

BAB III

METODE HISAB AWAL BULAN KAMARIAH DALAM KITAB

***METHODA AL-QOTRU* KARYA QOTRUN NADA**

A. Biografi Qotrun Nada

1. Riwayat Hidup

Kitab *Methoda Al-Qotru* merupakan salah satu buah pemikiran dari Qotrun Nada yang disusun pada tahun 2006. Qotrun Nada lahir dari pasangan Fachrur Rozi dan Hj. Munthofiah pada 10 Februari 1968 di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur.¹

Masa pendidikan Qotrun Nada dilalui dengan lancar dari beberapa jenjang pendidikan antara lain sewaktu kecil belajar di SDN Mandesan dan lulus pada tahun 1981, kemudian dilanjutkan di tingkat selanjutnya di MTsN Jabung, Talun, Blitar dan lulus pada tahun 1984, lantas Qotrun Nada melanjutkan di MAN Tlogo yang berada dekat dengan kota Blitar, setelah lulus dari madrasah aliyah ia melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi di IAIN Sunan Ampel Malang dan lulus pada tahun 1992. Selain belajar di sekolah formal, ia juga pernah belajar di College of Astrology, Philadhelpia, Amerika Serikat pada tahun 2001.²

¹ Hasil wawancara dengan Qotrun Nada di kediamannya di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur, pada 15 Mei 2016.

² Hasil wawancara dengan Qotrun Nada di kediamannya di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur, pada 15 Mei 2016.

Qotrun Nada mulai mengenal Astronomi sejak tahun 1993 hingga tahun 1997. Pada tahun 1999 hingga tahun 2001 Qotrun Nada belajar Astrologi (ilmu nujum barat) secara otodidak dengan membaca buku-buku Astrologi modern ketika bekerja di Amerika Serikat. Setelah lebih dari setahun pulang dari Amerika Serikat ke kampung halaman, pada tahun 2004 Qotrun Nada diperkenalkan oleh salah satu temannya kepada seorang ahli falak asal Blitar, yakni Ustadz H. Mahfud Rifa'i B.Sc., dari beliaulah Qotrun Nada belajar berbagai macam ilmu falak mulai dari yang klasik hingga modern. Hingga akhirnya, pada tahun 2006 Qotrun Nada berhasil menyusun kitab *Methoda Al-Qotru*.³ Pada saat itu, Qotrun Nada bekerja sebagai staf Anggota DPR RI.⁴

Qotrun Nada juga aktif di Lembaga Sosial Keagamaan Nahdlatul Ulama' Wilayah Jawa Timur antara lain sebagai Staf LFNU⁵ di Kabupaten Blitar, Anggota BHR⁶ di Kabupaten Blitar dan Wilayah Jawa Timur, serta Pelaksana Rukyah Lajnah Falakiyah PBNU. Sejak tahun 2005 hingga sekarang Qotrun Nada sering

³ 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 Methoda Al-Qotru* (Berdasarkan rumus Astrologi dan Astronomi Modern), Blitar: t.p., 2006, h. 6.

⁴ Hasil wawancara dengan Qotrun Nada di kediamannya di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur, pada 15 Mei 2016.

⁵ Lajnah Falakiyah Nahdlatul Ulama'.

⁶ Badan Hisab Rukyat.

mengikuti pelatihan hisab rukyat baik sebagai peserta maupun sebagai tutor.⁷

Selain aktif di LFNU serta BHR Kabupaten Blitar, ini juga aktif mengajar Bahasa Inggris, Sejarah Kebudayaan Islam, Bahasa Jawa, serta Ilmu Falak di MAN Wlingi, Blitar. Qotrun Nada juga merangkap sebagai Dosen mata kuliah Ilmu Falak yang diajarkan setiap semester genap di STIT Al-Muslihun Blitar sejak tahun 2015 hingga sekarang.⁸

2. Karya-karya Qotrun Nada

Terdapat banyak karya dalam ilmu falak yang sudah dihasilkan oleh Qotrun Nada baik yang berupa kitab, karya ilmiah, hingga program aplikasi (berupa program microsoft excel). Diantara karya-karyanya yaitu Kitab Ilmu Falak *Methoda Al-Qotru*, *Ephemeris Al Qotru*, Kitab Penjelasan hisab awal bulan metode *Newcomb*, Awal Bulan Metode *Al-Qotru*, Awal Bulan Metode *Moon First Sighting*, Awal Bulan Metode *West Cresscent*, Awal Bulan Metode *Petter Duffet Smith*, Awal bulan metode *Qotrul Falak*, Awal Waktu Sholat Metode *Qotrul Falak*, Hisab terbit, kulminasi dan terbenamnya Planet merkurius sampai uranus, Penjelasan istilah-istilah dalam *Ephemeris Hisab Rukyat*, Makalah awal Bulan untuk pelatihan di kemenag Kabupaten Blitar, Makalah Gerhana bulan untuk pelatihan di Pondok

