

**PERHITUNGAN *LOW PRECISION* DALAM BUKU LUNAR TABLES
AND PROGRAMS FROM 4000 B.C. TO A.D. 8000 UNTUK
PEMROGRAMAN POSISI HILAL MENGGUNAKAN *SOFTWARE*
*MICROSOFT SPREADSHEET***

SKRIPSI

Oleh:

Dzulvikarnain Bagus Mubharroq

NIM. C07217002



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel

Fakultas Syariah dan Hukum

Jurusan Hukum Perdata Islam

Program Studi Ilmu Falak

Surabaya

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dzulvikarnain Bagus Mubharroq
NIM : C07217002
Fakultas/Jurusan/Prodi : Syariah dan Hukum/ Hukum Perdata Islam/ Ilmu
Falak
Judul Skripsi : Perhitungan Low Precision Dalam Buku Lunar
Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D.
8000 Untuk Pemrograman Posisi Hilal
Menggunakan Software Microsoft Spreadsheet

Menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya
saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Surabaya, 01 Maret 2023

Saya yang menyatakan,



Dzulvikarnain Bagus M.
NIM.C08215021

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang ditulis oleh Dzulkarnain Bagus Mubharroq NIM. C07217002 ini telah diperiksa dan disetujui untuk dimunaqasahkan.

Surabaya, 01 Maret 2023

Pembimbing,



A Mufti Khazin, MHI

NIP._197303132009011004

PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh:

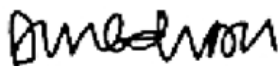
Nama : Dzulvikarnain Bagus Mubarroq
NIM. : C07217002

telah dipertahankan di depan sidang Majelis Munaqasah Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Sunan Ampel pada hari Senin, 18 Juli 2023, dan dapat diterima sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana strata satu dalam Ilmu Falak.

Majelis Munaqasah Skripsi:

Penguji I

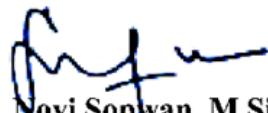
Penguji II



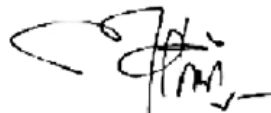
A. Mufti Khazin, M.H.I.
NIP. 197303132009011004
Penguji III



Dr. H. Abu Dzarrin al-Hamidy, M.Ag.
NIP. 197306042000031005
Penguji IV



Novi Sopwan, M.Si.
NIP. 198411212018011002



Mukhammad Nur Hadi, M.H.
NIP. 199405162022031001

Surabaya, 18 Juli 2023

Mengesahkan,

Fakultas Syariah dan Hukum
Universitas Islam Negeri Sunan Ampel
Dekan



Dr. Hj. Sudiyah Musafa'ah, M.Ag.
NIP. 196303271999032001



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Dzulvikarnain Bagus Mubharroq
NIM : C07217002
Fakultas/Jurusan : Syariah dan Hukum / Ilmu Falak
E-mail address : viqhim72@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

**PERHITUNGAN *LOW PRECISION* DALAM BUKU LUNAR TABLES AND
PROGRAMS FROM 4000 B.C. TO A.D. 8000 UNTUK PEMROGRAMAN POSISI
HILAL MENGGUNAKAN SOFTWARE MICROSOFT SPREADSHEET**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 22 Juli 2023M

Penulis

(Dzulvikarnain Bagus Mubharroq)

ABSTRAK

Skripsi dengan judul “Perhitungan Low Precision dalam Buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. to A.D. 8000 Untuk Pemrograman Posisi Hilal Menggunakan Software Microsoft Spreadsheet” menjawab dua rumusan masalah. Pertama, bagaimana perhitungan *Low Precision* dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000 untuk pemrograman posisi Hilal menggunakan *software Microsoft Spreadsheet*?. Kedua, bagaimana validitas pemrograman posisi Hilal dengan perhitungan Low Precision dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000?.

Jenis penelitian ini adalah penelitian studi kepustakaan dengan pendekatan kualitatif. Sumber data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000, dan *Microsoft Spreadsheet*. Metode pengumpulan data yang penulis gunakan adalah metode dokumentasi. Metode analisis data dibagi menjadi tiga tahap. Pertama, pengumpulan data berupa konsep perhitungan penentuan posisi Hilal low precision dalam buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000 dan konsep pemrograman Microsoft Spreadsheet, kemudian tahap pemrograman, terakhir yakni uji evaluasi dan verifikasi program.

Hasil penelitian ini memberikan kesimpulan. Pertama, perhitungan Low Precision dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000 untuk Perhitungan Posisi Hilal bisa dilakukan dengan menentukan jadwal dan waktu ijtima awal bulan, kemudian menentukan terbenamnya Matahari pada saat tanggal konjungsi atau pasca konjungsi, kemudian menghitung data Matahari dan Bulan pada saat Matahari terbenam. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai-nilai yang sangat berguna untuk pengamatan Hilal. Kemudian membuat interface sebagai input data dan output data hasil perhitungan. Kedua, hasil dalam program yang penulis rancang bila divalidasi dengan program Accurate Times, memiliki rerata selisih waktu konjungsi adalah 2 menit, terbenam Matahari memiliki rerata selisih 1 detik, terbenam Bulan memiliki selisih kurang lebih 5 menit, altitude Bulan memiliki rerata selisih 1', untuk azimuth Bulan memiliki rerata selisih 28'. Selisih dalam data ketinggian dan azimuth Bulan masih bisa ditoleransi mengingat nilai selisih tersebut tidak sampai melebihi nilai dari semi diameter Bulan yakni 15' 33". Secara nalar bila nilai selisih melebihi nilai dari semi diameter Bulan maka objek yang dilakukan pembedaan bukanlah Bulan melainkan hanya langit.

Saran dari penelitian ini adalah. Pertama, dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000 dapat digunakan sebagai acuan dalam menghitung posisi hilal, algoritma yang sederhana dengan akurasi yang cukup bisa digunakan sebagai ganti algoritma yang rumit dan membutuhkan suku koreksi yang banyak seperti Jean Meeus. Kedua, program yang penulis rancang bisa digunakan dan disebarluaskan kepada masyarakat secara umum untuk mengetahui posisi hilal dengan mudah, dengan dibekali akurasi yang cukup program yang penulis bangun bisa digunakan baik dalam Microsoft Excel dalam laptop, atau komputer, kemudian gawai, juga dalam google spreadsheet.

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TRANSLITERASI.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi dan Batasan Masalah.....	7
C. Rumusan Masalah.....	8
D. Tujuan Penelitian.....	8
E. Kegunaan Hasil Penelitian.....	14
F. Kajian Pustaka	14
G. Definisi Operasional	15
H. Metode Penelitian.....	17
I. Sistematika Penulisan.....	22
BAB II HISAB AWAL BULAN	24
A. Pengertian Hisab Awal Bulan.....	24
B. Dasar hukum Awal Bulan.....	28
C. Profil Penulis dan Isi Buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000	32
D. Perhitungan Data Bulan dalam Buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000	34
BAB III ALGORITMA PEMROGRAMAN SOFTWARE MICROSOFT SPREADSHEET	46
A. Pengertian Algoritma	46
B. Pemrograman Komputer	46

C. Pengertian <i>Microsoft Spreadsheet</i>	48
D. Dasar-Dasar <i>Microsoft Spreadsheet</i>	51
E. Tata Bahasa <i>Microsoft Spreadsheet</i>	52
 BAB IV PERHITUNGAN LOW PRECISION DALAM BUKU LUNAR TABLES AND PROGRAMS FROM 4000 B.C. TO A.D. 8000 UNTUK PEMROGRAMAN POSISI HILAL MENGGUNAKAN SOFTWARE MICROSOFT SPREADSHEET.....	55
A. Perhitungan <i>Low Precision</i> dalam buku <i>Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000</i> untuk Perhitungan Posisi Hilal.....	55
B. Validitas Pemrograman Posisi Hilal Dengan Perhitungan <i>Low Precision</i> dalam Buku <i>Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. To A.D. 8000</i>	75
 BAB V PENUTUP	80
A. Kesimpulan	80
B. Saran.....	81

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Matahari dan Bulan adalah makhluk yang diciptakan oleh Allah Swt. Sampai detik ini kedua makhluk tersebut taat (tunduk/sujud) dengan perintah Allah untuk bergerak pada porosnya dan berkeliling pada garis edarnya. Dalam Al-Qur'an terdapat beberapa ayat yang menerangkan tentang Matahari dan Bulan yang salah satu ayatnya adalah Surah Yunus Ayat 5 yang berbunyi:

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

Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaranNya) kepada orang-orang yang mengetahui.¹

Berangkat dari Surah Yunus Ayat 5 tersebut dapat dipahami agar manusia mengetahui apa-apa yang disebutkan tentang sifat-sifat cahaya dan ketentuan tempat edarnya, hitungan waktu baik Bulan maupun Matahari untuk menentukan waktu ibadah, ekonomi, dan sosial. Dengan keteraturan alam, sampailah pada ilmu pengetahuan alam, dan manusia dituntut untuk belajar guna mengetahui perhitungan tahun dan bulan.

Allah Swt. Sesungguhnya telah menetapkan perjalanan Bulan dan Matahari secara teratur pada orbitnya adalah karena perjalanan benda langit

¹ Departemen Agama RI, Al-Hikmah: Alqur'an dan Terjemahannya, (Bandung: CV Penerbit Diponegoro, 2013), 208.

tersebut adalah menjadi pedoman waktu di Bumi. Keteraturan peredaran benda-benda langit itu adalah agar manusia dapat mengetahui bilangan tahun dan perhitungan waktu. Dalam sistem penanggalan secara umum dan penanggalan sistem apapun yang digunakan di dunia ini, peredaran Matahari dan Bulan inilah yang menjadi pedoman perhitungan.

Hilal merupakan bagian dari Bulan yang tampak terang yang terlihat dari bumi sebagai akibat dari cahaya Matahari yang dipantulkan olehnya pada hari terjadinya ijtima (konjungsi) sesaat setelah Matahari terbenam.²

Hilal merupakan acuan yang diperlukan oleh umat Islam. Dalam menentukan awal bulan dalam penanggalan Islam, umat Islam memerlukan sistem penanggalan untuk menentukan hari besar keagamaan dan untuk kepentingan ibadah. Negara memerlukan sistem penanggalan untuk menentukan libur hari besar keagamaan dan untuk menentukan jadwal kenegaraan dalam satu tahun. Walaupun terdapat keragaman dalam penentuan awal bulan Islam, negara memerlukan kriteria penentuan awal bulan Islam.

Perhitungan dalam menentukan posisi Hilal bisa menggunakan berbagai metode yang dapat digunakan di antaranya adalah *Ephemeris*, *New Comb*, *Almanak Nautika*, dan sebagainya.

Ephemeris dibuat sejak tahun 1993 sebagai *software* dengan nama *hisabwin*. Dan di kemudian hari, tepatnya pada tahun 1996 *software* ini diperbaharui dengan nama *winhisab*. *Ephemeris* merupakan hasil kerja sama

² Bashori Alwi, "Konsep Hilal Mar'i (Analisis Terhadap Pandangan Anggota Badan Hisab Rukyat Kementerian Agama RI)", *Jurnal*, Vol.18, No.16, (September 2013, 14).

antara Direktorat Pembinaan Peradilan Agama (DITBINBAPERA) Departemen Agama RI, dalam hal ini Badan Hisab Rukyat Nasional dengan Departemen Astronomi ITB Bandung.³

Metode Newcomb pertama kali dibuat oleh Simon Newcomb pada tahun 1906 dalam buku *A Compendium of Spherical Astronomy*. Buku ini merupakan rumusan dari data astronomi berdasarkan observasi yang ia lakukan sepanjang karirnya. Kemudian dirangkum dan dibuat lebih sistematis oleh Abdur Rachim dalam buku *Perhitungan Awal Bulan Menurut Sistem Newcomb*. Sejak saat itu metode ini banyak dikenal dan digunakan dalam praktik falak.⁴

Kemudian Almanak Nautika merupakan almanak kelautan yang diterbitkan oleh jawatan TNI-AL Dinas Oseanografi untuk kepentingan pelayaran, terutama untuk angkatan laut. Nautika ini dipublikasikan dengan tujuan untuk memungkinkan navigator menggunakan navigasi langit dalam menentukan posisi kapal mereka pada saat berlayar di lautan. Data almanak ditentukan untuk setiap jam penuh dengan posisi di permukaan Bumi (di deklinasi dan *Greenwich* sudut jam) di mana Matahari, Bulan, planet dan titik pertama aries tepat di atas kepala. Posisi 57 yang dipilih bintang ditentukan relatif terhadap titik pertama aries.⁵

³ Akh. Mukarram, *Ilmu Falak Dasar-Dasar Hisab Praktis*, (Sidoarjo, 2011) 131.

⁴ Khazinur rohman. "Studi Komparasi Algoritma *Equation of Time* Versi Jean Meeus Dan Newcomb" (Thesis-UIN Walisongo, Semarang, 2016).

⁵ <http://www.encyclopedia.com/doc/1O80-AstronomicalAlmanacThe.html> (di akses pada tanggal 17 April 2022).

Pada zaman dahulu umat Islam dalam mengetahui fenomena langit hanya mengandalkan kepada bantuan mata saja. Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kita dengan mudah dapat mengetahui fenomena langit yang akan terjadi di masa mendatang, atau di masa sekarang, juga yang sudah terjadi di masa lalu. Perhitungan untuk mengetahui fenomena langit ini pada awalnya dibantu dengan menggunakan kalkulator ilmiah (*scientific calculator*) yang mampu menghitung masalah matematika dengan cepat dan mudah. Tentu saja kalkulator ilmiah ini semakin berkembangnya zaman juga semakin kalah dengan teknologi yang datang sesudahnya, kekurangan dari kalkulator ini terletak pada manusia yang melakukan perhitungan karena dimungkinkan terjadinya *human error* (kesalahan dari pengguna).

Setelah kehadiran kalkulator selanjutnya peran dari kalkulator ini dilanjutkan oleh komputer, yakni perangkat elektronik yang berfungsi sebagai alat untuk pengolahan data secara cepat dan ringkas. Komputer dapat menyimpan data, mengelola data yang dikontrol oleh seperangkat intruksi melalui program.

Komputer dapat melakukan berbagai macam operasi untuk mengerjakan tugas yang dapat diandalkan dan kecepatan dalam mengerjakan tugas tersebut sangat cepat sehingga untuk saat ini komputer mampu untuk membantu manusia dalam mengerjakan berbagai tugas dan memudahkan semua orang dalam proses pengolahan ataupun penyimpanan data.

Semakin berkembangnya zaman ilmu juga semakin berkembang. Untuk saat ini, banyak sekali metode untuk menentukan posisi Hilal, dari metode yang termudah hingga metode yang rumit. Antara metode yang mudah dan rumit pastilah memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Banyaknya metode penentuan Hilal tersebut maka banyak juga aplikasi dan program yang digunakan untuk proses komputasi penentuan Hilal.

Banyak sekali *software* atau aplikasi yang menyediakan terkait hasil jadwal waktu salat. Penulis menemukan banyaknya *software* perhitungan awal waktu salat dengan menggunakan metode yang berbeda-beda. Di antaranya seperti *Stellarium*, WinHisab 2010, dan sebagainya. Di mana setiap *software* ataupun aplikasi pastinya memiliki metode yang berbeda, dan bahkan algoritma yang digunakan setiap *software* ataupun aplikasi berbeda antara satu dengan yang lain.

Di mana ada kelebihan pasti ada kekurangan. Peneliti menemukan beberapa kekurangan dari berbagai *software* yang ada seperti jangka waktu perhitungan yang hanya terbatas, seperti aplikasi Winhisab 2010, ini menggunakan perhitungan data Bulan yang ada dalam buku *Astronomical Algorithm* karya Jean Meeus, di dalamnya perhitungan Matahari hanya membutuhkan sekitar 159 suku koreksi yang tingkat kesalahannya tidak melebihi dari 1" dari tahun -2000 hingga 6000 Masehi⁶. Kemudian dalam *software Accurate times* di mana di dalamnya menggunakan algoritma ELP2000-85 untuk menghitung data Bulan dengan menggunakan sekitar 2000

⁶ Jean Meeus, *Astronomical Algorithm 2nd Edition* (Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998), 166.

an suku koreksi, yang mana tingkat kesalahan dari tahun -4000 hingga 8000 Masehi hanya sekitar 1".⁷

Penulis sangat terkesima dengan perhitungan data Bulan dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000* dikarenakan lebih praktis untuk dihitung atau dimasukkan kedalam proses komputasi. Untuk data Bulan sendiri total sekitar ada 72 suku koreksi untuk perhitungan bujur Bulan dan jarak Bulan dengan rentang waktu perhitungan hingga 12000 tahun, yang dimulai dari tahun 4000 sebelum masehi hingga 8000 masehi. Akurasi untuk bujur geosentris Bulan dalam rentang waktu 12000 tahun ini rata-rata sekitar 0,26 derajat busur atau sekitar 15 menit 36 detik busur. Artinya kita dapat menghitung posisi Bulan dalam rentang 12000 tahun dengan mengandalkan 72 suku koreksi yang ada dalam buku ini, sehingga ini dapat memudahkan kita untuk mengetahui posisi Hilal secara akurat dari tahun yang lampau atau untuk tahun yang akan datang.

Berdasarkan penjelasan tersebut, peneliti sangat tertarik untuk mengangkat penelitian yang berjudul “Perhitungan *Low Precision* Dalam Buku *Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000* Untuk Pemrograman Posisi Hilal Menggunakan *Software Microsoft Spreadsheet*”.

Penulis akan melakukan pembuatan program penentuan posisi Hilal di *software Microsoft Spreadsheet* menggunakan data Bulan yang dihitung dari buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*, kemudian

⁷ Michelle Chapront-Touzé, dan Jean Chapront, "*ELP 2000-85-A Semi-Analytical Lunar Ephemeris Adequate for Historical Times*", *Astronomy and Astrophysics* 190 (1988), 345.

hasilnya akan dibandingkan dengan menggunakan metode yang digunakan oleh Kementrian Agama dalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat*.

B. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah

Adapun identifikasi masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penentuan posisi Hilal.
2. Dasar hukum dan teori yang digunakan dalam menentukan posisi Hilal.
3. Algoritma penentuan posisi Hilal dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000* belum dianalisis.
4. Banyaknya metode yang digunakan dalam menentukan posisi Hilal.
5. Akurasi teori dalam menentukan posisi Hilal.
6. Belum diketahui cara menentukan posisi Hilal menggunakan perhitungan dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000* karya Michelle & Jean Chapront.

Dari sekian permasalahan yang teridentifikasi, maka akan dilakukan pembatasan masalah agar lebih terfokus:

1. Perhitungan *Low Precision* dalam buku *Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000* untuk pemrograman posisi Hilal menggunakan *software Microsoft Spreadsheet*.
2. Validitas untuk pemrograman posisi Hilal dengan perhitungan *Low Precision* dalam buku *Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000*.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan di atas, maka akan dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perhitungan *Low Precision* dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000 untuk pemrograman posisi Hilal menggunakan *software Microsoft Spreadsheet*?
2. Bagaimana validitas pemrograman posisi Hilal dengan perhitungan *Low Precision* dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perhitungan *Low Precision* dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000 untuk pemrograman posisi Hilal menggunakan *software Microsoft Spreadsheet*.
2. Untuk mengetahui validitas pemrograman posisi Hilal dengan perhitungan *Low Precision* dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000.

E. Kegunaan Hasil Penelitian

Adapun kegunaan yang ingin dicapai dalam penelitian perhitungan *Low Precision* dalam buku *Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000* untuk pemrograman posisi Hilal menggunakan *software Microsoft Spreadsheet* ini adalah:

1. Diharapkan penelitian ini dapat mengisi kekosongan dari penelitian sebelumnya karena belum ada penelitian pemrograman falak menggunakan data *low precision* dari buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*.
2. Dengan terciptanya program falak ini diharapkan agar mahasiswa falak termotivasi dan bersemangat untuk membuat program falak pada era digital yang modern seperti sekarang ini.
3. Sebagai kontribusi peneliti dalam bidang digital dan ilmu falak, khususnya dalam penelitian Hilal.
4. Dapat menambah wawasan keilmuan falak khususnya dalam bidang digital pemrograman penentuan posisi Hilal.

