'22.7"  
 S.D. = 00°16'11.8"  
 H.P. = 00°00'08.9"

Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 15h55m07.5s  
 Dec. = 21°20'45.5"  
 S.D. = 00°16'41.7"  
 H.P. = 01°01'27.2"



External/Internal  
Contacts of Penumbra  
 P1 = 20:46:09.1 UT  
 P4 = 00:52:19.4 UT

External/Internal  
Contacts of Umbra  
 U1 = 22:19:24.8 UT  
 U2 = 22:26:30.5 UT  
 U3 = 23:11:51.1 UT  
 U4 = 23:18:57.0 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 72°40.0'S Sun Alt. = 14.9°  
 Long. = 084°22.6'E Sun Azm. = 111.2°  
 Path Width = 495.4 km Duration = 01m57.2s

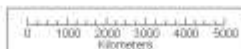
Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/LE  
 $\Delta T = 64.3$  s  
 $k1 = 0.1734890$   
 $k2 = 0.1722810$   
 $\Delta b = 0.0'' \Delta l = 0.0''$

Geocentric Libration  
(Optical + Physical)

$l = 0.00''$   
 $b = 1.28''$   
 $g = 10.42''$

Brown Lun. No. = 100



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,  
 2003 09:08:00 AM GMT  
[www.nasa.gov/eclipse/2003nov23.html](http://www.nasa.gov/eclipse/2003nov23.html)

## Lampiran: Gerhana Matahari Hybrid 20 April 2023

**Hybrid Solar Eclipse of 2023 Apr 20**

Geocentric Conjunction = 03:55:26.5 UT J.D. = 2469054.663502

Greatest Eclipse = 04:16:37.5 UT J.D. = 2469054.678212

Eclipse Magnitude = 1.0132 Gamma = -0.5951

Saros Series = 129 Member = 52 of 80

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h51m11.7s

Dec. = +11°24'54.0"

S.D. = 00°15'55.4"

H.P. = 00°00'08.8"

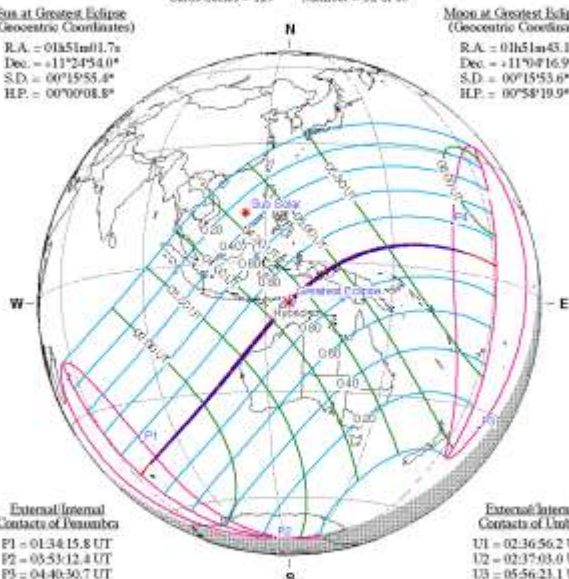
Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 01h51m43.1s

Dec. = +11°08'16.9"

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

Ephemeris &amp; Constants

Eph. = Newcomb/LE

 $\Delta T = 80.2$  s $k1 = 0.2724890$  $k2 = 0.2722810$  $\Delta\alpha = 0.0''$   $\Delta\lambda = 0.0''$ 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°15.4'S Sun Alt. = 66.7°

Long. = 125°48.4'E Sun Azm. = 334.0°

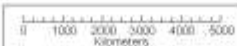
Path Width = 49.0 km Duration = 01m16.1s

Geocentric Libration

(Optical + Physical)

 $l = 4.67''$  $b = 0.40''$  $\phi = -19.05''$ 

Brown Lat. No. = 1241



F. Espenak, NASA's GSFC - Fri, Jul 2,

[www.earth.gov.nasa.gov/eclipse.html](http://www earth.gov.nasa.gov/eclipse/eclipse.html)

## Lampiran: Gerhana Matahari Cincin 1 Juni 2030

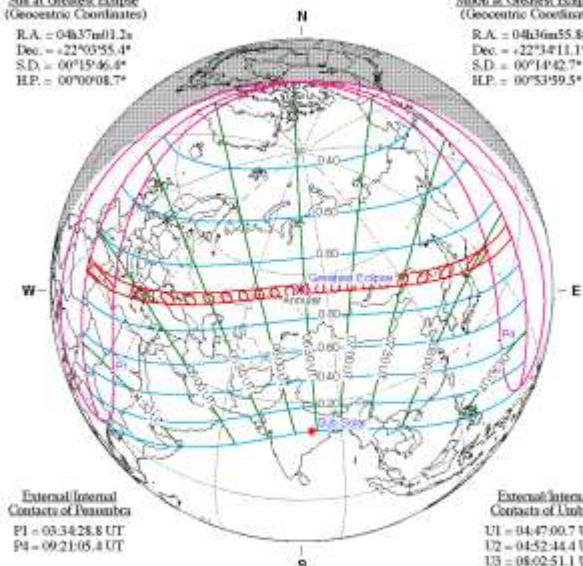
## Annular Solar Eclipse of 2030 Jun 01

Geocentric Conjunction = 06:30:33.5 UT J.D. = 2462653.771222

Greatest Eclipse = 06:27:48.5 UT J.D. = 2462653.769312

Eclipse Magnitude = 0.9442 Gamma = 0.5625

Saros Series = 128 Member = 59 of 73

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)R.A. = 04h37m11.2s  
Dec. = +22°03'55.4"  
S.D. = 00°15'46.4"  
H.P. = 00°00'08.7"Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)R.A. = 04h36m55.8s  
Dec. = +22°34'11.1"  
S.D. = 00°14'42.7"  
H.P. = 00°53'59.5"External/Internal  
Contacts of UmbraP1 = 03:34:28.8 UT  
P4 = 09:21:05.4 UTExternal/Internal  
Contacts of LimbU1 = 04:47:00.7 UT  
U2 = 04:52:44.4 UT  
U3 = 08:02:51.1 UT  
U4 = 08:08:33.5 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat. = 56°30.9'N Sun Alt. = 55.5°

Long. = 087°06.7'E Sun Azm. = 176.1°

Path Width = 249.6 km Duration = 05m20.9s

Ephemeris &amp; Constants

Eph. = Newcomb/LE  
 $\Delta T = 87.9$  s  
 $k1 = 0.2724890$   
 $k2 = 0.2722810$   
 $\Delta a = 0.0'' \quad \Delta l = 0.0''$ Geocentric Libration  
(Optical + Physical) $l = -0.98''$   
 $b = -0.67''$   
 $c = 9.65''$ 

Brown Lat. No. = 1329

F. Espenak, NASA's GSFC - Fri. Jul 2,  
www.nasas.gov/content/view/full/1329

## Lampiran: Gerhana Matahari Sebagian 3 November 2032

**Partial Solar Eclipse of 2032 Nov 03**

Geocentric Conjunction = 05:05:51.2 UT J.D. = 2463539.712398

Greatest Eclipse = 05:32:43.0 UT J.D. = 2463539.731053

Eclipse Magnitude = 0.8549 Gamma = 1.0644

Saros Series = 153 Member = 10 of 70

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 14h35m40.8s

Dec. = -15°13'54.5"

S.D. = 00°16'07.4"

H.P. = 00°09'08.9"

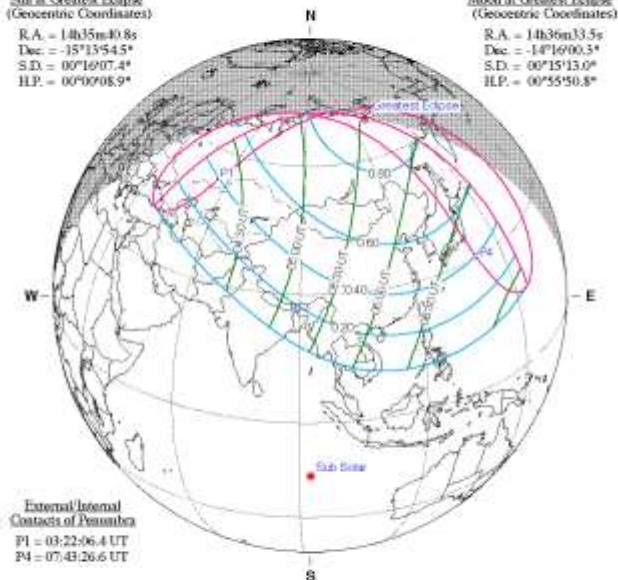
Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 14h36m33.3s

Dec. = -14°16'00.3"

S.D. = 00°15'13.0"

H.P. = 00°55'50.8"

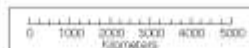
External/Internal  
Contacts of Penumbra  
P1 = 03:22:06.4 UT  
P4 = 07:43:26.6 UT

Ephemeris &amp; Constants

Eph. = Newcomb/BLE

 $\Delta T = 90.7$  s $k1 = 0.2724850$  $k2 = 0.2722810$  $\Delta b = 0.0''$   $\Delta l = 0.0''$ Geocentric Libration  
(Optical + Physical) $l = -4.44''$  $b = -1.25''$  $o = 19.48''$ 

Brown Lun. No. = 1359



F. Espenak, NASA's GSFC - Vol. 2

[research.gsf.nasa.gov/epespenak/epes.html](http://research.gsf.nasa.gov/epespenak/epes.html)

## Lampiran: Gerhana Bulan Sebagian 16 Juli 2019

## Partial Lunar Eclipse of 2019 Jul 16

Eclipse Conjunction = 21:39:22.1 TD (~ 21:38:10.8 UT)

