

**RANCANG BANGUN APLIKASI  
EPHEMERIS FALAK BERBASIS WEB  
DENGAN DATA NASA JET PROPULSION  
LABORATORY HORIZONS**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi Tugas dan Melengkapi  
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program  
Strata 1 (S.1)



Disusun Oleh:

**MUHAMMAD ANIQ ATHOILLAH**

**2102046082**

**PRODI ILMU FALAK  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
WALISONGO  
SEMARANG  
2024**





KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

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

---

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Muhammad Aniq Athoillah  
Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum  
UIN Walisongo

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Muhammad Aniq Athoillah  
NIM : 2102046082  
Jurusan/prodi : Ilmu Falak  
Judul skripsi : **Rancang Bangun Aplikasi Ephemeris Falak Berbasis Web Dengan Data NASA Jet Propulsion Laboratory Horizons**

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

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 17 Desember 2024

Pembimbing I

**Dr. Ahmad Adih Rofiuddin M.S.I.**  
**NIP 19891022018011001**



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 02 Kampus III UIN Walisongo Semarang 50185 Telp. (024) 7601291  
Website: [www.isi-walisongo.ac.id](http://www.isi-walisongo.ac.id)

**LEMBAR PENGESAHAN**

Skripsi Saudara : Muhammad Aniq Athoillah  
NIM : 2102046082  
Jurusan : Ilmu Falak  
Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN APLIKASI EPHEMERIS FALAK  
BERBASIS WEB DENGAN DATA NASA JET PROPULSION  
LABORATORY HORIZONS**

Telah dimunaqosahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan dinyatakan lulus/baik/cukup pada tanggal 23 Desember 2024 dan dapat diterima sebagai syarat ujian akhir dalam rangka menyelesaikan studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2024/2025 guna memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Falak.

Ketua Sidang

ALFIAN OODRI AZIZI, M.H.  
NIP. 198811052019031006

Sekretaris Sidang

Dr. AHMAD ADIB ROFIUDDIN, M.S.I.  
NIP. 198911022018011001

Penguji Utama I

Dr. AHMAD SYIFA'UL ANAM, SHI, MH.  
NIP. 198001202003121001



Penguji Utama II

KARIS JUSDIANTO, M.S.I.  
NIP. 1989110092019031005

Pembimbing I

Dr. AHMAD ADIB ROFIUDDIN, M.S.I.  
NIP. 198911022018011001

## MOTTO

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. Dialah pula yang menetapkan tempat-tempat orbitnya agar kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu).”*

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Bapak dan Ibu tercinta

Abah M. Khamim dan Umi Nur Aeni

*yang doa dan ridhonya selalu mengiringi langkah penulis*

## DEKLARASI

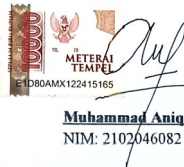
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Aniq Athoillah  
NIM : 2102046082  
Jurusan : Ilmu Falak  
Fakultas : Syari'ah dan Hukum  
Judul Skripsi : **Rancang Bangun Aplikasi Ephemeris Falak Berbasis Web Dengan Data NASA Jet Propulsion Laboratory Horizons**

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis orang lain atau telah diterbitkan. Demikian skripsi ini tidak berisi pikiran-pikiran orang lain, kecuali pendapat-pendapat yang terdapat di dalam referensi sebagai rujukan.

Semarang, 17 Desember 2024

Deklarator



METERAI  
TEMPEL  
E1D80AMX122415165

**Muhammad Aniq Athoillah**  
NIM: 2102046082

## PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB LATIN

Dalam transliterasi dari Arab ke Latin, peneliti mengacu hasil keputusan bersama (SKB) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor: 158 Tahun 1987 dan Nomor 0443b/U/1987.

### A. Konsonan

No	Arab	Latin
1	أ	Tidak dilambangkan
2	ب	b
3	ت	t
4	ث	s
5	ج	j
6	ح	h
7	خ	kh
8	د	d
9	ذ	z
10	ر	r
11	ز	z
12	س	s
13	ش	sy
14	ص	ş
15	ض	d
16	ط	t
17	ظ	z
18	ع	‘
19	غ	g
20	ف	f
21	ق	q
22	ك	k
23	ل	l

No	Arab	Latin
24	م	m
25	ن	n
26	و	w
27	هـ	h
28	ء	'
29	ي	y

## B. Vokal

Transliterasi vokal dibagi menjadi vokal pendek, vokal panjang, dan vokal rangkap (diftong). Fathah ( َ ) dalam vokal pendek ditranslasikan dengan huruf **a** dan vokal panjang ditranslasikan dengan **ā**. Kasrah ( ِ ) dalam vokal pendek ditranslasikan dengan huruf **i** dan vokal panjangnya ditranslasikan dengan **ī**. Adapun dammah ( ُ ) dalam vokal pendek ditranslasikan dengan huruf **u** dan vokal panjangnya ditranslasikan dengan **ū**. Vokal rangkap fathah dan ya ditranslasikan dengan **ai** dan vokal rangkap fathah dan wau ditranslasikan dengan **au**.

## C. Ta' Marbutah

Ta' marbutah hidup atau berharakat kasrah dan dammah ditransliterasikan dengan **t**. Adapun ta' marbutah mati atau berharakat sukun, ditransliterasikan dengan **h**.

## D. Tasydid

Tasydid atau syaddah (" ّ ") ditransliterasikan dengan huruf konsonan ganda.

## E. Kata Sandang

Kata sandang dalam bahasa Arab ( ِ ) jika diikuti huruf syamsiyah ditransliterasikan sesuai bunyinya, adapun jika diikuti huruf qamariyah ditransliterasikan sesuai aturan di depan.

## ABSTRAK

Dalam perhitungan ilmu falak, ephemeris memiliki kedudukan yang sangat penting sebagai sumber pengambilan data-data terkait matahari dan bulan. Ephemeris yang biasa digunakan adalah Ephemeris Hisab Rukyat Kemenag. Namun, perhitungan Ephemeris Kemenag masih didasarkan pada algoritma lama buku *Astronomical Formulae for Calculator*. Perkembangan sains memunculkan algoritma yang lebih mutakhir dalam menentukan data matahari maupun bulan, JPL DE NASA misalnya. Perkembangan teknologi juga menghadirkan kemudahan dalam pengembangan aplikasi web yang dapat diakses dari berbagai sistem operasi.

Melihat perkembangan yang terjadi, penulis berinisiatif mengembangkan aplikasi ephemeris berbasis web dengan data JPL Horizons yang menggunakan algoritma DE441. Rumusan masalah yang muncul dalam penelitian ini adalah mengenai bagaimana alur yang nantinya akan penulis gunakan dalam perancangan aplikasi ephemeris dengan data Horizons JPL berbasis web serta mengenai hasil uji aplikasi ephemeris yang penulis lakukan dengan data Horizons JPL berbasis web baik dari fungsi maupun akurasi.

Dalam penelitian ini, diketahui bahwa aplikasi ini disusun melalui tahap analisis, desain, implementasi, pengujian, dan *maintenance*. Aplikasi dibangun dalam dua bagian, yaitu *backend* untuk mendapatkan data dari Horizons, dan *frontend* untuk menampilkan data dari aplikasi backend dalam bentuk tabel.

Dari hasil uji coba yang dilakukan, disimpulkan bahwa aplikasi ini layak digunakan, dapat menampilkan data Horizons dengan baik, dan dapat berjalan dengan baik pada browser-browser. Namun perhitungan gerhana menggunakan Ephemeris Kemenag dan data aplikasi dengan data observasi gerhana, menunjukkan Ephemeris Kemenag mendapatkan nilai yang lebih akurat daripada perhitungan gerhana dengan data Horizons.

**Kata Kunci:** Ephemeris, Aplikasi Web, JPL Horizons

## ABSTRACT

In the calculation of falak, ephemeris has a very important role as a source of data related to the sun and the moon. The commonly used one is the Hisab Rukyat Ephemeris by the Ministry of Religious Affairs. However, the data computation is still based on the old algorithm of the Astronomical Formulae for Calculator book. As science develops, more sophisticated algorithms have emerged in determining solar and lunar data, NASA's JPL DE for example. Technological developments also provide convenience in the development of web applications that can be accessed from various operating systems.

Seeing the developments that occurred, the author took the initiative to develop a web-based ephemeris application with JPL Horizons data using the DE441 algorithm. The research problem that arises in this study is about how the flow that the author will use in designing the web-based ephemeris application with JPL Horizons data and about the test results of the ephemeris application that the author does with web-based JPL Horizons data both from its function and accuracy.

In this research, it is known that this application is structured analysis stage, design, implementation, testing, and maintenance stage. The application is built in two parts, namely the backend to get data from Horizons, and the frontend to display data from the backend application in tabular form.

From the results of the tests conducted, it is concluded that this application is feasible to use, can display Horizons data well, can run well on browsers. However, in the accuracy test done by comparing eclipse calculations using the Ministry's Ephemeris and application data with eclipse observation data, it was found that the Ministry's Ephemeris with Bessel got a more accurate value than eclipse calculations with Horizons data.

**Keywords:** Ephemeris, Web Application, JPL Horizons

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* *rabbil 'alamin*, penulis panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. yang atas limpahan rahmat serta karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **“RANCANG BANGUN APLIKASI EPHEMERIS FALAK BERBASIS WEB DENGAN DATA NASA JET PROPULSION LABORATORY HORIZONS”** ini. Salawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. yang senantiasa kita nantikan syafaatnya di hari kiamat kelak.

Penulis sadar bahwa penelitian ini tak hanya jerih payah penulis sendiri. Bantuan secara lahiriah maupun batin turut hadir dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, ingin penulis sampaikan rasa terima kasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Abah M. Khamim dan Umi Nur Aeni yang senantiasa memberikan bimbingan, doa, serta restu sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini
2. Bapak Dr. Adib Rofi'uddin, M.Si., selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaganya untuk memberi pendampingan dan bimbingan dan penyusunan skripsi ini
3. Ibu Anis Shalatin Simon, M.Pd.I., selaku dosen wali yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam berjalannya proses perkuliahan
4. Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo beserta jajarannya
5. Prof. Dr. H. Abdul Ghofur, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo beserta jajarannya
6. Bapak Ahmad Munif, M.S.I., selaku ketua program studi Ilmu Falak beserta jajarannya

7. Prof. Dr. K.H. Ahmad Musyafiq, M.Ag. dan Ibu Nyai Dr. Nikmah Rochmawati, M.Si. selaku pengasuh Pondok Pesantren Al Ihya Semarang
8. Prof. Dr. Ahmad Basthoni, M.Ag. dan Bapak Misbahul Munir yang turut memberikan inspirasi dan motivasi dalam eksplorasi pengembangan ilmu falak di dunia pemrograman
9. Bapak K.H. Idham Arif, Mailan Nahdloh, Syakir Maula Asif, beserta rekan-rekan LFNU Kota Pekalongan
10. Yusuf Indra, Rofiq, Fitri, Ulfah, dan seluruh rekan ilmu falak angkatan 2021 yang kebersamai dalam mendalami ilmu falak
11. Ahmad Isbarul Fahmi, Naufal Muhadzib, dan rekan-rekan komunitas GDSC yang selalu mendorong untuk selalu bertumbuh
12. Gawr Gura dan rekan-rekan Hololive yang kebersamai penulis dalam menjalani perkuliahan

Atas kebaikan yang telah diberikan, peneliti mengucapkan terima kasih dan doa atas kebaikan yang telah diberikan agar menjadi amal jariah. Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Dengan demikian, penulis selalu terbuka dalam menerima kritik dan saran, terkhusus untuk penelitian dan pengembangan aplikasi ini.

Akhir kata, penulis berharap agar penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi sumbangsih dalam keilmuan falak di Indonesia khususnya maupun masyarakat pada umumnya.

## DAFTAR ISI

<b>MOTTO.....</b>	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB LATIN.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>GLOSARIUM.....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	8
E. Telaah Pustaka.....	8
F. Metodologi Penelitian.....	12
1. Jenis Penelitian.....	12
2. Model Pengembangan.....	12
3. Sumber Data.....	14
4. Metode Pengumpulan Data.....	15
5. Metode Analisis Data.....	16
G. Sistematika Penelitian.....	16
<b>BAB II PERGERAKAN MATAHARI DAN BULAN DALAM AL-QUR'AN DAN SAINS SERTA GARIS BESAR APLIKASI WEB DAN PROGRAM JPL HORIZONS.....</b>	<b>18</b>
A. Matahari, Bumi, dan Bulan serta Pergerakannya dalam Al- Quran dan Sains.....	18

1. Pergerakan Matahari, Bumi, dan Bulan dalam Kacamata Quran.....	18
2. Gerakan Matahari, Bumi, dan Bulan dalam Sains.....	21
3. Tata Koordinat dalam Astronomi.....	27
4. Data Ephemeris untuk Perhitungan Ilmu Falak.....	31
B. Aplikasi Web dan Perkembangannya.....	37
C. Program JPL Horizons.....	40
1. Antarmuka Web.....	41
2. Antarmuka Terminal.....	41
3. Email.....	41
4. API ( <i>Application Programming Interface</i> ).....	41
<b>BAB III API JPL HORIZONS, PEMEROLEHAN DATA, DAN PERANCANGAN APLIKASI WEB.....</b>	<b>43</b>
A. API JPL Horizons.....	43
1. API ( <i>Application Programming Interface</i> ).....	43
2. Penggunaan API Horizons.....	44
B. Kualifikasi Perangkat dalam Pengembangan Aplikasi.....	49
1. Perangkat Lunak.....	50
2. Perangkat Keras.....	53
3. Spesifikasi Perangkat yang Digunakan.....	54
C. Perancangan Aplikasi Ephemeris berbasis Web.....	55
D. Implementasi Pengembangan Aplikasi.....	62
1. Pengembangan Aplikasi <i>Backend</i> .....	62
2. Pengembangan Aplikasi <i>Frontend</i> .....	69
<b>BAB IV PENGUJIAN FUNGSIONALITAS, AKURASI, DAN UJI AHLI TERHADAP PROGRAM.....</b>	<b>76</b>
A. Uji Ahli.....	76
1. Uji Ahli Bidang Ilmu Falak.....	77
2. Uji Ahli Bidang Pemrograman.....	79
3. Perbaikan berdasarkan Uji Ahli.....	81

B. Uji Fungsionalitas Program.....	82
1. Uji Kesesuaian Data.....	83
2. Uji Fungsionalitas Lintas Browser.....	85
C. Komparasi dengan Ephemeris Kemenag.....	86
D. Uji Akurasi Data.....	87
E. Keunggulan dan Kelemahan Aplikasi.....	89
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>91</b>
A. Kesimpulan.....	91
B. Saran.....	92
C. Penutup.....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>94</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>98</b>
A. Lampiran I: <i>Source Code</i> Pengambilan Data Horizons API .....	98
B. Lampiran II: <i>Source Code Display</i> Data sebagai Tabel...	100
C. Lampiran III: Tampilan Aplikasi.....	101
D. Lampiran IV: Detail Uji Akurasi.....	103
E. Lampiran IV: Hasil Uji Ahli.....	104
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>112</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kesesuaian Data antara Antarmuka Web Horizons dan Data Aplikasi yang telah Dirancang.....	82
Tabel 4.2 Hasil Uji Fungsionalitas Aplikasi Lintas Browser.....	83
Tabel 4.3 Komparasi Data Aplikasi dengan Data Ephemeris Kemenag untuk Data Matahari pada 14 Oktober 2023.....	84
Tabel 4.4 Data Detail Siaran Langsung Observasi sebagai Bahan Uji Akurasi Data.....	86
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Awal Total Gerhana melalui Ephemeris Kemenag dan Data Aplikasi dibandingkan dengan Data Hasil Olah Observasi.....	86

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Model Pengembangan <i>Waterfall</i> .....	11
Gambar 2.1. Tata Koordinat Horizontal.....	26
Gambar 2.2. Tata Koordinat Equatorial.....	27
Gambar 2.3. Tata Koordinat Ekliptika.....	29
Gambar 3.1. Tampilan Visual Studio Code.....	48
Gambar 3.2. Tampilan Sublime Text.....	48
Gambar 3.3. Tampilan Atom.....	50
Gambar 3.4. Tampilan Lunacy.....	51
Gambar 3.5. Diagram Alir pengembangan Aplikasi.....	55
Gambar 3.6. Tampilan Tabel Data Matahari.....	56
Gambar 3.7. Tampilan Tabel Data Bulan.....	56
Gambar 3.8. Tampilan Input Tanggal.....	57
Gambar 3.9. Tampilan Menu Unduh.....	58
Gambar 3.10. Tampilan Menu About.....	59
Gambar 3.11. Source Code Pranala Endpoint.....	65
Gambar 3.12. Source Code Konversi Satuan.....	69
Gambar 3.13. Source Code Horizontal Parallax.....	70
Gambar 3.14. Source Code Semi Diameter.....	70
Gambar 3.15. Source Code Limb Bright Angle.....	71
Gambar 3.16. Source Code Equation of Time.....	72
Gambar 4.1. Source Code Penambahan Header pada CSV dan XLSX.....	81

## GLOSARIUM

- API : Sekumpulan aturan dan protokol sebagai jalan komunikasi antarperangkat.
- Frontend* : Bagian dari pengembangan aplikasi yang berfokus pada visual dan integrasi data dari *backend*
- Backend* : Bagian dari pengembangan aplikasi yang berfokus pada logika pengolahan data dan database
- DE : Development Ephemerides; Algoritma yang dikembangkan oleh Jet Propulsion Laboratory NASA untuk memprediksi posisi dan kecepatan benda-benda tata surya. Ephemeris ini terdiri dari beberapa seri, misalnya DE421 dan DE441
- Framework* : Kerangka kerja yang menyediakan alat-alat standar dalam membangun sebuah perangkat lunak
- Library* : Kumpulan kode untuk menyelesaikan masalah tertentu dan digunakan untuk mengefisiensi pengembangan perangkat lunak

## BABI PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Data matahari dan bulan yang diperoleh dari ephemeris dapat digunakan dalam perhitungan ilmu falak, baik perhitungan waktu salat, awal bulan Hijriah, maupun perhitungan gerhana. Data bulan dan matahari menjadi acuan dalam praktik pelaksanaan ibadah salat maupun puasa umat muslim. Dalam al Quran surat al-Baqarah ayat 189 yang berbunyi:

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهِلَّةِ ۚ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ ۚ وَلَيْسَ الْبِرُّ بِأَنْ تَأْتُوا  
الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنِ اتَّقَىٰ ۚ وَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ أَبْوَابِهَا ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ  
لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

*“Mereka bertanya kepadamu (Nabi Muhammad) tentang bulan sabit. Katakanlah, “Itu adalah (penunjuk) waktu bagi manusia dan (ibadah) haji.” Bukanlah suatu kebajikan memasuki rumah dari belakangnya, tetapi kebajikan itu adalah (kebajikan) orang yang bertakwa. Masukilah rumah-rumah dari pintu-pintunya, dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.”<sup>1</sup> (Q.S. 2 [Al Baqarah]: 189)*

---

<sup>1</sup>Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, "Qur'an Kemenag," Qur'an Kemenag, 2022.

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dalam hisab penentuan posisi matahari dan bulan. Departemen Agama pada Forum Seminar Sehari Ilmu Falak mengelompokkan metode-metode tersebut dibagi menjadi *hisab taqribi*, *hisab tahqiqi*, dan hisab kontemporer. Algoritma yang termasuk ke dalam hisab taqribi antara lain kitab *Sullamun Nayyirain*, *Tazkīrāt al-Ikhwān*, *Fath ar-Ra'ūf al-Mannān*, *al-Qawā'id al-Falakiyyah*, *as-Syamsu wa al-Qamar*, *Jadāwil al-Falakiyyah*, *Risālah al-Qamarain*, dan beberapa kitab lain. Algoritma yang termasuk ke hisab tahqiqi antara lain kitab *al-Maṭla' as-Sa'id*, *al-Manāhij al-Ḥamīdiyyah*, *al-Khulāsah al-Wāfiyyah*, *Badī'at al-Misāl*, dan beberapa kitab lain. Adapun algoritma yang tergolong ke hisab kontemporer antara lain New Comb, The Almanac Nautica, Meeus, Ephemeris Kemenag, dan beberapa algoritma modern lain.<sup>2</sup>

Metode hisab kontemporer yang biasa digunakan dalam penentuan awal bulan maupun gerhana adalah ephemeris Kemenag. Ephemeris Kemenag adalah ephemeris data matahari dan bulan yang diterbitkan oleh Kemenag setiap tahunnya untuk kepentingan perhitungan posisi matahari dan bulan, baik diterapkan dalam perhitungan awal bulan Hijriah, waktu salat, maupun dalam perhitungan gerhana. Ephemeris Kemenag disusun

---

<sup>2</sup>Ahmad Izzuddin, *ILMU FALAK Praktis*, 3 ed. (Semarang: PUSTAKA RIZKI PUTRA, 2017).

berdasarkan algoritma Jean Meeus dalam *Astronomical Formulae for Calculator*<sup>3</sup>. Algoritma lain yang sering digunakan untuk perhitungan falak adalah algoritma dari buku *Astronomical Algorithms* milik Jean Meeus. Algoritma dalam buku tersebut merupakan reduksi dari algoritma VSOP87 dan ELP-2000/82.<sup>4</sup> Ephemeris Kemenag memiliki beberapa kelemahan dan keunggulan. Kelemahan Ephemeris Kemenag antara lain:

1. Ephemeris Kemenag biasanya diedarkan dalam bentuk cetak maupun file PDF. Ephemeris dalam bentuk cetak kurang cocok untuk pengolahan data secara digital. File PDF lebih cocok untuk pengolahan file digital, namun file harus diunduh terlebih dahulu dan untuk mendapatkan tanggal yang sesuai, pengguna harus menemukan halaman yang sesuai dengan tanggal.
2. Ephemeris terbit setahun sekali. Data ephemeris yang tersedia hanya data-data tahun yang sudah berlalu serta data untuk tahun depan. Data untuk tahun ke depannya lagi tidak bisa didapatkan.

Keunggulan Ephemeris Kemenag antara lain:

1. Informasi yang dihadirkan lengkap. Ephemeris Kemenag tidak hanya berisi tentang data bulan dan matahari, namun juga data gerhana, data

---

<sup>3</sup>Alfan Maghfuri, "Reformulasi algoritma hisab gerhana matahari menggunakan data ephemeris hisab rukyat" (Semarang, UIN Walisongo, 2020).

