

STUDI KOMPARATIF HISAB KONTEMPORER EPHEMERIS DAN ALGORITMA

Oleh, **Asrini, Dr. Fatmawati, M.Ag**
Fakultas Syariah dan Hukum Jurusan Ilmu Falak
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
Email : asrinibahar240100@gmail.com

Abstract

The determination of the beginning of the month of Qamariyah is closely related to the determination of Islamic holidays such as the months of Ramadan, Shawwal and Zulhijjah, this is a very important part of Muslims. The advancement of Astronomy has now entered the modern era which allows a person's ability to determine the position of celestial bodies with high accuracy. Nowadays, the computation method has been using computers with a high degree of precision and accuracy. Ephemeris data itself is very closely related in contemporary reckoning because it contains data on the moon and sun which are then used in determining the start of the month, prayer times, qibla direction, and determining the occurrence of an eclipse.

From the research conducted by researchers, it shows that the data obtained by using two methods, namely the manual method based on ephemeris and the method with algorithm-based applications, namely accurate times, has a difference in terms of the data presented or obtained. The difference in the value of the data presented by the two methods is quite significant due to different views and units and different calculations. However, this can be ignored because the difference is only around one degree.

This proves that the two methods used have their respective weaknesses and strengths, as evidenced by the presence of some data generated in the ephemeris method but not generated when using algorithm-based applications.

Keywords: Contemporary Hisab, Ephemeris, Algorithm

Abstrak

Penentuan awal bulan Qamariyah erat kaitannya dengan penentuan hari besar Islam seperti bulan Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah, hal demikian merupakan bagian yang sangat penting bagi umat Islam. Kemajuan Astronomi saat ini telah memasuki era modern yang memungkinkan kemampuan seseorang dalam menentukan posisi benda langit dengan ketelitian yang tinggi. Dewasa ini, metode hisab telah menggunakan komputer dengan tingkat presisi dan akurasi yang tinggi. Untuk data ephemeris sendiri sangat erat kaitannya dalam hisab kontemporer karena memuat data bulan dan matahari yang kemudian digunakan dalam penentuan awal bulan, waktu shalat, arah qiblat, dan penentuan terjadinya gerhana.

Dari penelitian yang peneliti lakukan menunjukkan bahwa data yang diperoleh dengan menggunakan dua metode, yakni metode manual berdasarkan ephemeris dan metode dengan aplikasi berbasis algoritma yaitu accurate times memiliki perbedaan dalam hal data yang disajikan maupun diperoleh. Perbedaan nilai dari data yang disajikan oleh kedua metode tersebut cukup signifikan dikarenakan perbedaan pandangan dan satuan serta perhitungan yang berbeda. Namun, hal demikian dapat diabaikan karena perbedaannya hanya berkisar satu derajat. Hal ini membuktikan bahwa kedua metode yang digunakan memiliki kelemahan dan kelebihan masing-masing, terbukti dengan adanya beberapa data yang dihasilkan pada metode ephemeris namun tidak dihasilkan apabila menggunakan aplikasi berbasis algoritma.

Kata kunci: Hisab Kontemporer, Ephemeris, Algoritma

A. Pendahuluan

Penentuan awal bulan *Qamariyah*¹ erat kaitannya dengan penentuan hari besar islam seperti bulan Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah, hal demikian merupakan bagian yang sangat penting bagi umat Islam. Dalam praktiknya, penentuan awal bulan kerap kali terjadi perbedaan pandangan dikalangan ulama sampai ormas besar di Indonesia. Hisab awal bulan pada dasarnya merupakan perhitungan posisi bulan dan matahari untuk menentukan masuknya bulan baru.² Hisab sering kali digunakan sebelum rukyah dilakukan. Hisab sering kali digunakan sebelum rukyah dilakukan. Salah satu hasil hisab adalah penentuan kapan *ijtima'* atau konjungsi terjadi, yaitu saat matahari, bulan, dan bumi berada dalam posisi sebidang atau disebut pula konjungsi geosentris.³ Hisab dan rukyat merupakan satu kesatuan yang utus dari segi ilmiah⁴, karena pada dasarnya hisab

Mebutuhkan data-data empiris yang mendukung rukyat dan begitupun sebaliknya. Sehingga Astronomi memiliki peran penting yakni dalam hal ini kolaborasi antara algoritma Astronomi dengan pemrograman komputer dan menghasilkan *software-software* yang berakurasi baik sehingga dapat dijadikan acuan dalam penentuan awal bulan *Qamariyah*.

Hisab kontemporer awal bulan adalah sistem perhitungan masuknya bulan baru yang menggunakan alat canggih seperti komputer yang dilengkapi dengan rumus-rumus algoritma, dilakukan oleh program komputer atau dengan kata lain disebut *software*, memiliki ketelitian yang tinggi dan koreksi yang kompleks. Tingkat keakurasian hisab kontemporer bisa dikatakan sangat akurat karena menggunakan data dari hasil penelitian pada benda-benda langit dan telah menerapkan ilmu-ilmu segitiga bola dan ilmu matematika yang telah dikembangkan. Sebuah sistem dapat dikategorikan kedalam hisab kontemporer jika memenuhi beberapa indikasi berikut:⁵

¹Qamariyah adalah sistem penanggalan yang didasarkan pada peredaranbulan mengelilingi matahari. Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, h. 67.

²Alimuddin, *Ilmu Falak II* (Cet I; Makassar: Alauddin University Pers, 2014), h.95.

³Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu Falak* (Cet. I; Jakarta: Prenamedia Group, 2015), h.36.

⁴Rahmatiah. HL, *HILAL: Penanggalan Awal Bulan Kamariyah* (Cet. I; Watampone: Syahadah, 2017), h. 3.

⁵Fatikhatul Fauziah, "Analisis Metode Hisab Awal Bulan Kamariah dalam Kitab *Maslak Al-Qasid Ila 'Amal Ar-Rasid* Karya Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah", *Skripsi* (Semarang: Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Semarang 2015), h. 37

- a. Perhitungan terbilang cermat dan melalui banyak tahapan
- b. Lebih banyak menggunakan rumus segitiga bola
- c. Data yang digunakan merupakan data dari hasil penelitian dengan memanfaatkan ilmu matematika yang telah dikembangkan
- d. Sistem koreksinya terbilang teliti dan kompleks.

Tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membawa perubahan yang signifikan pada penentuan awal bulan yang memungkinkan dielaborasi dalam konteks modern dan relatif lebih mudah serta singkat dalam hal penggunaannya. Kemajuan Astronomi saat ini telah memasuki era modern yang memungkinkan kemampuan seseorang dalam menentukan posisi benda langit dengan ketelitian yang tinggi. Dewasa ini, metode hisab telah menggunakan komputer dengan tingkat presisi dan akurasi yang tinggi. Untuk data ephemeris sendiri sangat erat kaitannya dalam hisab kontemporer karena memuat data bulan dan matahari yang kemudian digunakan dalam penentuan awal bulan, waktu shalat, arah *qiblat*, dan penentuan terjadinya gerhana.

Olehnya itu hisab kontemporer merupakan alternatif baru dalam penentuan awal bulan *Qamariyah*. Hisab kontemporer ditandai dengan munculnya *software- software* Ilmu Falak baik online, offline maupun *software* yang berbasis android. Program ini di desain khusus untuk menyelesaikan persoalan-persoalan dalam Ilmu Falak seperti perhitungan arah *qiblat* dan *rashdul qiblat*, waktu shalat, penentuan awal bulan *Qamariyah*, gerhana bulan dan matahari, visibilitas hilal dan sebagainya. Adanya *software* diatas tidak terlepas dari perkembangan alat-alat elektronik salah satunya komputer. Komputer mampu menyimpan dan mengelola data atas perintah program perangkat lunak yang ada didalamnya. Dengan adanya komputer ini maka pembuatan *software* Falak semakin mengasah ilmu para fakar Falak di berbagai belahan dunia termasuk di Indonesia. Seperti pada aplikasi atau *software accurate times* karya Muhammad Odeh. Aplikasi ini merupakan program resmi yang diadopsi oleh Kementerian Urusan Agama Yordania untuk menghitung waktu salat di daerah tersebut. Program pengatur dalam *software* Falak dinamakan algoritma yang merupakan urutan dari langkah-langkah logis tertentu dalam menyelesaikan suatu permasalahan. *software- software* tersebut di desain sedemikian rupa agar mampu menjalankan perintah sesuai program yang mengaturnya. Untuk dapat menghasilkan program komputer yang baik, diperlukan algoritma yang baik pula, sehingga data yang dihasilkan akurat dan cepat. Dalam perhitungan awal bulan menggunakan *software* Falak berbasis algoritma diperlukan data ephemeris yang menyajikan data-data bulan dan matahari dalam kurung

waktu satu tahun.

