

**APLIKASI GERHANA BULAN METODE
KITAB *AL-DURRU AL-ANŪQ* BERBASIS
ANDROID**

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Sarjana Strata 1 (S.1)



Oleh:

SYIKMA RIYADLIL JANNAH

1702046100

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2021**

Drs. H. Maksun, M.Ag.

Perum. Griya Indo Permai Blok A/22 RT 01/RW 05
Tambakaji Ngaliyan Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Syikma Riyadlil Jannah

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Syikma Riyadlil Jannah
NIM : 1702046100
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : **Aplikasi Gerhana Bulan Metode Kitab *Al-Durru*
Al-Aniq Berbasis Android**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudari tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian, harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 23 Juni 2021
Pembimbing I,



Drs. H. Maksun, M.Ag.
NIP. 19680515 199303 1 002

Ahmad Syifa'ul Anam, SHL, MH.
Perum Kopri No. 28
Jl. Tugurejo Timur T27 RT 05 RW 05
Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Syikma Riyadlil Jannah

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Syikma Riyadlil Jannah
NIM : 1702046100
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : **Aplikasi Gerhana Bulan Metode Kitab *Al-Durru Al-Aniq* Berbasis Android**

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

Wasalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 23 Juni 2021

Pembimbing II,



Ahmad Syifa'ul Anam, SHL, MH.
NIP. 19800120 200312 1 001



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

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

SURAT KETERANGAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor : B-2166/Un.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 : Syikma Riyadil Jannah
 NIM : 1702046100
 Program studi : Ilmu Falak
 Judul : Aplikasi Gerhana Bulan Metode Kitab Durul Aniq Berbasis Android


Pembimbing I : Drs. H. Maksun, M. Ag
 Pembimbing II : Ahmad Syifa'ul Anam, SHI.,MH.

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

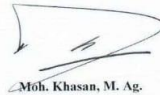
Penguji I / Ketua Sidang : Hji. Briliyan Erna Wati, SH. M.Hum.
 Penguji II / Sekretaris Sidang : Drs. H. Maksun, M. Ag
 Penguji III : Ismail Marzuki, M. A Hk.
 Penguji IV : Ahmad Munif, MSI.

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

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

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

 Dr. H. Mubiron, SH., M.Ag.

Semarang, 12 Juli 2021
 Ketua Program Studi,


 Moli. Khasan, M. Ag.

MOTTO

وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ فِي فَلَكٍ

يَسْبَحُونَ ۝

“Dan Dialah yang telah menciptakan malam dan siang, Matahari dan Bulan. Masing-masing beredar pada garis edarnya.”
(QS. al-Anbiya’ [21]: 33)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur atas segala nikmat yang telah Tuhan berikan kepada penulis selama proses pencarian ilmu di UIN Walisongo Semarang hingga penyelesaian tugas akhir. Dalam proses penulisan tugas akhir (skripsi) ini tidak luput pula atas sinergi yang telah diberikan oleh pihak-pihak sekeliling penulis. Oleh karena itu, skripsi yang sangat sederhana ini penulis persembahkan kepada:

Orang tua tercinta

Abi M. Thoha (alm.) dan Umi Siti Mushaffa (almh.) di dimensi
sana

Ibu Mufarroha yang mengiringi penulis dengan segenap doanya

Saudara tercinta (7-APT)

Mas Kiki, Mba Frida, Mas Barik, Mas Faiq, Mba Nuris, dan Adik
Tasya, yang mendukung penuh penulis dalam menuntut ilmu

Dosen

Seluruh Dosen di UIN Walisongo khususnya yang telah
mencurahkan ilmunya secara langsung selama kurang lebih 4
tahun ini kepada penulis

Terkhusus Dosen Pembimbing

Bapak Drs. H. Maksun, M.Ag. dan Bapak Ahmad Syifa'ul Anam,
M.H., yang telah sabar membimbing dalam penyelesaian skripsi
penulis dari awal hingga akhir

Keluarga Gemawa (CSSMoRA 2017)

Mba Niken, 'Aisy, Imel, Novi, Syahda, Hidayah, Ning Nada,
Nafisa, Mba Allif, Umi, Teh Hilma, Ila, Ayu, (Alm) Hadi, Amar,
Fadlil, Alfian, Harli, Faqih, Rijal, Sani, Surur, dan Tri, yang
menemani penulis selama hidup di Semarang

Keluarga Pesantren Life Skill Daarun Najaah

Pengasuh pesantren, Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag. dan Ibu Nyai Hj. Aisyah Handayani, yang selalu mengarahkan dan mendukung penulis selama menjadi santri. Dan segenap teman-teman santri, khususnya penghuni asrama Sayyidatuna Khadijah yang senantiasa menemani penulis tinggal seataap selama 4 tahun

Keluarga CSSMoRA

Seluruh keluarga CSSMoRA UIN Walisongo yang telah menjadi rumah penulis selama studi. Dan segenap keluarga di CSSMoRA Nasional yang telah memberikan penulis menjadi bagian di dalamnya

Kementerian Agama RI

Telah memberikan kesempatan kepada penulis menjadi salah satu penerima beasiswa, sehingga penulis dapat melanjutkan studi strata 1 hingga akhir

Lainnya

Serta segenap lingkaran yang pernah penulis masuk di dalamnya, terima kasih telah menjadi medium penulis untuk sinergi tumbuh bersama

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 satupun pemikiran-pemikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan dalam penelitian.

Semarang, 23 Juni 2021
Deklarator,



Svikma R. Jannah
NIM: 1702046100

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Daftar huruf Bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat pada halaman berikut:¹

A. Konsonan

| | | |
|--------|--------|-------|
| ء = ‘ | ز = z | ق = q |
| ب = b | س = s | ك = k |
| ت = t | ش = sy | ل = l |
| ث = ts | ص = sh | م = m |
| ج = j | ض = dl | ن = n |
| ح = h | ط = th | و = w |
| خ = kh | ظ = zh | ه = h |
| د = d | ع = ‘ | ي = y |
| ذ = dz | غ = gh | |
| ر = r | ف = f | |

¹ Tim Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang, *Pedoman Penulisan Skripsi*, (Semarang: Basscom Multimedia Grafika, 2012), hlm. 61

B. Vokal

| | |
|-----|---|
| اَ- | a |
| اِ- | i |
| اُ- | u |

C. Vokal Panjang

| | |
|----|---|
| آ- | Ā |
| إ- | ī |
| أ- | ū |

D. Diftong

| | |
|----|----|
| اي | ay |
| او | aw |

E. Syaddah (ّ-)

Syaddah dilambangkan dengan konsongan ganda, misalnya الطَّبّ *at-thibb*.

F. Kata Sandang (...ال)

Kata sandang (...ال) ditulis dengan *al-...*, misalnya الصنّاعة = *al-shina'ah*. *Al-* ditulis dengan huruf kecil kecuali jika teletak pada permulaan kalimat.

G. Ta' Marbutah (ة)

Setiap *ta' marbutah* ditulis dengan “h”, misalnya
المشيعة الطبيعية = *al-ma'isyah al-thabi'iyah*.

ABSTRAK

Kitab *Al-Durru Al-Anīq* merupakan kitab dengan metode hisab *tahkiki bi tadqiq* yang di dalamnya membahas perhitungan awal bulan Hijriah, gerhana Matahari, dan gerhana Bulan. Kitab *Al-Durru Al-Anīq* memiliki nilai keakurasian yang tinggi, dibuktikan dengan adanya berbagai penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Dengan keakurasian yang tinggi tersebut, terdapat beberapa peneliti yang mengimplementasikan perhitungan gerhana metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* ke dalam sebuah program yang berbasis *windows*. Berdasarkan hal tersebut dan dengan melihat maraknya pengguna Android di hampir seluruh kalangan, penulis berinisiasi mengimplementasikan gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android. Tujuan daripada penelitian ini adalah sebagai bentuk kontribusi untuk disiplin ilmu Falak berupa inovasi dan pengembangan produk guna membantu khalayak umum pengguna Android khususnya, untuk mengetahui data gerhana Bulan. Adapun rumusan masalah pada penelitian penulis ada dua, yakni bagaimana perancangan aplikasi gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android? Bagaimana hasil uji fungsional aplikasi gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android?

Metode yang diambil penulis dalam menyelesaikan penelitian ini adalah metode *Research and Development* dengan analisis deskriptif dan komparatif. Penulis membangun aplikasi menggunakan MIT App Inventor dengan bahasa pemrograman java. Adapun perhitungan gerhana Bulan, penulis menggunakan formula Microsoft Excel. Aplikasi yang dibangun penulis melalui beberapa tahapan, mulai dari perancangan, implementasi, hingga uji coba yang meliputi uji fungsional dan uji akurasi aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*.

Berdasarkan hasil implementasi aplikasi, penulis melakukan uji fungsional di beberapa tipe gawai dan versi Android. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan di masing-masing sampel Android. Namun aplikasi tersebut memiliki keterbatasan pengoperasian hanya dapat berjalan jika gawai terkoneksi internet. Selain itu, terdapat kekurangan pada salah satu menu (menu NASA) yang seharusnya pengguna akan menerima data berupa gambar. Aplikasi mengalami *bug* yang menjadikan gambar tidak terdeteksi pada tampilan aplikasi. Hal tersebut dikarenakan lemahnya koneksi internet. Selain itu, aplikasi tersebut tidak dirancang untuk gawai dengan mode gelap. Hal

tersebut menjadikan tampilan antarmuka terlihat buruk meski data gerhana dapat muncul pada layar jika dijalankan pada gawai mode gelap.

Adapun uji akurasi perhitungan gerhana Bulan, penulis melakukan pengujian akurasi terhadap hasil perhitungan NASA. Berdasarkan pengujian akurasi yang telah dilakukan penulis, menunjukkan kesimpulan bahwa nilai magnitudo, baik umbra ataupun penumbra, hanya terdapat selisih kurang dari 1 nilai magnitudo. Adapun delta T memiliki selisih tidak lebih dari satu detik. Sedangkan waktu gerhana, baik gerhana Bulan total, gerhana Bulan parsial, dan gerhana Bulan penumbra, terdapat selisih 0 hingga 2 menit

Kata kunci: **Gerhana Bulan, *Al-Durru Al-Anīq*, Android.**

KATA PENGANTAR

Bismillahwalhamdulillah, segala puji bagi Allah, Tuhan semesta Alam yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, dengan taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) yang berjudul “Aplikasi Gerhana Bulan Menggunakan Metode Kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android”. Salawat dan salam, semoga senantiasa tumpahrukan kepada Baginda Agung Nabi Muhammad saw. beserta seluruh keluarga dan para sahabat yang senantiasa kita harapkan berkah syafaat pada hari akhir.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat adanya usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Drs. H. Maksun, M.Ag., selaku Pembimbing I sekaligus Wali Dosen penulis selama 4 tahun, dan Ahmad Syifaul Anam, M.H., selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran yang dengan sabar dan ikhlas untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
2. KH. Ahmad Ghozali, yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melakukan wawancara dan berbagi pengetahuannya tentang segenap karya yang ada, khususnya kitab *Al-Durru Al-Anīq*.
3. Orang tua dan segenap keluarga penulis, atas segala aliran doa, perhatian, dan dukungan yang luar biasa, sehingga penulis tergerakkan untuk menyelesaikan studi S1.

4. Kementerian Agama RI yang telah memberikan kesempatan kepada penulis menjadi salah satu penerima beasiswa dalam proses mencari ilmu di bangku studi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.
5. Dekan fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang berikut Kepala program studi Ilmu Falak beserta jajarannya yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menulis tugas akhir ini dari awal hingga akhir.
6. Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag., beserta Ibu Aisyah Handayani yang senantiasa membimbing serta mengarahkan penulis selama menjadi santri di Pesantren Life Skill Daarun Najaah
7. Seluruh guru penulis yang telah banyak membagikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman yang luar biasa. Serta para senior penulis yang telah membantu penulis memahami Ilmu Falak di luar kelas, khususnya Ka Alfian Maghfuri, M.H., yang juga turut serta memberi pemahaman di bidang gerhana kepada penulis selama penulisan skripsi ini.
8. Keluarga Gemawa 11, yang telah bersama-sama dengan penulis melewati dinamika perkuliahan formal dan perkuliahan kehidupan. Keluarga yang telah memberi energi lebih kepada penulis, menemani suka dan duka dalam dinamika kehidupan.
9. Keluarga besar CSSMoRA UIN Walisongo Semarang, dan CSSMoRA Nasional Kabinet Muda bersinergi, yang telah menjadi medium penulis untuk bersinergi hal positif.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan energi, baik secara langsung

ataupun tidak langsung kepada penulis selama menempuh studi di UIN Walisongo.

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING I..... | ivi |
| HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING II | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iv |
| MOTTO..... | iv |
| PERSEMBAHAN..... | vi |
| DEKLARASI..... | viii |
| TRANSLITERASI ARAB-LATIN..... | ix |
| ABSTRAK..... | xii |
| KATA PENGANTAR..... | xiv |
| DAFTAR ISI..... | xvii |
| DAFTAR TABEL..... | xx |
| DAFTAR GAMBAR..... | xxi |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 6 |
| C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian..... | 6 |
| D. Telaah Pustaka..... | 7 |
| E. Metodologi Penelitian | 11 |
| F. Sistematika Penulisan..... | 13 |
| BAB II HISAB GERHANA BULAN DAN SISTEM PROGRAM ANDROID..... | 15 |

| | | |
|--|--|------------|
| A. | Pengertian Gerhana Bulan..... | 15 |
| B. | Dasar Hukum Gerhana | 23 |
| C. | Konsep Hisab Gerhana Bulan Metode Kitab <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | 27 |
| D. | Elemen Bessel | 39 |
| E. | Pengertian Android..... | 45 |
| BAB III RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PROGRAM APLIKASI LUNAR ECLIPSE BY DURRUL ANIQ..... | | 55 |
| A. | Keterangan Umum Aplikasi <i>Lunar Eclipse By Durrul Aniq</i> | 55 |
| B. | Perhitungan Gerhana Bulan Metode Kitab <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | 57 |
| C. | Aplikasi <i>Lunar Eclipse By Durrul Aniq</i> | 66 |
| BAB IV UJI FUNGSIONAL DAN UJI AKURASI APLIKASI LUNAR ECLIPSE BY DURRUL ANIQ..... | | 84 |
| A. | Uji Fungsional Aplikasi <i>Lunar Eclipse By Durrul Aniq</i> | 84 |
| B. | Uji Akurasi Perhitungan Gerhana Aplikasi <i>Lunar Eclipse By Durrul Aniq</i> | 95 |
| C. | Evaluasi Aplikasi <i>Lunar Eclipse By Durrul Aniq</i> | 101 |
| BAB V PENUTUP..... | | 104 |
| A. | Simpulan..... | 104 |
| B. | Saran | 105 |
| C. | Penutup..... | 106 |

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 2. 1 <i>Awamil al-khusuf</i> | 38 |
| Tabel 2. 2 Versi Android..... | 51 |
| | |
| Tabel 4. 1 Rincian Gawai..... | 93 |
| Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Total Pada 25 April 2032 | 96 |
| Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Total Pada 25 Maret 2043 | 96 |
| Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Total Pada 25 Maret 2062 | 97 |
| Tabel 4. 5 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Parsial Pada 8 Oktober 2052 | 97 |
| Tabel 4. 6 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Parsial Pada 29 November 2077..... | 98 |
| Tabel 4. 7 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Parsial Pada 20 November 2086..... | 98 |
| Tabel 4. 8 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Penumbra Pada 22 Februari 2035..... | 99 |
| Tabel 4. 9 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Penumbra Pada 29 Agustus 2053 | 100 |
| Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Penumbra Pada 12 Januari 2093 (Markaz UIN Walisongo) | 100 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|--------|
| Gambar 2. 1 Gerhana Bulan | 37 |
| Gambar 3. 1 <i>Jadwal 'awamilu al-khusufi</i> | 58 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alur Perhitungan Gerhana Bulan ... | 66 |
| Gambar 3. 3 Diagram Alur Aplikasi | 68 |
| Gambar 3. 4 Diagram Alur Perancangan Aplikasi..... | 69 |
| Gambar 3. 5 Tampilan <i>Splash Screen</i> | 70 |
| Gambar 3. 6 Tampilan Halaman Utama..... | 70 |
| Gambar 3. 7 Tampilan Menu DA..... | 71 |
| Gambar 3. 8 Tampilan Pencarian Berdasarkan Waktu dan Tempat..... | 71 |
| Gambar 3. 9 Tampilan Pencarian Berdasarkan Tipe dan Informasi Kitab..... | 72 |
| Gambar 3. 10 Tampilan Halaman Menu dan Data NASA. | 73 |
| Gambar 3. 11 Tampilan Halaman Menu Moon | 74 |
| Gambar 3. 12 Tampilan Halaman Info..... | 74 |
| Gambar 3. 13 Tampilan <i>Splash Screen</i> dan Halaman Menu | 80 |
| Gambar 3. 14 Tampilan Menu DA dan <i>By Location</i> | 81 |
| Gambar 3. 15 Tampilan Halaman Pencarian <i>By Time</i> dan Data Gerhana | 81 |
| Gambar 3. 16 Tampilan Sub Menu <i>By Type</i> dan Informasi Kitab | 82 |
| Gambar 3. 17 Tampilan Halaman Menu NASA dan Data NASA | 82 |
| Gambar 3. 18 Tampilan Halaman Menu Moon dan Info ... | 83 |
| Gambar 4. 1 Tampilan awal MIT App Inventor | 86 |
| Gambar 4. 2 Tampilan Awal MIT AI2 Companion..... | 87 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 3 Tampilan Proses Penyambungan dengan MIT AI2 Companion | 87 |
| Gambar 4. 4 Tampilan <i>Splash Screen</i> dan Halaman Menu | 88 |
| Gambar 4. 5 Tampilan Halaman Pencarian By Time dan Data Gerhana | 89 |
| Gambar 4. 6 Tampilan Halaman NASA dan Data NASA . | 91 |
| Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Moon dan Data Moon.... | 92 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fenomena alam pada umumnya memiliki siklus sesuai dengan periode masing-masing, termasuk fenomena gerhana. Dalam ilmu Astronomi, fenomena gerhana diartikan dengan tertutupnya arah pandangan pengamat ke benda langit oleh benda langit lainnya yang lebih dekat dengan pengamat, merupakan fenomena gerhana yang diketahui oleh masyarakat luas.¹ Pada umumnya, gerhana merupakan dampak daripada bertemunya tiga benda langit (Matahari, Bumi, dan Bulan) dalam satu garis lurus. Di samping itu, gerhana kerap diidentikkan dengan hal-hal mitos. Terlepas dari semua aliran dinamisme dan animisme, peristiwa gerhana dapat untuk dikaji secara ilmiah.

Gerhana merupakan salah satu dari empat ruang lingkup disiplin Ilmu Falak. Muhammad Hadi Bashori dalam karyanya yang berjudul *Pengantar Ilmu Falak*, menjelaskan bahwa Ilmu Falak adalah ilmu yang mempelajari lintasan benda-benda langit, khususnya Bumi, Bulan, dan Matahari pada orbitnya masing-masing dengan tujuan untuk diketahui posisi masing-masing antar benda langit satu dengan lainnya, agar dapat diketahui waktu-waktu di permukaan Bumi terkait untuk kepentingan ibadah.²

¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis* (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), 115.

² Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 8.

Dewasa ini literatur yang dapat membantu dalam perhitungan gerhana sangat banyak. Baik perhitungan tingkat akurasi rendah ataupun akurasi tinggi. Beberapa literatur falak baik dari yang berbahasa Arab ataupun bahasa Indonesia telah tersebar luas. Dari yang klasik sampai dengan kontemporer. Diantaranya, *Jean Meeus*³, *Al-Durru Al-Anīq*⁴, *Tsamrotu Al-Fikar*⁵, *Irsyad Al-Murid*⁶, *Mekanika Benda Langit*⁷, dan lain-lain.

Seiring beriringnya waktu, dunia dihadapkan adanya era revolusi industri 4.0, yang itu artinya keberadaan teknologi akan mengisi hampir seluruh sektor kehidupan, tidak terkecuali sektor pendidikan. Berbagai macam media pembelajaran memanfaatkan teknologi yang ada. Tidak dapat dipungkiri bersama, adanya teknologi memang dapat membantu kebutuhan manusia dalam memenuhi kebutuhan dan menjalankan aktivitas sehari-hari.

Mesin dan alat lain dapat mengoreksi diri untuk memberikan layanan terbaik, termasuk sistem ilmiah, yang mencakup ilmu langit. Pengetahuan yang tidak lagi langka, para ahli adalah generasi yang lebih suka membaca dan belajar dalam materi cetak pada realitas faktual, sedangkan para

³ Jean Meeus, *Astronomical Algorithm Second Edition* (Virgina: Willman-Bell, 1991).

⁴ Ahmad Ghozali, *Al-Durru Al-Anīq* (Sampang: Lajnah Falakiyah Al-Mubarak Lanbulan, 2016).

⁵ Ahmad Ghozali, *Tsamarotul Fikar* (Sampang: Lajnah Falakiyah Al-Mubarak Lanbulan, 2008).

⁶ Ahmad Ghozali, *Irsyadu Al-Murid*, (Sampang: Lajnah Falakiyah Al-Mubarak Lanbulan, 2005).

⁷ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2012).

penggiat dan pemerhati adalah generasi milenial yang disebut sebagai digital *natives*. Oleh karena itu, ilmu astronomi harus membutuhkan inovasi baru untuk mengintegrasikan ilmu cetak dengan teknologi informasi yang telah mengalami otomasi dan virtualisasi.⁸

Perusahaan platform media sosial dari Kanada, Hootsuite, bekerja sama dengan *We are Social* dari Inggris telah merilis perkembangan pengguna internet di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Laporan itu bertajuk “*Digital 2020: A comprehensive look at the state of the internet. Mobile devices, social media, and e-commerce.*”⁹

Untuk Indonesia, dari total 272,1 juta penduduk, pengguna internet mencapai 175,4 juta jiwa. Menariknya, jumlah ponsel pintar yang terkoneksi mencapai 338,2 juta unit, hampir dua kali lipat jumlah pengguna internet. Artinya, hampir rata-rata orang Indonesia memiliki lebih dari satu *smartphone*. Dibandingkan dengan periode Januari 2019, pada Januari 2020, jumlah pengguna internet meningkat 17 persen (bertambah 25 juta jiwa) dari tahun lalu. Ponsel pintar yang terkoneksi juga bertambah 15 juta unit atau sebanyak 4,6 persen.¹⁰

Ponsel pintar kini semakin menunjukkan keistimewaan yang dimilikinya, sehingga memikat pengguna

⁸ Achmad Mulyadi, The Science of Falak on Virtual Reality, *al Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, Vol. 2, No. 1, Tahun 2020, 93.

⁹ Cyberthreat.id, Pengguna Internet Indonesia, <https://m.cyberthreat.id/Digital-2020-Pengguna-Internet-Indonesia>, diakses 15 Desember 2020.