<sup>4</sup>Moch Basthoni, "Karakteristik data ephemeris gerhana matahari berbasis jet propulsion laboratory NASA" (Semarang, UIN Walisongo, 2017).

waktu konjungsi bulan-matahari, dan data posisi hilal sesuai tahunnya. Ephemeris Kemenag juga dilengkapi lampiran mengenai kebijakan hukum yang terkait serta beberapa contoh perhitungan falak.

2. Data-data yang digunakan merupakan data yang familiar di kalangan falak. Kolom-kolom pada tabel Ephemeris Kemenag menggunakan data-data yang familiar bagi kalangan falak yang sudah mempelajari tentang dasar astronomi bola. Hal ini juga ditunjang oleh penjelasan dan definisi dari kolom-kolom tersebut yang terlampir pada Ephemeris Kemenag.

Selain Ephemeris Kemenag, data kontemporer bulan dan matahari juga dapat diperoleh dari JPL Horizons. JPL Horizons merupakan layanan perhitungan ephemeris dan data objek-objek tata surya dengan akurasi tinggi yang mencakup matahari, delapan planet di tata surya, 1.305.307 asteroid, 3.886 komet, 290 satelit planet, titik L1<sup>5</sup>, titik L2<sup>6</sup>, wahana antariksa, dan titik barisenter.<sup>7</sup> Horizons disediakan oleh tim Solar System Dynamics

---

<sup>5</sup>Titik L1 merupakan salah satu dari lima titik Lagrangian. Titik Lagrangian merupakan lima titik di mana suatu benda bermassa kecil yang berada pada titik tersebut akan tetap diam relatif terhadap dua objek langit utama lain. Titik L1 terletak diantara dua objek utama.

<sup>6</sup>Titik L2 merupakan titik Lagrangian yang terletak membentuk garis lurus setelah kedua objek utama.

<sup>7</sup>“Horizons System - Manual,” SSD JPL NASA, diakses 19 November 2023, <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/manual.html>.

Group dari Jet Propulsion Laboratory NASA.<sup>8</sup> Saat ini, data ephemeris JPL Horizons menggunakan algoritma DE441. DE441 merupakan ephemeris yang diperoleh dari perhitungan numerik yang didukung oleh observasi baik di Bumi maupun observasi melalui ruang angkasa. DE441 mencakup rentang waktu antara 13,200 SM hingga 17,191 M. DE441 merupakan pengembangan dari beberapa DE yang dikembangkan oleh JPL NASA sebelumnya.<sup>9</sup> Beberapa seri DE telah diaplikasikan secara luas. Seri DE 200, misalnya, digunakan untuk *fitting* pada algoritma VSOP (*Variations Seculaires Des Orbites Planetaires*) dalam penentuan posisi planet-planet dan ELP (*Ephemeride Lunaire Parisienne*) dalam penentuan posisi bulan.<sup>10</sup>

Hadirnya data-data bulan dan matahari yang presisi disertai majunya perkembangan teknologi membuat penentuan awal bulan dan waktu salat menjadi lebih mudah dan memiliki akurasi yang tinggi. Algoritma penentuan posisi bulan dan matahari dapat diimplementasikan ke dalam aplikasi, baik desktop,

---

<sup>8</sup>Jet Propulsion Laboratory (JPL) merupakan pusat penelitian dan pengembangan yang dikelola untuk NASA. JPL telah menghadirkan berbagai penemuan dan mengirimkan berbagai wahana ke luar angkasa untuk melakukan berbagai penelitian. Lebih lanjut bisa dilihat di <https://www.nasa.gov/centers/jpl/about/index.html>

<sup>9</sup>Ryan S. Park dkk., "The JPL Planetary and Lunar Ephemerides DE440 and DE441," *The Astronomical Journal* 161, no. 3 (Februari 2021): 105, <https://doi.org/10.3847/1538-3881/abd414>.

<sup>10</sup>Basthoni, "Karakteristik data ephemeris gerhana matahari berbasis jet propulsion laboratory NASA."

mobile, maupun web. Terdapat beberapa aplikasi yang telah mendukung perhitungan posisi bulan dan matahari dalam ilmu falak, misalnya *Mawāqit* yang dikembangkan untuk platform *desktop* oleh Dr. Ing Khafid, peneliti yang aktif di Badan Koordinasi dan Survei Indonesia dengan algoritma Jean Meeus lalu pada versi setelahnya menggunakan algoritma VSOP87. Adapula *Al-Mīqāt* yang dikembangkan oleh Ahmad Izzudin dan Aliq Burhani, dan masih banyak aplikasi-aplikasi falak lain.<sup>11</sup>

Selain diterapkan pada platform *desktop* dan *mobile*, algoritma pemograman falak dapat juga diterapkan pada platform *web*. *Web* merupakan sistem untuk mengakses dokumen hipertaut yang terdapat dalam komputer yang dihubungkan melalui internet.<sup>12</sup> Sebuah situs *web* dapat diakses oleh berbagai platform, baik *desktop* maupun *mobile*. Mengakses situs *web* melalui *desktop* dapat menggunakan browser *Mozilla Firefox*, *Google Chrome*, *Microsoft Edge*, dan sebagainya. Sedangkan mengakses situs *web* melalui telepon seluler dapat melalui browser seluler.

Dari latar belakang di atas, penulis mencoba merancang sebuah aplikasi berbasis *web* untuk menampilkan data posisi bulan dan matahari yang bersumber dari data JPL Horizons milik NASA. Data JPL

---

<sup>11</sup>Izzuddin, *ILMU FALAK Praktis*.

<sup>12</sup>“Glossary,” CNEOS JPL NASA, diakses 19 November 2023, <https://cneos.jpl.nasa.gov/glossary/ephemeris.html>.

Horizons milik NASA dapat diakses melalui aplikasi webnya secara langsung maupun diakses melalui API. Fitur-fiturnya disediakan untuk mempermudah pengguna mengakses data ephemeris pada tahun-tahun ke belakang maupun data untuk tahun-tahun ke depan, mengolah maupun mengunduh data secara digital, dan kolom-kolomnya disesuaikan dengan kolom-kolom pada Ephemeris Kemenag agar lebih familiar bagi kalangan falak. Lewat aplikasi ini, penulis harap dapat menghendai alternatif dari Ephemeris Kemenag serta menambah kepraktisan dalam proses perhitungan waktu salat, awal bulan Hijriah, maupun gerhana bagi kalangan pegiat falak maupun astronomi pada umumnya.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana alur perancangan aplikasi ephemeris dengan data Horizons JPL berbasis web?
2. Bagaimana hasil uji aplikasi ephemeris dengan data Horizons JPL berbasis web baik dari fungsi maupun akurasi?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang aplikasi ephemeris sebagai penampil data Bulan dan Matahari
2. Mengetahui hasil pengujian aplikasi ephemeris baik dari segi fungsional maupun akurasinya

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

Manfaat yang penulis harapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan kemudahan dalam mengakses data matahari dan bulan lewat platform manapun
2. Memberikan data dengan akurasi tinggi untuk perhitungan dalam falak
3. Menambah khazanah keilmuan falak terutama melalui pemanfaatan dunia digital

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

Telah banyak penelitian dengan kajian rancang bangun aplikasi falak baik yang berfokus kepada perhitungan baik untuk hisab awal bulan, gerhana, maupun perhitungan arah kiblat. Beberapa penelitian yang mengkaji mengenai perancangan aplikasi untuk perhitungan falak antara lain:

1. Karakteristik data ephemeris gerhana matahari berbasis jet propulsion laboratory NASA oleh M. Basthoni. Dalam tesis ini, beliau mengulik lebih dalam mengenai karakteristik data ephemeris gerhana matahari didasarkan pada algoritma JPL DE. Beliau lalu membandingkan hasil perhitungan gerhana matahari yang dihitung dengan algoritma DE 200, DE 405, DE 406, dan DE 421 dengan observasi gerhana matahari secara langsung yang dilaporkan oleh Langit Selatan, BMKG, dan NASA. Dalam

perhitungannya, beliau merancang program dengan bahasa C untuk membantu perhitungan.<sup>13</sup>

2. Pemrograman Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Menggunakan Bahasa Program PHP (Personal Homepage Hypertext Preprocessor) dan MySQL (My Structure Query Language) oleh Muhamad Yakub Mubarak. Dalam tulisannya, Yakub membangun aplikasi EphemerisSaya berbasis bahasa PHP dan MySQL yang dapat diakses melalui web. Adapun algoritma yang Yakub gunakan adalah algoritma Jean Meeus *high accuracy*.<sup>14</sup>
3. Perhitungan Data Ephemeris Koordinat Matahari Menggunakan Algoritma Jean Meeus Higher Accuracy Dan Keterkaitannya Dengan Pengembangan Ilmu Falak oleh Reza Akbar. Dalam tulisannya, Akbar menghitung data-data ephemeris posisi matahari berdasarkan algoritma Jean Meeus *high accuracy*. Perhitungannya merujuk pada buku *Astronomical Algorithms* dan menghasilkan variabel-variabel yang sama seperti halnya variabel-variabel data pada Ephemeris Kemenag. Namun, pada

---

<sup>13</sup>Basthoni, "Karakteristik data ephemeris gerhana matahari berbasis jet propulsion laboratory NASA."

<sup>14</sup>Muhamad Yakub Mubarak, "Pemrograman Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Menggunakan Bahasa Program PHP (Personal Homepage Hypertext Preprocessor) dan MySQL (My Structure Query Language)" (Semarang, UIN Walisongo), diakses 25 September 2023, <http://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/1045/>.

penelitian ini, Akbar hanya memaparkan mengenai alur dan contoh perhitungan serta tidak mengimplementasikan algoritma tersebut dalam bentuk aplikasi.<sup>15</sup>

4. Aplikasi data ephemeris matahari dan bulan berdasarkan perhitungan Jean Meeus pada smartphone Android oleh Zul Amri Fathinul Inshafi. Zul Amri dalam penelitiannya mencoba merancang aplikasi berbasis Android bernama Zephemeris untuk menghasilkan data-data astronomis yang bersumber dari algoritma Jean Meeus. Antarmuka aplikasi dirancang menggunakan Corel Draw dan aplikasi diprogram melalui aplikasi Eclipse Juno. Setelah diuji pada berbagai smartphone dengan spesifikasi rendah hingga tinggi, aplikasi ini mampu berjalan dengan baik. Hasil perhitungannya memiliki selisih sepersekian detik dengan Program Posisi Matahari dan Bulan Algoritma Meeus rancangan Rinto Anugraha.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup>Reza Akbar, "PERHITUNGAN DATA EPHEMERIS KOORDINAT MATAHARI MENGGUNAKAN ALGORITMA JEAN MEEUS HIGHER ACCURACY DAN KETERKAITANNYA DENGAN PENGEMBANGAN ILMU FALAK," *Jurnal Ilmiah Islam Futura* 16, no. 2 (18 Juli 2017): 166–87, <https://doi.org/10.22373/jiif.v16i2.1509>.

<sup>16</sup>Zul Amri Fathinul Inshafi, "Aplikasi data ephemeris matahari dan bulan berdasarkan perhitungan Jean Meeus pada smartphone Android - Walisongo Repository" (Semarang, UIN Walisongo), diakses 8 September 2023, <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/6777/>.

5. Pembuatan Aplikasi untuk Menentukan Fase dan Visibilitas Bulan dengan Menggunakan Algoritma Jean Meeus oleh Arif Agus, Sugeng Rianto, dan Abdurrouf. Aplikasi yang dibangun dalam penelitian ini merupakan aplikasi berbasis desktop dengan bahasa pemrograman Java.<sup>17</sup> Dengan memasukkan input tanggal, lokasi, letak geografis, dan time zone daerah, aplikasi ini menampilkan data posisi bulan (mencakup bujur dan lintang ekliptika, jarak bumi-bulan, asensioirekta, deklinasi, azimuth, *true altitude*, sudut paralaks, sudut jam, dan iluminasi) dan data matahari (mencakup bujur dan lintang ekliptika matahari, jarak bumi-matahari, asensioirekta, deklinasi, azimuth, *true altitude*, sudut paralaks, sudut jam matahari, dan sudut kemiringan Bumi). Aplikasi ini juga dapat menampilkan tanggal-tanggal terjadinya fase bulan tertentu dengan input tahun.

Penulis memiliki fokus yang cenderung berbeda dari penelitian-penelitian di atas, baik dari sisi platform maupun algoritma. Aplikasi yang penulis rancang menghasilkan output berupa website yang dapat diakses tidak hanya dari Android saja, namun juga bisa diakses lewat *operating system* lain melalui *browser*. Selain itu,

---

<sup>17</sup>Arif Agus P, Sugeng Rianto, dan Abdurrouf Abdurrouf, "Pembuatan Aplikasi Untuk Menentukan Fase Dan Visibilitas Bulan Dengan Menggunakan Algoritma Jean Meeus," *Brawijaya Physics Student Journal*, no. 1 (2013), <https://www.neliti.com/publications/157492/>.

penulis menggunakan data JPL Horizons yang menggunakan algoritma DE441, algoritma yang lebih terbaru dari algoritma VSOP maupun *Astronomical Algorithms* Jean Meeus.

## F. Metodologi Penelitian

### 1. Jenis Penelitian

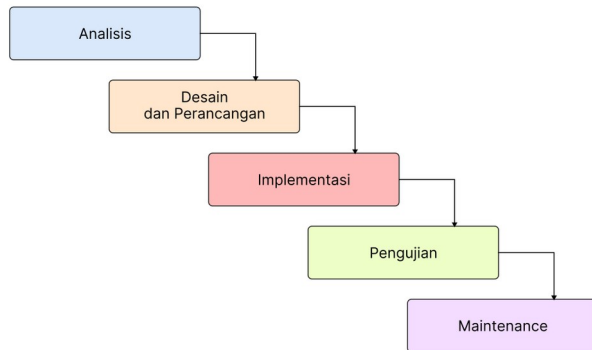
Penelitian yang dilakukan penulis merupakan penelitian *research and development*. Peneliti mengembangkan aplikasi berbasis web yang menampilkan data-data matahari dan bulan dari Horizons JPL NASA. Parameter data yang ditampilkan disesuaikan dengan parameter data pada ephemeris Hisab Rukyat Kemenag.

### 2. Model Pengembangan

Penelitian ini didasarkan pada model pengembangan *waterfall*. Dalam model ini, penelitian dilakukan dalam beberapa langkah, yaitu analisis kebutuhan, desain, implementasi (coding), verifikasi, dan *maintenance*.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup>Titania Pricillia dan Zulfachmi, “Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD),” *Jurnal Bangkit Indonesia* 10, no. 1 (6 Maret 2021): 6–12, <https://doi.org/10.52771/bangkitindonesia.v10i1.153>.



Gambar 1.1. Model Pengembangan *Waterfall*

- a. Tahap pertama dari model *waterfall* adalah analisis kebutuhan. Kebutuhan yang harus dipenuhi pada aplikasi ini ialah dapat dengan mudah memperoleh dan menggunakan data ephemeris dari API Horizons. Rincian fitur-fiturnya antara lain:
  - i. Pengguna dapat dengan mudah mendapatkan data ephemeris bulan dan matahari dari Horizons
  - ii. Pengguna bisa mendapatkan data ephemeris dalam hitungan permenit
  - iii. Pengguna dapat mengunduh data yang diperoleh
  - iv. Pengguna dapat mengetahui arti dari istilah-istilah yang terdapat pada kolom tabel ephemeris

- b. Tahap selanjutnya adalah desain aplikasi. Desain aplikasi dan alur jalannya aplikasi dirancang berkesinambungan dengan proses implementasi (*coding*).
- c. Tahap ketiga adalah implementasi. Proses implementasi (*coding*) terdiri dari dua bagian: 1) **backend**, untuk mendapatkan data dari API dan disalurkan ke *frontend*, dan 2) **frontend**, untuk menampilkan data yang terintegrasi dengan *backend* ke dalam tampilan tabel yang interaktif.
- d. Tahap selanjutnya adalah pengujian (*testing*). Aplikasi yang telah dibuat lalu diuji secara fungsionalitas dan akurasi serta diuji efektifitasnya oleh ahli.
- e. Tahap terakhir dalam pengembangan model *waterfall* yaitu *maintenance*. Pada tahap ini, perbaikan maupun saran dari tahap sebelumnya akan dilakukan dan aplikasi akan terus di-*maintenance* untuk penambahan fitur maupun perbaikan galat.

### 3. Sumber Data

Adapun sumber data yang penulis pakai terdiri dari sumber data primer dan juga sumber data sekunder. Sumber data primer yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan skripsi ini adalah data API yang diperoleh melalui pranala <https://ssd.jpl.nasa.gov/api/horizons.api>,

dokumentasi JPL Horizons secara umum melalui pranala <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/>, dokumentasi API JPL Horizons yang dapat diakses melalui [website https://ssd-api.jpl.nasa.gov/doc/horizons.html](https://ssd-api.jpl.nasa.gov/doc/horizons.html), dan wawancara kepada narahubung API JPL Horizons, John D. Giorgini, via *e-mail* terkait pemerolehan data tertentu melalui API. Data JPL NASA Horizons yang penulis gunakan diperoleh melalui API yang melalui perantara API dari aplikasi penulis dengan mengambil data-data berupa *apparent longitude*, *apparent latitude*, *apparent right ascension*, *apparent declination*, jarak, kecepatan sesaat, dan tambahan data iluminasi untuk bulan serta data diameter sudut untuk piringan matahari. Data yang telah didapat kemudian diolah lagi dalam aplikasi agar data ditampilkan dengan satuan yang sesuai.

Sumber sekunder yang penulis gunakan adalah buku-buku, jurnal-jurnal, dokumentasi program, dan berbagai literatur yang mendukung tersusunnya penelitian ini.

#### **4. Metode Pengumpulan Data**

Data dari sumber primer diperoleh melalui metode dokumentasi dan wawancara. Metode dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan sumber-sumber data yang mendukung penelitian, baik berbentuk dokumentasi program, jurnal, maupun

literatur-literatur lain. Adapun metode wawancara dilakukan dengan melakukan wawancara via surat elektronik kepada narahubung API JPL Horizons, John D. Giorgini, mengenai pemerolehan data-data tertentu melalui API.

## 5. Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dimana penulis mendeskripsikan alur perancangan aplikasi, proses perhitungan beberapa data ephemeris yang akan ditampilkan, serta penerapan alur perhitungan tersebut ke dalam bahasa *Javascript* dan *Typescript*. Penelitian ini juga dikombinasikan dengan metode komparasi. Data-data ephemeris yang dihasilkan dari aplikasi kemudian penulis komparasikan dengan data Ephemeris Kemenag 2024 untuk memverifikasi bahwa selisih antara kedua data ephemeris tidak terlalu jauh.

## G. Sistematika Penelitian

Pembahasan skripsi ini ditulis dengan sistematika yang terdiri dari lima bab, yang secara globalnya sebagai berikut:

Bab pertama adalah pendahuluan. Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, metode yang digunakan dalam penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab kedua membahas gambaran umum pergerakan matahari dan bulan dalam tinjauan Al Quran dan sains. Pembahasan selanjutnya yaitu mengenai pembahasan mengenai aplikasi web dan diakhiri dengan garis besar program JPL Horizons.

Bab ketiga membahas perancangan program. Bab ini meliputi pembahasan mengenai API JPL Horizons, proses pemerolehan data ephemeris, serta perancangan aplikasi web untuk menampilkan data ephemeris tersebut.

Bab keempat membahas mengenai uji fungsionalitas program. Pembahasannya meliputi pengujian fungsionalitas aplikasi pada berbagai browser.

Bab kelima mencakup penutup. Bab ini mencakup kesimpulan dan saran yang bisa digunakan untuk pengembangan program lebih lanjut.

**BAB II**

**PERGERAKAN MATAHARI DAN BULAN**

**DALAM AL-QUR'AN DAN SAINS SERTA GARIS BESAR**

**APLIKASI WEB DAN PROGRAM JPL HORIZONS**

**A. Matahari, Bumi, dan Bulan serta Pergerakannya dalam Al-Quran dan Sains**

**1. Pergerakan Matahari, Bumi, dan Bulan dalam Kacamata Quran**

Penciptaan matahari, bumi, dan bulan merupakan bukti kebesaran Allah swt. Masing-masing darinya beredar dalam orbit yang telah ditentukan. Pada al Quran surat Yunus ayat 5 Allah swt. Berfirman:

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. Dialah pula yang menetapkan tempat-tempat orbitnya agar kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu, kecuali dengan benar. Dia menjelaskan tanda-*

*tanda (kebesaran-Nya) kepada kaum yang mengetahu.*”<sup>19</sup> (Q.S. 10 [Yunus]: 5)

Lewat ayat di atas, diterangkan bahwa Allah-lah yang menjadikan matahari dan bulan memancarkan cahayanya sendiri serta mengorbit pada lintasan yang telah ditentukan. Pada ayat tersebut diterangkan pula bahwa salah satu hikmah dari penciptaan matahari dan bulan adalah untuk mengetahui bilangan tahun serta patokan dalam perhitungan waktu.

Dalam *Tafsir al-Misbāh*, Quraish Shihab menjelaskan bahwa kata *qaddarahū manāzila* mengandung makna bahwa Allah menjadikan bagi bulan tempat-tempat dalam orbitnya mengitari Bumi (*manzilah*) yang menjadikan bentuknya dari Bumi tampak selalu berubah dari malam ke malam. Dari hal inilah dimungkinkan untuk menentukan waktu untuk bulan-bulan Qamariyah.<sup>20</sup> Dalam ringkasan tafsir Ibnu Katsir oleh Muhammad Nasib ar-Rifa’i dijelaskan pula dijelaskan bahwa yang dimaksud dalam *lita’lamū ‘adada as-sinīn wa al-hisāb* adalah di mana dengan perubahan pergerakan matahari bisa dihitung bilangan hari dan dengan pergerakan bulan dapat diketahui perhitungan bulan dan tahun.<sup>21</sup>

---

<sup>19</sup>Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an, “Qur’an Kemenag.”

<sup>20</sup>M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian al-Qur’an*, vol. 6 (Lentera Hati, 2004).