B. Metodo Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pustaka (*libraryresearch*) yang bersifat deskriptif kualitatif, namun tidak berfokus pada penelitian pustaka murni dengan pendekatan syar'i dan pendekatan astronomi. Dalam penelitian ini penulis mengambil sumber data primer dan sekunder. Penelitian ini dilakukan dengan mengkaji berbagai macam literature terkait kemudian membandingkan teori-teori yang ada dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti.

C. Data Yang Digunakan dalam Hisab Kontemporer Awal Bulan Qamariyah

1. Data Hisab Kontemporer Awal Bulan Qamariyah Berdasarkan Ephemeris

Ephemeris merupakan tabel yang menyajikan data-data matahari dan bulan yang digunakan dalam penentuan arah kiblat, waktu shalat, awal bulan Qamariyah, dan gerhana. Data ini dibuat oleh Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI sejak tahun 1993. *Ephemeris* biasa disebut juga dengan *Astronomical Handbook* sedangkan dalam bahasa Arab disebut *Zij* atau *Taqwim*⁶.

Data *ephemeris* meliputi sebagai berikut:⁷

a. Data Matahari

1) *Ecliptic Longitude*

Adalah jarak matahari dari titik aries (*Vernal Equinox*) diukur sepanjang lingkaran ekliptika, biasa juga disebut dengan Bujur Astronomi.

2) *Ecliptic Latitude*

Adalah jarak titik pusat matahari dari Lingkaran ekliptika. Ekliptika sendiri adalah jarak yang ditempuh oleh gerak semu matahari dalam jangka waktu satu tahun. Biasa disebut dengan lintang Astronomi.

3) *Apparent Right Ascension*

Biasa disebut dengan Asensio Rekta yang merupakan jarak matahari dengan titik aries diukur sepanjang lingkaran ekuator.

⁶Susikno Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005), h.50

⁷Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat 2020* (Jakarta, 2019), h. 1

4) *Apparent Declination*

Deklinasi Matahari atau *apparent declination* ini merupakan jarak matahari dari equator. Apabila deklinasi matahari bernilai positif maka berada disebelah utara equator, sedangkan jika nilainya negative maka berada disebelah selatan equator. Deklinasi matahari bisa sewaktu-waktu berubah selama satu tahun. tetapi pada tanggal yang sama, bilangan deklinasi itu kira-kira sama pula.⁸

5) *True Geocentric Distance*

Dikenal dengan kata lain Jarak Geosentrik, yaitu jarak antara bumi dan matahari dalam satuan AU (*Astronomical Unit*).

6) *Semi Diameter*

Biasa disebut dengan jari-jari matahari adalah jarak titik pusat matahari dengan piringan luarnya.

7) *True Obliquity*

Adalah kemiringan ekliptika dari equator.

8) *Equation of Time*

Dikenal dengan nama lain perata waktu, yakni selisih antara waktu kulminasi matahari hakiki dengan waktu kulminasi matahari rata-rata.

b. Data Bulan⁹1) *Apparent Longitude*

Adalah jarak bulan sampai titik aries (Vernal Equinox) diukur sepanjang lingkaran ekliptika, biasa juga disebut dengan Bujur Astronomi Bulan.

2) *Apparent Latitude*

Adalah jarak antara bulan dengan lingkaran ekliptika diukur sepanjang lingkaran kutub ekliptika. Biasa disebut dengan Lintang Astronom Bulan.

3) *Apparent Right Ascension*

Biasa disebut dengan Asensio Rekta bulan, yaitu merupakan jarak titikpusat bulan dari titik aries diukur sepanjang lingkaran equator.

4) *Apparent Declination*

Deklinasi Bulan atau *apparent declination* ini merupakan jarak bulan dari equator. Apabila deklinasi bulan bernilai positif maka berada disebelah utara equator, sedangkan jika nilainya negative maka berada disebelah selatan equator.

5) *Horizontal Parallax*

⁸ M. Sayuthi Ali, *Ilmu Falak* (Cet. I; Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1997), h.11.

⁹Encup Supriatna, *Hisab Rukyat dan Aplikasinya* (Cet. I; Bandung: Refika Aditama, 2007), h. 15.

Parallax sering disebut dengan “benda lihat”. Untuk horizontal parallax adalah besaran sudut yang ditarik dari titik pusat bumi ketika di ufuk (horizon) ke titik pusat bumi dan garis yang ditarik dari titik pusat bulan ketika itu ke permukaan bumi.

6) *Semi Diameter*

Biasa disebut dengan jari-jari bulan adalah jarak titik pusat bulan dengan piringan luarnya.

7) *Angel Brigh Limb*

Adalah kemiringan piringan hilal yang memancarkan sinar sebagai akibat arah posisi hilal dari matahari.

8) *Fraction Illumination*

Adalah piringan bulan yang menerima sinar matahari yang tampak dari bumi. Nilai FIB akan mencapai satu apabila saat puncak bulan purnama. Sedangkan jika bumi, bulan dan matahari persis berada pada satu garis lurus, dimana akan terjadi gerhana matahari total. Keadaan itulah yang akan menyebabkan nilai FIB adalah nol.

2. **Data Hisab Kontemporer Awal Bulan Qamariyah berdasarkan Aplikasi Berbasis Algoritma**

a. *Software Accurate Times*

Accurate Times adalah program resmi yang di adopsi oleh Kementerian Yordania Urusan Islam untuk menghitung waktu shalat di Yordania. *Software* yang diciptakan pada tahun 2001 oleh Muhammad Odeh yang merupakan seorang ilmuwan Astronomi yang lahir di Kota Palestina. Sejak remaja ia telah mempelajari ilmu Astronomi sehingga tidak heran jika ia menghasilkan terobosan baru dalam dunia Astronomi. Selain itu juga, Muhammad odeh merupakan pendiri Organisasi Nirlaba Islamic Crescent Observatorion Project (ICOP) yang berpusat di Yordania.

Ketika *software* ini di instal pada komputer, maka biasanya seluruh file tersimpan di dalam folder C:/program file/*accurate times*/. Dalam folder tersebut terdapat file *accu-exe* yang ketika di klik akan menjalankan program *accurate times*, berikut beberapa file yang perlu diketahui:

1). *File elp.ode*

File ini dapat dibuka dengan opsi *open with* wordpad, terdapat 1324 baris suku koreksi dari algoritma ELP untuk menentukan posisi bulan.

2) *File mterm.ode*

dalam file ini terdapat 183 baris suku koreksi untuk menghitung nutasi dan

obliquity rotasi bumi.

3). *File term.full.ode*

Terdapat 2425 narus suku koreksi untuk menentukan posisi matahari.

4). *File term.ode*

Terdapat 248 baris suku koreksi dari algoritma Meeus untuk menentukan posisi matahari.

5). *File loc.txt*

Mengandung daftar nama-nama kota diseluruh dunia, lengkap dengan koordinat lintang bujur, zona waktu dan ketinggian tempat.

