

BAB IV

ANALISIS METODE HISAB AWAL BULAN KAMARIAH QOTRUN NADA DALAM KITAB *METHODA AL-QOTRU*

A. Analisis Metode dan Dasar Penentuan Hisab Awal Bulan Kamariah Qotrun Nada dalam Kitab *Methoda Al-Qotru*

Hisab awal bulan Kamariah dalam Kitab *Methoda Al-Qotru* merupakan metode hisab awal bulan kamariah yang dibuat oleh Qotrun Nada. Rumus perhitungan dalam kitab *Methoda Al-Qotru* berbeda dengan metode hisab awal bulan lainnya yang merupakan racikan penggabungan rumus-rumus dan data-data astronomi serta astrologi modern dengan konsep perhitungan awal bulan kamariah pada kitab-kitab klasik ilmu falak. Dalam bab ini akan dipaparkan analisis metode dan dasar penentuan hisab awal bulan kamariah dalam Kitab *Methoda Al-Qotru*. Dalam bab ini pula akan dipaparkan perbandingan hisab awal bulan Kamariah *Methoda Al-Qotru* dengan metode lain untuk mengetahui tingkat keakurasiannya.

1. Data yang digunakan

Data-data yang digunakan dalam hisab kontemporer dalam kitab *Methoda Al-Qotru* adalah data-data yang terdapat di dalam buku-buku astronomi Modern, seperti *Astronomical Formula For Calculator*, *Astronomical Algorithms*, *Practical Astronomy for Your Calculator*, *Astronomy on the Personal Computer*, *Ephemeris Astrology*, Majalah *Sky and Teleskop*, serta penambahan racikan rumus yang murni berasal dari pemikiran Qotrun Nada.

2. Analisis konsep perhitungan awal bulan Kamariah *Methoda Al-Qotru*

a. Perhitungan Ijtimak

Data yang diperlukan dalam perhitungan ijtimak *Methoda Al-Qotru* adalah bulan dan tahun hijriah. Data tersebut tidaklah digunakan untuk menghitung konversi akhir bulan kamariah ke kalender masehi seperti metode hisab awal bulan kamariah lainnya seperti *ephemeris* hisab rukyat Kemenag RI,¹ tetapi digunakan untuk menghitung ijtimak hakiki pada bulan dan tahun hijriah yang diinginkan. Adapun bulan dan tahun yang digunakan adalah awal bulan dan tahun yang ingin dihitung.

Dalam perhitungan ijtimak *Methoda Al-Qotru*, disediakan tabel pedoman bulan agar memudahkan perhitungan. Tabel pedoman bulan berisi nama bulan dan kode angka yang mewakili bulan tersebut yang dimulai dari angka 0 untuk bulan Muharam hingga 11 untuk bulan Zulhijah. Kode bulan dalam tabel bulan tidak disusun mulai angka 1 hingga 12. Ini dikarenakan dalam menghitung ijtimak, diperlukan nilai bulan yang telah dilewati.

Kemudian, kode bulan ditandai dengan huruf **B**, serta **V** untuk kode tahun hijriah yang akan dihitung. Misalnya untuk

¹ Lihat Qotrun Nada, *Kitab Ilmu Falak ...*, h. 10. Bandingkan dengan *Ephemeris Hisab Rukyat 2016*, Jakarta: Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syari'ah, Direktorat Jenderal Bimbingan masyarakat Islam Kemenag RI, 2015, h. 391.

menghitung ijtimak akhir bulan Ramadan 1437 H, bulan = 8 (Ramadan) dan tahun = 1437. Data tersebut dimasukkan ke dalam rumus berikut:

$$T = ((V : 200) + (B : 2399,999323) - 7,05) \times 2$$

T adalah mencari nilai Julian Century² dihitung, dengan cara hasil dari tahun Hijriah yang dihitung dibagi 200 ditambah bulan Hijriah yang dihitung dibagi 2399,999323 dikurangi 7,05 dikalikan 2. Rumus diatas adalah rumus yang diracik sendiri oleh Qotrun Nada. Penambahan angka-angka dalam perhitungan tersebut dimaksudkan untuk mencari nilai Julian Century yang diinginkan yang dihitung sejak 31 Desember 1989 pukul 00.00 UT.