⁷ Hasil wawancara dengan Qotrun Nada di kediamannya di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur, pada 15 Mei 2016.

⁸ Hasil wawancara dengan Qotrun Nada di kediamannya di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur, pada 15 Mei 2016.

Pesantren Fatkhul Ulum Kediri, Kuliya Ilmu Rubuk materi untuk MAN Wlingi, Arabian Ilmu Nujum, *Common concept and calculation in Astrology*, dan *Work of Astrolabe*.⁹

B. Gambaran Umum tentang Kitab *Methoda Al-Qotru*

Kitab *Methoda Al-Qotru* merupakan kitab ilmu falak yang digunakan di kalangan LFNU Kabupaten Blitar. Bahasa pengantar kitab ini bukanlah bahasa Arab seperti kebanyakan kitab di pesantren, melainkan bahasa Indonesia, hal tersebut dilakukan oleh Qotrun Nada agar kitab *Methoda Al-Qotru* mudah dipahami oleh semua kalangan masyarakat, terutama pecinta ilmu falak.

Secara umum dapat diterangkan bahwa Kitab *Methoda Al-Qotru* yang tebalnya 75 halaman terdiri atas bagian utama dan lampiran. Bagian-bagian tersebut diantaranya membahas seputar permasalahan Hisab Posisi Matahari, hisab posisi Bulan, hisab waktu salat, hisab arah kiblat, serta hisab bayang-bayang kiblat.

Secara terperinci, pembahasan dalam kitab *Methoda Al-Qotru* adalah sebagai berikut:

a. Pendahuluan

Bagian ini terdiri dari beberapa pembahasan mengenai latar belakang penyusunan kitab *Methoda Al-Qotru*. Termasuk dalam bagian ini antara lain:

1) Astrologi Sekilas

⁹ Hasil wawancara dengan Qotrun Nada di kediamannya di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur, pada 15 Mei 2016.

Menjelaskan mengenai awal mula ketertarikan pengarang terhadap astrologi serta menjelaskan perkembangan astrologi dalam sejarah peradaban.

2) Hubungan Antara Astrologi, Astronomi dan Methoda Astrologi Al-Qotru

Dijelaskan dalam bagian ini mengenai bagaimana metode perhitungan dalam kitab *Methoda Al-Qotru* diformulasikan.

3) Tingkat Keakuratan Methoda Astrologi Al-Qotru

4) Beberapa Istilah Teknis dalam Perhitungan

b. Fase-fase Bulan

Dalam bagian ini dijelaskan mengenai fase-fase bulan serta cara mengetahuinya dengan dua cara, yakni pertama diketahui tanggal, bulan dan tahun masehi untuk menentukan fase apa pada tanggal tersebut, yang kedua dengan diketahui bulan dan tahun hijriah untuk menentukan tanggal dan jam berapa fase tersebut terjadi, yakni dalam tanggal, bulan dan tahun masehi.¹⁰ Bagian ini berisi beberapa subbab, diantaranya:

1) Hisab Menentukan Fase-fase Bulan dan Umur Bulan

Dalam subbab ini dijelaskan cara menentukan fase bulan berdasarkan tanggal, bulan dan tahun yang telah diketahui pada jam 12 UT¹¹.

¹⁰ Qotrun Nada, Kitab Ilmu Falak ..., h. 9.