Greatest Eclipse = 21:31:54.8 TD (~ 21:30:43.5 UT)

Penumbral Magnitude = 1.7037 P. Radius = 1.1900° Gamma = -0.6430

Umbral Magnitude = 0.6531 U. Radius = 0.6565° Axis = 0.5890°

Saros Series = 139 Member = 22 of 81

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 07h45m48.8s

Dec. = +21°17'38.5"

S.D. = 00°15'44.1"

H.P. = 00°00'08.7"

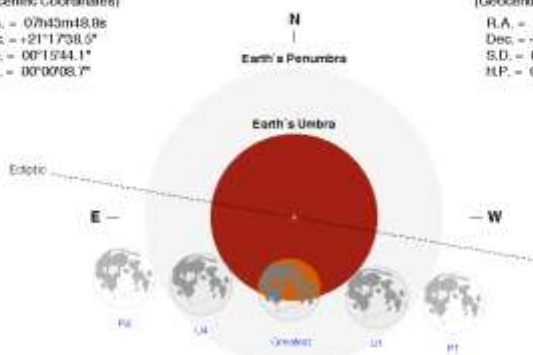
Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 19h44m00.3s

Dec. = -21°52'53.0"

S.D. = 00°14'58.7"

H.P. = 00°54'58.2"



Eclipse Durations

Penumbral = 05h39m43s

Umbral = 02h57m56s

 $\Delta T = 71$  s

Rule = CdT (Danjon)

Eph. = VSOP87/ELP2000-85

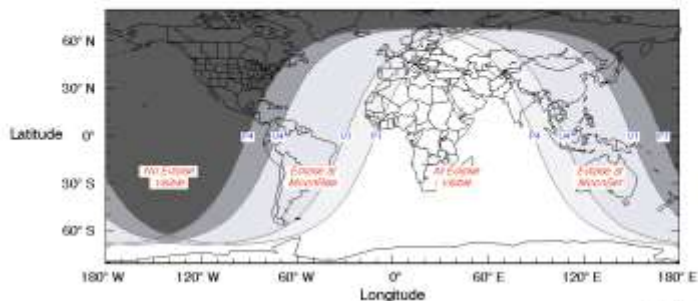
Eclipse Contacts

P1 = 18:43:53 UT

U1 = 20:01:43 UT

U2 = 22:58:59 UT

P2 = 00:17:26 UT

P. Diagram NASA's GSFC  
eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html

2019 Jul 16



## Lampiran: Gerhana Bulan Total 8 Oktober 2014

**Total Lunar Eclipse of 2014 Oct 08**

Ecliptic Conjunction = 10:51:43.3 TD (= 10:50:54.4 UT)

Greatest Eclipse = 10:55:44.0 TD (= 10:54:35.1 UT)

Penumbral Magnitude = 2.1456 P. Radius = 1.2790° Gamma = 0.9826

Umbral Magnitude = 1.1659 U. Radius = 0.7451° Axis = 0.9824°

Saros Series = 127 Member = 42 of 72

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 12h55m04.3s

Dec. = -05°56'00.7"

S.D. = 00°16'00.4"

H.P. = 00°00'08.8"

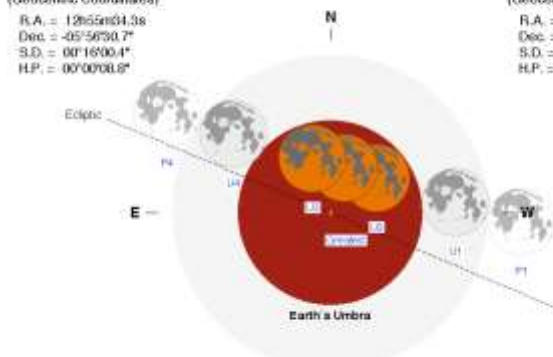
Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 00h55m07.2s

Dec. = -06°18'26.0"

S.D. = 00°16'20.3"

H.P. = 00°59'57.9"

**Eclipse Durations**

Penumbral = 00h18m00s

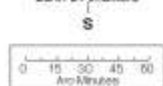
Umbral = 00h19m01s

Total = 00h37m01s

 $\Delta T = 69$  s

Rule = CDT (Danjono)

Eph. = VSOP87/ELP2000-B5

**Earth's Penumbra**P. Diameter, NASA's GSFC  
eclipse.gdc.nasa.gov/eclipse.html**Eclipse Contacts**

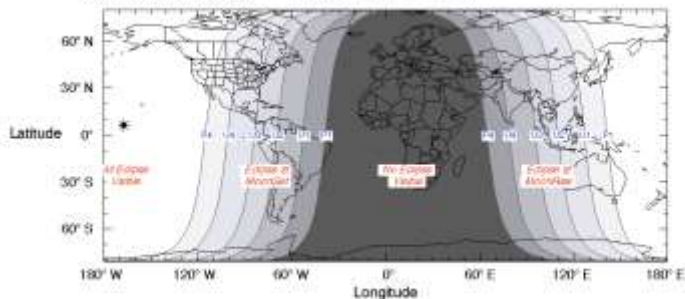
P1 = 08:15:26 UT

U1 = 09:14:48 UT

U2 = 10:25:09 UT

U4 = 12:54:19 UT

P4 = 13:23:09 UT



2009 Apr 25

## Lampiran: Gerhana Bulan Penumbral 23 Maret 2016

## Penumbral Lunar Eclipse of 2016 Mar 23

Ecliptic Conjunction = 12:01:58.9 TD (= 12:00:49.3 UT)

Greatest Eclipse = 11:48:21.3 TD (= 11:47:11.8 UT)

Penumbral Magnitude = 0.7747    P. Radius = 1.1821"    Gamma = 1.1591  
 Umbral Magnitude = -0.3118    U. Radius = 0.6473"    Axis = 1.0469"

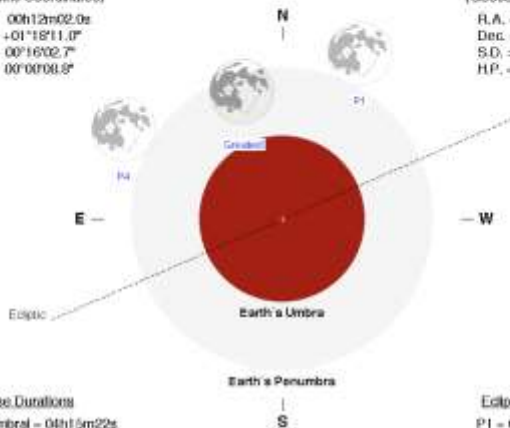
Saros Series = 142    Member = 18 of 74

**Sun at Greatest Eclipse**  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 00h12m02.0s  
 Dec. = +01°18'11.0"  
 S.D. = 00°16'02.7"  
 H.P. = 00°00'08.8"

**Moon at Greatest Eclipse**  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 12h13m18.5s  
 Dec. = -00°18'21.3"  
 S.D. = 00°14'46.0"  
 H.P. = 00°54'11.6"



**Eclipse Durations**

Penumbral = 04h15m22s

**Eclipse Contacts**

P1 = 09:39:29 UT

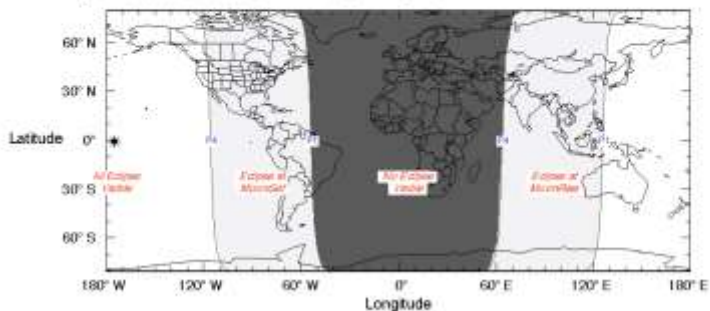
P4 = 13:54:50 UT

$\Delta T = 70$  s

Rule = CdT (Danjon)

Eph. = VSOP87/ELP2000-85

F. Espenak, NASA's GSFC  
[eclipse.gsfc.nasa.gov/keclipse.html](http://eclipse.gsfc.nasa.gov/keclipse.html)



## Lampiran: Elemen Bessel Gerhana Matahari Hibrid 20 April 2023 NASA

### Besselian Elements for the Hybrid Solar Eclipse of 2023 Apr 20

Equatorial Conjunction: 03:56:43.9 TDT J.D. = 2460054.664397  
 (Sun & Moon in R.A.) (=03:55:33.6 UT)

Ecliptic Conjunction: 04:13:40.4 TDT J.D. = 2460054.676162  
 (Sun & Moon in Ec. Lo.) (=04:12:30.1 UT)

Instant of  
 Greatest Eclipse: 04:17:55.1 TDT J.D. = 2460054.679110  
 (=04:16:44.8 UT)

-----

Gamma = -0.3952 Ephemerides = VSOP87/ELP2000-85  
 Eclipse Magnitude = 1.0132 Lunation No. = 288  
 ΔT = 70.3 s Saros Series = 129 (52/80)

Lunar Radius k1 = 0.272488 (Penumbra) Shift in Δb = 0.00"  
 Constants: k2 = 0.272281 (Umbra) Lunar Position: Δl = 0.00"

#### Geocentric Coordinates of Sun & Moon at Greatest Eclipse (VSOP87/ELP2000-85):

Sun: R.A. = 01h51m01.7s Moon: R.A. = 01h51m43.2s  
 Dec. = +11°24'54.1" Dec. = +11°04'16.7"  
 Semi-Diameter = 15'55.4" Semi-Diameter = 15'53.6"  
 Eq.Hor.Par. = 08.8" Eq.Hor.Par. = 0°58'19.9"

#### Polynomial Besselian Elements for: 2023 Apr 20 04:00:00.0 TDT (=t0)

n	x	y	d	l1	l2	μ
0	0.026967	-0.427322	11.41179	0.546803	0.000662	240.24289
1	0.4950173	0.2441985	0.013741	0.0001216	0.0001210	15.003411
2	0.0000137	-0.0000494	-0.000002	-0.0000116	-0.0000115	
3	-0.0000072	-0.0000037				

Tan f1 = 0.0046549 Tan f2 = 0.0046318

At time t1 (decimal hours), each Besselian element is evaluated by:

$$a = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \quad (\text{or } a = \sum [a_n t^n]; n = 0 \text{ to } 3)$$

where: a = x, y, d, l1, l2, or μ  
 t = t1 - t0 (decimal hours) and t0 = 4.000 TDT

The Besselian elements were derived from a least-squares fit to elements calculated at five uniformly spaced times over a six hour period centered at t0. The Besselian elements are valid over the period 1.00 ≤ t ≤ 7.00 TDT.

