

AKURASI PERHITUNGAN *FULL MOON* DENGAN ALGORITMA JEAN MEEUS TERHADAP *EPHEMERIS* DALAM SISTEM PENANGGALAN KAMARIAH

Oleh, Halpi Anti, Muh. Rasywan Syarif, Faisal Akib

Fakultas Syariah dan Hukum Prodi Ilmu Falak

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Email: halpianti1211@gmail.com

Abstrak

Penanggalan kamariah terdapat tiga hari-hari putih yaitu pada hari-hari yang malamnya bulan terlihat terang tertanggal 13, 14, dan 15 (bulan purnama), namun, untuk membedakan tanggal 14 dan 15 dengan cara *rukyyat* pada suatu bulan sangat sulit karena pada bulan purnama cahaya bulan yang terpantul sama terangnya sehingga dibutuhkan perhitungan hisab kontemporer. Jenis penelitian yang digunakan *library research* dengan pendekatan penelitian secara astronomi dan syar'i. dilengkapi data primer dan data sekunder. Pengolahan dan analisis data melalui proses pengeditan data, transformasi data dan penyajian data. Hasil penelitian yang diperoleh perhitungan *full moon* dengan algoritma Jean Meeus untuk bulan Ramadhan 1444 H, mengkonversi terlebih dahulu waktu UT menjadi JD yang selanjutnya diubah menjadi *JDE*. Mencari T untuk mengetahui M , M' , F , dan Ω . Perbedaan hasil perhitungan dari algoritma Meeus dan *ephemeris* sangat besar berkisar $19^j 11^m 19^d$. Meeus menggunakan rumus panjang sedangkan *ephemeris* menggunakan data bulan-matahari Kemenag RI.

Kata Kunci: Algoritma, *Ephemeris*, Penanggalan Kamariah

Abstract

In the lunar calendar there are three white days, namely on days where the moon looks bright at night on the 13th, 14th and 15th (full moon), however, to distinguish the 14th and 15th by means of a rukyyat in a month is very difficult because in the month full moon reflected moonlight is just as bright so contemporary reckoning is needed. The type of research used is library research with an astronomical and syar'i research approach. equipped with primary data and secondary data. Processing and analysis of data through the process of editing data, transforming data and presenting data. The research results obtained by calculating the full moon with the Jean Meeus algorithm for the month of Ramadan 1444 H, first converting the UT time to JD which is then converted to JDE. Find T to find M, M', F, and Ω . The difference in the calculation results from the Meeus and ephemeris algorithms is very large, around 19h 11m 19d. Meeus uses the long formula while ephemeris uses the RI Ministry of Religion's moon-solar data.

Keywords: Algorithm, *Ephemeris*, Lunar Calendar

A. Pendahuluan

Sistem penanggalan sangat bergantung pada peredaran benda-benda langit seperti matahari, bulan, dan bumi yang telah di atur oleh Allah swt. Manusia mengenal beberapa sistem penanggalan yang digunakan di berbagai komunitas berkaitan dengan kebudayaan atau kepercayaan tertentu. Pada dasarnya Sistem penanggalan mengacu pada fenomena astronomi.¹ Sedangkan dalam perhitungan matematisnya didasarkan pada siklus astronomi tertentu dengan aturan yang berbeda, mengikuti aturan tetap seperti mengikuti daur fase bulan, berdasarkan aturan abstrak yang hanya mengikuti siklus berulang tanpa memiliki makna astronomis yang juga didasarkan pada hukum tertulis atau yang disampaikan melalui lisan.²

Bagian permukaan bulan yang bercahaya selalu menghadap ke matahari terkena sinar dan panas, sementara bulan melakukan perjalanan melewati bintang-bintang yang bertaburan, permukaan bulan yang tidak bercahaya berangsur-angsur menghadap ke arah matahari. Bagian yang bercahaya akan mengarah ke sinar matahari. Hal ini mempermudah mengetahui perubahan fase sebagai pergantian bulan.

Bulan memiliki empat fase di antaranya adalah bulan baru (*new moon*), seperempat pertama (*first quarter*), bulan purnama (*full moon*), dan seperempat akhir (*last quarter*). Bulan purnama (*full moon*) dijadikan sebagai penentu waktu pada pertengahan bulan sekitar tanggal 15 dalam bulan kamariah. Bulan purnama terjadi ketika bumi berada diantara bulan dan matahari, bagian bulan yang menerima sinar matahari hampir terlihat sepenuhnya dari bumi sehingga tampak seperti bulatan penuh. Terbitnya bulan akan bersamaan dengan terbenamnya matahari, berada di tengah langit saat tengah malam dan terbenam saat matahari terbit. Ketika bulan berada tepat segaris dengan bumi dan matahari maka terjadilah gerhana bulan di tempat itu karena bayangan bumi tepat menutupi bulan.