Dalam ayat lain, Allah swt. berfirman:

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

“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.”<sup>22</sup> (Q.S. 36 [Yasin]: 40)

Ayat ini menjelaskan bahwa matahari tidak mungkin menyimpang dari orbitnya dan tidak mungkin memperlambat ataupun mempercepat perjalanannya sehingga dapat mendahului bulan. Hal ini sesuai dengan fakta ilmiah bahwa matahari tidaklah mungkin mendahului bulan karena keduanya berada pada gerak linier yang tidak memungkinkan untuk bertemu. Dalam ayat ini Allah juga menjelaskan bahwa kehadiran siang dan malam telah diatur sedemikian rupa serta benda-benda langit bergerak di bawah ketentuan yang ditetapkan-Nya. Kata *yasbahūn* pada awalnya memiliki arti mereka berenang. Dalam hal ini, al-Quran mengibaratkan ruang angkasa sebagai samudra yang besar. Ini menjadi isyarat bahwa benda-benda langit

---

<sup>21</sup>Muhammad Nasib ar-Rifa'i, *Kemudahan dari Allah: Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir*, vol. 2 (Jakarta: Gema Insani Press, 2001).

<sup>22</sup>Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, "Qur'an Kemenag."

tunduk kepada ketentuan dan takdir yang ditetapkan atas Allah atasnya.<sup>23</sup>

## 2. **Gerakan Matahari, Bumi, dan Bulan dalam Sains**

Lahirnya astronomi modern dimulai dari tercetusnya pemikiran heliosentris oleh Nicolaus Copernicus yang merevolusi konsep geosentris, di mana Bumi dianggap menjadi pusat alam semesta. Lewat konsep heliosentrisnya, Copernicus memaparkan bahwa Bumi beserta planet-planet lainnya di tata surya bergerak mengelilingi Matahari. Konsep ini semakin diperkuat oleh pengamatan Galileo terhadap fase-fase planet Venus. Pengamatannya selama berbulan-bulan menghasilkan kesimpulan bahwa fase Venus berubah dari masa ke masa dan mengindikasikan bahwa Venus bergerak mengorbit Matahari.<sup>24</sup>

Konsep Copernicus ini lalu dipelajari oleh Johannes Kepler bersama dengan Tycho Brahe dan melahirkan hukum Kepler.

### a. Hukum I Kepler

Hukum I Kepler menyatakan bahwa orbit planet berada pada bidang yang berpotongan dengan matahari. Luas sapuan

---

<sup>23</sup>M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian al-Qur'an*, vol. 11 (Lentera Hati, 2004).

<sup>24</sup>Andrew Fraknoi, David Morrison, dan Sidney C. Wolff, *Astronomy 2e*, 2e ed., Open Textbook Library (OpenStax CNX, 2022).

orbit planet mengelilingi matahari sebanding terhadap waktu yang ditempuh.

b. Hukum II Kepler

Hukum I Kepler menyatakan bahwa planet berbentuk elips dengan Matahari pada titik fokus.

c. Hukum III Kepler

Hukum III Kepler menyatakan bahwa perbandingan dari kuadrat lama revolusi dan pangkat tiga dari semimajor axis orbit adalah sama untuk semua planet.<sup>25</sup>

Gerakan planet-planet mengelilingi tata surya menganut hukum-hukum tersebut. Adapun, detail gerakan dari Matahari, Bumi, dan Bulan adalah sebagai berikut.

a. Gerak Matahari

1. Rotasi Matahari

Gerak rotasi matahari pertama kali diamati oleh Galileo saat mengamati posisi bintik matahari. Dari pengamatan yang dilakukan, bintik matahari setiap harinya mengalami pergerakan sejajar dengan garis lintang matahari. Penelitian lebih lanjut mendapati bahwa kecepatan rotasi matahari

---

<sup>25</sup>Jean Kovalevsky dan P. Kenneth Seidelmann, *Fundamentals of Astrometry* (Cambridge University Press, 2004).

bervariasi pada tiap lintangnya. Hal ini dikarenakan Matahari tidak berbentuk padat, melainkan gas plasma. Pada bagian ekuator Matahari, periode rotasinya ialah selama 25.67 hari. Pada lintang  $45^\circ$ , Matahari berotasi selama 28,26 hari. Adapun pada lintang  $75^\circ$ , matahari berotasi selama 33,4 hari.<sup>26</sup>

## 2. Gerakan Mengorbit Pusat Bimasakti

Selain berotasi, Matahari bersama objek-objek lain di tata surya turut bergerak mengorbit pusat galaksi. Kecepatan matahari mengelilingi dalam mengorbit pusat galaksi mencapai sekitar 828.000 km/jam. Dengan kecepatan tersebut, Matahari menuntaskan satu orbitnya dalam waktu sekitar 230 juta tahun.<sup>27</sup>

## 3. Gerakan Semu Matahari

Selain berotasi, Matahari bersama objek-objek lain di tata surya turut bergerak mengorbit pusat galaksi. Kecepatan matahari mengelilingi dalam mengorbit pusat galaksi mencapai sekitar 828.000 km/jam. Dengan kecepatan tersebut, Matahari menuntaskan satu orbitnya dalam waktu sekitar 230 juta tahun.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup>Kenneth R. Lang, *Essential Astrophysics* (Springer Science & Business Media, 2013).

<sup>27</sup>“Solar System: Facts - NASA Science,” diakses 3 November 2024, <https://science.nasa.gov/solar-system/solar-system-facts/>.

<sup>28</sup>“Solar System.”

## b. Gerak Bumi

### 1. Gerak Rotasi Bumi

Bumi mengalami gerak rotasi, yaitu bergerak memutar porosnya. Bumi berotasi dari barat ke timur dalam satu putaran selama 24 jam. Gerak ini juga dinamakan gerak harian. Dampak dari adanya rotasi bumi ini antara lain adalah adanya perbedaan zona waktu. Kedua tempat yang selisih bujurnya  $15^\circ$  akan mengalami perbedaan waktu sebesar 1 jam. Selain perbedaan zona waktu, rotasi bumi juga menyebabkan adanya siang dan malam. Permukaan bumi yang mendapatkan sinar matahari mengalami siang dan permukaan bumi yang tidak mendapatkan sinar matahari mengalami malam.<sup>29</sup>

### 2. Gerak Revolusi Bumi

Selain berotasi, Bumi juga mengorbit mengelilingi matahari. Gerak ini disebut gerak revolusi Bumi. Perjalanan Bumi mengorbit matahari dalam satu putaran penuh selama 365,2425 hari. Gerak ini juga disebut dengan gerak tahunan dan dijadikan sebagai dasar perhitungan penanggalan Masehi.

---

<sup>29</sup>Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004).

Bidang Bumi mengorbit matahari tidak sejajar dengan bidang ekuator Bumi menjadikan matahari memiliki nilai deklinasi. Deklinasi adalah kemiringan Matahari dihitung dari bidang ekuator langit. Pada tanggal 21 Maret, posisi matahari tepat berada di ekuator dan menjadikan deklinasi matahari bernilai  $0^\circ$ . Bumi meneruskan revolusinya hingga matahari semakin bergeser ke arah utara menjauhi ekuator. Pada tanggal 21 Juni, deklinasi matahari mencapai titik maksimalnya, yaitu  $23^\circ 27'$ . Deklinasi semakin berkurang hingga pada tanggal 23 September, deklinasi matahari mencapai  $0^\circ$ . Pada tanggal 22 Desember, deklinasi matahari mencapai titik minimumnya, yaitu  $-23^\circ 27'$ , dan berlanjut hingga deklinasi matahari kembali bernilai  $0^\circ$  pada 21 Maret.

### 3. Gerak Presesi

Kemiringan sumbu rotasi bumi terhadap bidang ekliptika tidaklah statis. Sumbu rotasi berputar dengan arah berlawanan arah rotasi bumi. Gerak ini disebut dengan gerak presesi. Lama gerak presesi dalam satu putarannya mencapai 25,796 tahun.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup>Khazin, *Ilmu falak dalam teori dan praktik*, 32.

#### 4. Gerak Nutasi

Gerak presesi bumi tidaklah melingkar sempurna, melainkan bergelombang. Gerak ini disebut dengan gerak nutasi. Lama gerak nutasi untuk membentuk lingkaran penuh membutuhkan waktu sekitar 18,66 tahun.

#### 5. Gerak Apsiden

Bidang revolusi Bumi mengalami pergerakan dari arah timur ke barat. Gerakan ini disebut dengan gerakan apsiden. Untuk mencapai satu putaran penuh, gerakan ini membutuhkan waktu sekitar 21.000 tahun.

### c. Gerak Bulan

#### 1. Rotasi Bulan

Bulan berputar pada porosnya dari barat ke timur. Masa rotasinya sama dengan waktu yang dibutuhkan bulan untuk mengelilingi bumi satu putaran penuh. Waktu yang sama ini menjadikan wajah bulan yang terlihat dari Bumi relatif sama. Sedikit perbedaan kenampakan bulan muncul dari gerakan bulan mengangguk-angguk. Namun, gerak angguk ini sangat kecil dan bisa diabaikan.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup>Khazin, *Ilmu falak dalam teori dan praktik*, 133.

## 2. Revolusi Bulan

Bulan berevolusi mengelilingi Bumi dari arah barat ke timur. Satu putaran revolusi bulan menempuh waktu sekitar 27 hari 7 jam 43 menit 12 detik. Periode ini disebut dengan bulan sideris.

Gerak ini dijadikan patokan dalam perhitungan bulan pada penanggalan kalender Hijriah. Namun, penanggalan kalender Hijriah menggunakan patokan periode bulan sinodis, yaitu sekitar 29 hari 12 jam 44 menit 2,8 detik.

Bidang orbit Bulan dalam mengelilingi bumi tidak sejajar, melainkan miring sebesar  $5^{\circ} 8' 52''$  detik dari bidang ekliptika. Kemiringan orbit ini menyebabkan momentum gerhana tidak terjadi setiap bulannya.<sup>32</sup>

## 3. Tata Koordinat dalam Astronomi

Gerakan-gerakan matahari, bumi, dan bulan turut berpengaruh terhadap bagaimana posisi benda-benda langit tersebut dihitung, terutama dalam keilmuan falak maupun astronomi pada umumnya. Dalam astronomi, dikenal beberapa sistem tata koordinat langit yang berperan penting dalam menyatakan posisi-posisi benda langit. Beberapa sistem tata koordinat yang dikenal

---

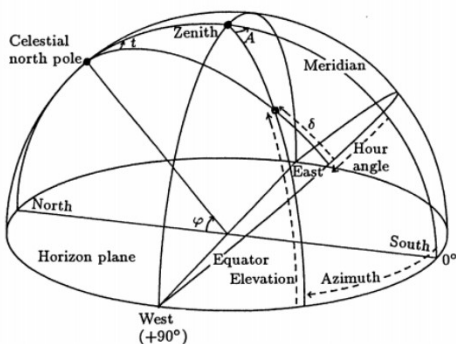
<sup>32</sup>Khazin, Ilmu falak dalam teori dan praktik, 134.

dalam astronomi antara lain tata koordinat horizontal, tata koordinat ekuatorial, dan tata koordinat ekliptika.

a. Tata Koordinat Horizontal

Tata koordinat horizontal berpusat pada posisi pengamat (baik bujur maupun lintang) pada permukaan Bumi. Bidang datar yang dijadikan referensi adalah bidang horizon. Parameter yang digunakan dalam tata koordinat horizontal adalah altitude (Alt) dan azimuth (Az). Altitude merupakan ketinggian suatu benda langit dihitung dari bidang horizon. Nilainya berkisar antara  $-90^\circ$  hingga  $90^\circ$ . Adapun azimuth adalah sudut antara arah utara dengan proyeksi benda langit ke bidang horizon.<sup>33</sup>

Gambar 2.1. Tata Koordinat Horizontal

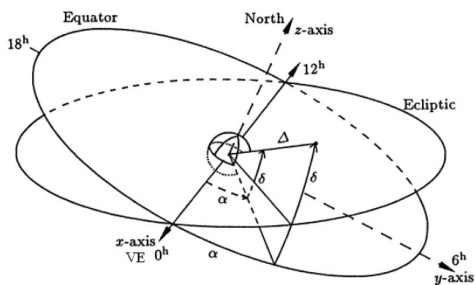


<sup>33</sup>Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, 2012.

b. Tata Koordinat Equatorial

Tata koordinat ekuatorial adalah tata koordinat langit yang menjadikan bidang ekuator langit menjadi bidang referensinya. Parameter yang digunakan adalah asensiorekta (*right ascension*) dan deklinasi. Asensiorekta adalah sudut antara vernal equinox dengan proyeksi benda langit pada bidang ekuator langit dengan arah yang berlawanan jarum jam. Satuannya biasanya dinyatakan dalam satuan jam, dimana satu putaran lingkaran dianggap sebagai 24 jam (24h). Adapun deklinasi adalah sudut antara benda langit dengan bidang ekuator langit. Nilainya berkisar antara  $-90^\circ$  hingga  $90^\circ$ .<sup>34</sup>

Gambar 2.2. Tata Koordinat Equatorial



<sup>34</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 52.

Dalam sistem koordinat ini, juga sering digunakan parameter HA (Hour Angle/Sudut Jam). Hubungan antara sudut jam dengan asensiorekta tergambar dalam rumus:

$$\mathbf{H = LST - \alpha}$$

H = *Hour angle*

LST = *Local Sidereal Time*

$\alpha$  = Asensiorekta<sup>35</sup>

c. Tata Koordinat Ekliptika

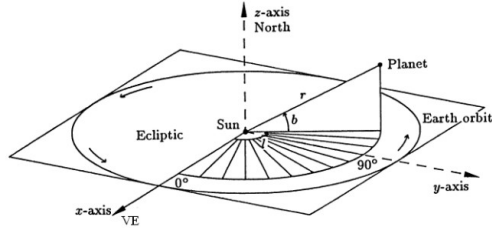
Tata koordinat ekliptika adalah tata koordinat yang menjadikan bidang ekliptik sebagai bidang referensinya. Parameternya terdiri dari bujur ekliptik (*ecliptic longitude*) dan lintang ekliptik (*ecliptic latitude*). Bujur ekliptik menyatakan posisi benda langit dihitung dari titik Vernal Equinox menuju proyeksi benda langit di bidang ekliptik berlawanan arah jarum jam. Adapun lintang ekliptik menyatakan posisi benda langit dihitung dari bidang ekliptika.<sup>36</sup>

---

<sup>35</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 53.

<sup>36</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika*, 50.

Gambar 2.3. Tata Koordinat Ekliptika



#### 4. Data Ephemeris untuk Perhitungan Ilmu Falak

Hisab menjadi salah satu cara dalam menentukan jarak dan posisi benda langit. Jika memilih metode hisab dalam penentuan awal bulan, maka dari segi keakuratannya dibagi menjadi dua, yaitu hisab urfi dan hisab hakiki.

Hisab urfi adalah model perhitungan yang didasarkan pada peredaran rata-rata bulan mengelilingi bumi dan ditetapkan secara konvensional. Model hisab ini hampir mirip layaknya penanggalan Masehi yang mana di tiap bulannya memiliki jumlah hari yang tetap dan beraturan. Tiap bulan ganjil memiliki 30 hari sedangkan tiap bulan genap memiliki 29 hari kecuali untuk bulan Dzulhijah pada tahun kabisat memiliki 30 hari. Para ulama menyepakati bahwa hisab urfi tidak bisa digunakan sebagai metode penentuan awal bulan

untuk pelaksanaan ibadah kecuali untuk pembuatan kalender.<sup>37</sup>

Di sisi lain, hisab hakiki menghasilkan perhitungan yang lebih akurat daripada hisab urfi. Metode hisab ini dicirikan dengan penggunaan data astronomi posisi dan gerakan Bulan, Bumi, dan Matahari. Metode ini dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu hisab *hakiki taqribi*, hisab *hakiki tahqiqi*, dan hisab kontemporer. Hisab *hakiki taqribi* menggunakan data bulan dan matahari yang bredasar pada tabel Ulugh Bek dengan proses perhitungan yang relatif sederhana dan tidak menggunakan kaidah ilmu segitiga bola. Hisab *hakiki tahqiqi* menggunakan data-data yang sudah dikoreksi dan telah menerapkan ilmu segitiga bola dalam perhitungannya. Adapun hisab hakiki kontemporer menggunakan data matahari, bumi, dan bulan yang lebih mutakhir dan lebih akurat. Hisab hakiki kontemporer menggunakan data dengan koreksi yang lebih teliti dan kompleks sesuai dengan kemajuan sains dan teknologi.<sup>38</sup>

Salah satu hisab hakiki kontemporer yang populer digunakan di Indonesia adalah Ephemeris Hisab Rukyat terbitan Kemenag. Ephemeris ini mencakup pembahasan mengenai daftar gerhana, daftar waktu

---

<sup>37</sup>Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap Tentang Teori dan Praktik Hisab, Arah Kiblat, Waktu Salat, Awal Bulan Qamariah & Gerhana* (Pustaka Al Kautsar, 2015).

<sup>38</sup>Bashori.

ijtima' dan tinggi hilal, daftar posisi hilal, data posisi matahari dan bulan, serta lampiran-lampiran. Data-data pada ephemeris ini dapat digunakan dalam perhitungan ilmu falak pada umumnya. Data-data yang disajikan dalam Ephemeris Hisab Rukyat antara lain:

a. Data yang berkaitan dengan Matahari

i. *Ecliptic Longitude*

*Ecliptic longitude* dalam bahasa Indonesia dikenal dengan bujur ekliptika. Bujur ekliptika adalah jarak sudut matahari dari titik Aries diukur sepanjang lingkaran ekliptika berlawanan arah jarum jam.

ii. *Ecliptic Latitude*

*Ecliptic latitude* dikenal dalam bahasa Indonesia dengan lintang ekliptika. Lintang ekliptika adalah jarak titik pusat matahari dari lingkaran ekliptika.

iii. *Apparent Right Ascension*

*Apparent right ascension* dikenal dalam bahasa Indonesia dengan asensiorekta. Asensiorekta adalah jarak matahari dari titik Aries diukur sepanjang lingkaran ekuator.<sup>39</sup>

iv. *Apparent Declination*

*Apparent declination* dikenal dalam bahasa Indonesia dengan deklinasi matahari yang terlihat. Deklinasi adalah jarak sudut

---

<sup>39</sup>*Ephemeris Hisab Rukyat 2024* (Kementerian Agama RI, 2024).

matahari dari ekuator. Jika nilai deklinasi positif berarti matahari berada di sebelah utara ekuator dan jika nilai deklinasi negatif berarti matahari berada di sebelah selatan ekuator.

v. *True Geocentric Distance*

*True geocentric distance* (jarak geosentrik) adalah jarak antara pusat bumi dan matahari dalam satuan astronomi.

vi. *Semi Diameter*

Semi diameter (jari-jari/*nisfu qutr as-syams*) adalah jarak titik pusat Matahari dengan piringan luarnya.

vii. *True Obliquity*

*True obliquity* (kemiringan ekliptika) adalah sudut kemiringan bidang ekliptika dengan bidang ekuator.

viii. *Equation of Time*

*Equation of time* (perata waktu/*ta'dīl al-waqt/ta'dīl az-zamān*) adalah selisih antara waktu kulminasi matahari hakiki dengan waktu kulminasi matahari rata-rata. *Equation of time* biasanya disimbolkan dengan huruf "e" kecil.<sup>40</sup>

---

<sup>40</sup>*Ephemeris Hisab Rukyat 2024* (Kementerian Agama RI, 2024).

b. Data yang berkaitan dengan Bulan

i. *Apparent Longitude*

*Apparent longitude* bulan (bujur ekliptika Bulan (yang terlihat)) adalah jarak sudut antara titik Aries sampai Bulan diukur sepanjang lingkaran ekliptika.

ii. *Apparent Latitude*

*Apparent latitude* bulan (lintang ekliptika bulan (yang terlihat)/*ardu al-qamar*) adalah jarak antara Bulan dengan lingkaran ekliptika diukur sepanjang lingkaran kutub ekliptika. Nilai maksimum lintang ekliptika bulan adalah  $5^{\circ}8'$ . Nilai positif berarti bulan berada di utara ekliptika dan nilai negatif berarti bulan berada di sebelah selatan ekliptika.

iii. *Apparent Right Ascension*

*Apparent right ascension* bulan adalah jarak titik pusat Bulan dari titik Aries diukur sepanjang lingkaran Ekuator.<sup>41</sup>

iv. *Apparent Declination*

*Apparent declination* yang dimaksud di sini adalah deklinasi bulan. Data ini adalah jarak Bulan dari bidang ekuator. Nilai deklinasi positif jika bulan di sebelah utara ekuator dan bernilai negatif jika di sebelah selatan ekuator.

---

<sup>41</sup>*Ephemeris Hisab Rukyat 2024.*

v. *Horizontal Parallax*

*Parallax* dalam bahasa Indonesia dikenal dengan "beda lihat". Adapun *horizontal parallax* adalah besaran sudut yang ditarik dari titik pusat Bulan ketika di ufuk (horizon) ke titik pusat Bumi dan garis yang ditarik dari titik pusat Bulan ketika itu ke permukaan Bumi.

vi. *Semi Diameter*

Semi diameter bulan atau *Nisfu Quṭr al-Qamar* adalah jarak antara titik pusat Bulan dengan piringan luarnya.

vii. *Angle Bright Limb*

*Angle bright limb* (sudut kemiringan hilal) adalah sudut kemiringan piringan hilal yang memancarkan sinar sebagai konsekuensi dari posisi hilal relatif terhadap matahari. Sudut ini diukur dari garis yang menghubungkan titik pusat hilal dengan titik zenit ke garis yang menghubungkan titik pusat hilal dengan titik pusat Matahari dengan arah sesuai perputaran jarum jam.<sup>42</sup>

viii. *Fraction Illumination*

*Fraction Illumination* (fraksi iluminasi) adalah besar atau luas piringan Bulan yang menerima sinar matahari yang tampak dari

---

<sup>42</sup>*Ephemeris Hisab Rukyat 2024* (Kementerian Agama RI, 2024).

Bumi. Jika seluruh piringan Bulan yang menerima sinar matahari terlihat dari Bumi maka bentuknya akan berupa “bulatan penuh”. Dalam keadaan purnama seperti ini, nilai fraksi iluminasi bulan adalah 1 atau 100%.<sup>43</sup>

## **B. Aplikasi Web dan Perkembangannya**

Aplikasi web adalah perangkat lunak yang berjalan di atas web browser. Aplikasi web membuat pengguna dapat menggunakan fitur-fitur dari aplikasi tanpa harus menginstal.<sup>44</sup>

Keunggulan aplikasi web antara lain:

1. Lebih mudah diakses

Aplikasi web dapat diakses lewat browser manapun dan perangkat manapun, baik perangkat seluler, laptop, maupun komputer pribadi. Aplikasi web juga dapat diakses dari berbagai sistem operasi, termasuk Android, iOS, Windows, Macintosh, dan Linux.