F. Kajian Pustaka

Adapun beberapa penelitian yang juga berkaitan dengan penentuan awal bulan Kamariah. Sejauh penelusuran yang dilakukan, belum pernah ada yang membahas tentang penentuan posisi Hilal dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000* karya Michelle & Jean Chapront., diantaranya adalah:

1. Skripsi yang ditulis oleh Muhammad Nizom yang berjudul “Uji Evaluasi Dan Verifikasi Pemrograman Excel Katalog Gerhana Bulan Tahun 610 M Sampai 3000 M Metode Bessel Menggunakan Algoritma Jean Meeus”.⁸
 Dalam penelitiannya Muhammad Nizom menyimpulkan bahwa pemrograman katalog gerhana bulan metode besel algoritma Jean Meeus dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut : 1) Pengumpulan data, 2) Analisis kebutuhan program, 3) Perancangan tampilan program, 4) Penulisan bahasa program (coding), 5) Uji coba program. Setelah dilakukan uji evaluasi penulis mendapatkan hasil, program katalog gerhana bulan menggunakan macro VBA pada Excel, maka untuk menjalankan program diperlukan Microsoft Excel yang sudah mengaktifkan fitur macro VBA. Hasil Uji verifikasi program katalog gerhana bulan memberikan kesimpulan bahwa hasil perhitungan program sama dengan hasil perhitungan manual, serta hasil perhitungan program katalog gerhana bulan metode besel algoritma Jean Meeus memiliki rata-rata selisih yang bervariasi dengan hasil perhitungan NASA antara rentang tahun 610 M sampai 3000 M. Persamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian penulis adalah membuat sebuah program pada *software microsoft excel* menggunakan data Bulan dalam kurun waktu tertentu, namun pembedanya adalah objek penelitian yang di kaji yaitu tentang

⁸ Muhammad Nizom, “Uji Evaluasi Dan Verifikasi Pemrograman Excel Katalog Gerhana Bulan Tahun 610 M Sampai 3000 M Metode Bessel Menggunakan Algoritma Jean Meeus”, (Skripsi-- UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2022).

gerhana Bulan sedangkan objek yang akan penulis teliti adalah tentang penentuan posisi Hilal.

2. Skripsi dari Muhammad Ibrahim Arsyad yang berjudul “Algoritma Pemrograman Hisab Ijtimak Dan Posisi Bulan Menurut Kitab Thamarāt Al-Fikar Dengan Aplikasi Microsoft Excel”.⁹ Dalam penelitiannya Muhammad Ibrahim Arsyad menyimpulkan bahwa Algoritma pemrograman hisab ijtimak dan posisi bulan menurut kitab Thamarāt al-Fikar dengan Aplikasi Microsoft Excel secara garis besar dilakukan dengan beberapa tahapan berikut: 1) Mengumpulkan data, 2) Perancangan program hisab ijtimak dan posisi bulan metode Thamarāt al-Fikar, 3) Implementasi program hisab ijtimak dan posisi bulan metode Thamarāt al-Fikar , 4) Coding program hisab ijtimak dan posisi bulan metode Thamarāt al-Fikar. Dan Program hisab ijtimak dan posisi bulan metode Thamarāt al-Fikar bisa dioperasikan pada komputer model apa saja, tidak ada spesifikasi tertentu agar program dapat dijalankan. Sedangkan Hasil uji verifikasi program hisab ijtimak dan posisi bulan menurut kitab Thamarāt alFikar. dengan beberapa metode lain menghasilkan beberapa kesimpulan bahwa program hisab ijtimak dan posisi bulan ini adalah program yang akurat karena sudah menggunakan rumus yang akurat dan beberapa koreksi terkait dengan perhitungan hisab ijtimak dan posisi bulan. Persamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian penulis

⁹ Muhammad Ibrahim Arsyad, “Algoritma Pemrograman Hisab Ijtimak Dan Posisi Bulan Menurut Kitab Thamarāt Al-Fikar Dengan Aplikasi Microsoft Excel”, (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2022).

adalah membuat sebuah program pada *software microsoft excel* menggunakan data Bulan serta menjadikan posisi Bulan sebagai fokus penelitian, kemudian sebagai pembeda adalah buku yang digunakan untuk pengambilan data bulan yaitu kitab Thamarāt al-Fikar sedangkan buku yang penulis gunakan adalah Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000.

3. Skripsi dari Muhammad Fajri yang berjudul “Studi Posisi Hilal Kasat Teleskop (Analisis Terhadap Hasil Pengamatan Hilal Awal Bulan Zulkaidah Tahun 1440H Di Balai Rukyat Ibnu Syatir Ponorogo)”.¹⁰ Dalam penelitiannya Muhammad Fajri menjelaskan tentang pengamatan Hilal dengan teleskop *Handmade* Refraktor yang terhubung dengan kamera guna menentukan letak posisi Hilal berdasarkan hasil pengamatan Balai Rukyat Ibnu Syatir Ponorogo. Persamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian penulis adalah membahas tentang kajian posisi Hilal sedangkan perbedaan antara penelitian tersebut dengan penelitian penuli sadalah penelitian tersebut menganalisis data hasil pengamatan Hilal dari balai rukyat Ibnu Syatir Ponorogo yang dibuktikan dengan observasi melalui teleskop *Handmade* Refraktor yang terhubung dengan kamera CCD dan olah citra melalui *Digital Image Processing* melalui applikasi “IRIS”. Kemudian penelitian penulis adalah menganalisis bagaimana penentuan posisi Hilal menurut buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to

¹⁰ Muhammad Fajri, “Studi Posisi Hilal Kasat Teleskop (Analisis Terhadap Hasil Pengamatan Hilal Awal Bulan Zulkaidah Tahun 1440H Di Balai Rukyat Ibnu Syatir Ponorogo)”, (Skripsi-- UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2021).

A.D. 8000 dan dibuktikan dengan perhitungan menggunakan data dalam buku tersebut.

4. Jurnal yang ditulis oleh Novi Sopwan dan Moedji Raharto yang berjudul “Karakteristik Parameter Posisi Hilal Elongasi dan Tinggi Bulan Saat Matahari Terbenam di Pelabuhan Ratu Jawa Barat”.¹¹ Penelitian ini menyimpulkan bahwa plot elongasi dan tinggi Bulan memperlihatkan segala kemungkinan Hilal yang terjadi dalam rentang sekitar 2378 tahun. Persamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian penulis adalah mencari posisi Hilal dalam kurun waktu tertentu, sedangkan perbedaan antara penelitian tersebut dengan penelitian penulis adalah jangka waktu serta metode yang digunakan dalam mencari data untuk perhitungan dalam mencari posisi Hilal. Penelitian tersebut menggunakan metode Jean Meeus dalam kurun waktu 2378 tahun yaitu antara tahun 622 masehi – 3000 masehi, sedangkan penelitian penulis menggunakan metode dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000* selama kurun waktu 12000 tahun yaitu antara tahun 4000 sebelum masehi sampai 8000 masehi.
5. Skripsi yang ditulis oleh Keki Febriyanti yang berjudul “Sistem Hisab Kontemporer Dalam Menentukan Ketinggian Hilal (Perspektif Ephemeris dan Almanak Nautika)”.¹² dalam penelitiannya, penulis menyimpulkan

¹¹ Nopi Sopwan, Moedji Raharto, “Karakteristik Parameter Posisi Hilal Elongasi dan Tinggi Bulan Saat Matahari Terbenam di Pelabuhan Ratu Jawa Barat”, Jurnal Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM, (Vol. 2, 2017).

¹² Keki Febriyanti, “Sistem Hisab Kontemporer Dalam Menentukan Ketinggian Hilal (Perspektif Ephemeris dan Almanak Nautika)” (Skripsi—UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2011).

bahwa dalam menghitung *irtifa' al-Hilal* menurut sistem almanak nautika adalah dengan menghitung saat terbenam Matahari, menghisab sudut waktu Bulan, dan mencari deklinasi Bulan saat Matahari terbenam. Sedangkan dalam sistem *ephemeris*, langkah-langkah dalam melakukan perhitungan dalam menghisab ketinggian Hilal adalah dengan menghitung ketinggian Matahari, sudut waktu Matahari, menetapkan sudut waktu bulan saat Matahari terbenam, mencari asensio rekta pada Matahari dan bulan, mencari deklinasi Bulan, menghisab tinggi hakiki dan mar'i Hilal. Persamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian penulis adalah Hilal yang akan menjadi pembahasan utama namun terdapat perbedaan pada metode yang digunakan, dalam penelitian tersebut menggunakan metode *Ephemeris* dan Almanak Nautika sedangkan metode yang penulis gunakan adalah metode *Low Precision* dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*.

6. Skripsi yang ditulis oleh Muhammad Muadz Dzulkrom yang berjudul “Perhitungan Data Matahari Dalam Buku Planetary Programs and Tables from -4000 to +2800 Untuk Pemrograman Awal Waktu Salat Menggunakan Software Microsoft Spreadsheet”¹³. Persamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian penulis terletak pada *software* yang digunakan dalam pembuatan program, sedangkan perbedaan dalam penelitian ini terletak pada metode dan sumber primer yang digunakan.

¹³ M Muadz Dzulkrom, Perhitungan Data Matahari Dalam Buku Planetary Programs and Tables From -4000 To +2800 Untuk Pemrograman Awal Waktu Salat Menggunakan Software Microsoft Spreadsheet, (Skripsi--UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2022).

Berdasarkan penelusuran penulis, sejauh ini tidak ditemukan penelitian tentang metode penentuan posisi Hilal dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000* karya Michael & Jean Chapront. Sehingga dapat dipastikan tema yang dipilih penulis berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya.

G. Definisi Operasional

Sebelum membahas lebih lanjut lagi, penting untuk menjelaskan mengenai judul penelitian dari permasalahan yang akan dibahas. Tujuannya adalah agar mudah dipahami dan juga agar tidak terjadi kesalahpahaman. Judul yang akan dibahas adalah penentuan posisi Hilal menggunakan algoritma *low precision* dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*.

Lebih jelasnya lagi, akan dijelaskan tentang istilah-istilah yang akan digunakan dalam pembahasan judul tersebut. Istilah-istilah yang terdapat dalam judul tersebut ialah sebagai berikut:

1. Posisi Hilal

Posisi memiliki arti letak atau kedudukan.¹⁴ Dan Hilal memiliki arti Bulan sabit. Bulan yang terbit pada tanggal satu bulan Kamariah.¹⁵ Jadi, dapat disimpulkan bahwa penentuan posisi Hilal adalah sebuah

¹⁴ KBBI Daring, dalam <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/posisi>, (diakses pada tanggal 17 april 2022).

¹⁵ KBBI Daring, dalam <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/Hilal>, (diakses pada tanggal 17 april 2022).

penelitian dimana penulis berusaha mencari cara yang teratur dalam menentukan posisi Bulan sabit atau Hilal.

2. Algoritma

Algoritma merupakan sekumpulan instruksi yang terstruktur dan terbatas yang diimplementasikan kedalam bentuk program komputer untuk menyelesaikan suatu masalah komputasi tertentu.

Dalam matematika dan ilmu komputer, algoritma adalah prosedur langkah-demi-langkah untuk penghitungan. Algoritma digunakan untuk penghitungan, pemrosesan data, dan penalaran otomatis.¹⁶

3. Low Precision

low precision merupakan langkah perhitungan dalam mencari posisi Bulan dengan cara yang sederhana, yang terdapat dalam buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000. Dalam buku tersebut terdapat tiga *precision* yaitu *full*, *middle*, dan *low*.

4. Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000

Buku karya Michael Chapront dan Jean Chapront ini berisi dua set tabel untuk gerakan geosentris Bulan. Himpunan pertama memberikan perluasan tergantung waktu dari vektor bujur, lintang, dan jari-jari Bulan, yang mengacu pada ekliptika rata-rata dan ekuinoks tanggal. Tabel ini

¹⁶ Wikipedia, <https://id.wikipedia.org/wiki/Algoritma>, diakses pada 20 april 2022.

mencakup sejumlah besar istilah untuk memastikan presisi yang cukup pada periode sekarang untuk sebagian besar pengguna. Kumpulan tabel kedua memberikan perluasan sumbu semimayor, eksentrisitas, sinus setengah kemiringan, bujur *perigee*, bujur simpul, dan bujur rata-rata, mengacu pada ekliptika rata-rata dan titik balik tanggal. Tabel ini ditujukan untuk pengguna yang tidak membutuhkan presisi tinggi. Daftar program komputer mikro di fortran, basic, dan pascal disediakan untuk mengimplementasikan tabel dan rumus yang disajikan dalam buku.¹⁷

5. Microsoft Spreadsheet

Software ini dikenal oleh masyarakat dengan nama *Microsoft Excel*. Ini merupakan program lembar kerja yang dibuat dan didistribusikan oleh *Microsoft Corporation* yang dapat dijalankan pada *Microsoft Windows* dan *Mac OS*. Aplikasi ini merupakan bagian dari *Microsoft Office System*. Aplikasi ini memiliki fitur kalkulasi dan pembuatan grafik yang baik sehingga dapat digunakan untuk mengolah berbagai macam data dengan mudah. *Microsoft Excel* digunakan di berbagai bidang pekerjaan, baik usaha kecil maupun perusahaan bersekala internasional. Mulai dengan membuat catatan keuangan, anggaran keuangan, mengolah investasi, dan melakukan perhitungan statistika.¹⁸

H. Metode Penelitian

¹⁷ Michael Chapront, Jean Chapront, *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*, (Virginia: Willman-bell Inc.1991). h.165.

¹⁸ Reyhan, "Pengertian Microsoft Excel dan Fungsinya", www.advenesia.com, diakses pada tanggal 26 Maret 2021.

Pada penulisan skripsi ini peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif dengan data antara lain sebagai berikut:

1. Jenis penelitian:

Jenis penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini ialah penelitian kualitatif dengan menggunakan metode kajian pustaka (*library research*). Metode penelitian kepustakaan ini menggunakan bahan yang tertulis baik berupa buku, jurnal dan beberapa penelitian yang membahas tentang topik yang hendak diteliti.¹⁹ Penelitian ini menempatkan penentuan posisi Hilal dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000* sebagai fokus obyek kajian penelitian.

Dalam penyusunan skripsi ini akan dilakukan analisis terhadap data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan. Selain itu, juga akan dipaparkan rumus dan data dalam penentuan posisi Hilal pada buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*.

2. Sumber data:

a. Sumber primer

Sumber primer merupakan data yang didapat atau diambil dan dikumpulkan secara langsung oleh peneliti melalui sumber data penelitian. Sumber primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu

¹⁹ Conny R. Semiawan, *Metode Penelitian Kualitatif*, (Jakarta: PT.Grasindo, 2010), 104.

buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000, dan *Microsoft Spreadsheet*.

b. Sumber sekunder

Sumber sekunder merupakan referensi tambahan yang digunakan untuk menunjang keberhasilan dari penelitian dan juga untuk memperkuat argumen. Dalam penelitian ini sumber sekunder yang dimaksud ialah:

- 1) Buku yang membahas tentang Ilmu Falak, khususnya terkait penentuan posisi Bulan.
- 2) Buku yang membahas tentang *Microsoft Spreadsheet*.
- 3) Hasil penelitian yang berkaitan dengan penentuan posisi Hilal.

3. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang Penulis gunakan adalah metode dokumentasi. Dokumentasi dilakukan dengan cara pengumpulan beberapa informasi pengetahuan, fakta dan data. Dengan demikian maka dapat dikumpulkan data dengan kategorisasi dan klasifikasi bahan-bahan tertulis yang berhubungan dengan masalah Penulisan, baik dari sumber dokumen, laporan Penulisan, laporan tugas akhir, buku-buku, kitab-kitab, jurnal ilmiah, koran, majalah, *website*, dan lain-lain.²⁰

²⁰ Djam'an Satori, Aan Komariah, *Metodologi Penulisan Kualitatif* (Bandung: Alfabeta, 2009), 148.

Dalam Penulisan ini dokumentasi dilakukan dengan cara mempelajari perhitungan penentuan posisi Hilal metode *low precision* dan komponen-komponen yang digunakan untuk membuat program *Microsoft Spreadsheet*.

4. Metode analisis data

Metode analisis data yang Penulis gunakan dalam Penulisan dan pembuatan program ini terbagi menjadi tiga tahap.

- a. Tahap pengumpulan data berupa konsep perhitungan penentuan posisi Hilal *low precision* dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000* dan konsep pemrograman *Microsoft Spreadsheet*. Tahap selanjutnya adalah menganalisis konsep pemrograman berbasis *Microsoft Spreadsheet*. Dalam tahap ini Penulis menganalisis konsep pemrograman yang diperlukan dalam pembuatan program penentuan posisi Hilal yang akurat dan aplikatif. Hal ini Penulis lakukan dengan menelaah konsep pemrograman dalam beberapa buku pemrograman dan artikel artikel tentang pemrograman di internet. Dengan demikian akan didapatkan konsep pemrograman *Microsoft Spreadsheet* yang benar-benar cocok untuk perhitungan penentuan posisi Hilal yang menghendaki hasil perhitungan yang akurat.
- b. Tahap pemrograman perhitungan penentuan posisi Hilal. Pada tahap ini penulis berperan sebagai *programmer* (orang yang membuat

program) dan melakukan serangkaian pemrograman dengan metode yang dimilikinya. Dalam melakukan pemrograman memiliki beberapa tahapan yang akan dilakukan. Beberapa tahapan tersebut dijelaskan dalam buku Rekayasa Perangkat Lunak diantaranya :²¹

- 1) Perencanaan atau perancangan program
- 2) Analisis kebutuhan sistem dan aplikasi
- 3) Rancangan struktur data
- 4) Tampilan atau desain program
- 5) Algoritma prosedur
- 6) Penulisan bahasa program atau pengkodean (coding)
- 7) Uji coba program untuk di evaluasi
- 8) Pemeliharaan dan perbaikan program

Penulis hanya menggunakan beberapa metode dari langkah-langkah dalam pembuatan program, dengan rincian sebagaimana yang tertulis dalam sistematika penulisan. Langkah-langkah yang dilakukan penulis untuk pembuatan program penentuan posisi hilal dapat diketahui sebagai berikut; 1) Pengumpulan data, 2) Analisis kebutuhan perhitungan penentuan posisi Hilal metode *low precision*, 3) Perancangan program penentuan posisi Hilal, 4) Implementasi penentuan posisi Hilal (penulisan bahasa program / coding), 5) uji coba program, bila tahap uji coba berhasil, maka program dinyatakan

²¹ Al Bahra bin Ladjamuddin, "Rekayasa Perangkat Lunak", (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006), 13-14.

sudah dapat dikatakan sukses. Bila tahap uji coba gagal maka kembali lagi ke langkah 4.

- c. Tahap terakhir yakni uji evaluasi dan verifikasi program penentuan posisi Hilal. Pada tahap ini peneliti menggunakan metode evaluasi, yang dimana dalam metode ini peneliti dapat memilih beberapa langkah alternatif untuk mengambil kesimpulan.²² Jika ditemukan suatu kesalahan atau galat saat program dijalankan, maka peneliti menggunakan bahasa pemrograman lain sehingga program dapat berjalan sebagaimana mestinya. Uji verifikasi bertujuan untuk memverifikasi hasil perhitungan program penentuan posisi Hilal menggunakan *Microsoft Spreadsheet* dengan hasil perhitungan manual, sehingga mengetahui efektivitas antara perhitungan manual dan perhitungan hasil program. Adapun data pengambilan waktu dan tempat dilakukan secara acak, dengan demikian akan didapat hasil uji verifikasi program yang bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah kebenarannya. Selain itu pada tahap ini penulis juga membandingkan hasil perhitungan dari metode perhitungan posisi Hilal yang digunakan dalam program dengan hasil perhitungan KEMENAG.

I. Sistematika Pembahasan

Sebagai upaya untuk menghasilkan sebuah karya yang sistematis, penulis membagi pembahasan dalam penelitian ini ke dalam lima bab yang terjabarkan sebagai berikut:

²² Ibid.

Bab pertama adalah pendahuluan. Bab ini meliputi latar belakang masalah, identifikasi masalah, rumusan masalah, kajian pustaka, tujuan dan manfaat penelitian, definisi operasional, metode penelitian dan sistematika penulisan.

