



Akurasi Perhitungan Gerhana Matahari dengan Data Ephemeris Hisab Rukyat

Alfan Maghfuri

Kementerian Agama, Kabupaten Nganjuk

maghfuralfan@gmail.com

Abstract: Some editions of the book Ephemeris Hisab Rukyat published by Ministry of Religious Affairs of the Republic of Indonesia do not use solar eclipse predictions resulting from calculations using these data. This book actually takes data on solar eclipses from NASA. In fact, if observed from the books referred to by the book Ephemeris Hisab Rukyat, there is a way to use the Ephemeris Hisab Rukyat data to produce a prediction of a solar eclipse. This is what raises doubts about the accuracy of solar eclipse predictions resulting from calculations with the Ephemeris Hisab Rukyat data. This paper aims to determine the accuracy of solar eclipse predictions produced using Ephemeris Hisab Rukyat data. From several comparisons, it appears that the prediction of a solar eclipse resulting from calculations using Ephemeris Hisab Rukyat data has a large enough difference with the reality of the eclipse as well as with predictions from NASA.

Keywords: Solar Eclipse, Ephemeris Hisab Rukyat, Accuracy

Abstrak: Beberapa edisi buku Ephemeris Hisab Rukyat yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI tidak menggunakan prediksi gerhana Matahari yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan data tersebut. Buku ini justru mengambil data-data gerhana Matahari dari NASA. Padahal jika diamati dari buku-buku yang dirujuk oleh buku Ephemeris Hisab Rukyat ini, terdapat cara pemanfaatan data Ephemeris Hisab Rukyat untuk menghasilkan prediksi gerhana Matahari. Hal inilah yang memunculkan keraguan terhadap keakuratan prediksi gerhana Matahari yang dihasilkan dari perhitungan dengan data Ephemeris Hisab Rukyat tersebut. Makalah ini bertujuan untuk mengetahui akurasi dari prediksi gerhana Matahari yang dihasilkan menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat. Dari beberapa perbandingan yang dilakukan, terlihat bahwa prediksi gerhana Matahari yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat mempunyai selisih yang cukup besar dengan realitas terjadinya gerhana maupun dengan prediksi dari NASA.

Kata kunci: Gerhana Matahari, Ephemeris Hisab Rukyat, Akurasi

A. Pendahuluan

Ephemeris Hisab Rukyat, atau lebih singkat disebut Ephemeris, adalah seperangkat data-data astronomi yang disusun oleh Kementerian Agama RI untuk dijadikan refrensi dalam masalah hisab dan rukyat.¹ Data Ephemeris ini secara umum terbagi menjadi dua, yaitu data Matahari dan Bulan. Kedua data tersebut biasa dimanfaatkan untuk

¹ Secara khusus Kementerian Agama mempunyai wewenang dalam masalah hisab rukyat. Lihat Peraturan Menteri Agama no. 10 tahun 2010.

perhitungan arah kiblat, waktu salat, awal bulan Kamariah maupun perhitungan gerhana oleh ormas-ormas Islam, lembaga-lembaga falak maupun para pemerhati hisab rukyat. Untuk melihat data-data Matahari dan Bulan dari Ephemeris ini, bisa melalui aplikasi yang bernama Winhisab², selain itu data Ephemeris ini juga bisa didapatkan dari buku yang berjudul Ephemeris Hisab Rukyat yang diterbitkan setiap tahun oleh Kementerian Agama RI.

Buku Ephemeris Hisab Rukyat yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI ini memuat data-data Matahari dan Bulan selama satu tahun. Selain itu, dalam buku ini juga dilengkapi penjelasan dari data-data tersebut beserta contoh-contoh perhitungan dengan data Ephemeris Hisab Rukyat ini.³ Contoh perhitungan dalam buku Ephemeris Hisab Rukyat ini diambil dari buku-buku ilmu falak yang disusun oleh para ahli, salah satunya buku Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik karya Muhyiddin Khazin yang selama ini menjadi salah satu buku rujukan dalam perhitungan-perhitungan yang menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat. Namun dari beberapa cetakan buku Ephemeris Hisab Rukyat yang penulis amati, didalamnya tidak terdapat contoh perhitungan gerhana Matahari maupun Bulan dengan menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat ini. Dari beberapa edisi, contoh perhitungan yang didapatkan dari buku tersebut hanya perhitungan waktu salat, awal bulan Kamariah serta arah kiblat menggunakan teodolit saja. Padahal jika dilihat dari buku Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik, Muhyiddin Khazin secara panjang lebar menjelaskan mengenai perhitungan gerhana Matahari dan Bulan menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat ini.⁴