¹⁰ *Ibid.*

untuk terus mengoperasikannya. Ponsel pintar erat kaitannya dengan sebuah sistem operasi yang sering disebut dengan istilah “Android”. Android merupakan *operating system* yang paling populer untuk *smartphone* dibandingkan sistem operasi lain. *Smartphone* Android menyediakan platform terbuka bagi pengembang dalam menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam peranti bergerak.¹¹

Pelbagai ragam aplikasi telah dirancang secara epik oleh para pengembang. Termasuk aplikasi yang memanfaatkan sistem Android yang saat ini memiliki porsi terbesar dioperasikan oleh pengguna ponsel pintar. Selain fitur yang simpel, penggunaan Android cukup memiliki nilai kelayakan di hampir setiap kalangan. Dengan begitu, semakin marak pula pengembang yang meluncurkan aksinya untuk membuat sesuatu dengan memanfaatkan sistem Android tersebut.

Setiap orang berhak menyaksikan fenomena gerhana yang menakjubkan. Namun adanya bentuk Bumi yang elips mengakibatkan pembagian wilayah termasuk di Indonesia. Wilayah Indonesia yang kerap dilalui gerhana adalah wilayah Indonesia bagian tengah khususnya untuk gerhana Matahari. Gerhana Matahari dinilai lebih sulit untuk dapat menyaksikan secara langsung. Sedangkan fenomena gerhana Bulan lebih sering terjadi hampir di wilayah Indonesia. Dengan begitu ketika gerhana Bulan terjadi, tidak sedikit dari kita yang dapat turut menyaksikan gerhana tersebut.

¹¹ Imam Solikin, “Implementasi Penggunaan *Smartphone* Android Untuk *Control PC (Personal Computer)*”, *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, vol. 03, no. 02, (Mei 2018), Politeknik Tegal, 250.

Gerhana hanya dapat terjadi sesuai dengan siklus edar benda langit tersebut. Secara tidak langsung, dalam penampakkannya, gerhana memiliki jadwal yang dapat diketahui melalui metode perhitungan. Namun, tidak semua orang mengetahui secara detail bagaimana proses perhitungannya, dan hanya mengandalkan berita ataupun informasi kapan terjadinya suatu gerhana. Berdasarkan penelusuran yang dilakukan oleh penulis, aplikasi-aplikasi yang termuat di Google *play store*, aplikasi berbasis Android yang khusus berkaitan dengan gerhana terhitung relatif sedikit. Terlebih untuk aplikasi yang beracuan pada kitab klasik.

Meskipun demikian, tidak sedikit pula program perhitungan gerhana dengan berbagai macam versi yang dirancang oleh mahasiswa, namun hanya sebatas dapat digunakan pada komputer. Program-program tersebut tetap memiliki nilai lebih karena membantu perhitungan gerhana yang kebanyakan program-program tersebut mengambil acuan dari perhitungan kitab klasik. Di samping itu, dengan melihat realita bahwa keberadaan ponsel pintar lebih memberikan kemudahan dalam memenuhi kebutuhan manusia, maka aplikasi Android untuk ponsel pintar dapat dikatakan lebih direkomendasikan untuk dikembangkan.

Seperti yang telah disebutkan penulis di atas, frekuensi dapat disaksikannya suatu gerhana, penampakan gerhana Bulan lebih memiliki peluang daripada gerhana Matahari. Penampakkannya relatif lebih banyak dapat disaksikan oleh banyak orang khususnya di Indonesia, kecuali jika terdapat halangan dari kondisi alam itu sendiri, seperti mendung, hujan,

dan sebagainya. Dengan begitu informasi jadwal gerhana Bulan patut untuk disebarluaskan guna mempermudah masyarakat mengetahui kapan terjadinya suatu gerhana Bulan. Tidak lain juga sebagai medium mengagungi cipataan-Nya.

Berdasarkan pemaparan di atas, penulis bermaksud untuk mengangkat judul “APLIKASI GERHANA BULAN METODE KITAB *AL-DURRU AL-ANĪQ* BERBASIS ANDROID” dengan *output* sebuah produk aplikasi *mobile* gerhana Bulan yang diberi nama *Lunar Eclipse of Durrul Aniq*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka penulis telah merumuskan beberapa pokok masalah yang akan menjadi fokus penelitian dalam skripsi ini. Adapun rumusan masalah tersebut adalah:

1. Bagaimana proses perancangan aplikasi gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android?
2. Bagaimana hasil uji fungsional aplikasi gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android?

C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun aplikasi gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android.

2. Mengetahui implementasi aplikasi gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android.

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian di atas, maka diharapkan melalui penelitian ini, kemanfaatannya dapat diperoleh baik secara teoritis maupun praktis.

1. Secara Teoritis
 - a) Diharapkan penelitian ini dapat menambah khazanah keilmuan bagi seluruh elemen masyarakat
 - b) Sejalan dengan perkembangan era revolusi teknologi informasi dan komunikasi diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis terhadap pengembangan disiplin Ilmu Falak, khususnya dalam lingkup gerhana.
 - c) Dijadikan sebagai landasan ilmiah untuk informasi dan rujukan peneliti selanjutnya.
2. Secara Praktis
 - a) Memberikan penjelasan mengenai aplikasi gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android.
 - b) Dengan perkembangan teknologi yang kian pesat dapat memberikan kontribusi yang lebih praktis dan akurat dalam menampilkan gerhana Bulan versi Android.
 - c) Meningkatkan pemahaman tentang skema dan sistem kerja dalam aplikasi berbasis Android.

D. Telaah Pustaka

Telaah pustaka dalam sebuah penelitian berfungsi untuk mendukung penelitian yang dilakukan oleh penulis.

Telaah pustaka juga dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang hubungan penelitian ini dengan penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya.

Berdasarkan penelusuran yang dilakukan oleh penulis, penelitian yang mengambil objek perancangan aplikasi relatif banyak, baik versi program *Windows* maupun versi aplikasi berbasis Android. Terdapat pula penelitian dari sisi analisis metode perhitungan ataupun analisis sebuah program. Sedangkan penelitian perancangan aplikasi yang fokus pada Gerhana Bulan khususnya menggunakan metode kitab klasik relatif masih sedikit. Adapun beberapa penelitian yang relevan dengan objek yang akan penulis lakukan adalah sebagai berikut:

Skripsi Ridwan Setiawan tahun 2017 berjudul “Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Pada Pengenalan Sistem Tata Surya”. Dalam penelitian ini penulis fokus pada perancangan aplikasi dengan memanfaatkan fitur *Augmented Reality*. Aplikasi tersebut dirancang semenarik mungkin agar terlihat lebih interaktif sehingga mendapat nilai lebih sebagai kontribusi di bidang pendidikan yang memperkenalkan sistem tata surya. Namun, aplikasi tersebut memiliki catatan hanya dapat dioperasikan pada Android dengan spesifikasi RAM di atas 1,5 GB.¹²

Jurnal yang ditulis M. Didik R. Wahyudi yang berjudul “Rancang Bangun Perangkat Lunak Penentu Arah

¹² Ridwan Setiawan, “Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Pada Pengenalan Sistem Tata Surya”, *Skripsi STMIKA Nusa Mandiri Jakarta* (Jakarta, 2017), tidak dipublikasikan.

Kiblat, Penghitung Waktu Shalat, dan Konversi Kalender Hijriyyah Berbasis *Smartphone* Android”. Dalam kajiannya peneliti merancang sebuah aplikasi yang memiliki kemanfaatan untuk umat Islam khususnya. Aplikasi yang dirancang peneliti tersebut memuat tiga unsur sekaligus yakni arah kiblat, konversi kalender hijriah, dan waktu salat dengan memanfaatkan sistem operasi Android dan algoritma Kuwaiti.¹³

Skripsi oleh Obi Robi’a Al Aslami, 2017, yang berjudul *Aplikasi Jadwal Waktu Salat dengan Standar Jam Atom BMKG Berbasis Android*. Dalam penelitian tersebut menyajikan bagaimana proses perancangan sebuah aplikasi yang memanfaatkan sistem operasi Android dengan menggunakan bahasa pemrograman *Java*. Produk daripada penelitian tersebut adalah sebuah aplikasi jadwal waktu salat yang menggunakan acuan standar jam BMKG. Aplikasi tersebut dapat dioperasikan pada *smartphone* spesifikasi rendah sampai spesifikasi tinggi.¹⁴

Berikutnya skripsi oleh ‘Alamul Yaqin, 2017, yang berjudul *Algoritma Hisab Gerhana Bulan Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit*. Dalam penelitian tersebut membahas terkait hisab yang termasuk dalam kategori hisab hakiki kontemporer yang beraliran

¹³ M. Didik R. Wahyudi, “Rancang Bangun Perangkat Lunak Penentu Arah Kiblat, Penghitung Waktu Shalat, dan Konversi Kalender Hijriyyah Berbasis *Smartphone* Android”, *Jurnal Teknik*, Vol. 5, No. 1, April 2015.

¹⁴ Obi Robi’a Al Aslami, “Aplikasi Jadwal Waktu Salat dengan Standar Jam Atom BMKG Berbasis Android”, *Skripsi* UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2019), tidak dipublikasikan.

heliosentris. Menyajikan perhitungan yang bersumber dari perhitungan gerhana Bulan Jean Meeus tetapi terdapat beberapa perbedaan yaitu adanya koreksi-koreksi seperti dalam langkah-langkah perhitungannya.¹⁵

Skripsi oleh Miftach Rizcha Afifi, 2019, yang berjudul *Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab*. Dalam penelitian tersebut membahas terkait akurasi perhitungan metode *Jean Meeus* menggunakan *software* Matlab yang menghasilkan 39 langkah dalam penentuannya. Didapatkan pula suatu perbandingan perhitungan gerhana Bulan algoritma *Jean Meeus* menggunakan *software* Matlab memiliki akurasi yang memadai.¹⁶

Kemudian skripsi oleh Yusrifal Fais Abdillah, 2019, yang berjudul *Algoritma Pemrograman Gerhana Bulan Metode Al-Durru Al-Anīq Menggunakan Software Basic 6.0*. Dalam penelitian tersebut bentuk implementasi program gerhana Bulan metode *Al-Durru Al-Anīq* yakni di antaranya dengan mengoneksikan Microsoft Acces dengan Visual Basic 6.0 dan selanjutnya pengodingan perhitungan gerhana Bulan metode *Al-Durru Al-Anīq* di dalam visual basic 6.0.¹⁷

¹⁵ ‘Alamul Yaqin, “Algoritma Hisab Gerhana Bulan Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit”, *Skripsi* UIN Walisongo Semarang (Semarang, 2017), tidak dipublikasikan.

¹⁶ Miftach Rizcha Afifi, “Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab”, *Skripsi* UIN Sunan Ampel Surabaya (Surabaya, 2019), tidak dipublikasikan.

¹⁷ Yusrifal Fais Abdillah, “Algoritma Pemrograman Gerhana Bulan Metode Al-Durr Al-Aniq Menggunakan Software Basic 6.0”, *Skripsi* UIN Sunan Ampel Surabaya (Surabaya, 2019), tidak dipublikasikan.

Berdasarkan karya-karya di atas, belum diketahui tulisan atau penelitian berupa skripsi yang secara mendalam membahas tentang bagaimana perancangan aplikasi Gerhana Bulan Metode Kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android.

E. Metodologi Penelitian

Berdasarkan pada kajian di atas, penulis menggunakan metode penelitian yang dianggap relevan guna mendukung hasil penelitian.

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian dengan menggunakan metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*). Metode Penelitian dan Pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.¹⁸ Penelitian ini pendekatan kualitatif yang bersifat deskriptif, yakni dengan menjelaskan metode pemrograman aplikasi.

2. Sumber Data

Dalam rencana penelitian ini, terdapat dua sumber data, yaitu data primer dan data sekunder.

a) Data primer

Data primer merupakan data yang berasal dari sumber data yang dikumpulkan dan berkaitan dengan objek penelitian yang dikaji. Adapun data primer dalam

¹⁸ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2015), 297.

penelitian ini adalah wawancara dengan pengarang kitab *Al-Durru Al-Anīq*, KH. Ahmad Ghozali, yang mana kitab tersebut merupakan sumber utama dalam perhitungan gerhana Bulan oleh penulis.

b) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penunjang dalam penelitian, yakni buku-buku, jurnal, dan tulisan-tulisan yang berkaitan dengan keilmuan falak dan program Android, baik yang berupa dokumen *hardfile* maupun e-book. Penulis juga menggunakan sumber sekunder dari *website* seperti www.eclipse.gsfc.nasa.gov.

3. Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi ini untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penelitian. Penulis memperoleh data-data sebagai penunjang penelitian melalui literatur-literatur terkait. Adapun lebih spesifiknya, penelusuran mengenai perhitungan gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*, yang meliputi proses perhitungan dari awal hingga akhir. Kemudian penelusuran terkait literatur sistem program Android.

b) Metode Wawancara

Dalam hal wawancara ini penulis melakukan wawancara berkaitan dengan kitab *Al-Durru Al-Anīq*

khususnya terkait biografi penulis kitab *Al-Durru Al-Anīq*, KH. Ahmad Ghozali.

4. Metode Analisis Data

Adapun metode analisis data yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dan komparatif. Deskriptif yakni sebuah metode pemecahan masalah dengan mengumpulkan data dan menampilkan objek penelitian hasil pengembangan produk. Dalam hal ini penulis menggambarkan secara umum tentang aplikasi berbasis Android terkait gerhana Bulan menggunakan metode *Al-Durru Al-Anīq*, serta kelemahan dan kelebihan aplikasi tersebut

Kemudian penulis menggunakan metode analisis komparatif untuk menarik kesimpulan berupa tingkat akurasi perhitungan gerhana Bulan. Sebagai pembanding nilai akurasi aplikasi adalah hasil perhitungan gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* dengan hasil perhitungan yang dilakukan oleh Badan Antariksa Amerika Serikat, *National Aeronautics and Space Administration, U.S.A.*

F. Sistematika Penulisan

Secara umum, penelitian ini akan disusun menjadi lima bab dan terdiri dari beberapa sub bab untuk memudahkan dalam memahami hasil penelitian, yaitu:

Bab pertama berisi pendahuluan yang meliputi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan dan

kegunaan penelitian, telaah pustaka, metodologi penelitian, dan sistematika penelitian.

Bab kedua berisi pembahasan tentang topik atau pokok bahasan. Bab ini meliputi teori-teori dasar yang berhubungan dengan judul penelitian penulis. Yakni meliputi gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*, berikut biografi penulis kitab, dan hal-hal yang berkaitan dengan program Android.

Bab ketiga berisi perancangan dan implementasi program aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*. Perancangan meliputi perhitungan gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* serta rancangan dan skema prosedur aplikasi, serta implementasi dari rancangan aplikasi tersebut

Bab keempat berisi uji coba dan evaluasi. Pada bab ini berisi tahapan-tahapan pengujian dari uji fungsional aplikasi hingga uji akurasi nilai gerhana. Selain itu, pada bab ini juga berisi evaluasi setelah dilakukan uji coba pada produk penelitian ini.

Bab kelima berisi penutup. Pada bagian ini dipaparkan mengenai kesimpulan dan saran terkait dengan hasil penelitian penulis, serta penutup.

BAB II

HISAB GERHANA BULAN DAN SISTEM PROGRAM ANDROID

A. Pengertian Gerhana Bulan

Gerhana, dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah “*Eclipse*” dan dalam bahasa Arab dikenal dengan “*Kusuf*” atau “*Khusuf*”. Pada dasarnya istilah *Kusuf* dan *Khusuf* dapat dipergunakan untuk menyebut gerhana Matahari maupun gerhana Bulan. Namun, pada umumnya, kata “*Kusuf*” lebih dikenal untuk menyebut gerhana Matahari, sedangkan kata “*Khusuf*” untuk gerhana Bulan.¹

Kusuf memiliki arti “menutupi”. Ini menggambarkan adanya fenomena alam bahwa (dilihat dari Bumi) Bulan menutupi Matahari, sehingga terjadi gerhana Matahari. Sedangkan *Khusuf* berarti “memasuki”, menggambarkan adanya fenomena alam bahwa Bulan memasuki bayangan Bumi, sehingga terjadi gerhana Bulan.²

Gerhana Matahari akan terjadi pada saat *ijtima'* (konjungsi), di mana Bulan dan Matahari berada di salah satu titik simpul atau di dekatnya. Sedangkan gerhana Bulan akan terjadi pada saat *istiqbal* (oposisi), di mana Bulan berada pada salah satu titik simpul lainnya atau di dekatnya, sementara

¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 185.

² *Ibid.*

Matahari berada pada jarak bujur astronomi 180° dari posisi Bulan.³

Bidang elips lintasan Bumi dengan bidang ekliptika membentuk sudut 0° karena kedua bidang ini berimpit. Sedangkan bidang lintasan Bulan dan bidang ekliptika tidak berimpit, melainkan membuat sudut sebesar $5^\circ 8'$. Oleh karenanya, tidak setiap ijtima' akan terjadi gerhana Matahari, begitu pula tidak setiap istiqlal akan terjadi gerhana Bulan.

Gerhana Matahari dapat terjadi 2 (dua) sampai 5 (lima) kali dalam satu tahun, tetapi yang dapat menyaksikannya hanya beberapa tempat di permukaan Bumi. Sedangkan gerhana Bulan dapat terjadi 2 (dua) sampai 3 (tiga) kali dalam setahun dan dapat disaksikan oleh seluruh penduduk Bumi yang menghadap Bulan. Sekalipun demikian, bisa saja tidak pernah terjadi gerhana Bulan sama sekali dalam satu tahun.⁴

Gerhana Bulan merupakan salah satu fenomena langit tertua. Disebutkan dalam sejarah pada tahun 2283 SM., terdapat gerhana di Kota Mesopotamia dan gerhana di Cina pada tahun 1136 SM.. Dari awal abad ke-8 SM., jumlah gerhana yang diamati di Mesopotamia dan di wilayah Mediterania terus bertambah hingga seluruh Eropa. Gerhana Bulan kuno yang diamati dapat ditemukan dalam catatan yang dikumpulkan oleh Calvisius, Riccioli, dan Struyck. Sedangkan

³ *Ibid.*

⁴ *Ibid.*, 186.

gerhana Bulan yang terjadi di Cina tersebut dikumpulkan oleh Gaubil.⁵

Pengetahuan Gerhana Bulan dalam perkembangan astronomi tidak dapat diabaikan. Pada abad ke-4 SM., Aristote melihat dalam bentuk lingkaran tepi bayangan di setiap gerhana. Aristarchos dari Samos pada abad ke-3 SM dan Hipparchos pada abad ke-2 SM., mengusulkan penggunaan gerhana Bulan untuk penentuan dimensi relatif dari sistem Matahari-Bumi-Bulan. Hipparchos juga mengusulkan metode penentuan bujur geografis secara simultan pengamatan gerhana Bulan dari dua tempat yang jauh (berbeda). Ptolemy pada abad ke-2 AD., dan para astronom sesudahnya hingga saat ini menggunakan gerhana untuk penyelidikan atau perbaikan teori gerakan Bulan yang sangat rumit.⁶

Pada abad ke-17 dan sebagian juga di abad ke-18, metode lama Hipparchos untuk penentuan bujur direnovasi menggunakan jalur transit kawah di tepi bayangan seperti yang disarankan oleh Langrenus. Sementara itu, akurasi metode ini tidak bisa melebihi beberapa waktu sepersepuluh menit, namun kegunaannya luar biasa pada saat itu. Contohnya gerhana pada tahun 1634 diamati di Kairo, Aleppo, dan bagian barat Eropa.⁷

Selain aspek astrometrik dari gerhana Bulan, beberapa pertimbangan astrofisika muncul dari abad ke-17, ketika

⁵ F. Link, *Eclipse Phenomena in Astronomy*, (New York: Springer, 1969), 9.

⁶ *Ibid*, 10.

⁷ *Ibid*.

visibilitas Bulan di umbra membuat penasaran para astronom. Licetus mengungkapkan pendapat bahwa visibilitas gerhana Bulan disebabkan oleh fosforensi material Bulan setelah lama terpapar radiasi Matahari, tetapi penjelasan ini hanya diadopsi oleh beberapa astronom lainnya.⁸

Pada akhir abad ke-19, ketertarikan penelitian terhadap gerhana Bulan meningkat terutama dengan penjelasan teoritisnya. Fenomena tersebut tentu saja telah diketahui secara eksperimental sejak awal abad ke-18. Secara teoritis telah diselidiki selama dua abad kemudian oleh J. Hepperger dan H. Seeliger, sedangkan A. Brossinky dan J. Hart Mann melakukan reduksi baru dari rangkaian pengamatan lama untuk penentuan kenaikan eksperimental. Namun, kedua teori tersebut gagal memberikan penjelasan yang diharapkan. Hasil terakhir telah memunculkan penemuan terkait hukum Danjon yang berhubungan dengan luminositas gerhana untuk aktivitas Matahari dengan kemungkinan menjelajahi atmosfer atas melalui gerhana Bulan.⁹

Matahari dan Bulan merupakan dua makhluk Allah yang sangat akrab dalam pandangan umat manusia di muka Bumi. Peredaran dan silih bergantinya yang sangat teratur merupakan ketetapan aturan sang Pencipta alam ini. Allah berfirman: “*Matahari dan Bulan (beredar) menurut perhitungan.*” (QS. al-Rahman [55]: 5). Maka semua yang

⁸ *Ibid.*

⁹ *Ibid.*, 11.

menakjubkan dan luar biasa pada Matahari dan Bulan menunjukkan akan keagungan dan kebesaran Penciptanya.¹⁰

Manusia dapat beranggapan bahwa gerhana merupakan suatu metafora yang membuat manusia berasumsi yang luar biasa bahwa manusia dapat memandang kepada Tuhan dengan “sudut pandang” kita (manusia), atau lebih tepatnya sebagai makhluk. Seperti halnya dengan fisik mata kita melihat ke Matahari.¹¹

Fenomena gerhana Matahari maupun Bulan merupakan hal biasa yang dialami oleh umat manusia sejak zaman dahulu kala. Sejalan dengan perkembangan intelektual dan ilmu pengetahuan yang dimiliki manusia, tanggapan terhadap terjadinya gerhana pun menjadi beragam. Pada zaman dahulu, keterbatasan intelektual, ilmu pengetahuan, dan sejalan dengan keyakinan primitif manusia, setiap gejala alam selalu dikaitkan dengan kekuatan-kekuatan supranatural, mitos-mitos dan keyakinan keagamaan. Mitos-mitos tersebut muncul pada zaman dahulu, bahkan sebagian masih ada yang mempercayainya hingga saat ini.¹²

Di antara mitos gerhana Bulan adalah, sebagian masyarakat di Jawa mempercayai akan terjadinya bencana atau *bala'* bagi orang-orang yang tidak mau menghalaunya. Hal yang biasa dilakukan adalah, bila musim tanam, maka

¹⁰ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 18.

¹¹ Martin Buber, *Eclipse of God* (New Jersey: Princeton University Press, 2016), 110.