2. Pengembangan dapat dilakukan dengan lebih efisien

Proses pengembangan aplikasi berbasis web tergolong lebih sederhana daripada proses

---

<sup>43</sup>*Ephemeris Hisab Rukyat 2024.*

<sup>44</sup>“What Is a Web App? - Web Application Explained - AWS,” Amazon Web Services, Inc., diakses 24 September 2024, <https://aws.amazon.com/what-is/web-application/>.

pengembangan aplikasi yang dikhususkan untuk platform tertentu.

### 3. Penggunaan yang simpel

Dalam menggunakan aplikasi berbasis web, pengguna tidak perlu mengunduh dan menginstal aplikasinya. Cukup dengan mengaksesnya lewat browser, pengguna sudah dapat menikmati fitur-fitur terbaru dari aplikasi.<sup>45</sup>

Istilah web pertama kali dicetuskan oleh Tim Berners-Lee. Beserta Robert Cailliau, beliau mengembangkan dan mencetuskan istilah World Wide Web (WWW) pada 1989. Ide pertama dibalik lahirnya WWW adalah untuk membantu pertukaran informasi antar saintis di universitas dan institusi di seluruh dunia. Penemuan ini turut melahirkan konsep-konsep terbaru dalam teknologi web, antara lain:

1. **HTML (*Hypertext Markup Language*)**: Bahasa untuk membuat laman maupun aplikasi web
2. **URI (*Uniform Resource Identifier*)**: Alamat unik dari suatu laman maupun aplikasi web. Istilah ini juga dikenal dengan pranala.

---

<sup>45</sup>“What Is a Web App?”

### 3. **HTTP (Hypertext Transfer Protocol):**

Seperangkat aturan dalam mentransfer file melalui web.<sup>46</sup>

Perkembangan teknologi web tak luput dari perkembangan dalam pengembangan aplikasi web. Perkembangan lebih lanjut dipaparkan dalam linimasa berikut:

1. **1995:** Pada Desember 1995, penjelajah web bernama Netscape Navigator memperkenalkan Javascript sebagai bahasa pemrograman yang turut tersedia dalam penjelajah web tersebut.
2. **1997:** HTML dinamis diperkenalkan pada Internet Explorer 4 dan Netscape Navigator 4. HTML yang dinamis memungkinkan laman web berganti isi, menyembunyikan dan menampilkan elemen, mengubah warna, dan lain-lain.
3. **1999:** Lahirnya XMLHttpRequest yang memungkinkan mengirimkan permintaan HTTP atau HTTPS ke server dan mendapatkan respons data.
4. **2004:** Framework untuk pengembangan Javascript bernama Dojo Toolkit lahir. Dojo Toolkit membantu pengembangan laman maupun

---

<sup>46</sup>Thebyte Story, "A Short History on Web Technologies," *The Byte Story* (blog), diakses 3 November 2024, <https://thebytestory.com/2018/11/09/a-short-history-on-web-technologies/>.

aplikasi web dengan menyediakan infrastruktur penting dalam pengembangan web.

5. **2006:** Lahirnya JQuery sebagai library dalam memanipulasi elemen-elemen dalam laman web.
6. **2009:** Node.js lahir sebagai solusi menjalankan Javascript di luar browser.<sup>47</sup>
7. **2013:** Lahirnya React sebagai library dalam membuat elemen web yang dapat disusun dengan mudah dan dapat digunakan berulang.<sup>48</sup>

### C. Program JPL Horizons

JPL Horizons merupakan layanan online untuk penyediaan data tata surya dan perhitungan ephemeris yang mencakup objek-objek di tata surya berupa 8 planet, Matahari, 293 satelit alami, Pluto, 3.969 komet, 1.399.379 asteroid, titik Lagrange 1, titik Lagrange 2, wahana antariksa, dan barisenter. Layanan Horizons disediakan oleh Solar System Dynamics Group dari NASA Jet Propulsion Laboratory.<sup>49</sup>

Dalam memperoleh data JPL, terdapat beberapa metode antara lain: 1) antarmuka web, 2) antarmuka terminal (CLI), 3) email, dan 4) via API.

---

<sup>47</sup>Axel Rauschmayer, *The Past, Present, and Future of JavaScript* (O'Reilly Media, Inc., 2012).

<sup>48</sup>“Why Did We Build React? – React Blog,” diakses 3 November 2024, <https://legacy.reactjs.org/blog/2013/06/05/why-react.html>.

<sup>49</sup>“Horizons System - Manual.”

## 1. Antarmuka Web

Pemerolehan data JPL Horizons via antarmuka web dapat dilakukan dengan mengakses <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/app.html#/>. Terdapat pula laman tutorial dalam menggunakan JPL Horizons via web yang dapat diakses lewat <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/tutorial.html>.

Pemerolehan data dengan cara ini memiliki kemampuan yang sama dengan pemerolehan data via antarmuka terminal, kecuali untuk pencarian populasi objek kecil dan tabel *close-approach* yang dikustom.

## 2. Antarmuka Terminal

Pemerolehan data JPL Horizons menggunakan terminal dapat dilakukan dengan terhubung ke `horizons.jpl.nasa.gov` dengan port 6775. Perintah yang dimasukkan adalah:

```
telnet horizons.jpl.nasa.gov 6775
```

## 3. Email

Data Horizons juga bisa diakses lewat email. Instruksi detail mengenai cara mengaksesnya beserta contohnya tersedia dengan mengirim email ke [horizons@ssd.jpl.nasa.gov](mailto:horizons@ssd.jpl.nasa.gov) dengan subjek BATCH-LONG.

## 4. API (*Application Programming Interface*)

API adalah antarmuka yang menghubungkan satu sistem dengan sistem lain. Dalam konteks ini, API menghubungkan server NASA JPL dengan sistem lain

lewat perantara HTTP URL. Pemerolehan data JPL dengan menggunakan API bisa dilakukan baik dengan menyebutkan data-data yang diinginkan lewat query pada URL maupun lewat file.<sup>50</sup>

---

<sup>50</sup>“Horizons System - Manual.”

## BAB III

### API JPL HORIZONS, PEMEROLEHAN DATA, DAN PERANCANGAN APLIKASI WEB

#### A. API JPL Horizons

##### 1. API (*Application Programming Interface*)

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan data Horizons JPL adalah melalui API. API adalah sekumpulan permintaan (*request*) yang telah distandarisasi yang memungkinkan program komputer satu dapat saling berkomunikasi dengan program komputer yang lain.<sup>51</sup>

Ada beberapa jenis bentuk (arsitektur) dari API. Diantaranya adalah REST (*Representational State Transfer*), RPC (*Remote Procedure Calls*), SOAP (*Simple Object Access Protocol*), dan *Websocket*. Arsitektur API yang paling dikenal adalah REST. Dengan REST, data bisa dikirim maupun didapat dengan menggunakan metode-metode seperti GET (untuk mendapatkan data), POST (untuk mengirim data), DELETE (untuk menghapus data tertentu), PUT (untuk mengedit data tertentu), dan beberapa metode lain.<sup>52</sup>

---

<sup>51</sup>“API | Definition, Meaning, Examples, & Facts | Britannica,” diakses 25 September 2024, <https://www.britannica.com/technology/API>.

<sup>52</sup>“What Is an API? - Application Programming Interface Explained - AWS,” Amazon Web Services, Inc., diakses 25 September 2024, <https://aws.amazon.com/what-is/api/>.

## 2. Penggunaan API Horizons

Arsitektur API yang digunakan oleh Horizons adalah REST. Untuk mendapatkan datanya, metode yang digunakan adalah GET. Pranala yang digunakan adalah <https://ssd.jpl.nasa.gov/api/horizons.api>. Data-data yang ingin didapatkan disertakan dalam parameter *query*<sup>53</sup> di belakang pranala tersebut. Misalnya untuk mendapatkan data ephemeris Mars dalam bentuk teks, maka dapat menggunakan pranala sebagai berikut:

```
https://ssd.jpl.nasa.gov/api/horizons.api?
format=text&COMMAND='499'&OBJ_DATA='YES'&MAKE
_EPHEM='YES'&EPHEM_TYPE='OBSERVER'&CENTER='50
0@399'&START_TIME='2006-01-
01'&STOP_TIME='2006-01-
20'&STEP_SIZE='1%20d'&QUANTITIES='1,9,20,23,2
4,29'.
```

Beberapa parameter *query* yang berhubungan dengan pemerolehan data ephemeris antara lain:

### a. Format (`format`)

Format digunakan untuk menentukan jenis output yang diperoleh. Nilai yang bisa digunakan yaitu **json** untuk mendapatkan hasil dengan format JSON ataupun **text** untuk mendapatkan hasil berupa teks biasa.

---

<sup>53</sup>Parameter *query* adalah kumpulan data yang disertakan dalam pranala berisi informasi detail mengenai data yang diambil ataupun filter dari data yang ingin diambil.

b. Target objek (**COMMAND**)

Untuk mendefinisikan target objek yang datanya ingin diambil, maka kode dari objek tersebut harus disertakan dalam **COMMAND**. Misalnya untuk mendapatkan data Bulan, maka isi dari **COMMAND** adalah kode objek Bulan, yaitu 301. Adapun untuk Matahari, kode objeknya adalah 10.

c. Deskripsi objek (**OBJ\_DATA**)

Parameter ini merupakan opsi untuk menampilkan deskripsi dari tiap-tiap data yang diperoleh. Parameter ini menerima nilai **NO** untuk menyembunyikan deskripsi data dan **YES** untuk menampilkan deskripsi data. Secara default, nilainya adalah **YES**.

d. Bentuk ephemeris (**MAKE\_EPHEM**)

Parameter ini merupakan opsi untuk menyajikan data sebagai ephemeris. Nilai yang diterima bisa berupa **YES** atau **NO**. Nilai defaultnya adalah **YES**.<sup>54</sup>

e. Tipe ephemeris (**EPHEM\_TYPE**)

Parameter ini menyatakan pilihan tipe ephemeris. Tipe-tipe ephemeris dalam **HORIZONS** antara lain:

---

<sup>54</sup>“Horizon API,” diakses 12 November 2024, <https://ssd-api.jpl.nasa.gov/doc/horizons.html>.

i. *Observer*

Ephemeris tipe ini digunakan untuk memperoleh data-data yang dapat diamati dari objek. Tipe ini biasa digunakan untuk observasi.

ii. *Vectors*

Ephemeris tipe ini menampilkan data vektor dari benda langit dalam koordinat Cartesius. Tipe ini biasa digunakan untuk studi lebih lanjut mengenai pergerakan benda langit dan propagasi.

iii. *Elements*

Ephemeris tipe ini menampilkan elemen-elemen orbital sebenarnya dari sebuah objek langit. Tipe ini biasa digunakan untuk studi mekanika benda langit.

iv. *SPK*

Ephemeris tipe ini menampilkan data lintasan benda langit dalam format SPK. Tipe ini biasa digunakan untuk navigasi antariksa dan perencanaan misi.<sup>55</sup>

v. *Approach*

Ephemeris tipe ini menampilkan data benda langit terdekat dari planet-planet

---

<sup>55</sup>“Horizon API,” diakses 12 November 2024, <https://ssd-api.jpl.nasa.gov/doc/horizons.html>.

dan 16 asteroid terbesar. Tipe ini biasa digunakan untuk perencanaan & bahaya yang dihadapi.

f. Lokasi observasi (**CENTER**)

Parameter ini digunakan untuk mendefinisikan lokasi pengamatan. Nilai defaultnya adalah pusat bumi (geosentris). Untuk penentuan data-data ephemeris nantinya, dipilih geosentris sebagai lokasi pengamatan. Terkecuali untuk data equation of time, diproses dari mentahan data Matahari yang diamati dari Greenwich.

g. Awal waktu ephemeris (**START\_TIME**)

Parameter ini digunakan untuk menyatakan waktu awal dari data ephemeris yang ingin didapatkan.

h. Akhir waktu ephemeris (**STOP\_TIME**)

Parameter ini digunakan untuk menyatakan waktu akhir dari data ephemeris yang ingin didapatkan.<sup>56</sup>

i. Selisih tiap baris data (**STEP\_SIZE**)

Parameter ini digunakan untuk menyatakan selisih data antar baris pada ephemeris yang ingin didapatkan. Misalnya

---

<sup>56</sup>“Horizon API,” diakses 12 November 2024, <https://ssd-api.jpl.nasa.gov/doc/horizons.html>.

‘1h’ untuk mendapatkan data perjam dan ‘1m’ untuk mendapatkan data permenit.

j. Data yang diinginkan (**QUANTITIES**)

Parameter ini digunakan untuk menyatakan parameter apa saja yang diinginkan dalam ephemeris. Parameter ini menerima nilai berupa kode dari masing-masing data ephemeris. Misalnya kode 2 untuk mendapatkan deklinasi dan asensioekta tampak dari target objek.

k. Satuan jarak (**RANGE\_UNITS**)

Parameter ini digunakan untuk menyatakan satuan yang digunakan untuk mendefinisikan jarak dalam ephemeris nantinya. Nilai yang dapat diterima adalah AU (*Astronomical Unit*, 1 AU = 1.496.000 km) dan KM. Dalam Ephemeris Hisab Rukyat Kemenag, format yang digunakan adalah AU.<sup>57</sup>

l. Format sudut (**ANG\_FORMAT**)

Parameter ini digunakan untuk menyatakan format sudut yang akan digunakan untuk data asensioekta dan deklinasi pada ephemeris nantinya. Nilainya bisa berupa HMS untuk mendapatkan format

---

<sup>57</sup>“Horizon API,” diakses 12 November 2024, <https://ssd-api.jpl.nasa.gov/doc/horizons.html>.

Hour-Minute-Second atau menggunakan DEG untuk mendapatkan hasil derajat berbentuk desimal. Format yang digunakan pada ephemeris Hisab Rukyat milik Kemenag adalah DEG.

m. Format CSV (CSV\_FORMAT)

Parameter ini digunakan untuk menyatakan opsi format ephemeris dalam bentuk CSV<sup>58</sup>. Nilai parameter ini dapat berupa YES atau NO. Nilai YES dipilih untuk memudahkan dalam proses penguraian data.<sup>59</sup>

## **B. Kualifikasi Perangkat dalam Pengembangan Aplikasi**

Pengembangan aplikasi ditunjang dengan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras digunakan sebagai perangkat fisik untuk menjalankan aplikasi pengembang dan mengoperasikan aplikasi yang dikembangkan. Adapun perangkat lunak digunakan untuk merancang, mengembangkan, serta menjalankan aplikasi.

---

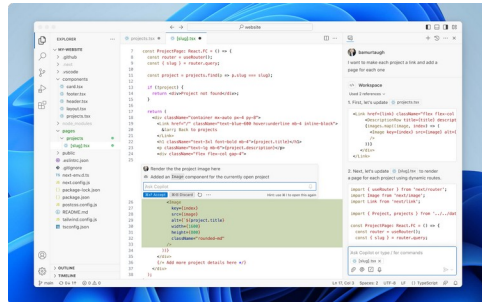
<sup>58</sup>CSV adalah format file untuk menyimpan data berbentuk tabel seperti spreadsheet atau database. Tiap baris dari file CSV mewakili satu entri dan tiap kolom dipisahkan dengan tanda koma atau karakter lain.

<sup>59</sup>“Horizon API,” diakses 12 November 2024, <https://ssd-api.jpl.nasa.gov/doc/horizons.html>.

## 1. Perangkat Lunak

### a. Aplikasi Pengembang

#### i. Visual Studio Code

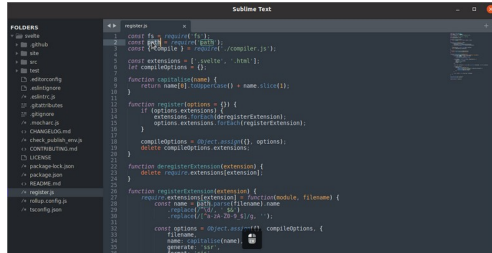


Gambar 3.1. Tampilan Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah aplikasi editor kode yang dibangun dan dioptimisasi untuk mengembangkan dan debugging aplikasi berbasis web dan cloud modern.<sup>60</sup>

<sup>60</sup>“Visual Studio Code - Code Editing. Redefined,” diakses 9 November 2024, <https://code.visualstudio.com/>.

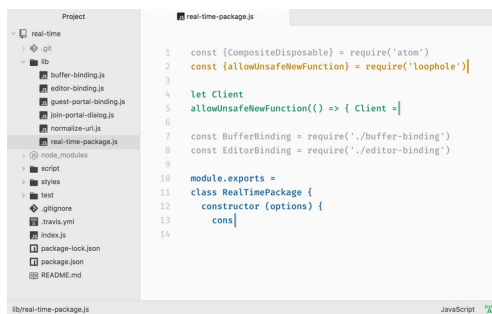
## ii. Sublime Text



Gambar 3.2. Tampilan Sublime Text

Sublime Text adalah teks editor yang dikhususkan untuk kode, markup, dan prosa. Aplikasi ini mendukung pemilihan tab bersamaan, dukungan bahasa Typescript, JSX, dan TSX, serta memanfaatkan GPU dalam menjalankan aplikasi.<sup>61</sup>

## iii. Atom



Gambar 3.3. Tampilan Atom

<sup>61</sup>“Sublime Text - the Sophisticated Text Editor for Code, Markup and Prose,” diakses 9 November 2024, <https://www.sublimetext.com/>.

Atom adalah kode editor yang dibangun dengan HTML, Javascript, CSS, dan integrasi dengan Node.js. Aplikasi ini dapat berjalan pada berbagai platform.<sup>62</sup>

b. Aplikasi Perancang Grafis

i. Inkscape

Inkscape adalah aplikasi desain grafis yang menawarkan fitur-fitur desain secara gratis. Aplikasi ini dapat digunakan sebagai aplikasi dalam merancang logo, ilustrasi, poster, maupun desain aplikasi sederhana.<sup>63</sup>

ii. Figma

Figma adalah aplikasi desain yang dapat digunakan secara kolaboratif dalam membangun sebuah produk desain.<sup>64</sup> Figma cocok digunakan untuk tim dalam mengembangkan aplikasi kompleks seperti perancangan antarmuka aplikasi yang cukup besar.

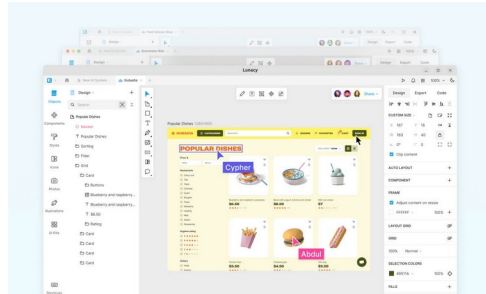
---

<sup>62</sup>“Atom: A Hackable Text Editor for the 21st Century,” Atom, diakses 9 November 2024, <https://atom-editor.cc>.

<sup>63</sup>Inkscape Website Developers, “Inkscape - Draw Freely. | Inkscape,” diakses 9 November 2024, <https://inkscape.org/>.

<sup>64</sup>“Figma: The Collaborative Interface Design Tool,” Figma, diakses 9 November 2024, <https://www.figma.com/>.

### iii. Lunacy



Gambar 3.4. Tampilan Lunacy

Lunacy adalah aplikasi dalam mengedit grafis yang mendukung Windows, macOS, dan Linux. Aplikasi ini menjadi alternatif dari Figma karena aplikasi bawaannya turut mendukung operasi sistem Linux.<sup>65</sup>

## 2. Perangkat Keras

Pengembangan aplikasi selain memerlukan perangkat lunak, juga memerlukan perangkat keras. Syarat minimal spek perangkat yang digunakan agar pengembangan aplikasi web dengan baik dan lancar antara lain:

- a. Processor: minimal Intel Core i3 atau AMD Ryzen 3
- b. RAM: minimal sebesar 8 GB
- c. Penyimpanan: minimal 256 GB SSD

---

<sup>65</sup>“Lunacy – Free Design Software for Win, Mac, Linux,” Icons8, diakses 9 November 2024, <https://icons8.com/lunacy>.

d. Layar: minimal 1920x1080 (Full HD)<sup>66</sup>

### 3. Spesifikasi Perangkat yang Digunakan

Perancangan aplikasi ephemeris berbasis web dengan data API JPL Horizon ditunjang dengan perangkat keras dan perangkat lunak antara lain:

a. Perangkat Keras

i. Laptop

Laptop yang digunakan dalam pengembangan aplikasi ini adalah laptop Thinkpad T480 dengan spesifikasi prosesor Intel Core i5 Gen 8, RAM 16 GB, penyimpanan sebesar 256 GB, dan layar dengan resolusi sebesar 1920x1080. Laptop ini mumpuni untuk digunakan dalam pengembangan aplikasi berbasis web.

ii. Ponsel

Ponsel yang digunakan dalam pengembangan aplikasi ini adalah ponsel Poco M4 Pro dengan spesifikasi prosesor MediaTek Helio G96, RAM 6 GB, dan penyimpanan 128 GB.

---

<sup>66</sup>“Minimum Device Requirements for Web Development Programming,” diakses 9 November 2024, <https://www.linkedin.com/pulse/minimum-device-requirements-web-development-fazlay-rabbi-3blwc>.

### b. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam menunjang pengembangan aplikasi adalah Visual Studio Code untuk pengembangan kode dan Inkscape untuk perancangan desain logo. Visual Studio Code dipilih sebagai aplikasi pengembang karena aplikasi ini dibekali dengan plugin-plugin yang sangat membantu proses pengembangan dan komunitas pengguna aplikasi yang besar. Adapun Inkscape dipilih karena antarmuka yang menurut penulis relatif lebih sederhana dibanding dengan aplikasi perancang grafis lain.

## C. Perancangan Aplikasi Ephemeric berbasis Web

Selain sebagai penampil data ephemeric, aplikasi ini dirancang untuk memiliki fitur-fitur lain seperti unduh data ephemeric, glosarium kolom-kolom dalam ephemeric, dan penyetelan waktu untuk data ephemeric yang ditampilkan. Aplikasi dikembangkan dalam dua bentuk yang terintegrasi: *backend* dan *frontend*.