Perhitungan gerhana Matahari dan Bulan dengan menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat sebagaimana yang dijelaskan Muhyiddin Khazin ini juga pernah diterangkan dalam buku Ilmu Falak Praktik yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI.⁵ Namun dalam lampiran buku Ephemeris yang selama ini terbit, perhitungan tersebut belum pernah ditampilkan. Buku Ephemeris ini justru mengambil data gerhana yang bukan berasal dari hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat.

² Winhisab versi 2.0 merupakan program kreasi Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama RI (sekarang Kementerian Agama RI) yang dipelopori oleh Drs. H. Taufik, S.H. Program ini mulai dipublikasikan pada tahun 1996 yang berisi data ephemeris Matahari dan Bulan, awal waktu salat, arah kiblat dan ketinggian hilal. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), 238.

³ Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*, (Jakarta: Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam, 2019), 421.

⁴ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 195.

⁵ Kementerian Agama RI, *Ilmu Falak Praktik*, (Jakarta: Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, 2013), 140

Dari beberapa edisi yang penulis lihat, terdapat data-data gerhana Matahari dan Bulan yang bersumber dari NASA⁶. Penggunaan data gerhana dari NASA yang memang telah teruji keakuratannya inilah yang kemudian memunculkan keraguan mengenai keakuratan dari perhitungan gerhana menggunakan data Ephemeris, yaitu perhitungannya ada, namun tidak digunakan dalam buku Ephemeris Hisab Rukyat.

Makalah ini akan membahas mengenai keakuratan dari hasil hisab gerhana menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat yang selama ini beredar. Sebenarnya terdapat dua perhitungan gerhana, yaitu gerhana Matahari dan Bulan. Namun dalam makalah ini penulis batasi hanya membahas mengenai gerhana Matahari saja. Pembatasan ini dikarenakan sulitnya mengamati perpindahan fase-fase dalam gerhana Bulan, disebabkan yang menutupi Bulan ketika terjadi gerhana ini adalah bayangan dari Bumi, sehingga jika dilihat dari Bumi akan terlihat samar-samar. Berbeda dengan gerhana Matahari yang dapat diamati dengan jelas, yaitu detik-detik saat piringan Matahari tertutupi oleh Bulan ini bisa diamati dengan detail. Sehingga kesalahan prediksi sebesar 1 menit pun akan teramat dengan jelas.

B. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang menggunakan pendekatan matematis.⁷ Dalam penelitian ini disajikan model perhitungan gerhana Matahari dengan data Ephemeris Hisab Rukyat yang selanjutnya dianalisis tingkat keakuratan dari hasil perhitungan tersebut. Untuk melihat keakuratan dari hasil perhitungan gerhana Matahari dengan data Ephemeris Hisab Rukyat ini, penulis membandingkannya dengan prediksi gerhana dari lembaga internasional yang sudah diakui keakurasianya, yaitu NASA⁸. Data dari NASA ini penulis gunakan sebagai acuan untuk gerhana Matahari yang belum terjadi. Sedangkan untuk gerhana Matahari yang sudah terjadi, penulis menggunakan acuan hasil pengamatan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika karena hasil pengamatan tersebut merupakan kejadian nyata dari gerhana Matahari. Uji akurasi

⁶ Salah satu edisi dari buku Ephemeris Hisab Rukyat yang menampilkan gerhana Matahari dan Bulan dari NASA adalah edisi tahun 2020. Lihat Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*, 12

⁷ Penelitian kualitatif ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang suatu masalah. Lihat Imam Gunawan, *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktek*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2013), 85

⁸ NASA merupakan singkatan dari *National Aeronautics and Space Administration*, yaitu lembaga penerbangan dan antariksa Amerika Serikat. Prediksi gerhana NASA untuk ketampakan gerhana lokal dapat dihitung melalui website <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/JSEX/JSEX-AS.html>, diakses pada 9 April 2019

ini penulis lakukan untuk empat jenis gerhana Matahari, yaitu gerhana Matahari total, sebagian, cincin dan hibrid.