¹¹ UT adalah *Universal Time* (waktu universal) adalah waktu sipil pada meridian Greenwich. Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*, Virginia: Willman-Bell, 1991, h. 379. Atau waktu yang disepadankan dengan perjalanan Bumi mengelilingi porosnya sebagai perhitungan

- 2) Hisab Ijtimak (*New Moon*)
- 3) Hisab Perempat Bulan Awal (*First Quarter*)
- 4) Hisab Bulan Purnama (*Full Moon*)
- 5) Hisab Perempat Bulan Akhir (*Last Quarter*)

c. Menghisab Posisi Matahari

Bagian ini membahas tentang hisab posisi Matahari, yang diantaranya meliputi:

1) Keakuratan dalam Menghitung Posisi Matahari¹²

Bagian ini membahas keakuratan dalam menghisab posisi Matahari, yang mana dengan menggunakan *Methoda Astrologi* ini akan mendapatkan keakuratan yang cukup tinggi, yang tingkat kesalahan dari hasil deklinasi¹³ dan *Asensio Rekta*¹⁴ tidak melebihi 1 menit drajat.

2) Langkah-langkah dalam Menghisab Posisi Matahari

Bagian ini menjelaskan tentang langkah-langkah dalam menghisab posisi Matahari.

waktu sehari-hari. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012, h. 224.

¹² Qotrun Nada, *Kitab Ilmu Falak ...*, h. 19.

¹³ Deklinasi atau dalam bahasa Arab dikenal dengan *mail* adalah busur pada lingkaran waktu yang diukur mulai dari titik perpotongan antara lingkaran waktu dengan lingkaran equator ke arah utara atau selatan sampai ke titik pusat benda langit. Deklinasi sebelah utara equator dinyatakan positif, sedangkan di sebelah selatan equator dinyatakan negatif. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi ...*, h. 53. Lihat pula Muhyiddin Kazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, h. 51.

¹⁴ *Asensio Rekta* atau dalam bahasa Inggris dikenal dengan *Apparent right Ascension* adalah jarak titik pusat Bulan dari titik Aries diukur sepanjang lingkaran ekuator. dalam bahasa Arab dikenal dengan *As-Su'ud Al-Mustaqim* atau *Al-Matali' Al-Baladiyah*. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi ...*, h. 33. Lihat pula Muhyiddin Kazin, *Kamus ...*, h. 54.

d. Menghisab Posisi Bulan

Bagian ini membahas mengenai hisab posisi bulan, diantaranya sebagai berikut:

1) Kompleksnya Perhitungan Orbit Bulan

Dalam subbab ini dijelaskan bahwa perhitungan orbit bulan dapat dikatakan cukup sulit, karena peredarannya yang cepat dan juga bentuk orbitnya yang rumit. Dibutuhkan koreksi-koreksi benda langit yang mempengaruhi orbit bulan. Dikatakan pula, semakin sederhana suatu metode (tanpa koreksi), maka dapat dipastikan keakuratannya semakin berkurang. Namun, dalam *Methoda Al-Qotru* ini telah menggunakan 19 jenis koreksi dan rumusnya sudah agak panjang. Dengan keakuratan yang sudah cukup.¹⁵

2) Langkah-langkah dalam Menghisab Posisi Bulan

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah dalam menghitung posisi bulan.

e. Hisab Awal Waktu Salat

Dalam bagian ini dibahas mengenai perhitungan waktu salat secara akurat menggunakan *Methoda Al-Qotru*. Pembahasannya adalah sebagai berikut:

1) Kerumitan Menghisab Awal Waktu Sholat Untuk Mendapatkan Hasil yang Tinggi Keakuratannya

¹⁵ Qotrun Nada, Kitab Ilmu Falak ..., h. 25.

- 2) Catatan Tentang Ketinggian Matahari
- 3) Langkah-langkah Menghisab Awal Waktu Sholat dengan Keakuratan Yang Tinggi

f. Hisab Arah Kiblat

Bagian ini membahas hisab arah kiblat serta hisab bayang-bayang kiblat (*Rashdul Kiblat*). Pembahasannya adalah sebagai berikut:

- 1) Azimut Kiblat
- 2) Menghisab Waktu Bayang-bayang Kiblat

g. Hisab Bayang-bayang Matahari

Bagian ini menjelaskan tentang menghitung posisi Matahari untuk mengetahui waktu. Pembahasannya adalah sebagai berikut:

- 1) Mencocokkan Jam dengan Bayang-bayang Tongkat
- 2) Langkah-langkah Menghisab

h. Hisab Sudut Kemiringan Hilal dan Mencari GHA Aries

Bagian ini membahas mengenai sudut kemiringan hilal dan GHA Aries. Pembahasannya adalah sebagai berikut:

- 1) Hisab Sudut Kemiringan Hilal
- 2) Hisab GHA Aries, GHA Matahari dan Bulan

i. Penutup

Bagian ini berisi penutup kitab dan berbagai saran serta harapan pengarang dalam pengembangan ilmu falak dalam dunia Islam.