Note that all times are expressed in Terrestrial Dynamical Time (TDT).

Saros Series 129: Member 52 of 80 eclipses in series.

## Lampiran: Elemen Bessel Gerhana Matahari Total 23 November 2003 NASA

### Besselian Elements for the Total Solar Eclipse of 2003 Nov 23

Equatorial Conjunction: 23:21:19.6 TDT J.D. = 2452967.473144  
 (Sun & Moon in R.A.) (=23:20:15.1 UT)

Ecliptic Conjunction: 23:00:01.7 TDT J.D. = 2452967.458353  
 (Sun & Moon in Ec. Lo.) (=22:58:57.2 UT)

Instant of Greatest Eclipse: 22:50:21.8 TDT J.D. = 2452967.451641  
 (=22:49:17.3 UT)

-----  
 Gamma = -0.9637 Ephemerides = VSOP87/ELP2000-85  
 Eclipse Magnitude = 1.0379 Lunation No. = 48  
 ΔT = 64.5 s Saros Series = 152 (12/70)

Lunar Radius: k1 = 0.272488 (Penumbra) Shift in Δb = 0.00"  
 Constants: k2 = 0.272281 (Umbra) Lunar Position: Δl = 0.00"

-----  
 Geocentric Coordinates of Sun & Moon at Greatest Eclipse (VSOP87/ELP2000-85):

Sun: R.A. = 15h56m23.2s	Moon: R.A. = 15h55m07.5s
Dec. = -20°24'22.9"	Dec. = -21°20'45.5"
Semi-Diameter = 16'11.8"	Semi-Diameter = 16'44.7"
Eq.Hor.Par. = 08.9"	Eq.Hor.Par. = 1°01'27.3"

-----  
 Polynomial Besselian Elements for: 2003 Nov 23 23:00:00.0 TDT (=t0)

n	x	y	d	l1	l2	μ
0	-0.197954	-0.947818	-20.40539	0.537327	-0.008767	168.39499
1	0.5569003	-0.1739238	-0.008178	-0.0000032	-0.0000032	14.998540
2	0.0000556	0.0001991	0.000005	-0.0000131	-0.0000130	
3	-0.0000100	0.0000031				

Tan f1 = 0.0047348 Tan f2 = 0.0047112

At time t1 (decimal hours), each Besselian element is evaluated by:

$$a = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \quad (\text{or } a = \sum [a_n t^n]; n = 0 \text{ to } 3)$$

where: a = x, y, d, l1, l2, or μ  
 t = t1 - t0 (decimal hours) and t0 = 23.000 TDT

The Besselian elements were derived from a least-squares fit to elements calculated at five uniformly spaced times over a six hour period centered at t0. The Besselian elements are valid over the period 20.00 ≤ t0 ≤ 2.00 TDT.

Note that all times are expressed in Terrestrial Dynamical Time (TDT).

Saros Series 152: Member 12 of 70 eclipses in series.

## Lampiran: Rumus Perhitungan Tinggi dan Azimut Gerhana NASA

### Eclipse Altitudes and Azimuths

The altitude  $a$  and azimuth  $A$  of the Sun or Moon during an eclipse depends on the time and the observer's geographic coordinates. They are calculated as follows:

$$\begin{aligned} h &= 15 (\text{GST} + \text{UT} - \text{ra}) + 1 \\ a &= \text{ArcSin} [ \text{Sin } d \text{ Sin } f + \text{Cos } d \text{ Cos } h \text{ Cos } f ] \\ A &= \text{ArcTan} [ - (\text{Cos } d \text{ Sin } h) / (\text{Sin } d \text{ Cos } f - \text{Cos } d \text{ Cos } h \text{ Sin } f) ] \end{aligned}$$

where:

- $h$  = Hour Angle of Sun or Moon
- $a$  = Altitude
- $A$  = Azimuth
- GST = Greenwich Sidereal Time at 0:00 UT
- UT = Universal Time
- ra = Right Ascension of Sun or Moon
- $d$  = Declination of Sun or Moon
- $l$  = Observer's Longitude (East +, West -)
- $f$  = Observer's Latitude (North +, South -)

During the eclipses of 2001, the values for GST and the geocentric Right Ascension and Declination of the Sun or the Moon (at greatest eclipse) are as follows:

Eclipse	Date	GST	ra	d
Total Lunar	2001 Jan 09	7.296	7.419	22.380
Total Solar	2001 Jun 21	17.984	6.013	23.438
Partial Lunar	2001 Jul 05	18.911	18.988	-23.406
Annular Solar	2001 Dec 14	5.573	17.487	-23.251
Penumbral Lunar	2001 Dec 30	6.596	6.635	24.205

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/CE/eater/eater.html>

## Lampiran: Koding Perhitungan Gerhana Matahari dan Bulan Pada Android Studio

```

double
getM(DataGerhanaMat
ahari data) {
    if
(data.getB0() < 0)
{
        return
(Math.toDegrees(Mat
h.atan(data.getA0()
/ data.getB0()))+
180; }
    else{
        return
(Math.toDegrees(Mat
h.atan(data.getA0()
/ data.getB0())) +
360; } }
double
getm(DataGerhanaMat
ahari data) {
    double
x1=Math.pow(data.ge
tA0(),2) +
Math.pow(data.getB0
(),2);
    double y1 =
0.5;
    return
Math.pow(x1, y1); }
double
getN(DataGerhanaMat
ahari data) {
    double N =
(Math.toDegrees(Mat
h.atan(data.getA1()
/ data.getB1())));
    if
(data.getB1() < 0)
{
        return N +
180;    }
    else if
(data.getB1() > 0
&& data.getA1() <

```

```

0) {
    return N +
360; }
else {
    return N; } }
double
getn(DataGerhanaMat
ahari data) {
    double x2 =
Math.pow(data.getA1
(), 2) +
Math.pow(data.getB1
(), 2);
    double y2 =
0.5;
    return
Math.pow(x2, y2); }
double
gettm(DataGerhanaMa
tahari data)
{ return (-1) *
(getm(data) *
Math.cos(Math.toRad
ians(getM(data) -
getN(data))) ) /
getn(data); }
Calendar
getSWK(DataGerhanaM
atahari data) {
    Calendar result
= (Calendar)
data.getMasehiDate(
).clone();
result.set(Calendar
.HOUR_OF_DAY, 0);
result.set(Calendar
.MINUTE, 0);
result.set(Calendar
.SECOND, 0);
result.set(Calendar
.MILLISECOND, 0);
result.add(Calendar
.HOUR_OF_DAY,
data.getTd());
    double tm =
gettm(data);
result.add(Calendar
.HOUR_OF_DAY,
Formatter.getHoursF
romHour(tm));

```

```

result.add(Calendar
    .MINUTE,
    Formatter.getMinute
        sFromHour(tm));
result.add(Calendar
    .SECOND,
    Formatter.getSecond
        sFromHour(tm));
double deltaT =
    Constant.getDeltaT(
        data.getMasehiDate(
        )) / 3600.0;
result.add(Calendar
    .HOUR_OF_DAY, (-1)
    *
    Formatter.getHoursF
        romHour(deltaT));
result.add(Calendar
    .MINUTE, (-1) *
    Formatter.getMinute
        sFromHour(deltaT));
result.add(Calendar
    .SECOND, (-1) *
    Formatter.getSecond
        sFromHour(deltaT));
        return result;}
double
getR(DataGerhanaMat
    ahari data)
{ return
    data.getR0() +
    data.getR1() *
    gettm(data);}
double
getS(DataGerhanaMat
    ahari data)
{ return
    data.getS0() +
    data.getS1() *
    gettm(data);}
/* Koordinat Puncak
Sentral*/
double geta()
{ return 6378137;}
double getb()
{ return 6356752;}
double getc()
{ return
    0.0066944782;}
double

```



```

getA(DataGerhanaMat
ahari data)
{ return
data.getA0() +
data.getA1() *
gettm(data);}
double
getB(DataGerhanaMat
ahari data)
{ return
data.getB0() +
data.getB1() *
gettm(data);}
double
getd(DataGerhanaMat
ahari data)
{ return
data.getD0() +
data.getD1() *
gettm(data);}
double
getW(DataGerhanaMat
ahari data)
{ return
data.getW0() +
data.getW1() *
gettm(data);}
double
getrho0(DataGerhana
Matahari data)
{ return Math.pow(1
- getc() *
Math.cos(Math.toRad
ians(getd(data))),
0.5);}
double
getd1(DataGerhanaMa
tahari data)
{ return
Math.toDegrees(Math
.atan(Math.sin(Math
.toRadians(getd(dat
a)))/(Math.cos(Math
.toRadians(getd(dat
a))) * (getb() /
geta()))));}
double
getrho1(DataGerhana
Matahari data)
{ return