Jenis data dalam penelitian ini bersifat *library research* (penelitian kepustakaan). Data primer atau data pokok dalam penelitian ini diperoleh dari buku Ephemeris Hisab Rukyat dan *software* Winhisab versi 2.0 untuk data perhitungannya, sedangkan untuk alur atau algoritma perhitungannya diperoleh dari buku Ilmu Falak Praktik yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI, buku Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik yang ditulis oleh Muhyiddin Khazin dan buku Ilmu Falak Praktis yang ditulis oleh Ahmad Izzudin.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Algoritma Perhitungan Gerhana Matahari dengan Data Ephemeris Hisab Rukyat

Langkah-langkah perhitungan gerhana Matahari sebagaimana yang selama ini beredar adalah sebagai berikut⁹:

- 1) Menghitung kemungkinan terjadinya Gerhana Matahari dengan menggunakan data dalam tabel tahun *majmu‘ah*, *mabsutah* dan tabel bulan. Ketiga data ini dijumlahkan sesuai dengan bulan dan tahun yang akan dicari kemungkinan terjadi gerhananya. Selanjutnya gerhana Matahari mungkin akan terjadi jika hasil dari penjumlahan tersebut berada diantara nilai 00° hingga 20° , 159° hingga 190° dan 348° hingga 360° .
- 2) Melakukan konversi dari kalender Hijriah yang digunakan dalam menghitung kemungkinan terjadi gerhana ke kalender Masehi yang digunakan dalam data Ephemeris Hisab Rukyat.
- 3) Melacak *Fraction Illumination* (FIB) terkecil pada data Bulan dalam Ephemeris Hisab Rukyat sesuai dengan tanggal konversi atau disekitar tanggal konversi tersebut.
- 4) Melihat kepastian terjadinya gerhana Matahari dari nilai *Apparent Latitude* Bulan pada saat *Fraction Illumination* terkecil, apabila nilai mutlak *Apparent Latitude* $> 1^\circ 32' 02''$ maka tidak terjadi gerhana Matahari, apabila nilai mutlak *Apparent Latitude* $< 1^\circ 24' 10''$ maka pasti terjadi gerhana Matahari dan apabila nilai mutlak *Apparent Latitude* antara $1^\circ 32' 02''$ dan $1^\circ 24' 10''$ maka ada kemungkinan terjadi gerhana Matahari.

⁹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori*, 195, lihat juga Kementerian Agama RI, *Ilmu Falak Praktik*, lihat juga, Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktik*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012),

- 5) Menghitung waktu ijtima' pertama¹⁰, dengan langkah sebagai berikut:
- Menghitung *sabaq Matahari*¹¹ (B1), dengan cara mencari selisih antara *Ecliptic Longitude* Matahari (ELM) pada jam FIB terkecil dengan jam sesudahnya.
 - Mengitung *Sabaq Bulan*¹²(B2), dengan cara menghitung selisih antara *Apparent Longitude* Bulan (ALB) pada jam FIB terkecil dengan jam sesudahnya.
 - Menghitung jarak antara Matahari dan Bulan (MB), dengan rumus
MB = ELM - ALB
 - Menghitung *Sabaq Mu 'addal Bulan*¹³ (SB), dengan rumus **SB = B2 - B1**
 - Menghitung titik ijtima' (TI), dengan rumus **TI = MB : SB**
 - Menghitung waktu ijtima' pertama (Ijt1), **Ijt1 = jam FIB + TI**
- 6) Menyiapkan data perhitungan berupa data Semi diameter Bulan (SDB), *Horizontal Parallaks* Bulan (HPB), *Apparent Latitude* Bulan atau lintang ekliptika Bulan (LB), Semi diameter Matahari (SDM), *True Obliquity* Matahari (Obl) dan *Equation of Time* (e).
- 7) Menghitung waktu tengah gerhana, dengan langkah-langkah sebagai berikut:
- Menghitung *Meredian Pass*¹⁵ (MP), dengan rumus **MP = 12 - e**
 - Menghitung waktu ijtima kedua (Ijt2), dengan rumus **Ijt2 = Ijt1 + (λ : 15)**
 - Menghitung jarak ijtima¹⁶ (JI), **JI = [MP - Ijt2] x 15°**
 - Mengitung *Āsyir*¹⁷ pertama (A1), dengan kaidah jika **Ijt2 < MP**, maka **A1 = ELM - JI**, jika **Ijt2 > MP**, maka **A1 = ELM + JI**
 - Mengitung *Mail Āsyir* pertama (MA1), **Sin MA1 = sin A1 x sin Obl**
 - Menghitung *Irtifa 'Āsyir* pertama (IA1), **IA1 = 90 - [MA1 - φ]**
 - Menghitung sudut pembantu (SP),
Sin SP = (sin SB x cos MA1) : (sin HPB x sin IA1)