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ خِلْفَةً لِمَنْ أَرَادَ أَنْ يَذَّكَّرَ أَوْ أَرَادَ شُكُورًا -

¹Ensiklopedi Indonesia (Jakarta: Ichtiar Bari-Van Hoeve, 1990), h. 309.

²Muh. Hadi Bashori, *Penanggalan Islam* (Jakarta: Kompas Gramedia, 2013), h. 1-2.

Terjemahnya:

Dan Dia (pula) yang menjadikan malam dan siang silih berganti bagi orang yang mengambil pelajaran atau yang ingin bersyukur. (QS. Al-Furqan: 62).³

Ayat tersebut menjelaskan bahwa tidak ada belahan bumi yang siang terus menerus tanpa malam, begitu juga sebaliknya tidak ada yang malam terus menerus tanpa siang. Setiap belahan bumi pasti ada siang dan malamnya meskipun hanya sesaat. Pergantian siang dan malam menandakan bahwa bumi tidak diam tetapi berotasi.

Penanggalan menjadi kebutuhan vital dan doktrin bagi penganutnya untuk kehidupan umat manusia. Esensi penanggalan yang menyatu dengan kehidupan manusia dapat dilakukan melalui pendekatan nilai filosofisnya. Aspek ontologi kalender menunjukkan eksistensinya dalam memberikan arti kemajuan ilmu pengetahuan dan peradaban manusia, yang artinya semakin maju peradaban manusia maka akan semakin maju pula sistem penanggalan yang digunakan.⁴ Ada penanggalan yang didasarkan pada peredaran matahari dan ada pula yang didasarkan pada peredaran bulan, yang paling besar pengaruhnya adalah penanggalan yang didasarkan pada peredaran matahari dan bulan.⁵

Kalender Islam adalah murni *lunar calendar* atau lebih dikenal dengan kalender hijriah yang mengikuti siklus fase bulan tanpa ada keterikatan dengan tahun tropis.⁶ Sistem penanggalan kamariah merupakan sistem penanggalan yang berdasarkan pada perjalanan bulan selama mengorbit (revolusi) terhadap bumi. Semua kalender qamariah yang ditetapkan setiap bulannya itu berdasarkan pada siklus atau fase bulan

³Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahan* (Jakarta Timur: CV. El Misykaah, 2015), h. 365.

⁴Muh. Rasywan Syarif dan Naif, "Korelasi Fungsional Kalender Islam Dan Pembayaran Zakat", *Khazanah Keagamaan*, 8. no. 2 (2020), h. 180. https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=goMtFvAAAAAJ&citation_for_view=goMtFvAAAAAJ:UebtZRa9Y70C.

⁵Ali Parman, *Ilmu Falak* (Makassar: Alauddin University Press, 2012), h. 116.

⁶Muh. Rasywan Syarif, "Implementasi Formulasi Kalender Islam Internasional Pasca Mukhtamar Turki 2016", *Ilmu Falak*, 3. no. 1 (2019), h. 95. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/elfalaky/article/view/14133>.

(*Qamar*).⁷ Menurut Alimuddin (salah satu pakar falak di Sulawesi Selatan) mengungkapkan bahwa penanggalan kamariah merupakan suatu sistem penanggalan yang dipakai berdasarkan peredaran bulan mengelilingi bumi dengan nama-nama bulan yang berlaku di kalangan kaum quraisy pada masa kenabian.⁸

Setiap bulan dalam penanggalan kamariah terdapat tiga hari-hari putih yaitu pada hari-hari yang malamnya bulan terlihat terang tertanggal 13, 14, dan 15 (bulan purnama) kecuali di tanggal 13 Dzulhijjah karena itu hari tasyriq yang diharamkan berpuasa pada hari tersebut. Pahala seseorang yang berpuasa pada hari putih tersebut akan dilipatgandakan (satu kebajikan diberi pahala sepuluh kali lipat) tanpa ada mudharat atau aspek negatif. Pada dasarnya, bulan purnama terjadi berkisar pada tanggal 14 atau 15 setiap bulan qamariah. Purnama akan terjadi pada tanggal 14 ketika bulan mempunyai umur 29 hari dan purnama terjadi pada tanggal 15 saat bulan mempunyai umur 30 hari. Namun, untuk membedakan tanggal 14 dan 15 dengan cara *rakyat* (kegiatan melihat, menyangka, menduga, mengobservasi, bulan di lokasi)⁹ pada suatu bulan sangat sulit karena pada bulan purnama (*full moon*), cahaya bulan yang terpantul sama-sama terangnya sehingga dibutuhkan pula perhitungan hisab hakiki kontemporer (*ephemeris*). Metode ini telah menggunakan data-data astronomis yang akurat dengan rumus-rumus dan alat yang memungkinkan hasilnya lebih akurat.¹⁰ Hisab ini didasarkan pada peredaran bulan, bumi, dan matahari yang sebenarnya dan yang digunakan dalam penentuan bulan kamariah.¹¹