¹² Sayful Mujab, “Gerhana: Antara Mitos, Sains, dan Islam”, *Yudisia, Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam*, Vol. 5, No.1, Juni 2014, 84.

mereka akan ke sawah atau ladang untuk membangunkan tanaman-tanaman tersebut agar tidak menjadi korban keganasan makhluk yang tengah memakan Bulan. Bagi mereka yang beternak, maka akan segera ke tempat peternakan dan membangunkan hewan-hewan ternak tersebut agar selamat dari kejahatan gerhana. Serta masih banyak hal yang dilakukan masyarakat ketika terjadi gerhana Bulan ini.¹³

Selain kontribusi gerhana Bulan untuk disiplin Astronomi, berbagai takhayul gerhana Bulan dianggap sebagai pertanda buruk, karena tidak diragukan lagi warna berdarah dari Bulan yang benar-benar terhalang. Dengan cara ini terdapat beberapa sejarah peristiwa terutama pertempuran yang dipengaruhi oleh munculnya gerhana Bulan. Berikut beberapa kronologi takhayul terhadap adanya gerhana Bulan:¹⁴

1. Gerhana Bulan yang terjadi pada 27 Agustus 412 SM., memperlambat mundurnya pasukan Athena di bawah Nicias dari Sisilia dan menyebabkan kekalahannya oleh Syracusians.
2. Pada saat gerhana Bulan pada 19 Agustus 366 SM., Miltas dari pasukan Dion, memutuskan keberangkatannya ke Sisilia untuk menggulingkan tiran lokal Dionisius
3. Gerhana Bulan pada 20 September 330 SM., terjadi sebelas hari sebelum pertempuran Arbela dengan kemenangan Alexander atas Darius.

¹³ *Ibid*, 86.

¹⁴ F. Link, *Eclipse Phenomena*, 12.

4. Pada malam pertempuran Pydna, tribun Romawi, C. Sulpicius Gallus, meramalkan terjadi gerhana Bulan. Gerhana Bulan tersebut terjadi pada 3 September 171 SM.
5. Gerhana Bulan pada 3 April 33 M., secara umum diterima sebagai gerhana Penyaliban Tuhan.

Gerhana Bulan terjadi saat sebagian atau keseluruhan penampang Bulan tertutup oleh bayangan Bumi. Itu terjadi jika Bumi berada di antara Matahari dan Bulan pada satu garis lurus yang sama, sehingga sinar Matahari tidak dapat mencapai Bulan sebab terhalangi oleh Bumi.¹⁵

Bulan mengorbit Bumi, yang mana kedua benda langit tersebut jatuh bebas di sekitar Matahari. Bumi memiliki bobot sebesar delapan puluh satu kali lebih berat daripada Bulan. Bumi juga jauh lebih padat, dengan inti besi yang tidak dimiliki Bulan. Untuk mengukur jarak, astronom melakukan obeservasi dengan mengandalkan cermin Bulan, yang dikenal sebagai reflektor retro. Cahaya dari Bumi yang menerpa cermin dipantulkan kembali di sepanjang jalur yang sama untuk mencapai cermin. Dengan mencatat waktu perjalanan pulang pergi antara observatorium berbasis Bumi dan cermin, para astronom telah menyematkannya menyusuri jarak Bumi dengan Bulan — sekitar 385.000 kilometer rata-rata — hingga beberapa sentimeter.¹⁶

¹⁵ Alimuddin, “Gerhana Matahari Perpektif Astronomi”, *Al-Daulah*, Vol. 3, No. 1, Juni 2014, 74.

¹⁶ Ron Cowen, *Gravuty's Century* (London: Hardvard University Press, 2009), 93

Fenomena Gerhana tidak dapat lepas dari hasil penemuan Johannes Kepler, astronom asal Jerman, yang hasil penemuannya tersebut dinamakan dengan istilah Hukum Kepler. Newton, astronom asal Inggris, telah mengetahui sejumlah fakta tentang gerak Bulan dan dia melakukan perhitungan untuk menunjukkan bahwa Bulan bergerak dalam segala hal seperti proyek ditempatkan ke orbit di sekitar Bumi. Selain eksperimen Galileo, Newton juga mengetahui hasil observasi Kepler. Hukum Kepler merangkum tiga pengamatan utama:

1. Orbit planet yang bergerak mengelilingi Matahari adalah elips.
2. Area tersapu oleh vektor jari-jari yang menghubungkan Matahari dan sebuah planet adalah sama dalam interval waktu yang sama. Kecepatan sudut Matahari kecil saat planet itu jauh dan besar bila planet itu dekat dengan Matahari. Bulan menunjukkan hal yang sama saat mengorbit Bumi.
3. Periode yang dibutuhkan planet untuk menggambarkan orbit elips lengkap di sekitar Matahari terkait dengan panjang sumbu semimajor elips. Kuadrat dari periode Planet sebanding dengan pangkat tiga dari sumbu semimajor a (jarak rata-rata planet dari Matahari).¹⁷

¹⁷ Martin Harwit, *Astrophysical Concepts* (New York: Springer, 2006), 60.

B. Dasar Hukum Gerhana

Adapun dalil yang berkaitan dengan terjadinya suatu gerhana terdapat dalam dalil nas al Quran dan Hadis, beberapa di antaranya sebagai berikut:

1. Al Quran

a. QS. Yunus [10]: 5

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

“Dialah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya, dan Dialah yang menetapkan tempat-tempat 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.”¹⁸

b. QS. Yaasin [36]: 38-40

وَالشَّمْسُ بَحرِي لِمُسْتَقَرٍّ هَآءِذِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ ۝ وَالْقَمَرَ
قَدَرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ ۝ لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا
أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ يَوْمَئِذٍ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ۝

“Dan Matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Allah) Yang Maha Perkasa dan Maha Mengetahui. Dan telah Kami tetapkan tempat peredaran bagi Bulan, sehingga (setelah ia sampai ke tempat

¹⁸ Departemen Agama RI, *Al Quran dan Terjemah* (Bandung: Sygma, 2009), 208.

peredaran yang terakhir) kembalilah ia seperti bentuk tandan yang tua. Tidaklah mungkin bagi Matahari mengejar Bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.”¹⁹

c. QS. al-Rahman [55]: 5

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ ۝

“Matahari dan Bulan beredar menurut perhitungan.”²⁰

2. Hadis

a. Shahih Bukhari No. 1040

حَدَّثَنَا عَمْرُو بْنُ عَوْنٍ، قَالَ حَدَّثَنَا خَالِدٌ، عَنْ يُونُسَ، عَنِ الْحَسَنِ، عَنْ أَبِي بَكْرَةَ، قَالَ كُنَّا عِنْدَ رَسُولِ اللَّهِ ﷺ فَأَنْكَسَفَتِ الشَّمْسُ، فَقَامَ النَّبِيُّ ﷺ يُجْرُ رِدَاءَهُ حَتَّى دَخَلَ الْمَسْجِدَ، فَدَخَلْنَا فَصَلَّى بِنَا رُكْعَتَيْنِ، حَتَّى انْجَلَتِ الشَّمْسُ فَقَالَ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ " إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ لَا يَنْكَسِفَانِ لِمَوْتِ أَحَدٍ، فَإِذَا رَأَيْتُمُوهَا فَصَلُّوا، وَادْعُوا، حَتَّى يُكْشَفَ مَا بَكُمْ " .

Telah menceritakan kepada kami 'Amru bin 'Aun berkata, telah menceritakan kepada kami Khalid dari Yunus dari Al Hasan dari Abu Bakrah berkata, "Kami pernah duduk-duduk bersama Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam lalu terjadi gerhana Matahari. Maka Nabi shallallahu 'alaihi wasallam berdiri menjulurkan selendangnya hingga masuk ke dalam masjid, kamipun ikut masuk ke dalam Masjid, beliau lalu mengimami kami salat dua rakaat hingga Matahari kembali

¹⁹ *Ibid*, 442.

²⁰ *Ibid*, 531.

nampak bersinar. Setelah itu beliau bersabda: "Sesungguhnya Matahari dan Bulan tidak akan mengalami gerhana disebabkan karena matinya seseorang. Jika kalian melihat gerhana keduanya, maka dirikanlah salat dan banyaklah berdoa hingga selesai gerhana yang terjadi pada kalian."²¹

b. Sunan Abu Dawud No. 1188

حَدَّثَنَا الْعَبَّاسُ بْنُ الْوَلِيدِ بْنِ مَرْزِدٍ أَحْبَرَنِي أَبِي حَدَّثَنَا الْأَوْزَعِيُّ
أَحْبَرَنِي الرَّهْرِيُّ أَحْبَرَنِي عُرْوَةُ بْنُ الزُّبَيْرِ. عَنْ عَائِشَةَ أَنَّ رَسُولَ
اللَّهِ ﷺ قَرَأَ قِرَاءَةً طَوِيلَةً فَجَهَرَ بِهَا يَعْنِي فِي صَلَاةِ
الْكُؤُوفِ.²²

Telah menceritakan kepada kami Abbas bin Walid Mazyad tekah mengabarkan kepadaku ayahku telah menceritakan kepadaku al Auza'i telah mengabarkan kepadaku 'Urwah bin Zubair dari 'Aisyah bahwa Rasulullah saw. membaca dalam bacaan panjangnya sambil mengeraskan (bacaannya), yaitu dalam salat gerhana.

c. Bulughul Marom No. 409

عَنِ الْمُغِيرَةِ بْنِ شُعْبَةَ - رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ - قَالَ: { إِنَّكَ سَفَتِ
الشَّمْسُ عَلَى عَهْدِ رَسُولِ اللَّهِ - ﷺ - يَوْمَ مَاتَ إِبْرَاهِيمُ, فَقَالَ
النَّاسُ: إِنَّكَ سَفَتِ الشَّمْسُ لِمَوْتِ إِبْرَاهِيمَ, فَقَالَ رَسُولُ اللَّهِ -

²¹ Muhammad Muhsin Khan, *Shahih Al-Bukhari* (Madinah: Darussalam 1994), 290.

²² Abu Dawud Sulaiman, *Sunan Abu Dawud* (Riyadh: Ifkar Dauliyah, 1999), 145.

ﷺ - "إِنَّ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ آيَاتَانِ مِنْ آيَاتِ اللَّهِ لَا يَنْكَسِفَانِ
 لِمَوْتِ أَحَدٍ وَلَا لِحَيَاتِهِ، فَإِذَا رَأَيْتُمُوهُمَا، فَادْعُوا اللَّهَ وَصَلُّوا، حَتَّى
 تَنْكَشِفَ" { مُتَّفَقٌ عَلَيْهِ . وَفِي رِوَايَةٍ لِلْبُخَارِيِّ حَتَّى تَنْجَلِي،
 وَلِلْبُخَارِيِّ مِنْ حَدِيثِ أَبِي بَكْرَةَ فَصَلُّوا وَادْعُوا حَتَّى يُكْشَفَ مَا
 بِكُمْ.

*Al-Mughirah Ibnu Syu'bah Radliyallaahu 'anhu berkata: Pada zaman Rasulullah Shallallaahu 'alaihi wa Sallam pernah terjadi gerhana Matahari yaitu pada hari wafatnya Ibrahim. Lalu orang-orang berseru: Terjadi gerhana Matahari karena wafatnya Ibrahim. Maka Rasulullah Shallallaahu 'alaihi wa Sallam bersabda: "Sesungguhnya Matahari dan Bulan adalah dua tanda di antara tanda-tanda kekuasaan Allah. Keduanya tidak terjadi gerhana karena kematian dan kehidupan seseorang. Jika kalian melihat keduanya berdoalah kepada Allah dan salatlah sampai kembali seperti semula." Muttafaq 'Alaihi.*²³ Menurut riwayat Bukhari disebutkan: "Sampai terang kembali." Menurut riwayat Bukhari dari hadits Abu Bakrah Radliyallaahu 'anhu: "Maka sholatlah dan berdoalah sampai kejadian itu selesai atasmu."²⁴

d. *Bulughu Al-Marom* No. 410

²³ Hadis yang diriwayatkan oleh Bukhari dan Muslim

²⁴ Ibnu Hajar Al Asqalani, *Bulughul Maram* (Surabaya: Imam, 2007),

وَعَنْ عَائِشَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهَا: أَنَّ النَّبِيَّ جَهَرَ فِي صَلَاةِ الْكُشُوفِ بِقِرَاءَتِهِ،
فَصَلَّى أَرْبَعَ رَكَعَاتٍ فِي رُكْعَتَيْنِ، وَأَرْبَعَ سَجَدَاتٍ مُتَّفِقٌ عَلَيْهِ، وَهَذَا لَفْظُ
مُسْلِمٍ، وَفِي رِوَايَةٍ لَهُ: فَبَعَثَ مُنَادِيًا يُنَادِي: الصَّلَاةُ جَامِعَةٌ.

Dari 'Aisyah ra. bahwa Nabi saw. mengeraskan bacaannya dalam sholat gerhana, beliau sholat empat kali ruku' dalam dua rakaat dan empat kali sujud (Muttafaq 'Alaihi). Adapun dalam riwayat Muslim yang lain: Lalu beliau menyuruh seorang penyeru untuk menyerukan: Datanglah untuk salat berjama'ah.²⁵

C. Konsep Hisab Gerhana Bulan Metode Kitab *Al-Durru Al-Anīq*

Kitab *Al-Durru Al-Anīq* merupakan salah satu dari berbagai macam metode perhitungan gerhana, khususnya gerhana Bulan, dengan dasar yang juga berbeda. Berikut komponen-komponen terkait kitab *Al-Durru Al-Anīq*:

1. Biografi KH. Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah

Pengarang kitab *Al-Durru Al-Anīq*, memiliki nama lengkap H. Ahmad Ghozali Muhammad Fathulloh. Merupakan putra dari pasangan KH. Muhammad Fathulloh dan Ibu Nyai Hj. Zainab Binti Khoiruddin. Lahir pada tanggal 7 Januari 1959 di Lanbulan desa Baturasang kecamatan Tambelangan kabupaten Sampang, Madura.²⁶

²⁵ *Ibid*, 108.

²⁶ Hasil wawancara dengan KH. Ahmad Ghozali pada tanggal 18 Februari 2021.

KH. Ahmad Ghozali menambah keilmuan dengan menjalani pendidikan non-formal, atau dengan kata lain “mondok” (tinggal di pesantren). Setelah itu, beliau memutuskan untuk melanjutkan pendidikan ke Makkah al-Mukarromah. Beliau menjelajahi satu demi satu guru dengan berbagai disiplin ilmu. Di antara guru beliau dalam ilmu falak adalah Kiai Nasir al Suja’iy dari Sampang, Kiai Zubair Abdul Karim dari Bungah Gresik, Syekh Mukhtaruddin al Pelembangi (Makkah).²⁷

Dalam melanjutkan proses kehidupan, KH. Ahmad Ghozali menikah dengan Ibu Nyai Asma dan dikaruniai 4 (empat) putra dan 5 (lima) putri. Dari kesembilan di antaranya: Neng Nurul Basyiroh, Neng Afiyah, Gus Ali, Gus Yahya, Gus Salman, Gus Muhammad, Gus Kholil, Neng Aisyah, dan Neng Shofiyah.²⁸

Tidak hanya berkutat di dunia non-formal (pesantren), beliau juga mengabdikan diri di organisasi kemasyarakatan. Seperti di antaranya, beliau diamanatkan sebagai penasihat Lembaga Falakiyah Nahdlatul Ulama (LFNU) PC Kabupaten Sampang, sebagai penasihat LFNU PW Jawa Timur, sebagai anggota PBNU, dan Departemen Agama Republik Indonesia.²⁹

Karya KH. Ahmad Ghozali tidak hanya di bidang falak. Berbagai bidang lainnya juga beliau tekuni dan

²⁷ *Ibid.*

²⁸ *Ibid.*

²⁹ *Ibid.*

membuahkan hasil sebuah karya dengan bentuk buku. Berikut karya-karya KH. Ahmad Ghozali.³⁰

- a. Ilmu Hadits: *Kitab Al-Qaul Al-Mukhtashor, Nujum Al-Nayyiroh, dan Syuruq Al-Anwar Syarah Kitab Mukhtarul Ahadits*
- b. Ilmu Tajwid: *Kitab Bughyatu Al-Wildan*
- c. Ilmu Sejarah: *Kitab Tuhfatur Rowy dan Kitab Tuhfatul Ariib*
- d. Ilmu Faro'id: *Kitab Al-Zahrotu Al-Wardiyah*
- e. Ilmu Akhlaq: *Kitab Al-Manhajus Sadid dan Syarah Kitab Al-Jauhiru Al-Farid*
- f. Ilmu Tasawwuf: *Kitab Al-Nafahat Al-Imdadiyah*
- g. Ilmu Fiqh: *Kitab Azharul Bustan, Fathul Khobir, dan Dzurrotu Al-Zahiyah*
- h. Tentang Do'a: *Kitab Majmu' Fadlo'il, Kitab Bughyatul Ahab, dan Kitab Irsyadu Al-Ibad*
- i. Fatwa: *Kitab Dla'u Al-Badr*
- j. Terjemah: *Fawaqihus Sahiyah, Futuhatur Robbaniyah, dan Futuhat Ilahiyah*
- k. Ilmu Falak: *Kitab Irsyadu Al-Muriid, Kitab Tsamrotu Al-Fikar, Kitab Al-Durru Al-Aniq, Kitab Bulughul Wathor, Kitab Bughyatu Al-Rofiq, Kitab Faidlul Karim, Kitab Taqyidatu Al-Jaliyah, Kitab Anfa'u Al-Wasilah, Kitab Maslaku Al-Qoosid, dan Kitab Jami'u Al-Adillah*

Dalam penerapan kitab *Al-Durru Al-Aniq* di sekolah formal sampai saat ini hanya dua, kitab Irsyadul

³⁰ *Ibid.*

Murid dan *Al-Durru Al-Anīq*. Selain dari diterapkan di non-formal. Dengan kitab-kitab falak karya KH. Ghozali yang berfokus pada gerhana Bulan adalah kitab *Kitab Irsyadul Muriid*, *Kitab Tsamrotu Al-Fikar*, *Kitab Al-Durru Al-Anīq*, *Kitab Bughyatur Rofiq*, *Kitab Faidlul Karim*, dan *Kitab Maslakul Qoosid*.³¹

Menilik lebih jauh kitab *Al-Durru Al-Anīq*, latar belakang dibuatkan kitab tersebut adalah minimnya metode yang akurat tentang gerhana Matahari dan Bulan. Beliau mengambil sumber dari NASA sebagai rujukan dalam perhitungan gerhana dalam *Al-Durru Al-Anīq*. Namun dalam prosesnya, KH. Ahmad Ghozali mengombinasikan metode salaf dengan rumus-rumus kontemporer yang menghasilkan hasil sangat akurat.³²

Kitab *Al-Durru Al-Anīq* yang penyusunannya memakan selama kurang lebih dua tahun tersebut kini telah menyebar di berbagai institusi pendidikan di Indonesia hingga ke mancanegara. Dalam penyusunan karya kesembilan tersebut, *Al-Durru Al-Anīq*, dengan rahmat Tuhan diberikan kelancaran dari proses hingga terselesaikannya *Al-Durru Al-Anīq*.³³

Kitab *Al-Durru Al-Anīq* memiliki banyak data yang dijadikan sumber perhitungan yang diambil dari algoritma *Ephemeride Lunaire Parisienne* (ELP) 2000 yang juga erat kaitannya dengan elemen Bessel. Algoritma tersebut beliau

³¹ *Ibid.*

³² *Ibid.*

³³ *Ibid.*

olah menjadi satu kesatuan tabel yang beliau beri istilah *'awamil al-khusuf*. Metode perhitungan yang digunakan KH. Ahmad Ghozali dalam menyusun kitab *Al-Durru Al-Anīq* adalah termasuk metode *tahkiki bi tadqiq* yang dengan begitu dapat menghasilkan data yang lebih akurat bahkan jika dibandingkan dengan hasil perhitungan NASA terkait waktu gerhana hanya terpaut satu hingga dua menit.³⁴

2. Profil Kitab *Al-Durru Al-Anīq*

Kitab *Al-Durru Al-Anīq* merupakan karya KH. Ahmad Ghozali yang berisi tentang disiplin Ilmu Falak. Kitab *Al-Durru Al-Anīq* telah memasuki cetakan kedua pada tahun 2016. Sebelumnya pada tahun 2013 merupakan cetakan pertama yang memiliki ketebalan 269 halaman. Sedangkan cetakan kedua dari kitab *Al-Durru Al-Anīq* memiliki ketebalan 283 halaman yang keduanya dicetak di Lajnah Falakiyah al Mubarak Lanbulan (Pondok Pesantren al Mubarak Lanbulan), Sampang.³⁵

Adapun pembagian kitab *Al-Durru Al-Anīq* dapat dibagi menjadi tiga bagian:

a) Pendahuluan

Pada pendahuluan tersebut berisi pengantar dari penulis kitab *Al-Durru Al-Anīq*, yakni KH. Ahmad Ghozali mengenai alasan disusunnya kitab *Al-Durru Al-Anīq* adalah sebagai penyempurna kitab terdahulu, seperti *Irsyad Al-Murid* dan *Tsamrotu Al-Fikar*. Dalam

³⁴ *Ibid.*

³⁵ Ahmad Ghozali, *Al-Durru*, 3.

kesempatan tersebut, KH. Ahmad Ghozali juga memberikan penjelasan mengenai pembagian jenis hisab, yakni *hisab tahkiki bi taqrib*, *hisab tahkiki bi tahqiq*, *hisab tahkiki bi tadqiq*.³⁶

Perihal *harokat-harokat* yang terdapat dalam Kitab *Al-Durru Al-Anīq* diambil dari tempat tinggal penyusun (KH. Ahmad Ghozali) yakni di Sampang Madura dengan lintang tempat = $-7^{\circ} 12'$, bujur tempat = $113^{\circ} 15'$ BT, tinggi tempat = 5 meter, zona waktu = 7.³⁷

b) Bagian Pokok

Secara garis besar, kitab *Al-Durru Al-Anīq* terbagi menjadi tiga pokok pembahasan, yakni:

1) Awal bulan Hijriah

Pada bagian awal bulan Hijriah tersebut berisi tentang perhitungan mencari hilal awal bulan Hijriah. Dalam kitab tersebut disertakan contoh dari beberapa tempat dalam proses perhitungan awal bulan Hijriah.³⁸

2) Gerhana Matahari

Pada bagian gerhana Matahari, dijelaskan definisi daripada gerhana Matahari, pembagian gerhana Matahari, serta implementasi perhitungan gerhana Matahari.³⁹

3) Gerhana Bulan

³⁶ *Ibid.*

³⁷ *Ibid*, 4.

³⁸ *Ibid*, 13.

³⁹ *Ibid*, 43.

Sama halnya pada bagian Gerhana Matahari, pada bagian gerhana Bulan dijelaskan juga definisi daripada gerhana Bulan, pembagian gerhana Bulan, serta implementasi perhitungan gerhana Bulan.⁴⁰

c) Bagian Penutup

Pada bagian akhir (penutup) berisi lampiran-lampiran yang disajikan dalam bentuk tabel terkait bahan perhitungan ketiga pokok pembahasan kitab *Al-Durru Al-Anīq* (awal bulan kamariah, gerhana Matahari, dan gerhana Bulan).⁴¹

Di antara tabel-tabel tersebut adalah jadwal harokat tahun majmu'ah, *ta'dil al-'alamah awal*, *ta'dil 'alamah tsani*, *jadwal harokat fi sa'ah*, *jadwal harokat fi daqiq*, *jadwal harokat fi tsaniyah*, *jadwal 'awamili al-kusuf*, *jadwal 'awamil al-khusuf*, dan lain-lain.⁴²

Kitab *Al-Durru Al-Anīq* merupakan kombinasi metode klasik dengan kontemporer yang ditunjukkan dengan penampilan daripada isi kitab tersebut. Tulisan sepenuhnya menggunakan bahasa Arab, akan tetapi angka yang digunakan tidak menggunakan angka arab. Begitupun rumus-rumus dalam perhitungan, baik perhitungan awal bulan Hijriah, perhitungan gerhana Matahari, ataupun perhitungan gerhana Bulan, menggunakan variabel dengan huruf abjad. Sehingga, dengan adanya penampilan Kitab *Al-Durru Al-Anīq* yang seperti demikian, dapat

⁴⁰ *Ibid*, 138.