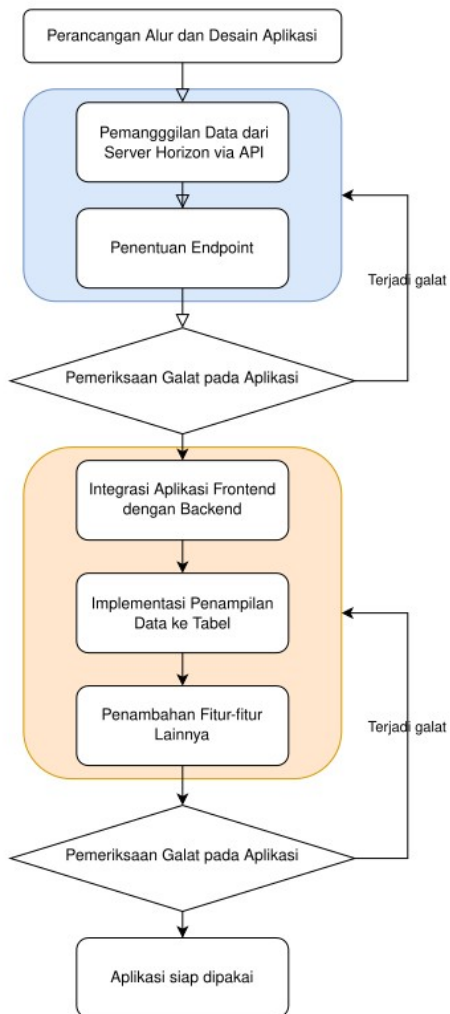
Aplikasi *backend* adalah sisi aplikasi yang berisi data dan infrastruktur yang membuat aplikasi dapat bekerja. Sedangkan aplikasi *frontend* adalah sisi aplikasi yang dapat dilihat langsung oleh pengguna, termasuk elemen visual seperti tombol, grafik, tabel, dan sebagainya.<sup>67</sup> Dalam

---

<sup>67</sup>“Front End vs Back End - Difference Between Application Development - AWS,” Amazon Web Services, Inc., diakses 10 November 2024,

koteks pengembangan ini, aplikasi *backend* bertugas untuk mendapatkan data dari API Horizons dan mengolahnya dengan bentuk yang lebih sederhana. Adapun aplikasi *frontend* bertugas untuk menampilkan data yang didapat dari aplikasi *backend* ke dalam sebuah tabel dan menampilkan fitur-fitur lain yang interaktif.

Proses pengembangan aplikasi dipaparkan dalam diagram alir berikut.



Gambar 3.5. Diagram Alir Pengembangan Aplikasi

Desain antarmuka aplikasi dibangun dengan menggunakan *CSS component library*, *Shadcn*. *Shadcn* adalah *component library* yang dibangun di atas *TailwindCSS* yang dapat membuat proses perancangan aplikasi web menjadi lebih efisien dan gaya desain yang konsisten.

Aplikasi terdiri dari dua menu utama, yaitu menu *Ephemeris* untuk menampilkan tabel dan menu *About* untuk deskripsi singkat aplikasi.

### a. Display Tabel Matahari dan Bulan

Hour	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	TSD	SO	FI	Alt
00	182°25'4.42"	0°03'31"	182°127.21'	-0°17'40.82"	1.002074	0°15'56.44"	8°20.95'	
01	182°27'31.33"	0°03'31"	182°1533.12'	-0°16'39.23"	1.002059	0°15'56.44"	8°21.72'	
02	182°29'58.33"	0°03'31"	182°1737.03"	-0°16'37.64"	1.002044	0°15'56.44"	8°22.49'	
03	182°32'25.33"	0°03'31"	182°1951.89"	-0°16'36.05"	1.002030	0°15'56.44"	8°23.26'	
04	182°34'52.34"	0°03'31"	182°226.79"	-0°16'34.46"	1.002015	0°15'56.44"	8°24.03'	
05	182°37'19.33"	0°03'31"	182°2421.71'	-0°15'32.87"	1.002000	0°15'56.44"	8°24.80'	
06	182°39'46.33"	0°03'31"	182°2626.62"	-0°15'31.28"	1.001985	0°15'56.44"	8°25.57'	
07	182°42'13.33"	0°03'31"	182°2831.53"	-0°15'29.69"	1.001970	0°15'56.44"	8°26.34'	
08	182°44'40.33"	0°03'31"	182°3036.44"	-0°15'28.10"	1.001955	0°15'56.44"	8°27.11'	
09	182°47'07.33"	0°03'31"	182°3241.35"	-0°15'26.51"	1.001940	0°15'56.44"	8°27.88'	
10	182°49'34.34"	0°03'31"	182°3446.26"	-0°15'24.92"	1.001925	0°15'56.44"	8°28.65'	
11	182°52'01.33"	0°03'31"	182°3751.17"	-0°15'23.33"	1.001910	0°15'56.44"	8°29.42'	
12	182°54'28.33"	0°03'31"	182°4056.08"	-0°15'21.74"	1.001895	0°15'56.44"	8°30.19'	
13	182°56'55.33"	0°03'31"	182°4261.00"	-0°15'20.15"	1.001880	0°15'56.44"	8°30.96'	
14	182°59'22.34"	0°03'31"	182°4465.91"	-0°15'18.56"	1.001865	0°15'56.44"	8°31.73'	
15	183°1'49.34"	0°03'31"	182°4670.82"	-0°15'17.00"	1.001850	0°15'56.44"	8°32.50'	
16	183°4'16.34"	0°03'31"	182°4875.73"	-0°15'15.41"	1.001835	0°15'56.44"	8°33.27'	

Gambar 3.6. Tampilan Tabel Data Matahari

Hour	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	HP	SO	FI	Alt
00	85°2'48.80"	5°17'32.81"	96°4238.54'	28°13'55.82"	0°57.13'	0°19'31.36"	0.473660	82°13'34.15'
01	90°30'50.11"	5°17'41.23"	96°3242.54'	28°16'37.51"	0°56'59.51'	0°19'31.48"	0.474267	82°48'10.42'
02	96°18'17.00"	5°17'49.72"	96°2246.54'	28°19'19.20"	0°56'57.20"	0°19'31.60"	0.480861	83°24'44.22'
03	98°41'15.00"	5°17'44.50"	95°1455.93'	28°22'01.18"	0°56'55.02"	0°19'32.29"	0.488320	83°24'18.49"
04	97°12'43.79"	5°17'43.83"	96°1154.26"	28°24'43.10"	0°56'53.19"	0°19'32.74"	0.488920	83°14'43.99"
05	92°48'23.73"	5°17'48.90"	96°4852.24'	28°28'45.10"	0°56'51.17"	0°19'33.19"	0.486571	83°18'59.61'
06	88'19'57.33"	5°17'56.50"	96°2246.54'	28°32'27.00"	0°56'49.18"	0°19'33.67"	0.482219	83°19'22.23'
07	86°19'24.70"	5°17'56.47"	100°2254.87"	28°35'08.90"	0°56'47.19"	0°19'34.15"	0.481779	83°22'11.50'
08	84'24'59.82"	5°17'52.72"	100°3914.40"	28°37'50.82"	0°56'45.19"	0°19'34.62"	0.483464	83°16'15.00'
09	80°16'46.80"	5°17'53.20"	101°1034.89"	28°40'32.74"	0°56'43.18"	0°19'35.07"	0.482116	83°16'59.30'
10	76°10'09.20"	5°17'52.30"	101°1824.88"	28°43'14.66"	0°56'41.21"	0°19'35.47"	0.480860	83°16'59.20'
11	72'11'36.61"	5°18'03.37"	102°1071.84'	28°45'56.58"	0°56'39.20"	0°19'35.84"	0.480996	83°14'25.51'
12	101°10'58.77"	5°18'06.81"	103°1938.87"	28°48'38.50"	0°56'37.21"	0°19'36.17"	0.482601	83°16'57.62'
13	102°4'21.72"	5°18'18.80"	103°4184.20"	28°51'20.42"	0°56'35.21"	0°19'36.48"	0.482174	83°16'33.50'
14	103°18'41.47"	5°18'31.81"	104°1813.83'	28°54'02.34"	0°56'33.24"	0°19'36.78"	0.480747	83°16'33.90'
15	103°10'59.80"	5°18'41.81"	104°1648.82"	28°56'44.26"	0°56'31.24"	0°19'37.07"	0.481482	83°16'19.80'
16	103°14'14.48"	5°18'53.58"	105°3074.89"	28°59'26.18"	0°56'29.24"	0°19'37.37"	0.480921	83°17'55.60'

Gambar 3.7. Tampilan Tabel Data Bulan

Pada menu ephemeris, tabel yang ditampilkan adalah tabel posisi Matahari yang mencakup jam, *apparent longitude*, *apparent latitude*, *apparent RA*, *apparent declination*, *True Geocentric Distance*, *semidiameter*, dan *equation of time*. Terdapat pula tabel posisi Bulan yang mencakup *apparent longitude*, *apparent latitude*, *apparent RA*, *apparent declination*, *horizontal parallax*, *semidiameter*, *fraction illumination*, dan *angle limb bright*. Untuk berganti antara tabel Matahari dan Bulan, pengguna cukup menekan tombol di *bottom navigation* yang berada di bagian bawah.

## b. Input Tanggal

Pada menu ephemeris pula, terdapat input yang dapat digunakan untuk menginput tanggal yang diinginkan. Data yang baru akan otomatis tampil saat pengguna telah mengganti tanggal.

The screenshot shows a mobile application interface for an ephemeris. At the top, there is a date and time selector: a hamburger menu icon, a calendar icon, the date "25 Sep 2024", a clock icon, the time "02:00", a red 'x' icon, and a download icon. Below this is a table with the following data:

Hour	Apparent Longitude	Apparent Latitude	App
02:00	96° 8' 17.00"	5° 17' 43.73"	96°
02:01	96° 8' 49.76"	5° 17' 43.75"	96°
02:02	96° 9' 22.52"	5° 17' 43.78"	96°
02:03	96° 9' 55.28"	5° 17' 43.81"	96°
02:04	96° 10' 28.04"	5° 17' 43.83"	96°
02:05	96° 11' 0.80"	5° 17' 43.86"	96°
02:06	96° 11' 33.56"	5° 17' 43.88"	96°
02:07	96° 12' 6.32"	5° 17' 43.91"	96°
02:08	96° 12' 39.07"	5° 17' 43.93"	96°

Gambar 3.8. Tampilan Input Tanggal

Untuk menampilkan data detail tiap jamnya, pengguna dapat menekan nilai pada kolom jam dan akan tampil indikator jam di samping input tanggal serta tabel akan terbaru dengan data tiap menitnya. Untuk kembali melihat data perjam, pengguna dapat menekan tombol silang (x) di samping indikator jam pada *navigation bar* di bagian atas.

### c. Unduh Data

The screenshot shows a mobile application interface with a table of astronomical data. The table has columns for Hour, Apparent Longitude, Apparent Latitude, Apparent RA, Apparent Dec, and HP. A download menu is overlaid on the table, offering options to download the data as CSV or Excel. The table data is as follows:

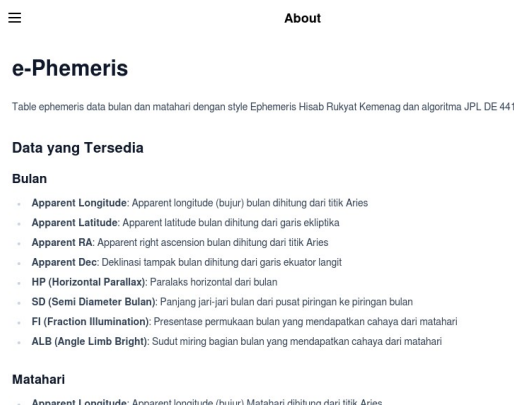
Hour	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	HP
02:00	96° 8'17.00"	5°17'43.73"	96°57'50.94"	28°35'9.35"	0°56'57.26"
02:01	96° 8'49.76"	5°17'43.75"	96°58'28.02"	28°35'7.80"	0°56'57.22"
02:02	96° 9'22.52"	5°17'43.78"	96°59'5.14"	28°35'6.22"	0°56'57.19"
02:03	96° 9'55.28"	5°17'43.81"	96°59'42.25"	28°35'4.67"	0°56'57.15"
02:04	96° 10'28.04"	5°17'43.83"	97°0'19.37"	28°35'3.12"	0°56'57.12"
02:05	96° 11'0.80"	5°17'43.86"	97°0'56.45"	28°35'1.54"	0°56'57.09"
02:06	96° 11'33.56"	5°17'43.88"	97°1'33.56"	28°34'59.99"	0°56'57.05"
02:07	96° 12'6.32"				0°56'57.02"
02:08	96° 12'39.07"				0°56'56.98"
02:09	96° 13'11.83"				0°56'56.95"
02:10	96° 13'44.58"				0°56'56.92"
02:11	96° 14'17.34"				0°56'56.88"
02:12	96° 14'50.09"	5°17'44.02"	97°5'16.15"	28°34'50.52"	0°56'56.85"
02:13	96° 15'22.85"	5°17'44.04"	97°5'53.23"	28°34'48.94"	0°56'56.81"
02:14	96° 15'55.60"	5°17'44.06"	97°6'30.35"	28°34'47.32"	0°56'56.78"
02:15	96° 16'28.35"	5°17'44.08"	97°7'7.43"	28°34'45.73"	0°56'56.75"
02:16	96° 17'1.11"	5°17'44.10"	97°7'44.54"	28°34'44.15"	0°56'56.71"
02:17	96° 17'33.86"	5°17'44.12"	97°8'21.62"	28°34'42.53"	0°56'56.68"
02:18	96° 18'6.61"	5°17'44.14"	97°8'58.70"	28°34'40.94"	0°56'56.64"
02:19	96° 18'39.36"	5°17'44.16"	97°9'35.78"	28°34'39.32"	0°56'56.61"

Gambar 3.9. Tampilan Menu Unduh

Pengguna dapat mengunduh data yang ditampilkan dalam tabel dengan menekan ikon

unduh pada pojok kanan atas. Setelah di-klik, akan tampil dialog untuk memilih mengunduh dalam format CSV (.csv), Excel (.xlsx), ataupun PDF (.pdf). Format CSV dan Excel dapat memudahkan pengguna dalam pengolahan data nantinya, sedangkan format PDF memudahkan pengguna untuk mencetak hasil ephemeris secara instan.

#### d. Deskripsi Singkat pada Menu *About*



Gambar 3.10. Tampilan Menu *About*

Pengguna dapat membaca deskripsi singkat dari istilah-istilah pada tabel ephemeris dengan menekan ikon menu pada pojok kiri atas. Setelah ditekan, akan tampil bilah samping yang berisikan navigasi untuk menu Ephemeris dan *About*. Setelah menu *about* ditekan, maka akan tampil deskripsi

singkat mengenai aplikasi dan data-data yang ditampilkan.

## D. Implementasi Pengembangan Aplikasi

### 1. Pengembangan Aplikasi *Backend*

Aplikasi *backend* dibangun dengan menggunakan bahasa *Javascript* dan framework *Express*. Data dari JPL Horizons dipanggil via API pada aplikasi backend ini. Penentuan data apa saja yang akan dipanggil dan penulisan *query*-nya juga dilakukan pada aplikasi *backend*.

#### a. Pemanggilan Data Horizon via API

Data-data yang diperlukan untuk membuat ephemeris sesuai dengan Ephemeris Hisab Rukyat Kemenag antara lain:

##### 1. *Ecliptic longitude* dan *ecliptic latitude*

*Ecliptic longitude* (bujur ekliptika) adalah jarak Matahari dari titik Aries diukur sepanjang lingkaran ekliptika. Adapun *ecliptic latitude* (lintang ekliptika) adalah jarak titik pusat matahari dari lingkaran ekliptika.<sup>68</sup>

Parameter mengenai bujur dan lintang ekliptika pada Horizons diistilahkan dengan *apparent longitude* dan *apparent latitude*. Istilah *apparent* (tampak)

---

<sup>68</sup>*Ephemeris Hisab Rukyat 2024.*

menandakan bahwa perhitungan nilainya turut memperhitungkan faktor-faktor seperti waktu cahaya, defleksi cahaya, aberasi bintang, presesi, dan nutasi. Kode *quantity* yang digunakan adalah 31.<sup>69</sup>

2. *Apparent RA* dan *apparent declination*

Apparent Right Ascension (asensio rekta) adalah jarak sudut matahari dari titik Aries diukur sepanjang lingkaran ekuator.

Data yang sama dalam Horizons diistilahkan dengan *apparent RA* dan *apparent declination*. Kode *quantity* yang digunakan adalah 2.

3. Fraksi iluminasi

Fraksi iluminasi adalah presentase luas piringan Bulan yang menerima sinar Matahari yang tampak dari bumi. Dalam layanan Horizons, kode *quantity* yang digunakan untuk fraksi iluminasi adalah 10.

4. Semi diameter dan *horizontal parallax*

Semi diameter adalah jarak antara titik pusat benda langit dengan piringan luarnya. Adapun *horizontal parallax* adalah besaran sudut yang ditarik dari titik pusat Bulan

---

<sup>69</sup>“Horizons System - Manual.”

ketika di ufuk ke titik pusat Bumi dan garis yang ditarik dari titik pusat Bulan ketika itu ke permukaan Bumi. Kode *quantity* yang digunakan adalah 20.

5. *Angle bright limb* (didapatkan dari perhitungan *apparent RA* dan *apparent declination* dari bulan dan matahari)

*Angle bright limb* (sudut kemiringan hilal) adalah sudut kemiringan piringan hilal yang memancarkan sinar sebagai akibat arahposisi hilal dari Matahari. Sudut *angle limb bright* diukur dari garis yang menghubungkan titik pusat hilal dengan zenit ke garis penghubung titik pusat hilal dengan matahari dengan arah putaran searah jarum jam. Pada Horizons, data ini tidak tersedia secara langsung, melainkan bisa diambil dari data asensiorekta dan deklinasi bulan maupun matahari. Kode *quantity* yang digunakan adalah 31.

6. *True Geocentric Distance*

*True Geocentric Distance* (jarak geosentrik) adalah jarak antara Bumi dan Matahari dalam satuan unit astronomi (AU). Kode *quantity* yang digunakan adalah 13.

## 7. *Equation of Time*

*Equation of time* (perata waktu) adalah selisih antara waktu kulminasi Matahari hakiki dengan waktu kulminasi rata-rata. Data yang berkaitan dengan equation of time pada Horizons adalah data *local apparent hour angle* (sudut jam tampak lokal). Kode *quantity* yang digunakan adalah 31.

Untuk mendapatkan data ephemeris Bulan dengan lokasi observasi geosentris (dari pusat Bumi) dengan format CSV, step tiap baris datanya 1 hari, satuan jaraknya berupa AU, dan misalnya untuk rentang waktu 1 September 2024 hingga 30 September 2024, maka pranala beserta parameter query-nya adalah sebagai berikut:

[https://ssd.jpl.nasa.gov/api/horizons.api?format=text&COMMAND='301'&OBJ\\_DATA='NO'&MAKE\\_EPHEM='YES'&EPHEM\\_TYPE='OBSERVER'&CENTER='500%40399'&START\\_TIME='2006-01-01'&STOP\\_TIME='2006-01-20'&STEP\\_SIZE='1%20d'&QUANTITIES='2,10,20,31'&RANGE\\_UNITS='AU'&ANG\\_FORMAT='DEG'&CSV\\_FORMAT='YES'](https://ssd.jpl.nasa.gov/api/horizons.api?format=text&COMMAND='301'&OBJ_DATA='NO'&MAKE_EPHEM='YES'&EPHEM_TYPE='OBSERVER'&CENTER='500%40399'&START_TIME='2006-01-01'&STOP_TIME='2006-01-20'&STEP_SIZE='1%20d'&QUANTITIES='2,10,20,31'&RANGE_UNITS='AU'&ANG_FORMAT='DEG'&CSV_FORMAT='YES')

Untuk mendapatkan data ephemeris Matahari dengan konfigurasi yang sama seperti di atas, maka

pranala beserta parameter query-nya adalah sebagai berikut:

[https://ssd.jpl.nasa.gov/api/horizons.api?format=text&COMMAND='10'&OBJ\\_DATA='NO'&MAK E\\_EPHEM='YES'&EPHEM\\_TYPE='OBSERVER'&CENTER='500%40399'&START\\_TIME='20-06-01-01'&STOP\\_TIME='2006-01-20'&STEP\\_SIZE='1%20d'&QUANTITIES='2,13,20,31'&RANGE\\_UNITS='AU'&ANG\\_FORMAT='YES'](https://ssd.jpl.nasa.gov/api/horizons.api?format=text&COMMAND='10'&OBJ_DATA='NO'&MAK E_EPHEM='YES'&EPHEM_TYPE='OBSERVER'&CENTER='500%40399'&START_TIME='20-06-01-01'&STOP_TIME='2006-01-20'&STEP_SIZE='1%20d'&QUANTITIES='2,13,20,31'&RANGE_UNITS='AU'&ANG_FORMAT='YES')

Untuk memperoleh data EoT, diperlukan juga data Local Apparent Hour Angle dari lokasi observasi Greenwich. Pranala dan parameter *query*-nya adalah sebagai berikut:

[https://ssd.jpl.nasa.gov/api/horizons.api?format=text&COMMAND='10'&OBJ\\_DATA='NO'&MAK E\\_EPHEM='YES'&EPHEM\\_TYPE='OBSERVER'&CENTER='000%40399'&START\\_TIME='2024-09-01'&STOP\\_TIME='2024-09-02'&STEP\\_SIZE='1%20h'&QUANTITIES='42'&CSV\\_FORMAT='YES'&COORD\\_TYPE='GEODETIC'&SITE\\_COORD='%2B0,%2B0,0'&ANG\\_FORMAT=DEG](https://ssd.jpl.nasa.gov/api/horizons.api?format=text&COMMAND='10'&OBJ_DATA='NO'&MAK E_EPHEM='YES'&EPHEM_TYPE='OBSERVER'&CENTER='000%40399'&START_TIME='2024-09-01'&STOP_TIME='2024-09-02'&STEP_SIZE='1%20h'&QUANTITIES='42'&CSV_FORMAT='YES'&COORD_TYPE='GEODETIC'&SITE_COORD='%2B0,%2B0,0'&ANG_FORMAT=DEG)

Pemerolehan data bisa dilakukan dengan memasukkan pranala beserta parameter *query*-nya ke browser maupun mengintegrasikannya dalam kode aplikasi.