¹⁰ Posisi Matahari dan Bulan berada pada satu bujur astronomi, lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 32

¹¹ Kecepatan Matahari per-jam, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 197

¹² Kecepatan Bulan per-jam, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 197

¹³ Kecepatan relatif Bulan terhadap Matahari, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 198

¹⁴ Selisih waktu antara waktu FIB dengan waktu ijtima', lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 198

¹⁵ Waktu Matahari tepat berada di lingkaran meredian atau tepat di titik kulminasi atas, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 199

¹⁶ Busur sepanjang lingkaran ekliptika yang diukur dari Matahari ketika ijtima' sampai titik kulminasi atasnya, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 199

¹⁷ Busur sepanjang lingkaran ekliptika yang di ukur dari titik *haml* sampai suatu titik di ekliptika itu sendiri, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 199

- h. Menghitung $Sā'ah Bu'du al-Wasat$ ¹⁸(SBW), $\mathbf{SBW} = \sin JI : \sin SP$
 - i. Menghitung tengah gerhana (tgh) dengan kaidah jika $Ijt2 < MP$, maka $tgh = Ijt2 - SBW$, jika $Ijt2 < MP$, maka $tgh = Ijt2 + SBW$
 - j. Menghitung tengah gerhana dengan waktu daerah (TGH),
 $TGH = tgh + (\lambda D - \lambda) : 15$.
- 8) Menghitung waktu awal dan akhir gerhana Matahari, dengan langkah-lengkah sebagai berikut:
 - a. Menghitung jarak gerhana (JG), $JG = [MP - tgh] \times 15$
 - b. Menghitung *Āsyir* kedua (A2), dengan kaidah jika $tgh < MP$, maka $A2 = ELM - JG$, jika $tgh > MP$, maka $A2 = ELM + JG$
 - c. Menghitung *Mail Mail Āsyir* kedua (MA2), $\text{Sin MA2} = \sin A2 \times \sin Obl$
 - d. Menghitung *Irtifa' Āsyir* kedua (IA2), $IA2 = 90 - [MA2 - \phi]$
 - e. Menghitung *Ārdu Iqlīm al-Rukyah*¹⁹ (AIR), $AIR = 90 - IA2$

Ārdu Iqlīm al-Rukyah bisa bernilai negatif atau positif, penentuannya dilakukan dengan kaidah sebagai berikut:

 1. Jika $MA2 < 0$ dan $\phi > 0$, maka *Ārdu Iqlīm al-Rukyah* bernilai positif
 2. Jika $MA2 > 0$ dan $\phi < 0$ maka *Ārdu Iqlīm al-Rukyah* bernilai negatif
 3. Jika $MA2 > 0$ dan $\phi > 0$ maka
 - a) Jika $[MA2] > [\phi]$, maka *Ārdu Iqlīm al-Rukyah* bernilai negatif
 - b) Jika $[MA2] < [\phi]$, maka *Ārdu Iqlīm al-Rukyah* bernilai positif
 4. Jika $MA2 < 0$ dan $\phi < 0$ maka
 - a) Jika $[MA2] > [\phi]$, maka *Ārdu Iqlīm al-Rukyah* bernilai positif
 - b) Jika $[MA2] < [\phi]$, maka *Ārdu Iqlīm al-Rukyah* bernilai negatif
- f. Menghitung *Ikhtilāf al-Ard*²⁰ (IkA), $\text{Sin IkA} = [\cos IA2 \times \sin 0^\circ 51' 22"]$
 Jika AIR > 0, maka *Ikhtilāf al-Ard* bernilai negatif sedangkan Jika AIR < 0, maka *Ikhtilāf al-Ard* bernilai positif.
- g. Menghitung *Ārdu al-Qamar al-Mar'i* (LB'), $LB' = [LB + IkA]$
 Jika LB > 0, maka *Ārdu al-Qamar al-Mar'i* bernilai positif, sedangkan jika LB < 0, maka *Ārdu al-Qamar al-Mar'i* bernilai negatif. Dengan mengacu pada nilai *Ārdu al-Qamar al-Mar'i* ini dapat ditentukan tipe-tipe gerhana