Accurate times memiliki fungsi yang sangat banyak, seperti penentuan awal bulan, arah kiblat, *rashdul Qiblat*, waktu shalat dan lain-lain. *Software* ini bisa di setting sesuai dengan tata koordinat Internasional. *Software* ini dijalankan dengan menggunakan sistem pemrograman. Adapun menu yang disajikan dalam aplikasi ini, yaitu:

1). *Preferences* (preferensi)

Bagian ini memberikan beberapa pilihan yang berhubungan dengan waktu shalat, seperti *twilight*¹⁰, *addition*,¹¹ *summer time*, *aser prayer*, *precision*, *elevation*, Opsi *High latitude Alternative Prayer Times*, dan Opsi *Language*.

2). *Location* (lokasi)

Pada *location* berisi data lintang dan bujur untuk daerah yang ingin diketahui masuknya awal bulan, terdapat pula pilihan untuk zona waktu dari daerah tersebut. Bagian ini juga menyajikan nama-nama lokasi dari setiap kota di seluruh dunia. Terdapat sekitar 2000 tempat diseluruh dunia, untuk Indonesia sendiri hanya terdapat delapan kota yakni Bandung, Bogor, Biak, Denpasar, Jakarta, Medan, Manado, dan Surabaya. Sehingga untuk kota lainnya bisa dimasukkan secara manual sesuai koordinat lintang bujurnya. Untuk melakukan perubahan pada bujur, lintang, zona waktu atau ketinggian, maka klik *Modify*, kemudian *OK*. Sedangkan untuk menambahkan tempat baru, klik *Add*, kemudian *OK*.

¹⁰Pemilihan sudut altitude untuk twilight atau sudut untuk waktu Fajr (Shubuh) dan Isya. Fajr sendiri disebutkan berarti beginning of twilight, sedang Isya berarti end of twilight. Maksudnya, waktu sebelum Fajr langit tampak gelap, demikian juga waktu setelah Isya. Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, h. 157.

¹¹Pemilihan sudut altitude untuk twilight atau sudut untuk waktu Fajr (Shubuh) dan Isya. Fajr sendiri disebutkan berarti beginning of twilight, sedang Isya berarti end of twilight.

3). *Date* (waktu)

Pada *Date* merupakan bagian untuk mengkalkulasikan waktu (tahun, bulan, hari), pada opsi ini bisa pula di setting sesuai dengan waktu pada komputer. Terdapat tiga pilihan utama, yakni waktu sesuai dengan sistem komputer, waktu untuk satu hari tertentu, dan waktu untuk rentang beberapa hari.

4). *Prayer Alerts* (peringatan sebelum adzan)

Merupakan opsi untuk memberikan peringatan atau penanda menjelang adzan.

5). *Prayer Times* (waktu shalat)

Merupakan bagian yang menyajikan waktu shalat (fajar, shuroq, duhur, asar, maghrib dan isya). Disini kita akan memperoleh waktu-waktu sholat, dimana tanggalnya sesuai dengan *date* setting yang kita pilih sebelumnya (ada tiga opsi, silakan lihat tentang *Date* di atas), demikian juga bergantung pada *Preference* dan *Location*.

6). *Moon Times* (waktu bulan)

Pada bagian ini menyajikan waktu terbit, transit dan terbenamnya bulan. Namun, tidak diberikan data di azimuth berapa bulan terbit dan terbenam, serta pada ketinggian dan azimuth berapa bulan mengalami transit. Tanggal sesuai dengan *date* setting serta bergantung pula pada *location*.

7). *Moon Phases* (fase bulan)

Pada bagian ini terdapat dua pilihan yakni, geosentris¹² dan toposentris¹³, selain itu juga terdapat pilihan untuk waktu local UT¹⁴ maupun local TDT¹⁵

8). *Crescent visibility* (visibilitas bulan)

Pada menu ini akan menampilkan data visibilitas hilal, dimulai dari menentukan terjadinya konjungsi. Kemudian data astronomis pada saat *new crescent* (bulan sabit muda) dan *old crescent* (bulan sabit tua). Untuk masing-masing *new crescent* dan *old crescent* menyajikan waktu saat matahari terbenam (*sunset*), saat bulan terbenam (*moonset*), dan saat waktu terbaik (*best time*).

9). *Sun Moon Ephemeris* (data *ephemeris* bulan dan matahari)

¹²Pandangan yang menyatakan bahwa bumi sebagai pusat peredaran benda-benda langit . Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, h.26.

¹³Berpusat pada pengamat.

¹⁴Waktu lokasi di suatu tempat (bukan waktu Greenwich) dengan telah memperhitungkan nilai delta T.

¹⁵Waktu local disuatu tempat yang belum memperhitungkan nilai delta T

Pada menu ini akan menyajikan data *ephemeris* matahari dan bulan dalam rentang waktu satu hari.

10). *Telescope* (teleskop)

Menu *telescope* akan memberikan data terkait deklinasi, *right ascension*, *altitude*, serta azimuth matahari dan bulan untuk waktu yang telah ditentukan sebelumnya.

11). *Hejric Gregorian*

Pada menu ini digunakan untuk mengonversi bulan, baik itu dari hijriah ke masehi ataupun sebaliknya.

12). *Qiblah* (kiblat)

Pada menu ini arah kiblat mampu ditentukan dari satu lokasi tertentu beserta azimuth kiblatnya. Terdapat tiga bagian utama dalam pilihan ini, salah satunya *qiblah times*, yakni waktu dimana matahari berada pada arah kiblat dan waktu ketika bayangan matahari berada pada arah kiblat.

13). *Help* (bantuan)

Pada bagian ini memberikan penjelasan mengenai *software accurate times* dan istilah-istilah asing beserta kegunaannya.

14). *Exit* (keluar)

Keluar dari *software* ini dengan memilih menu *exit*.

Aplikasi *Accurate Times* menyediakan perhitungan Astronomi, seperti awal bulan, waktu matahari, waktu bulan, fase-fase bulan, visibilitas hilal, perhitungan *ephemeris* matahari dan bulan, arah kiblat, waktu menentukan arah kiblat dengan bayangan matahari, dan konversi kalender hijriah dan masehi ataupun sebaliknya. Adapun data yang disajikan dalam penentuan awal bulan menggunakan aplikasi *Accurate Times*, sebagai berikut:

1) Data Matahari

a) *Conjunction Time* (waktu konjungsi)

Keadaan saat matahari dan bulan berada pada posisi garis yang sama.

b) *Sunset* (matahari terbenam)

Keadaan saat matahari terbenam yakni apabila piringan atas bersinggungan dengan kaki langit.

c) *Sun Right Ascension* (asensio rekta matahari)

Merupakan jarak matahari dari titik aries diukur sepanjang lingkaran Equator.

d) *Sun Longitude* (bujur matahari)

Adalah jarak matahari dari titik aries (Vernal Equinox) diukur sepanjang lingkaran ekliptika

e) *Sun Altitude* (ketinggian matahari)

Ketinggian matahari dari bumi

f) *Sun Declination* (deklinasi matahari)

Merupakan jarak matahari dari equator. Apabila deklinasi matahari bernilai positif maka berada disebelah utara equator, sedangkan jika nilainya negative maka berada disebelah selatan equator.

g) *Sun Latitude* (lintang matahari)

Adalah jarak titik pusat matahari dari Lingkaran ekliptika. Ekliptika sendiri adalah jarak yang ditempuh oleh gerak semu matahari dalam jangka waktu satu tahun.

h) *Sun Azimuth* (azimuth matahari)

Adalah nilai sudut matahari

i) *Elongation* (perpanjangan)

Merupakan jarak sudut antara bulan dan matahari.

j) *Relative Altitude* (ketinggian relatif)

Merupakan ketinggian relatif hilal

k) *Crescent Width* (lebar bulan sabit)

l) *Magnitude* (besaran)

m) *Moon Sun Topocentric Relative Altitude* (ketinggian relatif toposentris matahari dan bulan)

n) *Topocentric Crescent Width* (lebar toposentris bulan sabit)

2) Data Bulan

a) *Moonset* (bulan terbenam)

b) *Moon Age* (umur bulan)

c) *Moon Lag Time* (waktu jeda bulan)

d) *Relative Azimuth* (azimuth relatif)

e) *Illumination* (iluminasi)

f) *Moon Declination* (deklinasi bulan)

g) *Moon Latitude* (lintang bulan)

h) *Moon Azimuth* (azimuth bulan)

i) *Phase Angel* (sudut antara cahaya yang datang dan cahaya yang dipantulkan)

- j) *Horizontal Parallax* (horisontal paralaks)
- k) *Distance* (jarak)
- l) *Moon Semi Diameter* (semi diameter bulan)

2) *Software Winhisab*

Merupakan *software* yang dibuat oleh salah seorang tokoh sekaligus ahli falak Drs. H. M. Taufik, S.H dan putranya. *Software* ini disempurnakan pada tahun 1998 dengan nama *WinHisab* versi 2.0 dengan hak lisensi pada Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama RI.¹⁶ Dalam *Software WinHisab* terdapat empat menu utama yang tertera pada tampilan beranda, yakni tabel data *ephemeris*, jadwal waktu shalat, tabel tinggi hilal dan terakhir menu *about* untuk memberikan informasi mengenai aplikasi ini.