⁴¹ *Ibid*, 156.

⁴² *Ibid*.

mempermudah pembaca khususnya orang yang awam dengan kitab klasik.

Uniknya, lebih dari setengah isi dari kitab tersebut merupakan lampiran-lampiran yang berisi sebagai acuan dalam perhitungan-perhitungan, baik perhitungan awal bulan, gerhana Matahari, maupun gerhana Bulan, yang disuguhkan dalam bentuk tabel. Adapun rumus-rumus dalam proses perhitungan telah didesain oleh KH. Ahamad Ghozali dengan seakurat mungkin yang menggunakan metode salaf dengan bentuk kontemporer. Dapat dibuktikan bahwa hasil perhitungan dari kitab *Al-Durru Al-Anīq* dibandingkan dengan perhitungan NASA hanya terpaut menit.

Kitab *Al-Durru Al-Anīq* memiliki acuan dalam permulaan perhitungan, yakni untuk permulaan hari, yang pertama adalah hari Ahad, kemudian hari Senin, lalu hari Selasa, dan seterusnya. Adapun permulaan pasaran, untuk yang pertama adalah Legi, dilanjutkan dengan Pahing, Pon, Wage, dan Kliwon.⁴³

Gerhana merupakan salah satu fenomena menarik yang dapat disaksikan dari Bumi. Fenomena tersebut terjadi atas kuasa Allah SWT. yang tidak hanya dapat dinikmati oleh manusia saja, melainkan semua makhluk Tuhan yang ada di Bumi.

Fenomena-fenomena alam yang terjadi, termasuk gerhana Matahari dan gerhana Bulan, tidak terjadi secara

⁴³ *Ibid.*, 6.

kebetulan. Semua yang terjadi adalah atas skenario Tuhan. Penampakan gerhana berdasarkan apa yang telah ditunjukkan oleh Allah SWT., terkait dengan tiga benda langit, yaitu Matahari, Bumi, dan Bulan, sebagaimana yang firman Tuhan dalam al-Quran surah Yaasin ayat 40.⁴⁴

Gerhana Bulan tidak seperti halnya gerhana Matahari. Gerhana Bulan terjadi ketika cahaya Bulan yang berasal dari Matahari menghilang dalam jangka waktu tertentu dikarenakan posisi Bumi yang berada di antara Bulan dan Matahari, sehingga sinar Matahari yang dipantulkan terhalang oleh Bumi. Bulan sepenuhnya berada dalam bayang-bayang Bumi pada saat gerhana Bulan total dan sebagian. Gerhana Bulan selalu terjadi pada saat Bulan purnama. Pada saat tersebut, cahaya Bulan akan memudar yang kemudian menjadi gelap gulita secara perlahan, dan pada saat itu warnanya menjadi merah.⁴⁵

Dapat diketahui bahwa bayangan Bumi terdapat dua jenis, yaitu bayangan *haqiqi* (umbra) dan bayangan *syibhi* (penumbra). Akan tetapi bayangan Bulan pada gerhana Matahari sangat kecil dibandingkan dengan bayangan Bumi pada gerhana Bulan. Oleh karena itu, gerhana Matahari hanya bisa disaksikan dalam waktu singkat, yakni tidak lebih dari tujuh setengah menit, dan semua jenis gerhana Matahari tidak dapat terlihat kecuali berada di garis bayang.⁴⁶

⁴⁴ *Ibid*, 43.

⁴⁵ *Ibid*, 138.

⁴⁶ *Ibid*, 139.

Berbeda dengan gerhana Matahari, gerhana Bulan total akan terlihat dalam waktu yang lebih lama. Durasi gerhana Bulan tergantung dengan seberapa dekat Bulan ke pusat bayangan (umbra) Bumi. Adapun gerhana Bulan jenis lainnya akan terlihat oleh mereka yang berada di bawah Bulan yang tertutup pada saat malam.⁴⁷

Gerhana Bulan terbagi menjadi 4 macam dilihat dari kondisi Bulan dalam sekali waktu, yakni:

a) Gerhana Bulan umbral total

Gerhana Bulan umbral total adalah ketika seluruh permukaan Bulan masuk dalam bayangan hakiki (umbra) pada waktu pertengahan maka menutupi cahaya yang mengakibatkan tertutup secara keseluruhan. Adapun durasi gerhana Bulan total tersebut lebih dari satu jam empat puluh tujuh menit.⁴⁸

b) Gerhana Bulan umbral Parsial

Gerhana Bulan umbral Parsial adalah ketika sebagian permukaan Bulan di tengah-tengah bayangan hakiki (umbra) dan sebagian yang lain terdapat di bayangan *syibhi* (penumbra) sehingga menutupi sebagian cahaya saja, dengan demikian disebut dengan gerhana Bulan sebagian.⁴⁹

c) Gerhana Bulan Penumbra total

Gerhana Bulan Penumbra total terjadi ketika seluruh permukaan Bulan di pertengahan gerhana

⁴⁷ *Ibid.*

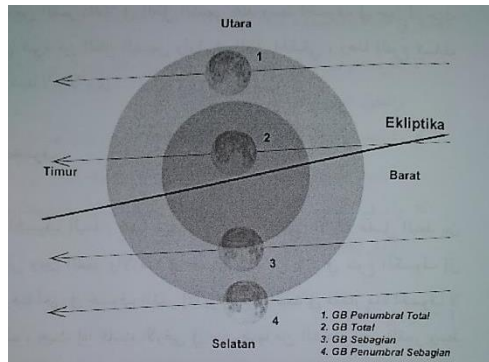
⁴⁸ *Ibid.*, 140.

⁴⁹ *Ibid.*, 141.

memasuki bayangan penumbra dan tidak ada bayangan dari Bulan sedikitpun yang masuk di bayangan umbra. Pada kejadian gerhana tersebut, kita tidak dapat melihat dengan mata telanjang, sehingga tidak terdapat hukum syara yang mengikat.⁵⁰

d) Gerhana Bulan Penumbra Parsial

Gerhana Bulan Penumbra Parsial terjadi manakala sebagian dari permukaan Bulan memasuki bayangan penumbra pada saat pertengahan gerhana dan sebagian yang lain tidak masuk sedikitpun ke bayangan penumbra ataupun bayangan umbra. Pada kejadian gerhana tersebut juga tidak terdapat syara yang mengikat karena tidak dapat disaksikan.⁵¹



Gambar 2. 1 Gerhana Bulan

⁵⁰ *Ibid.*

⁵¹ *Ibid.*, 142.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan gerhana Bulan menurut Kitab *Al-Durru Al-Aniq* adalah sebagai berikut.⁵²

- a) Data Lintang Tempat (Φ), Bujur Tempat (λ), dan diberikan tanda minus (-) untuk selatan dan barat.
- b) Data waktu pertengahan gerhana (TD) dan harakat *awamil al-khusuf* yang terdapat dalam tabel sesuai dengan tanggal hijriah dan miladiah.
- c) Delta T dari selisih antara *Ephemeris Time* (ET) *universal time* (UT), dan zona waktu
- d) Mengetahui angka di tabel *awamilu al-khusuf*. Berikut isi tabel *awamilu al-khusuf*.

Tabel 2. 1 Awamil al-khusuf

| No. | Nama | Simbol | No. | Nama | Simbol |
|-----|------------------------|--------|-----|--|--------|
| 1. | ⁵³ طول الظل | x0 | 9. | بعد زاوية الخسوف الكلي ⁵⁴ | L30 |
| 2. | تعديل الطول | x1 | 10. | تعديله | L31 |
| 3. | ⁵⁵ عرض الظل | y0 | 11. | نصف القطر القمر ⁵⁶ | sc0 |
| 4. | تعديل العرض | y1 | 12. | تعديله | sc1 |
| 5. | بعد زاوية الخسوف | L10 | 13. | زاوية الوقت ⁵⁸ | M0 |

⁵² *Ibid.*

⁵³ Panjang bayangan

⁵⁴ Jari-jari gerhana total

⁵⁵ Lebar bayangan

⁵⁶ Semi diameter Bulan

| | | |
|----|--|-----|
| | ⁵⁷ الشبهي | |
| 6. | تعديله | L11 |
| 7. | بعد زوايه الخشوف ⁵⁹ الحقيقي | L20 |
| 8. | تعديله | L21 |

| | | |
|-----|-------------------------|-----|
| | | |
| 14. | تعديلها | M1 |
| 15. | ⁶⁰ ميل القمر | dm0 |
| 16. | تعديله | dm1 |

D. Elemen Bessel

Elemen Bessel merupakan sekumpulan nilai yang digunakan untuk menghitung dan memprediksi keadaan lokal okultasi untuk pengamat di Bumi. Metode ini digunakan untuk gerhana Matahari, tetapi juga diterapkan untuk ilmu Bintang atau Planet oleh Bulan dan transit dari Venus. Selain itu, untuk gerhana Bulan metode serupa digunakan, di mana bayangan dilemparkan ke Bulan, bukan di Bumi.⁶¹

Pada tahun 1824, astronom dan matematikawan Prusia, Friedrich Bessel⁶², memperkenalkan metode baru untuk prediksi gerhana Matahari. Hal tersebut sangat sukses

⁵⁸ Sudut Waktu

⁵⁷ Jari-jari gerhana Penumbra

⁵⁹ Jari-jari gerhana Umbra

⁶⁰ Deklinasi Bulan

⁶¹ Wikipedia, "Elemen Bessel", https://id.wikinew.wiki/wiki/Besselian_elements, diakses 16 Juni 2021.

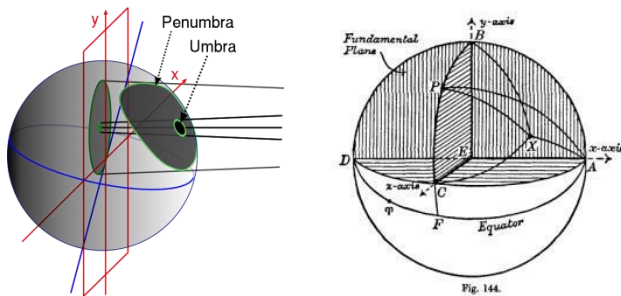
⁶² Bessel lahir pada 22 Juli 1784 di Minden, Westphalia. Ayahnya adalah seorang pegawai negeri dari kota; ibunya adalah putri menteri Schrader dari kota kecil Rema di Westphalia. Selengkapnya di Zdenek Kopal dan Jurgen H. Rahe (eds.), *Astrometric Binaries*, (Heidelberg: Springer Netherlands, 1985), 11.

sehingga sampai hari ini digunakan sebagai teknik yang paling kuat, bahkan dengan penerapan komputer digital. Kunci metode Bessel adalah ekspresi *ephemerides* Matahari dan Bulan dalam hal bayangan Bulan sehubungan dengan pusat Bumi. Perubahan kerangka acuan ini sangat menyederhanakan matematika dan geometri tanpa mengorbankan akurasi.⁶³

Untuk menentukan elemen Bessel dari gerhana, diilustrasikan sebuah pesawat dilewatkan melalui pusat Bumi yang tegak lurus terhadap sumbu bayangan Bulan. Hal ini disebut bidang fundamental dan di atasnya dibangun sistem koordinat persegi panjang XY dengan asalnya di geosentrik. Sumbu sistem ini berorientasi dengan utara dalam arah Y positif dan timur dalam arah X positif. Sumbu Z tegak lurus terhadap bidang dasar dan sejajar dengan sumbu bayangan. Koordinat XY dari sumbu bayangan sekarang dapat dinyatakan dalam satuan jari-jari khatulistiwa Bumi. Jari-jari bayangan penumbra dan umbra pada bidang dasar juga ditabulasi sebagai L1 dan L2, masing-masing arah sumbu bayangan pada bola langit ditentukan oleh deklinasinya 'd' dan sudut jam ephemeris 'm'. Akhirnya, sudut yang dibuat kerucut bayangan penumbra dan umbra dengan sumbu bayangan masing-masing dinyatakan sebagai f1 dan f2. Kedelapan parameter ini, yang sering ditabulasi pada interval per jam, berfungsi sebagai satu-satunya masukan yang diperlukan untuk mengkarakterisasi gerhana.⁶⁴

⁶³ NASA, “Elemen Bessel”, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/beselm.html>, diakses 16 Juni 2021.

⁶⁴ *Ibid.*



Gambar 2. 2 Ilustrasi Bidang Fundamental Elemen Bessel

Metode ini mengakui tingkat presisi yang tinggi dan hanya membutuhkan instrumen transit, dimensi bidang, dan penunjuk waktu untuk keberhasilan penerapannya. Keunggulannya pertama kali ditunjukkan dengan jelas oleh Bessel pada tahun 1824; tetapi tampaknya pada awal abad terakhir, Homer telah memasang instrumen transit di vertikal utama dengan tujuan menentukan deklinasi Bintang dari transitnya dengan diberikan garis lintang.⁶⁵

Elemen Bessel digunakan untuk menentukan tempat (bujur, lintang) di Bumi yang terkena garis umbra, lebar garis umbra, lama maksimum gerhana tersebut, ketinggian (*altitude*) Matahari dan azimuth yang diamati dari tempat tersebut, dan lain-lain. Angka-angka Bessel berasal dari perpaduan algoritma VSOP87 (Matahari) dan ELP2000-82 (Bulan). Angka-angka tersebut dapat dilihat di buku *Elements of Solar Eclipses: 1951-2200* karya Jean Meeus.⁶⁶

⁶⁵ William Chauvenet, *A Manual of Spherical and Practical Astronomy*, (Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 2006), vol. 3, 294.

⁶⁶ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2012), 142.

Koordinat Matahari yang digunakan dalam prediksi gerhana telah dihitung berdasarkan teori VSOP87 yang dibangun oleh P. Bretagnon dan G. Francou [1988] di Bureau des Longitudes, Paris. Teori ini memberikan garis bujur dan garis lintang ekliptika planet, dan vektor jari-jarinya, sebagai jumlah dari suku-suku periodik. Dalam hal ini, NASA menggunakan set lengkap istilah periodik versi D dari VSOP87 (versi ini memberikan posisi yang mengacu pada titik balik rata-rata pada tanggal tersebut).⁶⁷

Adapun untuk Bulan, digunakan teori ELP-2000/82 dari M. Chapront-Touze dan J. Chapront [1983]. Teori ini berisi total 37862 istilah periodik, yaitu 20560 suku periodik untuk bujur Bulan, sebanyak 7684 suku periodik untuk koreksi lintang Bulan, dan 9618 suku periodik untuk jarak antara Bulan ke Bumi. Tetapi banyak dari istilah ini sangat kecil: beberapa memiliki amplitudo hanya 0,00001 detik busur untuk garis bujur atau garis lintang, dan 2 sentimeter untuk jarak.⁶⁸

Dalam program NASA, telah mengabaikan semua istilah periodik dengan koefisien yang lebih kecil dari 0,0005 detik busur dalam garis bujur dan lintang, dan lebih kecil dari 1 meter pada jarak. Karena mengabaikan istilah periodik yang sangat kecil, posisi Bulan yang dihitung dalam program NASA memiliki kesalahan rata-rata (dibandingkan dengan teori ELP penuh) sekitar 0,0006 detik dalam kenaikan ke

⁶⁷ NASA, "ELP 2000", <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEpath/ve82-predictions.html>. Diakses 17 Juni 2021.

⁶⁸ Jean Meeus, *Elements of Solar Eclipses: 1952-2200* (Virginia: Willmann-Bell, Inc, 1989), hlm. 3

kanan, dan sekitar 0,006 detik busur dalam deklinasi. Kesalahan yang sesuai dalam perhitungan waktu fase gerhana Matahari adalah urutan $1/40$ detik, yang jauh lebih kecil daripada ketidakpastian nilai prediksi T , dan juga jauh lebih kecil daripada kesalahan karena mengabaikan ketidakaturan (pegunungan dan lembah) di profil tungkai Bulan.⁶⁹

Pusat bentuk Bulan tidak sama persis dengan pusat massanya. Untuk mengimbangi properti ini dalam prediksi gerhana, banyak lembaga Nasional menggunakan koreksi empiris ke pusat posisi massa Bulan. Koreksi ini biasanya $+0,50''$ di garis bujur dan $-0,25''$ di garis lintang. Namun, variasi besar dalam librasi Bulan dari satu gerhana ke gerhana berikutnya meminimalkan efektivitas koreksi empiris. NASA memilih untuk mengabaikan konvensi ini dan telah melakukan semua perhitungan menggunakan posisi pusat massa Bulan.⁷⁰

Dalam makalah sebelumnya (Chapront-Touze, 1974) dan dalam tesis (Chapront-Touze, 1976), solusi T untuk masalah utama dan turunan ELP berkaitan dengan konstanta. ELP 1900 telah dihitung dengan konstanta 1900 dengan meningkatkan solusi T . Himpunan persamaan variasi yang tereduksi telah diselesaikan dengan aproksimasi berturut-turut dalam tiga langkah. Konvergensi, simpul, dan gerak rata-rata perigee.⁷¹

⁶⁹ NASA, "ELP 2000", <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEpath/ve82-predictions.html>, diakses 17 Juni 2021.

⁷⁰ *Ibid.*

⁷¹ M. Chapront-Touze, "The ELP solution to the main problem of Lunar Theory", *Astronomy and Astrophysics*, vol. 82, no. 1-2, Mar 1980, 28.

Turunan ELP 1900 telah diperbaiki, namun hasilnya kurang akurat karena presisi kecil yang diadopsi dalam perhitungan persamaan. ELP 2000 telah dihitung dengan konstanta 2000. Solusi T untuk persamaan variasi telah dihitung dengan ELP 1900 dan turunannya. Presisi untuk perhitungan telah ditingkatkan dengan faktor 10 dibandingkan dengan ELP 1900. Terdapat dua solusi ELP untuk masalah utama dengan konstanta yang berbeda: ELP 1900 dan ELP 2000. Dapat dipertimbangkan bahwa presisi internal untuk ELP 2000 kurang dari 0,0002 bujur (sekitar 0,4 meter untuk posisi Bulan).⁷²

Ephemeris ELP 2000 telah diturunkan dari solusi semi analitis ELP 2000-82, presisi internal yang diperkirakan 0.01. Perhitungan ephemeris membutuhkan pilihan nilai untuk konstanta yang ditetapkan dan evaluasi konstanta yang dipasang. Nilai yang dipilih untuk konstanta yang ditetapkan adalah nilai dari sistem IAU 1976, sejauh mereka termasuk di dalamnya, kecuali untuk parameter potensi bulan.⁷³

Ephemeris ELP 2000 mengacu pada ekliptika dinamik inersia 2000 dan ELP dinamika equinox, di mana ELP adalah perpotongan ekliptika dinamik inersia dengan ekuator LE 200. Satu set sebelumnya dari konstanta Bulan dan Matahari telah dijelaskan dalam (Chapront dan Chapront-Touze, 1981). Hal tersebut dihasilkan dari perbandingan ELP dengan integrasi numerik JPL LE 51 (Newhall et al., 1983). Konstanta yang

⁷² *Ibid.*

⁷³ M. Chapront-Touze dan J. Chapront, "The Lunar Ephemeris ELP 2000", *Astronomy and Astrophysics*, vol. 124, Agustus 1983, 62.

akan diperkenalkan dalam ephemeris ELP 2000, telah diperoleh dari perbandingan dengan integrasi numerik JPL yang lebih baru LE 200.⁷⁴

Solusi semi analitis yang diajukan untuk perbandingan tidak persis sama. NASA mendominasi yang pertama dengan ELP 2000-81. ELP 2000-81 mengalami beberapa inkonsistensi dan kesalahan yang tidak ada lagi di ELP 2000-82. Secara khusus, beberapa efek relativistik ditambahkan dua kali dan untuk istilah periodik pendek dari barycenter Bumi-Bulan belum diperhitungkan dengan cukup lengkap.⁷⁵

E. Pengertian Android

Android adalah kumpulan perangkat lunak yang ditujukan bagi perangkat bergerak mencakup sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi kunci.⁷⁶ Dalam bahasa Inggris istilah Android berarti “Robot yang menyerupai manusia”. Hal tersebut dapat terlihat jelas pada *icon* Android yang menggambarkan sebuah robot berwarna hijau yang memiliki sepasang tangan dan kaki. Android berfungsi sebagai penghubung (*device*) antara pengguna dan perangkat keras pada *smartphone* atau alat elektronik tertentu. Sehingga, hal

⁷⁴ *Ibid*, 53.

⁷⁵ *Ibid*.

⁷⁶ Ricky Wisnu Nugraha dan Endro Wibowo, “Aplikasi Pengingat Salat dan Arah Kiblat Menggunakan GPS Berbasis Android”, *Jurnal LPKIA*, vol. 4, no. 2, Juni 2014, 20.

tersebut memungkinkan pengguna dapat berinteraksi dengan *device* dan menjalankan berbagai macam aplikasi *mobile*.⁷⁷

Android rilis pada bulan Oktober 2003 oleh Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears, dan Chris White di bawah sebuah perusahaan bernama Android Inc. di Palo Alto, California. Sebelum akhirnya diakuisisi oleh Google pada tahun 2005, tujuan awal platform yang satu ini adalah untuk mengembangkan sebuah sistem operasi yang lebih canggih bagi kinerja dari sebuah kamera digital. Namun, keadaan pasar global mengubah arus Andy dan kawan-kawan untuk membawa Android Inc. beralih fungsi sebagai perusahaan yang bergerak pada pengembangan sistem operasi *smartphone*.⁷⁸

Pada 5 November 2007 adalah kali pertama Android meluncurkan versi beta yang bersamaan dengan berdirinya Open Handset Alliance atau OHA. Hal tersebut dijadikan momentum dan ditetapkan sebagai hari Android. Kemajuan teknologi tidak terlepas dari perkembangan teknologi yang semakin canggih. Hal tersebut terlihat dari adanya versi demi versi yang terus diluncurkan oleh Android.⁷⁹

Sistem aplikasi *mobile* merupakan aplikasi yang dapat digunakan walaupun pengguna berpindah dengan mudah dari satu tempat ke tempat lain tanpa terjadi pemutusan komunikasi. Menurut Jonathan Stark (*Building Android with*

⁷⁷ Nadia Firly, *Create Your Own Android Application* (Jakarta: Elex Medai Komputindo, 2018), 9.

⁷⁸ *Ibid*, 10.

⁷⁹ *Ibid*.