```

```

Math.pow(Math.pow(Math.sin(Math.toRadians(getd(data))) * (getb()/geta()), 2) + Math.pow((Math.cos(getd(data))), 2), 0.5);}
double
getd2(DataGerhanaMatahari data)
{ return
Math.toDegrees(Math.atan((getb()/geta()) * Math.sin(Math.toRadians(getd(data)))/Math.cos(Math.toRadians(getd(data)))));}
double
gety1(DataGerhanaMatahari data)
{ return getB(data) / getrho0(data);}

```

```

/* Lintang Puncak Sentral*/
double
getz(DataGerhanaMatahari data) {
    return
Math.pow(1 - Math.pow(getA(data), 2) - Math.pow(gety1(data), 2), 0.5);}
double
getLintangPuncakSentral(DataGerhanaMatahari data) {
    double phil =
Math.toDegrees(Math.asin(gety1(data) * Math.cos(Math.toRadians(getd1(data))) + getz(data) * Math.sin(Math.toRadians(getd1(data)))));}
    return
Math.toDegrees(Math

```

```

        .atan((geta()/getb(
    )) *
    Math.tan(Math.toRad
    ians(phi1)))));}
    /* Bujur Puncak
    Sentral*/
    double
    getTetaPuncakSentra
    l(DataGerhanaMataha
    ri data) {
        double x2 = (-
    1)*gety1(data)*
    Math.sin(Math.toRad
    ians(getd1(data)))+
    getz(data)*
    Math.cos(Math.toRad
    ians(getd1(data)));
        double teta =
    Math.toDegrees(Math
    .atan(getA(data)/
    x2));
        if (x2 < 0) {
            return teta
    + 180;}

        else if(x2 > 0
    && getA(data) < 0)
    {
            return teta
    + 360;}
        else{
            return
    teta; }}
    double
    getBujurPuncakSentr
    al(DataGerhanaMatah
    ari data) {
        double bujur =
    getTetaPuncakSentra
    l(data) -
    getW(data) +
    0.004178 *
    Constant.getDeltaT(
    data.getMasehiDate(
    ));
        if(bujur >
    180) {
            return
    bujur - 360; }

```

```

        else if(bujur <
-180) {
            return bujur
+ 360; }
        else{
            return
bujur;}}
/* Lintang Puncak
Non-Sentral*/
double
getm1(DataGerhanaMa
tahari data)
{return
Math.pow(Math.pow(g
etA(data), 2) +
Math.pow(gety1(data
), 2), 0.5);}
double
gety2(DataGerhanaMa
tahari data)
{ return
gety1(data) /
getm1(data);}
double
getLintangPuncakNon

```

```

Sentral(DataGerhana
Matahari data) {
double phil =
Math.toDegrees(Math
.asin(gety2(data)*
Math.cos(Math.toRad
ians(getd1(data)))
);
        return
Math.toDegrees(Math
.atan((geta()/getb(
)) *
Math.tan(Math.toRad
ians(phil)))));}
/* Bujur Puncak
Non-Sentral*/
double
getx2(DataGerhanaMa
tahari data)
{return (-
1)*gety2(data)*Math
.sin(Math.toRadians
(getd1(data)));}
double
getx1(DataGerhanaMa

```

```

tahari data)
{ return
getA(data)/getm1(da
ta);}
double
getTetaPuncakNonSen
tral(DataGerhanaMat
ahari data) {
    double teta =
Math.toDegrees(Math
.atan(getx1(data)/
getx2(data)));
    if (getx2(data)
< 0) {
        return teta
+ 180; }
    else if
(getx2(data) > 0 &&
getx1(data) < 0) {
        return teta
+ 360; }
    else {
        return
teta;}}
double
getBujurPuncakNonSe
ntral(DataGerhanaMa
tahari data) {
    double bujur =
getTetaPuncakNonSen
tral(data) -
getW(data) +
0.004178 *
Constant.getDeltaT(
data.getMasehiDate(
));
    if (bujur < -
180) {
        return
bujur + 360; }
    else if (bujur
> 180) {
        return
bujur - 360; }
    else {
        return
bujur;}}
/*Tinggi Puncak
Gerhana Sentral*/
double

```

```

getTinggiPuncakSent
ral(DataGerhanaMata
hari data) {return
Math.toDegrees(Math
.asin(Math.sin(Math
.toRadians(getLintangPuncakSentral(data)
) *
Math.sin(Math.toRad
ians(getd(data)) +
Math.cos(Math.toRad
ians(getLintangPunc
akSentral(data))) *M
ath.cos(Math.toRadi
ans(getd(data))) *Ma
th.cos(Math.toRadia
ns(getTetaPuncakSen
tral(data))))))};
/*Tinggi Puncak
Gerhana Non-
Sentral*/
double
getTinggiPuncakNonS
entral(DataGerhanaM
atahari data)
{return
Math.toDegrees(Math
.asin(Math.sin(Math
.toRadians(getLintan
gPuncakNonSentral(
data)) *Math.sin(Mat
h.toRadians(getd(da
ta)) +Math.cos(Math.
toRadians(getLintan
gPuncakNonSentral(d
ata))) *Math.cos(Mat
h.toRadians(getd(da
ta))) *Math.cos(Math
.toRadians(getTetaP
uncakNonSentral(dat
a))))))};
/*Azimut Puncak
Gerhana Sentral*/
double
getAzimutPuncakSent
ral(DataGerhanaMata
hari data) {
    double x1 =
Math.sin(Math.toRad
ians(getd(data)) *

```

```

Math.cos(Math.toRadians(getLintangPunc
akSentral(data))) -
Math.cos(Math.toRadians(getd(data))) *M
ath.sin(Math.toRadians(getLintangPunca
kSentral(data))) *Ma
th.cos(Math.toRadia
ns(getTetaPuncakSen
tral(data)));
    double y1 = ((-
1) *
Math.cos(Math.toRad
ians(getd(data)))) *
Math.sin(Math.toRad
ians(getTetaPuncakS
entral(data)));
    double
AzimutPuncak =
Math.toDegrees(Math
.atan(y1 / x1));
    if (x1 < 0) {
        return
AzimutPuncak +
180; }    else if
(x1 > 0 && y1 < 0)
{
    return AzimutPuncak
+ 360;} else {
        return
AzimutPuncak;} }
/*Azimut Puncak
Gerhana Non-
Sentral*/
double
getAzimutPuncakNonS
entral(DataGerhanaM
atahari data) {
    double x2 =
Math.sin(Math.toRad
ians(getd(data))) *
Math.cos(Math.toRad
ians(getLintangPunc
akNonSentral(data)
) -
Math.cos(Math.toRad
ians(getd(data))) *
Math.sin(Math.toRad
ians(getLintangPunc

```

```

akNonSentral (data)
) *
Math.cos(Math.toRad
ians(getTetaPuncakN
onSentral(data)));
    double y2 = ((-
1) *
Math.cos(Math.toRad
ians(getd(data))))
*
Math.sin(Math.toRad
ians(getTetaPuncakN
onSentral(data)));
    double
AzimutPuncak2 =
Math.toDegrees(Math
.atan(y2 / x2));
    if(x2 < 0) {
        return
AzimutPuncak2 +
180;
    }else if(x2 > 0
&& y2 < 0) {
        return
AzimutPuncak2 +
360;
    }else{
        return
AzimutPuncak2;}}
/*Durasi*/
double
getzeta(DataGerhana
Matahari data)
{return
getrhol(data)*(getz
(data)*Math.cos(Mat
h.toRadians(getd1(d
ata) -
getd2(data)))
-
gety1(data)*Math.si
n(Math.toRadians(ge
td1(data)-
getd2(data))));}
double
getL1(DataGerhanaMa
tahari data)
{ return getS(data)
- getzeta(data) *
data.getZ1();}

```



```

double
getMagnitud(DataGerhanaMatahari data)
{
    double L2 =
getR(data) -
getzeta(data) *
data.getZ0();
    double rho =
getm(data) /
getm1(data);
    double delta =
getm(data) - rho;
    if (getm(data)
< 0.9972) {
        return (L2
- getL1(data)) /
(L2 + getL1(data));
    }else{
        return
(getR(data) -
delta) / (2 *
getR(data) -
0.5459);}}
double
gettmp1(DataGerhana
Matahari data) {
    double psip =
Math.toDegrees(Math
.asin(getm(data) *
Math.sin(Math.toRad
ians(getM(data) -
getN(data)))) / (getR(
data) +
getrho0(data)));};
    double tp =
((getR(data) + 1) *
Math.cos(Math.toRad
ians(psip))) /
getn(data);
    return
gettm(data)-tp;}
double
gettmp2(DataGerhana
Matahari data) {
    double psip =
Math.toDegrees(Math
.asin(getm(data) *
Math.sin(Math.toRad
ians(getM(data) -

```

```

getN(data)) / (getR(
data) + getrho0(data)
));
    double tp =
((getR(data) + 1) *
Math.cos(Math.toRad
ians(psip))) /
getn(data);
    return
gettm(data) + tp;}
/* Awal
Penumbral*/
Calendar
getAwalPenumbral(D
ataGerhanaMatahari
data) {
    Calendar
result =
(Calendar)
data.getMasehiDate
().clone();
result.set(Calendar
r.HOUR_OF_DAY, 0);
result.set(Calendar
r.MINUTE, 0);
result.set(Calendar
r.SECOND, 0);
result.add(Calendar
r.HOUR_OF_DAY,
data.getTd());
    double tmp1 =
gettmp1(data);
result.add(Calendar
r.HOUR_OF_DAY,
Formatter.getHours
FromHour(tmp1));
result.add(Calendar
r.MINUTE,
Formatter.getMinutes
FromHour(tmp1));
result.add(Calendar
r.SECOND,
Formatter.getSeconds
FromHour(tmp1));
    double deltaT
=
Constant.getDeltaT
(data.getMasehiDat
e()) / 3600.0;