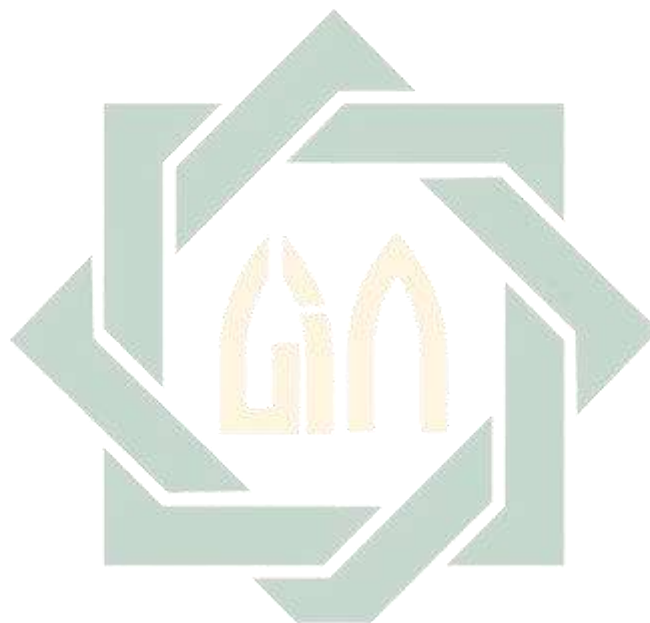
Bab kedua membahas tentang landasan teori tentang perhitungan posisi Hilal. Dalam bab ini berisikan teori-teori umum mengenai penentuan posisi Hilal yang meliputi pengertian Hilal, dasar hukum penentuan Hilal, serta metode-metode yang digunakan dalam penentuan posisi Hilal. Pada pembahasan perhitungan posisi Hilal, akan dipaparkan mengenai metode perhitungan posisi Hilal menggunakan Metode Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000 dengan Algoritma *low precision*.

Bab ketiga membahas tentang pemrograman *software Microsoft Spreadsheet*. Bab ini berisi pengetahuan umum tentang *software Microsoft Spreadsheet*. Pada sub-bab Microsoft Spreadsheet, akan dipaparkan mengenai dasar-dasar pembuatan program dalam *Microsoft Spreadsheet* dan algoritma pemrograman dengan *software Microsoft Spreadsheet*.

Bab keempat membahas tentang perhitungan posisi Hilal menggunakan algoritma *low precision* dalam buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000 karya Michelle & Jean Chapront menggunakan *microsoft spreadsheet*. Bab ini merupakan pokok pembahasan dari Penulisan ini. Pada sub-bab algoritma pemrograman perhitungan posisi Hilal menggunakan *software Microsoft Spreadsheet*, akan dijelaskan mengenai

tahapan-tahapan dalam pembuatan program, alur kerjanya, yang dimulai dari tahap pengumpulan data hingga tahap eksekusi program.

Bab kelima yaitu penutup, akan ditarik sebuah kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, saran untuk perbaikan selanjutnya, dan penutup.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

HISAB AWAL BULAN

A. Pengertian Hisab Awal Bulan

Bulan dalam bahasa Arab adalah *al-shahr* juga berarti *al-qamar* yaitu benda yang menjadi satelit Bumi. *Al-shahr* disebut *al-qamar* karena sifat nempaknya yang jelas. Menurut Ibn Sidah Abdul Abbas bulan atau *al-Shahr* adalah satuan waktu tertentu yang sudah terkenal dari beberapa hari, yang dipopulerkan dengan Bulan (*al-qamar*) karena *al-qamar* itu sebagai tanda memulai dan mengakhiri bulan. Dalam hal ini, bulan *Kamariah* berarti perhitungan bulan yang didasarkan pada sistem peredaran Bulan mengelilingi Bumi.¹

Bulan adalah benda langit yang tidak mempunyai sinar. Cahayanya yang tampak dari Bumi sebenarnya merupakan pantulan dari sinar Matahari. Dari hari ke hari bentuk dan ukuran cahaya Bulan berubah-ubah sesuai dengan posisi Bulan terhadap Matahari dan Bumi. Pada saat Bulan persis berada di antara Bumi dan Matahari yaitu saat ijtimak maka seluruh bagian Bulan yang tidak menerima sinar Matahari sedang persis menghadap ke Bumi. Akibatnya, saat itu Bulan tidak terlihat dari Bumi. Hal demikian disebut Bulan mati.²

¹ Ibn Mandzur Jamaluddin al-Anshary, *Lisān al-Arabi*, Juz XXVI (Mesir: Dārul Ma'ārif, t.t), 2351.

² Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), 133.

Secara bahasa, hisab berasal dari kata *al-hasb* yang memiliki arti bilangan atau perhitungan.³ Dalam dunia Islam istilah hisab sering digunakan dalam ilmu falak untuk menghitung posisi Matahari dan Bulan terhadap Bumi. Posisi Matahari menjadi penting karena menjadi patokan umat Islam dalam menentukan waktu salat. Sementara posisi Bulan digunakan untuk mengetahui terjadinya hilal sebagai penanda periode bulan baru dalam kalender Hijriah.

Istilah hisab rukyat merupakan permasalahan mengenai perhitungan atau penentuan waktu-waktu ibadah umat Islam. Adapun waktu-waktu ibadah tersebut meliputi penentuan arah kiblat salat, perhitungan awal waktu-waktu salat, penentuan awal dan akhir Bulan, dan perhitungan gerhana.⁴

Istilah hisab rukyat merupakan istilah dari perpaduan kata hisab dan rukyat. Kata hisab berasal dari bahasa arab, yaitu yang artinya menghitung. Dalam bahasa inggris kata hisab ini disebut *arithmetic* atau aritmetika, yaitu ilmu pengetahuan yang membahas tentang seluk beluk perhitungan.⁵

Dalam konteks penentuan awal Bulan Kamariah, hisab berarti metode perhitungan terhadap kedudukan benda langit (hilal dan Matahari) untuk menentukan awal Bulan Kamariah. Moedji Raharto memberikan definisi terhadap ilmu hisab dalam arti khusus, yaitu cara penentuan awal Bulan Islam atau cara memprediksi fenomena alam lainnya seperti gerhana Bulan dan gerhana Matahari melalui perhitungan posisi, gerak Bulan, dan Matahari. Sedangkan dalam alamanak hisab rukyat, memberikan definisi bahwa hisab

³ Ahmad Warson Munawwir, *Al-Munawwir: Kamus Arab – Indonesia*, (Surabaya: Pustaka Progresif, 1997), 261.

⁴ M. Hadi Bashori Pengantar Ilmu Falak (Jakarta: pustaka al-kaustar, 2015), 1

⁵ Ibid.

adalah suatu ilmu pengetahuan yang membahas tentang seluk beluk perhitungan yang dalam bahasa Inggris disebut *arithmetic*.⁶

Sebagian umat Islam berpendapat bahwa untuk mentukan awal Bulan harus dengan benar-benar melakukan pengamatan hilal secara langsung. Sebagian yang lain berpendapat bahwa penentuan awal Bulan Kamariah cukup dengan malukan hisab (perhitungan matematis/astronomis). Tanpa harus benar-benar mengamati hilal. Keduanya mengklaim memiliki dasar yang kuat.⁷

Penentuan awal Bulan Kamariah sangat penting bagi segenap kaum muslimin, sebab banyak ibadah dalam islam yang pelaksanaannya dikaitkan dengan perhitungan Bulan Kamariah. Di antara ibadah-ibadah itu adalah salat dua hari raya, salat gerhana Bulan dan Matahari, zakat (perhitungan waktunya), puasa Ramadan dengan zakat fitrahnya, haji dan sebagainya. Untuk itu, syara' telah memberikan pedoman dalam menentukan perhitungan waktu.

Dalam menghisab awal Bulan Kamariah kegiatannya tiada lain ialah menentukan kedudukan hilal pada saat terbenamnya Matahari yang diukur dengan derajat. Kegiatan ini dilakukan orang pada saat ijtima' pada Bulan-Bulan Kamariah yang ada hubungannya dengan pelaksanaan-pelaksanaan ibadah.

⁶ Ibid.

⁷ Miftahul Ulum. ,Ijtihad Ulama NU (Nahdlatul Ulama) dan Muhammadiyah Jawa Timur tentang Penetapan Awal JHG Bulan Kamariah', <http://journal.stainata.ac.id/index.php/islamedia/article/view/19> , diakses pada hari Selasa 10 Juli 2019.

Kata hisab muncul sebanyak 37 kali dalam Alquran yang semuanya mempunyai arti perhitungan dan tidak memiliki ambiguitas arti atau makna.⁸

Kata hisab dalam Alquran dapat mempunyai beberapa artian antra lain:

1. Perhitungan, sebagaimana Firman Allah dalam surat An-Nisa' ayat 86.

وَإِذَا حُيِّتُمْ بِتَحِيَّةٍ فَحَيُّوا بِأَحْسَنَ مِنْهَا أَوْ رُدُّوهَا ۚ إِنَّ اللَّهَ كَانَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ حَسِيبًا

Dan apabila kamu dihormati dengan suatu (salam) penghormatan, maka balaslah (penghormatan itu, yang sepadan) dengannya. Sungguh, Allah Memperhitungkan segala sesuatu.

2. Memeriksa, sebagaimana Firman Allah dalam surat Al-Insyiqaq ayat 8.

فَسَوْفَ يُحَاسَبُ حِسَابًا يَسِيرًا

Dia akan diperiksa dengan pemeriksaan yang mudah.

3. Batas, sebagaimana Firman Allah dalam surat Ali 'Imron ayat 27.

تُولِجُ اللَّيْلَ فِي النَّهَارِ وَتُولِجُ النَّهَارَ فِي اللَّيْلِ وَتُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَتُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ وَتَرْزُقُ مَنْ تَشَاءُ بِغَيْرِ حِسَابٍ

Engkau masukkan malam ke dalam siang dan Engkau masukkan siang ke dalam malam. Dan Engkau keluarkan yang hidup dari yang mati, dan engkau keluarkan yang mati dari yang hidup. Dan Engkau berikan rezeki kepada siapa yang Engkau Kehendaki tanpa perhitungan.

4. Pertanggung jawaban, sebagaimana Firman Allah dalam surat Al-An'am ayat 69.

وَمَا عَلَى الَّذِينَ يَتَّقُونَ مِنْ حِسَابِهِمْ مِنْ شَيْءٍ وَلَكِنْ ذِكْرٌ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ

⁸ Tono Saksono, *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*, (Jakarta: Amythas Publicita, 2007), 120.

Artinya: Orang-orang yang bertakwa tidak ada tanggung jawab sedikit pun atas (dosa-dosa) mereka; tetapi (berkewajiban) mengingatkan agar mereka (juga) bertakwa.

Kata hisab memiliki banyak arti dalam literatur Alquran dan hadis. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat interpretasi makna yang berbeda-beda dari asal kata hisab. Beberapa ada yang mengartikan hisab sebagai hitungan, batas, dan pertanggungjawaban, akan tetapi hisab yang dimaksud dalam konteks penentuan awal bulan Kamariah diartikan sebagai perhitungan.

B. Dasar hukum Awal Bulan

1. Dasar Al-Qur'an

Secara garis besar, hisab merupakan metode yang digunakan dalam penentuan awal Bulan Kamariah, dari metode inilah yang nantinya akan mengerucut pada metode-metode lainnya. Akan tetapi hisab sesungguhnya tidak terbatas pada masalah awal Bulan tetapi juga dalam masalah penentuan arah kiblat, penentuan awal waktu salat, dan perhitungan waktu gerhana, baik gerhana Matahari maupun gerhana Bulan.⁹

Banyak Argumen nakli terutama al-qur'an yang memberi isyarat dan sekaligus motivasi agar umat islam mengamati, mempelajari, menguasai, dan mengembangkan ilmu falak. Bahkan Allah *Subhanahu wa Ta'ala* pun menantang kepada para manusia hingga mengeploitasi dan

⁹ M. Hadi Bashori *Pengantar Ilmu Falak . . .* , 6

menjelajah alam luar angkasa yang tertera dalam Surah Ar-Rahman ayat 33 berbunyi:

يُعْشِرَ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا
لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ

Wahai segenap jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, tembuslah. Kamu tidak akan mampu menembusnya, kecuali dengan kekuatan (dari Allah).

Jelas bahwa Allah Swt. juga menciptakan keteraturan benda-benda langit adalah untuk diamati dan dipelajari oleh manusia. Allah Swt. juga menciptakan alam luar angkasa yang luas untuk menunjukkan tanda-tanda kekuasaan-Nya, sedangkan manusia yang hendak menembus sedikit dari jangkauan luar angkasa tersebut tidak akan bisa kecuali dengan kekuatan, yaitu ilmu pengetahuan dan teknologi hasil dari mengamati dan mempelajari ayat-ayat karunia-Nya. Sedangkan mengenai penentuan awal Bulan Kamariah, dalam Al-Qur'an terdapat beberapa petunjuk yang di jadikan landasan dan kemudian ditafsirkan dengan menggunakan cara tersebut untuk penentuan awal Bulan Kamariah.

Dasar hukum tersebut adalah: Surah Al-An'am Ayat 96

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan (menjadikan) Matahari dan Bulan untuk perhitungan. Itulah ketentuan Allah yang Maha Perkasa lagi Maha mengetahui.

Serta surah Yunus Ayat 5

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

Artinya: Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan Bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan Bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui.¹⁰

2. Dasar Hadis

a. Hadis Bukhari Nomor 1767

صحيح البخاري ١٧٦٧: حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ بُكَيْرٍ قَالَ حَدَّثَنِي اللَّيْثُ عَنْ عُقَيْلٍ عَنْ ابْنِ شِهَابٍ قَالَ أَخْبَرَنِي سَالِمُ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عُمَرَ أَنَّ ابْنَ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ إِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَصُومُوا وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَأَفْطَرُوا فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ وَقَالَ غَيْرُهُ عَنْ اللَّيْثِ حَدَّثَنِي عُقَيْلٌ وَيُونُسُ لِهَيْلَالِ رَمَضَانَ

Telah menceritakan kepada kami [Yahya bin Bukair] berkata, telah menceritakan kepada saya [Al Laits] dari [Uqail] dari [Ibnu Syihab] berkata, telah mengabarkan kepada saya [Salim bin 'Abdullah bin 'Umar] bahwa [Ibnu'Umar radliallahu 'anhuma] berkata; Aku mendengar Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: "Jika kamu melihatnya maka berpuasalah dan jika kamu melihatnya lagi maka berbukalah. Apabila kalian terhalang oleh awan maka perkirakanlah jumlahnya (jumlah hari disempurnakan) ". Dan berkata, [selainnya] dari [Al Laits] telah menceritakan kepada saya [Uqail] dan [Yunus]: "Ini maksudnya untuk hilal Bulan Ramadan".

b. Hadis Bukhari Nomor 1776

صحيح البخاري ١٧٧٦: حَدَّثَنَا آدَمُ حَدَّثَنَا شُعْبَةُ حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ زَيْدٍ قَالَ سَمِعْتُ أَبَا هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ يَقُولُ قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَوْ قَالَ قَالَ أَبُو

¹⁰ Ibid.

الْقَاسِمِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَأَفْطَرُوا لِرُؤْيَيْهِ فَإِنْ غُبِيَ عَلَيْكُمْ فَأَكْمِلُوا
عِدَّةَ شَعْبَانَ ثَلَاثِينَ

Artinya: Telah menceritakan kepada kami [Adam] telah menceritakan kepada kami [Syu'bah] telah menceritakan kepada kami [Muhammad bin Ziyad] berkata, aku mendengar [Abu Hurairah radliallahu 'anhu] berkata; Nabi shallallahu 'alaihi wasallam bersabda, atau katanya Abu Al Qasim shallallahu 'alaihi wasallam telah bersabda: "Berpuasalah kalian dengan melihatnya (hilal) dan berbukalah dengan melihatnya pula. Apabila kalian terhalang oleh awan maka sempurnakanlah jumlah bilangan hari Bulan Sya'ban menjadi tiga puluh.

c. Hadis Tirmidzi Nomor 2147

سنن الترمذي ٢١٤٧: حَدَّثَنَا وَاصِلُ بْنُ عَبْدِ الْأَعْلَى حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ الْفَضِيلِ
عَنْ الْأَعْمَشِ عَنْ عَلِيِّ بْنِ مُدْرِكٍ عَنْ هِلَالِ بْنِ يَسَافٍ عَنْ عِمْرَانَ بْنِ حُصَيْنٍ قَالَ
سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ خَيْرُ النَّاسِ قَرْنِي ثُمَّ الَّذِينَ يَلُوكَهُمْ ثُمَّ الَّذِينَ
يَلُوكَهُمْ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِهِمْ قَوْمٌ يَتَسَمَّنُونَ وَيُحْبُونَ السِّمْنَ يُعْطُونَ الشَّهَادَةَ قَبْلَ أَنْ
يُسْأَلُوا قَالَ أَبُو عِيسَى هَكَذَا رَوَى مُحَمَّدُ بْنُ فُضَيْلٍ هَذَا الْحَدِيثَ عَنْ الْأَعْمَشِ عَنْ
عَلِيِّ بْنِ مُدْرِكٍ عَنْ هِلَالِ بْنِ يَسَافٍ وَرَوَى غَيْرُ وَاحِدٍ مِنَ الْحَفَاطِ هَذَا الْحَدِيثَ عَنْ
الْأَعْمَشِ عَنْ هِلَالِ بْنِ يَسَافٍ وَلَمْ يَذْكُرُوا فِيهِ عَلِيُّ بْنُ مُدْرِكٍ قَالَ وَ حَدَّثَنَا الْحُسَيْنُ
بْنُ حُرَيْثٍ حَدَّثَنَا وَكِيعٌ عَنْ الْأَعْمَشِ حَدَّثَنَا هِلَالُ بْنُ يَسَافٍ عَنْ عِمْرَانَ بْنِ حُصَيْنٍ
عَنْ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَذَكَرَ نَحْوَهُ وَهَذَا أَصَحُّ عِنْدِي مِنْ حَدِيثِ مُحَمَّدِ بْنِ
فُضَيْلٍ وَقَدْ رَوَى مِنْ غَيْرِ وَجْهٌ عَنْ عِمْرَانَ بْنِ حُصَيْنٍ عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ

Artinya: Telah menceritakan kepada kami [Washil bin 'Abdul A'la] telah menceritakan kepada kami [Muhammad bin Al Fudlail] dari [Al A'masy] dari ['Ali bin Mudrik] dari [Hilal bin Yasaf] dari [Imran bin Hushain] berkata: Aku mendengar Rasulullah Shallallahu 'alaihi wa Salam bersabda: "Manusia terbaik adalah generasiku kemudian setelahnya kemudian setelahnya, setelah itu datanglah kaum yang kegemarannya mempergemuk dan suka kegemukan, mereka memberikan kesaksian sebelum mereka diminta." Berkata Abu Isa: seperti itulah Muhammad bin Fudlail telah meriwayatkan Hadis ini

dari Al A'masy dari 'Ali bin Mudrik dari Hilal bin Yasaf dan yang lain bukan hanya seorang meriwayatkan Hadis ini dari pada hafidz dari Al A'masy dari Hilal bin Yasaf, mereka tidak menyebut 'Ali bin Mudrik didalamnya, berkata Abu Isa: telah menceritakan kepada kami [Al Husain bin Hurait] telah menceritakan kepada kami [Waki'] dari [Al A'masy] telah menceritakan kepada kami [Hilal bin Yasaf] dari ['Imran bin Hushain] dari Nabi Shallallahu 'alaihi wa Salam, lalu ia menyebutkan sepertinya dan ini bagi saya lebih shahih dari Hadis Muhammad bin Fudlail dan diriwayatkan bukan hanya dari seorang perawi dari 'Imran bin Hushain dari nabi Shallallahu 'alaihi wa Salam'.

C. Profil Penulis dan Isi Buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*

Sebelum membahas tentang konsep Perhitungan posisi Hilal *low precision* dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*, alangkah lebih baiknya mengetahui biografi pengarang buku tersebut.

1. Biografi Michelle Chapront dan Jean Chapront dalam buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*

Michelle Chapront dan Jean Chapront adalah astronom di biro *des longitudes*, Paris. Mereka telah membangun teori analitik presisi tinggi untuk gerakan orbit bulan yang diperkenalkan pada tahun 1984 di ephemeris Prancis *The Connaissance des Temps*. Michelle Chapront dan Jean Chapront adalah penulis dari banyak artikel yang berhubungan dengan mekanika langit dan mereka adalah anggota dari persatuan astronomi internasional.¹¹

¹¹ Michael Chapront, Jean Chapront, *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*, (Virginia: Willman-bell Inc.1991). 165.

2. Profil Buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000

Buku karya Michael Chapront dan Jean Chapront ini berisi dua set tabel untuk gerakan geosentris Bulan. Himpunan pertama memberikan perluasan tergantung waktu dari vektor bujur, lintang, dan jari-jari Bulan, yang mengacu pada ekliptika rata-rata dan ekuinoks tanggal.

Tabel ini mencakup sejumlah besar istilah untuk memastikan presisi yang cukup pada periode sekarang untuk sebagian besar pengguna. Kumpulan tabel kedua memberikan perluasan sumbu semimayor, eksentrisitas, sinus setengah kemiringan, bujur *perigee*, bujur simpul, dan bujur rata-rata, mengacu pada ekliptika rata-rata dan titik balik tanggal. Tabel ini ditujukan untuk pengguna yang tidak membutuhkan presisi tinggi. Daftar program komputer mikro di fortran, basic, dan pascal disediakan untuk mengimplementasikan tabel dan rumus yang disajikan dalam buku.