HTML, CSS, dan Javascript 2012), *smartphone* dan *desktop computer* memiliki banyak perbedaan seperti ukuran layar, *bandwith*, dan sumber daya. Perbedaan tersebut membuat perancangan *mobile application* sangat berbeda dengan perancangan *desktop application*.⁸⁰

Terdapat berbagai macam cara membuat program yang berbasis Android. Mulai dari yang manual hingga versi otomatis. Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan yang dapat dilihat dari hasil produk berupa aplikasi Android tersebut. Beberapa alat pengembang pemrograman Android yang menggunakan versi manual adalah eclipse dan Android Studio.⁸¹

Dengan perkembangan teknologi yang kian pesat, semakin banyak *developer* yang menyediakan medium guna mempermudah bagi *developer* pemula dalam membangun aplikasi Android tanpa koding. Di antaranya adalah MIT App Inventor, yang merupakan sistem baru yang luar biasa dari Google yang dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT), memungkinkan aplikasi Android untuk dirancang dan diprogram dengan halaman *website* dan antarmuka.⁸²

Android Studio adalah sebuah IDE (*Integrated Development Environment*) sebuah alat pengembang

⁸⁰ Tungga Waseso, Ratna Mutu Manikam, "Aplikasi Pembelajaran Fungsi Sistem Saraf Pada Tubuh Manusia Berbasis Android", *Jurnal Ilmiah Figo*, vol. VII, no.2, November 2015, 236.

⁸¹ Jason Tylor, *Google App Inventor, for Android* (New Jersey: Wiley, 2011), 8.

⁸² *Ibid.*

pemrograman Android resmi dari Google yang dikembangkan oleh Intelli. Sebelum ada Android studio, *programmer* Android untuk pengembangannya biasanya menggunakan Eclipse. Eclipse adalah IDE pemrograman Android sebelum adanya Android studio. Bisa dibilang Google telah berpaling dari Eclipse dan menjadikan Android studio sebagai IDE utama mereka. Dikarenakan sudah meresmikan Android Studio pada tanggal 16 Mei 2013, Google menghentikan support ADT ke Eclipse tak lama kemudian ADT resmi hanya didapatkan oleh Android Studio 2.2.6.⁸³

Android Studio memiliki fitur yang mempermudah para *programmer mobile* dalam proses *development* emulator Android. Android Virtual Device (AVD) memungkinkan untuk mendefinisikan karakteristik dari sebuah ponsel Android yang ingin simulasi di Android emulator. Untuk AVD biasanya yang digunakan adalah Genymotion. Genymotion sendiri adalah Android emulator pihak ketiga yang lebih ringan untuk dijalankan.⁸⁴

Dalam dunia pemrograman memiliki banyak macam bahasa, di antaranya adalah java. Java merupakan salah satu bahasa pemrograman yang tidak lagi asing dalam dunia pemrograman. Adapun istilah bahasa yang digunakan untuk menjalankan aktivitas *scripting* adalah Javascript. Javascript

⁸³ Faerera Deka S. Samudera, Aswin Rosadi, dan Triuli Novianti, "Rancang Bangun Aplikasi Jadwal Sholat dan Pengantar ke Masjid Terdekat Berbasis Android", *Jurnal Ilmiah Computing*, vol. 1, no. 1, 2019, 4

⁸⁴ *Ibid.*

merupakan salah satu bahasa utama di dunia web programming yang berjalan pada sisi *client*. Javascript memiliki keterbatasan dalam membuat aplikasi yang kompleks dengan skala besar.⁸⁵

Java merupakan bahasa pemrograman di mana pengembang dapat mengekspresikan kode sumber (teks program). Sintaksis Java (aturan untuk menggabungkan simbol ke dalam fitur bahasa) sebagian berpola setelah bahasa C dan C++. Java dirancang untuk menjadi bahasa yang lebih aman daripada C / C++. Hal tersebut mencapai keamanan dengan tidak membiarkan *user* membebani operator dan dengan menghilangkan fitur C / C ++ seperti pointer (lokasi penyimpanan yang berisi alamat. Java juga mencapai keamanan dengan memodifikasi fitur C / C ++ tertentu.⁸⁶

Bahasa pemrograman lainnya adalah PHP. PHP atau *Hypertext Preprocessor* adalah bahasa pemrograman *script server side* yang sengaja dirancang lebih cenderung untuk membuat dan mengembangkan *website*. Bahasa pemrograman ini dirancang untuk para pengembang *website* agar dapat menciptakan suatu halaman *website* yang bersifat dinamis.⁸⁷

⁸⁵ Rohi Abdulloh, *Mudah Membuat Aplikasi Android dengan Ionic3* (Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2018), 7.

⁸⁶ Jeff Friesen, *Learn Java for Android Development*, Edisi 3 (California: Apress, 2014), 2

⁸⁷ Yudho Yudhanto dan Helmi Adi Prasetyo, *Panduan Mudah Belajar Framework Larevel* (Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2018), 7.

Selain itu dalam sebuah pemrograman tidak dapat lepas dengan istilah *framework* atau dengan sebutan lain kerangka kerja. *Framework* juga dapat diartikan sebagai kumpulan *script* (terutama *class* dan *function*) yang dapat membantu *developer/programmer* dalam menangani berbagai masalah-masalah pemrograman.⁸⁸

Android saat ini merupakan sistem operasi yang paling banyak digunakan pada ponsel mulai dari kelas *low end* hingga *high end*. Ini dikarenakan kebijakan yang diterapkannya sebagai *software* bebas dan terbuka (*open source*). Sebagai OS terbuka, pihak Google sebagai pengembang Android juga menyediakan aplikasi. Bahkan Google juga menyediakan aplikasi yang berbasis *website* untuk membuat aplikasi Android, seperti App Inventor, Kodular, Thunkable, dan lain lain. Masing-masing aplikasi tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing.⁸⁹

Aplikasi Android dapat dirancang bebas sesuai dengan keinginan *developer*. Salah satunya dengan menampilkan fitur pencarian dalam aplikasi. Kerangka pencarian memungkinkan aplikasi dapat dicari. Kerangka kerja pencarian hanya kerangka *user interface* (UI) dan tidak memberikan dasar untuk logika pencarian yang sebenarnya. Sebaliknya, ia menyediakan bagian UI yang memungkinkan pengguna memasukkan kueri penelusuran dan

⁸⁸ *Ibid*, 8.

⁸⁹ Wahana Komputer, *Membuat Aplikasi Android Tanpa Coding dengan App Inventor* (Jakarta: PT Gramedia, 2013), 1.

menjalankannya. Pada gilirannya dapat memanggil logika pencarian yang pengguna tentukan, dan dengan demikian dapat mengembalikan hasil yang sesuai. Untuk menunjukkan dasar-dasar membangun logika penelusuran serta antarmuka penelusuran, pengguna akan menjelajahi contoh aplikasi penelusuran.⁹⁰

Android terus menerus memecahkan inovasi, seperti pembaruan versi terbaru di tiap tahunnya. Dari satu versi ke versi selanjutnya mengalami perbaikan dan pengembangan yang tidak lain untuk membantu kebutuhan pengguna agar lebih efisien dan semenarik mungkin. Berikut tabel yang menunjukkan perkembangan versi Android dari tahun ke tahun:⁹¹

Tabel 2. 2 Versi Android

| Versi | Nama | Rilis | Catatan |
|--------------|-------------|-------------------------|------------------------------------|
| 1.0 | - | 23 September 2008 | Android pertama hanya untuk ponsel |
| 1.1 | - | 9 Februari 2009 | - |
| 1.5 | Cupcake | 30 April 2009 | Mulai menggunakan kode nama |

⁹⁰ Ziguard Mednicks, Laird Dornin, dkk, *Programming Android*, Edisi 2 (Sebastopol: O'Reilly, 2012), 395.

⁹¹ Alfa Satyaputra, *Let's Build Your Apps with Android Studio* (Jakarta: Elex Media Kumpotindo, 2016), 9.

| | | | |
|-----------|-----------------------------|---|--|
| 1.6 | Donut | 15 September 2029 | - |
| 2.0 – 2.1 | Eclair | 26 Oktober 2009 (2.0) 12 Januari 2010 (2.1) | - |
| 2.2 | Froyo (Frozen Yogurt) | 20 Mei 2010 | - |
| 2.3 | Gingerbread | 6 Desember 2010 | Masih banyak digunakan di ponsel lama |
| 3.0 – 3.2 | Honeycomb | 22 Februari 2011 (3.0) 10 Mei 2011 (3.1) 15 Juli 2011 (3.2) | Hanya untuk tablet |
| 4.0 | ICS (Ice Cream Sandwich) | 19 Oktober 2011 | Ponsel dan tablet |
| 4.1 – 4.3 | Jelly Bean | 9 Juli 2012 (4.1) 13 November 2012 (4.2) 24 Juli 2013 (4.3) | <i>Update</i> untuk memperbaiki dan menambah fitur-fitur ICS |

| | | | |
|-----------|-------------|--|---|
| 4.4 | Kit Kat | 31 Oktober 2013 (4.4) | - |
| 5.0 | Lollipop | 12 November 2014 (5.0) 9 Maret 2015 (5.1) | - |
| 6.0 | Marshmallow | 5 Oktober 2015 | Terdapat <i>doze mode, do not disturb mode</i> , mendukung USB tipe C, mendukung pembacaan <i>fingerprint</i> |
| 7.0 – 7.1 | Nougat | 9 Maret 2016 (7.0) 19 Maret 2016 (7.1) | - |
| 8.0 | Oreo | 21 Maret 2017 | - |
| 9.0 | Pie | 6 Agustus 2018 | - |
| 10.0 | Android 10 | 3 September 2019 | - |
| 11.0 | Android 11 | 8 | - |

| | | | |
|--|--|---------------------------------|--|
| | | September 2020 ⁹² | |
|--|--|---------------------------------|--|

⁹² Android, “Versi Android”, <https://developer.android.com>, diakses 7 Mei 2021.

BAB III

RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PROGRAM

APLIKASI LUNAR ECLIPSE BY DURRUL ANIQ

A. Keterangan Umum Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*

Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* dirancang untuk perangkat keras, khususnya pada gawai yang berbasis Android. Tujuan daripada aplikasi tersebut adalah sebagaimana aplikasi gerhana lainnya, yakni agar bermanfaat untuk memberikan informasi mengenai data terjadinya gerhana Bulan, memudahkan masyarakat dengan memanfaatkan gawai yang dimiliki tanpa harus membuka dan menghitung gerhana Bulan, khususnya perhitungan gerhana Bulan menggunakan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*.

Era digitalisasi yang sedang digencarkan saat ini secara tidak langsung memaksa setiap individu untuk dapat mengoperasikan gawai, tidak terkecuali usia muda ataupun usia tua. Karena dengan adanya gawai tersebut dapat diakui bersama bahwa keberadaannya sangat membantu pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan guna menghasilkan sebuah proyek aplikasi yang nantinya dapat dimanfaatkan oleh semua kalangan.

Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* merupakan aplikasi penyedia informasi mengenai data-data gerhana Bulan

yang menggunakan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*. Selain itu, di dalam aplikasi tersebut juga terdapat informasi mengenai data gerhana Bulan dari hasil perhitungan *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Adapun gerhana Bulan yang disajikan dalam aplikasi tersebut berjumlah 181 gerhana dalam rentang waktu 80 tahun, yakni sejak tahun 2021 hingga tahun 2100.

Fitur-fitur yang terdapat dalam aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* hanya dapat digunakan oleh pengguna yang menggunakan platform Android. Dalam menjalankan aplikasi tersebut, pengguna harus terkoneksi internet. Setelah itu, pengguna dapat memilih menu yang telah disediakan oleh penulis, seperti menu *Durrul Aniq* (DA).

Dengan aplikasi tersebut, pengguna dapat memperoleh informasi mulai dari bulan dan tahun terjadinya gerhana Bulan (baik Masehi atau Hijriah), delta T, magnitudo penumbra, magnitudo umbra, waktu permulaan gerhana (baik gerhana Bulan penumbra, gerhana Bulan sebagian, ataupun gerhana Bulan total), durasi dari masing-masing gerhana, azimuth, dan diakhiri dengan jenis gerhana berdasarkan data-data yang disajikan tersebut.

Adapun menu NASA menampilkan data gerhana Bulan hasil perhitungan NASA yang terangkum dalam sebuah gambar. Pengguna dapat memperoleh gambar tersebut dengan memilih salah satu tahun yang disediakan *developer*, yakni antara tahun 2021 hingga 2100. Setelah pengguna memilih tahun yang dikehendaki, pengguna dapat menerima informasi gerhana yang terjadi pada tahun tersebut dalam bentuk

gambar. Jika pada tahun tersebut terjadi dua kali gerhana, maka yang muncul pada gawai pengguna adalah dua gambar yang berisi data dari masing-masing jenis gerhana tersebut.

Selain itu terdapat menu menu Info yang berisi mengenai informasi aplikasi yang telah dibangun oleh penulis yang disajikan dalam satu halaman.

B. Perhitungan Gerhana Bulan Metode Kitab *Al-Durru Al-Anīq*

Langkah-langkah perhitungan gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*:¹

a. Mengumpulkan data gerhana Bulan

Perhitungan gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* tidak dapat lepas dari data-data gerhana yang merupakan hasil ijtihad pengarang kitab, KH. Ahmad Ghozali. Data-data tersebut direkap oleh penulis untuk keperluan perhitungan gerhana Bulan agar dapat mengetahui jenis gerhana apa yang akan terjadi pada waktu tersebut. Perhitungan gerhana Bulan dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti dengan memanfaatkan rumus dalam Microsoft Excel, menggunakan program, atau menghitung secara manual.

Data gerhana Bulan yang dimaksud adalah data-data yang telah disebutkan pada tabel “*Awamilu al-Khusuf*” dengan rincian data sebagai berikut: *Thul al-Zhilli* (x0), *Ta’dil Thul al-Zhilli* (x1), *‘Ardu al-Zhilli* (y0), *Ta’dil*

¹ Ahmad Ghozali, *Al-Durru*, 143

'Ardlu al-Zhilli (y1), Bu'du Zawiyah Khusuf Syibhi (L10), Ta'dil Bu'du Zawiyah Khusuf Syibhi (L11), Bu'du Zawiyah Khusuf Hakiki (L20), Ta'dilu Bu'du Zawiyah Khusuf Hakiki (L21), Bu'du Zawiyah Khusuf Kulli (L20), Ta'dilu Bu'du Zawiyah Khusuf Kulli (L21), Nisfu Qathri al-Qomar (sc0), Ta'dilu Nisfu Qathri al-Qomar (sc1), Ziwayatul al-Waqti (M0), Ta'dil Ziwayatul al-Waqti (M1), Mailu al-Qomar (dm0), Ta'dil Mail al-Qomar (dm1).²

Gambar 3. 1 Jadwal 'Awamil al-Khusuf

Selanjutnya penghitungan delta T dengan ketentuan sebagai berikut:³

$$D = \text{Tanggal Milady} \quad M = \text{Bulan Milady} \quad Y = \text{Tahun Milady}$$

² Ibid, 143.

³ Ibid, 8.

Tarikh Milady (TM)

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

Jika $TM \leq -500$

$$T = TM / 100 - 18.2$$

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

Jika $TM > -500$ dan ≤ 500

$$T = TM / 100$$

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

Jika $TM > 500$ dan ≤ 1600

$$T = TM / 100 - 10$$

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

Jika $TM > 1600$ dan ≤ 1700

$$T = TM - 1600$$

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

Jika $TM > 1700$ dan ≤ 1800

$$T = TM - 1700$$

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

Jika $TM > 1800$ dan ≤ 1860

$$T = TM - 1800$$

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

Jika $TM > 1860$ dan ≤ 1900

$$T = TM - 1860$$

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

Jika $TM > 1900$ dan ≤ 1920

$$T = TM - 1900$$

$$\Delta T = -2.79 + 1.494119 \times T - 0.0598939 \times T^2 + 0.006196 \times T^3 - 0.000197 \times T^4$$

Jika $TM > 1920$ dan ≤ 1941

$$T = TM - 1920$$

$$\Delta T = 21.2 + 0.84493 \times T - 0.0761 \times T^2 + 0.002093 \times T^3$$

Jika $TM > 1941$ dan ≤ 1961

$$T = TM - 1950$$

$$\Delta T = 29.07 + 0.407 \times T - T^2 / 233 + T^3 / 2547$$

Jika $TM > 1961$ dan ≤ 1986

$$T = TM - 1975$$

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

Jika TM >1986 dan <=2005

$$T = \text{TM} - 2000$$

$$\text{Delta T} = 63.86 + 0.3345 \times T - 0.060374 \times T^2 + 0.0017275 \times T^3 + 0.00065181 \times T^4 + 0.00002373599 \times T^5$$

Jika TM >2005 dan <=2050

$$T = \text{TM} - 2000$$

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

Jika TM >2050 dan <=2150

$$T = (\text{TM} - 1820) / 100$$

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

Jika TM >2150

$$T = \text{TM} - 2150$$

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

b. Mengetahui tengah gerhana Bulan (T0 UT):⁴

$$n^2 = (x1^2 + y1^2)$$

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

$$T = -(x0 \times x1 + y0 \times y1)$$

$$\text{T0 UT (Tengah Gerhana)} = \text{TD} + T - \text{Delta T}$$

⁴ *Ibid*, 143.

- c. Menghitung jarak sudut (L) antara titik pusat Bulan dengan titik pusat bayangan saat tengah gerhana:⁵

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

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

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

$$Sc = Sc0 + Sc1 \times T$$

$$M = \sqrt{((x0 + x1 \times T)^2 + (y0 + y1 \times T)^2)}$$

$$\text{Magnitudo Penumbra} = (L1 - m) / (2 \times Sc)$$

$$\text{Magnitudo Umbra} = (L2 - m) / (2 \times Sc)$$

Jika magnitudo penumbra 0, maka tidak terjadi gerhana.

Jika magnitudo umbra <0, maka terjadi gerhana penumbra.

Jika magnitudo umbra 0<1, maka terjadi gerhana sebagian.

Jika magnitudo umbra >1, maka terjadi gerhana total.

- d. Menghitung sudut waktu Bulan (H), deklinasi Bulan (dm), tinggi Bulan (h), dan azimuth Bulan (Az) saat tengah gerhana:⁶

$$H = M0 + M1 \times T + \lambda - 0.00417807 \times \text{delta } T$$

$$dm = dm0 + dm1 \times T$$

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

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

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

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

Jika x dan y = + (positif), maka Az = Az

Jika x dan y = - (negatif) atau x = - dan y = + maka Az =

Az+ 180

⁵ *Ibid*, 144.

⁶ *Ibid*.

Jika $x = +$ dan $y = -$ maka $Az = Az + 360$

- e. Menghitung durasi penumbra (T1), durasi umbra (T2), durasi total (T3):⁷

$$\Delta = (x_0 y_1 - y_0 x_1) / n$$

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

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

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

- f. Menghitung awal dan akhir gerhana Penumbra, sudut waktu bulan (Hap), deklinasi Bulan (dmap), tinggi Bulan (h), dan azimut Bulan (Az) pada awal dan akhir gerhana Penumbra:⁸

$$\text{Awal Penumbra} = T0 \text{ UT} - T1$$

$$\text{Akhir Penumbra} = T0 \text{ UT} + T1$$

$$\text{Hap} = H (\text{tengah gerhana}) - MI \times T1$$

$$\text{Hkp} = H (\text{tengah gerhana}) + MI \times T1$$

$$\text{dmap} = dm (\text{tengah gerhana}) - dm1 \times T1$$

$$\text{dmkp} = dm (\text{tengah gerhana}) + dm1 \times T1$$

Tinggi dan azimut awal Penumbra

$$h = \text{Sin}^{-1} (\sin \Phi \sin \text{dmap} + \cos \Phi \cos \text{dmap} \cos \text{Hap})$$

$$x = \sin \text{dmap} \cos \Phi - \cos \text{dmap} \sin \Phi \cos \text{Hap}$$

$$y = -\cos \text{dmap} \sin \text{Hap}$$

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

Tinggi dan Azimut akhir Penumbra

$$h = \text{Sin}^{-1} (\sin \Phi \sin \text{dmkp} + \cos \Phi \cos \text{dmkp} \cos \text{Hkp})$$

⁷ *Ibid.*

⁸ *Ibid.*, 145.

$$x = \sin dmkp \cos \Phi - \cos dmkp \sin \Phi \cos Hkp$$

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

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

- g. Menghitung awal dan akhir gerhana umbra, sudut waktu Bulan (Hau), deklinasi Bulan (dmau), tinggi Bulan (h), dan Azimut Bulan (Az) pada saat awal dan akhir umbra:⁹

$$\text{Awal Umbra} = T0 \text{ UT} - T2$$

$$\text{Akhir Umbra} = T0 \text{ UT} + T2$$

$$\text{Hau} = H (\text{tengah gerhana}) - M1 \times T2$$

$$\text{Hku} = H (\text{tengah gerhana}) + M1 \times T2$$

$$\text{dmau} = dm (\text{tengah gerhana}) - dm1 \times T2$$

$$\text{dmku} = dm (\text{tengah gerhana}) + dm1 \times T2$$

Tinggi dan Azimut awal umbra

$$h = \sin^{-1}(\sin \Phi \sin dmau + \cos \Phi \cos dmau \cos Hau)$$

$$x = \sin dmau \cos \Phi - \cos dmau \sin \Phi \cos Hau$$

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

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

Tinggi dan Azimut akhir umbra

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

$$x = \sin dmku \cos \Phi - \cos dmku \sin \Phi \cos Hku$$

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

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

- h. Menghitung awal dan akhir gerhana total, sudut waktu Bulan (Hat), deklinasi Bulan (dmat), tinggi Bulan (h), dan

⁹ *Ibid*, 145.

Azimut Bulan (Az) pada saat awal dan akhir gerhana total:¹⁰

$$\text{Awal Total} = T0 \text{ UT} - T3$$

$$\text{Akhir Total} = T0 \text{ UT} + T3$$

$$\text{Hat} = H \text{ (tengah gerhana)} - M1 \times T3$$

$$\text{Hkt} = H \text{ (tengah gerhana)} + M1 \times T3$$

$$\text{dmat} = dm \text{ (tengah gerhana)} - dm1 \times T3$$

$$\text{dmkt} = dm \text{ (tengah gerhana)} + dm1 \times T3$$

Tinggi dan Azimut awal umbra

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

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

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

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

Tinggi dan Azimut akhir umbra

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

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

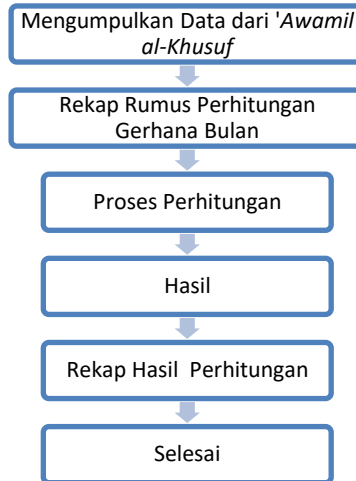
$$y = -\cos dmkt \sin \text{Hkt}$$

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

Penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah merancang sebuah aplikasi gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* berbasis Android. Perhitungan gerhana Bulan merupakan poin utama dari aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*. Penulis memilih memanfaatkan rumus-rumus yang terdapat dalam Microsoft Excel dalam mendapatkan nilai gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*.

¹⁰ *Ibid*, 146.

Berikut gambar diagram alur proses perhitungan gerhana Bulan menggunakan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*.



Gambar 3. 2 Diagram Alur Perhitungan Gerhana Bulan

Dari gambar di atas dapat diketahui bagaimana proses perhitungan gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*. Mulai dari proses pengumpulan data dari tabel '*awamilu al-khusuf*' yang kemudian proses penghitungan dan hasil daripada perhitungan tersebut direkap kembali.

C. Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*

Pada aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* terdapat dua hal yang menjadi dasar, yakni desain antar muka dan perangkat yang digunakan dalam proses pembangunan aplikasi.

1. Desain Antarmuka (*Interface*)

Desain antarmuka pada aplikasi *Lunar Eclipse by Durrul Aniq* dirancang dengan sesederhana mungkin untuk

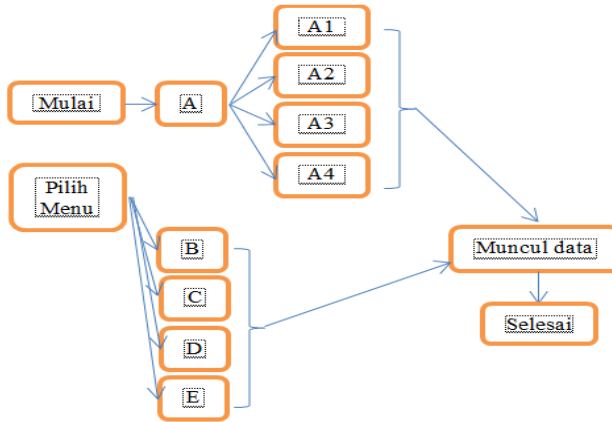
memperudahkan pengguna dalam menjalankan aplikasi. Aplikasi dirancang menggunakan program pembuat aplikasi Android berbasis *website* dengan fitur terbaru yang mempermudah *developer* untuk membangun aplikasi yang diinginkan.

Langkah awal dalam membuat projek aplikasi adalah melakukan perancangan terlebih dahulu. Perancangan aplikasi dilakukan untuk menggambarkan dan membuat sketsa yang akhirnya digabungkan menjadi satu kesatuan utuh yang memiliki fungsi.

Tujuan dibangunnya aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* adalah sebagai penyedia informasi mengenai gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* yang tidak hanya dapat diakses dan dijalankan oleh orang yang ahli saja, namun juga orang-orang pada umumnya. Maka dari itu, aplikasi tersebut memerlukan perhatian lebih bagaimana aplikasi tersebut dapat beroperasi secara fleksibel.

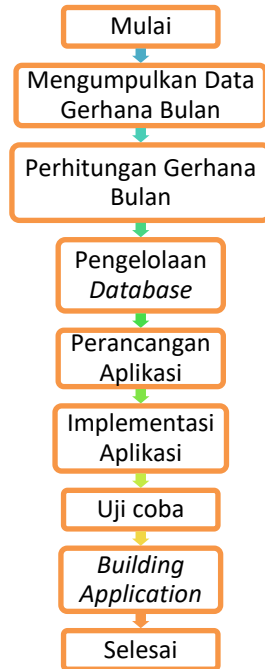
Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* ini dirancang dengan memiliki lima menu utama, yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda.

Berikut merupakan diagram alur sistem kerja aplikasi yang didesain penulis agar pengguna dapat mengimplementasikan dengan mudah:



Gambar 3. 3 Diagram Alur Aplikasi

Dari gambar diagram di atas dapat diketahui bagaimana kerja aplikasi saat dijalankan. Pengguna dipersilakan memilih menu-menu yang tersedia, yakni menu A (DA), menu B (NASA), menu C (Home), menu D (Moon), menu E (Info). Dari menu A, pengguna akan menerima tampilan menu lagi yang terdiri dari tiga 4 sub menu. Sedangkan dari menu B, pengguna hanya perlu memilih salah satu tahun sehingga data gerhana akan terpanggil dan pengguna dibawa ke halaman berikutnya. Sedangkan menu C adalah menu halaman itu sendiri, maka apabila menu C ditekan, tampilan aplikasi akan tetap di halaman utama. Halaman D merupakan halaman yang cara menggunakannya dengan mengisi tahun di *box* yang telah disediakan. Adapun sistem kerja menu E adalah, pengguna hanya perlu menekan item menu tersebut dan kemudian pengguna akan dibawa ke halaman berikutnya.



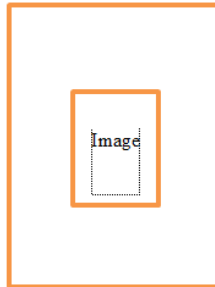
Gambar 3. 4 Diagram Alur Perancangan Aplikasi

Dari gambar diagram di atas dapat diketahui bagaimana alur aplikasi ini dari proses awal pembuatan sampai selesai. Mulai dari perhitungan gerhana Bulan, kemudian penulis rekap dan disimpan dalam *database*. Adapun *database* yang berisi nilai gerhana Bulan telah penulis unggah di *Google drive* guna mempermudah pemanggilan data. Selanjutnya merupakan perancangan dan dilanjutkan implementasi aplikasi serta uji coba dan evaluasi.

Secara keseluruhan di dalam aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* terdapat beberapa halaman, di antaranya sebagai berikut:

a) *Splash Screen*

Pada saat pertama kali masuk aplikasi ini, pengguna akan menerima tampilan *splash screen* selama tiga detik, kemudian secara otomatis pengguna dibawa ke halaman berikutnya.



Gambar 3. 5 Tampilan *Splash Screen*

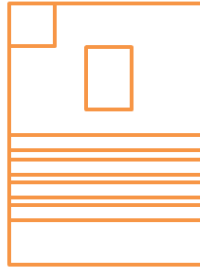
b) Halaman Utama



Gambar 3. 6 Tampilan Halaman Utama

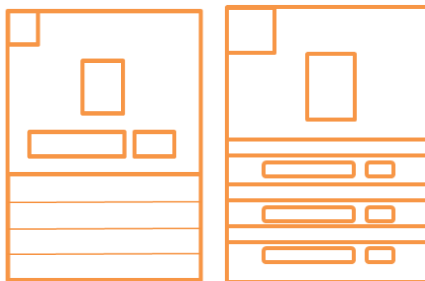
Pada halaman utama aplikasi *Lunar Eclipse* By *Durrul Aniq* tersedia 5 item menu, yakni:

- 1) Menu DA
 - 2) Menu NASA
 - 3) Menu Home
 - 4) Menu Moon
 - 5) Menu Info
- c) Halaman DA

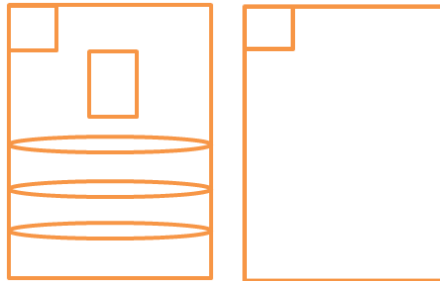


Gambar 3. 7 Tampilan Menu DA

Pada halaman DA akan menampilkan empat menu, yakni pencarian berdasarkan waktu, tempat, tipe, dan sub menu informasi kitab.



Gambar 3. 8 Tampilan Pencarian Berdasarkan Waktu dan Tempat



Gambar 3. 9 Tampilan Pencarian Berdasarkan Tipe dan Informasi Kitab

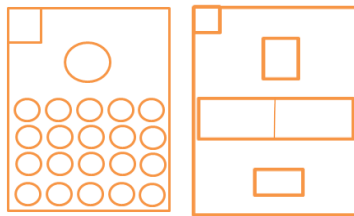
Pada halaman (DA) ini pengguna disediakan 4 sub menu. Menu pertama adalah pencarian berdasarkan waktu. Daftar tahun beserta bulan terjadinya gerhana Bulan menurut kitab *Al-Durru Al Aniq* yang penulis tampilkan sejak tahun 2021 hingga tahun 2100 di bagian bawah layar (*list view*) yang berjumlah 181 (seratus delapan puluh stau) gerhana. Selanjutnya pengguna dipersilakan untuk mengisi waktu gerhana Bulan dengan format “tahun, bulan”, contoh, “2021, November”.

Adapun waktu gerhana Bulan metode *Al-Durru Al-Anīq*, telah penulis sediakan di bawah kotak pencarian sebagai acuan pengguna untuk mengisi waktu gerhana yang terletak di tengah layar. Data gerhana Bulan akan terpanggil dari *database* yang telah penulis unggah di *Google drive* setelah pengguna melakukan pencarian dengan mengisi tahun dan bulan pada kotak pencarian.

Sub Menu kedua adalah menu pencarian berdasarkan tempat. Pengguna dapat memilih tempat yang telah disediakan oleh penulis yang kemudian pengguna akan menerima tampilan data gerhana.

Sub Menu ketiga adalah menu pencarian berdasarkan tipe gerhana. Pengguna dapat mengetahui data gerhana berdasarkan tipe. Sub menu selanjutnya (keempat) adalah menu informasi kitab *Al-Durru Al-Aniq*.

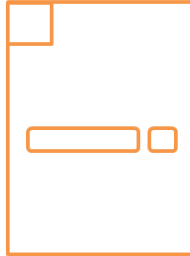
d) Halaman NASA



Gambar 3. 10 Tampilan Halaman Menu dan Data NASA

Pada halaman ini, pengguna akan menerima tampilan tahun-tahun yang kemudian pengguna dapat menekan salah satunya. Selanjutnya pengguna akan menerima tampilan data NASA berbentuk gambar (ilustrasi) gerhana Bulan.

e) Halaman Moon



Gambar 3. 11 Tampilan Halaman Menu Moon

Pada salah satu menu utama, penulis menyediakan menu Moon yang isi dari menu tersebut adalah menu data fase-fase Bulan. Pengguna dipersilakan memilih tahun yang dikehendaki yang kemudian pengguna akan menerima data fase Bulan pada tahun tersebut.

f) Halaman Info



Gambar 3. 12 Tampilan Halaman Info

Pada halaman dan Info, pengguna akan menerima tampilan berupa tulisan yang tercakup dalam satu halaman. Halaman Info hanya memiliki

satu tombol navigasi, yakni tombol untuk kembali ke halaman utama.

2. Spesifikasi Perangkat

Penulis dalam merancang aplikasi *Lunar Eclipse by Durrul Aniq* ini menggunakan beberapa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk mengimplementasikan aplikasi tersebut.

a) Perangkat Keras

Adapun perangkat keras (*hardware*) yang digunakan oleh penulis dalam pembangunan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1) Ponsel dengan sistem operasi Android

Ponsel yang digunakan dalam proses pengembangan aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* adalah Xiami Redmi 8, RAM 4/32 dengan operasi sistem Android 10.1.2. Gawai tersebut juga digunakan sebagai salah satu objek uji coba aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*.

2) Laptop

Adapun laptop yang penulis gunakan dalam perancangan aplikasi adalah laptop HP Laptop 14 dengan memiliki prosesor Intel (R) Celeron (R) CPU N3060 @ 1.60 GHz, RAM 4 GB dengan sistem tipe 64-bit sistem operasi.

b) Perangkat Lunak

Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam membangun aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* adalah sebagai berikut:

- 1) Windows 10 versi 20 H2 sebagai sistem operasi yang digunakan untuk penyedia perangkat lunak dalam laptop penulis yang diperlukan selama proses pembangunan aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*.
- 2) Microsoft Excel merupakan salah satu bagian dari perusahaan terkemuka, Microsoft, yang formula-formula di dalamnya penulis gunakan untuk melakukan perhitungan gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*.
- 3) MIT App Inventor yang merupakan salah satu sistem berbasis *website* yang memberikan fasilitas untuk membangun aplikasi berbasis Android bagi *developer* pemula. Pada perancangan aplikasi yang menggunakan MIT App Inventor, *developer* dapat memilih komponen di halaman desainer, lalu mengolahnya di blok *editor*.¹¹

Sistem tersebut berbasis *visual block programming* yang kemudian *developer* dapat merancang dengan cara menarik blok sesuai fungsi masing-masing. Adapun operasional MIT APP Inventor hingga saat ini dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT). Penulis menggunakan sistem tersebut dalam pembangunan aplikasi pada penelitian ini.

¹¹ David Wolber, dkk, *App Inventor 2*, (San Fransisco: O'Reilly, 2011), 21.

- 4) Canva merupakan aplikasi desain yang tersedia dalam versi *windows* dan *mobile*. Canva menampilkan berbagai macam fitur untuk mendesain proyek yang *designer* inginkan. Penulis menggunakan aplikasi tersebut untuk membantu membuat tampilan aplikasi agar terlihat tidak monoton.

D. Implementasi Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*

Tahapan dalam pembangunan aplikasi setelah perancangan adalah mengimplementasikan desain yang telah dirancang. Berikut implementasi aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*:

1. Implementasi Perhitungan Aplikasi

Perhitungan yang digunakan oleh penulis untuk memperoleh nilai gerhana Bulan adalah dengan memanfaatkan formula-formula yang terdapat dalam Microsoft Excel. Perhitungan gerhana Bulan tersebut merupakan kunci utama dalam aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*. Berikut rumus perhitungan gerhana Bulan yang diterapkan oleh penulis dalam membangun aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*:

a) Perhitungan Nilai Magnitudo

Nilai magnitudo yang dimaksudkan dalam proses perhitungan gerhana Bulan adalah nilai magnitudo penumbra dan magnitudo umbra. Untuk menghitung nilai magnitudo penumbra dalam Microsoft Excel dapat diperoleh dengan menggunakan simbol-

simbol pada umumnya, yakni tanda + (positif) untuk menjumlahkan, simbol – (negatif) untuk mengurangi nilai, simbol * (bintang) untuk perkalian, dan simbol / (atau) untuk mendapat nilai dari pembagian.

Mencari nilai magnitudo penumbra dengan cara mengetik “=(D30-D34)/(2*D33)”. D30 merupakan nama sel yang berisi *awamilu al-khusuf* (L1), D33 untuk nilai m, dan D34 untuk nilai Sc. Perhitungan dalam Microsoft Excel selalu dimulai dengan tanda = (sama dengan), yang kemudian mengisi rumus, atau dengan langsung memilih sel yang akan dihitung.

Adapun untuk mencari nilai magnitudo umbra tidak jauh berbeda dengan mencari nilai magnitudo umbra. Perbedaannya adalah, jika magnitudo penumbra nilai L1 – m, sedangkan nilai magnitudo umbra nilai L2 – m. Jadi rumus yang dicantumkan dalam sel adalah “=(D31-D34)/(2*D33)”.

b) Perhitungan Nilai Azimut

Sebagaimana alur perhitungan gerhana Bulan metode *Al-Durru Al-Aniq* yang telah penulis cantumkan di atas, untuk mendapatkan nilai Azimut, maka harus mendapatkan nilai h. Misalkan rumus untuk memperoleh nilai h dari Penumbra adalah $\sin^{-1}(\sin \Phi \sin \delta_{map} + \cos \Phi \cos \delta_{map} \cos H_{ap})$, maka yang harus diisi dalam sel adalah “=DEGREES(ASIN(SIN(RADIANS(F10))*SIN(RADIANS(D38))+COS(RADIANS(F10))*COS(RADIANS(D38))*COS(RADIANS(D37))))”.

Fungsi Degrees dalam rumus tersebut adalah untuk mengubah besarnya sudut dalam radian menjadi sudut dalam derajat. Sedangkan Radian berfungsi untuk mengubah besarnya sudut dalam derajat menjadi sudut dalam radian.

Rumus selanjutnya adalah mencari nilai x , yang rumus menurut kitab *Al-Durru Al-Aniq* adalah $\sin dm \cos \Phi - \cos dm \sin \Phi \cos H$. Maka, rumus yang harus diketik dalam sel Microsoft Excel adalah “=SIN(RADIANS(D38))*COS(RADIANS(C10))-COS(RADIANS(D38))*SIN(RADIANS(C10))*COS(RADIANS(D37))”.

Tahap berikutnya adalah mendapatkan nilai y yang menurut rumus dalam kitab *Al-Durru Al-Aniq* adalah $-\cos dm \sin H$. Maka rumus dalam sel adalah “=-COS(RADIANS(D38))*SIN(RADIANS(D37))”.

Sedangkan nilai daripada Azimut berdasarkan rumus dalam kitab *Al-Durru Al-Aniq*, yakni $\tan^{-1}(y/x)$. Maka rumus yang dapat diisi dalam sel adalah “=DEGREES(ATAN(D41/D40))”. Pada saat perhitungan dengan Microsoft Excel harus memperhatikan tanda kurung pada tiap rumus karena akan mempengaruhi hasil dari pencarian perhitungan.

2. Implementasi Antarmuka Aplikasi

Penulis membangun aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* melalui MIT App Inventor. Aplikasi yang dirancang penulis merupakan aplikasi penyedia informasi terkait gerhana Bulan. Adapun rekapitulasi hasil

perhitungan data gerhana oleh penulis disimpan dalam *database* di *Google drive*. Oleh karena itu, pengguna harus terkoneksi internet agar data gerhana yang dikehendaki dapat ditampilkan.

Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* dirancang semudah mungkin agar pengguna tidak kesulitan saat mengoperasikannya. Penulis telah menyediakan beberapa menu dalam aplikasi tersebut agar pengguna dapat memilih menu sesuai yang dikehendaki. Berikut implementasi aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*:



Gambar 3. 13 Tampilan *Splash Screen* dan Halaman Menu



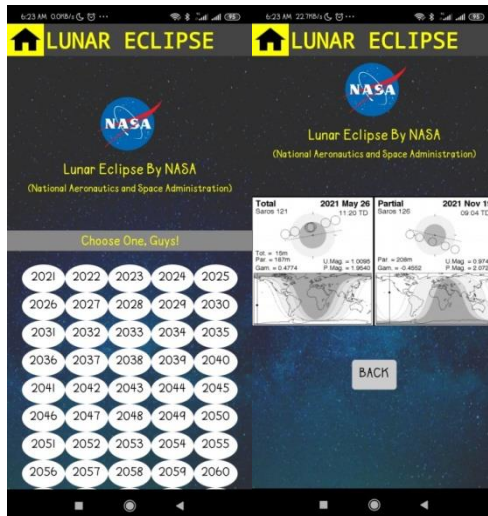
Gambar 3. 14 Tampilan Menu DA dan *By Location*



Gambar 3. 15 Tampilan Halaman Pencarian *By Time* dan Data Gerhana



Gambar 3. 16 Tampilan Sub Menu *By Type* dan Informasi Kitab



Gambar 3. 17 Tampilan Halaman Menu NASA dan Data NASA



Gambar 3. 18 Tampilan Halaman Menu Moon dan Info

BAB IV

UJI FUNGSIONAL DAN UJI AKURASI APLIKASI

LUNAR ECLIPSE BY DURRUL ANIQ

A. Uji Fungsional Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*

Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* memiliki tujuan utama menyajikan sebuah informasi terkait data (jadwal) terjadinya gerhana Bulan yang khusus menggunakan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*. Selain itu, aplikasi tersebut juga menampilkan hasil perhitungan yang dilakukan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) terkait jadwal terjadinya gerhana Bulan. Jadi aplikasi tersebut didesain sedemikian rupa agar mempermudah pengguna mengetahui jadwal gerhana Bulan, bukan untuk menyajikan bagaimana cara menghitung gerhana Bulan.

Perhitungan gerhana Bulan metode *Al-Durru Al-Anīq* sepenuhnya diproses menggunakan Microsoft Excel. Selanjutnya hasil dari perhitungan tersebut di kelola dalam MIT App Inventor yang merupakan sistem rancang bangun aplikasi yang digunakan oleh penulis. Penulis memanfaatkan *Pallate* yang tersedia dalam MIT Inventor agar aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan.

Pada sub bab ini, penulis akan melakukan pengujian sistem aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*. Pengujian sistem sangat diperlukan dalam membangun aplikasi untuk mencari *bug* pada aplikasi tersebut. Pencarian kekurangan

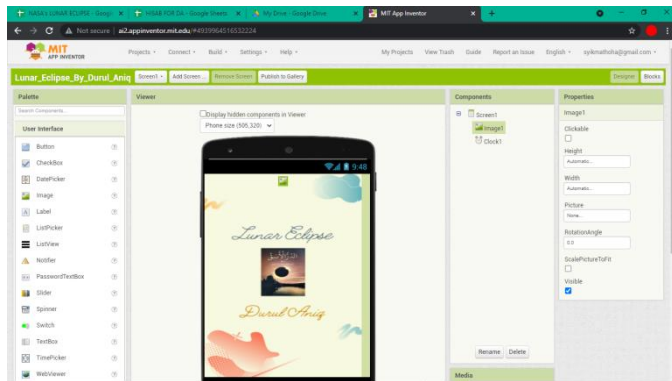
pada aplikasi dilakukan untuk meminimalisir ketidaknyamanan pengguna saat menjalankan aplikasi tersebut.

Proses pembangunan aplikasi memiliki alur yang terstruktur. Dengan demikian, setiap tahap pembuatan aplikasi, penulis akan melihat bagaimana aplikasi tersebut saat ditampilkan pada gawai pengguna. Terdapat tiga macam cara *developer* yang menggunakan MIT App Inventor untuk menguji aplikasi sebelum sampai akhirnya aplikasi tersebut dibangun, yakni dengan menggunakan AI Companion, Emulator, atau dengan menggunakan USB.

Pengujian aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* meliputi dua hal, yakni uji tampilan antarmuka dan uji *coding*. Kedua poin pengujian tersebut dapat dilakukan sekali waktu dengan menggunakan salah satu dari tiga cara dalam pengujian aplikasi sebagaimana yang telah penulis sebutkan sebelumnya. Pada saat proses pengujian, *developer* dapat mengetahui sistem *bug* yang kemudian dapat segera diatasi sebelum tahap *convert* aplikasi.

Pengujian aplikasi yang dilakukan penulis adalah dengan menggunakan AI Companion yang disediakan khusus oleh MIT App Inventor. Sebelumnya AI Companion tersebut penulis unduh dari Google *play* store terlebih dahulu, yang kemudian menerapkannya setiap kali melakukan pengujian aplikasi. Berikut langkah-langkah yang dilakukan penulis saat proses uji fungsional aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*:

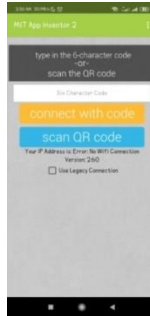
1. Buka situs MIT App Inventor



Gambar 4. 1 Tampilan awal MIT App Inventor

MIT App Inventor dapat dijalankan hanya dengan menggunakan koneksi internet. Jadi, sebelum membuka situs MIT App Inventor tersebut, *developer* harus memastikan koneksi internet berjalan dengan stabil agar tidak mengganggu saat proses perancangan aplikasi. Sistem rancang aplikasi MIT App Inventor ketika dijalankan akan menampilkan halaman kerja yang berisi halaman *designer* dan halaman *block*. Halaman *designer* adalah halaman untuk mengatur desain dengan memanfaatkan fitur *palette* dari MIT App Inventor tersebut. Sedangkan halaman *Block* merupakan halaman *coding* yang digunakan untuk merangkai *palette* yang telah didesain pada halaman sebelumnya.