```

```

result.add(Calendar
r.HOUR_OF_DAY, (-
1) *
Formatter.getHours
FromHour(deltaT));
result.add(Calendar
r.MINUTE, (-1) *
Formatter.getMinut
esFromHour(deltaT
));
result.add(Calendar
r.SECOND, (-1) *
Formatter.getSecon
dsFromHour(deltaT
));

    return
result;}
/*Akhir
Penumbral*/
Calendar
getAkhirPenumbral (
DataGerhanaMatahar
i data) {
    Calendar
result =
(Calendar)
data.getMasehiDate
().clone();
result.set(Calendar
r.HOUR_OF_DAY, 0);
result.set(Calendar
r.MINUTE, 0);
result.set(Calendar
r.SECOND, 0);
result.add(Calendar
r.HOUR_OF_DAY,
data.getTd());
    double tmp2 =
gettmp2(data);
result.add(Calendar
r.HOUR_OF_DAY,
Formatter.getHours
FromHour(tmp2));
result.add(Calendar
r.MINUTE,
Formatter.getMinut
esFromHour(tmp2));
result.add(Calendar
r.SECOND,
Formatter.getSecon

```

```

dsFromHour(tmp2));
    double deltaT
=
Constant.getDeltaT
(data.getMasehiDate()) / 3600.0;
result.add(Calendar.HOUR_OF_DAY, (-
1) *
Formatter.getHours
FromHour(deltaT));
result.add(Calendar.MINUTE, (-1) *
Formatter.getMinutes
FromHour(deltaT)
);
result.add(Calendar.SECOND, (-1) *
Formatter.getSeconds
FromHour(deltaT)
);
    return
result;}
double
bgetA(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getA0() +
data.getA1() *
gettmp1(data);}
double
bgetB(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getB0() +
data.getB1() *
gettmp1(data);}
double
bgetd(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getD0() +
data.getD1() *
gettmp1(data);}
double
bgetW(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getW0() +
data.getW1() *

```

```

gettmp1(data);}
double
bgetd1(DataGerhana
Matahari data)
{return
Math.toDegrees(Math.
atan(Math.sin(Math.
toRadians(bgetd
(data)) / (getb()
/ geta())*
Math.cos(Math.toRa
dians(bgetd(data)
)))));}
double
bgetrho1(DataGerha
naMatahari data)
{return
Math.pow((Math.pow
(Math.sin(Math.toR
adians(bgetd(data)
)), 2))
+ (Math.pow((getb()
/geta())*Math.cos(
Math.toRadians(bge
td(data)), 2)),
0.5);}
double
bgety1(DataGerhana
Matahari data)
{ return
bgetB(data) /
bgetrho1(data);}
double
bgetm1(DataGerhana
Matahari data)
{ return
Math.pow(Math.pow(
bgetA(data), 2) +
Math.pow(bgety1(da
ta), 2), 0.5);}
double
bgetx1(DataGerhana
Matahari data)
{ return
bgetA(data) /
bgetm1(data);}
double
bgety2(DataGerhana
Matahari data)
{ return

```

```

bgety1 (data) /
bgetm1 (data);}
double
bgetphil (DataGerhanaMatahari data)
{ return
Math.toDegrees(Math.asin(bgety2 (data) *
Math.cos(Math.toRadians(bgetd1 (data)
)))));}
/* Lintang Awal
Penumbral*/
double
getLintangAwalPenumbral (DataGerhanaMatahari data)
{return
Math.toDegrees(Math.atan((geta ()/getb ())*
Math.tan(Math.toRadians(bgetphil (data)))));}

/* Bujur Awal
Penumbral*/
double
bgetx2 (DataGerhanaMatahari data)
{ return (-
1)*bgety2 (data)*
Math.sin(Math.toRadians(bgetd1 (data)
))};}
double
bgetteta (DataGerhanaMatahari data) {
double teta =
Math.toDegrees(Math.atan(bgetx1 (data) /
bgetx2 (data)));
if
(bgetx2 (data) < 0)
{
return
teta + 180;
} else if
(bgetx2 (data) > 0

```

```

&& bgetx1(data) <
0) {
    return
teta + 360;
    } else {
    return
teta;}}
double
getBujurAwalPenumb
ral(DataGerhanaMat
ahari data) {
    double Bujur =
bgetteta(data) -
bgetW(data)+0.0041
78*
Constant.getDeltaT
(data.getMasehiDat
e());
    if (Bujur < -
180) {
    return
Bujur + 360;
    } else
if( Bujur > 180) {
    return
Bujur - 360;
    }else{
    return
Bujur;}}
double
cgetA(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getA0() +
data.getA1() *
gettmp2(data);}
double
cgetB(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getB0() +
data.getB1() *
gettmp2(data);}
double
cgetd(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getD0() +
data.getD1() *
gettmp2(data);}

```

```
double
cgetW(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getW0() +
data.getW1() *
gettmp2(data);}
```

```
double
cgetd1(DataGerhana
Matahari data)
{ return
Math.toDegrees(Mat
h.atan(Math.sin(Ma
th.toRadians(cgetd
(data))/(getb()/g
eta()))
*Math.cos(Math.toR
adians(cgetd(data
)))));}
```

```
double
cgetrho1(DataGerha
naMatahari data)
{ return
Math.pow((Math.pow
(Math.sin(Math.toR
```

```
adians(cgetd(data)
)), 2))+
(Math.pow((getb()/
geta()))*
Math.cos(Math.toRa
dians(cgetd(data)
), 2)), 0.5);}
```

```
double
cgety1(DataGerhana
Matahari data)
{ return
cgetB(data)/cgetrh
o1(data);}
```

```
double
cgetm1(DataGerhana
Matahari data)
{ return
Math.pow(Math.pow(
cgetA(data), 2)+
Math.pow(cgety1(da
ta), 2), 0.5);}
```

```
double
cgetx1(DataGerhana
Matahari data)
{ return
```



```

cgetA(data)/cgetm1
(data);}
double
cgety2(DataGerhana
Matahari data)
{ return
cgety1(data) /
cgetm1(data);}
double
cgetphil(DataGerha
naMatahari data)
{ return
Math.toDegrees(Mat
h.asin(cgety2(data
) *
Math.cos(Math.toRa
dians(cgetd1(data
)))));}
/* Lintang Akhir
Penumbral*/
double
getLintangAkhirPen
umbral(DataGerhana
Matahari
data){return

```

```

Math.toDegrees(Mat
h.atan((geta()/
getb()))*Math.tan(M
ath.toRadians(cget
phil(data)))));}
/* Bujur Akhir
Penumbral*/
double
cgetx2(DataGerhana
Matahari data)
{ return(-
1)*cgety2(data)*
Math.sin(Math.toRa
dians(cgetd1(data
)));}
double
cgetteta(DataGerha
naMatahari data) {
double teta =
Math.toDegrees(Mat
h.atan(cgetx1(data
) /
cgetx2(data)));
if

```

```

(cgetx2(data) < 0)
{
    return
teta + 180;}
    else if
(cgetx2(data) > 0
&& cgetx1(data) <
0) {
    return
teta + 360;}
    else {
        return
teta;}}
double
getBujurAkhirPenum
bral(DataGerhanaMa
tahari data) {
    double Bujur =
cgetteta(data) -
cgetW(data) +
0.004178 *
Constant.getDeltaT
(data.getMasehiDat
e());
    if (Bujur >
180) {
        return
Bujur - 360;}
    else if( Bujur
< -180) {
        return
Bujur + 360;}
    else{
        return
Bujur;}}
double
getpsiU(DataGerhan
aMatahari data) {
    if(data.getS0() <
0) {
        return
Math.toDegrees(Mat
h.asin(getm(data)
*
Math.sin(Math.toRa
dians(getM(data)
-
getN(data))) /

```

```

        (data.getS0() -
        getrho0(data)))));}
        else{return
Math.toDegrees(Math
h.asin(getm(data)
*
Math.sin(Math.toRa
dians(getM(data)
-
getN(data)))/(data
.getS0()+
getrho0(data)))));}
}
double
gettU(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
Math.cos(Math.toRa
dians(getpsiU(data
))) / getn(data);}
double
gettMU1(DataGerhan
aMatahari
data){ return
gettM(data)-
gettU(data);}
double
gettMU2(DataGerhan
aMatahari
data){ return
gettM(data)+
gettU(data);}
double
gettMU3(DataGerhan
aMatahari
data){ return
gettU(data)-
gettU(data) *
(data.getS0() +
1.0025);}
/*Awal umbral*/
Calendar
getAwalUmbral(Data
GerhanaMatahari
data) {
    Calendar
result =
(Calendar)
data.getMasehiDate
().clone();}

```

```

result.set(Calendar.
r.HOUR_OF_DAY, 0);
result.set(Calendar.
r.MINUTE, 0);
result.set(Calendar.
r.SECOND, 0);
result.add(Calendar.
r.HOUR_OF_DAY,
data.getTd());
    double tmU1 =
gettmU1(data);
result.add(Calendar.
r.HOUR_OF_DAY,
Formatter.getHours
FromHour(tmU1));
result.add(Calendar.
r.MINUTE,
Formatter.getMinutes
FromHour(tmU1));
result.add(Calendar.
r.SECOND,
Formatter.getSeconds
FromHour(tmU1));
    double deltaT
=

```

```

Constant.getDeltaT
(data.getMasehiDat
e()) / 3600.0;
result.add(Calendar.
r.HOUR_OF_DAY, (-
1) *
Formatter.getHours
FromHour(deltaT));
result.add(Calendar.
r.MINUTE, (-1) *
Formatter.getMinutes
FromHour(deltaT)
);
result.add(Calendar.
r.SECOND, (-1) *
Formatter.getSeconds
FromHour(deltaT)
);
    double tmU3 =
gettmu3(data);
result.add(Calendar.
r.HOUR_OF_DAY,
Formatter.getHours
FromHour(tmU3));