D. Perhitungan Data Bulan dalam Buku Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000

1. Mencari hari julian pada tanggal tertentu dengan rumus:¹²

$$JD = 1720994.5 + \text{Int} (365.25 * Y)^{13} + \text{Int} (30.60001 * (M + 1)) + D + B \\ + ((\text{Jam}) / 24) - \text{Zona Waktu} / 24$$

Dimana:

¹² Rinto Anugrama, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada, 2012), 9.

¹³ Int adalah lambang untuk menyatakan integer (bilangan bulat dari suatu bilangan). Contoh Int (10) = 10.

D = Tanggal

M = Jika nilai bulan < 3 maka nilai M = bulan + 12; jika tidak maka nilai bulan

Y = Jika nilai bulan < 3 maka Y = tahun - 1; jika tidak maka nilai tahun

B = Jika nilai tahun < 1582 dan nilai bulan = 10 dan nilai tanggal < 5 maka

$B = 2 - \text{Int}(\text{Tahun} / 100) + \text{Int}(\text{Int}(\text{Tahun} / 100) / 4)$; jika tidak maka nilai

B = 0

2. Mencari hari Julian UT dengan menambahkan Delta T ke hasil JD. Rumus delta T:¹⁴

- a. Mencari T dengan rumus:

$$T = (\text{JD} - 2451545) / 36525$$

- b. Mencari y dengan rumus:

$$y = 2000 + T * 100$$

- c. Apabila nilai y sebelum -500 maka:

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

Dimana u adalah:

$$u = (y - 1820) / 100$$

- d. Apabila nilai y antara -500 hingga +500 maka:

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

Dimana u adalah:

¹⁴ Fred Espenak dan Jean Meeus, *Five Millenium Catalog of Lunar Eclipses: -1999 to +3000* (2000 BCE to 3000 CE (Maryland: NASA Goddard Space Flight Center), 18.

$$u = y/100$$

- e. Apabila nilai y antara +500 hingga +1600 maka:

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

Dimana u adalah:

$$u = (y - 1000)/100$$

- f. Apabila nilai y antara +1600 hingga +1700 maka:

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

Dimana t adalah:

$$t = y - 1600$$

- g. Apabila nilai y antara +1700 hingga +1800 maka:

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

Dimana t adalah:

$$t = y - 1700$$

- h. Apabila nilai y antara +1800 hingga +1860 maka:

$$\Delta T = 13.72 - 0.332447 * t + 0.0068612 * t^2 + 0.0041116 * t^3 - 0.00037436 * t^4 + 0.0000121272 * t^5 - 0.0000001699 * t^6 + 0.00000000875 * t^7$$

Dimana t adalah:

$$t = y - 1800$$

- i. Apabila nilai y antara +1860 hingga +1900 maka:

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

Dimana t adalah:

$$t = y - 1860$$

- j. Apabila nilai y antara +1900 hingga +1920 maka:

$$\Delta T = -2.79 + 1.494119 * t - 0.0598939 * t^2 + 0.0061966 * t^3 - 0.000197 * t^4$$

Dimana t adalah:

$$t = y - 1900$$

- k. Apabila nilai y antara +1920 hingga +1941 maka:

$$\Delta T = 21.20 + 0.84493 * t - 0.076100 * t^2 + 0.0020936 * t^3$$

Dimana t adalah:

$$t = y - 1920$$

- l. Apabila nilai y antara +1941 hingga +1961 maka:

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

Dimana t adalah:

$$t = y - 1950$$

- m. Apabila nilai y antara +1961 hingga +1986 maka:

$$\Delta T = 45.45 + 1.067 * t - t^2 / 260 - t^3 / 718$$

Dimana t adalah:

$$t = y - 1975$$

- n. Apabila nilai y antara +1986 hingga +2005 maka:

$$\Delta T = 63.86 + 0.3345 * t - 0.060374 * t^2 + 0.0017275 * t^3 + 0.000651814 * t^4 + 0.00002373599 * t^5$$

Dimana t adalah:

$$t = y - 2000$$

- o. Apabila nilai y antara +2005 hingga +2050 maka:

$$\Delta T = 62.92 + 0.32217 * t + 0.005589 * t^2$$

Dimana t adalah:

$$t = y - 2000$$

- p. Apabila nilai y antara +2050 hingga +2150 maka:

$$\Delta T = -20 + 32 * ((y - 1820) / 100)^2 - 0.5628 * (2150 - y)$$

- q. Apabila nilai y sesudah +2150 maka:

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

Dimana u adalah:

$$u = (y - 1820) / 100$$

- r. Hasil dari hari Julian UT / JDUT adalah:

$$JDUT = JD + (\Delta T / 86400)$$

3. Mencari nilai U dari JDUT¹⁵

$$U = (JDUT - 2451545) / 3652500$$

4. Menghitung koreksi untuk nutasi (A1 dan A2)¹⁶

$$A1 = 124.9047993 - 193413.3629023 * U + 20.6264806 * U^2$$

$$A2 = 201.1081861 + 7200153.7736450 * U + 5.7295780 * U^2$$

¹⁵ Pierre Bretagnon dan Jean-Louis Simon, *Planetary...*, 5.

¹⁶ Ibid., 35.

5. Menghitung nutasi pada bujur ($\Delta\Psi$)¹⁷

$$\Delta\Psi = (-47784.6801139 * \sin(A1) - 3666.9298888 * \sin(A2)) / 10000000$$

6. Menghitung kemiringan ekliptika (ε)¹⁸

$$\varepsilon = 23.4392909 + ((-13002589.6111399 * U - 4297.1834635 * U^2 + 5553450.7250850 * U^3 - 142723.7867671 * U^4 + 693508.1152263 * U^5 + 25553.9176628 * \cos(A1) + 1604.2818263 * \cos(A2)) / 10000000)$$

7. Menghitung koreksi bujur Bulan pertama (sv)

$$\begin{aligned} sv = & (6.28877383 \sin(134.9634114 + 477198.8676313 \times T + 0.008997 \times \\ & T^2 + 0.000014348 \times T^3 + -0.00000006797 \times T^4)) + (1.27401064 \\ & \sin(100.736997 + 413335.3554022 \times T + -0.0122571 \times T^2 + - \\ & 0.000010684 \times T^3 + 0.00000005028 \times T^4)) + (0.65830943 \\ & \sin(235.7004084 + 890534.2230335 \times T + -0.0032601 \times T^2 + \\ & 0.000003664 \times T^3 + -0.00000001769 \times T^4)) + (0.21361825 \\ & \sin(269.9268228 + 954397.7352627 \times T + 0.0179941 \times T^2 + \\ & 0.000028695 \times T^3 + -0.00000013594 \times T^4)) + (-0.18511586 \\ & \sin(357.5291092 + 35999.0502909 \times T + -0.0001536 \times T^2 + \\ & 0.000000041 \times T^3 + 0 \times T^4)) + (-0.11433213 \sin(186.5441986 + \\ & 966404.0350546 \times T + -0.0068058 \times T^2 + -0.000000567 \times T^3 + \\ & 0.00000000232 \times T^4)) + (0.05879321 \sin(325.7735856 + - \end{aligned}$$

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Ibid.

$$\begin{aligned}
& 63863.5122292 \times T + -0.0212541 \times T^2 + -0.000025031 \times T^3 + \\
& 0.00000011826 \times T^4)) + (0.05706551 \sin(103.2078878 + \\
& 377336.3051112 \times T + -0.0121035 \times T^2 + -0.000010724 \times T^3 + \\
& 0.00000005028 \times T^4)) + (0.05332117 \sin(10.6638198 + \\
& 1367733.0906648 \times T + 0.005737 \times T^2 + 0.000018011 \times T^3 + - \\
& 0.00000008566 \times T^4)) + (0.04575792 \sin(238.1712992 + \\
& 854535.1727426 \times T + -0.0031065 \times T^2 + 0.000003623 \times T^3 + - \\
& 0.00000001769 \times T^4)) + (-0.04092258 \sin(222.5656978 + - \\
& 441199.8173404 \times T + -0.0091506 \times T^2 + -0.000014307 \times T^3 + \\
& 0.00000006797 \times T^4)) + (-0.03471892 \sin(297.8502042 + \\
& 445267.1115168 \times T + -0.00163 \times T^2 + 0.000001832 \times T^3 + - \\
& 0.00000000884 \times T^4)) + (-0.03038341 \sin(132.4925206 + \\
& 513197.9179223 \times T + 0.0088434 \times T^2 + 0.000014388 \times T^3 + - \\
& 0.00000006797 \times T^4)) + (0.01532696 \sin(49.1562098 + -75869.8120211 \\
& \times T + 0.0035458 \times T^2 + 0.000004231 \times T^3 + -0.00000002001 \times T^4)) + (- \\
& 0.01252767 \sin(321.50761 + 1443602.9026859 \times T + 0.0021912 \times T^2 + \\
& 0.00001378 \times T^3 + -0.00000006566 \times T^4)) + (0.01098147 \\
& \sin(308.4192127 + -489205.1674233 \times T + 0.0158029 \times T^2 + \\
& 0.000014915 \times T^3 + -0.00000007029 \times T^4)) + (0.01067495 \\
& \sin(336.4374054 + 1303869.5784357 \times T + -0.0155171 \times T^2 + - \\
& 0.00000702 \times T^3 + 0.00000003259 \times T^4)) + (0.01003439 \\
& \sin(44.8902341 + 1431596.602894 \times T + 0.0269911 \times T^2 + 0.000043043 \\
& \times T^3 + -0.00000020392 \times T^4)) + (0.00854794 \sin(201.473994 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 826670.7108043 \times T + -0.0245142 \times T^2 + -0.000021367 \times T^3 + \\
& 0.00000010057 \times T^4) + (-0.00788808 \sin(98.2661062 + \\
& 449334.4056931 \times T + -0.0124107 \times T^2 + -0.000010643 \times T^3 + \\
& 0.00000005028 \times T^4) + (-0.00676617 \sin(233.2295176 + \\
& 926533.2733244 \times T + -0.0034136 \times T^2 + 0.000003705 \times T^3 + - \\
& 0.00000001769 \times T^4) + (-0.00516242 \sin(162.8867928 + - \\
& 31931.7561146 \times T + -0.0106271 \times T^2 + -0.000012516 \times T^3 + \\
& 0.00000005913 \times T^4) + (0.00498735 \sin(295.3793134 + \\
& 481266.1618077 \times T + -0.0017836 \times T^2 + 0.000001873 \times T^3 + - \\
& 0.00000000884 \times T^4) + (0.00403619 \sin(13.1347106 + \\
& 1331734.0403739 \times T + 0.0058906 \times T^2 + 0.000017971 \times T^3 + - \\
& 0.00000008566 \times T^4) + (0.00399436 \sin(145.6272312 + \\
& 1844931.9582962 \times T + 0.014734 \times T^2 + 0.000032359 \times T^3 + - \\
& 0.00000015363 \times T^4) + (0.00386085 \sin(111.4008168 + \\
& 1781068.446067 \times T + -0.0065201 \times T^2 + 0.000007328 \times T^3 + - \\
& 0.00000003538 \times T^4) + (0.00366502 \sin(190.8101743 + - \\
& 541062.3798605 \times T + -0.0302511 \times T^2 + -0.000039379 \times T^3 + \\
& 0.00000018623 \times T^4) + (-0.00268863 \sin(87.6022864 + - \\
& 918398.6849717 \times T + -0.0181476 \times T^2 + -0.000028654 \times T^3 + \\
& 0.00000013594 \times T^4) + (-0.00260163 \sin(287.2811957 + \\
& 1379739.3904568 \times T + -0.0190629 \times T^2 + -0.000011251 \times T^3 + \\
& 0.0000000526 \times T^4))
\end{aligned}$$

8. Menghitung koreksi bujur Bulan kedua (s'v)

$$s'v = (3.95801 \times \sin(119.7524 + 131.8489 \times T))$$

9. Menghitung koreksi bujur Bulan kedua ($s''v$)

$$s''v = (0.46578 \times \sin(357.529 + 35999.05 \times T)) + (-0.14345 \times \sin(103.208 + 377336.305 \times T)) + (-0.11495 \times \sin(238.171 + 854535.173 \times T)) + (0.1031 \times \sin(222.566 + -441199.817 \times T)) + (0.07656 \times \sin(132.493 + 513197.918 \times T)) + (-0.07062 \times \sin(27.775 + 131.849 \times T))$$

10. Menghitung koreksi bujur Bulan kedua ($s'''v$)

$$s'''v = (13.53 \times \sin(357.5 + 35999.1 \times T))$$

11. Menghitung bujur ekliptika Bulan tampak (L)

$$L = 218.31665 + 481267.88134 \times T - 0.0013268 \times T^2 + 0.000001856 \times T^3 - 0.00000001534 \times T^4 + sv + ((s'v + s''v \times T + ((T \times T \times s'''v) / 10000)) / 1000) + \Delta\Psi$$

12. Menghitung lintang ekliptika Bulan (B)

$$B = (5,12812186 \times \sin((93,2720993 + 483202,0175273 \times T - 0,0034029 \times T \times T + 0,000000284 \times T \times T \times T + 0,00000000116 \times T \times T \times T \times T))) + (0,28060196 \times \sin((228,2355107 + 960400,8851586 \times T + 0,0055941 \times T \times T + 0,000014064 \times T \times T \times T - 0,00000006681 \times T \times T \times T \times T))) + (0,27769266 \times \sin((41,6913121 - 6003,149896 \times T + 0,0123999 \times T \times T + 0,000014631 \times T \times T \times T - 0,00000006913 \times T \times T \times T \times T))) + (0,17323679 \times \sin((142,4283091 + 407332,2055062 \times T + 0,0001429 \times T \times T + 0,000003948 \times T \times T \times T - 0,00000001885 \times T \times T \times T \times T)))$$

$$\begin{aligned}
& T))) + (0,05541215 \times \sin((194,0090963 + 896537,3729295 \times T - 0,01566 \times \\
& T \times T - 0,000010967 \times T \times T \times T + 0,00000005144 \times T \times T \times T \times \\
& T))) + (0,04627058 \times \sin((7,4648977 - 69866,6621251 \times T - 0,0088542 \times \\
& T \times T - 0,0000104 \times T \times T \times T + 0,00000004913 \times T \times T \times T \times \\
& T))) + (0,03257241 \times \sin((328,9725077 + 1373736,2405608 \times T - 0,006663 \\
& \times T \times T + 0,00000338 \times T \times T \times T - 0,00000001653 \times T \times T \times T \times \\
& T))) + (0,01719776 \times \sin((3,1989221 + 1437599,75279 \times T + 0,0145911 \times T \\
& \times T + 0,000028411 \times T \times T \times T - 0,00000013479 \times T \times T \times T \times \\
& T))) + (0,00926589 \times \sin((277,3917205 + 884531,0731375 \times T + 0,0091399 \\
& \times T \times T + 0,000018295 \times T \times T \times T - 0,00000008682 \times T \times T \times T \times \\
& T))) + (0,00882213 \times \sin((176,6547234 + 471195,7177354 \times T + 0,021397 \times \\
& T \times T + 0,000028979 \times T \times T \times T - 0,0000001371 \times T \times T \times T \times \\
& T))) + (0,00821572 \times \sin((144,8991999 + 371333,1552153 \times T + 0,0002964 \\
& \times T \times T + 0,000003907 \times T \times T \times T - 0,00000001885 \times T \times T \times T \times \\
& T))) + (0,00432396 \times \sin((232,5014863 - 547065,5297565 \times T - \\
& 0,0178512 \times T \times T - 0,000024748 \times T \times T \times T + 0,0000001171 \times T \times T \times T \\
& \times T))) + (0,00420043 \times \sin((103,9359191 + 1850935,1081921 \times T \\
& + 0,0023341 \times T \times T + 0,000017728 \times T \times T \times T - 0,0000000845 \times T \times T \\
& \times T \times T))) + (-0,00335948 \times \sin((139,9574183 + 443331,2557971 \times T - \\
& 0,0000107 \times T \times T + 0,000003988 \times T \times T \times T - 0,00000001885 \times T \times T \times \\
& T \times T)))
\end{aligned}$$

13. Menghitung jarak bulan ke bumi (Rb)

$$\begin{aligned}
R_b = & (-20905,355 \times \cos((134,9634114+477198,8676313 \times T+0,008997 \times \\
& T \times T+0,000014348 \times T \times T \times T+-0,00000006797 \times T \times T \times T \times T)))+(- \\
& 3699,1109 \times \cos((100,736997+413335,3554022 \times T+-0,0122571 \times T \times \\
& T+-0,000010684 \times T \times T \times T+0,00000005028 \times T \times T \times T \times T)))+(- \\
& 2955,9676 \times \cos((235,7004084+890534,2230335 \times T+-0,0032601 \times T \times \\
& T+0,000003664 \times T \times T \times T+-0,00000001769 \times T \times T \times T \times T)))+(- \\
& 569,9251 \times \cos((269,9268228+954397,7352627 \times T+0,0179941 \times T \times \\
& T+0,000028695 \times T \times T \times T+-0,00000013594 \times T \times T \times T \times \\
& T)))+(246,1585 \times \cos((325,7735856+-63863,5122292 \times T+-0,0212541 \times \\
& T \times T+-0,000025031 \times T \times T \times T+0,00000011826 \times T \times T \times T \times T)))+(- \\
& 204,586 \times \cos((238,1712992+854535,1727426 \times T+-0,0031065 \times T \times \\
& T+0,000003623 \times T \times T \times T+-0,00000001769 \times T \times T \times T \times T)))+(- \\
& 170,7331 \times \cos((10,6638198+1367733,0906648 \times T+0,005737 \times T \times \\
& T+0,000018011 \times T \times T \times T+-0,00000008566 \times T \times T \times T \times T)))+(- \\
& 152,1377 \times \cos((103,2078878+377336,3051112 \times T+-0,0121035 \times T \times \\
& T+-0,000010724 \times T \times T \times T+0,00000005028 \times T \times T \times T \times T)))+(- \\
& 129,6201 \times \cos((222,5656978+-441199,8173404 \times T+-0,0091506 \times T \times \\
& T+-0,000014307 \times T \times T \times T+0,00000006797 \times T \times T \times T \times \\
& T)))+(108,7427 \times \cos((297,8502042+445267,1115168 \times T+-0,00163 \times T \\
& \times T+0,000001832 \times T \times T \times T+-0,00000000884 \times T \times T \times T \times \\
& T)))+(104,7552 \times \cos((132,4925206+513197,9179223 \times T+0,0088434 \times \\
& T \times T+0,000014388 \times T \times T \times T+-0,00000006797 \times T \times T \times T \times \\
& T)))+(79,6606 \times \cos((308,4192127+-489205,1674233 \times T+0,0158029 \times T
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \times T + 0,000014915 \times T \times T \times T + -0,00000007029 \times T \times T \times T \times T \\
& T))) + (48,8883 \times \cos((357,5291092 + 35999,0502909 \times T + -0,0001536 \times T \\
& \times T + 0,000000041 \times T \times T \times T + 0 \times T \times T \times T \times T))) + (-34,7825 \times \\
& \cos((336,4374054 + 1303869,5784357 \times T + -0,0155171 \times T \times T + - \\
& 0,00000702 \times T \times T \times T + 0,00000003259 \times T \times T \times T \times T))) + (30,8238 \times \\
& \cos((233,2295176 + 926533,2733244 \times T + -0,0034136 \times T \times T + 0,000003705 \times T \times T \times T + -0,00000001769 \times T \times T \times T \times T))) + (24,2085 \\
& \times \cos((98,2661062 + 449334,4056931 \times T + -0,0124107 \times T \times T + - \\
& 0,000010643 \times T \times T \times T + 0,00000005028 \times T \times T \times T \times T))) + (-23,2104 \times \\
& \cos((44,8902341 + 1431596,602894 \times T + 0,0269911 \times T \times T + 0,000043043 \\
& \times T \times T \times T + -0,00000020392 \times T \times T \times T \times T))) + (-21,6363 \times \\
& \cos((201,473994 + 826670,7108043 \times T + -0,0245142 \times T \times T + - \\
& 0,000021367 \times T \times T \times T + 0,00000010057 \times T \times T \times T \times T))).
\end{aligned}$$

14. Menghitung deklinasi bulan

$$\sin \delta = \cos (\epsilon) \times \sin (B) + \sin (\epsilon) \times \cos (B) \times \sin (L)$$

15. Menghitung asensio rekta bulan

$$\tan \alpha = \sin (L) \cos (\epsilon) - \tan (B) \sin (\epsilon) / \cos (L)$$

16. Menghitung ketinggian bulan

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \text{Hour angle}$$

17. Menghitung horizontal paralaks bulan

$$\sin \pi = 6378.14 / R_b$$

18. Menghitung azimut bulan

$$\tan A = \sin H / \cos H \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \text{Hour Angle}$$

BAB III

ALGORITMA PEMROGRAMAN SOFTWARE MICROSOFT SPREADSHEET

A. Pengertian Algoritma

Ada beberapa definisi algoritma, salah satunya adalah definisi dari *Microsoft Bookshelf* yakni Algoritma adalah urutan langkah berhingga untuk memecahkan masalah logika atau matematika. Dalam kehidupan sehari-hari, sebenarnya setiap orang juga menggunakan algoritma untuk melakukan sesuatu. Sebagai contoh dalam menulis surat, maka perlu dilakukan beberapa langkah berikut:⁴¹

1. Mempersiapkan kertas dan amplop.
2. Mempersiapkan alat tulis, seperti pena atau pensil.
3. Mulai menulis,
4. Memasukkan kertas ke dalam amplop.
5. Pergi ke kantor pos untuk mengeposkan surat tersebut.