j. Lampiran

Bagian ini terdiri dari lampiran-lampiran sebagai berikut:

- 1) Jadwal terbit, Merpass dan terbenam beberapa planet tahun 2007.
- 2) Jadwal terbit, Merpass dan terbenam beberapa planet tahun 2008.
- 3) Lembar kerja *Methoda Al-Qotru*.
- 4) Contoh-contoh hisab, antara lain:
 - a) Hisab hari raya paskah.
 - b) Contoh hisab waktu salat dan bayang-bayang arah kiblat untuk DKI Jakarta.
 - c) Contoh hisab awal bulan Syawal 1427 H.

C. Metode Penentuan Awal Bulan Kamariah dalam Kitab *Methoda Al-Qotru*

Perhitungan Awal Bulan Kamariah dalam Kitab *Methoda Al-Qotru* tidak ditulis dalam satu bab atau pembahasan, melainkan dipisah menjadi tiga bab, yakni: Hisab Ijtimak (*New Moon*), Hisab Posisi Matahari dan Hisab Posisi Bulan.

1. Hisab Ijtimak (*New Moon*)

Hisab Ijtimak adalah subbab dari bab Fase-fase Bulan. Sebelum menghitung ijtimak perlu diketahui terlebih dahulu urutan-urutan Bulan Hijriah beserta kode angkanya yang digunakan dalam perhitungan ini.

Nama Bulan	Kode (B)	Nama Bulan	Kode (B)
Muharram	0	Rajab	6
Shafar	1	Sya'ban	7
Rabi'ul Ula	2	Ramadan	8
Rabi'ul Akhir	3	Syawal	9
Jumadil Ula	4	Zulkaidah	10
Jumadil Akhir	5	Zulhijjah	11

Contoh : Bulan Rabiul Akhir 1428 Hijriah, Maka $B = 3$ dan $V = 1428$

Langkah selanjutnya adalah menghitung ijtimak dengan diketahui V adalah tahun hijriah dan B adalah bulan hijriah. Kemudian dimasukkan ke dalam rumus sebagai berikut:

$$T^{16} = ((V : 200) + (B : 2399,999323) - 7,05) \times 2$$

$$D^{17} = -(0,000000155 \times T^3) + (0,00033 \times \sin (166,56 + 132,87 \times T - 0,009173 \times T^2))$$

$$S^{18} = 242,0412926 - ((34926,4273 \times T) + (-0,0000333 \times T^2) - (0,00000347 \times T^3))$$

¹⁶ T adalah Julian Century yakni interval waktu 36 525 hari atau satu abad. Jean Meeus, *Astronomical ...*, h. 379.

¹⁷ D adalah Mean Time of Phase atau mencari data pertama untuk waktu perkiraan (rata-rata) terjadinya ijtimak.

¹⁸ S adalah Sun Mean Anomaly pada saat ijtimak

$$\mathbf{N}^{19} = 338,8208693 - ((462980,3016 \times T) + (0,0107306 \times T^2) + (0,00001236 \times T^3))$$

$$\mathbf{G}^{20} = 285,7837704 - ((468804,6077 \times T) - (0,016528 \times T^2) - (0,00000239 \times T^3))$$

$$\mathbf{K}^{21} = 35436,70642 \times T + 0,0001178 \times T^2 + (\cos(2G - N) : 1000) - (\cos(S+2N) : 2000)$$

$$\mathbf{K}^{22} = ((\cos 3N) - (\cos(2G + S)) - (\cos(2G - S))) : 2500 - 150,848$$

Kemudian menghitung koreksi untuk ijtimak²³ sebagai berikut:

$$+((0,1734 - 0,000393 \times T) \times \cos S)$$

$$+(-0,4068 \times \cos N)$$

$$+(0,0006 \times \cos (2G + N))$$

$$+(0,0021 \times \sin (2S))$$

$$+(0,0161 \times \sin (2N))$$

$$+(0,0104 \times \sin (2G))$$

$$-(0,0051 \times \sin (S + N))$$

¹⁹ **N** adalah Moon Mean Anomaly pada saat ijtimak.

²⁰ **G** adalah Moon Argument of Latitude saat ijtimak.

²¹ **K** adalah Mean Time of phase atau mencari data kedua untuk waktu perkiraan (rata-rata) terjadinya ijtimak.