Langkah selanjutnya adalah menghitung elemen-elemen kunci dalam perhitungan ijtimak. Elemen-elemen tersebut adalah anomali rata-rata Matahari (S) yakni posisi matahari dalam orbit lingkaran (bukan ellips) dihitung dari saat perigee, anomali rata-rata Bulan (N) yakni posisi Bulan dalam orbit lingkaran (bukan ellips) dihitung dari saat perigee, bujur ascending node Bulan (G) yakni posisi Bulan dalam orbit lingkaran (bukan ellips) dihitung dari *mean longitude ascending node*, dan mencari waktu perkiraan terjadinya ijtimak. Dalam perhitungan ijtimak dibutuhkan nilai anomali Matahari untuk mengoreksikan

² Julian Century adalah interval waktu setiap 36525 hari sekali atau seabad sekali. Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, Virginia: Willman-Bell, 1991, h. 379.

kecepatan pergerakan Matahari pada ekliptika yang semakin cepat saat berada di titik *perigee* dan semakin melambat saat di titik *apogee*. Hasil perhitungan tersebut bisa disebut sebagai elemen kunci karena perhitungan koreksi waktu ijtimak membutuhkan nilai-nilai elemen tersebut.

Rumus-rumus tersebut merupakan racikan Qotrun Nada berdasarkan koreksi dalam buku *Astronomical Algorithms*. Namun untuk membuat hasil ijtimak *Methoda Al-Qotru* tidak hanya menghitung rumus elemen tersebut saja. Masih banyak tambahan koreksi yang dibuat oleh Qathrun Nada untuk membuat ciri khas dari *Methoda Al-Qotru* ini.

Koreksi-koreksi tersebut dihitung untuk menghasilkan nilai yang sesuai karena dalam perputaran Bulan dan Bumi mengelilingi Matahari tidak selalu bergerak lurus tanpa hambatan. Benda-benda langit dalam Tata Surya juga mempengaruhi pergerakan Bulan dan Bumi. Sehingga diperlukan koreksi-koreksi tersebut.

Methoda Al-Qotru tidak menggunakan logika konversi dari Julian Day menjadi Gregorian Date seperti kebanyakan metode astronomi lainnya. pada kebanyakan metode astronomi menggunakan setidaknya tiga macam logika dalam konversi dari Julian Day (JD) menjadi Gregorian Date. Ketiga macam logika tersebut adalah:

1) Pertama, logika konversi JD menjadi Gregorian Day. Pada kebanyakan perhitungan astronomi, untuk mengkonversikan JD menjadi Gregorian Day menggunakan logika sebagai berikut:

- Jika JD lebih kecil dari 2299161 maka Gregorian Day = JD
- Jika JD lebih besar dari 2299161 maka nilai Gregorian Day dihitung dengan rumus

$$\alpha = \text{Int}((\text{JD} - 1867216,25) : 36524,25)$$

$$\text{Gregorian Day} = \text{JD} + 1 + \alpha - \text{int}(\alpha : 4)$$

2) Kedua, logika konversi Gregorian Day ijtimak menjadi bulan pada sistem Gregorian Date. Untuk mengkonversikan Gregorian Day ijtimak menjadi bulan pada sistem Gregorian Date menggunakan logika sebagai berikut:

- Jika E lebih kecil dari 14 maka bulan = E - 1
- Jika E lebih besar sama dengan 14 maka bulan = E - 13

3) Ketiga, logika konversi Gregorian Day ijtima' menjadi tahun pada sistem Gregorian Date. Pada kebanyakan perhitungan astronomi, untuk mengkonversikan Gregorian Day ijtima' menjadi tahun pada sistem Gregorian Date menggunakan logika sebagai berikut:

- Jika bulan lebih kecil sama dengan 2, maka tahun = C - 4716

- Jika bulan lebih besar dari 2, maka tahun = $C - 4715^3$

b. Perhitungan posisi Matahari

Perhitungan waktu Matahari terbenam merupakan perhitungan yang penting dalam hisab awal bulan Kamariah. Hal ini disebabkan karena perhitungan waktu Matahari terbenam menjadi acuan dalam perhitungan posisi hilal. Dengan kata lain, posisi hilal (tinggi dan azimuth) yang menjadi hasil akhir hisab awal bulan Kamariah adalah posisi hilal pada saat Matahari terbenam. Sehingga sedikit saja kesalahan dalam perhitungan waktu Matahari terbenam akan menyebabkan kesalahan besar dalam perhitungan posisi hilal.