```

```

result.add(Calendar
r.MINUTE,
Formatter.getMinutesFromHour(tmU3));
result.add(Calendar
r.SECOND,
Formatter.getSecondsFromHour(tmU3));
    return result;
}
/*Akhir Umbral*/
Calendar
getAkhirUmbral(DataGerhanaMatahari
data) {
    Calendar
result =
(Calendar)
data.getMasehiDate
().clone();
result.set(Calendar
r.HOURL_OF_DAY, 0);
result.set(Calendar
r.MINUTE, 0);
result.set(Calendar
r.SECOND, 0);
result.add(Calendar
r.HOURL_OF_DAY,
data.getTd());
    double tmU2 =
gettmU2(data);
result.add(Calendar
r.HOURL_OF_DAY,
Formatter.getHoursFromHour(tmU2));
result.add(Calendar
r.MINUTE,
Formatter.getMinutesFromHour(tmU2));
result.add(Calendar
r.SECOND,
Formatter.getSecondsFromHour(tmU2));
    double deltaT
=
Constant.getDeltaT
(data.getMasehiDate()) / 3600.0;
result.add(Calendar
r.HOURL_OF_DAY, (-1)

```

```

*
Formatter.getHours
FromHour(deltaT));
result.add(Calenda
r.MINUTE, (-1) *
Formatter.getMinut
esFromHour(deltaT)
);
result.add(Calenda
r.SECOND, (-1) *
Formatter.getSecon
dsFromHour(deltaT)
);
    double tmU3 =
gettmu3(data);
result.add(Calenda
r.HOUR_OF_DAY, (-
1) *
Formatter.getHours
FromHour(tmU3));
result.add(Calenda
r.MINUTE, (-1) *
Formatter.getMinut
esFromHour(tmU3));
result.add(Calenda
r.SECOND, (-1) *
Formatter.getSecon
dsFromHour(tmU3));
    return
result;}
double
ugetA(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getA0() +
data.getA1() *
gettmU1(data);}
double
getuB(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getB0() +
data.getB1() *
gettmU1(data);}
double
getuD(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getD0() +
data.getD1() *

```

```

gettmU1(data);}
double
getuW(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
data.getW0() +
data.getW1() *
gettmU1(data);}
double
getud1(DataGerhana
Matahari data)
{ return
Math.toDegrees(Mat
h.atan(Math.sin(Ma
th.toRadians(getud
(data))/(getb()/g
eta))*
Math.cos(Math.toRa
dians(getud(data)
)))));}
double
geturho1(DataGerha
naMatahari data)
{ return
Math.pow((Math.pow
(Math.sin(Math.toR
adians(getud(data)
)), 2))+
(Math.pow((getb()/
geta())*
Math.cos(Math.toRa
dians(getud(data)
)), 2)), 0.5);}
double
getuy1(DataGerhana
Matahari data)
{return
getuB(data) /
geturho1(data);}
double
getum1(DataGerhana
Matahari data)
{ return
Math.pow(Math.pow(
ugetA(data), 2)+
Math.pow(getuy1(da
ta), 2), 0.5);}
double
getux1(DataGerhana
Matahari data)

```

```

{ return
ugetA(data) /
getum1(data);}
double
getuy2(DataGerhana
Matahari data)
{ return
getuy1(data) /
getum1(data);}
double
getuphil(DataGerha
naMatahari data)
{ return
Math.toDegrees(Mat
h.asin(getuy2(data
) *
Math.cos(Math.toRa
dians(getud1(data
)))));}
/*Lintang Awal
Umbral*/
double
getLintangAwalUmbr
al(DataGerhanaMata
hari data) {return
Math.toDegrees( Ma
th.atan((geta() /
getb()) *
Math.tan(Math.toRa
dians(getuphil(dat
a)))));}
/*Bujur Awal
umbral*/
double
getux2(DataGerhana
Matahari data)
{ return (-
1)*getuy2(data)*Ma
th.sin(Math.toRadi
ans(getud1(data))
);}
double
getuteta(DataGerha
naMatahari data) {
double teta =
Math.toDegrees(Mat
h.atan(getux1(data
) /
getux2(data));
if

```



```

(getux2(data) < 0)
{
    return
teta + 180;}
    else if
(getux2(data) > 0
&& getux1(data) <
0) {
    return
teta + 360;}
    else {
        return
teta;}}
double
getBujurAwalUmbral
(DataGerhanaMataha
ri data) {
    double Bujur =
getuteta(data-
getuW(data)+0.0041
78*
Constant.getDeltaT
(data.getMasehiDat
e()));
    if (Bujur >
180) {
        return
Bujur - 360; }
    else if(Bujur
< -180){
        return
Bujur + 360;}
    else{
        return
Bujur;}}
double
getuA(DataGerhanaMa
tahari data)
{ return
data.getA0() +
data.getA1() *
gettmU2(data);}
double
ugetB(DataGerhanaMa
tahari data)
{ return
data.getB0() +
data.getB1() *
gettmU2(data);}
double

```

```

ugetd(DataGerhanaMa
tahari data)
{ return
data.getD0() +
data.getD1() *
gettmU2(data);}
double
ugetW(DataGerhanaMa
tahari data)
{ return
data.getW0() +
data.getW1() *
gettmU2(data);}
double
ugetd1(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
Math.toDegrees(Math
.atan(Math.sin(Math
.toRadians(ugetd(da
ta)) / ((getb() / geta (
))
*Math.cos(Math.toRa
dians(ugetd(data))
)))));}

```

```

double
ugetrho1(DataGerhan
aMatahari data)
{ return
Math.pow((Math.pow(
Math.sin(Math.toRad
ians(ugetd(data))),
2)) +
(Math.pow((getb() /
geta()) *
Math.cos(Math.toRad
ians(ugetd(data))),
2)), 0.5);}
double
ugety1(DataGerhanaM
atahari data)
{ return ugetB(data)
/ ugetrho1(data);}
double
ugetm1(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
Math.pow(Math.pow(g
etuA(data), 2) +
Math.pow(ugety1(dat

```

```

a), 2), 0.5);}
double
ugetx1(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
getuA(data) /
ugetm1(data);}
double
ugety2(DataGerhanaM
atahari data)
{ return
ugety1(data) /
ugetm1(data);}
double
ugetphil(DataGerhan
aMatahari
data){ return
Math.toDegrees(Math
.asin(ugety2(data)
*
Math.cos(Math.toRad
ians(ugetd1(data))
));}
/*Lintang Akhir
umbral*/
double
getLintangAkhirUmbr
al(DataGerhanaMatah
ari data) {return
Math.toDegrees(Math
.atan((geta() /
getb()) *
Math.tan(Math.toRad
ians(ugetphil(data)
)))));}
/*Bujur Akhir
umbral*/
double
ugetx2(DataGerhanaM
atahari data)
{return (-1) *
ugety2(data) *
Math.sin(Math.toRad
ians(ugetd1(data)))
;}
double
ugetteta(DataGerhan
aMatahari data) {
double teta =
Math.toDegrees(Math

```

```

.atan(ugetx1(data)
/ ugetx2(data)));
    if
(ugetx2(data) < 0)
{
    return teta
+ 180; }
    else if
(ugetx2(data) > 0
&& ugetx1(data) <
0) {
    return teta
+ 360;}
    else {
    return
teta; }}
double
getBujurAkhirUmbral
(DataGerhanaMatahar
i data) {
    double Bujur
=getteta(data)-
ugetW(data)+
0.004178 *
Constant.getDeltaT(
data.getMasehiDate(
));
    if (Bujur >
180) {
        return
Bujur - 360; }
    else if (Bujur
< ((-1) * 180)) {
        return 360
+ Bujur; }
    else {
        return
Bujur; }}
double
getNKd(DataGerhanaB
ulan data) {
    return data.getX1()
* data.getX1() +
data.getY1() *
data.getY1();}
double
getN(DataGerhanaBul
an data) {return
Math.sqrt(getNKd(da
ta));}

```

```

double
getT(DataGerhanaBulan data) {return (-
1 * (data.getX0() *
data.getX1() +
data.getY0() *
data.getY1())) /
getNKd(data);}

double
getL1(DataGerhanaBulan data) {return
data.getL10() +
data.getL11() *
getT(data);}

double
getL2(DataGerhanaBulan data) {return
data.getL20() +
data.getL21() *
getT(data);}

double
getL3(DataGerhanaBulan data) {return
data.getL30() +
data.getL31() *
getT(data);}

double
getSc(DataGerhanaBulan data) {return
data.getSc0() +
data.getSc1() *
getT(data);}

double
getM(DataGerhanaBulan data) {return
Math.sqrt(Math.pow
((data.getX0() +
data.getX1() *
getT(data)), 2) +
Math.pow((data.getY
0() + data.getY1()
* getT(data)),
2));}

/*Magnitud
Penumbra*/

double
getMagnitudePenumbra(DataGerhanaBulan
data) {return
(getL1(data) -

```

```

getM(data) / (2.0
* getSc(data));}
/Magnitud Umbral*/
double
getMagnitudeUmbral(D
ataGerhanaBulan
data) {return
(getL2(data) -
getM(data) / (2.0
* getSc(data));}

```

### Waktu Berlangsungnya

#### Gerhana

```

double
getDelta(DataGerhan
aBulan data)
{return
(data.getX0() *
data.getY1() -
data.getY0() *
data.getX1()) /
getN(data);}
double
getT1(DataGerhanaBu
lan data) {