Langkah-langkah dari nomor satu sampai dengan nomor lima di atas itulah yang disebut dengan algoritma. Dalam banyak kasus, algoritma tidak selalu berurutan seperti di atas. Terkadang harus memilih dua atau beberapa pilihan. Sebagai contoh, jika ingin mengirim pesan ada beberapa pilihan, yang pertama mengirim surat dengan menggunakan *e-mail*, yang kedua mengirim surat dengan menggunakan

⁴¹ Anthony Pranata, *Algoritma dan Pemrograman* (Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2005), 6.

tulisan tangan. Dengan kedua pilihan tersebut tentu algoritma yang dijalankan berbeda dari setiap pilihan. Dalam dunia algoritma, hal semacam ini sering disebut percabangan.

B. Pemrograman Komputer

Dalam kehidupan sehari-hari, untuk berkomunikasi dengan orang lain, maka harus menggunakan bahasa yang sama dengan orang tersebut. Apabila kita menggunakan Bahasa Indonesia, lawan Bicara kita juga harus mengerti Bahasa Indonesia. Jika lawan bicara kita tidak mengerti bahasa Indonesia, kita masih bisa berkomunikasi dengannya melalui seorang penerjemah. Dalam pemrograman komputer, untuk memberikan suatu instruksi maka harus menggunakan bahasa yang dimengerti komputer.

Pada dasarnya, computer adalah mesin digital, artinya computer hanya mengenal kondisi ada arus listrik (biasanya dilambangkan dengan 1) dan tidak ada arus listrik (biasanya dilambangkan dengan 0). Dengan kata lain, kita harus menggunakan sandi 0 dan 1 untuk melakukan pemrograman computer.

Bahasa pemrogram yang menggunakan sandi 0 dan 1 ini disebut bahasa mesin. Karena bahasa mesin sangat susah, maka muncul ide untuk melambangkan untaian sandi 0 dan 1 dengan singkatan kata yang lebih mudah dipahami manusia. Singkatan kata ini kemudian sering disebut

mnemonic code. Bahasa pemrograman yang menggunakan singkatan kata ini disebut bahasa *assembly*.⁴²

Dalam melakukan suatu kegiatan, tentu saja kita memerlukan langkah-langkah yang harus dilalui. Ada beberapa langkah yang harus atau mungkin diulang sampai berkali-kali. Berikut ini adalah beberapa langkah yang harus dilakukan dalam pemrograman komputer.⁴³

1. Mendefinisikan masalah. Langkah pertama ini sering dilupakan oleh banyak pemrogram. Begitu mereka mendapat perintah untuk membuat suatu program, mereka langsung menulis programnya tanpa mendefinisikan masalahnya terlebih dulu.
2. Menentukan solusi. Setelah masalah didefinisikan dengan jelas, masukan apa yang diberikan sudah jelas, keluaran apa yang diinginkan sudah jelas, langkah selanjutnya adalah mencari jalan bagaimana masalah tersebut diselesaikan. Apabila permasalahan terlalu kompleks, biasanya kita harus membaginya ke dalam beberapa modul kecil agar lebih mudah diselesaikan.

Sebagai contoh, program untuk menghitung *invers matriks*, dapat dibagi menjadi beberapa modul kecil. Modul pertama adalah meminta masukan dari pengguna berupa matriks bujur sangkar. Modul kedua adalah mencari *invers* yang dimasukkan pengguna. Modul terakhir adalah menampilkan hasilnya kepada pengguna. Anda akan belajar

⁴² Anthony Pranata, *Algoritma dan Pemrograman* (Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2005), 6.

⁴³ Ibid., 2.

membagi permasalahan ke dalam beberapa modul kecil pada Bab 5, *Subrutin*.

3. Memilih algoritma. Langkah ini merupakan salah satu langkah penting dalam pemrograman komputer. Kerena pemilihan algoritma yang salah akan menyebabkan program memiliki unsur kerja yang kurang baik.
4. Menulis program. Pada langkah ini, pemrogram mulai menuliskan program computer untuk memecahkan masalah yang diberikan.
5. Menguji program. Setelah program selesai ditulis, anda harus mengujinya. Pengujian pertama adalah: apakah program berhasil dikompilasikan dengan baik? Pengujian berikutnya: apakah program dapat menampilkan keluaran yang diinginkan?

Langkah keempat dan kelima bisa dilakukan berulang-ulang sampai program diyakini benar-benar berjalan sesuai yang diharapkan.

6. Menulis dokumentasi. Hal ini biasanya dilakukan bersamaan dengan menulis program, artinya pada setiap baris program atau setiap beberapa baris program, harus ditambahkan komentar yang menjelaskan kegunaan dari suatu pernyataan.
7. Merawat program. Langkah ini dilakukan setelah program selesai dibuat dan sudah digunakan oleh pengguna program. Hal yang paling sering terjadi di sini adalah munculnya bug yang sebelumnya tidak terdeteksi. Atau mungkin juga pengguna program ingin suatu tambahan fasilitas baru. Apabila hal-hal seperti itu terjadi, maka harus melakukan revisi terhadap program.

C. Pengertian *Microsoft Spreadsheet*

Microsoft Spreadsheet sering dikenal dengan *Microsoft Excel*. Aplikasi ini ialah bagian dari paket instalasi dari *Microsoft Office*, *Microsoft Office*, yang memiliki fungsi dalam pengelolaan angka dengan menggunakan spreadsheet. Didalamnya terdiri dari kolom dan baris untuk melakukan eksekusi sebuah perintah yang dijalankan. *Microsoft Excel* ini didistribusikan multi-platform dan platform ini berupa *Windows*, *Microsoft Excel* ini juga ada didalam *MacOS*, *Android*, dan *Apple*.⁴⁴

Program aplikasi *Microsoft Excel* hampir pasti terpasang pada sebagian besar populasi komputer dunia. Barangkali, tidak berlebihan jika dikatakan bahwa komputer belum lengkap tanpa kehadiran program aplikasi ini. Penggunaan program yang relatif mudah, dikembangkan terus menerus, dan mampu diterapkan di semua bidang yang berbasis angka, menjadikan program aplikasi ini begitu populer. Tentu saja, program aplikasi ini menjadi tumpuan bagi kalangan profesional, mereka yang bekerja memerlukan kepandaian khusus untuk menjalankannya. Hampir semua profesi yang dalam aktivitas kesehariannya mengolah angka, pasti memerlukan program aplikasi ini.

Spreadsheet pada dasarnya adalah grid besar yang menata data ke dalam baris dan kolom, namun *Excel* memiliki fitur yang lebih dan hanya sekedar pengganti buku akuntansi. *Excel* dapat melakukan semua kalkulasi

⁴⁴ Greg Harvey, *Microsoft Office Excel 2007 for Dummies* (Hoboken, Wiley Publishing, 2007), 11.

yang diinginkan, dan misalkan data di dalam sebuah sheet *Excel* diubah/di-update, maka *Excel* dapat langsung melakukan peng-update-an hasil tanpa harus mengubah struktur keseluruhan dari penulisan *spreadsheet*.

Spreadsheet ini ialah kumpulan dari sel yang memiliki baris dan kolom dengan memasukkan angka pada *Microsoft Spreadsheet*. Jumlah sel dalam *Microsoft Spreadsheet* 2016 ini terdiri dari 1.045.576 Baris dan 16.384 Kolom atau 17.179.869.184 Sel.⁴⁵ Sebagai program pengolah angka yang populer, *Microsoft Excel* ini memiliki beberapa kelebihan serta kekurangan. Adapun kelebihan dan kekurangan tersebut adalah:⁴⁶

1. Kelebihan *Microsoft Spreadsheet*

- a. *User interface* yang bisa dipahami dengan mudah.
- b. Dapat digunakan dalam berbagai sistem operasi.
- c. Mudah dipelajari bagi pemula.
- d. Ada versi yang berlisensi dalam versi grosir.
- e. Bisa membuka ekstensi (.csv).
- f. Fitur pivot yang memberikan kemudahan dalam manajemen data.
- g. Spreadsheet yang besar sehingga ini bisa digunakan sebagai alternatif SQL dalam hal penggunaan secara sederhana.
- h. *Resources* RAM serta memori yang kecil dibandingkan dengan program yang sejenis.

⁴⁵ Ibid.,22.

⁴⁶ Reyhan, "Pengertian Microsoft Excel dan Fungsinya", dalam <https://www.advernesia.com/blog/microsoft-excel/microsoft-excel-adalah/>, diakses pada 21 Desember 2021.

- i. Digunakan oleh beragam instansi, industri dalam melakukan pengolahan angka.
 - j. Mendukung Visual Basic.
2. Kekurangan *Microsoft Spreadsheet*
- a. Fungsi statistik yang terbatas.
 - b. Jumlah dari sel yang terbatas.
 - c. *Add-ins* dalam disiplin ilmu *neural network*, *fuzzy logic* tidak *powerfull* apabila dibandingkan dengan MATLAB dan SAS.

D. Dasar-Dasar *Microsoft Spreadsheet*

Formula serta fungsi *spreadsheet* ini digunakan dalam membantu untuk mempermudah dalam mengerjakan proses perhitungan serta pengolahan data di *spreadsheet*. Formula atau rumus dalam *spreadsheet* ini ialah persamaan matematika dalam menghitung beberapa nilai yang memiliki tujuan mendapatkan hasil yang diharapkan pada *microsoft spreadsheet*. Cara menggunakan rumus dalam *microsoft spreadsheet* ini selalu diawali dengan tanda sama dengan (=). Sehingga apabila dalam menuliskan pada excel ini didahului oleh dengan sama dengan (=).

Kemudian sebuah rumus *spreadsheet* ini melibatkan fungsi, referensi, konstanta, serta umumnya juga melibatkan operator dasar pada *microsoft spreadsheet*. Contohnya ketika kita akan menjumlahkan angka 5, 10, 15 maka formula excelnya adalah = 5 + 10 + 15. Kemudian untuk rumus yang

melibatkan fungsi *excel* ini seperti SUM(A2:A12). Contoh rumus *excel* yang melibatkan referensi *cell* ialah =A2 + A3.

Dalam sebuah rumus atau formula *excel* dapat terdiri atas satu atau juga semua dari beberapa hal seperti fungsi-fungsi *excel*, operator perhitungan, nilai dari beberapa angka atau teks secara langsung, referensi alamat dari suatu sel atau range, nama sel atau range.

E. Tata Bahasa Microsoft Spreadsheet

Didalam *Microsoft Spreadsheet* ini memiliki sintaks penggunaan yang banyak. Di bawah ini ialah beberapa sintaks yang diperlukan dalam perhitungan dan pembuatan program waktu salat dalam buku *Lunar Tables and Program from -4000 to 8000* .

1. Formula operator aritmatika

Microsoft Spreadsheet menyediakan operator aritmatika, komparasi, serta logika, ialah hal yang patut dipahami oleh pembuat program ialah tata urutan operasi dari operator hingga mampu membuat hasil yang menghasilkan sebuah nilai.⁴⁷

Contoh:

A = 2 + 2 * 2 akan menghasilkan 8

B = (2 + 1) * 3 Akan menghasilkan 9

⁴⁷ Agus Muhardi, *Modul Visual Basic 6.0* (Tangerang: Binasarana, 2005), 15.

Aritmatika	Komparasi	Logika
Pangkat (^)	Sama (=)	Not
Negatif (-)	Tidak sama (<>)	And
Kali dan Bagi (*, /)	Kurang dari (<)	Or
Pembagian bulat (\)	Lebih dari (>)	Xor
Sisa Bagi (Mod)	Kurang dari atau sama (<=)	Eqv
Tambah dan Kurang (+, -)	Lebih dari atau sama (>=)	Imp
Pengabungan String (&)	Like	

Contoh operator aritmatika

2. Formula operator perbandingan atau relasi

Operator ini dipakai untuk membandingkan suatu data atau ekspresi dengan data ekspresi yang menghasilkan nilai logika benar atau salah.

Operator	Keterangan
=	Sama dengan
< >	Tidak sama dengan
<	Lebih kecil
>	Lebih besar
<=	Lebih kecil atau sama dengan
>=	Lebih besar atau sama dengan
Like	Mempunyai ciri yang sama
Is	Sama referensi objek

Contoh operator perbandingan

3. Operator logika

Operator ini digunakan dalam mengekspresikan satu atau lebih dari data logika sehingga akan menghasilkan data logika terbaru.

Operator	Keterangan
Not	Tidak
And	Dan
Or	Atau
Xor	Exclusive Or
Eqv	Ekivalen

Imp	Implikasi
-----	-----------

Tabel operator logika

4. Operator trigonometri

Selain fungsi aritmatika, sering juga diperlukan teknik pengolahan angka. Semisal membulatkan angka, menghitung rumus matematika seperti trigonometri, dan lain-lain. Berikut ini beberapa contoh pengolahan angka. Dalam contoh di bawah ini n ialah variabel atau konstanta yang diolah.

Method	Keterangan
Sin(Radians(n))	Menghitung nilai Sinus sudut n
Cos(Radians(n))	Menghitung nilai Cosinus sudut n
Tan(Radians(n))	Menghitung nilai Tangen sudut n
Cot(Radians(n))	Menghitung nilai Cotangen sudut n
Degrees(Asin(n))	Menghitung nilai Arc Sinus dari n
Degrees(Acot(n))	Menghitung nilai Arc Cotangen dari n
Degrees(Acos(n))	Menghitung nilai Arc Cosinus dari n
Degrees(Atan(n))	Menghitung nilai Arc Tangen dari n
Abs(n)	Mengabsolutkan nilai N
Sqrt(n)	Menghitung akar kuadrat N

Tabel operator trigonometri

BAB IV

PERHITUNGAN *LOW PRECISION* DALAM BUKU LUNAR TABLES AND PROGRAMS FROM 4000 B.C. TO A.D. 8000 UNTUK PEMROGRAMAN POSISI HILAL MENGGUNAKAN SOFTWARE MICROSOFT SPREADSHEET

A. Perhitungan *Low Precision* dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000 untuk Perhitungan Posisi Hilal

1. Menentukan tanggal dan waktu ijtima awal bulan

Oleh karena dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000 tidak disebutkan terkait perhitungan dalam mencari ijtima atau konjungsi awal bulan hijriah, maka penulis akan menggunakan perhitungan yang diberikan oleh Jean Meeus dalam buku *Astronomical Algorithms*, hal ini sangat memudahkan untuk menentukan tanggal waktu observasi hilal pada saat magrib di tanggal konjungsi. Dengan membuat input data pada B1 hingga B8 maka konjungsi dapat ditemukan sebagai berikut, penulis menggunakan contoh penentuan awal bulan Rabiulawal 1444 Hijriah dengan lokasi Surabaya.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Lintang	-7.25											
2	Bujur	112.75											
3	Tinggi	10											
4	Timezone	7											
5													
6	Konjungsi atau Ijtima Jean Meeus												
7	Bulan Hijri	3											
8	Tahun Hijri	1444											
9	Nilai k	281	281										
10		T = 0.227190039	0.22719										
11		E = 0.999428008	1 - 0.002516*C10 - 0.0000074*C10^2										
12	Anomali Rata-Rata Matahari (M)	= 4.558078009	RADIANS(MOD(2.5534 + 29.1053567*C9 - 0.0000014*C10^2 - 0.00000011*C10^3, 360))										
13	Anomali Rata-Rata Bulan (M')	= 4.470201318	RADIANS(MOD(201.5643 + 385.81693528*C9 + 0.0107582*C10^2 + 0.00001238*C10^3 - 0.000000058*C10^4, 360))										
14	Argumen Lintang Bulan (F)	= 2.428137221	RADIANS(MOD(160.7108 + 390.67050284*C9 - 0.0016118*C10^2 - 0.00000227*C10^3 + 0.000000011*C10^4, 360))										
15	Omega	= 0.791669209	RADIANS(MOD(124.7746 - 1.56375588*C9 + 0.0020672*C10^2 + 0.00000215*C10^3, 360))										
16	Argumen Planet A1	= 5.758734366	(299.77 + 0.107408*C9 - 0.009173*C10*C10)*PI()/180										
17	Argumen Planet A2	= 4.476179628	(251.88 + 0.016321*C9)*PI()/180										
18	Argumen Planet A3	= 135.1061113	(251.83 + 26.651886*C9)*PI()/180										
19	Argumen Planet A4	= 184.6789835	(349.42 + 36.412478*C9)*PI()/180										
20	Argumen Planet A5	= 90.76782275	(84.66 + 18.206239*C9)*PI()/180										
21	Argumen Planet A6	= 263.8955221	(141.74 + 53.303771*C9)*PI()/180										
22	Argumen Planet A7	= 15.64929738	(207.14 + 2.453732*C9)*PI()/180										
23	Argumen Planet A8	= 38.53805077	(154.84 + 7.30686*C9)*PI()/180										
24	Argumen Planet A9	= 134.3018321	(34.52 + 27.261239*C9)*PI()/180										
25	Argumen Planet A10	= 4.213618281	(207.19 + 0.121824*C9)*PI()/180										
26	Argumen Planet A11	= 14.13036887	(291.34 + 1.844379*C9)*PI()/180										
27	Argumen Planet A12	= 121.4993728	(161.72 + 24.198154*C9)*PI()/180										
28	Argumen Planet A13	= 129.3069207	(239.56 + 25.513099*C9)*PI()/180										

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
28	Argumen Planet A13 =	129.3069207	(239.56 + 25.513099*C9)*PI()/180											
29	Argumen Planet A14 =	23.40569531	(331.55 + 3.592518*C9)*PI()/180											
30	JDE belum terkoreksi =	2459848.193	2451550.09766 + 29.530588861*C9 + 0.00015437*C10 - 0.00000015*C10*C10 + 0.00000000073*C10*C10*C10											
31	Koreksi dari Argumen Planet =	-0.00013709												
32	Koreksi masing-masing fase =	0.220619312												
33	JDE terkoreksi (TD) =	2459848.414	C30 + C31 + C32											
34	T	0.227335075	(C33-2451545)/36525											
35	KDT 1	2022.733508	2000+C34*100											
36	KDT 2	22.73350752												
37	DELTA T	73.07318863												
38	Delta T =	73.07318863												
39	JD terkoreksi (Universal Time) =	2459848.413	C33-(C38/86400)											
40	JD + 0.5 =	2459848.913	C39+0.5											
41	Z =	2459848	INT(C40)											
42	F =	0.912774374	C40-C41											
43	Alpha =	16	INT((C41 - 1867216.25)/36524.25)											
44	A =	2459861	IF(C41<2299161, C41, C41+1+C43-INT(C43/4))											
45	B =	2461385	C44 + 1524											
46	C =	6738	INT((C45 - 122.1)/365.25)											
47	D =	2461054	INT(365.25*C46)											
48	E =	10	INT((C45 - C47)/30.6001)											
49	Tahun =	2022	IF(C50>2,C46-4716,C46-4715)											
50	Bulan =	9	IF(C48<14,C48-1,C48-13)											
51	Tanggal (pecahan) =	25.91277437	C45 - C47 - INT(30.6001*C48) + C42											
52	Tanggal (bulat) =	25	INT(C51)											
53	Jam:Menit:Detik (UT) =	21.90658497	(C51 - C52)*24											
54	Jam:Menit:Detik (UT) =	21:54:24	UTC TEXT(C53/24,"[hh]:mm:ss")&" UTC"											
55	Nomor hari dalam sepekan =	1	INT(MOD(C39+1.5, 7)) + 1											

Koreksi dari argumen planet bisa dihitung sebagai berikut ini:

$$= (325*\sin(B16) + 165*\sin(B17) + 164*\sin(B18) + 126*\sin(B19) + 110*\sin(B20) + 62*\sin(B21) + 60*\sin(B22) + 56*\sin(B23) + 47*\sin(B24) + 42*\sin(B25) + 40*\sin(B26) + 37*\sin(B27) + 35*\sin(B28) + 23*\sin(B29))/1000000$$