Penulis dalam hal ini tidak banyak menggunakan *software Winhisab* dalam penentuan awal bulan dikarenakan *software* ini tidak menyajikan bagaimana perhitungan awal bulan itu sendiri, melainkan hanya menyajikan beberapa data-data seperti, data matahari dan bulan, jadwal waktu shalat, serta tabel tinggi hilal. Oleh karna itu, penulis hanya menggunakan *software* ini dengan mengambil data *ephemeris* bulan dan matahari.

6) Penentuan Awal Bulan Qamariyah

Menghitung 1 Ramadhan 1441 H di Kota Jakarta.

Ijtimak akhir Sya'ban (23 April 2020) pukul 09.26 WIB

a. Data Tempat

Lintang tempat	= $-6^{\circ} 10'$	Bujur daerah	= 105° WIB
Bujur tempat	= $106^{\circ} 49'$	Tinggi Markaz	= ± 20 m

2. Data Astronomis

Deklinasi matahari (d)	= $12^{\circ} 44' 18''$	Ketinggian (h)	= -1°
Equation of time (e)	= $0^{\circ} 1' 45''$		

¹⁶ Moh. Choirull Chuluq, "Penerapan Sistem Perhitungan Software Winhisab dengan Software Aplikasi Stellarium 3D dalam Penentuan Awal Bulan Hijriyah (Studi Kasus Hasil Praktik Rukyah di IAIN Tulungagung)" *Skripsi* (Tulungagung: Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Tulungagung, 2017), h. 45.

b. Kulminasi atas matahari

$$12 - e = 12 - 0^{\circ} 1' 45'' = 11^{\circ} 58' 15'' + 17^{\circ} 56' 46,16''$$

c. Penyesuaian dengan WIB

$$105^{\circ} - 106^{\circ} 49' = -1^{\circ} 49' 0'' : 15 = -0^{\circ} 7' 16'' + 17^{\circ} 49' 30,16''$$

d. Selisih jam dengan WIB

$$= 7^{\circ} - 10^{\circ} 49' 30,16''$$

5. Ascension Rekta matahari dan bulan

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	33° 18' 49"	-0.22"	31° 04' 46"	12° 36' 50"	1.0055229	15' 54.36"	23° 26' 12"	1 m 41 s
1	33° 21' 15"	-0.21"	31° 07' 07"	12° 37' 40"	1.0055342	15' 54.35"	23° 26' 12"	1 m 41 s
2	33° 23' 41"	-0.21"	31° 09' 28"	12° 38' 30"	1.0055454	15' 54.34"	23° 26' 12"	1 m 41 s
3	33° 26' 07"	-0.21"	31° 11' 49"	12° 39' 19"	1.0055567	15' 54.33"	23° 26' 12"	1 m 42 s
4	33° 28' 34"	-0.20"	31° 14' 09"	12° 40' 09"	1.0055680	15' 54.32"	23° 26' 12"	1 m 42 s
5	33° 30' 60"	-0.20"	31° 16' 30"	12° 40' 59"	1.0055792	15' 54.31"	23° 26' 12"	1 m 43 s
6	33° 33' 26"	-0.20"	31° 18' 51"	12° 41' 49"	1.0055905	15' 54.30"	23° 26' 12"	1 m 43 s
7	33° 35' 52"	-0.19"	31° 21' 12"	12° 42' 38"	1.0056017	15' 54.28"	23° 26' 12"	1 m 44 s
8	33° 38' 19"	-0.19"	31° 23' 33"	12° 43' 28"	1.0056130	15' 54.27"	23° 26' 12"	1 m 44 s
9	33° 40' 45"	-0.19"	31° 25' 54"	12° 44' 18"	1.0056242	15' 54.26"	23° 26' 12"	1 m 45 s
10	33° 43' 11"	-0.19"	31° 28' 15"	12° 45' 07"	1.0056354	15' 54.25"	23° 26' 12"	1 m 45 s
11	33° 45' 37"	-0.18"	31° 30' 37"	12° 45' 57"	1.0056466	15' 54.24"	23° 26' 12"	1 m 46 s
12	33° 48' 04"	-0.18"	31° 32' 58"	12° 46' 46"	1.0056579	15' 54.23"	23° 26' 12"	1 m 46 s

(Gambar 4.2 Data Matahari pukul 10 dan 11)

Data yang di ambil pada gambar 4.2 diatas adalah *apparent right ascension* pada pukul 10 dan 11 karena nilai akhir dari selisih jam dan WIB adalah pukul 10.49 sehingga diperlukan interpolasi untuk menemukan nilai tengah antara pukul 10 dan 11. Berikut langkahnya:

a. AR matahari

a) Pukul 10 GMT = $31^{\circ}28'15''$

b) Interpolasi

- Pukul 11 GMT = $31^{\circ}30'37''$

- Pukul 10 GMT = $31^{\circ}28'15'' -$

$$\frac{0^{\circ}2'22'' \times 0^{\circ}49'30,16''}{0^{\circ}2'22''} = 0^{\circ}1'57,16'' +$$

AR matahari pukul 10.49.30,16 \longrightarrow $31^{\circ}30'12,16''$

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	32° 10' 36"	-4° 19' 12"	31° 29' 53"	8° 10' 08"	0° 54' 11"	14' 45.89"	354° 49' 02"	0.00153
1	32° 40' 29"	-4° 17' 49"	31° 57' 45"	8° 21' 33"	0° 54' 11"	14' 46.02"	349° 9' 03"	0.00145
2	33° 10' 24"	-4° 16' 24"	32° 25' 39"	8° 32' 56"	0° 54' 12"	14' 46.17"	343° 13' 57"	0.00140
3	33° 40' 18"	-4° 14' 58"	32° 53' 35"	8° 44' 18"	0° 54' 13"	14' 46.31"	337° 10' 56"	0.00139
4	34° 10' 13"	-4° 13' 31"	33° 21' 33"	8° 55' 38"	0° 54' 13"	14' 46.46"	331° 8' 13"	0.00140
5	34° 40' 09"	-4° 12' 03"	33° 49' 33"	9° 06' 56"	0° 54' 14"	14' 46.61"	325° 13' 59"	0.00145
6	35° 10' 05"	-4° 10' 34"	34° 17' 36"	9° 18' 13"	0° 54' 14"	14' 46.76"	319° 35' 22"	0.00153
7	35° 40' 02"	-4° 09' 03"	34° 45' 42"	9° 29' 27"	0° 54' 15"	14' 46.91"	314° 17' 41"	0.00165
8	36° 09' 59"	-4° 07' 31"	35° 13' 49"	9° 40' 39"	0° 54' 15"	14' 47.07"	309° 24' 13"	0.00179
9	36° 39' 57"	-4° 05' 58"	35° 41' 59"	9° 51' 50"	0° 54' 16"	14' 47.22"	304° 56' 19"	0.00197
10	37° 09' 55"	-4° 04' 24"	36° 10' 12"	10° 02' 58"	0° 54' 16"	14' 47.38"	300° 53' 53"	0.00218
11	37° 39' 53"	-4° 02' 49"	36° 38' 27"	10° 14' 04"	0° 54' 17"	14' 47.54"	297° 15' 46"	0.00242