⁷Muh. Rasywan Syarif, "Diskursus Perkembangan Formulasi Kalender Hijriah", *Ilmu Falak*, 2. no.1 (2018), h. 49. https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=goMtFvAAAAAJ&citation_for_view=goMtFvAAAAAJ:eQOLeE2rZwMC.

⁸Alimuddin, *Ilmu Falak II (Materi Kajian: Metode Penentuan Bulan Hijriah, Penanggalan, Gerhana Matahari Dan Bulan)* (Makassar: Alauddin University Press, 2014), h. 198.

⁹Muh. Rasywan Syarif dan Machzomy, "Gender Dan Legitimasi Penentuan Awal Bulan Kamariah", *Ilmu Falak*, 4. no.1 (2020), h. 111. <https://doi.org/10.24252/ifk.v4i1.14555>.

¹⁰Rahma Amir, "Metodologi Perumusan Awal Bulan Kamariyah Di Indonesia", *Ilmu Falak*, 1.1 (2017), h. 94. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/elfalaky/article/view/6434>.

¹¹Abbas Padil dan Nur Aisyah, *Hisab Awal Bulan Kamariah Dan Syamsiah (Materi Kuliah Pada Fakultas Syariah Dan Hukum UIN Alauddin Makassar)*, h. 2.

Peneliti memilih salah satu bulan yang ada dalam bulan-bulan kamariah yaitu Ramadan 1444 Hijriah untuk dihitung menggunakan algoritma Jean Meeus. Peneliti akan melakukan penelitian mengenai perbandingan tingkat keakuratan algoritma Jean Meeus dan *Ephemeris* serta pengaplikasiannya dalam perhitungan hisab bulan kamariah.

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian pustaka (*library research*). Pengolahan data merupakan proses untuk mendapatkan data dari setiap variabel penelitian yang akan di analisis yang dapat berupa pengeditan data, transformasi data dan penyajian data yang dilakukan secara sistematis serta verifikasi data. Analisis data dilakukan setelah pengolahan data yang bertujuan untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya dalam proposal penelitian.¹² Objek dalam penelitian ini mengacu pada bagaimana komparasi terjadinya *full moon* dalam sistem penanggalan bulan kamariah dengan menggunakan algoritma Jean Meeus terhadap *ephemeris*. Jenis pendekatan yang digunakan adalah pendekatan syar'i yang menganalisis permasalahan dengan menitikberatkan pada aspek hukum islam, khususnya berpedoman pada al-Qur'an dan Hadis dan astronomi digunakan sebagai alat bantu dalam mengkaji secara mendalam objek penelitian, sehingga akan didapatkan hasil yang komprehensif.¹³ Data yang diperoleh melalui data primer dan data sekunder.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Perhitungan *Full Moon* dengan Algoritma Jean Meeus

Algoritma Jean Meeus merupakan karangan ilmu hisab yang mengalami perkembangan di Indonesia. Hisab berasal dari kata bahasa Arab yaitu *hasiba-yahsabu-*

¹²Zuchri Abdussamad, *Metode Penelitian Kualitatif* (Makassar: Syakir Media Press, 2021), h. 142.

¹³Siti Mufarokah, dkk, "Pendekatan Astronomis Dalam Studi Islam", *Studi Islam*, 18. no.2 (2022), 78. <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/medinate/article/view/14479/5422>.

hisaban-hisabatan yang berarti hitungan (*'adda*), kalkulasi (*ahsha*), dan mengukur (*qaddara*).¹⁴ Secara istilah hisab adalah perhitungan benda-benda langit untuk mengetahui kedudukannya pada suatu saat yang di inginkan.¹⁵ Dalam al-Qur'an, pengertian hisab bukan semata-mata perhitungan namun memiliki makna lain seperti batas, hari kiamat dan tanggung jawab.¹⁶ Secara syari' ditemukan dalam al-Qur'an beberapa ayat menyebutkan kata "hisab" yang mengandung makna perhitungan waktu.¹⁷ Berikut perhitungan *full moon* untuk Ramadhan 1444 H.