```

```

double L1 =
getL1(data);
double
delta =
getDelta(data);
return
Math.sqrt(L1 * L1 -
delta * delta) /
getN(data);}
double
getT2(DataGerhanaBu
lan data) {
double L2 =
getL2(data);
double
delta =
getDelta(data);
return
Math.sqrt(L2 * L2 -
delta * delta) /
getN(data);}
double
getT3(DataGerhanaBu
lan data) {
double L3 =

```

```

getL3(data);
        double
delta =
getDelta(data);
        return
Math.sqrt(L3 * L3 -
delta * delta) /
getN(data);}
/*Waktu Puncak
Gerhana*/
Calendar
getT0UT(DataGerhana
Bulan data) {
        Calendar
out = (Calendar)
data.getMasehiDate(
).clone();
        double time
= data.getTd() +
getT(data) -
Constant.getDeltaT(
data.getMasehiDate(
)) / 3600.0;
out.set(Calendar.HO
UR_OF_DAY,
Formatter.getHoursFromHour(time));
out.set(Calendar.MI
NUTE,
Formatter.getMinute
sFromHour(time));
out.set(Calendar.SE
COND,
Formatter.getSecond
sFromHour(time));
out.set(Calendar.MI
LLISECOND,
Formatter.getMillis
econdsFromHour(time
));
        return
out;}
/*Waktu Awal
Penumbra*/
Calendar
getAwalPenumbra(Dat
aGerhanaBulan data)
{
        Calendar
result = (Calendar)

```

```

getT0UT(data).clone
();
        double t1 =
getT1(data);
        int ms =
Formatter.getMillis
econdsFromHour(t1);
        int second
=
Formatter.getSecond
sFromHour(t1);
        int minute
=
Formatter.getMinute
sFromHour(t1);
        int hour =
Formatter.getHoursF
romHour(t1);
result.add(Calendar
.MILLISECOND, ms *
(-1));
result.add(Calendar
.SECOND, second *
(-1));
result.add(Calendar
.MINUTE, minute *
(-1));
result.add(Calendar
.HOUR_OF_DAY, hour
* (-1));
        return
result;}
/*Waktu Akhir
Penumbra*/
Calendar
getAkhirPenumbra(Da
taGerhanaBulan
data) {
        Calendar
result = (Calendar)
getT0UT(data).clone
();
        double t1 =
getT1(data);
        int ms =
Formatter.getMillis
econdsFromHour(t1);
        int second
=

```



```

Formatter.getSecond
sFromHour(t1);
        int minute
=
Formatter.getMinute
sFromHour(t1);
        int hour =
Formatter.getHoursF
romHour(t1);
result.add(Calendar
.MILLISECOND, ms);
result.add(Calendar
.SECOND, second);
result.add(Calendar
.MINUTE, minute);
result.add(Calendar
.HOUR_OF_DAY,
hour);
        return
result;}
/*Waktu Awal
Umbral*/
Calendar
getAwalUmbral (DataGe
rhanaBulan data) {
        Calendar
result = (Calendar)
getT0UT(data).clone
();
        double t2 =
getT2(data);
        int ms =
Formatter.getMillis
econdsFromHour(t2);
        int second
=
Formatter.getSecond
sFromHour(t2);
        int minute
=
Formatter.getMinute
sFromHour(t2);
        int hour =
Formatter.getHoursF
romHour(t2);
result.add(Calendar
.MILLISECOND, ms *
(-1));
result.add(Calendar
.SECOND, second *

```

```

(-1));
result.add(Calendar
.MINUTE, minute *
(-1));
result.add(Calendar
.HOUR_OF_DAY, hour
* (-1));
        return
result;}
/*Waktu Akhir
Umbral*/
Calendar
getAkhirUmbral(DataG
erhanaBulan data) {
        Calendar
result = (Calendar)
getTOUT(data).clone
();
        double t2 =
getT2(data);
        int ms =
Formatter.getMillis
econdsFromHour(t2);
        int second
=
Formatter.getSecond
sFromHour(t2);
        int minute
=
Formatter.getMinute
sFromHour(t2);
        int hour =
Formatter.getHoursF
romHour(t2);
result.add(Calendar
.MILLISECOND, ms);
result.add(Calendar
.SECOND, second);
result.add(Calendar
.MINUTE, minute);
result.add(Calendar
.HOUR_OF_DAY,
hour);
        return
result;}
/*Waktu Awal
Total*/
Calendar
getAwalTotal(DataGe
rhanaBulan data) {

```

```

        Calendar
result = (Calendar)
getT0UT(data).clone
();
        double t3 =
getT3(data);
        int ms =
Formatter.getMillis
econdsFromHour(t3);
        int second
=
Formatter.getSecond
sFromHour(t3);
        int minute
=
Formatter.getMinute
sFromHour(t3);
        int hour =
Formatter.getHoursF
romHour(t3);
result.add(Calendar
.MILLISECOND, ms *
(-1));
result.add(Calendar
.SECOND, second *
(-1));
result.add(Calendar
.MINUTE, minute *
(-1));
result.add(Calendar
.HOUR_OF_DAY, hour
* (-1));
        return
result;}
/*Waktu Akhir
Total*/
Calendar
getAkhirTotal(DataG
erhanaBulan data) {
        Calendar
result = (Calendar)
getT0UT(data).clone
();
        double t3 =
getT3(data);
        int ms =
Formatter.getMillis
econdsFromHour(t3);
        int second
=

```

```

Formatter.getSecond
sFromHour(t3);
        int minute
=
Formatter.getMinute
sFromHour(t3);
        int hour =
Formatter.getHoursF
romHour(t3);
result.add(Calendar
.MILLISECOND, ms);
result.add(Calendar
.SECOND, second);
result.add(Calendar
.MINUTE, minute);
result.add(Calendar
.HOUR_OF_DAY,
hour);
        return
result;}
double
getH(DataGerhanaBul
an data) {return
data.getM0() +
data.getM1() *
getT(data) + lambda
- 0.00417807 *
Constant.getDeltaT(
data.getMasehiDate(
));}
double getX(double
vall, double val2)
{return
Math.sin(Math.toRad
ians(vall)) *
Math.cos(Math.toRad
ians(phi))
-
Math.cos(Math.toRad
ians(vall)) *
Math.sin(Math.toRad
ians(phi)) *
Math.cos(Math.toRad
ians(val2));}
double getY(double
vall, double val2)
{return (-1) *
Math.cos(Math.toRad
ians(vall)) *
Math.sin(Math.toRad

```

```

    ians(val2)); }
    double
    getTinggi(double
    dm, double H)
    {return
    Math.toDegrees(Math
    .asin(Math.sin(Math
    .toRadians(phi)) *
    Math.sin(Math.toRad
    ians(dm)) +
    Math.cos(Math.toRad
    ians(phi)) *
    Math.cos(Math.toRad
    ians(dm)) *
    Math.cos(Math.toRad
    ians(H))));}
    double
    getAzimut(double
    dm, double H) {
        double
        azimuth =
        Math.toDegrees(Math
        .atan(getY(dm, H) /
        getX(dm, H)));
        azimuth =

```

```

    azimuth < 0.0 ?
    azimuth + 180.0 :
    azimuth;
        return
        azimuth;}
    double
    getDm(DataGerhanaBu
    lan data) {return
    data.getDm0() +
    data.getDm1() *
    getT(data);}
Ketinggian dan Azimut
Awal Penumbra
    double
    getHap(DataGerhanaB
    ulan data) {return
    getH(data) -
    data.getM1() *
    getT1(data);}
    double
    getHkp(DataGerhanaB
    ulan data) {return
    getH(data) +
    data.getM1() *
    getT1(data);}

```

double

```
getDmap (DataGerhana
Bulan data) {return
getDm (data) -
data.getDm1 () *
getT1 (data);}
```

double

```
getDmkp (DataGerhana
Bulan data) {return
getDm (data) +
data.getDm1 () *
getT1 (data);}
```

double

```
getHau (DataGerhanaB
ulan data) {return
getH (data) -
data.getM1 () *
getT2 (data);}
```

double

```
getHku (DataGerhanaB
ulan data) {return
getH (data) +
data.getM1 () *
getT2 (data);}
```

double

```
getDmau (DataGerhana
Bulan data) {return
getDm (data) -
data.getDm1 () *
getT2 (data);}
```

double

```
getDmku (DataGerhana
Bulan data) {return
getDm (data) +
data.getDm1 () *
getT2 (data); }
```

double

```
getHat (DataGerhanaB
ulan data) {return
getH (data) -
data.getM1 () *
getT3 (data);}
```

double

```
getHkt (DataGerhanaB
ulan data) {return
getH (data) +
data.getM1 () *
getT3 (data); }
```

double

```

getDmat (DataGerhana
Bulan data) {return
getDm (data) -
data.getDm1 () *
getT3 (data); }
double
getDmkt (DataGerhana
Bulan data) {return
getDm (data) +
data.getDm1 () *
getT3 (data); }
double
getHAwalPenumbra (Da
taGerhanaBulan
data) {return
getTinggi (getDmap (d
ata),
getHap (data)); }
double
getAzAwalPenumbra (D
ataGerhanaBulan
data) {return
getAzimut (getDmap (d
ata),
getHap (data)); }

```

```

double
getHAkhirPenumbra (D
ataGerhanaBulan
data) {return
getTinggi (getDmkp (d
ata),
getHkp (data)); }
double
getAzAkhirPenumbra (
DataGerhanaBulan
data) {return
getAzimut (getDmkp (d
ata),
getHkp (data)); }
double
getHAwalUmbra (DataG
erhanaBulan data)
{return
getTinggi (getDmau (d
ata), getHau (data));
}
double
getAzAwalUmbra (Data
GerhanaBulan data)
{return