²² **K'** adalah Mean Time of phase atau mencari data ketiga untuk waktu perkiraan (rata-rata) terjadinya ijtimak.

²³ Koreksi ini diperlukan karena perputaran bulan dan bumi mengelilingi matahari tidak selalu bergerak lurus tanpa hambatan, namun kadang pergerakannya menyimpang dari perjalanan aslinya. Hal ini disebabkan diantaranya ketika ada planet yang mendekati mereka yang gaya gravitasinya akan mempengaruhi perjalanan mereka begitu juga saat menjauh dan mendekati matahari. Gravitasi matahari juga akan mempengaruhi perjalanan mereka dan lain-lainnya. Lihat Qotrun Nada, *Kitab Ilmu falak ...*, h. 26.

$$+(0,0074 \times \sin(S - N))$$

Kemudian koreksi-koreksi tersebut dijumlahkan sehingga menghasilkan nilai **Y**.

Kemudian menghitung kapan terjadinya ijtimak dengan rumus dibawah ini:

$$I = D + K + K' + Y$$

$$X' = I + 2447892$$

$$UT = (\text{Frac}^{24} X') \times 24$$

$$\mathbf{WIB}^{25} = UT + 7$$

$$X = \text{Int}^{26} X'$$

$$Q = 2299160 - X$$

$$A = \text{Int}((X - 1867216,25) : 26524,25)$$

$$W = (1 + A - \text{int}(A : 4))$$

$$Q = (Q \times W) : \text{Abs}^{27} Q$$

$$X = X - ((Q + \text{Abs} Q) : 2)$$

$$X = X - 1721119,0$$

$$Y = \text{Int}(((4 \times X) - 1) : 146097)$$

$$X = (X \times 4) - (1 + (146097 \times Y))$$

$$D = \text{Int}(X : 4)$$

²⁴ **Frac** atau Fraction adalah bilangan pecahan di belakang koma. Contoh : Frac 234,678 = 0,678

²⁵ Waktu Indonesia bagian Barat

²⁶ **Int** atau Integer adalah bilangan bulat di depan koma dan tidak mengandung pecahan. Contoh : Int 234,678 = 234.

²⁷ **Abs** atau Absolut adalah berfungsi menetralkan bilangan negatif (agar tanda minusnya hilang). Contoh : Abs -23 = 23.

$$X = \text{Int}(((4D) + 3) : 1461)$$

$$D = ((4D) + 3) - (1461 \times X)$$

$$D = \text{Int}((D + 4) : 4)$$

$$M = \text{Int}(((5D) - 3) : 153)$$

$$D = (5D) - (3 + (153 \times M))$$

$$D = \text{Int}((D + 5) : 5)$$

$$\mathbf{Tgl}^{28} = \mathbf{D} + \mathbf{Int}((\mathbf{UT} + 7) : 24)$$

$$Y = (100 \times Y) + X$$

$$W = M - 9,9$$

$$Z = (W \times 12) : \text{Abs } W$$

$$\mathbf{Bln}^{29} = (\mathbf{3} + \mathbf{M}) - (\mathbf{Z} + \mathbf{Abs } \mathbf{Z}) : \mathbf{2}$$

$$W = (W \times 1) : \text{Abs } W$$

$$\mathbf{Thn}^{30} = \mathbf{Y} + (\mathbf{W} + \mathbf{Abs } \mathbf{W}) : \mathbf{2}$$

2. Hisab Posisi Matahari

Setelah mengetahui tanggal ijtimak, maka langkah selanjutnya ialah menghitung posisi Matahari ketika ghurub. Dengan ketentuan memasukkan jam maghrib dalam rumusnya. Agar mendapatkan keakuratan maksimal dalam menghitung ketinggian dan azimuth Matahari maka harus menempuh salah satu dari dua cara berikut:³¹

²⁸ Tanggal ijtimak.

²⁹ Bulan ijtimak.

³⁰ Tahun ijtimak.

³¹ Qotrun Nada, *Kitab Ilmu Falak ...*, h. 19.