Koreksi masing-masing fase bisa dihitung sebagai berikut ini:

$$= (-40720*\sin(B13) + 17241*B11*\sin(B12) + 1608*\sin(2*B13) + 1039*\sin(2*B14) + 739*B11*\sin(B13-B12) - 514*B11*\sin(B13+B12) + 208*B11*B11*\sin(2*B12) - 111*\sin(B13-2*B14) - 57*\sin(B13+2*B14) + 56*B11*\sin(2*B13+B12) - 42*\sin(3*B13) + 42*B11*\sin(B12+2*B14) + 38*B11*\sin(B12-2*B14) - 24*B11*\sin(2*B13-B12) - 17*\sin(B15) - 7*\sin(B13+2*B12) + 4*\sin(2*(B13-B14)) + 4*\sin(3*B12) + 3*\sin(B13+B12-2*B14) + 3*\sin(2*(B13+B14)) - 3*\sin(B13+B12+2*B14) + 3*\sin(B13-B12+2*B14) - 2*\sin(B13-B12-2*B14) - 2*\sin(3*B13+B12) + 2*\sin(4*B13))/100000$$

Perhitungan koreksi delta T kedua (KDT 2) dapat dihitung sebagai berikut ini:

=IF(B35<=-500, B35/100-18.2,IF(AND(B35> 500, B35<=500), B35/100,IF(AND(B35>500, B35<=1600), B35/100-10,IF(AND(B35>1600, B35<=1700), B35-1600,IF(AND(B35>1700, B35<=1800), B35-1700,IF(AND(B35>1800, B35<=1860), B35-1800,IF(AND(B35>1860, B35<=1900), B35-1860,IF(AND(B35>1900, B35<=1920), B35-1900,IF(AND(B35>1920, B35<=1941), B35-1920,IF(AND(B35>1941, B35<=1961), B35-1950,IF(AND(B35>1961, B35<=1986), B35-1975,IF(AND(B35>1986, B35<=2005), B35-2000,IF(AND(B35>2005, B35<=2050), B35-2000,IF(AND(B35>2050, B35<=2150), (B35-1820)/100, (B35-1820)/100))))))))))))))

Perhitungan delta T dapat dihitung sebagai berikut:

=(IF(B35 < = -500, -20 + 32*B36^2, IF(AND(B35 > -500, B35 < = 500), 10583.6-1014.41*B36 + 33.78311*B36^2-5.952053*B36^3-0.1798452*B36^4 + 0.022174192*B36^5 + 0.0090316521*B36^6, IF(AND(B35 > 500, B35 < = 1600), 1574.2-556.01*B36 + 71.23472*B36^2 + 0.319781*B36^3-0.8503463*B36^4-0.005050998*B36^5 + 0.0083572073*B36^6, IF(AND(B35 > 1600, B35 < = 1700), 120-0.9808*B36-0.01532*B36^2 + B36^3/7129, IF(AND(B35 > 1700, B35 < = 1800), 8.83 + 0.1603*B36-0.0059285*B36^2 + 0.00013336*B36^3-B36^4/1174000, IF(AND(B35 > 1800, B35 < = 1860), 13.72-0.332447*B36 + 0.0068612*B36^2 + 0.0041116*B36^3-0.00037436*B36^4 + 0.0000121272*B36^5-0.0000001699*B36^6 + 0.000000000875*B36^7, IF(AND(B35 > 1860, B35 < = 1900), 7.62 + 0.5737*B36-0.251754*B36^2 + 0.01680668*B36^3-0.0004473624*B36^4 + B36^5/233174, IF(AND(B35 > 1900, B35 < = 1920), -2.79 + 1.494119*B36-0.0598939*B36^2 + 0.0061966*B36^3-0.000197*B36^4, IF(AND(B35 > 1920,

$B35 < = 1941$), $21.2 + 0.84493*B36 - 0.0761*B36^2 + 0.002093*B36^3$,
 $IF(AND(B35 > 1941, B35 < = 1961), 29.07 + 0.407*B36 - B36^2/233 +$
 $B36^3/2547, IF(AND(B35 > 1961, B35 < = 1986), 45.45 + 1.067*B36 -$
 $B36^2/260 - B36^3/718, IF(AND(B35 > 1986, B35 < = 2005), 63.86 +$
 $0.3345*B36 - 0.060374*B36^2 + 0.0017275*B36^3 + 0.000651814*B36^4 +$
 $0.000023735998*B36^5, IF(AND(B35 > 2005, B35 < = 2050), 62.92 +$
 $0.32217*B36 + 0.005589*B36^2, IF(AND(B35 > 2050, B35 < = 2150), -20 +$
 $32*B36^2 - 0.5628*(2150 - B35), (-20 + 32*B36^2)))))))))) + IF(AND(B35 >$
 $= 1955, B35 < = 2005), 0, -0.000012932*(B35 - 1955)^2)$

Kemudian,

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
55	Nomor hari dalam sepekan =	1	INT(MOD(C39+1.5, 7)) + 1													
56	Hari =	Ahad	CHOOSE(C55,"Ahad","Senin","Selasa","Rabu","Kamis","Jumat","Sabtu")													
57	Nomor pasaran dalam sepekan =	4.00000	INT(MOD(C39+0.5, 5)) + 1													
58	Pasaran =	Wage	CHOOSE(C57,"Legi","Pahing","Pon","Wage","Kliwon")													
59	JD terkoreksi (Local Time) =	2459848.704	C39+(5854/24)													
60	JD + 0.5 =	2459849.204	C59+0.5													
61	Z =	2459849	INT(C60)													
62	F =	0.20444104	C60-C61													
63	Alpha =	16	INT(((C61 - 1867216.25)/36524.25)													
64	A =	2459862	IF(C61<2299161, C61, C61+1+C63-INT(C63/4))													
65	B =	2461386	C64 + 1524													
66	C =	6738	INT(((C65 - 122.1)/365.25)													
67	D =	2461054	INT(365.25*C66)													
68	E =	10	INT(((C65 - C67)/30.6001)													
69	Tahun =	2022	IF(C70>2,C66-4716,C66-4715)													
70	Bulan =	9	IF(C68<14,C68-1,C68-13)													
71	Tanggal (pecahan) =	26.20444104	C65 - C67 - INT(30.6001*C68) + C62													
72	Tanggal (bulat) =	26	INT(C71)													
73	Jam:Menit:Detik (Local Time) =	4.906584967	(C71 - C72)*24													
74		04:54:24 LMT	TEXT(C73/24,"[hh]:mm:ss")&" LMT"													
75	Nomor hari dalam sepekan =	2	INT(MOD(C59+1.5, 7)) + 1													
76	Hari =	Senin	CHOOSE(C75,"Ahad","Senin","Selasa","Rabu","Kamis","Jumat","Sabtu")													
77	Nomor pasaran dalam sepekan =	5.00000	INT(MOD(C59+0.5, 5)) + 1													
78	Pasaran =	Kliwon	CHOOSE(C77,"Legi","Pahing","Pon","Wage","Kliwon")													

Setelah mengetahui jadwal ijtima' atau konjungsi maka penulis menjadikannya sebuah kesimpulan akhir seperti di bawah ini:

	A	B	C	D	E	F	G
79							
80	Tanggal Konjungsi						
81	Tanggal	26	B72				
82	Bulan	9	B70				
83	Tahun	2022	B69				
84	Penambahan Hari	0					

- Menentukan terbenamnya Matahari pada saat tanggal konjungsi atau pasca konjungsi

Pada tahap ini penulis akan melakukan perhitungan untuk mengetahui terbenamnya Matahari pada tanggal konjungsi atau pada beberapa hari pasca konjungsi, hal ini dikarenakan terkadang konjungsi terjadi setelah terbenamnya Matahari sehingga dibutuhkan data pada keesokan harinya untuk melaksanakan rukyat. Perhitungan terbenamnya Matahari ini menggunakan data pada buku Planetary Programs and Tables from 4000 B.C. to 2800 A.D.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
92	Perhitungan Ghurub																	
93	JD Ghurub	2459848.958	1720994.5+INT(365.25*(58589+INT(30.60001*(58588+1)))+(58587+58590-((18/24)-5854/24															
94	T	0.227349989	(C93-2451545)/36525															
95	KDT 1	2022.734999	2000+C94*100															
96	KDT 2	22.73499886																
97	DELTA T	73.07404547																
98	JDUT	2459848.959	C93+(C97/86400)															
99	U	0.0022735	(C98-2451545)/3652500															
100	A1	-314.820397	124.9047993 - 193413.3629023 * C99 + 20.6264806 * C99*C99															
101	A2	16570.65867	201.1081861 + 7200153.773645 * C99 + 5.729578 * C99*C99															
102	BV	-0.00345728	(-47784.6801139*SIN(RADIANS(C100))-3666.9298888*SIN(RADIANS(C101)))/10000000															
103	e	23.43829369																
104	Δ	183.3539026																
105	ΔIo	-0.00567591	(-56894.7090565+974.0282517*CO\$S(RADIANS(177.6169165+3599901.8482161*C99)))/10000000															
106	Δoa	183.3447694	MOD(C104+C102+C105,360)															
107	ΔRo	0.147749407																
108	Ro	1.0020681315	1.0001026+(C107*0.0174533)															
109	δ	-1.32978328	DEGREES(ASIN(CO\$S(RADIANS(C103))*SIN(RADIANS(C103))*SIN(RADIANS(C103))*CO\$S(RADIANS(C103))*SIN(RADIANS(C106))))															
110	α	183.0693404	MOD(DEGREES(ATAN2(CO\$S(RADIANS(C106)),SIN(RADIANS(C103))*SIN(RADIANS(C103))*CO\$S(RADIANS(C103))*SIN(RADIANS(C106))))/360)															
111	so	0.265851059	(959.63/3600)/C108															
112	Lo	185.2414178	MOD(282.7771834 + 3600076.953744 * C99 + ((23113461.2302545*SIN(RADIANS(270.5486082+92.8789223*C99)))/10000000),360)															
113	Equation of Time	0.144215295	IF((C112+C105-110+C102)*CO\$B(RADIANS(C103)))/15>23,(C112+C105-C110+C102)*CO\$S(RADIANS(C103))/15-24,(C112+C105-C110+C102)*CO\$S(RADIANS(C103))/15)															
114	Tinggi Matahari Saat Ghurub	-0.94319744	(34/60+C111+((2.1*SQRT(5853))/60))															
115	Sudut Waktu	6.074685592	DEGREES(ACOS(TAN(RADIANS(5851))*TAN(RADIANS(C109))+SIN(RADIANS(C114))/CO\$S(RADIANS(5851))/CO\$S(RADIANS(C109)))/15)															
116	Kwd	-0.51666667	((5854*15)/5852)/15															
117	Waktu Ghurub	17:41380363	12-C113+C115+C116															
118		17:24:50																
119	Perhitungan Data Toposentris Matahari Saat Ghurub																	

Koreksi Delta T dapat dihitung seperti pada rumus sebelumnya, hanya saja perhitungannya disesuaikan dengan JD Ghurub. Kemiringan ekliptika atau ϵ dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= 23.4392909 + ((-13002589.6111399 * B99 - 4297.18346348117 * \\
 &B99^2 + 5553450.72508502 * B99^3 - 142723.786767088 * B99^4 + \\
 &693508.115226348 * B99^5 + 25553.9176628347 * \\
 &\cos(\text{RADIANS}(B100)) + 1604.28182636631 * \\
 &\cos(\text{RADIANS}(B101)))/10000000)
 \end{aligned}$$

Menghitung koreksi untuk bujur ekliptika Matahari $\Delta\odot$, dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= \text{MOD}(282.7771834 + 3600076.953744 * B99 + ((23113461.2302545 \\
 &* \sin(\text{RADIANS}(270.5486082 + 92.8789223 * B99))) +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& (11184537.2314103 * \sin(\text{RADIANS}(340.1912844 + 3599913.7695771 \\
& * B99))) + (6843006.834586 * \sin(\text{RADIANS}(63.9185414 + \\
& 3599940.8966649 * B99))) + (6439587.2510344 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(331.2621956 + 3599872.873855 * B99))) + \\
& (222937.8780854 * \sin(\text{RADIANS}(317.8426073 + 7199820.2606421 * \\
& B99))) + (161516.8024474 * \sin(\text{RADIANS}(86.6312186 + \\
& 7199844.0613089 * B99))) + (98606.036542 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(240.0521274 + 3600035.7255345 * B99))) + \\
& (37815.2144786 * \sin(\text{RADIANS}(310.2566461 + 7199748.1195261 * \\
& B99))) + (20053.5228296 * \sin(\text{RADIANS}(247.2312886 + \\
& 3296446.7841388 * B99))) + (19136.7903574 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(260.8676841 + -1944.1030947 * B99))) + \\
& (17990.8747671 * \sin(\text{RADIANS}(297.8234619 + 44526711.1699406 * \\
& B99))) + (15355.2689095 * \sin(\text{RADIANS}(343.1444235 + \\
& 4503688.3963402 * B99))) + (13865.5786422 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(166.7880142 + 310.0847587 * B99))) + (13407.2124061 \\
& * \sin(\text{RADIANS}(81.5318942 + 2251844.3414096 * B99))) + \\
& (9052.7331631 * \sin(\text{RADIANS}(3.4950426 + -2111.9797286 * B99))) + \\
& (7563.0428957 * \sin(\text{RADIANS}(132.7543211 + 6592893.4536859 * \\
& B99))) + (7391.1555572 * \sin(\text{RADIANS}(182.945424 + \\
& 903802.9347171 * B99))) + (6531.7188645 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(162.0324645 + 303476.8364736 * B99))) + \\
& (5672.2821718 * \sin(\text{RADIANS}(29.7938053 + 3371814.7984259 *
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& B99))) + (5328.5074947 * \sin(\text{RADIANS}(266.4253747 + \\
& 303444.750837 * B99))) + (4927.4370381 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(249.2366409 + -228077.3095077 * B99))) + \\
& (4469.070802 * \sin(\text{RADIANS}(157.5633937 + 2992999.1685128 * \\
& B99))) + (4125.2961249 * \sin(\text{RADIANS}(257.8310078 + \\
& 3155649.2814789 * B99))) + (3896.1130069 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(185.0653678 + 14958.7821153 * B99))) + \\
& (3666.9298888 * \sin(\text{RADIANS}(69.900851 + 903775.0316724 * B99))) \\
& + (2635.6058576 * \sin(\text{RADIANS}(8.0214091 + 10799740.4950738 * \\
& B99))) + (2177.2396215 * \sin(\text{RADIANS}(197.0974815 + - \\
& 444417.5785822 * B99))) + (2119.943842 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(250.3825565 + 15177.0790352 * B99))) + \\
& (1833.4649444 * \sin(\text{RADIANS}(65.3171886 + 6755531.64913 * B99))) \\
& + (1661.5776059 * \sin(\text{RADIANS}(162.7200138 + 3155608.0285176 * \\
& B99))) + (1604.2818264 * \sin(\text{RADIANS}(341.4828459 + - \\
& 456154.0460577 * B99))) + (1546.9860469 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(291.6355177 + 10799670.5942228 * B99))) + \\
& (1546.9860469 * \sin(\text{RADIANS}(98.5487408 + 122165.48812 * B99))) \\
& + (1432.3944878 * \sin(\text{RADIANS}(146.6771956 + 6289416.731804 * \\
& B99))) + (1375.0987083 * \sin(\text{RADIANS}(110.0078967 + \\
& 3143736.9159603 * B99))) + (1203.2113698 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(5.1566202 + 1457829.8032263 * B99))) + \\
& (1203.2113698 * \sin(\text{RADIANS}(342.6287615 + -3193175.7252288 *
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& B99))) + (1145.9155903 * \sin(\text{RADIANS}(230.9019914 + \\
& 3477724.3279824 * B99))) + (1031.3240312 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(244.6529785 + 122199.8655877 * B99))) + \\
& (974.0282517 * \sin(\text{RADIANS}(45.2636658 + 6289451.1092717 * \\
& B99))) + (802.1409132 * \sin(\text{RADIANS}(242.9341051 + - \\
& 444203.8653246 * B99))) + (744.8451337 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(115.1645168 + 10799790.9153598 * B99))) + \\
& (744.8451337 * \sin(\text{RADIANS}(151.8338157 + 11906.6359406 * B99))) \\
& + (744.8451337 * \sin(\text{RADIANS}(285.332982 + 1685907.112734 * \\
& B99))) + (687.5493542 * \sin(\text{RADIANS}(53.2850749 + -457.7932783 * \\
& B99))) + (572.9577951 * \sin(\text{RADIANS}(126.6236727 + \\
& 2689529.2075327 * B99))) + (572.9577951 * \\
& \sin(\text{RADIANS}(205.6918485 + -3912.7287829 * B99))) + (572.9577951 \\
& * \sin(\text{RADIANS}(85.9436693 + 1229753.6396342 * B99))) + \\
& (572.9577951 * \sin(\text{RADIANS}(146.1042378 + 9007377.8240045 * \\
& B99))))/10000000,360)
\end{aligned}$$

Menghitung koreksi untuk jarak Matahari $\Delta R_{\odot}$, dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
& = ((-5591896.1931383 * \cos(\text{RADIANS}(340.1912844 + \\
& 3599913.7695771 * B99))) + (-3421417.4736237 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(63.9185414 + 3599940.8966649 * B99))) + (- \\
& 3219335.2592811 * \cos(\text{RADIANS}(331.2621956 + 3599872.873855 * \\
& B99))) + (-89152.2329224 * \cos(\text{RADIANS}(317.8426073 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 7199820.2606421 * B99))) + (-64515.0477317 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(86.6312186 + 7199844.0613089 * B99))) + (- \\
& 49331.6661608 * \cos(\text{RADIANS}(240.0521274 + 3600035.7255345 * \\
& B99))) + (53915.3285218 * \cos(\text{RADIANS}(66.6349916 + 46.5814687 * \\
& B99))) + (-15126.0857915 * \cos(\text{RADIANS}(310.2566461 + \\
& 7199748.1195261 * B99))) + (-9339.2120606 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(247.2312886 + 3296446.7841388 * B99))) + \\
& (17704.3958695 * \cos(\text{RADIANS}(297.8234619 + 44526711.1699406 * \\
& B99))) + (-9052.7331631 * \cos(\text{RADIANS}(343.1444235 + \\
& 4503688.3963402 * B99))) + (-3093.9720937 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(81.5318942 + 2251844.3414096 * B99))) + (- \\
& 5328.5074947 * \cos(\text{RADIANS}(132.7543211 + 6592893.4536859 * \\
& B99))) + (-1145.9155903 * \cos(\text{RADIANS}(182.945424 + \\
& 903802.9347171 * B99))) + (-2692.9016371 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(29.7938053 + 3371814.7984259 * B99))) + + (- \\
& 1890.7607239 * \cos(\text{RADIANS}(157.5633937 + 2992999.1685128 * \\
& B99))) + (-1833.4649444 * \cos(\text{RADIANS}(257.8310078 + \\
& 3155649.2814789 * B99))) + (-572.9577951 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(69.900851 + 903775.0316724 * B99))) + (-916.7324722 \\
& * \cos(\text{RADIANS}(8.0214091 + 10799740.4950738 * B99))) + + (- \\
& 1375.0987083 * \cos(\text{RADIANS}(65.3171886 + 6755531.64913 * B99))) \\
& + (-744.8451337 * \cos(\text{RADIANS}(162.7200138 + 3155608.0285176 * \\
& B99))) + (-515.6620156 * \cos(\text{RADIANS}(291.6355177 +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 10799670.5942228 * B99))) + (-974.0282517 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(146.6771956 + 6289416.731804 * B99))) + (- \\
& 630.2535746 * \cos(\text{RADIANS}(110.0078967 + 3143736.9159603 * \\
& B99))) + (1776.1691649 * \cos(\text{RADIANS}(342.6287615 + - \\
& 3193175.7252288 * B99))) + (-572.9577951 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(230.9019914 + 3477724.3279824 * B99))) + (- \\
& 687.5493542 * \cos(\text{RADIANS}(45.2636658 + 6289451.1092717 * \\
& B99))) + (-286.4788976 * \cos(\text{RADIANS}(115.1645168 + \\
& 10799790.9153598 * B99))) + (-515.6620156 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(146.1042378 + 9007377.8240045 * B99)))) / 10000000
\end{aligned}$$

Kemudian melakukan pengulangan perhitungan untuk ghurub Matahari. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai terbenam Matahari yang lebih presisi, dengan perhitungan hari julian seperti berikut:

$$\begin{aligned}
& = 1720994.5 + \text{INT}(365.25 * B89) + \text{INT}(30.60001 * (B88 + 1)) + B87 + \\
& B90 + ((B117) / 24) - \$B\$4 / 24
\end{aligned}$$