```

```

getAzimut (getDmau (d
ata),
getHau (data)); }
double
getHAKhirUmbra (Data
GerhanaBulan data)
{ return
getTinggi (getDmku (d
ata),
getHku (data)); }
double
getAzAkhirUmbra (Dat
aGerhanaBulan data)
{ return
getAzimut (getDmku (d
ata),
getHku (data)); }
double
getHAawalTotal (DataG
erhanaBulan data)
{ return
getTinggi (getDmat (d
ata),
getHat (data)); }

```

```

double
getAzAwalTotal (Data
GerhanaBulan data)
{ return
getAzimut (getDmat (d
ata),
getHat (data)); }
double
getHAKhirTotal (Data
GerhanaBulan data)
{ return
getTinggi (getDmkt (d
ata),
getHkt (data)); }
double
getAzAkhirTotal (Dat
aGerhanaBulan data)
{ return
getAzimut (getDmkt (d
ata),
getHkt (data)); }
double
getHTengahGerhana (D
ataGerhanaBulan
data) { return

```



```
getTinggi (getDm (dat  
a), getH (data));}  
double  
getAzTengahGerhana (  
DataGerhanaBulan  
data) {return  
getAzimut (getDm (dat  
a), getH (data)); }}
```

Lampiran: Tampilan Aplikasi *ECNOS*





19:51

← Ragam Gerhana

> Gerhana Matahari

**1. Gerhana Matahari Total**

Cakram Bulan menutupi seluruh cakram Matahari, hal tersebut terjadi ketika Bulan dekat dengan Bumi. Pada kondisi tersebut cakram Bulan terlihat sebesar cakram Matahari atau lebih besar. Beberapa tempat dapat menyaksikan gerhana total, sebagian lagi gerhana parsial, dan yang lainnya tidak terjadi gerhana



**2. Gerhana Matahari Cincin**

Cakram Bulan menutupi cakram Matahari, tetapi tidak menutupi secara sempurna, sebab kerucut bayangan umbra Bulan tidak sampai pada permukaan Bumi. Hanya bayangan antumbra yang sampai pada permukaan Bumi.



**3. Gerhana Matahari Total-Cincin (Hybrid)**

Gerhana total dan cincin terjadi dalam satu waktu. Gerhana ini terjadi karena pada gerhana sentral kepala bayangan kerucut Bulan mencapai permukaan Bumi sehingga daerah tersebut mengalami gerhana total. Sedangkan di

21:51



## ← Fiqih Gerhana

### Hal-hal yang disunnahkan ketika terjadi gerhana

#### 1. Sholat

##### Hadis tentang sholat gerhana

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ نُمَيْرٍ. حَدَّثَنَا أَبِي. حَدَّثَنَا  
 إِسْمَاعِيلُ بْنُ أَبِي خَالِدٍ. عَنْ قَيْسِ بْنِ أَبِي حَازِمٍ. عَنْ أَبِي  
 مَسْعُودٍ. قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ (إِنَّ  
 الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ مِنَ النَّاسِ. فَإِذَا  
 رَأَيْتُمُوهُنَّ فَعُومُوا فَصَلُّوا)

Telah menceritakan kepada kami Muhammad bin Abdillah bin Numair, ia berkata: ayahku berkata Ismail bin Abi Kholid, dari Qois bin Abi Hazim, dari Abi Mas'ud berkata, Rasulullah bersabda, Sesungguhnya Matahari dan Bulan tidak tertutupi karena kematian seorang manusia. Maka jika kalian melihatnya, bangkitlah dan dirikannlah sholat. (H.R. Ibnu Majah)

Tata cara shalat :

- o Niat

Gerhana Matahari

أَصَلَّى سُنَّةَ الْكُسُوفِ رُكْعَتَيْنِ لِلَّهِ تَعَالَى

Gerhana Bulan

أَصَلَّى سُنَّةَ الْكُسُوفِ رُكْعَتَيْنِ لِلَّهِ تَعَالَى

- o Takbiratul ihram
- o Membaca surat al-Fatihah
- o Membaca surat yang panjang
- o Ruku'
- o Berdiri membaca surat al-Fatihah dan



10:22

## Gerhana Bulan Parsial

19 November 2021

**Lokasi**  
[Lokasi Sekarang]

**Letak**  
-06° 59' 30" LS, 110° 21' 03" BT

**Awal Penumbra**

- Jam = 06:02:00 UT / 06:02:00 UT
- Tinggi = -62° 22' 08"
- Azimut = 62° 30' 48"

**Awal Umbra**

- Jam = 07:18:35 UT / 07:18:35 UT
- Tinggi = -45° 21' 16"
- Azimut = 70° 08' 06"

**Awal Total**

- Jam = -
- Tinggi = -
- Azimut = -

**Puncak Gerhana**

- Jam = 09:02:50 UT / 09:02:50 UT
- Tinggi = -21° 32' 29"
- Azimut = 72° 07' 21"

10:21



## Gerhana Bulan Penumbra

30 November 2020

### Lokasi

[Lokasi Sekarang]

### Letak

-06° 59' 30" LS, 110° 21' 03" BT

### Awal Penumbra

- Jam = 07:31:51 UT / 07:31:51 UT

- Tinggi = -42° 41' 05"

- Azimut = 68° 30' 18"

### Awal Umbra

- Jam = -

- Tinggi = -

- Azimut = -

### Awal Total

- Jam = -

- Tinggi = -

- Azimut = -

### Puncak Gerhana





- Jam = 09:42:28 UT / 09:42:28 UT

- Tinggi = -13° 11' 23"

- Azimut = 70° 15' 25"





08:53    

## Gerhana Bulan Total

26 Mei 2021

**Lokasi**  
[Lokasi Sekarang]


**Letak**  
-06° 59' 30" LS, 110° 21' 03" BT

**Awal Penumbra**  
- Jam = 08:47:36 UT / 08:47:36 UT  
- Tinggi = -21° 06' 12"  
- Azimut = 114° 58' 17"

**Awal Umbra**  
- Jam = 09:44:56 UT / 09:44:56 UT  
- Tinggi = -08° 32' 33"  
- Azimut = 112° 00' 31"

**Awal Total**  
- Jam = 11:11:19 UT / 11:11:19 UT  
- Tinggi = 10° 42' 59"  
- Azimut = 109° 50' 51"

**Puncak Gerhana**  
- Jam = 11:18:40 UT / 11:18:40 UT  
- Tinggi = 12° 21' 48"  
- Azimut = 109° 46' 31"

**Gerhana bulan tidak  
ditemukan di bulan ini.**

**Gerhana bulan terdekat :**



**Gerhana Bulan Parsial**  
19 November 2021



**Gerhana Bulan Total**  
16 May 2022

**Gerhana matahari tidak  
ditemukan di bulan ini.**

**Gerhana matahari  
terdekat :**



**Gerhana Matahari Total**  
14 December 2020



**Gerhana Matahari Cincin**  
10 June 2021





21:21 • • •

## Gerhana Matahari Cincin

1 Juni 2030

**Lokasi**  
[Lokasi Sekarang]  
-07° 30' 21" LS, 112° 12' 13" BT

**Awal Penumbra**  
- Jam = 03:34:38 UT / 03:34:38 UT  
- Lintang = 17° 22' 24"  
- Bujur = 28° 33' 12"

**Awal Umbra**  
- Jam = 04:46:54 UT / 04:46:54 UT  
- Lintang = 29° 15' 42"  
- Bujur = 04° 07' 02"

**Puncak Gerhana**  
- Jam = 06:27:53 UT / 06:27:53 UT  
- Tinggi = 55° 28' 59"  
- Azimut = 176° 02' 10"  
- Lintang = 56° 32' 05"  
- Bujur = 80° 04' 04"

**Akhir Umbra**  
- Jam = 08:08:52 UT / 08:08:52 UT  
- Lintang = 33° 32' 35"  
- Bujur = 163° 19' 35"

21:20   

## Gerhana Matahari Parsial

**3 November 2032**

**Lokasi**  
[Lokasi Sekarang]  
-07° 30' 21" LS, 112° 12' 13" BT

**Awal Penumbra**

- Jam = 03:22:09 UT / 03:22:09 UT
- Lintang = 52° 45' 17"
- Bujur = 56° 16' 31"

**Awal Umbra**








- Jam = -
- Lintang = -
- Bujur = -

**Puncak Gerhana**

- Jam = 05:32:53 UT / 05:32:53 UT
- Tinggi = 00° 00' 00"
- Azimut = 218° 09' 23"
- Lintang = 70° 28' 40"
- Bujur = 132° 28' 45"

**Akhir Umbra**

- Jam = -
- Lintang = -
- Bujur = -

21:20       

## Gerhana Matahari Total

23 November 2003

**Lokasi**  
[Lokasi Sekarang]  
-07° 30' 21" LS, 112° 12' 13" BT

**Awal Penumbra**  
- Jam = 20:46:16 UT / 20:46:16 UT  
- Lintang = -20° 13' 07"  
- Bujur = 127° 11' 45"

**Awal Umbra**  
- Jam = 22:20:07 UT / 22:20:07 UT  
- Lintang = -51° 16' 15"  
- Bujur = 84° 05' 23"

**Puncak Gerhana**  
- Jam = 22:49:18 UT / 22:49:18 UT  
- Tinggi = 14° 50' 16"  
- Azimut = 111° 12' 38"  
- Lintang = -72° 40' 10"  
- Bujur = 88° 19' 49"

**Akhir Umbra**  
- Jam = 23:18:30 UT / 23:18:30 UT  
- Lintang = -69° 38' 02"  
- Bujur = 09° 19' 48"





Lampiran: *Eclipse Calendar*



Lampiran: *Eclipse 2.0*

Lampiran: *Annular Solar Eclipse*