Perhitungan posisi Matahari dalam kitab *Methoda Al-Qotru* sama dengan perhitungan lainnya, seperti *ephemeris* hisab rukyat, yakni menggunakan waktu ghurub *taqribi* yang kemudian diubah menjadi waktu ghurub *haqiqi*. Sehingga terdapat dua kali perhitungan dalam menentukan waktu ghurub.⁴ Dalam *Methoda Al-Qotru*, untuk menghitung posisi matahari pada saat terbenam, cukup diketahui terlebih dahulu waktu maghrib dengan rumus waktu salat dalam kitab *Methoda Al-Qotru* atau jika dirasa terlalu sulit bisa menggunakan waktu maghrib daerah setempat menggunakan jadwal waktu salat yang ada kemudian diubah ke

³ Syaqui Nahwandi, "Mencari kapan terjadinya new moon", <http://syauqingisab.blogspot.co.id/2012/02/mencari-kapan-terjadinya-new-moon.html>, diakses pada 09 Juni 2016. Lihat pula Jean Meeus, *Astronomical ...*, h. 319.

⁴ *Ephemeris Hisab Rukyat 2016 ...*, h. 391.

dalam GMT.⁵ Namun demikian terdapat perbedaan antara perhitungan waktu Matahari terbenam *Methoda Al-Qotrudengan* metode *ephemeris* dan metode hisab lainnya. Berikut ini adalah beberapa perbedaan tersebut:

- 1) Dalam *Methoda Al-Qotru* tidak menggunakan tabel untuk mendapatkan nilai deklinasi Matahari dan *equation of time* dan menggunakan rumus untuk menghitung dua elemen tersebut. Hal ini menyebabkan *Methoda Al-Qotru* memiliki rumus yang banyak dalam perhitungan posisi waktu Matahari terbenam. Namun kelebihanannya adalah para pecinta ilmu falak menjadi tahu rumus-rumus akurat dalam perhitungan deklinasi Matahari dan *equation of time* yang jarang dipaparkan dalam buku-buku ilmu falak.
- 2) Setelah diketahui waktu maghrib sementara, perhitungan selanjutnya adalah mencari jumlah hari sejak 31 Desember 1989 pukul 00.00 UT sehingga diketahui posisi matahari dalam bidang ekliptik. Berdasarkan langkah-langkah perhitungan ini, maka dapat diketahui nilai Semi Diameter, Equation of Time, Assensiorekta, serta Deklinasi Matahari.

Perhitungan posisi Matahari dalam *Methoda Al-Qotru* terdiri dari beberapa langkah sebelum menentukan posisi Matahari sebenarnya. Perhitungan tersebut diawali dengan

⁵ Qotrun Nada, *Kitab Ilmu Falak ...*, h. 20.

menghitung koordinat pertama bidang ekliptik, yang mana menggunakan Matahari sebagai pusat Tata Surya (Heliosentris). Selanjutnya adalah mengubah koordinat pertama bidang ekliptik menjadi geosentris (Bumi sebagai pusat). Hal tersebut dilakukan, karena sejatinya dalam sebuah pengamatan, semua benda langit diibaratkan mengelilingi Bumi, termasuk Matahari, karena posisi pengamat yang berada di Bumi.

Terdapat pula perbedaan mencolok dan unik dalam perhitungan *equation of Time* dalam Kitab *Methoda Al-Qotru*. Rumus *equation of Time* yang digunakan di dalam kitab *Methoda Al-Qotru* adalah rumus racikan Qotrun Nada sendiri yang tidak dijumpai dalam rumus yang lainnya (misalnya Jean Meeus).⁶ Adapun rumus tersebut adalah sebagai berikut:

$$(\alpha : 15) - (((1/2 \times D - (J : 24)) - 3653) \times 0,065710046 + 6,664012053 + (0,002737909 \times J))$$

Dalam perhitungan *equation of Time* model *Methoda Al-Qotru*, terlebih dahulu merubah hasil *asensiorekta* ke dalam satuan waktu dengan cara membaginya dengan 15,⁷ kemudian mengurangkannya dengan hasil dari setengah dari jumlah hari sejak 31 Desember 1989 pukul 00.00 UT sampai sekarang

⁶ Rumus *Equation of Time* Jean Meeus adalah: $(L \text{ (Sun Mean Longitude)} - 0,0057183 - \alpha + \ddot{A}\emptyset \text{ (nutasi pada bujur)} \times \cos \text{ Obliquity})$. Lihat Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, Virginia: Willman-Bell, 1991, h. 171.