3. Menghitung data Matahari dan Bulan pada saat Matahari terbenam

Kemudian menghitung data toposentris Matahari pada saat Matahari terbenam. Dari data toposentris ini akan menghasilkan nilai ketinggian dan azimuth Matahari saat Matahari terbenam.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
120		JD	2459848.934	1720994.5+INT(365.25*B89)+INT(30.60001*(B88+1))+B87+B90+((C117/24)-S854/24														
121		T	0.22734932	(C120-2451545)/36525														
122		KDT 1	2022.734932	2000+C121*100														
123		KDT 2	22.73493199															
124		DELTA T	73.07400705															
125		JDUT	2459848.935	C120+(C124/86400)														
126		U	0.002273493	(C125-2451545)/3652500														
127		A1	-314.819104	124.9047993 - 193413.3629023 * C126 + 20.6264806 * C126*C126														
128		A2	16570.61052	201.1081861 + 7200153.773645 * C126 + 5.729578 * C126*C126														
129		BV	-0.00345706	(-47784.6801139)*SIN(RADIANS(C127))-3666.9298888*SIN(RADIANS(C128))/10000000														
130		f	23.43829368															
131		Δo	183.329952															
132		ΔΔo	-0.00567586	(-56894.7090565+974.0282517*COS(RADIANS(177.6169165+3599901.8482161*C126)))/10000000														
133		Bujur Eklptika Matahari Tampak	183.3208191	MOD(C131+C129+C132,360)														
134		ΔRo	0.148146451															
135		Jarak Matahari Satuan AU	1.002688244	1.0001026+(C134*0.0174533)														
136		Jarak Matahari Satuan Km	150000026.3	149597870.7*C135														
137		Deklinsi	-1.32027036	DEGREES(ASIN(COS(RADIANS(C130))*SIN(RADIANS(C130))*COS(RADIANS(C130))*SIN(RADIANS(C133)))														
138		Asensioirekta	183.0473545	MOD(DEGREES(ATAN2(COS(RADIANS(C133)), -SIN(RADIANS(C130))*SIN(RADIANS(C130))*COS(RADIANS(C130))*SIN(RADIANS(C133))),360)														
139		Horizontal Parallaks Matahari	0.002436229	DEGREES(ASIN(SIN(RADIANS(B.794/3600))/C135))														
140		Waktu Sideris Lokal Tampak	274.1659795	MOD(280.46061837 + 360.98564736629*(C120 - 2451545) + 0.000387933*C121*C121 - C121*C121*(C121/38710000)+C129*COS(RADIANS(C130))+S852,360)														
141		Sudut Waktu Matahari	91.11862495	MOD(C140-C138,360)														
142		Tinggi Sejati	-0.94275694	DEGREES(ASIN(SIN(RADIANS(S851))*SIN(RADIANS(C137))+COS(RADIANS(S851))*COS(RADIANS(C137))*COS(RADIANS(C141))))														
143		Azimut	268.5489268	MOD(DEGREES(ATAN2(COS(RADIANS(C141))*SIN(RADIANS(S851))-TAN(RADIANS(C137))*COS(RADIANS(S851)),SIN(RADIANS(C141))))+180,360)														
144		Koreksi Parallaks	0.002435899	DEGREES(ASIN(SIN(RADIANS(C139))*COS(RADIANS(C142))))														
145		Tinggi Toposentris	-0.94519284	C142-C144														
146		Refraksi	0	IF(C145>=(50/60))((1 / TAN((C145 + 7.31 / (C145 + 4.4)) * ATAN(1) / 45) * 1010 / 1010 * 283 / (273 + 10)) + 0.0013515216737563) / 60,0)														
147		Tinggi Tampak	-0.94519284	C145+C146														

Kemudian menghitung data Bulan pada saat Matahari terbenam.

Dari data ini akan menghasilkan nilai ketinggian Bulan dan Azimut Bulan, elongasi, iluminasi, lebar hilal, dan beberapa data lainnya yang berguna pada saat merukyat hilal.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
150		JD	2459848.934	1720994.5+INT(365.25*B89)+INT(30.60001*(B88+1))+B87+B90+((C117/24)-S854/24														
151		T	0.22734932	(C150-2451545)/36525														
152		KDT 1	2022.734932	2000+C151*100														
153		KDT 2	22.73493199															
154		DELTA T	73.07400705															
155		JDUT	2459848.935	C150+(C154/86400)														
156		T	0.227349343	(C155-2451545)/36525														
157		Sv	-4.63186483															
158		Sv	1.995245527	(3.95801*SIN(RADIANS(119.7524+131.8489*B156)))														
159		Sv	-0.54222618															
160		Sv	-13.3940781	(13.53*SIN(RADIANS(357.5+35999.1*C156)))														
161		Bujur Eklptika Tampak	189.6198084	MOD(218.31665+481267.88134*C156-0.0013268*C156^2+0.000001856*C156^3-0.0000001534*C156^4+C157+((C158+C159*C156+((C156*C156^2/10000)/1000)+B129,360)														
162		Lintang Eklptika Tampak	2.916762539															
163		Sr	639.3788119															
164		Sr	0.24550005	(0.514*SIN(RADIANS(238.171+854535.173*C156)))+(0.3825*SIN(RADIANS(103.208+377336.305*C156)))+(0.3265*SIN(RADIANS(222.566+-441199.817*C156)))														
165		Jarak Geosentris Bumi - Bulan (Km)	385640.0046	385000.57+C163+C156*C164														
166		Deklinsi	-1.12863179	DEGREES(ASIN(COS(RADIANS(B130))*SIN(RADIANS(C162))+SIN(RADIANS(B130))*COS(RADIANS(C162))*SIN(RADIANS(C161))))														
167		Asensioirekta	189.9726745	MOD(DEGREES(ATAN2(COS(RADIANS(C161)), -SIN(RADIANS(B130))*SIN(RADIANS(C162))+COS(RADIANS(B130))*COS(RADIANS(C162))*SIN(RADIANS(C161))),360)														
168		Semidiameter	0.25823375	DEGREES(ATAN2(738.1/C165))														
169		Horizontal Parallaks	0.947663537	DEGREES(ASIN(6378.1366/C165))														
170		Sudut Waktu Bulan	84.19330501	MOD(S85140-C167,360)														
171		Tinggi Sejati	5.902154845	DEGREES(ASIN(SIN(RADIANS(C1)))*SIN(RADIANS(C166))+COS(RADIANS(C1))*COS(RADIANS(C166))*COS(RADIANS(C170))))														
172		Azimut	269.6097958	MOD(DEGREES(ATAN2(COS(RADIANS(C170))*SIN(RADIANS(S851))-TAN(RADIANS(C166))*COS(RADIANS(S851)),SIN(RADIANS(C170))))+180,360)														
173		Koreksi Parallaks	0.942639471	DEGREES(ASIN(SIN(RADIANS(C169))*COS(RADIANS(C171))))														
174		Tinggi Toposentris	4.959515373	C171-C173														
175		Refraksi	0.165813974	IF(C174>0.125002222222222,((1 / TAN((C174 + 7.31 / (C174 + 4.4)) * ATAN(1) / 45) * 1010 / 1010 * 283 / (273 + 10)) + 0.0013515216737563) / 60,0)														
176		Tinggi Tampak	5.125329347	C174+C175														

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
177		Tinggi Piringan Bawah	4.867095972	C176-C168												
178		Refraksi	0.168311298	IF(C177>0.125002222222222,((1 / TAN((C177 + 7.31 / (C177 + 4.4)) * ATAN(1) / 45) * 1010 / 1010 * 283 / (273 + 10)) + 0.0013515216737563) / 60,0)												
179		Tinggi Hilal Bawah	5.035407269	C177+C178												
180		Tinggi Piringan Atas	5.383562722	C176+C168												
181		Refraksi	0.155188676	IF(C180>0.125002222222222,((1 / TAN((C180 + 7.31 / (C180 + 4.4)) * ATAN(1) / 45) * 1010 / 1010 * 283 / (273 + 10)) + 0.0013515216737563) / 60,0)												
182		Tinggi Hilal Atas	5.538751398	C180+C181												
183		Lama di atas ufuk	0.369250093	C182/15												
184		Terbenam Hilal	17.78311168	S85117+C183												
185		Elongasi Geosentris	6.926385041	DEGREES(ACOS(SIN(RADIANS(C166))*SIN(RADIANS(S85137))+COS(RADIANS(C166))*COS(RADIANS(S85137))*COS(RADIANS(C167-S85138))))												
186		Elongasi Toposentris	6.162315301	DEGREES(ACOS(SIN(RADIANS(B176))*SIN(RADIANS(B147))+COS(RADIANS(B176))*COS(RADIANS(B147))*COS(RADIANS(B172-B143))))												
187		Sudut fase i	173.0558056	DEGREES(ATAN2(C165-S85136*COS(RADIANS(C185)),S85136*SIN(RADIANS(C185))))												
188		Fraksi iluminasi	0.366780976	100*(1+COS(RADIANS(C186)))/2												
189		Lebar cahaya dari titik pusat Bulan	0.00188461	C168*(1-COS(RADIANS(C185)))												

Perhitungan koreksi bujur eklptika Bulan sv dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
&= (6.28877383 * \sin(\text{RADIANS}(134.9634114 + 477198.8676313 * B156 \\
&+ 0.008997 * B156 * B156 + 0.000014348 * B156 * B156 * B156 + - \\
&0.00000006797 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (1.27401064 * \\
&\sin(\text{RADIANS}(100.736997 + 413335.3554022 * B156 + -0.0122571 * \\
&B156 * B156 + -0.000010684 * B156 * B156 * B156 + 0.00000005028 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.65830943 * \\
&\sin(\text{RADIANS}(235.7004084 + 890534.2230335 * B156 + -0.0032601 * \\
&B156 * B156 + 0.000003664 * B156 * B156 * B156 + -0.00000001769 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.21361825 * \\
&\sin(\text{RADIANS}(269.9268228 + 954397.7352627 * B156 + 0.0179941 * \\
&B156 * B156 + 0.000028695 * B156 * B156 * B156 + -0.00000013594 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.18511586 * \\
&\sin(\text{RADIANS}(357.5291092 + 35999.0502909 * B156 + -0.0001536 * \\
&B156 * B156 + 0.000000041 * B156 * B156 * B156 + 0 * B156 * B156 \\
&* B156 * B156))) + (-0.11433213 * \sin(\text{RADIANS}(186.5441986 + \\
&966404.0350546 * B156 + -0.0068058 * B156 * B156 + -0.000000567 * \\
&B156 * B156 * B156 + 0.0000000232 * B156 * B156 * B156 * B156))) \\
&+ (0.05879321 * \sin(\text{RADIANS}(325.7735856 + -63863.5122292 * B156 \\
&+ -0.0212541 * B156 * B156 + -0.000025031 * B156 * B156 * B156 + \\
&0.00000011826 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.05706551 * \\
&\sin(\text{RADIANS}(103.2078878 + 377336.3051112 * B156 + -0.0121035 * \\
&B156 * B156 + -0.000010724 * B156 * B156 * B156 + 0.00000005028 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.05332117 *
\end{aligned}$$

$\text{SIN}(\text{RADIANS}(10.6638198 + 1367733.0906648 * B156 + 0.005737 * B156 * B156 + 0.000018011 * B156 * B156 * B156 + -0.00000008566 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.04575792 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(238.1712992 + 854535.1727426 * B156 + -0.0031065 * B156 * B156 + 0.000003623 * B156 * B156 * B156 + -0.00000001769 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.04092258 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(222.5656978 + -441199.8173404 * B156 + -0.0091506 * B156 * B156 + -0.000014307 * B156 * B156 * B156 + 0.00000006797 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.03471892 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(297.8502042 + 445267.1115168 * B156 + -0.00163 * B156 * B156 + 0.000001832 * B156 * B156 * B156 + -0.00000000884 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.03038341 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(132.4925206 + 513197.9179223 * B156 + 0.0088434 * B156 * B156 + 0.000014388 * B156 * B156 * B156 + -0.00000006797 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.01532696 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(49.1562098 + -75869.8120211 * B156 + 0.0035458 * B156 * B156 + 0.000004231 * B156 * B156 * B156 + -0.00000002001 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.01252767 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(321.50761 + 1443602.9026859 * B156 + 0.0021912 * B156 * B156 + 0.00001378 * B156 * B156 * B156 + -0.00000006566 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.01098147 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(308.4192127 + -489205.1674233 * B156 + 0.0158029 * B156 * B156 + 0.000014915 * B156 * B156 * B156 + -0.00000007029 *$

$$\begin{aligned}
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.01067495 * \\
& \text{SIN(RADIANS}(336.4374054 + 1303869.5784357 * B156 + -0.0155171 \\
& * B156 * B156 + -0.00000702 * B156 * B156 * B156 + 0.00000003259 \\
& * B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.01003439 * \\
& \text{SIN(RADIANS}(44.8902341 + 1431596.602894 * B156 + 0.0269911 * \\
& B156 * B156 + 0.000043043 * B156 * B156 * B156 + -0.00000020392 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.00854794 * \\
& \text{SIN(RADIANS}(201.473994 + 826670.7108043 * B156 + -0.0245142 * \\
& B156 * B156 + -0.000021367 * B156 * B156 * B156 + 0.00000010057 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.00788808 * \\
& \text{SIN(RADIANS}(98.2661062 + 449334.4056931 * B156 + -0.0124107 * \\
& B156 * B156 + -0.000010643 * B156 * B156 * B156 + 0.00000005028 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.00676617 * \\
& \text{SIN(RADIANS}(233.2295176 + 926533.2733244 * B156 + -0.0034136 * \\
& B156 * B156 + 0.000003705 * B156 * B156 * B156 + -0.00000001769 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.00516242 * \\
& \text{SIN(RADIANS}(162.8867928 + -31931.7561146 * B156 + -0.0106271 * \\
& B156 * B156 + -0.000012516 * B156 * B156 * B156 + 0.00000005913 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.00498735 * \\
& \text{SIN(RADIANS}(295.3793134 + 481266.1618077 * B156 + -0.0017836 * \\
& B156 * B156 + 0.000001873 * B156 * B156 * B156 + -0.00000000884 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.00403619 * \\
& \text{SIN(RADIANS}(13.1347106 + 1331734.0403739 * B156 + 0.0058906 *
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& B156 * B156 + 0.000017971 * B156 * B156 * B156 + -0.00000008566 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.00399436 * \\
& SIN(RADIANS(145.6272312 + 1844931.9582962 * B156 + 0.014734 * \\
& B156 * B156 + 0.000032359 * B156 * B156 * B156 + -0.00000015363 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.00386085 * \\
& SIN(RADIANS(111.4008168 + 1781068.446067 * B156 + -0.0065201 * \\
& B156 * B156 + 0.000007328 * B156 * B156 * B156 + -0.00000003538 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.00366502 * \\
& SIN(RADIANS(190.8101743 + -541062.3798605 * B156 + -0.0302511 * \\
& B156 * B156 + -0.000039379 * B156 * B156 * B156 + 0.00000018623 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.00268863 * \\
& SIN(RADIANS(87.6022864 + -918398.6849717 * B156 + -0.0181476 * \\
& B156 * B156 + -0.000028654 * B156 * B156 * B156 + 0.00000013594 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.00260163 * \\
& SIN(RADIANS(287.2811957 + 1379739.3904568 * B156 + -0.0190629 \\
& * B156 * B156 + -0.000011251 * B156 * B156 * B156 + 0.0000000526 \\
& * B156 * B156 * B156 * B156)))
\end{aligned}$$

Kemudian perhitungan koreksi bujur ekliptika Bulan ketiga s''_v dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
& =(0.46578 * SIN(RADIANS(357.529 + 35999.05 * B156))) + (-0.14345 \\
& * SIN(RADIANS(103.208 + 377336.305 * B156))) + (-0.11495 * \\
& SIN(RADIANS(238.171 + 854535.173 * B156))) + (0.1031 * \\
& SIN(RADIANS(222.566 + -441199.817 * B156))) + (0.07656 *
\end{aligned}$$

$$\text{SIN}(\text{RADIANS}(132.493 + 513197.918 * B156))) + (-0.07062 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(27.775 + 131.849 * B156)))$$

Kemudian perhitungan lintang ekliptika Bulan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= (5.12812186 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(93.2720993 + 483202.0175273 * B156 \\ &+ -0.0034029 * B156 * B156 + -0.000000284 * B156 * B156 * B156 + \\ &0.00000000116 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.28060196 * \\ &\text{SIN}(\text{RADIANS}(228.2355107 + 960400.8851586 * B156 + 0.0055941 * \\ &B156 * B156 + 0.000014064 * B156 * B156 * B156 + -0.00000006681 * \\ &B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.27769266 * \\ &\text{SIN}(\text{RADIANS}(41.6913121 + -6003.149896 * B156 + 0.0123999 * B156 \\ &* B156 + 0.000014631 * B156 * B156 * B156 + -0.00000006913 * B156 \\ &* B156 * B156 * B156))) + (0.17323679 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(142.4283091 \\ &+ 407332.2055062 * B156 + 0.0001429 * B156 * B156 + 0.000003948 * \\ &B156 * B156 * B156 + -0.00000001885 * B156 * B156 * B156 * B156))) \\ &+ (0.05541215 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(194.0090963 + 896537.3729295 * B156 \\ &+ -0.01566 * B156 * B156 + -0.000010967 * B156 * B156 * B156 + \\ &0.00000005144 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.04627058 * \\ &\text{SIN}(\text{RADIANS}(7.4648977 + -69866.6621251 * B156 + -0.0088542 * \\ &B156 * B156 + -0.0000104 * B156 * B156 * B156 + 0.00000004913 * \\ &B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.03257241 * \\ &\text{SIN}(\text{RADIANS}(328.9725077 + 1373736.2405608 * B156 + -0.006663 * \\ &B156 * B156 + 0.00000338 * B156 * B156 * B156 + -0.00000001653 * \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.01719776 * \\
& \text{SIN}(\text{RADIANS}(3.1989221 + 1437599.75279 * B156 + 0.0145911 * B156 \\
& * B156 + 0.000028411 * B156 * B156 * B156 + -0.00000013479 * B156 \\
& * B156 * B156 * B156))) + (0.00926589 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(277.3917205 \\
& + 884531.0731375 * B156 + 0.0091399 * B156 * B156 + 0.000018295 * \\
& B156 * B156 * B156 + -0.00000008682 * B156 * B156 * B156 * B156))) \\
& + (0.00882213 * \text{SIN}(\text{RADIANS}(176.6547234 + 471195.7177354 * B156 \\
& + 0.021397 * B156 * B156 + 0.000028979 * B156 * B156 * B156 + - \\
& 0.0000001371 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.00821572 * \\
& \text{SIN}(\text{RADIANS}(144.8991999 + 371333.1552153 * B156 + 0.0002964 * \\
& B156 * B156 + 0.000003907 * B156 * B156 * B156 + -0.00000001885 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.00432396 * \\
& \text{SIN}(\text{RADIANS}(232.5014863 + -547065.5297565 * B156 + -0.0178512 * \\
& B156 * B156 + -0.000024748 * B156 * B156 * B156 + 0.0000001171 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (0.00420043 * \\
& \text{SIN}(\text{RADIANS}(103.9359191 + 1850935.1081921 * B156 + 0.0023341 * \\
& B156 * B156 + 0.000017728 * B156 * B156 * B156 + -0.0000000845 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (-0.00335948 * \\
& \text{SIN}(\text{RADIANS}(139.9574183 + 443331.2557971 * B156 + -0.0000107 * \\
& B156 * B156 + 0.000003988 * B156 * B156 * B156 + -0.00000001885 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156)))
\end{aligned}$$