### a. Penentuan Pranala *Endpoint*

```

function proxyConfig(app) {
  app.use(
    "/moon/*",
    proxy("https://ssd.jpl.nasa.gov", {
      proxyReqPathResolver: function (req) {
        const dateString = req.params["0"];
        const params = ephemParams.moon(getDateRange(dateString));

        return resolveReqPath(params);
      },
      userResDecorator: responseDecorator.moon,
    })
  );

  app.use(
    "/sun/*",
    proxy("https://ssd.jpl.nasa.gov", {
      proxyReqPathResolver: function (req) {
        const dateString = req.params["0"];
        const params = ephemParams.sun(getDateRange(dateString));

        return resolveReqPath(params);
      },
      userResDecorator: responseDecorator.sun,
    })
  );

  app.use(
    "/laha/*",
    proxy("https://ssd.jpl.nasa.gov", {
      proxyReqPathResolver: function (req) {
        const dateString = req.params["0"];
        const params = ephemParams.laha(getDateRange(dateString));

        return resolveReqPath(params);
      },
      userResDecorator: responseDecorator.laha,
    })
  );
}

```

Gambar 3.11. *Source Code Pranala Endpoint*

*Endpoint* adalah komponen dari API yang menjadi lokasi dari data yang dihasilkan dari kode backend.<sup>70</sup> Bentuk *endpoint* adalah berupa pranala layaknya pranala situs web. Pranala ini menjadi

---

<sup>70</sup>“What Is an API Endpoint? (And Why Are They So Important?),” diakses 10 November 2024, <https://blog.hubspot.com/website/api-endpoint>.

jembatan untuk mengintegrasikan data dari aplikasi backend ke aplikasi frontend.

Aplikasi *backend* ini dirancang dengan endpoint yang berkaitan dengan objek langit yang ingin diambil datanya serta data waktunya. Struktur dasar dari pranala untuk aplikasi backend ini adalah:

<https://lsephem.vercel.app/objek/tanggal/waktu>

1. **objek** dapat berupa moon untuk mendapatkan data-data berkaitan dengan bulan, sun untuk mendapatkan data-data berkaitan dengan matahari, dan laha untuk mendapatkan data yang nantinya diproses menjadi *equation of time*.
2. **tanggal** dapat diisi dengan nilai tanggal data dari objek langit didapatkan. Format penulisannya adalah YYYY-MM-DD (Y untuk tahun, M untuk bulan, dan D untuk hari)
3. **waktu** dapat diisi dengan nilai jam data dari objek langit didapatkan. Formatnya adalah HH:00 (H untuk jam)

Pranala ini digunakan oleh aplikasi *frontend* untuk mendapatkan data yang diinginkan. Misalnya untuk mendapatkan data pada tanggal 14 Oktober 2024, aplikasi *frontend* bisa mendapatkan data dengan memanggil pranala <https://lsephem.vercel.app/moon/2024-10-14> untuk

data Bulan, pranala <https://lsepthem.vercel.app/sun/2024-10-14> untuk data Matahari, dan pranala <https://lsepthem.vercel.app/laha/2024-10-14> untuk data mentah guna pemerolehan data *equation of time*.

#### b. Pengecekan Galat

Pengecekan galat untuk sisi backend aplikasi meliputi keberhasilan memperoleh data dari API Horizons, kesesuaian parameter yang dikirim, dan kesesuaian respons yang didapat dari API Horizons. Pengecekan ini dilakukan berkesinambungan dengan proses *coding*. Galat yang ditemukan diperbaiki dengan merubah kode yang telah ditulis dan seterusnya hingga galat tidak lagi ditemukan.

## 2. Pengembangan Aplikasi *Frontend*

Aplikasi *frontend* dibangun dengan menggunakan bahasa *Typescript* dan *library React*. *React* adalah pustaka yang digunakan dalam pengembangan antarmuka aplikasi web maupun *native*.<sup>71</sup> Pengembangan antarmuka dengan *React* dilakukan dengan penyusunan komponen-komponen yang ditulis dalam bahasa *Javascript* atau *Typescript*. Pengembangan yang dilakukan pada aplikasi *frontend*

---

<sup>71</sup>“React,” diakses 10 November 2024, <https://react.dev/>.

mencakup integrasi aplikasi *frontend* dengan *backend*, implementasi fitur menampilkan data ephemeris ke dalam bentuk tabel, serta penambahan fitur-fitur lain. Gaya antarmuka aplikasi dikembangkan dengan menggunakan *framework TailwindCSS* dan *Shadcn*.

Integrasi aplikasi *frontend* dengan *backend* mencakup pemerolehan data dari aplikasi *backend* dan mengolah data tersebut menjadi format menyesuaikan dengan Ephemeris Hisab Rukyat Kemenag. Pengolahan data dari *backend* yang dilakukan di *frontend* antara lain:

#### **a. Konversi satuan**

Beberapa satuan perlu agar sesuai dengan satuan yang digunakan pada Ephemeris Hisab Kemenag. Konversi satuan yang dilakukan mencakup derajat ke radian dan sebaliknya, derajat ke DMS, jam ke HMS, dan satuan AU (*Astronomical Unit*) ke kilometer.

```

function decimalToDMS(decimal: number) {
  const isNegative = decimal < 0; // Check if the decimal value is negative
  const absDecimal = Math.abs(decimal); // Get the absolute value

  const degrees = Math.floor(absDecimal);
  const minutesWithSeconds = (absDecimal - degrees) * 60;
  const minutes = Math.floor(minutesWithSeconds);
  const seconds = (minutesWithSeconds - minutes) * 60;

  const dms = `${isNegative ? "-" : ""}${degrees}'${minutes}'${seconds.toFixed(
    2
  )}`;
  return dms;
}

function decimalToHMS(decimal: number) {
  const isNegative = decimal < 0; // Check if the decimal value is negative
  const absDecimal = Math.abs(decimal); // Get the absolute value

  const hours = Math.floor(absDecimal);
  const minutesWithSeconds = (absDecimal - hours) * 60;
  const minutes = Math.floor(minutesWithSeconds);
  const seconds = (minutesWithSeconds - minutes) * 60;

  const dms = `${isNegative ? "-" : ""}${
    hours == 0 ? hours + "h" : ""
  }${minutes}'-${seconds.toFixed(2)}s`;
  return dms;
}

const auToKm = 149.6 * Math.pow(10, 6);
const toDeg = 180 / Math.PI;
const toRad = Math.PI / 180;

```

Gambar 3.12. Source Code Konversi Satuan

### b. Pengolahan data *Horizontal Parallax*

Data *horizontal parallax* tidak tersedia langsung pada layanan Horizons, melainkan diolah dari data jarak. Rumus untuk menentukan nilai horizontal paralaks dari data jarak adalah sebagai berikut.

$$\sin HP = R : d$$

R = jari-jari bumi (rata-rata 6378.14 km)

d = jarak dari bumi hingga titik pusat benda langit (dalam km)<sup>72</sup>

<sup>72</sup>Khazin, *Ilmu falak dalam teori dan praktik*.

Adapun pengolahan data *horizontal parallax* dengan *Typescript* dinyatakan dalam fungsi berikut:

```
function HP(data: number): number {
  const dataInKM = data * auToKm;
  const hp = Math.asin(6378.14 / dataInKM) * toDeg;
  return hp;
}
```

Gambar 3.13. *Source Code Horizontal Parallax*

### c. Pengolahan data semidiameter

Data semidiameter diolah dari data jarak benda langit tersebut. Implementasi pengolahan data semidiameter dari jarak benda dalam *Typescript* adalah sebagai berikut:

```
function SD(distance: number): number {
  const distanceInKM = distance * auToKm;
  const sd = (Math.atan(3475 / distanceInKM) * toDeg) / 2;
  return sd;
}
```

Gambar 3.14. *Source Code Semi Diameter*

### d. Pengolahan data *limb bright angle*

Data *limb bright angle* diambil dari data asensiorekta dan deklinasi baik matahari

maupun bulan. Adapun rumus *limb bright angle* adalah<sup>73</sup>:

$$\tan(\chi) = \frac{\cos(\delta_{\text{sun}}) \cdot \sin(\text{RA}_{\text{sun}} - \text{RA}_{\text{moon}})}{\cos(\delta_{\text{moon}}) \cdot \sin(\delta_{\text{sun}}) - \sin(\delta_{\text{moon}}) \cdot \cos(\delta_{\text{sun}}) \cdot \cos(\text{RA}_{\text{sun}} - \text{RA}_{\text{moon}})}$$

$\chi$  = *Limb bright angle*

$\delta$  = Deklinasi

Implementasi pengolahan data *limb bright angle* dalam *Typescript* adalah sebagai berikut:

```
function lunarBrightLimbAngle(
  moonData: [number, number],
  sunData: [number, number]
) {
  const [moonRA, moonDec] = moonData.map((x) => x * toRad);
  const [sunRA, sunDec] = sunData.map((x) => x * toRad);

  const numerator = Math.cos(sunDec) * Math.sin(sunRA - moonRA);
  const denominator =
    Math.cos(moonDec) * Math.sin(sunDec) -
    Math.sin(moonDec) * Math.cos(sunDec) * Math.cos(sunRA - moonRA);

  const brightLimbAngle = Math.atan2(numerator, denominator) * toDeg;
  if (brightLimbAngle < 0) {
    return 360 + brightLimbAngle;
  }
  return brightLimbAngle;
}
```

Gambar 3.15. *Source Code Limb Bright Angle*

#### e. Pengolahan data *equation of time*

Data *equation of time* diolah dari data *Local Apparent Hour Angle* di lokasi Greenwich. Implementasi pengolahannya dalam *Typescript* adalah sebagai berikut:

---

<sup>73</sup>Jean Meeus, *Astronomical Formulae for Calculators* (Volkssterrenwacht Urania v. 2. w., 1979).

A screenshot of a code editor window with a dark background and three colored window control buttons (red, yellow, green) at the top left. The code is written in a light-colored font and defines a function named 'LahaToEoT'.

```
function LahaToEoT(Laha: number, UT: number): number {  
  return Laha + 12 - UT;  
}
```

Gambar 3.16. *Source Code Equation of Time*

Fungsi-fungsi pengolah tersebut kemudian dipadukan dan ditampilkan dalam bentuk tabel dengan kolom data menyesuaikan pada Ephemeris Hisab Rukyat terbitan Kemenag.

Setelah data benar-benar tampil dalam bentuk tabel dengan baik, proses pengembangan selanjutnya adalah pengembangan fitur. Fitur-fitur lain yang ditambahkan dalam aplikasi ini antara lain:

a. Menyetel waktu untuk data ephemeris

Aplikasi dirancang untuk dapat menampilkan data ephemeris sesuai dengan waktu yang disetel. Pengguna dapat menyetel data hari dan secara opsional pengguna juga dapat menyetel data jamnya.

b. Glosarium istilah-istilah dalam ephemeris

Glosarium terletak dalam menu About dan berisi deskripsi-deskripsi singkat mengenai istilah-istilah yang digunakan dalam ephemeris. Fitur ini juga turut membantu bagi pengguna yang belum terlalu paham mengenai istilah-istilah dalam keilmuan falak.

c. Unduh data ephemeris

Aplikasi dirancang dengan fitur unduh agar memudahkan pengguna (terutama pengguna dari kalangan pesantren dengan akses teknologi terbatas) dalam memperoleh data ephemeris. Data dapat diunduh dalam format CSV, XLSX, maupun PDF.

Dalam pengembangan aplikasi pada sisi *frontend*, pengecekan galat juga dilakukan. Pengecekan galat untuk sisi *frontend* meliputi keberhasilan memperoleh data dari *backend*, kesesuaian logika-logika dalam program, dan tampilan antarmuka yang berfungsi dengan baik. Pengecekan ini dilakukan berkesinambungan dengan proses *coding*. Galat yang ditemukan diperbaiki dengan merubah kode yang telah ditulis dan seterusnya hingga galat tidak lagi ditemukan.

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN FUNGSIONALITAS, AKURASI, DAN UJI AHLI TERHADAP PROGRAM**

Pengujian/verifikasi merupakan tahap dalam penelitian model waterfall setelah implementasi (pemrograman) aplikasi dilakukan. Pada penelitian ini, verifikasi dibagi menjadi dua langkah, yaitu pengujian ahli, uji fungsionalitas, dan komparasi dengan Ephemeris Kemenag.

#### **A. Uji Ahli**

Uji ahli dalam penelitian ini dilakukan dengan pengisian kuesioner mengenai penggunaan aplikasi. Kuesioner berisi beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan beberapa aspek: 1) pengalaman pengguna, 2) media aplikasi, dan 3) desain. Adapun ketiga aspek tersebut mencakup poin-poin sebagai berikut.

##### **Pengalaman Pengguna**

1. Interaktifitas
2. Fungsi yang diharapkan
3. Kemudahan untuk dipahami

##### **Media Aplikasi**

1. Efisiensi penggunaan aplikasi dari segi waktu
2. Kehandalan program (tingkat *error tolerance*)
3. *Usability* (kemudahan pengoperasian)
4. *Compatibility* (dapat dijalankan di perangkat lain)

## Desain

1. Komposisi warna tidak membingungkan
2. *User Interface* mudah dipahami pengguna
3. Kesederhanaan (tidak tercampur dengan elemen yang tidak perlu)

**Total skor = (Skor didapat/skor maksimal) x 100%**

Tiap poin dinilai dalam skor 1 hingga 5. Skor 5 menunjukkan **sangat baik**, skor 4 menunjukkan **baik**, skor 3 menunjukkan **cukup baik**, skor 2 menunjukkan **kurang baik**, dan skor 1 menunjukkan **tidak baik**.

### 1. Uji Ahli Bidang Ilmu Falak

Pada penelitian ini, ahli dalam bidang ilmu falak yang melakukan pengujian adalah Basthoni. Beliau merupakan ketua Lembaga Falakiyah PWNU Jawa Tengah sekaligus pendiri komunitas astronomi Kawakib. Beliau aktif berkontribusi dalam keilmuan falak serta turut mengajar sebagai dosen di program studi Ilmu Falak S1 Universitas Islam Negeri Walisongo. Hasil pengujian yang diperoleh adalah sebagai berikut<sup>74</sup>:

#### Pengalaman Pengguna

- a. Interaktifitas: 5
- b. Fungsi yang diharapkan: 4

---

<sup>74</sup>Penulis melakukan uji ahli dengan wawancara secara langsung pada tanggal 25 September 2024 pada pukul 11.00 WIB di MA Nurul Huda, Mangkang, Semarang.

- c. Kemudahan untuk dipahami: 5

### **Media Aplikasi**

- a. Efisiensi penggunaan aplikasi dari segi waktu: 5
- b. Keandalan program (tingkat *error tolerance*): 4
- c. Usability (kemudahan pengoperasian): 5
- d. Compatibility (dapat dijalankan di perangkat lain): 5

### **Desain**

- a. Komposisi warna tidak membingungkan: 5
- b. *User Interface* mudah dipahami pengguna: 5
- c. Kesederhanaan (tidak tercampur dengan elemen yang tidak perlu): 5

**Total skor = 96%**

Selain itu, beliau juga memberikan beberapa komentar/saran perbaikan antara lain:

- a. Masih ada display waktu yang belum terformat dengan baik (baris terakhir dari tabel data permenit)
- b. Baris yang harusnya menunjukkan menit selanjutnya, bisa diperbaiki (06:60 menjadi 06:00)

- c. Bisa ditambah untuk opsi unduh dalam format PDF agar bisa diterapkan dengan mudah di kalangan pesantren
- d. Data yang diekspor hendaknya ditambahi header (keterangan tambahan)

Dari pengujian yang dilakukan, beliau menyimpulkan bahwa aplikasi ini layak digunakan dengan revisi sesuai saran yang telah diberikan.

## 2. Uji Ahli Bidang Pemrograman

Pada penelitian ini, ahli dalam bidang pemrograman yang melakukan pengujian adalah Misbahul Munir. Beliau merupakan pemrogram web profesional. Beliau aktif berkontribusi dalam pengembangan salah satu *framework* pengembangan web dan juga memiliki pengalaman dalam membangun aplikasi web yang terkait dengan falak. Hasil pengujian yang diperoleh adalah sebagai berikut<sup>75</sup>:

### **Pengalaman Pengguna**

- a. Interaktifitas: 4
- b. Fungsi yang diharapkan: 4
- c. Kemudahan untuk dipahami: 4

---

<sup>75</sup>Uji ahli dilakukan secara daring melalui Google Form pada tanggal 4 Oktober 2024 pada pukul 12.22 WIB.

**Media Aplikasi**

- a. Efisiensi penggunaan aplikasi dari segi waktu: 5
- b. Keandalan program (tingkat *error tolerance*): 5
- c. Usability (kemudahan pengoperasian): 5
- d. Compatibility (dapat dijalankan di perangkat lain): 5

**Desain**

- a. Komposisi warna tidak membingungkan: 4
- b. *User Interface* mudah dipahami pengguna: 4
- c. Kesederhanaan (tidak tercampur dengan elemen yang tidak perlu): 4

**Total skor = 88%**

Beliau turut memberikan beberapa komentar/saran perbaikan:

*Mungkin perlu ditambahkan fitur2 yang lebih praktikal. misalnya export to excel, konversi ke sistem koordinat toposentrik sesuai wilayah dan fitur2 praktikal lain.*

Dari pengujian yang dilakukan, beliau menyimpulkan bahwa aplikasi ini layak digunakan dengan revisi sesuai komentar/saran yang telah diberikan.

### 3. Perbaikan berdasarkan Uji Ahli

Beberapa saran yang diterima dari hasil uji ahli kemudian diimplementasi menjadi sebuah fitur dalam aplikasi yang dibangun. Perbaikan yang dilakukan mencakup:

a. Perbaikan tampilan data yang belum terformat pada data permenit

Pada data permenit, masih ada data yang belum terformat dengan baik, yaitu data waktu di baris akhir. Data yang seharusnya menunjukkan menit 00 masih tampil dengan menit 60. Dalam *Typescript*, perbaikan dilakukan dengan merubah `{item + ":" + index.toString().padStart(2, "0").replace("60", "00")}` menjadi `{item}`.

b. Opsi untuk ekspor ke PDF

Fitur ini sangat cocok jika digunakan pada pesantren yang akses internetnya masih minim. Fitur ini juga memudahkan pengguna jika ingin mencetak data secara instan. Implementasi fiturnya adalah sebagai berikut.

c. Penambahan header pada data unduhan

Header pada data unduhan berisi informasi tambahan berupa data waktu dari tabel

ephemeris dan sumber data ephemeris. Implementasinya adalah sebagai berikut.

```
function generateCSVURL() {
  const contentArray =
    ephemObj === "moon"
      ? [moonData.ephemParams, ...moonData.ephemBody]
      : [sunData.ephemParams, ...sunData.ephemBody];
  const metadata = `Date,${date}\nTime,${
    time === undefined ? time + " UTC" : "-"
  }\nType,${
    ephemObj === "moon" ? "Moon Data" : "Sun Data"
  }\nSource,${PUBLIC_URL}\n`;
  const content =
    metadata + contentArray.map((row) => row.join(",")).join("\n");
  const blob = new Blob([content], { type: "text/csv;charset=utf-8" });
  const url = URL.createObjectURL(blob);
  return url;
}

function getXLSXFile() {
  const metadata = [
    ["Date", date],
    ["Time", time === undefined ? time + " UTC" : "-"],
    ["Type", ephemObj === "moon" ? "Moon Data" : "Sun Data"],
    ["Source", PUBLIC_URL],
  ];
  const contentArray =
    ephemObj === "moon"
      ? [...metadata, moonData.ephemParams, ...moonData.ephemBody]
      : [...metadata, sunData.ephemParams, ...sunData.ephemBody];
  console.log("contentArray", contentArray);
  let ws = xlsUtils.aoa_to_sheet(contentArray);
  let wb = xlsUtils.book_new();
  xlsUtils.book_append_sheet(wb, ws, "Sheet1");
  writeFile(wb, "e-ephemeris_data.xlsx");
}
```

Gambar 4.1. *Source Code* Penambahan Header pada CSV dan XLSX

## B. Uji Fungsionalitas Program

Uji fungsionalitas program dilakukan untuk memverifikasi apakah fitur-fitur yang telah diimplementasi berjalan dengan baik. Pada penelitian ini, uji fungsionalitas program mencakup pengujian kesesuaian data dan pengujian fungsionalitas fitur pada berbagai browser.

## 1. Uji Kesesuaian Data

Pada pengujian ini, data dari aplikasi yang telah dibangun disandingkan dengan data dari antarmuka web Horizons untuk diuji kesesuaiannya. Uji ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dipanggil melalui aplikasi *backend* sama dengan data yang dapat diakses lewat antarmuka web Horizons.

Penulis melakukan pengujian pada beberapa kolom tabel dengan beberapa sampel tanggal dengan tahun, bulan, tanggal, dan jam yang bervariasi, yaitu:

- a. 21 Maret 359 M – 2 UTC
- b. 18 Mei 789 M – 4 UTC
- c. 26 Juli 1034 M – 7 UTC
- d. 14 Oktober 2024 M – 9 UTC
- e. 10 Desember 4870 M – 11 UTC

Adapun hasil pengujian terlampir dalam tabel berikut:

Tabel 4.1. Kesesuaian Data antara Antarmuka Web Horizons dan Data Aplikasi yang telah Dirancang

	Data Aplikasi									
	Sun					Moon				
	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	TGD	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	FI
21 Maret 359 M – 2 UTC	0°25'45.46"	-0°00.39"	0°23'35.84"	0°10'19.52"	1.0044248	66°19'4.88"	4°51'16.59"	65°17'30.05"	16°46'14.23"	0.297606
18 Mei 789 M – 4 UTC	60°13'12.16"	0°00.26"	58°13.72"	20°19'40.26"	1.0158991	289°41'21.51"	2°28'24.72"	290°56'50.78"	-19°41'27.06"	0.825406
26 Juli 1034 M – 7 UTC	127°54'5.71"	0°00.33"	130°20'34.84"	18°23'18.96"	1.0126812	220°16'58.98"	3°12'26.96"	218°52'38.06"	-11°56'4.96"	0.522074
14 Oktober 2024 M – 9 UTC	201°30'35.04"	-0°00.15"	199°52'45.62"	-8°23'10.57"	0.997342	337°55'58.89"	-2°32'22.87"	340°33'43.63"	-10°56'58.63"	0.862426
10 Desember 5982 M – 11 UTC	258°502.91"	0°00.26"	257°54'4.54"	-22°29'41.21"	1.0006968	238°30'8.33"	4°54'56.05"	237°27'18.54"	-14°37'9.80"	0.033028

	Data Antarmuka Web Horizons									
	Sun					Moon				
	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	TGD	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	FI
21 Maret 359 M – 2 UTC	0.4292953	-0.0001088	00 01 34.39	00 10 19.5	1.00442482374038	66.3180209	-4.8518298	04 21 10.00	16 46 14.2	29.76056
18 Mei 789 M – 4 UTC	60.2200457	0.0000723	03 52 04.25	20 19 40.3	1.01589914091813	289.6893085	2.4735345	19 23 47.39	-19 41 27.1	82.54056
26 Juli 1034 M – 7 UTC	127.9015861	0.0000918	08 41 22.32	18 23 19.6	1.01268116405214	220.2830487	3.2074889	14 35 30.54	-11 56 04.9	52.20736
14 Oktober 2024 M – 9 UTC	201.5097325	-0.0000429	13 19 31.04	-08 23 10.6	0.99734196484574	337.9330761	-2.5396869	22 42 14.91	-10 56 58.6	86.24257
10 Desember 5982 M – 11 UTC	258.8341404	0.0000732	17 11 36.30	-22 29 41.2	1.00069678639760	238.5023143	4.9155705	15 49 49.24	-14 37 09.8	3.30281

\*Data diambil pada 16 Nov 2024 pada 09 WIB

	Scissh									
	Sun					Moon				
	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	TGD	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	FI
21 Maret 359 M – 2 UTC	0°00.00"	0°00.00"	00°00'00.01"	00°00'00.02"	0.00000002374038	0°00.00"	0°00.00"	0°00'00.05"	00°00'00.03"	0.00000004
18 Mei 789 M – 4 UTC	0°00.00"	0°00.00"	00°00'00.03"	00°00'00.04"	0.00000004091813	0°00.00"	0°00.00"	0°00'00.07"	00°00'00.04"	0.00000004
26 Juli 1034 M – 7 UTC	0°00.00"	0°00.00"	00°00'00.04"	00°00'00.04"	0.00000003594786	0°00.00"	0°00.00"	0°00'00.04"	00°00'00.06"	0.00000003
14 Oktober 2024 M – 9 UTC	0°00.00"	0°00.00"	00°00'00.02"	00°00'00.03"	0.00000003451426	0°00.00"	0°00.00"	0°00'00.02"	00°00'00.03"	0.00000004
10 Desember 5982 M – 11 UTC	0°00.00"	0°00.00"	00°00'00.04"	00°00'00.01"	0.00000001360240	0°00.00"	0°00.00"	0°00'00.06"	00°00'00.00"	0.00000001

Dari hasil pengujian di atas, terdapat beberapa kolom dengan selisih yang bervariasi. Selisih tersebut timbul karena perbedaan nilai desimal di belakang koma dan pembulatan angka. Namun, nilai dari selisih tersebut tergolong kecil dan dapat ditoleransi.