⁷ Langkah ini dibutuhkan untuk merubah ke dalam satuan waktu. Lihat Jean Meeus, *Astronomical ...*, h. 87.

dikurangi jam ghurub dibagi 24, dikurangi 3653, dikalikan penjumlahan waktu sideris atau *sidereal time* yang dimasukkan ke dalam rumus tersebut. Di dalam rumus perhitungan *equation of Time* ini, terdapat penambahan *Sidereal Time*⁸ yang diambil oleh Qotrun Nada dari tabel *ephemeris* astrologi. Inilah dasar yang digunakan oleh Qotrun Nada dalam menyebut metode perhitungannya sebagai metode astrologi.⁹ Disebut sebagai metode astrologi, karena terdapat unsur tabel *ephemeris* Astrologi dalam rumus yang diracik sendiri oleh Qotrun Nada.

Adapun data waktu sideris atau *sidereal time* yang diambil dari tabel *ephemeris* astrologi ialah jumlah rata-rata *Sidereal Time* per hari selama setahun, *Local Sidereal time* pada saat ghurub yang sudah diubah ke *Greenwich Sidereal time*, serta jumlah rata-rata *Sidereal Time* per jam selama setahun. Kemudian langkah selanjutnya adalah proses iterasi¹⁰, agar menghasilkan nilai *equation of Time* yang akurat.

⁸ *Sidereal Time* atau waktu bintang, adalah waktu yang didasarkan pada peredaran harian bintang-bintang. Sekali peredaran bintang di langit memerlukan waktu 23 jam 56 menit 4,099 detik menurut waktu Matahari Menengah. Jam 00.00 waktu bintang adalah ketika titik Aries berkulminasi atas. Waktu bintang digunakan dalam praktek pengamatan Astronomi, terutama untuk menentukan sudut waktu jam Bintang. Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, h. 90. Lihat pula Jean Meeus, *Astronomical ...*, h. 379.

⁹ Hasil wawancara dengan Qotrun Nada di kediamannya di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur, pada 15 Mei 2016. Lihat pula Qotrun Nada, *Kitab Ilmu falak ...*, h. 6.

¹⁰ Iterasi berasal dari bahasa latin *iterare* yang berarti mengulang. Secara istilah Iterasi adalah metode yang berisikan pengulangan melalui perhitungan beberapa kali, sampai nilai dari suatu kuantitas yang tidak diketahui diperoleh. Jean Meeus, *Astronomical ...*, h. 47.

c. Perhitungan Posisi Hilal/Bulan

Perhitungan posisi Bulan dalam *Methoda Al-Qotru* menggunakan banyak rumus serta koreksi. Terdapat 19 jenis koreksi yang dihitung dalam menghitung posisi Bulan *Methoda Al-Qotru*. Untuk perhitungan longitude Bulan, *Methoda Al-Qotru* menggunakan 12 jenis koreksi. Sedangkan perhitungan latitude Bulan menggunakan 5 jenis koreksi. Kemudian untuk perhitungan jarak Bulan menggunakan 2 jenis koreksi. Hal ini disebabkan karena semua elemen yang dibutuhkan dalam perhitungan posisi hilal diperhitungkan. Tidak ada satu pun dari elemen tersebut yang diambil dari tabel. Namun kelebihanannya adalah metode ini memaparkan semua rumus yang digunakan dalam perhitungan posisi hilal mulai dari perhitungan data *ephemeris* Bulan, meliputi : lintang, bujur, asensiorekta, deklinasi, horizontal paralaks, semi diameter, hingga elemen-elemen perhitungan hilal mar'i yang meliputi: paralaks Bulan, dan refraksi.

Terdapat sedikit perbedaan dalam perhitungan asensiorekta Bulan antara *Methoda Al-Qotru* dengan metode lainnya. Perbedaan tersebut adalah tidak adanya logika dalam perhitungan asensiorekta Bulan. Pada perhitungan metode lainnya (Jean Meeus, Peter Duffet Smith) terdapat logika dalam menentukan nilai asensiorekta Bulan. Hal ini disebabkan karena

nilai asensiorekta Bulan harus satu kuadran dengan nilai bujur Bulan.