(Gambar 4.3 Data Bulan Pukul 10 dan 11)

b. AR bulan

Pada gambar 4.3 nilai *apparent right ascension* atau biasa disebut AR bulan, sama dengan jam pada AR matahari yakni pukul 10 dan 11 serta dilakukan interpolasi untuk menemukan nilai tengahnya. Berikut langkah kerjanya:

a) Pukul 10 GMT = $36^{\circ}10'12''$

b) Interpolasi

- Pukul 11 GMT = $36^{\circ}38'27''$

- Pukul 10 GMT = $36^{\circ}10'12'' -$

$$\frac{0^{\circ}28'15'' \times 0^{\circ}49'30,16''}{0^{\circ}28'15''} = 0^{\circ}23'18,45'' +$$

c) AR bulan pukul 10.49.30,16 \longrightarrow $36^{\circ}33'30,45''$

6. Sudut waktu dan deklinasi bulan

a. t bulan = AR matahari – AR bulan + t matahari
 = $31^{\circ}30'12,16'' - 36^{\circ}33'30,45'' + 89^{\circ}37'54,06''$
 = $84^{\circ}34'35,77''$

b. Deklinasi bulan

DATA BULAN

Jan	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	32° 10' 36"	-4° 19' 12"	31° 29' 53"	8° 10' 08"	0° 54' 11"	14' 45.89"	354° 49' 02"	0.00153
1	32° 40' 29"	-4° 17' 49"	31° 57' 45"	8° 21' 33"	0° 54' 11"	14' 46.02"	349° 9' 03"	0.00145
2	33° 10' 24"	-4° 16' 24"	32° 25' 39"	8° 32' 56"	0° 54' 12"	14' 46.17"	343° 13' 57"	0.00140
3	33° 40' 18"	-4° 14' 58"	32° 53' 35"	8° 44' 18"	0° 54' 13"	14' 46.31"	337° 10' 56"	0.00139
4	34° 10' 13"	-4° 13' 31"	33° 21' 33"	8° 55' 38"	0° 54' 13"	14' 46.46"	331° 8' 13"	0.00140
5	34° 40' 09"	-4° 12' 03"	33° 49' 33"	9° 06' 56"	0° 54' 14"	14' 46.61"	325° 13' 59"	0.00145
6	35° 10' 05"	-4° 10' 34"	34° 17' 36"	9° 18' 13"	0° 54' 14"	14' 46.76"	319° 35' 22"	0.00153
7	35° 40' 02"	-4° 09' 03"	34° 45' 42"	9° 29' 27"	0° 54' 15"	14' 46.91"	314° 17' 41"	0.00165
8	36° 09' 59"	-4° 07' 31"	35° 13' 49"	9° 40' 39"	0° 54' 15"	14' 47.07"	309° 24' 13"	0.00179
9	36° 39' 57"	-4° 05' 58"	35° 41' 59"	9° 51' 50"	0° 54' 16"	14' 47.22"	304° 56' 19"	0.00197
10	37° 09' 55"	-4° 04' 24"	36° 10' 12"	10° 02' 58"	0° 54' 16"	14' 47.38"	300° 53' 53"	0.00218
11	37° 39' 53"	-4° 02' 49"	36° 38' 27"	10° 14' 04"	0° 54' 17"	14' 47.54"	297° 15' 46"	0.00242
12	38° 09' 53"	-4° 01' 12"	37° 06' 45"	10° 25' 08"	0° 54' 18"	14' 47.71"	294° 0' 11"	0.00270

(Gambar 4.4 Data Bulan pukul 10 dan 11)

Gambar diatas menunjukkan data bulan, untuk menemukan nilai deklinasi bulan maka data yang diambil adalah pukul 10 dan 11. Berikut langkahnya:

a) Pukul 10 GMT = $10^{\circ}02'58''$
 b) Interpolasi
 - Pukul 11 GMT = $10^{\circ}14'04''$
 - Pukul 10 GMT = $10^{\circ}02'58'' - \frac{0^{\circ}11'6'' \times 0^{\circ}49'30,16''}{0^{\circ}9'9,48''} +$
 c. Deklinasi bulan $\longrightarrow = 10^{\circ}12'7,48''$

7. Tinggi nyata hilal/ tinggi haqiqi

$\sin h = \sin p \times \sin d + \cos p \times \cos d \times \cos t$
 = $\sin -6^{\circ}10' \times \sin 10^{\circ}12'7,48'' + \cos -6^{\circ}10' \times \cos 10^{\circ}12'7,48'' \times \cos 84^{\circ}34'35,77''$
 = $4^{\circ}12'45''$

8. Koreksi – koreksi/ tinggi lihat

DATA BULAN

Jam	Apparent Longitude	Apparent Latitude	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	Horizontal Parallax	Semi Diameter	Angle Bright Limb	Fraction Illumination
0	32° 10' 36"	-4° 19' 12"	31° 29' 53"	8° 10' 08"	0° 54' 11"	14' 45.89"	354° 49' 02"	0.00153
1	32° 40' 29"	-4° 17' 49"	31° 57' 45"	8° 21' 33"	0° 54' 11"	14' 46.02"	349° 9' 03"	0.00145
2	33° 10' 24"	-4° 16' 24"	32° 25' 39"	8° 32' 56"	0° 54' 12"	14' 46.17"	343° 13' 57"	0.00140
3	33° 40' 18"	-4° 14' 58"	32° 53' 35"	8° 44' 18"	0° 54' 13"	14' 46.31"	337° 10' 56"	0.00139
4	34° 10' 13"	-4° 13' 31"	33° 21' 33"	8° 55' 38"	0° 54' 13"	14' 46.46"	331° 8' 13"	0.00140
5	34° 40' 09"	-4° 12' 03"	33° 49' 33"	9° 06' 56"	0° 54' 14"	14' 46.61"	325° 13' 59"	0.00145
6	35° 10' 05"	-4° 10' 34"	34° 17' 36"	9° 18' 13"	0° 54' 14"	14' 46.76"	319° 35' 22"	0.00153
7	35° 40' 02"	-4° 09' 03"	34° 45' 42"	9° 29' 27"	0° 54' 15"	14' 46.91"	314° 17' 41"	0.00165
8	36° 09' 59"	-4° 07' 31"	35° 13' 49"	9° 40' 39"	0° 54' 15"	14' 47.07"	309° 24' 13"	0.00179
9	36° 39' 57"	-4° 05' 58"	35° 41' 59"	9° 51' 50"	0° 54' 16"	14' 47.22"	304° 56' 19"	0.00197
10	37° 09' 55"	-4° 04' 24"	36° 10' 12"	10° 02' 58"	0° 54' 16"	14' 47.38"	300° 53' 53"	0.00218
11	37° 39' 53"	-4° 02' 49"	36° 38' 27"	10° 14' 04"	0° 54' 17"	14' 47.54"	297° 15' 46"	0.00242
12	38° 09' 53"	-4° 01' 12"	37° 06' 45"	10° 25' 08"	0° 54' 18"	14' 47.71"	294° 0' 11"	0.00270

(Gambar 4.5 Data Bulan Pukul 9)

Gambar 4.5 merupakan data astronomis untuk mengambil nilai *horizontal parallax* dan semi diameter pada pukul 9. Berikut langkahnya:

- | | | |
|--------------------|--|--|
| a. Parallax | | $h = 4^{\circ}12'45''$ |
| | $HP \times \cos h = 0^{\circ}54'16'' \times \cos 4^{\circ}12'45''$ | $= 0^{\circ}54'7,2'' -$
$3^{\circ}18'37,8''$ |
| b. Semi diameter | | $= 0^{\circ}14'47,22'' +$
$3^{\circ}33'25,02''$ |
| c. Kerendahan ufuk | 7,9 | $= 0^{\circ}07'54'' +$
$3^{\circ}41'19,02''$ |
| d. Refreksi | 10,9 | $= 0^{\circ}10'54'' +$
$3^{\circ}52'13,02''$ |