Full moon 15 Ramadhan 1444 H

- a. Ramadhan, bulan ke 9, B = 9
- b. Lunasi (k0) = $12 \times 1444 + 9 - 17050 = 287$
- c. Untuk bulan purnama, k = 287,50 dan $T = 287,50/1236,85 = 0,2324453248$
- d. Rata-rata anomali matahari
 $M = 2.5534 + 29.105\ 356\ 69\ k$
 $= 2.5534 + 29.105\ 356\ 69\ (287,50)$
 $M = 8470.343448375$
- e. Rata-rata anomali bulan
 $M' = 201.5643 + 385.816\ 935\ k$
 $= 201.5643 + 385.816\ 935\ (287,50)$
 $M' = 111\ 123,9331125$

¹⁴Muh. Rasywan Syarif, *Ilmu Falak: Integrasi Agama Dan Sains* (Samata: Alauddin University Press, 2020), h. 122.

¹⁵Fatmawati, *Ilmu Falak* (Watampone: Syahadah, 2016), h. 200.

¹⁶Rahmatia HL, "Dinamika Penentuan Bulan Ramadhan Dan Syawal Pada Masyarakat Eksklusif Di Kabupaten Gowa", *Ilmu Falak*, 3 no. 1 (2019), h. 10 https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=q1toxicAAAAJ&citation_fo_r_view=q1toxicAAAAJ:Y0pCki6q_DkC .

¹⁷Alimuddin, "Hisab Hakiki: Metode Ilmiah Penentuan Awal Bulan Kamariah", *Ilmu Syariah Dan Hukum*, 19. no. 2 (2019), h. 228 https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+dr.+alimuddin+tentang+ilmu+Falak&btnG=#d=gs_qabs&t=1677330147268&u=%23p%3DaNcLutTB8jwJ .