Kemudian terdapat perbedaan dasar dalam perhitungan bujur Bulan dengan Asensiorektanya yaitu perhitungan bujur Bulan menggunakan konsep *periodic terms*, yaitu perhitungan yang menggunakan koreksi periodic sehingga nilainya secara otomatis akan berkisar antara 0-360.¹¹ Adapun perhitungan awal mencari nilai asensiorekta Bulan adalah menggunakan rumus segitiga bola berupa persamaan *arcus tangen* sehingga hasil rumus tersebut akan berkisar antara 0 hingga 90 atau 90 hingga 0.¹² Maka pada perhitungan asensiorekta ditambahkan logika sebagai berikut:

- 1) jika nilai bujur Bulan antara 0-90 maka asensiorekta = hasil atan
- 2) jika nilai bujur Bulan antara 90-270 maka asensiorekta = 180 + hasil atan
- 3) jika nilai bujur Bulan antara 270-360 maka asensiorekta = 360 + hasil atan

Kelemahan menghitung asensiorekta dengan logika adalah pengguna harus selalu membuka logika tersebut saat ingin menghitung asensiorekta. Sehingga menjadi kurang praktis. Dalam *Methoda Al-Qotru*, logika tersebut tidak digunakan.

¹¹ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, Virginia: Willman-Bell, 1991, h. 378.

¹² Jean Meeus, *Astronomical ...*, h. 89.

Dalam *Methoda Al-Qotru*, Berapapun nilai bujur bulan, tidak diperlukan adanya logika seperti diatas, sehingga nilai yang dihasilkan adalah nilai asli. Adapun untuk menghitung asensiorekta cukup dengan menambahkan hasil atan dengan $(180 + ((-180 - ((180 \times X) : (\text{Abs } X))) : 2))$, dengan X dan Y adalah koordinat kedua bidang ekliptik yang sudah dikoreksi dari heliosentris ke geosentris, hasil tersebut (A2) kemudian dimasukkan kedalam rumus :

$$A_2 + ((-360 + ((A_2 \times 360) : \text{Abs } A_2)) : -2)$$

Rumus tersebut sudah dapat membuat nilai asensiorekta satu kuadran dengan nilai bujur tanpa menggunakan logika di atas.

3. Analisis Dasar Penentuan Hisab Awal Bulan Kamariah Qotrun Nada dalam Kitab *Methoda Al-Qotru*

Penentuan hisab awal bulan kamariah Qotrun Nada dalam kitab *Methoda Al-Qotru* banyak dipengaruhi oleh rumus-rumus Astronomi modern. Kitab *Methoda Al-Qotru* telah menggunakan Teori Heliosentris, ini ditunjukkan dengan penggunaan rumus Keppler yang terdapat dalam perhitungan posisi Matahari. Keppler Merupakan penganut dan pengembang teori copernican yang akhirnya dikenal sebagai teori heliosentris.¹³

¹³ Stephen W. Hawking, Teori segala Sesuatu, Terj. Ihklasul Ardi Nugroho, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. Ke-III, 2007, *Teori ...*, h. 7.

Penggunaan dan pengambilan data yang terdapat dalam kitab *Methoda Al-Qotru* juga banyak dipengaruhi oleh buku-buku astronomi modern, yang mana setiap buku mempunyai metode dan langkah tersendiri. Penggunaan data dan rumus yang diambil dari buku-buku astronomi modern inilah yang menjadikan Qotrun Nada menyusun serta mengembangkan kitab *Methoda Al-Qotru*. Sehingga rumus-rumus yang dihasilkan dalam kitab *Methoda al-Qotru* merupakan hasil dari penggabungan rumus yang terdapat dalam buku-buku astronomi modern, disertai dengan penambahan-penambahan yang dilakukan oleh Qotrun Nada.

Rumus-rumus tersebut dapat dilihat baik dalam perhitungan ijtimak, posisi Matahari, maupun posisi Bulan.

Selain rumus-rumus yang diambil dari *Astronomical Algorithms* oleh Jean Meeus, dalam perhitungan posisi Matahari terdapat rumus menghitung eksentrisitas (kelonjongan orbit) Matahari yang telah menggunakan persamaan Kepler. Adapun persamaan yang diambil dari Hukum Kepler ialah: $E = M + e \sin E$.¹⁴ Persamaan ini digunakan untuk menghitung kepipihan bentuk orbit matahari (Eksentrisitas Matahari).¹⁵ Adapun rumus yang terdapat di dalam *Methoda Al-Qotru* adalah sebagai berikut:

$$e = 0,01671320345 - 0,0000000005755 \times D$$

$$O = 23,44060121 - 0,00000017815 \times D$$

¹⁴ Jean Meeus, *Astronomical ...*, h. 183.