9. Azimut matahari dan bulan

- a. Azimut matahari

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan A} &= -\sin p : \tan t + \cos p \times \tan d : \sin t \\
 &= -\sin(-6^{\circ}10') : \tan 89^{\circ}37'54,06'' + \cos(-6^{\circ}10') \times \tan \\
 &\quad 12^{\circ}44'18'' : \sin 89^{\circ}37'54,06'' \\
 &= 77^{\circ}17'42,29''
 \end{aligned}$$

b. Azimut bulan

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan A} &= -\sin p : \tan t + \cos p \times \tan d : \sin t \\
 &= -\sin (-6^\circ 10') : \tan 84^\circ 34' 35,77'' + \cos (-6^\circ 10') \times \tan \\
 &\quad 10^\circ 12' 7,48'' : \sin 84^\circ 34' 35,77'' \\
 &= 79^\circ 14' 45,73''
 \end{aligned}$$

c. Posisi hilal

$$\begin{aligned}
 \text{Posisi hilal} &= \text{Azimut bulan} - \text{azimut matahari} \\
 &= 79^\circ 14' 45,73'' - 77^\circ 17' 42,29'' \\
 &= 1^\circ 57' 3,44''
 \end{aligned}$$

d. Lama hilal diatas ufuk

$$\begin{aligned}
 h &= 3^\circ 52' 13,02'' : 15 \text{ (dijadikan jam)} \\
 &= 0^\circ 15' 28,87'' \quad (0^j 15^m)
 \end{aligned}$$

e. Hilal terbenam

$$\begin{aligned}
 \text{Hilal terbenam} &= \text{Matahari terbenam} + \text{lama hilal diatas ufuk} \\
 &= 17^\circ 49' 30,16'' + 0^\circ 15' 28,87'' \\
 &= 18^\circ 4' 59,03''
 \end{aligned}$$

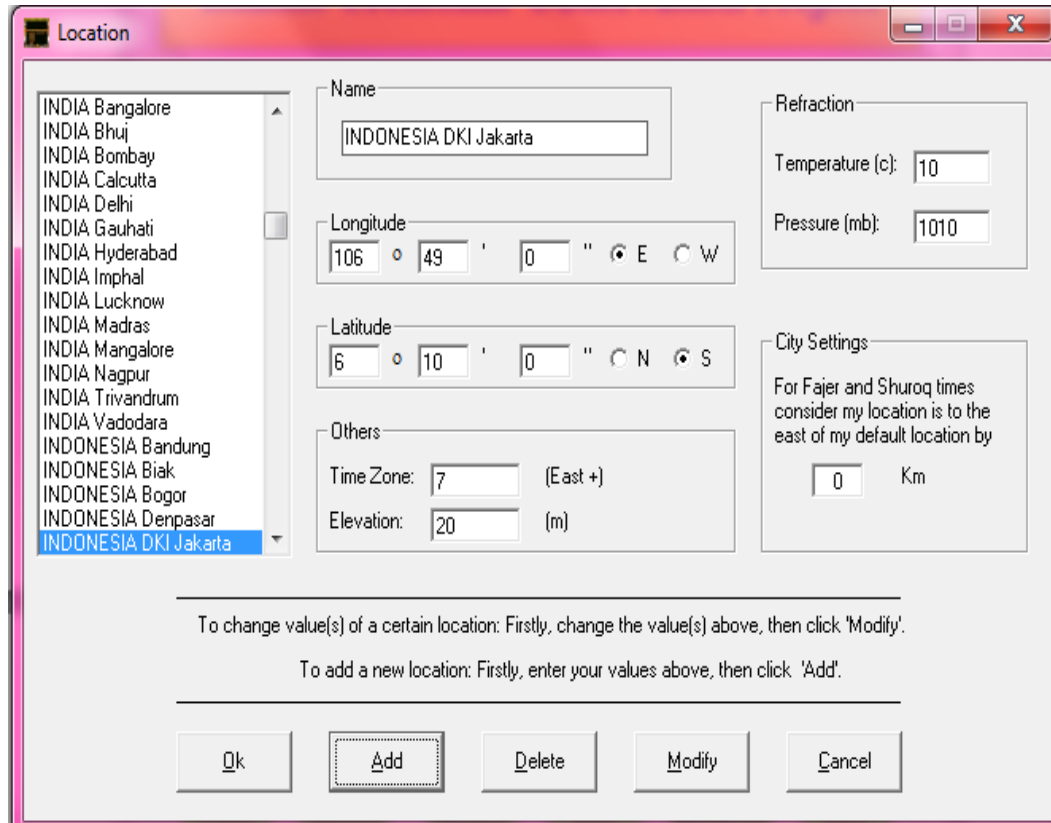
Jadi, matahari terbenam di Jakarta tanggal 23 April 2020 terjadi pada pukul 17.49 WIB. Tinggi hilal :

- a. Tinggi Hakiki = $4^\circ 12' 45''$
- b. Tinggi lihat = $3^\circ 52' 13,02''$

Sehingga tanggal 1 Ramadhan 1441 H jatuh pada tanggal 24 April 2020 M bertepatan dengan hari jum'at.

2. Menentukan 1 Ramadhan 1441 H di Kota Jakarta dengan *software Accurate Times*

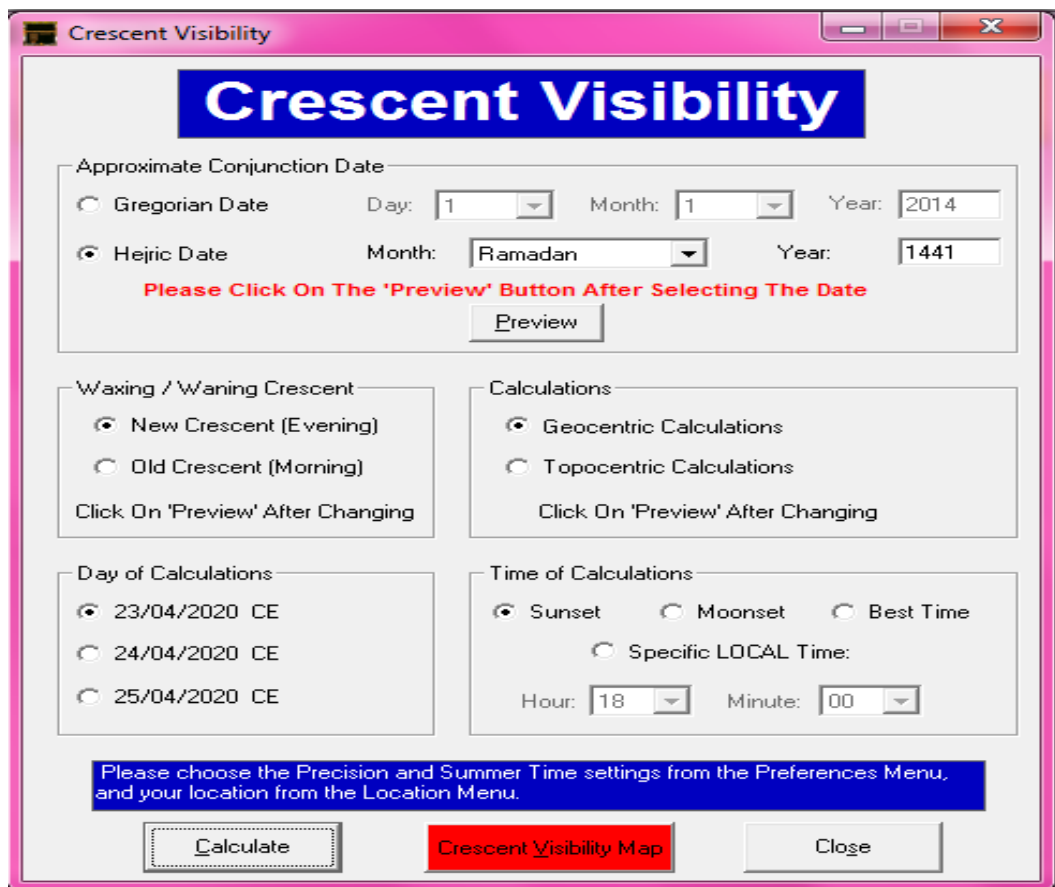
- 1) Terlebih dahulu tentukan lokasi/ daerah yang ingin diketahui awal bulannya, dengan masuk ke opsi *location* kemudian masukkan nilai latitude dan longitude serta zona waktunya kemudian klik *add* dan *ok*. Masukkan nilai lintang bujur dari Kota Jakarta.