## 2. Uji Fungsionalitas Lintas Browser

Pengujian ini dilakukan dengan menguji fungsionalitas aplikasi pada beberapa browser. Browser yang diujikan dipilih berdasarkan data dari Statcounter Global Stats untuk browser dengan pengguna terbanyak pada rentang Oktober 2020 hingga Oktober 2024, yaitu Chrome, Safari, Edge, dan Firefox.<sup>76</sup> Hasil pengujiannya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Uji Fungsionalitas Aplikasi Lintas Browser

	Chrome			Safari	Edge	Firefox	
	Android	Windows	Linux	iPhone	Android	Android	Linux
Dapat menampilkan data ephemeric dengan baik	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
Dapat mengakses bilah samping dan glosarium	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
Dapat menyatel waktu dari data ephemeric	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
Dapat mengunduh data ephemeric	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya

Dari data yang didapat, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini mampu berjalan baik pada browser-browser populer sehingga dapat pula menjangkau pengguna yang lebih banyak.

---

<sup>76</sup>“Browser Market Share Worldwide,” StatCounter Global Stats, diakses 16 November 2024, <https://gs.statcounter.com/browser-market-share>.

## C. Komparasi dengan Algoritma Lain

### 1. Komparasi dengan Data Ephemeris Kemenag

Perbedaan algoritma yang dipakai dalam Horizons dan pembentukan Ephemeris Hisab Rukyat Kemenag menghasilkan adanya selisih nilai. Untuk data matahari pada tanggal 14 Oktober 2023 misalnya, terdapat selisih yang bervariasi pada berbagai kolom.

Tabel 4.3. Komparasi Data Aplikasi dengan Data Ephemeris Kemenag untuk Data Matahari pada 14 Oktober 2023

Hour	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	TGD	SD	EoT
1	0°0'24.92"	0.07"	0°0'4.04"	0°0'1.20"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.33"
2	0°0'24.35"	0.07"	0°0'4.03"	0°0'1.11"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.17"
3	0°0'24.78"	0.08"	0°0'4.03"	0°0'2.02"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.33"
4	0°0'24.21"	0.07"	0°0'4.02"	0°0'1.92"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.82"
5	0°0'24.64"	0.08"	0°0'4.06"	0°0'1.83"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.29"
6	0°0'24.06"	0.07"	0°0'4.09"	0°0'1.70"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.74"
7	0°0'24.48"	0.08"	0°0'4.12"	0°0'1.58"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.16"
8	0°0'24.89"	0.07"	0°0'4.19"	0°0'1.45"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.56"
9	0°0'24.30"	0.08"	0°0'4.26"	0°0'1.28"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.94"
10	0°0'24.71"	0.07"	0°0'4.36"	0°0'1.16"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.29"
11	0°0'24.11"	0.07"	0°0'4.46"	0°0'1.96"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.63"
12	0°0'24.51"	0.07"	0°0'3.57"	0°0'1.79"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.04"
13	0°0'24.90"	0.07"	0°0'3.71"	0°0'1.59"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.28"
14	0°0'24.30"	0.08"	0°0'3.85"	0°0'1.36"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.61"
15	0°0'24.69"	0.07"	0°0'4.02"	0°0'1.16"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.06"
16	0°0'25.07"	0.08"	0°0'4.20"	0°0'1.92"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.29"
17	0°0'24.45"	0.07"	0°0'4.38"	0°0'1.68"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.35"
18	0°0'24.83"	0.08"	0°0'3.59"	0°0'1.41"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.04"
19	0°0'24.20"	0.07"	0°0'3.80"	0°0'1.14"	0.0000006	0°0'0.40"	0°0'0.46"
20	0°0'24.57"	0.07"	0°0'4.01"	0°0'1.87"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.10"
21	0°0'24.94"	0.07"	0°0'4.26"	0°0'1.56"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.36"
22	0°0'24.30"	0.07"	0°0'3.54"	0°0'1.25"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.15"
23	0°0'24.66"	0.08"	0°0'3.79"	0°0'1.94"	0.0000007	0°0'0.41"	0°0'0.36"
24	0°0'25.02"	0.07"	0°0'4.08"	0°0'1.60"	0.0000007	0°0'0.40"	0°0'0.12"

Pada perbandingan tersebut, diperoleh selisih dalam orde detik antara data matahari dari Ephemeris Hisab Rukyat Kemenag dengan data Horizons via aplikasi yang telah dibuat. Selisih ini muncul karena perbedaan algoritma yang digunakan. Ephemeris Hisab Rukyat menggunakan algoritma dari buku *Astronomical Formulae for Calculators* karya Meeus, sedangkan data Horizons diperoleh dari algoritma JPL DE441.

## 2. Komparasi Perhitungan Waktu Salat dengan Data Kitab *Khulāṣah Waḥfiyyah*

Dengan menggunakan sampel perhitungan kitab *Khulāṣah Waḥfiyyah* oleh Ahmad Fadholi untuk tanggal 26 Juni 2022 dengan data markas Sayung, Demak ( $-6^{\circ} 52' \text{ LS}$ ,  $110^{\circ} 31' \text{ BT}$ )<sup>77</sup> dibandingkan perhitungan data dari aplikasi dan diolah menggunakan algoritma perhitungan waktu salat Ephemeris Kemenag diperoleh hasil perbandingan sebagai berikut:

Tabel 4.4. Perbandingan Hasil Perhitungan Waktu Salat dengan Data Aplikasi (dengan algoritma waktu salat Kemenag) dan Data *Khulāṣah Waḥfiyyah*

	Data Aplikasi	<i>Khulasah Waḥfiyyah</i>	Selisih
Zuhur	11:40:46.45	11:40:56	0:0:9.55
Asar	15:02:10.94	15:04:55.17	0:2:44.23
Magrib	17:33:14.53	17:32:17.62	0:0:56.91
Isya	18:47:29.677	18:47:12.1	0:0:17.577
Subuh	4:25:20.337	4:29:2.42	0:3:42.083

<sup>77</sup>Ahmad Fadholi, “Diferensiasi Hisab Waktu Salat (Studi Kitab al-Khulashah al-Waḥfiyyah dan Kontemporer),” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 8, no. 2 (6 Desember 2022): 96–109, <https://doi.org/10.30596/jam.v8i2.10845>.

#### D. Uji Akurasi Data

Uji akurasi data dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan antara data dari aplikasi dan data dari Ephemeris Hisab Rukyat Kemenag dalam menghitung gerhana dengan data dari observasi gerhana. Perhitungan dilakukan dengan metode konversi ke Bessel (baik untuk Ephemeris Kemenag maupun data aplikasi) dan diterapkan untuk menghitung kejadian gerhana, dalam hal ini gerhana matahari total pada 8 April 2024.

Data observasi diambil dari siaran langsung oleh J. Alex Cooney dari wilayah Jackson, Missouri, Amerika Serikat. Video ini dipilih karena citra matahari yang direkam tidak *out-of-frame*, selalu tampil, matahari tidak terpotong, dan tidak ada perubahan *zoom*. Waktu puncak ditentukan dengan mencari titik tengah dari *frame* dengan kecerahan minimum pertama (momen awal gerhana total) dan *frame* dengan kecerahan minimum kedua (momen akhir gerhana total). Adapun detail observasinya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5. Data Detail Siaran Langsung Observasi sebagai Bahan Uji Akurasi Data

<b>Pengamat</b>	J. Alex Cooney
<b>Waktu awal pengamatan</b>	8 April 2024 17:22:22 UTC
<b>Lokasi pengamatan</b>	Jackson, Missouri, USA

<b>Pranala siaran langsung</b>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=FjL3wp0O2TM">https://www.youtube.com/watch?v=FjL3wp0O2TM</a>
<b>Awal total gerhana</b>	<b>18:58:22.0010333</b>

Perbandingan hasil perhitungan puncak gerhana dari data Ephemeris Kemenag (disertai konversi ke Bessel) dan data aplikasi (disertai konversi ke Bessel) dan selisihnya dari data puncak gerhana dari observasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Awal Total Gerhana melalui Ephemeris Kemenag dan Data Aplikasi dibandingkan dengan Data Hasil Olah Observasi

		<b>Selisih</b>
<b>Ephemeris Kemenag</b>	18:58:41.39 UTC	0:0:19.39 UTC
<b>Data Aplikasi</b>	18:56:30.53 UTC	0:1:51.47 UTC

Dalam uji ini, data dari Ephemeris Kemenag memiliki nilai akurasi yang cukup baik dibandingkan dengan data dari Horizons. Hal ini membuka potensi untuk studi lebih lanjut dengan sampel-sampel gerhana yang lain dan dengan metode pembuktian lain.

## **E. Keunggulan dan Kelemahan Aplikasi**

Berdasarkan pengembangan dan pengujian yang dilakukan, disimpulkan bahwa terdapat beberapa keunggulan dan kelemahan aplikasi yang telah dirancang, antara lain:

1. Keunggulan
  - a. Mudah diakses dari berbagai perangkat, baik telepon seluler, laptop, maupun komputer.
  - b. Dapat digunakan untuk mengakses data pada tahun-tahun yang akan datang.
  - c. Menggunakan algoritma yang lebih baru daripada algoritma yang digunakan Ephemeris Kemenag, yaitu DE441.
  - d. Dapat diunduh secara mudah dengan berbagai pilihan format, baik itu format file yang cocok untuk pengolahan (CSV atau XLSX) ataupun format file yang cocok untuk dicetak secara instan (PDF).
2. Kelemahan
  - a. Harus diakses secara daring karena aplikasi yang dirancang berbasis web.
  - b. Pada pengujian dengan sampel siaran gerhana pada 8 April 2024, diperoleh hasil perhitungan dengan Ephemeris Kemenag lebih mendekati daripada hasil perhitungan menggunakan data aplikasi. Pada studi yang lebih lanjut, dapat dilakukan pengujian dengan sampel gerhana lain dan juga metode pembuktian akurasi lain untuk kemudian hasilnya dibandingkan secara komprehensif.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Dari penelitian penulis yang berjudul dapat ditarik dua kesimpulan, yaitu:

1. Proses pembuatan aplikasi ephemeris berbasis web dengan data JPL NASA Horizons dilakukan dengan lima tahapan, yaitu: analisis, desain dan perancangan, implementasi, pengujian, dan *maintenance*. Aplikasi dibangun dengan dua bagian, yaitu *backend* untuk mendapatkan data dari Horizons, dan *frontend* untuk menampilkan data dari aplikasi *backend* dalam bentuk tabel.
2. Dari hasil uji coba yang dilakukan, disimpulkan bahwa aplikasi ini layak digunakan, dapat menampilkan data Horizons dengan baik, dapat berjalan dengan baik pada browser-browser. namun pada uji akurasi yang dilakukan dengan membandingkan perhitungan gerhana menggunakan Ephemeris Kemenag dan data aplikasi dengan data observasi gerhana, ditemukan bahwa Ephemeris Kemenag dengan Bessel mendapatkan nilai yang lebih akurat daripada perhitungan gerhana dengan data Horizons.

## B. Saran

Setelah melakukan beberapa tahapan penelitian dari analisis hingga *maintenance*, penulis memiliki beberapa saran, antara lain:

1. Aplikasi yang telah dirancang dapat dijadikan alternatif sebagai sumber data matahari dan bulan dalam perhitungan ilmu falak. Aplikasi yang berbasis web membuat pengguna dapat mengaksesnya dari berbagai perangkat. Fitur-fitur seperti mengubah tanggal yang diinginkan dan unduh tabel dalam berbagai format file juga turut mempermudah pengguna dalam memperoleh data matahari maupun bulan.
2. Aplikasi yang telah dirancang masih memungkinkan adanya kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap kepada pembaca maupun pengguna untuk dapat memberi kritik ataupun saran membangun untuk pengembangan aplikasi.
3. Uji akurasi yang penulis lakukan masih terbatas pada satu peristiwa gerhana dan dengan metode pengambilan frame dengan kecerahan terkecil dari siaran observasi gerhana. Pengujian dengan peristiwa gerhana yang lain maupun dengan metode pengujian yang lain dapat dilakukan sebagai studi lanjut untuk mendapatkan hasil uji yang lebih solid.

### **C. Penutup**

Segala Puji bagi Dzat yang Menciptakan Langit dan Bumi serta Menjadikan Benda-benda Langit Berjalan pada Lintasannya. Atas kehendak-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Penulis sadar besarnya usaha yang dilakukan dalam penulisan skripsi dan perancangan aplikasi ini tidaklah serta merta menutup kemungkinan adanya kekurangan dan kesalahan. Dengan demikian, penulis selalu terbuka dalam menerima kritik dan saran, terkhusus untuk penelitian dan pengembangan aplikasi ini.

Akhir kata, penulis berharap agar penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi sumbangsih dalam keilmuan falak di Indonesia khususnya maupun masyarakat pada umumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Reza. “PERHITUNGAN DATA EPHEMERIS KOORDINAT MATAHARI MENGGUNAKAN ALGORITMA JEAN MEEUS HIGHER ACCURACY DAN KETERKAITANNYA DENGAN PENGEMBANGAN ILMU FALAK.” *Jurnal Ilmiah Islam Futura* 16, no. 2 (18 Juli 2017): 166–87. <https://doi.org/10.22373/jiif.v16i2.1509>.
- Alfan Maghfuri. “Reformulasi algoritma hisab gerhana matahari menggunakan data ephemeris hisab rukyat.” UIN Walisongo, 2020.
- Amazon Web Services, Inc. “Front End vs Back End - Difference Between Application Development - AWS.” Diakses 10 November 2024. <https://aws.amazon.com/compare/the-difference-between-frontend-and-backend/>.
- Amazon Web Services, Inc. “What Is a Web App? - Web Application Explained - AWS.” Diakses 24 September 2024. <https://aws.amazon.com/what-is/web-application/>.
- Amazon Web Services, Inc. “What Is an API? - Application Programming Interface Explained - AWS.” Diakses 25 September 2024. <https://aws.amazon.com/what-is/api/>.
- “API | Definition, Meaning, Examples, & Facts | Britannica.” Diakses 25 September 2024. <https://www.britannica.com/technology/API>.
- Atom. “Atom: A Hackable Text Editor for the 21st Century.” Diakses 9 November 2024. <https://atom-editor.cc>.
- Bashori, Muhammad Hadi. *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap Tentang Teori dan Praktik Hisab, Arah Kiblat, Waktu Salat, Awal Bulan Qamariah & Gerhana*. Pustaka Al Kautsar, 2015.
- Basthoni, Moch. “Karakteristik data ephemeris gerhana matahari berbasis jet propulsion laboratory NASA.” UIN Walisongo, 2017.

- CNEOS JPL NASA. "Glossary." Diakses 19 November 2023.  
<https://cneos.jpl.nasa.gov/glossary/ephemeris.html>.
- Developers, Inkscape Website. "Inkscape - Draw Freely. | Inkscape." Diakses 9 November 2024.  
<https://inkscape.org/>.
- Ephemeris Hisab Rukyat 2024*. Kementerian Agama RI, 2024.
- Figma. "Figma: The Collaborative Interface Design Tool." Diakses 9 November 2024. <https://www.figma.com/>.
- Fraknoi, Andrew, David Morrison, dan Sidney C. Wolff. *Astronomy 2e*. 2e ed. Open Textbook Library. Place of publication not identified: OpenStax CNX, 2022.
- Icons8. "Lunacy – Free Design Software for Win, Mac, Linux." Diakses 9 November 2024. <https://icons8.com/lunacy>.
- Izzuddin, Ahmad. *ILMU FALAK Praktis*. 3 ed. Semarang: PUSTAKA RIZKI PUTRA, 2017.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- Kovalevsky, Jean, dan P. Kenneth Seidelmann. *Fundamentals of Astrometry*. Cambridge University Press, 2004.
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. "Qur'an Kemenag." Qur'an Kemenag, 2022.
- Lang, Kenneth R. *Essential Astrophysics*. Springer Science & Business Media, 2013.
- M. Quraish Shihab. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian al-Qur'an*. Vol. 6. Lentera Hati, 2004.
- . *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian al-Qur'an*. Vol. 11. Lentera Hati, 2004.
- Meeus, Jean. *Astronomical Formulae for Calculators*. Volkssterrenwacht Urania v. 2. w., 1979.
- "Minimum Device Requirements for Web Development Programming." Diakses 9 November 2024.  
<https://www.linkedin.com/pulse/minimum-device-requirements-web-development-fazlay-rabbi-3blwc>.

- Muhamad Yakub Mubarak. “Pemrograman Data Ephemeris Matahari dan Bulan Berdasarkan Perhitungan Jean Meeus Menggunakan Bahasa Program PHP (Personal Homepage Hypertext Preprocessor) dan MySQL (My Structure Query Language).” UIN Walisongo. Diakses 25 September 2023. <http://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/1045/>.
- Muhammad Nasib ar-Rifa'i. *Kemudahan dari Allah: Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir*. Vol. 2. Jakarta: Gema Insani Press, 2001.
- P, Arif Agus, Sugeng Rianto, dan Abdurrouf Abdurrouf. “Pembuatan Aplikasi Untuk Menentukan Fase Dan Visibilitas Bulan Dengan Menggunakan Algoritma Jean Meeus.” *Brawijaya Physics Student Journal*, no. 1 (2013). <https://www.neliti.com/publications/157492/>.
- Park, Ryan S., William M. Folkner, James G. Williams, dan Dale H. Boggs. “The JPL Planetary and Lunar Ephemerides DE440 and DE441.” *The Astronomical Journal* 161, no. 3 (Februari 2021): 105. <https://doi.org/10.3847/1538-3881/abd414>.
- Pricillia, Titania, dan Zulfachmi. “Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD).” *Jurnal Bangkit Indonesia* 10, no. 1 (6 Maret 2021): 6–12. <https://doi.org/10.52771/bangkitindonesia.v10i1.153>.
- Rauschmayer, Axel. *The Past, Present, and Future of JavaScript*. O'Reilly Media, Inc., 2012.
- “React.” Diakses 10 November 2024. <https://react.dev/>.
- Rinto Anugraha. *Mekanika Benda Langit*, 2012.
- “Solar System: Facts - NASA Science.” Diakses 3 November 2024. <https://science.nasa.gov/solar-system/solar-system-facts/>.

- SSD JPL NASA. "Horizons System - Manual." Diakses 19 November 2023. <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/manual.html>.
- StatCounter Global Stats. "Browser Market Share Worldwide." Diakses 16 November 2024. <https://gs.statcounter.com/browser-market-share>.
- Story, Thebyte. "A Short History on Web Technologies." *The Byte Story* (blog). Diakses 3 November 2024. <https://thebytestory.com/2018/11/09/a-short-history-on-web-technologies/>.
- "Sublime Text - the Sophisticated Text Editor for Code, Markup and Prose." Diakses 9 November 2024. <https://www.sublimetext.com/>.
- "Visual Studio Code - Code Editing. Redefined." Diakses 9 November 2024. <https://code.visualstudio.com/>.
- "What Is an API Endpoint? (And Why Are They So Important?)." Diakses 10 November 2024. <https://blog.hubspot.com/website/api-endpoint>.
- "Why Did We Build React? – React Blog." Diakses 3 November 2024. <https://legacy.reactjs.org/blog/2013/06/05/why-react.html>.
- Zul Amri Fathinul Inshafi. "Aplikasi data ephemeris matahari dan bulan berdasarkan perhitungan Jean Meeus pada smartphone Android - Walisongo Repository." UIN Walisongo. Diakses 8 September 2023. <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/6777/>.