Kemudian menghitung koreksi Jarak Bulan pertama Sr, dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
&= (-20905.355 * \cos(\text{RADIANS}(134.9634114 + 477198.8676313 * B156 \\
&+ 0.008997 * B156 * B156 + 0.000014348 * B156 * B156 * B156 + - \\
&0.00000006797 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (-3699.1109 * \\
&\cos(\text{RADIANS}(100.736997 + 413335.3554022 * B156 + -0.0122571 * \\
&B156 * B156 + -0.000010684 * B156 * B156 * B156 + 0.00000005028 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (-2955.9676 * \\
&\cos(\text{RADIANS}(235.7004084 + 890534.2230335 * B156 + -0.0032601 * \\
&B156 * B156 + 0.000003664 * B156 * B156 * B156 + -0.00000001769 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (-569.9251 * \\
&\cos(\text{RADIANS}(269.9268228 + 954397.7352627 * B156 + 0.0179941 * \\
&B156 * B156 + 0.000028695 * B156 * B156 * B156 + -0.00000013594 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (246.1585 * \\
&\cos(\text{RADIANS}(325.7735856 + -63863.5122292 * B156 + -0.0212541 * \\
&B156 * B156 + -0.000025031 * B156 * B156 * B156 + 0.00000011826 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (-204.586 * \\
&\cos(\text{RADIANS}(238.1712992 + 854535.1727426 * B156 + -0.0031065 * \\
&B156 * B156 + 0.000003623 * B156 * B156 * B156 + -0.00000001769 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (-170.7331 * \\
&\cos(\text{RADIANS}(10.6638198 + 1367733.0906648 * B156 + 0.005737 * \\
&B156 * B156 + 0.000018011 * B156 * B156 * B156 + -0.00000008566 * \\
&B156 * B156 * B156 * B156))) + (-152.1377 * \\
&\cos(\text{RADIANS}(103.2078878 + 377336.3051112 * B156 + -0.0121035 * \\
&B156 * B156 + -0.000010724 * B156 * B156 * B156 + 0.00000005028 *
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& B156 * B156 * B156 * B156))) + (-129.6201 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(222.5656978 + -441199.8173404 * B156 + -0.0091506 \\
& * B156 * B156 + -0.000014307 * B156 * B156 * B156 + 0.00000006797 \\
& * B156 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (108.7427 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(297.8502042 + 445267.1115168 * B156 + -0.00163 * \\
& B156 * B156 + 0.000001832 * B156 * B156 * B156 + -0.00000000884 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (104.7552 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(132.4925206 + 513197.9179223 * B156 + 0.0088434 * \\
& B156 * B156 + 0.000014388 * B156 * B156 * B156 + -0.00000006797 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (79.6606 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(308.4192127 + -489205.1674233 * B156 + 0.0158029 * \\
& B156 * B156 + 0.000014915 * B156 * B156 * B156 + -0.00000007029 * \\
& B156 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (48.8883 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(357.5291092 + 35999.0502909 * B156 + -0.0001536 * \\
& B156 * B156 + 0.000000041 * B156 * B156 * B156 + 0 * B156 * B156 \\
& * B156 * B156))) + (-34.7825 * \cos(\text{RADIANS}(336.4374054 + \\
& 1303869.5784357 * B156 + -0.0155171 * B156 * B156 + -0.00000702 * \\
& B156 * B156 * B156 + 0.00000003259 * B156 * B156 * B156 * B156))) \\
& + (30.8238 * \cos(\text{RADIANS}(233.2295176 + 926533.2733244 * B156 + \\
& -0.0034136 * B156 * B156 + 0.000003705 * B156 * B156 * B156 + - \\
& 0.00000001769 * B156 * B156 * B156 * B156 * B156))) + (24.2085 * \\
& \cos(\text{RADIANS}(98.2661062 + 449334.4056931 * B156 + -0.0124107 * \\
& B156 * B156 + -0.000010643 * B156 * B156 * B156 + 0.00000005028 *
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & B156 * B156 * B156 * B156))) + (-23.2104 * \\ & \text{COS(RADIANS(44.8902341 + 1431596.602894 * B156 + 0.0269911 *} \\ & B156 * B156 + 0.000043043 * B156 * B156 * B156 + -0.00000020392 * \\ & B156 * B156 * B156 * B156))) + (-21.6363 * \\ & \text{COS(RADIANS(201.473994 + 826670.7108043 * B156 + -0.0245142 *} \\ & B156 * B156 + -0.000021367 * B156 * B156 * B156 + 0.00000010057 * \\ & B156 * B156 * B156 * B156))) \end{aligned}$$

4. Kemudian membuat interface sebagai input data dan output data hasil perhitungan seperti di bawah ini:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V																									
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									

Untuk mengetahui hasil hisab awal bulan, maka dapat dilakukan sebagai berikut:

- Masukkan pada kolom C5 terkait dengan data awal bulan yang ingin dihitung
- Kemudian untuk tahun masukkan tahun hijriah di kolom C6.
- Isilah lokasi pengamatan yang dilakukan pada kolom C7
- Masukkan lintang tempat dengan satuan derajat, menit, detik pada kolom C8, D8, E8. Bila lintang tempat selatan maka pilih F8 Selatan, jika utara maka pilih kolom F8 Utara.

- e. Masukkan bujur tempat dengan satuan derajat, menit, detik pada kolom C9, D9, E9. Bila bujur tempat barat maka pilih F8 Barat, jika timur maka pilih kolom F8 Timur.
- f. Isilah ketinggian tempat pada kolom C10
- g. Isilah zona waktu pada kolom C11
- h. Isilah penambahan hari pada kolom C12, penambahan hari dihitung dari tanggal konjungsi. Bila 1 maka perhitungan data Matahari dan Bulan didasarkan pada sehari setelah konjungsi, bila 0 maka perhitungannya didasarkan pada hari konjungsi.
- i. Hasil perhitungan terletak di antara kolom I2 hingga R24

B. Validitas Pemrograman Posisi Hilal Dengan Perhitungan *Low Precision* dalam Buku *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. To A.D. 8000*

1. Awal bulan Jumadilawal 1444H

Jumadilawal 1444	Accurate Times	Program ini
Konjungsi	24/11/2022 CE, 05:57 LT	24/11/2022M, 05:59:32 LT
Terbenam Matahari	17:30:11	17:30:12
Terbenam Bulan	17:54:55	17:50:43
Tinggi Tampak Matahari	-00°50'01"	-00°50' 20"
Azimut Matahari	249°07'40"	249°07' 38"
Elongasi Geosentris Bulan	06°53'50	06°52' 04"
Elongasi Toposentris Bulan	05°59'23	06°07' 21"
Tinggi Tampak Bulan	04°32'38	04°41' 22"
Azimut Bulan	246°29'17	246°29' 38"
Umur Bulan	11:33:01	11:30:40
Lebar Sabit	00°00'07	00°00' 07"
Iluminasi Bulan	0.36	0.36

Dari data di atas waktu konjungsi antara program yang dihasilkan dalam penelitian ini dengan hasil dari program Accurate Times milik Odeh memiliki selisih kurang lebih 2 menit. Untuk terbenam Matahari memiliki selisih 1 detik, dan terbenam Bulan memiliki selisih kurang lebih 5 menit. Kemudian untuk tinggi Bulan memiliki selisih kurang lebih 11' dan azimuth sekitar 21". Tentu perbedaan ini terjadi karena data yang digunakan dalam software Accurate Times menggunakan algoritme yang memiliki presisi tinggi, sehingga wajar terjadi selisih. Juga data ketinggian bulan dalam software Accurate Times belum diberikan koreksi refraksi, bila diberi koreksi refraksi nilai ketinggian bulan dari software Accurate Times memiliki hasil $04^{\circ}43' 17''$ dan menghasilkan selisih sekitar 2'

2. Awal bulan Rajab 1444H

Rajab 1444	Accurate Times	Program ini
Konjungsi	22/01/2023 CE, 03:53:11 LT	22/1/2023M, 03:55:36 LT
Terbenam Matahari	17:54:28	17:54:29
Terbenam Bulan	18:33:24	18:27:55
Tinggi Tampak Matahari	00°50'04	-00°50' 23"
Azimut Matahari	250°02'14"	250°02' 12"
Elongasi Geosentris Bulan	09°45'18"	09°51' 11"
Elongasi Toposentris Bulan	08°45'37	08°58' 15"
Tinggi Tampak Bulan	07°45'37"	07°58' 18"
Azimut Bulan	248°20'17	248°20' 51"
Umur Bulan	14:01:17	13:58:53
Lebar Sabit	00°00'15	00°00' 15"

Iluminasi Bulan	0.73	0.74
-----------------	------	------

Dari data di atas waktu konjungsi antara program yang dihasilkan dalam penelitian ini dengan hasil dari program Accurate Times milik Odeh memiliki selisih kurang lebih 2 menit. Untuk terbenam Matahari memiliki selisih 1 detik, dan terbenam Bulan memiliki selisih kurang lebih 6 menit. Kemudian untuk tinggi Bulan memiliki selisih kurang lebih 13' dan azimuth sekitar 34". Tentu perbedaan ini terjadi karena data yang digunakan dalam software Accurate Times menggunakan algoritme yang memiliki presisi tinggi, sehingga wajar terjadi selisih. Juga data ketinggian bulan dalam software Accurate Times belum diberikan koreksi refraksi, bila diberi koreksi refraksi nilai ketinggian bulan dari software Accurate Times memiliki hasil 09°50' 49" dan menghasilkan selisih sekitar 1'

3. Awal bulan Ramadan 1444 Hijriah

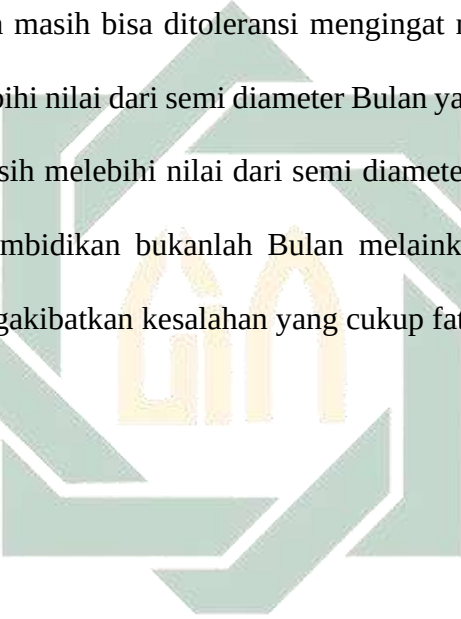
Ramadan 1444	Accurate Times	Program ini
Konjungsi	22/03/2023 CE, 00:23:04 LT	22/3/2023M, 00:25:29 LT
Terbenam Matahari	17:38:59	17:39:00
Terbenam Bulan	18:13:50	18:11:08
Tinggi Tampak Matahari	-00°49'53"	-00°50' 11"
Azimuth Matahari	270°30'46	270°30' 44"
Elongasi Geosentris Bulan	09°52'52	09°52' 39"
Elongasi Toposentris Bulan	08°57'32"	09°04' 01"
Tinggi Tampak Bulan	07°32'39"	07°39' 05"
Azimuth Bulan	273°42'07	273°42' 36"
Umur Bulan	17:15:55	17:13:31

Lebar Sabit	00°00'15"	00°00' 14"
Iuminasi Bulan	0.75	0.74

Dari data di atas waktu konjungsi antara program yang dihasilkan dalam penelitian ini dengan hasil dari program Accurate Times milik Odeh memiliki selisih kurang lebih 2 menit. Untuk terbenam Matahari memiliki selisih 1 detik, dan terbenam Bulan memiliki selisih kurang lebih 3 menit. Kemudian untuk tinggi Bulan memiliki selisih kurang lebih 7' dan azimuth sekitar 29". Tentu perbedaan ini terjadi karena data yang digunakan dalam software Accurate Times menggunakan algoritme yang memiliki presisi tinggi, sehingga wajar terjadi selisih. Juga data ketinggian bulan dalam software Accurate Times belum diberikan koreksi refraksi, bila diberi koreksi refraksi nilai ketinggian bulan dari software Accurate Times memiliki hasil 07°39' 38" dan menghasilkan selisih sekitar 33"

Dari percobaan penentuan awal Bulan hijriah, yakni awal bulan Jumadilawal 1444H, awal bulan Rajab 1444H, awal bulan Ramadhan 1444H dapat diketahui dalam program yang penulis rancang tidak memiliki hasil yang sangat berbeda jauh dengan software Accurate Times milik Odeh. Penulis menggunakan acuan validitas program yang penulis bangun dengan program Accurate Times dikarenakan dalam Accurate Times data yang digunakan dalam menghitung posisi hilal menggunakan teori pergerakan Matahari dan Bulan yang cukup presisi, dengan suku koreksi berjumlah ribuan untuk data Matahari dan Bulan. Data-data penting seperti jam konjungsi, terbenam Matahari, terbenam Bulan, tinggi Bulan, azimuth Bulan

yang dihasilkan dalam program posisi hilal milik penulis memiliki selisih yang cukup sedikit bila dibandingkan dengan Accurate Times. Untuk rerata selisih waktu konjungsi adalah 2 menit, kemudian untuk terbenam Matahari memiliki rerata selisih 1 detik, untuk terbenam Bulan memiliki selisih kurang lebih 5 menit, untuk altitude Bulan memiliki rerata selisih 1', untuk azimut Bulan memiliki rerata selisih 28'. Selisih dalam data ketinggian dan azimut Bulan masih bisa ditoleransi mengingat nilai selisih tersebut tidak sampai melebihi nilai dari semi diameter Bulan yakni 15' 33".⁴⁸ Secara nalar bila nilai selisih melebihi nilai dari semi diameter Bulan maka objek yang dilakukan pembidikan bukanlah Bulan melainkan hanya langit, dan hal tersebut mengakibatkan kesalahan yang cukup fatal menurut penulis.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

⁴⁸ Kenneth Seidelmann, *Explanatory Supplement to The Astronomical Almanac*, 701.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Perhitungan Low Precision dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000 untuk Perhitungan Posisi Hilal bisa dilakukan dengan menentukan jadwal dan waktu ijtima awal bulan, kemudian menentukan terbenamnya Matahari pada saat tanggal konjungsi atau pasca konjungsi, kemudian menghitung data Matahari dan Bulan pada saat Matahari terbenam. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai-nilai yang sangat berguna untuk pengamatan Hilal. Nilai tersebut seperti tinggi tampak Matahari, azimut Matahari, lama Bulan di atas ufuk, elongasi geosentris, elongasi toposentris, hilal terbenam, tinggi tampak Bulan, azimut Bulan, umur bulan, lebar sabit, dan iluminasi Bulan. Kemudian membuat interface sebagai input data dan output data hasil perhitungan
2. Data yang dihasilkan dalam program yang penulis rancang bila divalidasi dengan program Accurate Times memiliki rerata selisih waktu konjungsi adalah 2 menit, kemudian untuk terbenam Matahari memiliki rerata selisih 1 detik, untuk terbenam Bulan memiliki selisih kurang lebih 5 menit, untuk altitude Bulan memiliki rerata selisih 1', untuk azimut Bulan memiliki rerata selisih 28'. Selisih dalam data ketinggian dan azimut Bulan masih bisa ditoleransi mengingat nilai selisih tersebut tidak sampai melebihi nilai dari semi diameter Bulan yakni 15' 33". Secara nalar bila nilai selisih melebihi nilai dari semi diameter Bulan maka objek yang dilakukan

pembidikan bukanlah Bulan melainkan hanya langit, dan hal tersebut mengakibatkan kesalahan yang cukup fatal menurut penulis

B. Saran

1. Perhitungan dalam buku Lunar Tables And Programs From 4000 B.C. To A.D. 8000 dapat digunakan sebagai acuan dalam menghitung posisi hilal, algoritma yang sederhana dengan akurasi yang cukup bisa digunakan sebagai ganti algoritma yang rumit dan membutuhkan suku koreksi yang banyak seperti Jean Meeus atau teori ELP yang versi full.
2. Program yang penulis rancang bisa digunakan dan disebarluaskan kepada masyarakat secara umum untuk mengetahui posisi hilal dengan mudah, dengan dibekali akurasi yang cukup program yang penulis bangun bisa digunakan baik dalam Microsoft Excel dalam laptop, atau komputer, kemudian gawai, juga dalam google spreadsheet.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Muhardi, Agus. *Modul Visual Basic 6.0* Tangerang: Binasarana, 2005.
- Munawwir, Ahmad Warson. *Al-Munawwir: Kamus Arab – Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progresif, 1997.
- Mukarram, Akh. *Ilmu Falak Dasar-Dasar Hisab Praktis*. Sidoarjo: Grafika Media, 2011.
- Ladjamuddin, Al Bahra bin. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- Pranata, Anthony. *Algoritma dan Pemrograman*. Yogyakarta: penerbit graha ilmu, 2005.
- Alwi, Bashori. “Konsep Hilal Mar’i (Analisis Terhadap Pandangan Anggota Badan Hisab Rukyat Kementrian Agama RI)”. *Jurnal*, Vol.18, No.16. (September, 2013).
- Semiawan, Conny R. *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta: PT.Grasindo, 2010.
- Departemen Agama RI. *Al-Hikmah: Alqur’an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro, 2013.
- Satori, Djam’an dan Aan Komariah. *Metodelogi Penulisan Kualitatif*. Bandung: Alfabeta, 2009.
- Espenak, Fred dan Jean Meeus. *Five Millenium Catalog of Lunar Eclipses: -1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE)*. Maryland: NASA Goddard Space Flight Center.
- Harvey, Greg. *Microsoft Office Excel 2007 for Dummies*. Hoboken, Wiley Publishing, 2007.
- <http://www.encyclopedia.com/doc/1O80-AstronomicalAlmanacThe.html> (di akses pada tanggal 17 April 2022).
- Anshary (Al), Ibn Mandzur Jamaluddin. *Lisa>n al-Arabi* , Juz XXVI. Mesir: Da>rul Ma’a>rif, tt.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithm 2nd Edition*. Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1998.
- KBBI Daring. dalam <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/Hilal>, (diakses pada tanggal 17 april 2022)

KBBI Daring. dalam <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/posisi>, (diakses pada tanggal 17 april 2022)

Febriyanti, Keki. “Sistem Hisab Kontemporer Dalam Menentukan Ketinggian Hilal (Perspektif Ephemeris dan Almanak Nautika)”. Skripsi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2011.

Seidelmann, Kenneth. *Explanatory Supplement to The Astronomical Almanac*. Mill Valey: University Science Book, 1992.

Rohman, Khazinur. “Studi Komparasi Algoritma *Equation of Time* Versi Jean Meeus Dan Newcomb”. Thesis, UIN Walisongo, Semarang, 2016.

Dzulikrom, M Muadz. “Perhitungan Data Matahari Dalam Buku Planetary Programs And Tables From -4000 To +2800 Untuk Pemrograman Awal Waktu Salat Menggunakan Software Microsoft Spreadsheet”. Skripsi, UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2022.

Bashori, M. Hadi Pengantar Ilmu Falak. Jakarta: pustaka al-kautsar, 2015.

Chapront, Michael dan Jean Chapront. *Lunar Tables and Programs from 4000 B.C. to A.D. 8000*. Virginia: Willman-bell Inc.1991.

Chapront, Michelle dan Jean Chapront. "*ELP 2000-85-A Semi-Analytical Lunar Ephemeris Adequate for Historical Times*", *Astronomy and Astrophysics* 190 (1988).

Ulum, Miftahul. ,Ijtihad Ulama NU (Nahdlatul Ulama) dan Muhammadiyah Jawa Timur tentang Penetapan Awal JHG Bulan Kamariah’. <http://journal.stainata.ac.id/index.php/islamedia/article/view/19> , diakses pada hari Selasa 10 Juli 2019.

Fajri, Muhammad. “Studi Posisi Hilal Kasat Teleskop (Analisis Terhadap Hasil Pengamatan Hilal Awal Bulan Zulkaidah Tahun 1440H Di Balai Rukyat Ibnu Syatir Ponorogo)”. Skripsi, UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2021.

Arsyad, Muhammad Ibrahim. “Algoritma Pemrograman Hisab Ijtimak Dan Posisi Bulan Menurut Kitab Thamara>T Al-Fikar Dengan Aplikasi Microsoft Excel”. Skripsi, UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2022.

Nizom, Muhammad. “Uji Evaluasi Dan Verifikasi Pemrograman Excel Katalog Gerhana Bulan Tahun 610 M Sampai 3000 M Metode Bessel Menggunakan Algoritma Jean Meeus”. Skripsi, UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2022.

Khazin, Muhyiddin. Kamus Ilmu Falak. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.

- Sopwan, Nopi dan Moedji Raharto. “Karakteristik Parameter Posisi Hilal Elongasi dan Tinggi Bulan Saat Matahari Terbenam di Pelabuhan Ratu Jawa Barat”, *Jurnal Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, Vol. 2, (2017).
- Bretagnon, Pierre and Gérard Francou. "Planetary theories in rectangular and spherical variables-VSOP 87 solutions." *Astronomy and astrophysics* 202 (1988): 309-315.
- Bretagnon, Pierre and Jean-Louis Simon. "Planetary Programs and Tables from-4000 to+ 2800." *Richmond: Willmann-Bell* (1986).
- Reyhan. “Pengertian Microsoft Excel dan Fungsinya”, dalam <https://www.advernesia.com/blog/microsoft-excel/microsoft-excel-adalah/>, diakses pada 21 Desember 2021.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada, 2012.
- Saksono, Tono. *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita, 2007.
- Wikipedia. <https://id.wikipedia.org/wiki/Algoritma>, di akses pada 20 april 2022



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A