¹⁵ Lihat perhitungan Matahari tentang eksentrisitas dalam Qotrun Nada, *Kitab Ilmu Falak ...*, h. 21.

$$M = 356,634856 + 0,4928001293 \times D$$

$$E_1 = M + e \times (180 : \pi) \times \sin M \times (1 + e \times \cos M)$$

$$E = E_1 - (E_1 - (180 : \pi) \times e \times \sin E_1 - M) : (1 - e \times \cos E_1)$$

Rumus lain yang digunakan dalam perhitungan *Methoda Al-Qotru* adalah rumus menghitung deklinasi yang mana menggunakan salah satu rumus dalam *Practical Astronomy with Your Calculator* oleh Peter Duffet Smith. Rumus tersebut adalah¹⁶:

Shift sin (sin λ x sin O)

Rumus lain dari Peter Duffet Smith yang digunakan adalah rumus tentang refraksi, yakni¹⁷:

$$R_f = (1008 \times (0,16 + 0,02 \times H_2 + (0,00002 \times H_2^2)) : 293 (1 + 0,505 \times H_2 + 0,0845 \times H_2^2))$$

Keterangan rumus; H₂ adalah tinggi hilal *haqiqi* yang telah dikoreksi dengan menambahkan semi diameter Bulan.

Dalam perhitungan posisi bulan terdapat koreksi-koreksi, yakni koreksi bujur Bulan, koreksi lintang Bulan, serta koreksi jarak Bulan. Koreksi-koreksi tersebut diambil dari John Walker.¹⁸ Koreksi-koreksi tersebut digunakan agar nilai yang dihasilkan lebih akurat. Koreksi-koreksi tersebut diantaranya:

1) Koreksi *longitude* Bulan

$$-1,274 \times \sin (M - H)$$

¹⁶ Peter Duffet Smith, *Practical Astronomy with Your Calculator*, United Kingdom: Cambridge University Press, 2011, h. 101.

¹⁷ Peter Duffet Smith, *Practical Astronomy ...*, h. 80.

¹⁸ Hasil wawancara dengan Qotrun Nada di kediamannya di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur, pada 15 Mei 2016.

$$+0,658 \times \sin H$$

$$-0,186 \times \sin G$$

$$-0,035 \times \sin (0,5 \times H)$$

$$-0,059 \times \sin (2M - H)$$

$$-0,057 \times \sin (M + G - H)$$

$$+0,053 \times \sin (M + H)$$

$$+0,046 \times \sin (H - G)$$

$$+0,041 \times \sin (M - G)$$

$$-0,031 \times \sin (M + G)$$

$$-0,015 \times \sin (2F - H)$$

$$+0,011 \times \sin (M - 2H)$$

Jumlah dari koreksi-koreksi tersebut akan menghasilkan nilai **Lb'**.

2) Koreksi *latitude* Bulan

$$-0,175 \times \sin (F - H)$$

$$-0,055 \times \sin (M - F - H)$$

$$-0,046 \times \sin (M + F - H)$$

$$+0,033 \times \sin (F + H)$$

$$+0,017 \times \sin (2M + F)$$

Jumlah dari koreksi-koreksi tersebut akan menghasilkan nilai **Lt'**.

3) Koreksi untuk Jarak Bulan

$$-0,58 \times \cos (M - H)$$

$$-0,46 \times \cos H$$

Jumlah dari koreksi-koreksi tersebut akan menghasilkan nilai S_2' .

Meskipun dinamakan sebagai “kitab”, Metode yang digunakan dalam Kitab *Methoda Al-Qotru* bisa dikatakan sebagai metode kontemporer, karena telah menggunakan rumus-rumus astronomi yang telah disebutkan diatas. Rumus yang digunakan juga telah mengadopsi rumus segitiga bola, serta penambahan koreksi-koreksi yang cukup banyak.

B. Analisis Tingkat Akurasi Metode Hisab Awal Bulan Kamariah Kitab *Methoda Al-Qotru* jika disandingkan dengan Metode *Ephemeris*

Hisab awal bulan dalam Kitab *Methoda Al-Qotru* memiliki kelebihan dan kekurangan serta terdapat pula perbedaan dan persamaan dengan metode hisab lainnya. Hal ini disebabkan karena Qotrun Nada tidak hanya menggunakan rumus yang sudah umum digunakan dalam perhitungan awal bulan kamariah, melainkan menambahkan beberapa rumus hasil racikannya sendiri.