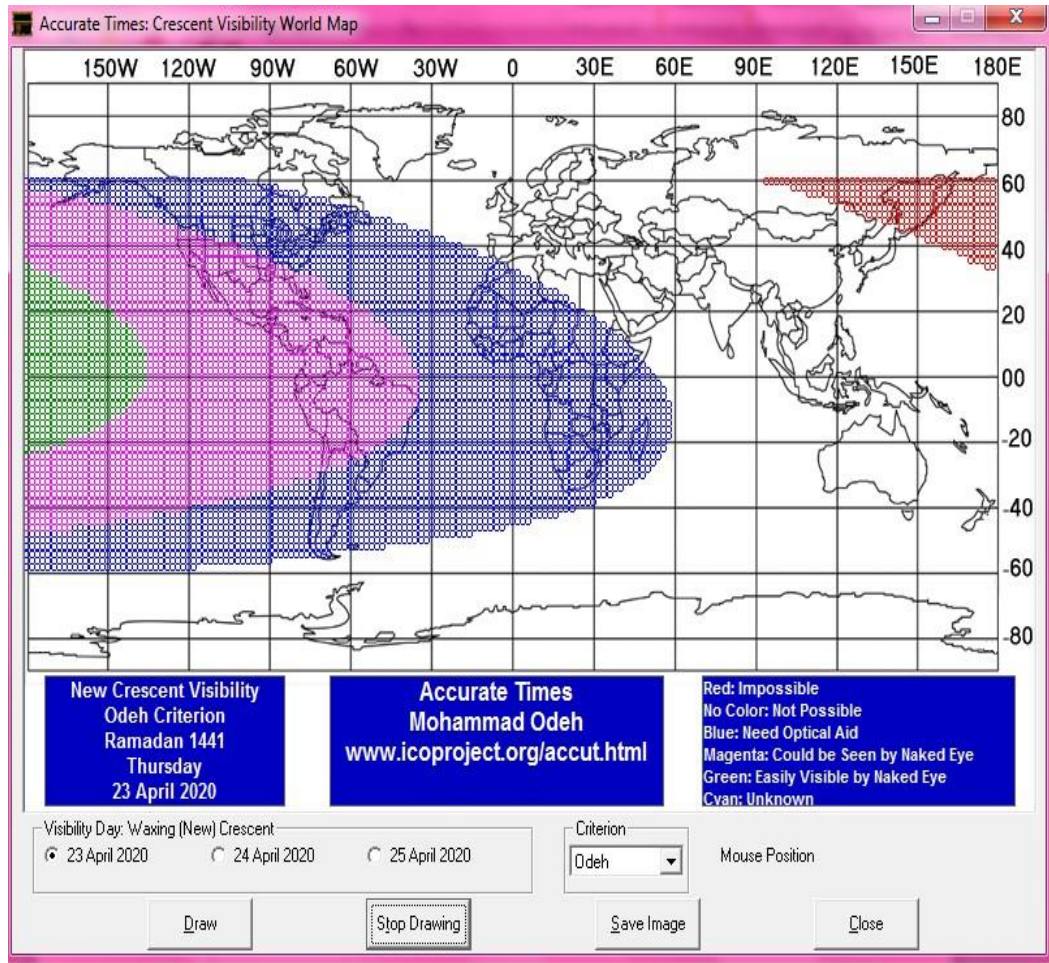
(Gambar 4.18 Location)

Namun apabila sebelumnya telah terdapat nama lokasi atau daerah dalam daftar kota dengan nilai lintang dan bujur yang sesuai maka sebaiknya tidak perlu *mensetting* pada menu *location* ini. melainkan, langsung dengan memilih nama lokasi yang tertera dan *kill add* kemudian *ok*.

- 2) Selanjutnya masuk ke bagian *crescent visibility* dan akan muncul tampilan baru yaitu *approximate conjunction date* kemudian pilih *hijric date* setelah itu tentukan *month* dan *year* lalu klik *preview* lalu *calculate*.

(Gambar 4.19 *Crescent Visibility*)

Selain itu, untuk menu *crescent visibility* terdapat pilihan *Crescent visibility map* yang berfungsi untuk menggambarkan daerah mana saja yang mampu melihat hilal, Setelah mengklik pilihan *draw* maka secara otomatis peta yang tertera pada layar komputer akan menggambarkan warna-warna, untuk warna merah menandakan tidak mungkin atau bisa dikatakan mustahil untuk melihat hilal, untuk warna biru menandakan mampu melihat hilal dengan menggunakan alat optic, untuk warna magenta menandakan bahwa memungkinkan dilihat dengan mata telanjang, sementara itu untuk warna hijau menandakan sangat mudah untuk melihat hilal dengan mata telanjang, sementara yang tidak berwarna menandakan bahwa hilal tidak memungkinkan untuk dilihat.



(Gambar 4.20 Crescent Visibility Map)

Untuk mengetahui data-data yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan aplikasi *accurate times*, setelah menekan pilihan *calculate* maka secara otomatis akan tertera pada *note* di komputer.

```

visib.out - Notepad
File Edit Format View Help

Settings:-
Calculations for Ramadan 1441 AH Waxing Crescent (New, Evening).
Crescent Visibility on: Thursday 23/04/2020 CE
Calculations are Done at Sunset Time at: 17:49 LT
Calculations are Geocentric.
INDONESIA DKI Jakarta , Long: 106:49:00,0, Lat: -06:10:00,0, Ele:20,0, Zone:7,00
Summer time is: off
Height above mean sea-level affects rise and set events.
Refraction Settings: Temperature: 10 °C Pressure: 1010 mb
Delta T: 71,77 Second(s)
=====

G. Conjunction Time: 23/04/2020 CE, 09:26 LT
Julian Date at Time of Calculations: 2458962,95102

Sunset: 17:49 LT                G. Moon Age: +08H 24M
Moonset: 18:08 LT              Moon Lag Time: +00H 18M

G. Moon Right Ascension: +02H 26M 17S  G. Moon Declination: +10°:12':22"
G. Sun Right Ascension: +02H 06M 01S   G. Sun Declination: +12°:45':49"

G. Moon Longitude: +37°:35':31"        G. Moon Latitude: -04°:03':08"
G. Sun Longitude: +33°:44':37"         G. Sun Latitude: -00°:00':00"

G. Moon Altitude: +04°:14':16"         G. Moon Azimuth: +280°:45':40"
G. Sun Altitude: -00°:59':24"          G. Sun Azimuth: +282°:43':54"

G. Relative Altitude: +05°:13':40"     G. Elongation: +05°:35':11"
G. Relative Azimuth: -01°:58':13"      G. Phase Angle: +174°:23':55"

G. Crescent width: +00°:00':04"        G. Moon Semi-Diameter: +00°:14':47"
G. Illumination: 00,24 %               G. Horizontal Parallax: +00°:54':17"

G. Magnitude: -04,50                  G. Distance: 403960,13 Km

According to Odeh Criteria, using the following values at Best Time:
* Moon-Sun Topocentric Relative Altitude =+04°:21':57" (04,4°)
* Topocentric Crescent width = +00°:00':03" (0,05')
* q = -2,47

* The Crescent Visibility is: Not Visible Even with Optical Aid.
=====

Remarks:-

Date format: dd/mm/yyyy.
The Prefix 'G.' means Geocentric, and 'T.' means Topocentric.
For New Crescent: Moon Lag Time = Moonset - Sunset.
For Old Crescent: Moon Lag Time = Sunrise - Moonrise.
For New Crescent: Best Time = Sunset + 4/9 (Moon Lag Time).
For Old Crescent: Best Time = Sunrise - 4/9 (Moon Lag Time).