¹⁸ Waktu yang diperlukan untuk mengoreksi waktu ijtima' agar ditemukan waktu tengah gerhana, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 200

¹⁹ Jarak busur sepanjang lingkaran meredian dihitung dari zenit sampai titik proyeksi posisi *Āsyir* pada lingkaran meredian, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 201

²⁰ Gerak Bulan karena ketidakakuratan semu dan ketidakakuratan nyata gerak Bulan, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 201

dengan melihat nilai Semidiameter Matahari dan Semidiameter Bulan menggunakan kaidah sebagai berikut:

1. Jika $LB' < (SDM + SDB)$, maka:
 - a) Jika $SDB < (SDM + LB')$, maka terjadi gerhana sebagian
 - b) Jika $SDB > (SDM + LB')$, maka terjadi gerhana total
 - c) Jika $SDM < (SDB + LB')$, maka terjadi gerhana cincin
 2. Jika $LB' = 0$ dan $SDM = SDB$, maka terjadi gerhana total beberapa detik saja.
 - h. Menghitung *al-Jam'u* (J), $J = [SDB + SDM + |LB'|]$
 - i. Menghitung *al-Bāqī* (B), $B = [SDB + SDM - |LB'|]$
 - j. Menghitung *Daqāiq al-Kusūf* (DK), $DK = \sqrt{(J \times B)}$
 - k. Menghitung *Sabaq al-Mu'addal* (SM), $SM = SB - 0^\circ 11' 48''$
 - l. Menghitung *Sa'ah al-Suqūt*²¹ (SS), $SS = DK : SM$
 - m. Menghitung awal dan akhir gerhana,
- 9) Menghitung Lebar Gerhana²² (LG), $LG = ((B : (SDM \times 2)) \times 100$
- 10) Menghitung nilai lebar gerhana dalam satuan *usbu'*²³ (LG'), $LG' = LG \times 12$
- 11) Menghitung waktu mulai total dan akhir total, dengan langkah:
 - a. Menghitung *Sa'ah al-Mukši* (SMk) $SMk = [12 - LG'] : 15$
 - b. Menghitung awal dan akhir fase total

Awal total = TGH - SMk

Akhir total = TGH + SMk

2. Uji Akurasi untuk Gerhana Total

Gerhana Matahari total terjadi ketika Bumi-Bulan-Matahari berada pada satu garis lurus dan posisi Bulan dengan Bumi berada pada jarak yang dekat (perigee, bahasa Yunani *Peri*: Dekat dan *Go*: Bumi)²⁴. Walaupun ukuran Bulan sebenarnya lebih kecil daripada Matahari, namun karena jarak Bulan ke Bumi dengan jarak rata-rata 384.400 km ini

²¹ Tenggang waktu antara waktu mulai gerhana atau waktu selesai gerhana dengan waktu tengah gerhana, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 203

²² Ukuran lebar piringan Matahari yang terhalangi oleh Bulan ketika terjadi gerhana, lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 203

²³ Kata *usbu'* banyak diterjemahkan dengan jari, padahal *usbu'* sebenarnya merupakan rangkaian bilangan dengan huruf *jumali*, yaitu alif = 1, sad = 90, ba = 2, ain = 70, sehingga kata *usbu'* sama dengan $1 + 90 + 2 + 70 = 163''$ atau $00^\circ 02' 43''$. lihat Khazin, *Ilmu Falak dalam*, 140

²⁴ Bayong Tjasyono, *Ilmu Kebumian dan Antariksa*, (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2013), 34.

lebih dekat daripada jarak Bumi dengan Matahari yang mempunyai jarak rata-rata 149.680.000 km²⁵, maka Bulan bisa sepenuhnya menutupi piringan Matahari.