Pada sub bab ini penulis akan memaparkan hasil perbandingan perhitungan antara *Methoda Al-Qotru* dengan *ephemeris*, untuk mengetahui sejauh mana perbedaan yang dihasilkan dari perhitungan kedua metode tersebut. Alasan penulis menggunakan metode *ephemeris* sebagai pembandingnya karena hisab awal bulan Kamariah metode *ephemeris* adalah metode hisab awal bulan Kamariah yang cukup akurat

dan banyak digunakan dalam menghitung awal bulan kamariah di Indonesia.

Oleh karena itu, untuk membandingkan kedua perhitungan tersebut penulis menggunakan tiga contoh perhitungan dengan data dan markaz yang sama. Adapun bulan yang digunakan dalam contoh perhitungan adalah awal bulan Syawal 1437 H, awal bulan Zulkaidah 1437 H, dan awal bulan Zulhijah 1437 H, dengan markaz menara Al-Husna MAJT (BT = $110^{\circ} 26' 47,34''$, LS = $-6^{\circ} 59' 5,12''$, Tinggi Tempat = 95 meter).

Dalam menghitung tiga contoh dibawah ini, penulis menggunakan semi program *Microsoft Excel* berdasarkan algoritma masing-masing perhitungan.¹⁹ Langkah ini penulis tempuh untuk mempermudah proses perhitungan.

Berikut adalah hasil perhitungan awal bulan Syawal 1437 H antara *Methoda Al-Qotru* dengan *Ephemeris*.

¹⁹ Semi program *Microsoft Excel* dengan algoritma *Methoda Al-Qotru* yang digunakan dalam perhitungan ini adalah semi program yang disusun oleh penulis sendiri. Sedangkan semi program dengan algoritma *ephemeris*, penulis menggunakan semi program yang dibuat oleh Agoes Saliem.

Elemen yang dihitung	<i>Methoda Al-Qotru</i>	<i>Ephemeris</i>
Ijtimak	18 : 04 : 00,13 WIB	18 : 03 : 20,2 WIB
Ghurub Matahari Hakiki	17 : 35 : 47,36 WIB	17 : 35 : 48,69 WIB
Deklinasi Matahari	22° 48' 46,06"	22° 48' 41,64"
Sudut Waktu Matahari	88° 16' 28,46"	88° 16' 28,49"
Equation of Time	-0 ^j 04 ^m 28,62 ^d	-0 ^j 04 ^m 30 ^d
Arah Matahari	67° 09' 05,88" (UB)	67° 09' 10,17" (UB)
Deklinasi Bulan	18° 24' 07,11"	18° 23' 03,73"
Sudut Waktu Bulan	88° 56' 10,96"	88° 16' 27,73"
Arah Bulan	71° 36' 21,58" (UB)	71° 37' 43,96" (UB)
Posisi Hilal	4° 27' 15,7"	4° 28' 33,79"
Tinggi Hilal Hakiki	-1° 11' 52,45"	-1° 14' 24,23"
Tinggi Hilal <i>Mar'i</i>	-1° 29' 14,81"	-1° 40' 13,62"
Mukuts (lama hilal)	-	-

Dari perhitungan awal bulan Syawal 1437 H diatas, dapat diketahui bahwa hasil perhitungan antara *Methoda Al-Qotru* dengan *ephemeris* tidak jauh berbeda, hanya dalam kisaran menit dan detik, seperti pada hasil ijtimak yang mana hanya berbeda pada satuan detik waktu, yakni sekitar

40 detik sampai 1 menit. Begitu pula dengan hasil tinggi hilal hakiki, yakni sekitar 3 menit. Selanjutnya, berikut adalah hasil perhitungan awal bulan Zulkaidah 1437 H antara *Methoda Al-Qotru* dengan *Ephemeris*.

Elemen yang dihitung	<i>Methoda Al-Qotru</i>	<i>Ephemeris</i>
Ijtimak	03 : 47 : 02,2 WIB	03 : 46 : 26,6 WIB
Ghurub Matahari Hakiki	17 : 40 : 20 WIB	17 : 40 : 21,92 WIB
Deklinasi Matahari	17° 19' 19,04"	17° 19' 15"
Sudut Waktu Matahari	88° 59' 47,02"	88° 59' 46,2"
Equation of Time	-0 ^j 06 ^m 08,03 ^d	-0 ^j 06 ^m 10 ^d
Arah Matahari	72° 41' 06,72" (UB)	72° 41' 10,61" (UB)
Deklinasi Bulan	13° 11' 32,25"	13° 11' 47,61"
Sudut Waktu Bulan	97° 26' 53,81"	88° 59' 46,2"
Arah Bulan	75° 56' 03,89" (UB)	75° 56' 03,91" (UB)
Posisi Hilal	3° 14' 57,17"	3° 14' 53,3"
Tinggi Hilal Hakiki	5° 35' 47,12"	5° 34' 3,60"
Tinggi Hilal <i>Mar'i</i>	5° 51' 28,98"	5° 9' 50,52"
Mukuts (lama hilal)	0 ^j 23 ^m 25,93 ^d	0 ^j 20 ^m 39,37 ^d