- Menggunakan perkiraan waktu maghrib sebagai **J** (kode untuk waktu maghrib). Misalnya, untuk daerah Surabaya perkiraan waktu maghrib adalah pada jam 10.30 GMT. Berarti $J = 10.30$. sesudah itu diproses sesuai rumus³² hingga mendapatkan waktu maghrib yang sesungguhnya, kemudian diubah ke dalam GMT masukkan lagi ke dalam **J**. Ulangi lagi perhitungannya agar mendapatkan nilai yang lebih akurat untuk Semi Diameter Matahari, Sudut Waktu dan Azimuth pada saat maghrib.
- Jika langkah diatas terlalu panjang, waktu maghrib (**J**) dapat diambil dari jadwal waktu sholat setempat kemudian dirubah ke GMT.

Setelah diketahui waktu maghrib (**J**), maka harus disiapkan terlebih dahulu data-data yang diperlukan diantaranya Lintang tempat (**P**), bujur tempat (**C**), dan tinggi tempat (**r**).

Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- a. Mencari jumlah hari (**D'**) yang dihitung sejak 31 Desember 1989 jam 00.00 UT (GMT) hingga waktu yang dibutuhkan. Kemudian merubahnya menjadi **D**.

$$z = (v + (J : 24)) - 726897$$

$$s = ((((-b \times (b - 2,5)) : Abs(b - 2,5)) + b) : 2) : b$$

³² Rumus waktu Salat dalam Qotrun nada, *kitab Ilmu Falak ...*, h. 33.

$$y = t - s$$

$$m = b + (12 \times s)$$

$$n = \text{Int}(y : 100)$$

$$k = 2 - n + \text{Int}(n : 4)$$

$$i = \text{Int}(365,25 \times y)$$

$$h = \text{Int}(30,6001 \times (m + 1))$$

$$\mathbf{D}' = (k + i + h + z)$$

$$\mathbf{D} = \mathbf{D}' \times 2$$

- b. Menentukan nilai *eccentricity*/eksentrisitas Matahari³³ (**e**), *obliquity*³⁴ (**O**), Mean Anomaly Matahari (**M**), dan Sudut bantu, yakni *eccentric anomaly* Matahari (**E**).

$$\mathbf{e} = 0,01671320345 - 0,0000000005755 \times \mathbf{D}$$

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

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

$$\mathbf{E}_1 = \mathbf{M} + \mathbf{e} \times (180 : \pi) \times \sin \mathbf{M} \times (1 + \mathbf{e} \times \cos \mathbf{M})$$

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 - (\mathbf{E}_1 - (180 : \pi) \times \mathbf{e} \times \sin \mathbf{E}_1 - \mathbf{M}) : (1 - \mathbf{e} \times \cos \mathbf{E}_1)$$

- c. Menentukan nilai koordinat pertama bidang ekliptik Matahari yakni X dan Y menggunakan nilai **E** dan **e**, untuk kemudian dijadikan dasar dalam menghitung *True Anomaly* Matahari (**V**).

$$\mathbf{X} = \cos \mathbf{E} - \mathbf{e}$$

³³ Elliptisitas orbit Bumi terhadap Matahari.

³⁴ *Obliquity* atau dalam bahasa Arab disebut dengan *Mail Kulli*, adalah kemiringan ekliptika dari equator. Pada 1 Januari 2000, atau pada epoch 2000, *Mail Kulli* sebesar 23° 26' 21,448". Muhyiddin Khazin, Kamus ..., h. 51. Lihat pula Jean Meeus, *Astronomical ...*, h. 88.

$$Y = \sqrt{(1 - e^2)} \times \sin E$$

$$V_1 = \text{Shift tan } (Y : X)$$

$$V_2 = V_1 + (180 + ((-180 - ((180 \times X) : (\text{Abs } X))) : 2))$$

$$V = V_2 + ((-360 + ((V_2 \times 360) : \text{Abs } V_2)) : -2)$$

- d. Menghitung jarak Matahari dari Bumi (**S**) dan *Longitude* Matahari (**λ**).

$$S = \sqrt{(X^2 + Y^2)}$$

$$\lambda = V + ((282,7684145 + 0,00002354675 \times D)$$

- e. Menentukan Semi Diameter Matahari (**θ**).

$$\theta_1 = \lambda - 282,768422$$

$$\theta_2 = (1 + e \times \cos \theta_1) : (1 - e^2)$$

$$\theta = (\theta_2 \times 0,533128) : 2$$

- f. Menghitung koordinat kedua bidang ekliptik Matahari (Y dan X) agar diketahui nilai Asensio rekta (**α**) dan Deklinasi (**δ**).

$$Y = (S \times \sin \lambda) \times \cos O$$

$$X = S \times \cos \lambda$$

$$A_1 = \text{Shift tan } (Y : X)$$

$$A_2 = A_1 + (180 + ((-180 - ((180 \times X) : (\text{Abs } X))) : 2))$$

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

$$\delta = \text{Shift sin } (\sin \lambda \times \sin O)$$

- g. Menghitung *Equation of Time*³⁵ (**E_q**).