Uji akurasi untuk gerhana matahari total ini penulis gunakan gerhana Matahari yang terjadi pada tanggal 9 Maret 2016. Salah satu lokasi yang dilewati oleh gerhana total ini adalah kota Ternate. Di kota tersebut, BMKG melakukan pengamatan gerhana Matahari melalui Stasiun Geofisika Ternate²⁶. Dari pengamatan yang dilakukan oleh BMKG melalui stasiun Geofisikanya, gerhana Matahari mulai terjadi pada pukul 08:36:03.9 WIT dan gerhana berakhir pada 11:20:50.3 WIT. Sementara fase total di mulai pada 09:51:41.6 WIT dan berakhir pada 09:54:17.9 WIT. Adapun untuk tengah gerhana terjadi pada pukul 09:52:59.8 WIT.²⁷

Ketika gerhana Matahari total ini dihitung dengan data Ephemeris Hisab Rukyat menggunakan algoritma diatas dengan lokasi yang sama, menghasilkan waktu gerhana Matahari yang mulai terjadi pukul 08:45:19 WIT dan berakhir pukul 11:35:53 WIT, untuk fase total dimulai pukul 10:10:17 WIT dan berakhir pukul 10:10:56 WIT dan tengah gerhananya terjadi pukul 10:10:36 WIT. Jika dibandingkan antara hasil pengamatan BMKG dengan hasil perhitungan dengan data Ephemeris Hisab Rukyat, maka akan memunculkan selisih yang cukup besar, yaitu antara 9 menit hingga 18 menit dengan rata-rata 15 menit.

Tabel 1. Perbandingan hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris dengan hasil pengamatan BMKG pada titik koordinat 0° 46'19.07" LU dan 127° 22' 00.13" BT.

Sumber	Mulai gerhana	Mulai total	Tengah gerhana	Selesai total	Selesai gerhana
Ephemeris	08:45:19.3	10:10:16.7	10:10:36.1	10:10:55.5	11:35:52.9
BMKG	08:36:03.9	09:51:41.6	09:52:59.8	09:54:17.9	11:20:50.3
selisih	00:09:15.4	00:18:35.1	00:17:36.3	00:16:37.6	00:15:02.6

²⁵ Alimuddin, "Gerhana Matahari Perspektif Astronomi", *al-Daulah*, 3 (2014), 73.

²⁶ Menurut Software Google Earth, Stasiun Geofisika BMKG Ternate terletak pada koordinat 0° 46'19.07" LU dan 127° 22' 00.13" BT.

²⁷ BMKG Konten Multimedia, *Pengamatan Gerhana Matahari Total di Ternate*, http://media.bmkg.go.id/gmt.bmkg?s=gmt_ternate, diakses pada 3 Mei 2019.

3. Uji Akurasi untuk Gerhana Sebagian

Fase total pada gerhana Matahari tanggal 9 Maret 2016 hanya bisa dilihat pada lokasi tertentu saja. Daerah lain yang tidak dapat melihat gerhana Matahari total ini hanya bisa melihat gerhana sebagian. Pada daerah tersebut, Bulan hanya menutupi sebagian dari piringan Matahari sehingga masih terdapat bagian dari piringan Matahari yang tidak tertutupi.²⁸ Pada gerhana Matahari sebagian hanya terjadi dua kali kontak, yaitu ketika piringan Bulan mulai menyentuh piringan Matahari (waktu mulai gerhana), dan ketika piringan Bulan sudah keluar lagi dari piringan Matahari (waktu gerhana sebagian berakhir).

Salah satu lokasi yang tidak bisa melihat fase total pada gerhana Matahari 9 Maret 2016 ini salah satunya adalah Jakarta. Di kota ini terdapat kantor BMKG yang pengamatan waktu-waktu gerhana sebagian tersebut. Dari hasil pengamatan kantor BMKG ini tampak bahwa gerhana mulai pada pukul mulai pukul 06:19:51.5 WIB dan berakhir pada pukul 08:31:42.1 WIB, untuk tengah gerhananya terjadi pukul 07:21:31.9 WIB.²⁹

Ketika gerhana Matahari sebagian yang berlokasi di kantor BMKG Jakarta ini dihitung dengan data Ephemeris Hisab Rukyat, menghasilkan prediksi gerhana Matahari yang mulai terjadi pukul 06:12:39.4 WIB dan berakhir pukul 09:03:08.2 WIB, dan tengah gerhananya terjadi pukul 07:37:53.8 WIB. Jika hasil pengamatan BMKG dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat, maka akan memunculkan selisih selisih antara 7 menit hingga yang paling tinggi adalah sebesar 31 menit dengan rata-rata 18 menit.

Tabel 2. Perbandingan hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris dengan hasil pengamatan BMKG pada titik koordinat $6^{\circ} 09'21.60''$ LS dan $106^{\circ} 50' 30.13''$ BT.