Dari perhitungan awal bulan Zulkaidah 1437 diatas, nilai hilal hakiki dan arah Matahari dan Bulan hanya berbeda dalam kisaran 1 detik hingga 1 menit. Selanjutnya, berikut adalah hasil perhitungan awal bulan Zulhijah 1437 H antara *Methoda Al-Qotru* dengan *Ephemeris*.

Elemen yang dihitung	<i>Methoda Al-Qotru</i>	<i>Ephemeris</i>
Ijtimak	16 : 05 : 09,56 WIB	16 : 05 : 40,21 WIB
Ghurub Matahari Hakiki	17 : 38 : 40,55 WIB	17 : 38 : 32,53 WIB
Deklinasi Matahari	08° 01' 57"	08° 02' 16,16"
Sudut Waktu Matahari	90° 09' 14,66"	90° 09' 13,35"
Equation of Time	0 ^j 00 ^m 09,27 ^d	0 ^j 00 ^m 06,65 ^d
Arah Matahari	82° 02' 40,89" (UB)	82° 02' 21,43" (UB)
Deklinasi Bulan	07° 42' 56,27"	07° 32' 11,46"
Sudut Waktu Bulan	90° 33' 40,05"	90° 09' 11"
Arah Bulan	82° 16' 24,85" (UB)	82° 27' 45,34" (UB)
Posisi Hilal	0° 13' 43,96"	0° 25' 23,91"
Tinggi Hilal Hakiki	0° 23' 00,68"	0° 27' 12,09"
Tinggi Hilal <i>Mar'i</i>	0° 26' 54,99"	0° 50' 43,34"
Mukuts (lama hilal)	0 ^j 01 ^m 47,67 ^d	0 ^j 03 ^m 22,89 ^d

Dari perhitungan awal bulan Zulhijah 1437 H diatas, dapat diketahui bahwa perbedaan hasil perhitungan antara *Methoda Al-Qotru* dengan *Ephemeris* tidaklah jauh berbeda.

Perbedaan yang cukup jauh adalah hasil tinggi hilal *mar'i*, hal tersebut disebabkan oleh rumus yang digunakan dalam *Methoda Al-Qotru* berbeda dengan *ephemeris*. Begitu pula data yang digunakan. *Methoda Al-Qotru* menggunakan berbagai koreksi untuk perhitungan Semi Diameter, Horizontal Parallax, Refraksi, serta kerendahan ufuk.

Dalam *Methoda Al-Qotru* tidak terdapat perhitungan *mukuts*/lama hilal diatas ufuk. Akan tetapi, agar mendapatkan nilai *mukuts* penulis menghitung dengan menggunakan rumus $mukuts = h' : 15^{20}$.

Dari tiga contoh perhitungan diatas pula, dapat diketahui bahwa hasil *equation of time* dalam *Methoda Al-Qotru* tidak jauh berbeda dengan data dalam *equation of time* dalam *ephemeris* yang sudah diinterpolasi. Hal tersebut menjadi menarik karena rumus perhitungan *equation of time* dalam *Methoda Al-Qotru* merupakan rumus racikan Qotrun Nada sendiri.

Kelebihan *Methoda Al-Qotru* menurut penulis adalah pengguna metode ini tidak bergantung pada data *ephemeris* yang dikeluarkan oleh Kementrian Agama RI setiap tahunnya atau melihat tabel data melalui program aplikasi *Win Hisab*. Sehingga metode ini layak dijadikan metode alternatif selain *ephemeris* hisab rukyat. Metode ini merupakan metode

²⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Semarang: Pustaka Rizki putra, 2012, h. 102.

yang sangat praktis karena data yang diperlukan hanyalah lintang dan bujur tempat, bulan dan tahun hijriah, serta jam maghrib sementara.