f. Lintang argument bulan

$$F = 160.7108 + 390.670\,502\,74\,k$$

$$= 160.7108 + 390.670\,502\,74\,(287,50)$$

$$F = 112\,478.48033775$$

g. Bujur titik daki (ascending node) peredaran bulan

$$\Omega = 124.7746 - 1.563\,75580\,k$$

$$= 124.7746 - 1.563\,75580\,(287.50)$$

$$\Omega = -324.8051925$$

h. JDE = 2451 550.09765 + 29.530 588 853k

$$= 2451\,550.09765 + 29.530\,588\,853\,(287.50)$$

$$= 2460\,040.1419452$$

$$\text{JDE terkoreksi} = 2460\,040.1419452 + 0,166378 - 0.000192$$

$$= 2460\,040.3081312$$

i. Argument Planet

$$A_1 = 299.77 + 0.107\,408\,k - 0.009\,173\,T^2$$

$$= 299.77 + 0.107\,408\,(287,50) - 0.009\,173\,(0,2324453248)^2$$

$$= 299.77 + 30.8798 - 0.0004956247946$$

$$= 330.64930437521$$

$$A_1 \text{ terkoreksi} = 330.64930437521 - 0.000192$$

$$= 330.64911237521$$

$$A_2 = 251.88 + 0.016\,321\,k$$

$$= 251.88 + 0.016\,321\,(287.50)$$

$$= 256.5722875$$

$$A_2 \text{ terkoreksi} = 256.5722875 - 0.000192$$

$$= 256.5720955$$

$$A_3 = 251.83 + 26.651\,886\,k$$

$$= 251.83 + 26.651\,886\,(287.50)$$

$$= 7914.247225$$

$$A_3 \text{ terkoreksi} = 7914.247225 - 0.000192$$

$$= 7914,247033$$

$$A_4 = 349.42 + 36.412\ 478\ k$$

$$= 349.42 + 36.412\ 478\ (287.50)$$

$$= 10818.007425$$

$$A_4\ \text{terkoreksi} = 10818.007425 - 0.000192$$

$$= 10818.007233$$

$$A_5 = 84.66 + 18.206\ 239\ k$$

$$= 84.66 + 18.206\ 239\ (287.50)$$

$$= 5318.9537125$$

$$A_5\ \text{terkoreksi} = 5318.9537125 - 0.000192$$

$$= 5318.9535205$$

$$A_6 = 141.74 + 53.303\ 771\ k$$

$$= 141.74 + 53.303\ 771\ (287,50)$$

$$= 15466.5741625$$

$$A_6\ \text{terkoreksi} = 15466.5741625 - 0.000192$$

$$= 15466.5739705$$

$$A_7 = 207.14 + 2.453\ 732\ k$$

$$= 207.14 + 2.453\ 732\ (287.50)$$

$$= 912.58795$$

$$A_7\ \text{terkoreksi} = 912.58795 - 0.000192$$

$$= 912.587758$$

$$A_8 = 154.84 + 7.306\ 860\ k$$

$$= 154.84 + 7.306\ 860\ (287.50)$$

$$= 2255.56225$$

$$A_8\ \text{terkoreksi} = 2255.56225 - 0.000192$$

$$= 2255.562058$$

$$A_9 = 34.52 + 27.261\ 239\ k$$

$$= 34.52 + 27.261\ 239\ (287.50)$$

$$= 7875.1262125$$

$$\begin{aligned} A_9 \text{ terkoreksi} &= 7875.1262125 - 0.000192 \\ &= 7875.1260205 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{10} &= 207.19 + 0.121\ 824\ k \\ &= 207.19 + 0.121\ 824\ (287.50) \\ &= 242.2144 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{10} \text{ terkoreksi} &= 242.2144 - 0.000192 \\ &= 242.214208 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{11} &= 291.34 + 1.844\ 379\ k \\ &= 291.34 + 1.844\ 379\ (287.50) \\ &= 821.5989625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{11} \text{ terkoreksi} &= 821.5989625 - 0.000192 \\ &= 821.5987705 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{12} &= 161.72 + 24.198\ 154\ k \\ &= 161.72 + 24.198\ 154\ 379\ (287.50) \\ &= 7118.6893839625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{12} \text{ terkoreksi} &= 7118.6893839625 - 0.000192 \\ &= 7118.6891919625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{13} &= 239.56 + 25.513\ 099\ k \\ &= 239.56 + 25.513\ 099\ (287.50) \\ &= 7574.5759625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{13} \text{ terkoreksi} &= 7574.5759625 - 0.000192 \\ &= 7574.5757705 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{14} &= 331.55 + 3.592\ 518\ k \\ &= 331.55 + 3.592\ 518\ (287.50) \\ &= 1364.398925 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{14} \text{ terkoreksi} &= 1364.398925 - 0.000192 \\ &= 1364.398733 \end{aligned}$$

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Algoritma Jean Meeus

Simbol	Hasil
JDE	2460 040.3081312
M	8470.343448375
M'	111 123.9331125
F	112 478.48033775
Ω	324.8051925
A ₁	330.64911237521
A ₂	256.5720955
A ₃	7914,247033
A ₄	10818.007233
A ₅	5318.9535205
A ₆	15466.5739705
A ₇	912.587758
A ₈	2255.562058
A ₉	7875.1260205
A ₁₀	242.214208
A ₁₁	821.5987705
A ₁₂	7118.6891919625
A ₁₃	7574.5757705
A ₁₄	1364.398733

$$\begin{aligned}
 \text{Delta}_T &= 62.92 + 0.32217 (Y - 2000) + 0.005589 (Y - 2000)^2 \\
 &= 62.92 + 0.32217 (2023 - 2000) + 0.005589 (2023 - 2000)^2 \\
 &= 73.3 \text{ detik} \\
 &= 73.3 / 86400 = 0.000848 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Nilai delta_T untuk bulan Ramadhan 1444 H adalah sekitar 73.3 detik atau 0.000848 hari. Langkah selanjutnya adalah menentukan Julian day untuk menemukan konversi tahun yang di hitung. Julian digunakan oleh para astronom sejak periode Julian hitungan hari yang merupakan bilangan bulat dan kemudian dipastikank dalam keutuhan hari untuk matahari serta

terhitung dari siang (universal). Angka 0 dalam waktu Julian dijadikan hari tertanggal 1 Januari 4713 SM untuk kalender Julian sedangkan pada kalender Gregorius 24 November 4714 SM. Dalam menemukan Julian day diberikan rumus JDE dikurangi delta_T.

$$\begin{aligned} \text{JD} &= \text{JDE} - \text{Delta_T} \\ &= 2460\ 040.3081312 - 0.000848 \\ &= 2460\ 040.3072832 \\ &= 19 : 22 : 30 \text{ UT} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan algoritma Jean Meeus tersebut, 15 Ramadhan 1444 H bertepatan dengan tanggal 5 April 2023 pada pukul 19 : 22 : 30 UT.