³⁵ *Equation of Time* atau perata waktu adalah selisih antara waktu Kulminasi hakiki dengan waktu Matahari rata-rata. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi ...*, h. 62. Lihat pula Muhyiddin Khazin, *Kamus ...*, h. 79.

$$E_{q1} = (\alpha : 15) - (((1/2 \times D - (J : 24)) - 3653) \times 0,065710046 + 6,664012053 + (0,002737909 \times J))$$

$$E_{q2} = E_{q1} - (\text{Int}(E_{q1} : 24) \times 24)$$

$$E_{q3} = E_{q2} + ((-24 + ((E_{q2} \times 24) : \text{Abs } E_{q2})) : -2)$$

$$E_q = 12 - E_{q3}$$

h. Menghitung ketinggian Matahari saat ghurub (**h**).

$$h = 0 - \theta - 0,575 - ((1,76 : 60) \times \sqrt{r})$$

i. Menentukan *Hour Angle/Sudut Waktu*³⁶ (**T**), untuk kemudian dijadikan waktu Maghrib (**W_m**).

$$T = \text{Shift } \cos ((\sin h : \cos P : \cos \delta) + (-\tan P \times \tan \delta))$$

$$W_m = (T : 15) + (12 - E_q) + ((105 - C) : 15)$$

j. Menentukan Azimuth Matahari (**A_{zm}**)

$$A_1 = (-\sin P \times (1 : \tan T)) + (\cos P \times \tan \delta \times (1 : \sin T))$$

$$A_{zm} = \text{Shift } \tan (1 : A_1)$$

3. Hisab Posisi Bulan

Setelah diketahui posisi Matahari, langkah selanjutnya adalah menghitung posisi Bulan. Dalam menghitung posisi bulan, agar hasilnya akurat, diperlukan beratus-ratus koreksi³⁷. Koreksi-koreksi tersebut diperlukan karena benda-benda dalam Tata Surya juga mempengaruhi perjalanan Bulan dalam orbitnya. Dalam

³⁶ Sudut Waktu adalah sudut pada kutub langit yang dibentuk oleh perpotongan antara lingkaran meridian dengan lingkaran waktu yang melalui suatu objek tertentu di bola langit. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi ...*, h. 195. Atau bisa pula diartikan sebagai busur sepanjang lingkaran harian suatu benda langit dihitung dari titik kulminasi atas sampai benda langit yang bersangkutan. Muhyiddin khazin, *Kamus ...*, h. 24.

³⁷ Qotrun Nada, *Kitab Ilmu Falak ...*, h. 26.

menghitung orbit Bulan menggunakan *Methoda Al-Qotru*, diperlukan 19 jenis koreksi.

Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

Sebelum perhitungan utama, terlebih dahulu menghitung *Sun Longitude Anomaly (L)* dan *Sun Mean Anomaly (G)* dengan langkah berikut:

$$L_1 = 279,4032698 + 0,4928236761 \times D^{38}$$

$$L_2 = L_1 - (\text{Int}(L_1 : 360) \times 360)$$

$$L = L_2 + ((-360 + ((L_2 \times 360) : \text{Abs } L_2)) : -2)$$

$$G_1 = 356,6348556 + 0,4928001293 \times D$$

$$G_2 = G_1 - (\text{Int}(G_1 : 360) \times 360)$$

$$G = G_2 + ((-360 + ((G_2 \times 360) : \text{Abs } G_2)) : -2)$$

Langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung elemen orbit Bulan yaitu *Longitude Ascending Node*³⁹ (**N**), *Inclination*⁴⁰ (**I**), *Argument of Perigee* (**W**), *Mean Distance*⁴¹ (**B**), *Eccentricity*⁴² (**e**) dan *Mean Anomaly*⁴³ (**M**).

$$N = 0,02647690415 \times D - 228,5101079$$

$$I = 5,1454$$

³⁸ D adalah jumlah hari yang telah dihitung dalam pembahasan hisab posisi Matahari sebelumnya.

³⁹ Perpotongan bidang orbit dengan bidang referensi di mana koordinat bujur membesar/meningkat (ke arah utara).