```

(Gambar 4.21 Note)

Simpulan

Berdasarkan kedua metode diatas dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh dengan menggunakan dua metode, yakni metode manual berdasarkan *ephemeris* dan metode dengan aplikasi berbasis algoritma yakni *accurate times* memiliki perbedaan dalam hal data yang disajikan ataupun diperoleh. Dengan menggunakan metode perhitungan manual, akan diperoleh data Deklinasi matahari dan bulan, sudut waktu pada saat matahari terbenam dan bulan, sudut matahari dan bulan, nilai kulminasi matahari, tinggi nyata hilal, koreksi-koreksi seperti parallax, kerendahan ufuk, semi diameter dan tinggi lihat hilal atau refraksi, kemudian nilai azimuth matahari dan bulan, posisi hilal, lama hilal diatas ufuk, dan waktu terbenamnya hilal.

Sedangkan jika menggunakan metode perhitungan dengan aplikasi akan dihasilkan data hilal berupa *ijtima'*, *sunset*, *moonset*, *right ascension* bulan dan matahari, longitude bulan dan matahari, *altitude* bulan dan matahari, deklinasi bulan dan matahari, *latitude* bulan dan matahari, azimuth bulan dan matahari, *elongation*, *phase angel*, *crescent width*, *illumination*, *relative altitude*, *relative azimuth*, *magnitude*, *semi diameter* bulan, *horizontal parallax*, dan *distance*. perbedaan data keduanya dapat dilihat pada tabel berikut:

(Tabel 4.1 Data Astronomis Kota Jakarta)

No.	Data Astronomis/ Data Hilal	Metode Perhitungan Manual	Metode Aplikasi Berbasis Algoritma
1.	Lintang tempat	-6° 10'	-06°10'
2.	Bujur tempat	106° 49'	106°49'
3.	Bujur daerah	105° WIB	7.00
4.	Deklinasi matahari	12° 44' 18"	12°45'49"
5.	Equation of time	0° 1' 45"	
6.	Ascension rekta matahari	31°30'12,16"	02 ^j 06 ^m 01 ^s
7.	Ascension rekta bulan	36°33'30,45"	02 ^j 26 ^m 17 ^s
8.	Deklinasi bulan	10°12'7,48"	10°12'22"
9.	Tinggi nyata hilal	4°12'45"	05°13'40"

10.	Parallax	0°54'7,2"	00°54'17"
11.	Semi diameter	3°33'25,02"	00°14'47"
12.	Refraksi/ tinggi lihat	3°52'13,02"	
13.	Azimuth matahari	77°17'42,29"	282°43'54"
14.	Azimuth bulan	79°14'45,73"	280°45'40"
15.	Posisi hilal	1°57'3,44"	
16.	Lama hilal diatas ufuk	0j 15 ^m	
17.	Hilal terbenam	18°4'59,03"	
18.	Distance		403960,13 km
19.	Magnitude		-04,50
20.	Relative azimuth		-01°58'13"
21.	Crescent width		00°00'04"
22.	Illumination		00,24 %
23.	Phase angel		174°23'55"
24.	Elongation		05°35'11"

dapat disimpulkan bahwa data yang disajikan dengan menggunakan kedua metode terdapat perbedaan, yakni sebagai berikut:

1. Nilai deklinasi matahari dan bulan berbeda sekian detik, dikarenakan perbedaan data ketinggian yang digunakan. Pada perhitungan secara manual, menggunakan ketinggian 1° sedangkan pada perhitungan *accurate times* menggunakan ketinggian 50 busur derajat.
2. *Ascensio rekta* matahari dan bulan memiliki perbedaan yang cukup signifikan, dikarenakan perbedaan satuan yang digunakan. Pada perhitungan manual, digunakan satuan derajat sedangkan perhitungan *accurate times* menggunakan satuan waktu atau jam.
3. Tinggi nyata hilal terdapat perbedaan sebesar satu derajat, hal demikian disebabkan oleh tingkat keakuratan dari kedua metode yang digunakan.
4. *Parallax* dan semi diameter juga terdapat perbedaan data astronomis yang signifikan, dikarenakan pada perhitungan manual menggunakan rumus $hp \times \cos h$, dimana nilai *horizontal parallax* yang diambil dari data ephemeris dikalikan dengan nilai tinggi hakiki hilal. Sedangkan dalam

perhitungan *accurate times*, data untuk nilai *parallax* langsung diambil dari data ephemeris yang disediakan.

5. Azimut matahari dan azimut bulan memiliki nilai yang berbeda, dikarenakan sudut pandang dari kedua metode yang digunakan berbeda. Pada perhitungan manual, nilai azimut matahari di hitung dari utara ke barat sedangkan perhitungan *accurate times* di hitung dari utara ke timur.

Daftar Pustaka

- Alimuddin. *Ilmu Falak II*. Cet I; Makassar: Alauddin University Pers, 2014.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2012.
- Anwar, Syamsul, dkk *Hisab Awal Bulan Qamariyah Tinjauan Syar’I Tentang Penetapan Awal Ramadan, Syawal dan Zulhijjah*. Ed. III; Yogyakarta; Suara Muhammadiyah, 2012.
- Amir, Rahma. "Metodologi Perumusan Awal Bulan Kamariyah Di Indonesia." *Elfalaky* vol. 1. no. 1 (2017).
- Dewi, Verlina Pelita. "Studi Analisis Akurasi Software Accurate Times dalam Penentuan Awal Waktu Salat di Surabaya", *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya, 2019).
- Direktorat Jendral Bimas Islam, *Almanac Hisab Rukyat*. Jakarta: KEMENAG, 2010.
- HL, Rahmatiah. *HILAL: Penanggalan Awal Bulan Kamariyah*. Cet. I; Watampone: Syahadah, 2017.
- Kementerian Agama RI. *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*. Jakarta, 2019.
- Khazin, Muhyiddin. *Kamus Ilmu Falak*. Cet. I; Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- Laila, Nurul. "Algoritma Astronomi Modern Dalam Penentuan Awal Bulan *Qamariyah* (Pemanfaatan Komputerisasi Program Hisab dan Sistem Rukyat Online)". *Jurisdictie*, 2011.
- Marpaung, Watni. *Pengantar Ilmu Falak*. Cet. I; Jakarta: Prenamedia Group, 2015.
- Machzumy, Machzumy, and Muh Rasywan Syarif. "Gender dan Legitimasi Penentuan Awal Bulan Kamariah." *Elfalaky*, vol.4 no.1 (2020).
- Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak: Dari Sejarah Keteori dan Aplikasi*. Cet. I;

Depok: Rajawali Pers, 2017

- Saputra, Sadri. "Diskursus Rukyat: Metode Mengilmiahkan Kebenaran Hisab Awal Bulan Qamariyah". *Elfalaky Jurnal Ilmu Falak*, vol. 4 no. 1 (2020).
- Syarif, Muh Rasywan. "Diskursus Perkembangan Formulasi Kalender Hijriah." *Elfalaky* vol. 2 no. 1,(2018).
- Syarif, Muh Rasywan. "Ikhtiar Akademik Mohammad Ilyas Menuju Unifikasi Kalender Islam Internasional." *elfalaky* vol. 1 no. 1 (2017).
- Syarif, Muh Rasywan. "Konsolidasi Metodologis Kalender Islam Internasional." *Jurnal Bimas Islam* vol.10 no.3 (2017)