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

A. Lampiran I: *Source Code* Pengambilan Data Horizons API

```
function proxyConfig(app) {
  app.use(
    "/moon/*",
    proxy("https://ssd.jpl.nasa.gov", {
      proxyReqPathResolver: function (req) {
        const dateString = req.params["0"];
        const params = ephemParams.moon(getDateRange(dateString));

        return resolveReqPath(params);
      },
      userResDecorator: responseDecorator.moon,
    })
  );

  app.use(
    "/sun/*",
    proxy("https://ssd.jpl.nasa.gov", {
      proxyReqPathResolver: function (req) {
        const dateString = req.params["0"];
        const params = ephemParams.sun(getDateRange(dateString));

        return resolveReqPath(params);
      },
      userResDecorator: responseDecorator.sun,
    })
  );

  app.use(
    "/laha/*",
    proxy("https://ssd.jpl.nasa.gov", {
      proxyReqPathResolver: function (req) {
        const dateString = req.params["0"];
        const params = ephemParams.laha(getDateRange(dateString));

        return resolveReqPath(params);
      },
      userResDecorator: responseDecorator.laha,
    })
  );
};

// ...
};
```

```
const ephemParams = {
  moon: ([dateString, nextDateString, stepSize]) => {
    return {
      format: `json`,
      MAKE_EPHEM: `YES`,
      COMMAND: `301`,
      EPHEM_TYPE: `OBSERVER`,
      CENTER: `500@399`,
      START_TIME: `${dateString}`,
      STOP_TIME: `${nextDateString}`,
      STEP_SIZE: stepSize,
      QUANTITIES: `2,10,20,31`,
      REF_SYSTEM: `ICRF`,
      CAL_FORMAT: `CAL`,
      CAL_TYPE: `M`,
      TIME_DIGITS: `MINUTES`,
      ANG_FORMAT: `DEG`,
      APPARENT: `AIRLESS`,
      RANGE_UNITS: `AU`,
      SUPPRESS_RANGE_RATE: `NO`,
      SKIP_DAYLT: `NO`,
      SOLAR_ELONG: `0,180`,
      EXTRA_PREC: `NO`,
      R_T_S_ONLY: `NO`,
      CSV_FORMAT: `YES`,
      OBJ_DATA: `NO`,
    };
  },
  //...
};
```

## B. Lampiran II: *Source Code Display Data sebagai Tabel*

```

const TableView = ({
  params,
  body,
}): {
  params: string[];
  body: (string | number)[][];
} => {
  const [hour, setHour] = useAtom(hourAtom);

  if (!params) {
    return <Loading />;
  }

  return (
    <div className="mb-24 overflow-x-auto border-separate hide-scrollbar whitespace-nowrap">
      <table className="w-full hide-scrollbar">
        <thead>
          <tr className="">
            {params.map((e, i: number) => {
              //Table head...
            })}
          </tr>
        </thead>
        <tbody>
          {body.map((subarray, index: number) => (
            <tr
              className="h-8 hover:bg-slate-300 even:bg-white odd:bg-slate-200"
              key={index}>
              <td>
                {subarray.map((item, subIndex: number) => {
                  if (hour === undefined) {
                    return subIndex === 0 ? (
                      <td
                        className="sticky left-0 px-2 py-2 bg-white/90 lg:bg-transparent w-fit"
                        key={subIndex}>
                      <button
                        className="px-2 py-1 rounded-md bg-slate-100"
                        onClick={() => setHour(String(item).split(":")[0])}>
                        {String(item).split(":")[0]}
                      </button>
                    </td>
                  ) : (
                    <td className="px-2 text-right" key={subIndex}>
                      {item}
                    </td>
                  );
                })}
              </td>
              <td>
                {subarray.map((item, subIndex: number) => {
                  if (hour === undefined) {
                    return subIndex === 0 ? (
                      <td
                        className="sticky left-0 px-2 py-2 pl-2 bg-white/90 lg:bg-transparent w-fit"
                        key={subIndex}>
                      <div>
                        {item}
                      </div>
                    </td>
                  ) : (
                    <td className="px-2 text-right" key={subIndex}>
                      {item}
                    </td>
                  );
                })}
              </td>
            </tr>
          ))}
        </tbody>
      </table>
    </div>
  );
};

```

## C. Lampiran III: Tampilan Aplikasi

☰ 26 Nov 2024 📄

Hour	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent RA	Apparent Dec	TGD	SD	EqT
00	244°12'53.95"	0°0'0.02"	242°13'52.68"	-20°59'14.10"	0.9869539	0°16'11.91"	12h 44.52'
01	244°15'25.78"	0°0'0.01"	242°16'32.45"	-20°59'42.22"	0.9869465	0°16'11.92"	12h 45.43'
02	244°17'57.58"	0°0'0.01"	242°19'12.22"	-21°0'10.30"	0.9869392	0°16'11.93"	12h 42.54'
03	244°20'29.38"	0°0'0.00"	242°21'52.02"	-21°0'38.30"	0.9869319	0°16'11.93"	12h 41.68'
04	244°23'1.18"	-0°0'0.00"	242°24'31.86"	-21°1'16.31"	0.9869246	0°16'11.94"	12h 40.80'
05	244°25'32.98"	-0°0'0.01"	242°27'11.70"	-21°1'34.29"	0.9869172	0°16'11.95"	12h 39.96'
06	244°28'4.79"	-0°0'0.01"	242°29'51.58"	-21°2'2.18"	0.9869099	0°16'11.95"	12h 39.14'
07	244°30'36.60"	-0°0'0.02"	242°32'31.45"	-21°2'30.05"	0.9869026	0°16'11.96"	12h 38.30'
08	244°33'8.41"	-0°0'0.02"	242°35'11.38"	-21°2'57.88"	0.9868953	0°16'11.97"	12h 37.59'
09	244°35'40.23"	-0°0'0.03"	242°37'51.31"	-21°3'25.63"	0.9868881	0°16'11.98"	12h 36.85'
10	244°38'12.05"	-0°0'0.04"	242°40'31.26"	-21°3'53.39"	0.9868808	0°16'11.98"	12h 36.13'
11	244°40'43.87"	-0°0'0.04"	242°43'11.21"	-21°4'21.11"	0.9868735	0°16'11.99"	12h 35.42'
12	244°43'15.69"	-0°0'0.05"	242°45'51.19"	-21°4'48.78"	0.9868662	0°16'12.00"	12h 34.71'
13	244°45'47.52"	-0°0'0.05"	242°48'31.21"	-21°5'16.37"	0.9868590	0°16'12.00"	12h 34.00'
14	244°48'19.34"	-0°0'0.06"	242°51'11.23"	-21°5'43.94"	0.9868517	0°16'12.01"	12h 33.29'
15	244°50'51.18"	-0°0'0.06"	242°53'51.25"	-21°6'11.48"	0.9868444	0°16'12.02"	12h 32.58'

☰ Moon Data      Sum Data      ☰ About

### e-Phemeris

Table ephemeris data bulan dan matahari dengan style Ephemeris Hisab Rukyat Kemendag dan algoritma JPL DE 441

#### Data yang Tersedia

##### Bulan

**Apparent Longitude / Bujur ekliptika tampak bulan:** Posisi proyeksi Bulan pada bidang ekliptika dihitung dari titik Aries menuju berlawanan arah jarum jam. Satuan yang dipakai adalah derajat.

**Apparent Latitude / Lintang ekliptika tampak bulan:** Posisi Bulan dihitung dari proyeksi Bulan pada bidang ekliptika menuju ke objek. Bermilai positif jika objek berada di utara bidang ekliptika, dan dihitung dalam nilai negatif jika sebaliknya. Satuan yang dipakai adalah derajat.

**Apparent RA / Aensorekta tampak bulan:** Posisi proyeksi Bulan pada bidang ekuator langit dihitung dari titik Aries menuju berlawanan arah jarum jam. Satuan yang dipakai adalah satuan jam atau bisa juga dalam satuan derajat.

**Apparent Dec / Deklinasi tampak bulan:** Posisi Bulan dihitung dari proyeksi Bulan pada bidang ekuator langit menuju ke objek. Bermilai positif jika objek berada di utara bidang ekuator langit, dan dihitung dalam nilai negatif jika sebaliknya. Satuan yang dipakai adalah derajat.

**HP (Horizontal Parallax):** Parallax horisontal dari bulan

**SD (Semi Diameter Bulan):** Panjang jari-jari bulan dihitung dari pusat pringga bulan ke tepi pringga bulan

**PI (Fraction Illuminated):** Perbandingan permukaan bulan yang mendapatkan cahaya dari matahari dengan keseluruhan permukaan Bulan

**ALB (Angle Limb Bright):** Sudut kemiringan dari bagian Bulan yang mendapatkan cahaya dari Matahari

##### Matahari

**Apparent Longitude / Bujur ekliptika tampak matahari:** Posisi proyeksi Matahari pada bidang ekliptika dihitung dari titik Aries menuju berlawanan arah jarum jam. Satuan yang dipakai adalah derajat.

**Apparent Latitude / Lintang ekliptika tampak matahari:** Posisi Matahari dihitung dari proyeksi Matahari pada bidang ekliptika menuju ke objek. Bermilai positif jika objek berada di utara bidang ekliptika, dan dihitung dalam nilai negatif jika sebaliknya. Satuan yang dipakai adalah derajat.

**Apparent RA / Aensorekta tampak matahari:** Posisi proyeksi Matahari pada bidang ekuator langit dihitung dari titik Aries menuju berlawanan arah jarum jam. Satuan yang dipakai adalah satuan jam atau bisa juga dalam satuan derajat.

**Apparent Dec / Deklinasi tampak matahari:** Posisi Matahari dihitung dari proyeksi Matahari pada bidang ekuator langit menuju ke objek. Bermilai positif jika objek berada di utara bidang ekuator langit, dan dihitung dalam nilai negatif jika sebaliknya. Satuan yang dipakai adalah derajat.

**TGD (True Geocentric Distance):** Jarak pusat Bumi ke pusat Matahari dalam satuan AU (Astronomical Unit)

**SD (Semi Diameter Matahari):** Panjang jari-jari matahari diukur dari pusat pringga Matahari ke tepi pringga Matahari

**EqT (Equation of Time) / Nilai Perata Waktu:** Selisih antara waktu matahari rata-rata dengan waktu matahari sesungguhnya.

##### Fitur-fitur

The screenshot displays the e-Phemeris application interface. The main content is a table with columns for 'Hour', 'Apparent Longitude', and 'Apparent Latitude'. The data is for the date '26 Nov 2024'. A modal window titled 'Unduh data tabel' is open, offering options to download the data as CSV, Excel, or PDF. To the right, there is a section titled 'e-Phemeris' with a description of the table and a list of data types available for download.

Hour	Apparent Longitude	Apparent Latitude
00	244°12'53.99"	0°0'0.02"
01	244°15'25.78"	0°0'0.01"
02	244°17'57.58"	0°0'0.01"
03	244°20'29.38"	0°0'0.00"
04	244°23'1.18"	-0°0'0.00"
05	244°25'32.98"	-0°0'0.01"
06	244°28'4.79"	-0°0'0.01"
07	244°30'36.60"	-0°0'0.02"
08	244°33'8.41"	-0°0'0.02"
09	244°35'40.23"	-0°0'0.03"
10	244°38'12.05"	-0°0'0.04"
11	244°40'43.87"	-0°0'0.04"
12	244°43'15.69"	-0°0'0.05"
13	244°45'47.52"	-0°0'0.05"
14	244°48'19.34"	-0°0'0.06"

**e-Phemeris**

Table ephemeris data bulan dan matahari dengan style Ephemeris Hisab Rukyat Kemenag dan algoritma JPL DE 441

**Data yang Tersedia**

**Bulan**

- **Apparent Longitude / Bujur ekliptika tampak bulan:** Posisi proyeksi Bulan pada bidang ekliptika dihitung dari titik Aries menuju berlawanan arah jarum jam. Satuan yang dipakai adalah derajat.
- **Apparent Latitude / Lintang ekliptika tampak bulan:** Posisi Bulan dihitung dari proyeksi Bulan pada bidang ekliptika menuju ke objek. Bernilai positif jika objek berada di utara bidang ekliptika, dan dihitung dalam nilai negatif jika sebaliknya. Satuan yang dipakai adalah derajat.
- **Apparent RA / Asensiorekta tampak bulan:** Posisi proyeksi Bulan pada bidang ekuator langit dihitung dari titik Aries menuju berlawanan arah jarum jam. Satuan yang dipakai adalah satuan jam atau bisa juga dalam satuan derajat.
- **Apparent Dec / Deklinasi tampak bulan:** Posisi Bulan dihitung dari proyeksi Bulan pada bidang ekuator langit menuju ke objek. Bernilai positif jika objek berada di utara bidang ekuator langit, dan dihitung dalam nilai negatif jika sebaliknya. Satuan yang dipakai adalah derajat.
- **HP (Horizontal Parallax):** Paralaks horizontal dari bulan

Aplikasi yang telah dirancang dapat diakses di pranala <https://ephemeris.nqth.my.id/>.

#### D. Lampiran IV: Detail Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan gerhana matahari total pada 8 April 2024 menggunakan Ephemeris Kemenag dengan data Horizons yang didapat dari aplikasi. Keduanya dihitung melalui konversi ke elemen Bessel. Dari perhitungan, didapat data sebagai berikut:

KESIMPULAN		
Fase	Horizons	Kemenag
Awal Gerhana	17:40:07.40	17:42:11.52
Awal Total	18:56:30.53	18:58:41.39
Puncak	18:58:33.78	19:00:45.39
Akhir Total	19:00:37.04	19:02:49.38
Akhir Gerhana	20:15:40.27	20:17:54.09

File excel perhitungan dapat diakses di pranala [a.nqth.my.id/skripsi/akurasi](http://a.nqth.my.id/skripsi/akurasi).

Hasil keduanya lalu dibandingkan akurasinya dengan video observasi siaran langsung. Detail mengenai video observasi yang digunakan dalam uji ini adalah sebagai berikut:

<b>Pengamat</b>	J. Alex Cooney
<b>Waktu awal pengamatan</b>	8 April 2024 17:22:22
<b>Lokasi pengamatan</b>	Jackson, Missouri

<b>Pranala siaran langsung</b>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=FjL3wp0O2TM">https://www.youtube.com/watch?v=FjL3wp0O2TM</a>
--------------------------------	---

Data awal total gerhana dari video observasi didapat dengan mencari *frame* dengan kecerahan terkecil. Kecerahan dalam hal ini didefinisikan sebagai penjumlahan dari seluruh nilai *grayscale* tiap pixel dari sebuah *frame*. Pixel yang berwarna hitam bernilai 0. Pixel yang berwarna putih bernilai 255. Pengolahan dilakukan dengan menggunakan *script* Python dengan *library* OpenCV. Detail *script* dapat diunduh lewat pranala [a.nqth.my.id/skripsi/video](http://a.nqth.my.id/skripsi/video).

Dari hasil pengolahan video, didapat data bahwa awal total gerhana adalah 18:58:22.001 UTC. Dengan demikian, jika melihat perbandingan antara perhitungan gerhana dari data Horizons dan Kemenag, perhitungan dari data Kemenag memiliki selisih yang lebih sedikit daripada perhitungan dari data Horizons via aplikasi.

#### E. Lampiran IV: Detail Uji Komparasi Perhitungan Waktu Salat

Dari hasil pengolahan video, didapat data bahwa awal total gerhana adalah 18:58:22.001 UTC. Dengan demikian, jika melihat per

Lintang Tempat	= $-6^{\circ} 52'$ LS
Bujur Tempat	= $110^{\circ} 31'$ BT
Tanggal	= 26 Juni 2022
Deklinasi Matahari	= $23^{\circ} 21' 28.22''$
EoT	= -0:2:50.45
$h_{\text{dasar}}$	= $32^{\circ} 17' 16.253''$
$h_{\text{magrib}}$	= $-1^{\circ}$
$h_{\text{isya}}$	= $-18^{\circ}$
$h_{\text{subuh}}$	= $-20^{\circ}$

$h_{\text{imsak}}$	= -10 menit
$h_{\text{terbit}}$	= $-1^\circ$
$h_{\text{duha}}$	= $4^\circ 30'$
Meridian Pass	= $12 - \text{EoT}$
	= $12:0:0 - (-0:2:50.45)$
	= $12:2:50.45$
Interpolasi	= $(110^\circ 31' - 105^\circ) / 15$
	= $0:22:4$
Zuhur	= $11:40:46.45$
Ashar	= $15:02:10.94$
Magrib	= $17:33:14.53$
Isya	= $18:47:29.677$
Subuh	= $04:25:20.337$

## F. Lampiran V: Hasil Uji Ahli

### 1. Uji Ahli 1 (Dr. H. M. Basthoni, M.H.)

**ANGKET PENILAIAN AHLI  
RANCANG BANGUN RANCANG BANGUN APLIKASI EPHEMERIS FALAK  
BERBASIS WEB DENGAN DATA NASA JET PROPULSION LABORATORY  
HORIZONS**

Tanggal : 25 September 2024  
Nama Validator : Dr. H. M. Basthoni, M.H.  
Profesi : Ketua Lembaga Falakiah PWNU  
Jawa Tengah

#### A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Dimohon Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap aplikasi ephemeris falak berbasis web dengan data NASA Jet Propulsion Laboratory Horizons yang telah dibuat sesuai kriteria yang termuat dalam instrumen penelitian
2. Beri tanda centang (✓) pada kolom yang tersedia dengan memberi skor sesuai dengan kesesuaian pernyataan terhadap aplikasi. Terdapat lima (5) skor dengan keterangan sebagai berikut:  
Skor 5 = Sangat Baik  
Skor 4 = Baik  
Skor 3 = Cukup Baik  
Skor 2 = Kurang Baik  
Skor 1 = Tidak Baik
3. Apabila Bapak/Ibu kurang sesuai atau terdapat beberapa hal yang perlu dibenahi, dimohon untuk memberikan tanda sehingga dapat dilakukan revisi lebih lanjut lagi
4. Bapak/Ibu dimohon memberikan saran pada halaman yang telah disediakan.
5. Bapak/Ibu dimohon memberikan kesimpulan terkait kelayakan media dengan tanda centang terhadap hasil akhir penilaian.
6. Atas bantuan Bapak/Ibu, saya ucapkan terima kasih.

## B. TABEL PERNYATAAN

No	Aspek yang dinilai	Skor				
		1	2	3	4	5
<b>Pengalaman Pengguna</b>						
1	Interaktifitas					✓
	Fungsi yang diharapkan				✓	
	Kemudahan untuk dipahami					✓
<b>Media Aplikasi</b>						
2	Efisiensi penggunaan aplikasi dari segi waktu					✓
	Kehandalan program (tingkat <i>error tolerance</i> )				✓	
	<i>Usability</i> (kemudahan pengoperasian)					✓
	<i>Compatibility</i> (dapat dijalankan di perangkat lain)					✓
<b>Desain</b>						
3	Komposisi warna tidak membingungkan					✓
	<i>User Interface</i> mudah dipahami pengguna					✓
	Kesederhanaan (tidak tercampur dengan elemen yang tidak perlu)					✓

## C. KESIMPULAN

Menurut saya berdasarkan angket penilaian aplikasi di atas, aplikasi ephemeris falak berbasis web dengan data NASA *Jet Propulsion Laboratory Horizons* ini dinyatakan:

	Layak digunakan tanpa revisi
✓	Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
	Tidak layak

Komentar/Saran Perbaikan:

- Masih ada display waktu yang belum terformat dengan baik  
(basis terakhir dari label data permit)

Basis yang harusnya menunjukkan menit selanjutnya, bisa diperbaiki (misal 06:50 → 06:00)

- Bisa ditambah untuk opsi unduh dalam format PDF agar bisa diterapkan dengan mudah di kalangan pemantren

- Data yang ekspor hendaknya dilengkapi header (keterangan tambahan)

Semarang, 25 September 2024

Validator



Dr. H. M. Bastoni, M.H.

## 2. Uji Ahli 2 (Misbahul Munir)

**Angket Uji Ahli - Aplikasi Ephemeris berbasis Data NASA JPL Horizons**

URL Aplikasi : <http://top/c-ephemeris.netlify.com/>

**PETUNJUK PENGISIAN**

1. Dimohon Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap aplikasi ephemeris falk berbasis web dengan data NASA Jet Propulsion Laboratory Horizons yang telah dibuat sesuai kriteria yang tertera dalam instrumen penelitian
2. Beri tanda centang (✓) pada kolom yang tersedia dengan memberi skor sesuai dengan kesesuaian pernyataan terhadap aplikasi. Terdapat lima (5) skor dengan ketesngasan sebagai berikut:
  - Skor 5 = Sangat Baik
  - Skor 4 = Baik
  - Skor 3 = Cukup Baik
  - Skor 2 = Kurang Baik
  - Skor 1 = Tidak Baik
3. Apabila Bapak/Ibu kurang sesuai atau terdapat beberapa hal yang perlu dibenahi, dimohon untuk memberikan tanda sehingga dapat dilakukan revisi lebih lanjut lagi
4. Bapak/Ibu dimohon memberikan saran pada halaman yang telah disediakan.
5. Bapak/Ibu dimohon memberikan kesimpulannya terkait kelayakan media dengan tanda centang terhadap hasil akhir penilaian
6. Atas bantuan Bapak/Ibu, saya ucapkan terima kasih.

**Identitas Penguji**

**Nama Penguji**  
Misbahul Munir

**Profesi Penguji**  
Programer Web

**Pengalaman Pengguna**

**Intensitas \***

1

2

3

4

5

Rungsi yang diharapkan \*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Kemudahan untuk dipahami \*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Media Aplikasi

Efisiensi penggunaan aplikasi dari segi waktu \*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Kehandalan program (tingkat error tolerance) \*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Usability (kemudahan pengoperasian) \*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Compatibility (dapat dijalankan di perangkat lain) \*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Desain

Komposisi warna tidak membingungkan \*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

User Interface mudah dipahami pengguna \*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Kesederhanaan (tidak tercampur dengan elemen yang tidak perlu) \*

1

2

3

4

5

**Kesimpulan**

Menurut saya berdasarkan angket penilaian aplikasi di atas, aplikasi ephemeris falak berbasis web dengan data NASA Jet Propulsion Laboratory Horizons \* ini dinyatakan:

Layak digunakan tanpa revisi

Layak digunakan dengan revisi sesuai saran

Tidak layak

**Komentar/ Saran Perbaikan**

Mungkin perlu ditambahkan fitur2 yang lebih praktis, misalnya export to excel, konversi ke sistem koordinat topocentrik sesuai wilayah dan fitur2 praktik lainnya. \_\_\_\_\_

This form was created inside Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

## RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Aniq Athoillah  
Tempat, Tanggal Lahir : Pekalongan, 14 September 2003  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua : M. Khamim, Nur Aeni  
Alamat : Desa Wiradesa, Kec. Wiradesa, Kab.  
Pekalongan, Jawa Tengah  
Email : [athathoillah@gmail.com](mailto:athathoillah@gmail.com)

Riwayat Pendidikan :

### A. Pendidikan Formal

1. SDN Waru Kidul
2. SMPN 1 Wiradesa
3. MAS Simbangkulon
4. UIN Walisongo Semarang

### B. Pendidikan Non-formal

1. Pondok Pesantren Takhassus Simbangkulon
2. Pondok Pesantren Al Ihya Semarang

Riwayat Organisasi :

1. Front-end Core Team - Google Developer Student Club UIN Walisongo
2. Anggota - LFNU Kota Pekalongan