2. Akurasi Perhitungan *Full Moon* Dengan Algoritma Jean Meeus Terhadap *Ephemeris* Dalam Sistem Penanggalan Kamariah

Sistem hisab dalam penentuan bulan kamariah ada banyak yang dijadikan sebagai pedoman di negara Indonesia, namun yang sering dijadikan rujukan adalah *ephemeris*, sebuah buku yang dikeluarkan oleh Kemenag RI. Data-data yang digunakan adalah data matahari yaitu *Ecliptic Longitude*, *Ecliptic Latitude*, *Apparent Right Ascension*, *Apparent Declination*, *True Geocentric Distance*, *True Obliquity*, *Equation Of Time* dan bulan yaitu *Apparent Longitude*, *Apparent Latitude*, *Apparent Right Ascension*, *Apparent Declination*, *Horizontal Parallax*, *Semi Diameter*, *Angle Bright Limb*, *Fraction Illumination*.¹⁸

Data yang disajikan dalam *ephemeris* berdasarkan pada waktu Universal Time (UT) sehingga untuk mencari waktu-waktu daerah yang ada di Indonesia (WIB, WIT, WITA) harus di ubah terlebih dahulu menjadi UT, dengan :

$$\begin{aligned} \text{UT} &= \text{WIB} - 7 \text{ Jam} \\ \text{UT} &= \text{WITA} - 8 \text{ Jam} \\ \text{UT} &= \text{WIT} - 9 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Adapun daerah-daerahnya berdasarkan Kepres No. 41 tahun 1987 yaitu:¹⁹

¹⁸Kementerian Agama Ri, *Ephemeris Hisab Rukyat 2023* (Jakarta, 2022), h. 1-3.

¹⁹Alimuddin, *Dasar-Dasar Ilmu Falak (Kajian Astronomi Waktu Sholat Dan Arah Kiblat)* (Samata: Alauddin University Press, 2020).

1. Waktu Indonesia Bagian Barat meliputi, Sumatera, Jawa dan Madura, Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah.
2. Waktu Indonesia Bagian Tengah meliputi, Sulawesi, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Bali, NTB, NTT, TIMTIM
3. Waktu Indonesia Bagian Timur meliputi, Maluku dan Irian Jaya.

Perhitungan *full moon* dengan *ephemeris* adalah sebagai berikut:

a. Konversi Tanggal

15 Ramadhan 1444 H atau 15-09-1444 H, waktu yang telah dilalui sebanyak 1443 tahun, 8 bulan, 15 hari

$$\begin{aligned}
 1443 : 30 &= 48 \text{ Daur} + 3 \text{ Tahun} \\
 48 \text{ daur} \times 10631 &= 510288 \text{ hari} \\
 3 \text{ tahun} \times 354 + 1 &= 1063 \text{ hari} \\
 8 \text{ bulan} &= 236 \text{ hari} \\
 15 \text{ hari} &= 15 \text{ hari} \\
 &= 511602 \text{ hari} \\
 \text{Selisih H} - \text{M} &= 227016 \text{ hari} \\
 \text{Penyesyaian Kalender} &= 1 \text{ hari} \\
 &= 738617 \text{ hari} \\
 \text{Koreksi P Gregorius} &= 13 \text{ hari} \\
 &= 738630 \text{ hari} \\
 738630 : 1461 &= 505 \text{ siklus} + 825 \text{ hari} \\
 505 \text{ siklus} \times 4 \text{ tahun} &= 2020 \text{ tahun} \\
 825 \text{ hari} / 365 \text{ tahun} &= 2 \text{ tahun} + 95 \text{ hari} \\
 &= 2022 \text{ tahun} + 95 \text{ hari} \\
 \text{Bulan Maret} &= 90 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$= 2022 \text{ tahun} + 5 \text{ hari}$$

Tanggal 5 April 2023

$$\text{Penentuan hari (H)} = 511602 : 7 \times 1 \text{ pekan} = 73086 \text{ pekan} + 0 \text{ hari (Rabu)}$$

$$\text{Penentuan hari (M)} = 738617 : 7 \times 1 \text{ pekan} = 105516 \text{ pekan} + 5 \text{ hari (Rabu)}$$