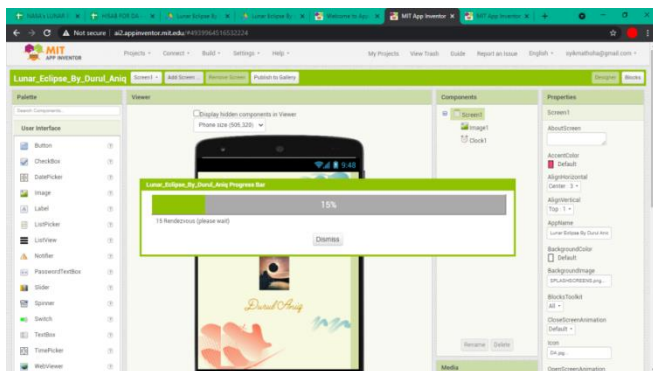
2. Siapkan gawai yang terpasang aplikasi MIT AI2 Companion



Gambar 4. 2 Tampilan Awal MIT AI2 Companion

MIT AI2 Companion sendiri telah menyediakan dua metode pengujian, yakni dapat dengan langsung memasukkan kode yang tertera pada halaman MIT App Inventor, atau langsung dengan memindai kode batang yang tersedia.

3. Sambungkan MIT App Inventor dengan MIT AI2 Companion.



Gambar 4. 3 Tampilan Proses Penyambungan dengan MIT AI2 Companion

Pengecekan aplikasi melalui sambungan MIT AI2 Companion juga menggunakan koneksi internet. Jadi sambungan akan gagal jika koneksi internet tidak ada atau tidak stabil.

4. Setelah proses penyambungan berhasil, maka akan tampil halaman awal projek aplikasi. Pada tampilan pertama projek aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* adalah berupa *splash screen* yang muncul selama 3 (tiga) detik, lalu pengguna secara otomatis akan berpindah ke halaman utama (menu).

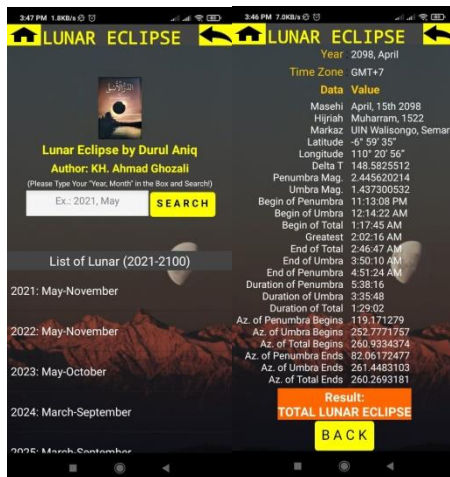


Gambar 4. 4 Tampilan *Splash Screen* dan Halaman Menu

Pada halaman menu, pengguna dipersilakan memilih dari kelima item menu yang tersedia. Menu DA merupakan halaman pencarian Data gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*. Menu NASA merupakan halaman daripada hasil perhitungan gerhana Bulan menurut NASA. Menu ketiga yakni Home yang merupakan halaman menu itu sendiri. Selanjutnya menu MOON yakni halaman yang

berisi poin-poin mengenai fase Bulan. Dan menu terakhir adalah INFO yang merupakan halaman mengenai informasi terkait aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*.

5. Menguji fungsi setiap item menu yang tersedia pada halaman menu. Pengujian awal adalah isi menu DA, yakni sub menu By Time yang akan menampilkan halaman pencarian dengan cara mengetik tahun serta bulan yang dikehendaki pengguna.



Gambar 4. 5 Tampilan Halaman Pencarian By Time dan Data Gerhana

Pada halaman DA, terdapat mesin pencarian dan daftar waktu (*listview*) terjadinya gerhana Bulan yang meliputi tahun dan bulan. Pengguna dapat mengecek kapan saja terjadinya gerhana dengan *scroll* daftar waktu terjadinya gerhana. Kemudian pengguna dapat mengisi tahun dan bulan yang dikehendaki dengan format “tahun,

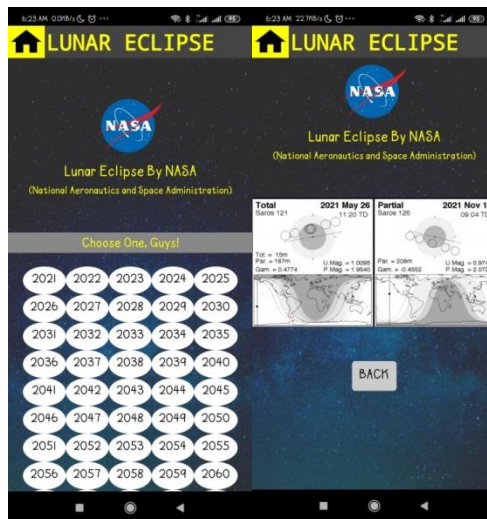
bulan”. Penulisan bulan harus menggunakan huruf kapital di awal kata dan sama persis dengan apa yang tertulis di *listview* di bawahnya. Misalnya pada *listview* terdapat 2021: May-November, maka pengguna dapat mengetik di kotak pencarian dengan format “2021, May” atau dapat juga mengetik “2021, November”. Apabila pengguna mengisi kotak pencarian tidak seperti demikian, maka pada laman pengguna akan muncul pemberitahuan agar pengguna mengecek ulang input pada kotak pencarian.

Setelah pengguna mengisi di kotak pencarian, maka pengguna akan ditampilkan hasil pencarian yang berisi data-data gerhana Bulan pada waktu yang telah diisi pada kotak pencarian di halaman sebelumnya. Pada aplikasi ini, penulis menyediakan informasi gerhana Bulan yang terjadi mulai pada tahun 2021 hingga 2100, yakni sebanyak 181 gerhana yang akan terjadi dalam kurun waktu 80 tahun.

Perhitungan yang dilakukan oleh penulis berlokasi di UIN Walisongo Semarang, yang terletak di lintang $-6^{\circ} 59' 35''$ LS dan bujur $110^{\circ} 20' 56''$ BT dengan zona waktu GMT +7. Setelah pengguna menjalankan halaman DA, pengguna dapat menekan tombol (gambar) Home yang terletak di pojok kiri atas layar.

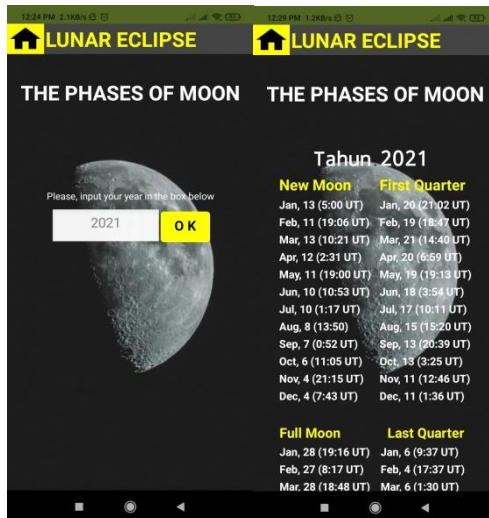
6. Menguji halaman kedua yakni NASA. Tampilan pada halaman NASA ini berbeda dengan halaman DA yang memberikan fitur mesin pencari yang mengharuskan pengguna mengetik pilihan terlebih dahulu. Sedangkan pada halaman NASA, pengguna cukup dengan menekan

salah satu dari tahun yang tersedia. Rentang waktu yang disediakan penulis untuk tahun pada halaman NASA sama halnya dengan halaman DA, yakni tahun 2021 sampai dengan tahun 2100. Setelah pengguna memilih tahun, maka pengguna akan menerima halaman berupa data NASA yang berbentuk gambar (visualisasi gerhana).



Gambar 4. 6 Tampilan Halaman NASA dan Data NASA

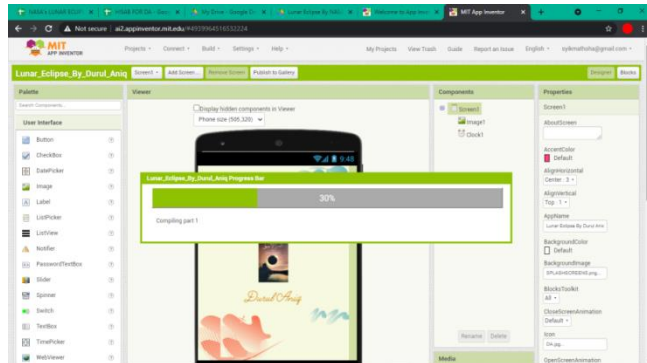
Pengujian selanjutnya adalah uji fungsional halaman Moon. Pada halaman Moon pengguna akan menerima informasi tentang fase-fase Bulan. Pengguna dapat menerima usai mengisi kotak pencarian.



Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Moon dan Data Moon

Pada halaman Info akan menampilkan satu halaman saja, yakni informasi seputar aplikasi yang telah dirancang oleh penulis.

Setelah melakukan uji fungsional melalui MIT AI2 Companion, maka tahap berikutnya adalah menjadikan aplikasi menjadi file dengan format apk. Proses *convert* dapat dilakukan secara langsung menggunakan gawai dengan cara memindai kode batang pada MIT App Inventor. Setelah itu pengguna akan diarahkan untuk mengunduh aplikasi tersebut sampai aplikasi terpasang.



Gambar 4. 8 Proses *Convert* Aplikasi

Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* setelah dilakukan uji fungsional melalui MIT AI2 Companion dan dapat berjalan dengan lancar, maka selanjutnya penulis menguji aplikasi tersebut di beberapa gawai dengan berbagai tipe dan versi Android. Berikut rincian gawai yang digunakan untuk uji fungsional aplikasi:

Tabel 4. 1 Rincian Gawai

| Nama dan Tipe Gawai | Versi Android | Resolusi Layar (Pixel) | Memori RAM | Hasil |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------|--|
| OPPO F1f | Android 5.1.0 | 720 x 1280 | 3 GB | Aplikasi dapat beroperasi (dengan catatan) |
| Samsung J2 Prime | Android 6.0.1 | 540 x 960 | 1.5 GB | Aplikasi dapat beroperasi |

| | | | | |
|-----------------|----------------|------------|------|--|
| | | | | (dengan catatan) |
| Xiaomi Redmi 5A | Android 7.1.2 | 720 x 1280 | 2 GB | Aplikasi dapat beroperasi (dengan catatan) |
| Realme C12 | Android 8.0.1 | 720 x 1520 | 3 GB | Aplikasi dapat beroperasi (dengan catatan) |
| OPPO A15 | Android 8.1.1 | 720 x 1520 | 3 GB | Aplikasi dapat beroperasi (dengan catatan) |
| Samsung A20 | Android 9 | 720 x 1560 | 3 GB | Aplikasi dapat beroperasi (dengan catatan) |
| Xiaomi Redmi 8 | Android 10.0.1 | 720 x 1520 | 4 GB | Aplikasi dapat beroperasi (dengan catatan) |

| | | | | |
|----------------|---------------|---------------|------|--|
| Samsung A12 | Android 11 | 720 x 1600 | 6 GB | Aplikasi dapat beroperasi (dengan catatan) |
|----------------|---------------|---------------|------|--|

Berdasarkan tabel di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* dengan ukuran 16 *megabyte* tersebut dapat diimplementasikan di berbagai versi Android dan berbagai tipe ponsel. Namun demikian, setelah dilakukan uji coba terdapat beberapa catatan di salah satu menu. Beberapa kali menjumpai eror di halaman NASA. Gambar (ilustrasi) gerhana Bulan dari menu NASA yang telah disediakan oleh penulis terkadang tidak muncul di halaman tersebut. Kemungkinan terjadinya *bug* sistem dikarenakan sinyal yang lemah.

Selain itu, aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* juga tidak dirancang untuk gawai dengan mode gelap. Jadi, meski data gerhana Bulan dapat muncul di layar, akan tetapi tampilan yang terdapat pada layar pengguna menjadi terlihat buruk saat aplikasi tersebut dijalankan.

B. Uji Akurasi Perhitungan Gerhana Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*

Gerhana Bulan memiliki berbagai macam metode perhitungan yang dapat digunakan. Pada projek aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*, penulis menggunakan perhitungan

gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al-Anīq* yang merupakan kitab kombinasi klasik dan kontemporer karya KH. Ahmad Ghozali. Pada sub bab ini, penulis menganalisis hasil perhitungan gerhana Bulan dengan menguji akurasi antar hasil perhitungan gerhana Bulan yang berlokasi di UIN Walisongo Semarang menggunakan metode *Al-Durru Al-Anīq* dengan perhitungan NASA yang penulis dapatkan dari laman resmi www.eclipse.gsfc.nasa.gov.

Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Total Pada 25 April 2032

| Data | <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | NASA | Selisih |
|----------------|--------------------------------|-------------|----------------|
| Mag. Penumbra | 2.2192 | 2.2193 | 0.0001 |
| Mag. Umbra | 1.1915 | 1.1913 | 0.0002 |
| Delta T | 79.1696 | 79 | 0.1696 |
| Awal Total | 21:40:42 | 21:40:41 | 0:00:01 |
| Puncak Gerhana | 22:13:29 | 22:13:41 | 0:00:12 |
| Akhir Total | 22:46:16 | 22:46:41 | 0:00:35 |

Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Total Pada 25 Maret 2043

| Data | <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | NASA | Selisih |
|-------------|--------------------------------|-------------|----------------|
|-------------|--------------------------------|-------------|----------------|

| | | | |
|----------------|----------|----------|---------|
| Mag. Penumbra | 2.1899 | 2.1900 | 0.0001 |
| Mag. Umbra | 1.1142 | 1.1142 | 0.0000 |
| DeltaT | 87.2964 | 87 | 0.2964 |
| Awal Total | 9:03:51 | 21:04:03 | 0:01:48 |
| Puncak Gerhana | 21:30:34 | 21:30:33 | 0:00:01 |
| Akhir Total | 21:57:18 | 21:57:03 | 0:00:15 |

Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Total Pada 25 Maret 2062

| Data | <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | NASA | Selisih |
|----------------|--------------------------------|-------------|----------------|
| Mag. Penumbra | 2.2907 | 2.2905 | 0.0002 |
| Mag. Umbra | 1.2698 | 1.2695 | 0.0003 |
| Delta T | 118.3751 | 118 | 0. 3751 |
| Awal Total | 9:54:42 | 09:54:32 | 0:00:10 |
| Puncak Gerhana | 10:32:04 | 10:32:02 | 0:00:02 |
| Akhir Total | 11:09:26 | 11:09:32 | 0:00:6 |

Tabel 4. 5 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Parsial Pada 8 Oktober 2052

| Data | <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | NASA | Selisih |
|-------------------|------------------------------------|-------------|----------------|
| Mag. Penumbra | 1.0640 | 1.0642 | 0.0002 |
| Mag. Umbra | 0.0820 | 0.0821 | 0.0002 |
| Delta T | 98.6648 | 99 | 0.3352 |
| Awal Umbra | 5:12:39 | 17:12:51 | 0:00:12 |
| Puncak Gerhana | 5:44:56 | 17:44:21 | 0:00:35 |
| Akhir Umbra | 6:15:56 | 18:15:51 | 0:00:05 |

Tabel 4. 6 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Parsial Pada 29 November 2077

| Data | <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | NASA | Selisih |
|-------------------|------------------------------------|-------------|----------------|
| Mag. Penumbra | 1.2307 | 1.2309 | 0.0002 |
| Mag. Umbra | 0.2356 | 0.2356 | 0.0000 |
| Delta T | 152.2901 | 152 | 0.2901 |
| Awal Umbra | 3:41:21 | 3:40:58 | 0:01:37 |
| Puncak Gerhana | 4:33:50 | 04:33:28 | 0:00:22 |
| Akhir Umbra | 5:26:19 | 5:25:58 | 0:01:39 |

Tabel 4. 7 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Parsial Pada 20 November 2086

| Data | <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | NASA | Selisih |
|-------------------|------------------------------------|-------------|----------------|
| Mag. Penumbra | 1.9678 | 1.9679 | 0.0001 |
| Mag. Umbra | 0.9863 | 0.9865 | 0.0002 |
| Delta T | 172.4143 | 172 | 0.4143 |
| Awal Umbra | 1:43:20 | 12:43:08 | 0:00:12 |
| Puncak Gerhana | 3:17:21 | 03:17:08 | 0:00:13 |
| Akhir Umbra | 4:51:22 | 04:51:08 | 0:00:14 |

Tabel 4. 8 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Penumbra Pada 22 Februari 2035

| Data | <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | NASA | Selisih |
|-------------------|------------------------------------|-------------|----------------|
| Mag. Penumbra | 0.9649 | 0.9652 | 0.0003 |
| Mag. Umbra | -0.0536 | -0.0535 | 0.0001 |
| Delta T | 81.1450 | 81 | 0.145 |
| Awal Penumbra | 13:57:01 | 13:56:39 | 0:01:38 |
| Puncak Gerhana | 16:04:55 | 16:04:39 | 0:00:16 |
| Akhir Penumbra | 18:12:49 | 18:12:39 | 0:00:10 |

Tabel 4. 9 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Penumbra Pada 29 Agustus 2053

| Data | <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | NASA | Selisih |
|----------------|------------------------------------|-------------|----------------|
| Mag. Penumbra | 1.0190 | 1.0191 | 0.0001 |
| Mag. Umbra | -0.0329 | -0.0330 | 0.0001 |
| Delta T | 100.4959 | 100 | 0.4959 |
| Awal Penumbra | 12:45:21 | 12:45:20 | 0:00:01 |
| Puncak Gerhana | 3:04:18 | 15:04:20 | 0:00:02 |
| Akhir Penumbra | 17:23:15 | 17:23:20 | 0:00:05 |

Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Perhitungan Gerhana Bulan Penumbra Pada 12 Januari 2093

| Data | <i>Al-Durru Al-Anīq</i> | NASA | Selisih |
|---------------|------------------------------------|-------------|----------------|
| Mag. Penumbra | 0.7552 | 0.7553 | 0.0001 |
| Mag. Umbra | -0.3442 | -0.3444 | 0.0002 |
| Delta T | 186.4891 | 186 | 0.4891 |
| Awal Penumbra | 22:51:05 | 22:50:24 | 0:01:19 |

| | | | |
|----------------|----------|----------|---------|
| Puncak Gerhana | 00:57:43 | 00:56:54 | 0:01:11 |
| Akhir Penumbra | 3:04:20 | 3:03:24 | 0:01:04 |

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa penulis telah melakukan uji akurasi kitab *Al-Durru Al-Anīq* terhadap perhiutngan NASA dengan 6 (enam) parameter data. Adapun untuk nilai magnitudo baik umbra ataupun penumbra, hanya terpaut selisih <1 nilai magnitudo. Adapun nilai Delta T memiliki memiliki selisih kurang dari 1 detik. Sedangkan untuk waktu gerhana, baik gerhana Bulan total, gerhana Bulan parsial, ataupun gerhana Bulan Penumbra, menunjukkan selisih 0 hingga 2 menit.

C. Evaluasi Aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq*

Berdasarkan pemaparan uji coba aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* yang terdiri dari uji fungsional dan uji akurasi, dapat ditarik kesimpulan bahwa aplikasi memiliki kekurangan dan kelebihan. Kekurangan pada aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* diharapkan ada perbaikan dan pengembangan lebih lanjut agar dapat mendapatkan hasil yang terbaik dan dapat dimanfaatkan di seluruh kalangan. Sedangkan kelebihan yang terdapat pada aplikasi tersebut diharapkan dapat dikembangkan dan menjadi motivasi konstruktif bagi peneliti ke depan, khususnya pegiat Falak.

Kekurangan yang terdapat pada aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* adalah sebagai berikut:

1. Pada saat menjalankan aplikasi, gawai harus terkoneksi dengan jaringan internet.
2. Aplikasi hanya memiliki fitur gerhana Bulan.
3. Tahun yang disediakan oleh penulis terbatas.
4. Terdapat *bug* saat penampilan gambar (visualisasi) gerhana Bulan.
5. Tampilan antarmuka aplikasi terlihat buruk pada gawai yang menggunakan mode gelap.

Selain kekurangan, aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* juga terdapat kelebihan, di antaranya sebagai berikut:

1. Secara keseluruhan aplikasi dapat terimplementasikan dalam sebuah produk aplikasi berbasis Android.
2. Hasil perhitungan gerhana Bulan metode kitab *Al-Durru Al- Aniq* memiliki tingkat akurasi tinggi.
3. Ukuran aplikasi yang relatif kecil hanya 16 *megabyte*.
4. Aplikasi dilengkapi dengan fitur tambahan berupa fase-fase Bulan.

Adapun sebagai bahan evaluasi, diperlukan tindak lanjut guna perkembangan aplikasi dan kenyamanan pengguna. Berikut beberapa hal yang dapat dilakukan untuk pengembangan aplikasi:

1. Memberikan notifikasi di tampilan awal layar dan deskripsi aplikasi agar pengguna memastikan keamanan koneksi internet sebelum mengoperasikan aplikasi.
2. Memberikan fitur lainnya selain gerhana Bulan.
3. Menambahkan tahun data gerhana Bulan.

4. Mengatur kombinasi warna yang cocok untuk gawai dengan mode gelap ataupun mode terang.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis dengan judul *Aplikasi Gerhana Bulan Metode Kitab Al-Durru Al-Anīq Berbasis Android* dapat dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji fungsional yang telah dilakukan oleh penulis menunjukkan bahwa aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* secara keseluruhan dapat berjalan di berbagai tipe gawai dan versi Android. Namun aplikasi tersebut memiliki keterbatasan pengoperasian hanya dapat berjalan jika gawai terkoneksi internet. Selain itu, terdapat kekurangan pada salah satu menu (menu NASA) yang seharusnya pengguna akan menerima data berupa gambar. Aplikasi mengalami *bug* yang menjadikan gambar tidak terdeteksi pada tampilan aplikasi. Hal tersebut dikarenakan lemahnya koneksi internet. Selain itu, aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* juga tidak dirancang untuk gawai dengan mode gelap. Jadi, meski data gerhana Bulan dapat muncul di layar, akan tetapi tampilan yang terdapat pada layar pengguna menjadi terlihat buruk saat aplikasi tersebut dijalankan.
2. Adapun uji akurasi perhitungan gerhana Bulan, penulis melakukan pengujian akurasi terhadap hasil perhitungan NASA. Berdasarkan pengujian akurasi yang telah dilakukan penulis, menunjukkan kesimpulan bahwa nilai

magnitudo, baik umbra ataupun penumbra, hanya terdapat selisih kurang dari 1 nilai magnitudo. Adapun nilai delta T memiliki selisih tidak lebih dari satu detik. Sedangkan waktu gerhana, baik gerhana Bulan total, gerhana Bulan parsial, dan gerhana Bulan penumbra, terdapat selisih 0 hingga 2 menit.

B. Saran

Penelitian yang dilakukan oleh penulis yang menghasilkan sebuah projek aplikasi *Lunar Eclipse By Durrul Aniq* masih banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu, terdapat beberapa saran untuk peneliti ke depannya, yakni:

1. Aplikasi tersebut hanya berisi fitur gerhana dan fase Bulan, maka ke depannya disarankan untuk pengembangan dengan menambah fitur lainnya, mengingat pembahasan yang terdapat dalam kitab *Al-Durru Al-Anīq* terdiri dari tiga macam pembahasan utama (awal bulan Hijriah, gerhana Matahari, dan gerhana Bulan).
2. Selain hasil perhitungan gerhana metode kitab *Al-Durru Al-Anīq*, dalam aplikasi tersebut hanya menyajikan hasil perhitungan NASA. Jadi tidak menutup kemungkinan untuk dikembangkan lagi dengan menambah menu hasil perhitungan gerhana Bulan metode lainnya.
3. Menambahkan fitur animasi, mengatur kombinasi warna, dan memperkuat sistem pada aplikasi sehingga lebih memikat pengguna dan meminimalisir terjadinya *bug* pada aplikasi.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan nikmat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Penulis meyakini selama proses kepenulisan, tiada daya dan upaya melainkan dari kehendak-Nya. Salawat serta salam selalu juga terhaturkan kepada Nabi Muhammad saw. yang telah menuntun umat menuju jalan yang terang dengan tersyiarnya agama Islam.