Sistem Hisab	Mulai gerhana	Tengah gerhana	Selesai gerhana
Ephemeris	06:12:39.4	07:37:53.8	09:03:08.2
BMKG	06:19:51.5	07:21:31.9	08:31:42.1
selisih	00:07:12.1	00:16:21.9	00:31:26.1

²⁸ Alimuddin, “Gerhana Perspektif Astronomi”, *al-Daulah*, 3, (2014), 73

²⁹ BMKG Konten Multimedia, *Pengamatan Gerhana Matahari Total di Ternate*, http://media.bmkg.go.id/gmt.bmkg?s=gmt_jakarta, diakses pada 30 September 2019.

4. Uji Akurasi untuk Gerhana Cincin

Gerhana Matahari cincin terjadi saat lingkaran Bulan berada di dalam lingkaran Matahari. Jarak yang jauh antara Bulan dengan Bumi ini menyebabkan diameter Bulan terlihat lebih kecil dari pada diameter Matahari, sehingga ada bagian tepi piringan Matahari seperti sabit yang berbentuk cincin yang masih terlihat di Bumi.³⁰

Gerhana Matahari cincin baru-baru ini terjadi di wilayah Indonesia pada tanggal 26 Desember 2019. Salah satu daerah yang dilintasi gerhana cincin ini adalah Kepulauan Riau. Untuk menguji keakuratan gerhana Matahari cincin ini digunakan prediksi gerhana dari NASA sebagai acuan dengan titik koordinat $0^{\circ} 59'51.23''$ LU dan $104^{\circ} 30' 43.60''$ BT³¹. Prediksi NASA pada titik koordinat tersebut menunjukkan bahwa gerhana Matahari mulai terjadi pada pukul 10:29:10 WIB dan berakhir pukul 14:20:13 WIB. Fase cincin mulai terjadi pukul 12:24:30 WIB dan berakhir pukul 12:27:56, sedangkan untuk puncak gerhananya terjadi pukul 12:26:13 WIB.³²

Prediksi yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat menghasilkan prediksi gerhana Matahari yang mulai terjadi pukul 10:40:47 WIB dan berakhir pukul 14:05:15 WIB, fase cincin dimulai pukul 12:18:23 WIB dan berakhir pukul 12:27:40 WIB dan tengah gerhananya terjadi pukul 12:23:01 WIB. Jika dibandingkan antara kedua data tersebut ditemukan adanya selisih antara 16 detik hingga yang paling tinggi sebesar 15 menit dengan rata-rata 7 menit.

Tabel 3. Perbandingan hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris dengan prediksi NASA pada titik koordinat $0^{\circ} 59'51.23''$ LU dan $104^{\circ} 30' 43.60''$ BT.

Sistem Hisab	Mulai gerhana	Mulai cincin	Tengah gerhana	Selesai cincin	Selesai gerhana
Ephemeris	10:40:47	12:18:23	12:23:01	12:27:40	14:05:15
NASA	10:29:10	12:24:30	12:26:13	12:27:56	14:20:13
selisih	00:11:37	00:06:07	00:03:12	00:00:16	00:14:58

³⁰ Muhammad Jayusman, “Fenomena Gerhana dalam Wacana Hukum Islam dan Astronomi”, *AL-‘ADALAH*, 2, (Juli 2011), 239

³¹ Menurut Software Google Earth, Pondok Pesantren Madani Bintan terletak pada koordinat $0^{\circ} 59'51.23''$ LU dan $104^{\circ} 30' 43.60''$ BT.

³² National Aeronautics and Space Administration, *Javascript Solar Eclipse Explorer*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/JSEX/JSEX-AS.html>, diakses pada 30 September 2019