a. Mencari ijtimak akhir bulan

1) FIB terbesar tanggal 4 April 2023 adalah 0.98492 pada jam 24 GMT

2) Sabaq matahari

$$\text{ELM Jam 24} = 14^{\circ} 57' 28''$$

$$\text{ELM Jam 0} = 13^{\circ} 58' 21''$$

$$\text{Selisih B1} = 0^{\circ} 59' 07''$$

3) Sabaq bulan

$$\text{ALB Jam 24} = 181^{\circ} 06' 07''$$

$$\text{ALB Jam 0} = 168^{\circ} 43' 42''$$

$$\text{Selisih B2} = 12^{\circ} 22' 25''$$

4) Jarak Matahari dan Bulan

$$\text{MB} = \text{ELM} - (\text{ALB} - 180)$$

$$= 14^{\circ} 57' 28'' - (181^{\circ} 06' 07'' - 180)$$

$$= 13^{\circ} 51' 21''$$

5) Sabaq Bulan Perjam

$$\text{SB} = \text{B2} - \text{B1}$$

$$= 12^{\circ} 22' 25'' - 0^{\circ} 59' 07''$$

$$= 11^{\circ} 23' 18''$$

6) Titik Istiqbal

$$\text{TI} = \text{MB} : \text{SB}$$

$$= 13^{\circ} 51' 21'' : 11^{\circ} 23' 18''$$

$$= 1^{\circ} 13' 0.01''$$

7) Menghitung Waktu Istiqbal

$$\begin{aligned} \text{Waktu istiqbal} &= \text{Jam FIB} + \text{Titik Istiqbal} - 00 : 01 : 49.29 \\ &= \text{Jam } 24 + 1^{\circ} 13' 0.01'' - 00 : 01 : 49.29 \\ &= 25 : 11 : 10.72 = 00 : 11 : 11 \text{ GMT} \end{aligned}$$

Jadi, *full moon* untuk pertengahan bulan Ramadhan 1444 H terjadi pada 5 April 2023 pukul 00: 11: 11 GMT.

Berikut perbedaan hasil perhitungan fase bulan purnama pada tanggal 15 Ramadhan 1444 H dengan algoritma Meeus dan Ephemeris:

Tabel 4.1 Perbedaan hasil perhitungan Algoritma Meeus dan Ephemeris

Metode	<i>Full Moon</i>
Meeus	5 April 2023, 19 : 22 : 30
Ephemeris	5 April 2023, 00: 11: 11
Selisih	19 : 11 : 19

Berikut tabel persamaan dan perbedaan algoritma Jean Meeus dan Ephemeris.

Tabel 4.2 Persamaan dan perbedaan Algoritma Meeus dan Ephemeris

Persamaan	Perbedaan
Penentuan hasil dari data bulan dan data matahari melewati proses dalam perhitungan.	Data bulan dan data matahari dalam ephemeris didasarkan pada perpindahan matahari dan bulan sedangkan algoritma Meeus memakai data langsung melalui buku karyanya sendiri yaitu <i>Astronomical Algorithms</i> .
Penggunaan kalkulator sains (<i>scientific</i>) untuk proses perhitungan	Hasil perhitungan dalam menentukan jam, menit dan detik.

Menggunakan algoritma segitiga bola dalam perhitungannya	Penggunaan rumus-rumus dalam setiap perhitungan
--	---

Tabel tersebut diketahui perbedaan hasil dari perhitungan kedua metode hisab diatas lumayan besar, hal ini disebabkan adanya perbedaan proses perhitungan dan rumus yang dipakai. Metode Meeus memakai rumus yang cukup panjang yang disertai ketetapan-ketetapan yang terdapat dalam rumus yang digunakan, sedangkan ephemeris memakai data bulan dan data matahari yang diperbaharui setiap tahun di bawah naungan Kementerian Agama RI.

Algoritma Jean Meeus merupakan sistem hisab awal bulan kamariah yang menggunakan sistem hakiki kontemporer dengan rumus segi tiga bola disertai koreksi-koreksi gerak bulan dan matahari yang sangat teliti. Data algoritma Meeus tidak disajikan dalam bentuk tabel melainkan dilakukan perhitungan sebelum mendapatkan data matahari dan bulan. Perbedaan yang sangat signifikan antara algoritma Meeus dan Ephemeris terdapat pada perhitungan waktu istiqbal yang menghasilkan perbandingan jam, menit, dan detik yang sangat jauh. Namun data-data ephemeris hisab rukyat Kementerian Agama RI dan data-data hasil perhitungan Jean Meeus mendekati sama. Dengan demikian, hasil perhitungannya cukup akurat untuk dijadikan acuan dalam penentuan tanggal, bulan dan tahun untuk fase bulan kamariah.