Segala upaya telah penulis lakukan dalam penyelesaian skripsi ini. Namun, penulis sangat menyadari, skripsi ini memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat penulis harapkan guna melengkapi kekurangan yang ada. Meski demikian, penulis berharap setidaknya projek skripsi ini dapat bermanfaat untuk khalayak umum.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Abdulloh, Rohi. *Mudah Membuat Aplikasi Android dengan Ionic*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2018.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 2012.
- Buber, Martin. *Eclipse of God*. New Jersey: Princeton University Press, 2016.
- Chauvenet, William. *A Manual of Spherical and Practical Astronomy*. Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 2006.
- Cowen, Ron. *Gravity's Century*. London: Harvard University Press, 2009.
- Firly, Nadia. *Create Your Own Android Application*. Jakarta: Elex Medai Komputindo, 2018.
- Friesen, Jeff. *Learn Java for Android Development*. Edisi 3. California: Apress, 2014.
- Ghozali, Ahmad. *Al-Durru Al-Anīq*. Sampang: Lajnah Falakiyah Al-Mubarak Lanbulan, 2016.
- _____. *Irsyadu Al-Murid*. Sampang: Lajnah Falakiyah Al-Mubarak Lanbulan, 2005.
- _____. *Tsamrotu Al-Fikar*. Sampang: Lajnah Falakiyah Al-Mubarak Lanbulan, 2008.
- Hadi Bashori, Muhammad Hadi. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015.

- Hajar Al Asqalani, Ibnu Hajar. *Bulughul Maram*. Surabaya: Imam, 2007.
- Harwit, Martin. *Astrophysical Concepts*. New York: Springer, 2006.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.
- Khan, Muhammad Muhsin. *Shahih Al Bukhari*. Madinah: Darussalam, 1994.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- Komputer, Wahana. *Membuat Aplikasi Android Tanpa Coding dengan App Inventor*. Jakarta: PT Gramedia, 2013.
- Kopal, Zdenek dan Jurgen H. Rahe. *Astrometric Binaries*. Heidelberg: Springer Netherlands, 1985.
- Link, F. *Eclipse Phenomena in Astronomy*. New York: Springer, 1969.
- Mednicks, Ziquard, Laird Dornin, dkk. *Programming Android*. Edisi 2. Sebastopol: O'Reilly, 2012.
- Meeus, Jean. *Elements of Solar Eclipses: 1952-2200*. Virginia: Willmann-Bell, Inc, 1989.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithm Second Editon*. Virginia: Willman-Bell, 1991.
- RI, Departemen Agama. *Al-Quran dan Terjemah*. Bandung: Sygma, 2009.

- Satyaputra, Alfa. *Let's Build Your Apps with Android Studio*. Jakarta: Elex Media Kumpotindo, 2016.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- Sulaiman, Abu Dawud. *Sunan Abu Dawud*. Riyadh: Ifkar Dauliyah, 1999.
- Tylor, Jason. *Google App Inventor for Android*. New Jersey: Wiley, 2011.
- Walisono, Tim Fakultas Syariah IAIN. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Semarang: Basscom Multimedia Grafika, 2012.
- Yudhanto, Yudho dan Helmi Adi Prasetyo. *Panduan Mudah Belajar Framework Larevel*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2018.

Jurnal

- Alimuddin. "Gerhana Matahari Perpektif Astronomi", *Al-Daulah*, vol. 3, 2004.
- Mujab, Sayful. "Gerhana: Antara Mitos, Sains, dan Islam", *Yudisia: Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam*, vol. 5, 2014.
- Mulyadi, Ahmad. "The Science of Falak on Virtual Reality", *Al Hilal: Journal of Islamic Astronomy*, vol. 2, 2020.
- Nugraha, Rikky Wisnu dan Endro Wibowo. "Aplikasi Peningkat Salat dan Arah Kiblat Menggunakan GPS Berbasis Android", *LPKIA*, vol. 4, 2014.

- Samudera, Faerera Deka S., Aswin Rosadi, dan Triuli Novianti. “Rancang Bangun Aplikasi Jadwal Sholat dan Pengantar ke Masjid Terdekat Berbasis Android”, *Jurnal Ilmiah Computing*, vol. 1, 2019.
- Solikin, Imam. “Implementasi Penggunaan *Smartphone* Android Untuk *Control PC (Personal Computer)*”, *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, vol. 03, 2018.
- Touze, M. Chapront dan J. Chapront. “The Lunar Ephemeris ELP 2000”, *Astronomy and Astrophysics*, vol. 124, 1983.
- Touze, M. Chapront. “The ELP Solution to The Main Problem of Lunar Theory”, *Astronomy and Astrophysics*, vol. 82, 1980.
- Wahyudi, M. Didik R. “Rancang Bangun Perangkat Lunak Penentu Arah Kiblat, Penghitung Waktu Shalat, dan Konversi Kalender Hijriyyah Berbasis *Smartphone* Android”, *Jurnal Teknik*, vol. 5, 2015.
- Waseso, Tungga dan Ratna Mutu Manikam. “Aplikasi Pembelajaran Fungsi Sistem Saraf Pada Tubuh Manusia Berbasis Android”, *Jurnal Ilmiah Fifo*, vol. 7, 2015.

Skripsi

- Abdillah, Yusrifal Fais. “Algoritma Pemrograman Gerhana Bulan Metode Al-Durr Al-Aniq Menggunakan Software Basic 6.0”, *Skripsi UIN Sunan Ampel*. Surabaya: 2019. Tidak dipublikasikan
- Afifi, Miftach Rizcha. “Akurasi Perhitungan Gerhana Bulan menurut Jean Meeus Menggunakan Software Matlab”,

Skripsi UIN Sunan Ampel. Surabaya: 2019. Tidak dipublikasikan

Al Aslami, Obi Robi'a. "Aplikasi Jadwal Waktu Salat dengan Standar Jam Atom BMKG Berbasis Android". *Skripsi* UIN Walisongo. Semarang: 2019. Tidak dipublikasikan.

Setiawan, Ridwan. "Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Pada Pengenalan Sistem Tata Surya". *Skripsi* STMIKA Nusa Mandiri. Jakarta: 2017. Tidak dipublikasikan

Yaqin, 'Alamul. "Algoritma Hisab Gerhana Bulan Menurut Rinto Anugraha dalam Buku Mekanika Benda Langit". *Skripsi* UIN Walisongo. Semarang: 2017. Tidak dipublikasikan.

Internet

Android, "*Versi Android*", <https://developer.Android.com>, 7 Mei 2021.

Cyberthreat.id, "*Pengguna Internet*", <https://m.cyberthreat.id/Digital-2020-Pengguna-Internet-Indonesia>, 15 Desember 2020.

NASA, "*Elemen Bessel*", <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/beselm.html>. 16 Juni 2021.

NASA, "*ELP 2000*". <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEpath/ve82-predictions.html>, 17 Juni 2021.

Wawancara

Ghozali, Ahmad. *Wawancara*. Daring (*WhatsApp*), 18 Februari 2021.

LAMPIRAN

Lampiran I: Surat Pengantar Wawancara Kepada Pengarang Kitab *Al-Durru Al-Anīq*.



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
 Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 50185
 Telepon (024) 7606405, Faksimili (024) 7606405, Website: fsh.walisongo.ac.id

Nomor : B-411/Un.10.01/U/PP.00.9/r1/2021 Semarang, 25 Januari 2021
 Lamp. : -
 Hal : Pengantar Penelitian

Kepada Yth.

KH. Ahmad Ghazali
 Di

Pondok Pesantren Al-Mubarak Lanbulan Sampang Jawa Timur

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Khasan, MAg
 NIP : 19741212 200312 1 004
 Jabatan : Ketua Jurusan Ilmu Falak

Menerangkan bahwa mahasiswa:

Nama : Syikma Riyadil Jannah
 NIM : 17020466100
 Jurusan : Ilmu Falak

Sedang melakukan penelitian dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul "**Aplikasi Gerhana Bulan Metode Kitab *Durul Aniq* Berbasis Android**". Oleh karena itu bersama surat ini kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan ijin kepada mahasiswa tersebut untuk mendapatkan data-data penelitian yang diperlukan.

Demikian surat pengantar ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

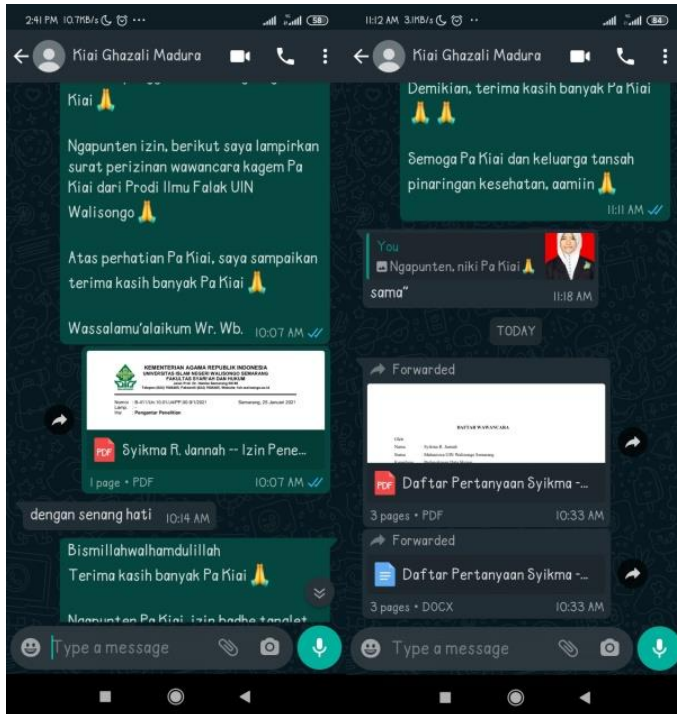
Ketua Program Studi Ilmu Falak

 Moh. Khasan, MAg
 NIP. 19741212 200312 1 004

Tembusan kepada Yth:

1. Dekan Fakultas Syariah dan Hukum (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran II: Dokumentasi Wawancara Melalui Pesan WhatsApp bersama KH. Ahmad Ghazali, pengarang kitab *Al-Durru Al-Anīq*



Lampiran III: Tabel Input Perhitungan Gerhana Bulan ('*awamilu al-khusuf*') dalam Kitab *Al-Durru Al-Anīq*

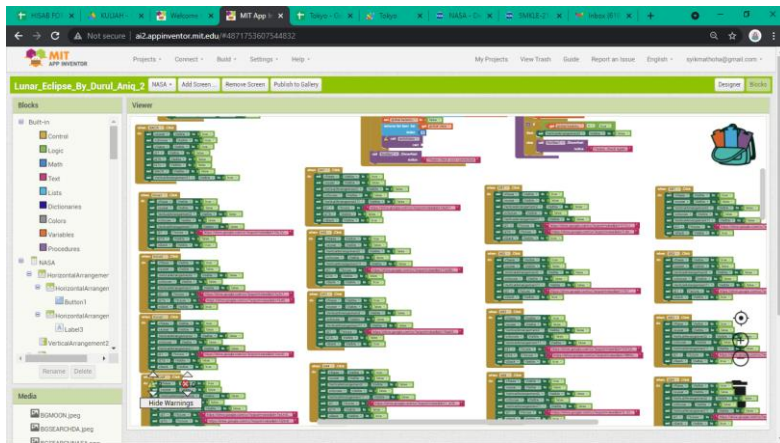
TABEL 'AWAMILIL KHUSUF (Input from Al-Durru Al-Aniq, p.248-255)

| NO | تاريخ | شهر | سنة | TD | x0 | y0 | L10 | L20 | L30 | Sc0 | M0 | dm0 |
|----|-------|-----|------|----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | سنة | سنة | | y1 | L11 | L21 | L31 | Sc1 | M1 | dm1 | |
| 1 | 10 | 1 | 2020 | H | 1987.8297 | -87.3099 | 1.8347 | 1.8817 | 1.0711 | 0.3952 | 14.4021 | -0.0331 |
| 2 | 10 | 1 | 2020 | H | 1988.4066 | -87.3099 | 1.8347 | 1.8817 | 1.0711 | 0.3952 | 14.4021 | -0.0331 |
| 3 | 5 | 1 | 2020 | H | 1994.4337 | -85.1361 | -1.7863 | -1.7761 | -1.0193 | -0.5786 | 14.4121 | -0.1168 |
| 4 | 30 | 1 | 2020 | H | 1999.8159 | -87.6294 | 1.6023 | 1.6149 | 1.0243 | 0.4632 | 14.4214 | -0.0925 |
| 5 | 20 | 1 | 2021 | F | 2006.0772 | -88.3759 | -0.4188 | -0.4631 | -0.2388 | -0.5871 | 14.3967 | -0.0999 |
| 6 | 19 | 11 | 2021 | F | 2011.1767 | -88.0511 | 1.6762 | 1.7821 | 1.0284 | 0.5002 | 14.4214 | -0.1038 |
| 7 | 16 | 5 | 2022 | T | 2016.3233 | -89.2113 | 1.1398 | 1.3054 | 0.7774 | 0.2884 | 14.4214 | -0.2038 |
| 8 | 8 | 31 | 2022 | T | 2017.2748 | -89.2838 | -1.6572 | -1.6777 | -0.9687 | -0.3542 | 14.5242 | 0.2025 |
| 9 | 5 | 1 | 2023 | H | 2023.1541 | -91.1830 | 1.8971 | 1.9264 | 1.0682 | 0.5002 | 14.4214 | -0.1038 |
| 10 | 28 | 10 | 2023 | F | 2029.3724 | -92.8998 | 1.5394 | 1.6079 | 1.0438 | 0.3811 | 14.4831 | -0.1561 |
| 11 | 25 | 9 | 1445 | F | 1338.7428 | 118.0909 | 1.1323 | 1.0289 | 1.0438 | 0.3811 | 14.4831 | -0.1561 |
| 12 | 18 | 7 | 1448 | F | 1441.2457 | -79.6003 | 0.4409 | 0.4657 | 0.2371 | 0.0574 | 14.6054 | -0.1268 |
| 13 | 14 | 6 | 2024 | F | 1874.4821 | -108.4933 | 0.4787 | 0.4731 | 0.2388 | 0.0994 | 14.4628 | -0.2004 |
| 14 | 7 | 3 | 2025 | T | 1980.1927 | -81.9476 | -0.9874 | -0.9655 | -0.5527 | -0.2074 | 14.5989 | -0.2424 |
| 15 | 4 | 1 | 2025 | T | 1981.7964 | -82.0424 | -0.9874 | -0.9655 | -0.5527 | -0.2074 | 14.5989 | -0.2424 |
| 16 | 7 | 9 | 2025 | T | 1754.3951 | 95.2645 | 1.8217 | 1.8219 | 1.0121 | 0.3849 | 14.5129 | 0.2796 |

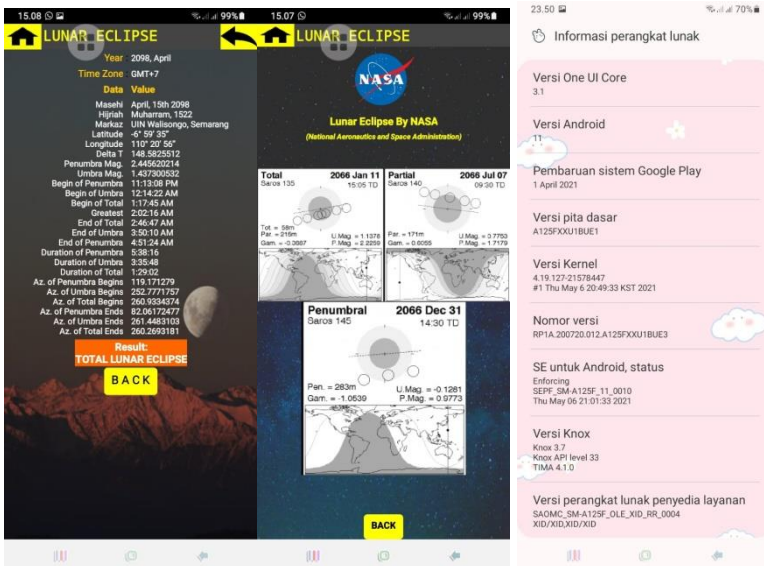
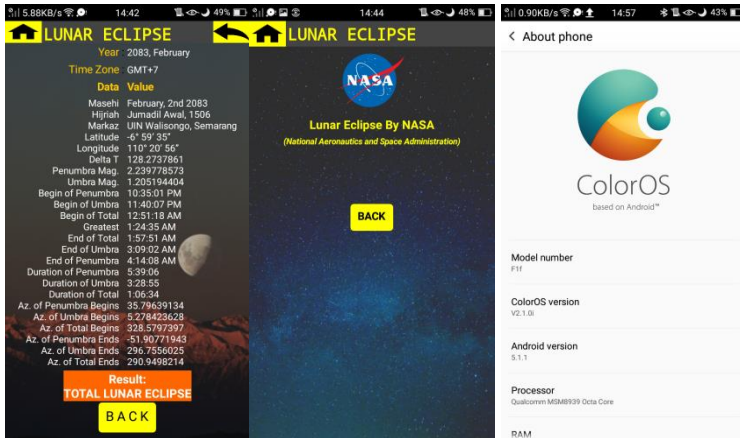
Lampiran IV: Tabel Input Perhitungan Gerhana Bulan ('awamilu al-khusuf) dalam Kitab Al-Durru Al-Aniq

| No. | Keterangan | Derajat | Menit | Detik | Desimal |
|-----|------------|---------|-------|-------|---------|
| 1 | U | - | - | - | - |
| 2 | W | 180 | 20 | 58 | 10.548 |
| 3 | Y | 7 | | | |
| 4 | D | | | | |
| 5 | W | | | | |
| 6 | Y | | | | |
| 7 | U | | | | |
| 8 | W | | | | |
| 9 | Y | | | | |
| 10 | U | | | | |
| 11 | W | | | | |
| 12 | Y | | | | |
| 13 | D | | | | |
| 14 | W | | | | |
| 15 | Y | | | | |
| 16 | U | | | | |
| 17 | W | | | | |
| 18 | Y | | | | |
| 19 | U | | | | |
| 20 | W | | | | |
| 21 | Y | | | | |
| 22 | D | | | | |
| 23 | W | | | | |
| 24 | Y | | | | |
| 25 | U | | | | |
| 26 | W | | | | |
| 27 | Y | | | | |
| 28 | U | | | | |
| 29 | W | | | | |
| 30 | Y | | | | |
| 31 | U | | | | |
| 32 | W | | | | |
| 33 | Y | | | | |
| 34 | U | | | | |
| 35 | W | | | | |
| 36 | Y | | | | |
| 37 | U | | | | |
| 38 | W | | | | |
| 39 | Y | | | | |
| 40 | U | | | | |
| 41 | W | | | | |
| 42 | Y | | | | |
| 43 | U | | | | |
| 44 | W | | | | |
| 45 | Y | | | | |
| 46 | U | | | | |
| 47 | W | | | | |
| 48 | Y | | | | |
| 49 | U | | | | |
| 50 | W | | | | |
| 51 | Y | | | | |
| 52 | U | | | | |
| 53 | W | | | | |
| 54 | Y | | | | |
| 55 | U | | | | |
| 56 | W | | | | |
| 57 | Y | | | | |
| 58 | U | | | | |
| 59 | W | | | | |
| 60 | Y | | | | |
| 61 | U | | | | |
| 62 | W | | | | |
| 63 | Y | | | | |
| 64 | U | | | | |
| 65 | W | | | | |
| 66 | Y | | | | |
| 67 | U | | | | |
| 68 | W | | | | |
| 69 | Y | | | | |
| 70 | U | | | | |
| 71 | W | | | | |
| 72 | Y | | | | |
| 73 | U | | | | |
| 74 | W | | | | |
| 75 | Y | | | | |
| 76 | U | | | | |
| 77 | W | | | | |
| 78 | Y | | | | |
| 79 | U | | | | |
| 80 | W | | | | |
| 81 | Y | | | | |
| 82 | U | | | | |
| 83 | W | | | | |
| 84 | Y | | | | |
| 85 | U | | | | |
| 86 | W | | | | |
| 87 | Y | | | | |
| 88 | U | | | | |
| 89 | W | | | | |
| 90 | Y | | | | |
| 91 | U | | | | |
| 92 | W | | | | |
| 93 | Y | | | | |
| 94 | U | | | | |
| 95 | W | | | | |
| 96 | Y | | | | |
| 97 | U | | | | |
| 98 | W | | | | |
| 99 | Y | | | | |
| 100 | U | | | | |

Lampiran V: Visual Block MIT App Inventor



Lampiran VI: Dokumentasi Uji Fungsional ke beberapa gawai dan versi Android.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Syikma Riyadlil Jannah
 Tempat Tanggal Lahir : Lamongan, 13 April 1998
 Alamat : Jalan KH. Musthafa No.17 RT.002
 RW.005 Kranji Paciran Lamongan,
 Jawa Timur. Kode pos 62264
 Pekerjaan : Mahasiswa
 Agama : Islam
 No. Ponsel : 085749926002
 Email : syikmathoha@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - 1) TKM NU Tarbiyatut Tholabah (2003 – 2004)
 - 2) MI Tarbiyatut Tholabah (2004 – 2010)
 - 3) MTs. Tarbiyatut Tholabah (2011 – 2013)
 - 4) MA Tarbiyatut Tholabah (2013 – 2016)
 - 5) S1 UIN Walisongo Semarang (2017 – 2021)
2. Pendidikan Non-formal:
 - 1) Taman Pendidikan al Quran (TPQ) Tarbiyatut Tholabah Lamongan
 - 2) Madrasah Diniyah Tarbiyatut Tholabah Lamongan
 - 3) Pesantren Tarbiyatut Tholabah Lamongan
 - 4) Takhasus Pesantren al Khoirot Malang
 - 5) Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang
 - 6) Mahesa English Course Pare Kediri

C. Riwayat Organisasi

1. 2018 – 2019 : Sekretaris II Community of Santri Scholars of Ministry of Religious Affairs (CSSMoRA) UIN Walisongo

2. 2018 – 2019 : Sekretaris II Komunitas Young On Top (YOT) Semarang
3. 2018 – 2019 : Tim Redaksi Buletin an Najwa Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang
4. 2018 – 2019 : Sekretaris II Putri Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang
5. 2019 – 2020 : Kepala Departemen Hubungan Luar Himpunan Alumni Tarbiyatut Tholabah wilayah Semarang dan sekitarnya (Hamasah)
6. 2019 – 2020 : Sekretaris I Community of Santri Scholars of Ministry of Religious Affairs (CSSMoRA) UIN Walisongo
7. 2019 – sekarang : Sekretaris I Putri Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang
8. 2019 – sekarang : Pimpinan Redaksi Buletin an Najwa Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang
9. 2020-2021 : Sekretaris I Community of Santri Scholars of Ministry of Religious Affairs (CSSMoRA) Nasional

Semarang, 23 Juni 2021



Syikma Riyadlil Jannah
NIM: 1702046100