5. Uji Akurasi untuk Gerhana Hibrid

Gerhana Hibrid merupakan jenis gerhana yang jarang terjadi. Pada saat terjadinya gerhana ini, sebagian wilayah mengalami fase total, sedangkan sebagian lainnya mengalami fase cincin.³³ Untuk wilayah Indonesia, akan terjadi gerhana hibrid pada tanggal 20 April 2023. Daerah yang dilewati jalur gerhana ini adalah Indonesia bagian timur. Untuk uji akurasi ini penulis menggunakan lokasi di masjid Agung Baiturrahman Biak yang terletak pada koordinat $1^{\circ} 11' 08.47''$ LS dan $136^{\circ} 05' 14.23''$ BT.³⁴ Prediksi yang dihasilkan oleh NASA untuk koordinat tersebut menunjukkan bahwa gerhana terjadi mulai pukul 12:20:44 WIB dan berakhir pada pukul 15:26:13 WIB, fase cincinnya dimulai pada pukul 13:56:40 WIB dan berakhir pada pukul 13:57:41 WIB. Adapun untuk tengah gerhananya terjadi pukul 13:57:10 WIB.³⁵ Sementara hasil perhitungan dengan data Ephemeris Hisab Rukyat didapatkan awal gerhana terjadi pada pukul 12:18:35 WIB dan akhir gerhana pukul 15:26:25 WIB. Fase cincin mulai pukul 13:45:51 dan berakhir pukul 13:59:10 dan tengah gerhana terjadi pukul 13:52:30 WIB. Jika kedua data tersebut dibandingkan maka akan muncul selisih antara 12 detik hingga 10 menit 49 detik dengan rata-rata 3 menit 52 detik.

.Tabel 4. Perbandingan hasil perhitungan menggunakan data Ephemeris dengan prediksi NASA pada titik koordinat $1^{\circ} 11' 08.47''$ LS dan $136^{\circ} 05' 14.23''$ BT.

Sistem Hisab	Mulai gerhana	Mulai cincin	Tengah gerhana	Selesai cincin	Selesai gerhana
Ephemeris	12:18:35	13:45:51	13:52:30	13:59:10	15:26:25
NASA	12:20:44	13:56:40	13:57:10	13:57:41	15:26:13
selisih	00:02:09	00:10:49	00:04:40	00:01:29	00:00:12

³³ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta: Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012), 127

³⁴ Menurut Software Google Earth, Masjid Agung Baiturrahman Biak terletak pada koordinat $1^{\circ} 11' 08.47''$ LS dan $136^{\circ} 05' 14.23''$ BT.

³⁵ National Aeronautics and Space Administration, *Javascript Solar Eclipse Explorer*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/JSEX/JSEX-AS.html>, diakses pada 30 September 2019.

D. Kesimpulan

Perbandingan antara hasil perhitungan gerhana Matahari menggunakan data Ephemeris Hisab Rukyat dan prediksi dari NASA diatas menunjukan bahwa antara keduanya terpaut selisih yang bisa dibilang cukup besar. Selisih rata-rata terbesar ada pada gerhana total yang terjadi pada 9 Maret 2016 mencapai 15 menit. Sementara jika dilihat dari fase-fase terjadinya gerhana, pada fase selesainya gerhana sebagian yang terjadi pada 9 Maret 2016 menghasilkan selisih hingga 31 menit. Tentunya selisih sebesar ini akan mengakibatkan gerhana Matahari yang terjadi sudah berubah ke fase selanjutnya dari apa yang ditunjukan oleh prediksi dari Ephemeris Hisab Rukyat.

Daftar Pustaka

- Alimuddin, “Gerhana Matahari Perspektif Astronomi”, *al-Daulah*, 3, 2014
- Anugraha, Rinto, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2012
- Azhari, Susiknan, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012
- BMKG Konten Multimedia, *Pengamatan Gerhana Matahari Total di Jakarta*, http://media.bmkg.go.id/gmt.bmkg?s=gmt_jakarta, diakses pada 30 September 2019.
- BMKG Konten Multimedia, *Pengamatan Gerhana Matahari Total di Ternate*, http://media.bmkg.go.id/gmt.bmkg?s=gmt_ternate, diakses pada 3 Mei 2019
- Gunawan, Imam, *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktek*, Jakarta: Bumi Aksara, 2013
- Izzuddin, Ahmad, *Ilmu Falak Praktik*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012
- Jayusman, Muhammad, “Fenomena Gerhana dalam Wacana Hukum Islam dan Astronomi”, *AL-'ADALAH*, 2, Juli 2011
- Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat 2020*, Jakarta:, Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam, 2019
- , *Ilmu Falak Praktik*, Jakarta: Direktorat Jendral Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, 2013
- Khazin, Muhyiddin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004
- , *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004
- National Aeronautics and Space Administration, *Javascript Solar Eclipse Explorer*, <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/JSEX/JSEX-AS.html>, diakses pada 30 September 2019
- Peraturan Menteri Agama no. 10 tahun 2010
- Software Google Earth
- Tjasyono, Bayong, *Ilmu Kebumian dan Antariksa*, Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2013