D. Penutup

Metode perhitungan algoritma Meeus dalam penentuan bulan purnama (*full moon*) merupakan salah satu metode hisab hakiki kontemporer dengan beberapa susunan dalam proses perhitungannya dengan mengkonversi waktu lokal (WIB, WITA dan WIT) terlebih dahulu ke dalam UT. Kedua, dikonversi menjadi *Julian Day* (JD) dan dicari *Julian Day Ephemeris* (JDE), ΔT dalam perhitungan *Julian Day* dan *Julian Day Ephemeris* penting untuk diketahui. Selanjutnya untuk mengubah JDE menjadi T dibutuhkan rumus $T = (JDE - 2451545)/36525$. Besaran T tidak lain adalah banyaknya abad yang dihitung sejak tanggal 1 Januari 2000 pukul 12 siang TD. Keempat, dihitung empat sudut yaitu anomali rata-rata matahari (M), anomali rata-rata

bulan (M), lintang argument bulan (F), ascending node (Ω) dan empat belas argument planet.

Perbedaan hasil perhitungan dari kedua metode tersebut sangat besar, hal tersebut disebabkan adanya perbedaan proses perhitungan dan rumus-rumus yang digunakan. Metode Meeus menggunakan rumus-rumus yang cukup panjang yang disertai ketetapan-ketetapan yang terdapat dalam rumus yang digunakan, sedangkan ephemeris menggunakan data bulan dan matahari yang telah diperbaharui setiap tahun di bawah naungan Kementerian Agama RI.

Peneliti berharap peneliti selanjutnya bisa lebih mengembangkan tehnik dan metode yang akan digunakan dalam perhitungan penentuan fase-fase bulan baik secara manual maupun dalam sistem algoritma komputer agar tidak terjadi kekeliruan didalamnya. Dengan adanya aspek astronomi dan syari'ah sekaligus sebagai perantara dalam memahami makna syari'ah dalam pandangan Islam terkait bulan qamariah dan dapat disosialisasikan kepada lembaga terkait dan pihak yang membutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

Abdussamad, Zuchri, *Metode Penelitian Kualitatif* (Makassar: Syakir Media Press, 2021)

Aisyah, Abbas Padil dan Nur, *Hisab Awal Bulan Kamariah Dan Syamsiah (Materi Kuliah Pada Fakultas Syariah Dan Hukum UIN Alauddin Makassar)*

Alimuddin, *Dasar-Dasar Ilmu Falak (Kajian Astronomi Waktu Sholat Dan Arah Kiblat)* (Samata: Alauddin University Press, 2020)

———, ‘Hisab Hakiki: Metode Ilmiah Penentuan Awal Bulan Kamariyah’, *Ilmu Syariah Dan Hukum*, 19.2 (2019)

———, *Ilmu Falak II (Materi Kajian: Metode Penentuan Bulan Hijriah, Penanggalan, Gerhana Matahari Dan Bulan)* (Makassar: Alauddin University Press, 2014)

Amir, Rahma, ‘M Perumusan Awal Bulan Kamariyah Di Indonesia’, *Ilmu Falak*, 1.1 (2017)

Bashori, Muh. Hadi, *Penanggalan Islam* (Jakarta: Kompas Gramedia, 2013)

Ensiklopedi Indonesia (Jakarta: Ichtiar Bari-Van Hoeve, 1990)

Fatmawati, *Ilmu Falak* (Watampone: Syahadah, 2016)

HL, Rahmatia, ‘Dinamika Penentuan Bulan Ramadhan Dan Syawal Pada Masyarakat Eksklusif Di Kabupaten Gowa’, *Ilmu Falak*, 3.1 (2019)

Machzumy, Muh. Rasywan Syarif dan, ‘Gender Dan Legitimasi Penentuan Awal Bulan Kamariah’, *Ilmu Falak*, 4.1 (2020)

Muh. Rasywan Syarif, Naif, ‘Korelasi Fungsional Kalender Islam Dan Pembayaran Zakat’, *Khazanah Keagamaan*, 8.2 (2020)

Parman, Ali, *Ilmu Falak* (Makassar: Alauddin University Press, 2012)

RI, Kementerian Agama, *Ephemeris Hisab Rukyat 2023* (Jakarta, 2022)

RI, Kementerian Agama, *Al-Qur'an Dan Terjemahan* (Jakarta Timur: CV. El Misykaah, 2015)

Siti Mufarokah, Dkk, 'Pendekatan Astronomis Dalam Studi Islam', *Studi Islam*, 18.No.2 (2022)

Syarif, Muh. Rasywan, 'Diskursus Perkembangan Formulasi Kalender Hijriah', *Ilmu Falak*, 2.no.1 (2018)

———, *Ilmu Falak: Integrasi Agama Dan Sains* (Samata: Alauddin University Press, 2020)

———, 'Implementasi Formulasi Kalender Islam Internasional Pasca Mukhtamar Turki 2016', *Ilmu Falak*, 3.1 (2019)