⁴⁰ Dalam bahasa Indonesia disebut Inklinasi adalah sudut antara bidang orbit sebuah benda yang berevolusi terhadap bidang dasar. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi ...*, h. 101. Lihat pula Muhyiddin Kazin, *kamus ...*, h. 36.

⁴¹ Jarak rata-rata.

⁴² Elliptisitas orbit.

⁴³ Anomali rata-rata.

$$W_1 = 77,83045896 + 0,08217866115 \times D$$

$$W_2 = W_1 - (\text{Int}(W_1 : 360) \times 360)$$

$$W = W_2 + (-360 + ((W_2 \times 360) : \text{Abs } W_2)) : -2$$

$$B = 60,2666$$

$$e = 0,054900$$

$$M_1 = 282,0111466 + 6,532496475 \times D$$

$$M_2 = M_1 - (\text{Int}(M_1 : 360) \times 360)$$

$$M = M_2 + (-360 + ((M_2 \times 360) : \text{Abs } M_2)) : -2$$

b. Menghitung *Eccentric Anomaly* (E_c).

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

$$E_2 = E_1 - (E_1 - (180 : \pi) \times e \times \sin E_1 - M) : (1 - e \times \cos E_1)$$

$$E_3 = E_2 - (E_2 - (180 : \pi) \times e \times \sin E_2 - M) : (1 - e \times \cos E_2)$$

$$E_c = E_3 - (E_3 - (180 : \pi) \times e \times \sin E_3 - M) : (1 - e \times \cos E_3)$$

Selanjutnya dari nilai E_c akan diperoleh nilai E dengan rumus berikut:

$$E_4 = 90 - E_c$$

$$E_5 = E_4 - (\text{Int}(E_4 : 360) \times 360)$$

$$E = E_5 + ((-360 + ((E_5 \times 360) : \text{Abs } E_5)) : -2)$$

c. Menghitung *True Anomaly bulan*⁴⁴ (**V**)

$$X = (B \times \sin E) - (3,30863734)$$

$$Y = 60,17570939 \times \cos E$$

$$S_1 = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$V_1 = \text{Shift tan } (Y : X)$$

$$V_2 = V_1 + (180 + ((-180 - ((180 \times X) : (\text{Abs } X))) : 2))$$

$$V = V_2 + ((-360 + ((V_2 \times 360) : \text{Abs } V_2)) : -2)$$

d. Menghitung nilai sementara dari *Ecliptic Coordinate*, yakni

Ecliptic Longitude (**Lb**) dan *Ecliptic Latitude* (**Lt**).

$$X = S_1 \times ((\sin N) \times \cos (V + W) - (\cos N : 1,004045989) \times \sin (V + W))$$

$$Y = S_1 \times ((\cos N) \times \cos (V + W) + (\sin N : 1,004045989) \times \sin (V + W))$$

$$Z = (S_1 : 11,15032167) \times \sin (V + W)$$

$$Lb_1 = \text{Shift tan } (Y : X)$$

$$Lb_2 = Lb_1 + (180 + ((-180 - ((180 \times X) : (\text{Abs } X))) : 2))$$

$$\mathbf{Lb} = Lb_2 + ((-360 + ((Lb_2 \times 360) : \text{Abs } Lb_2)) : -2)$$

$$\mathbf{Lt} = \text{Shift tan } (Z : \sqrt{X^2 + Y^2})$$

$$S_2 = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$F = W + M$$

$$ML = W + 90 + M - N$$

$$H = 2 \times (ML - L)$$

⁴⁴ Jarak sudut diukur dari perihelion ke posisi Bulan sebenarnya. Jean Meeus, *Astronomical ...*, h. 380.

e. Menghitung 19 jenis koreksi. Yakni 12 koreksi untuk Longitude, 5 koreksi untuk Latitude dan 2 koreksi jarak Bulan.

1) Koreksi *longitude* Bulan

Nama-nama 12 koreksi untuk *Longitude* Bulan adalah: *Evection*, *Variation*, *Yearly Equation*, *Parallactic inequality*, kemudian Term 1 sampai term 8. Koreksi-koreksinya adalah sebagai berikut:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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' .

- f. Menentukan *Ecliptic Longitude* yang benar (λ_b), *Ecliptic Latitude* yang benar (β_b), serta jarak Bulan (dari Bumi) yang sesungguhnya (S_b).

$$\lambda_b = Lb + Lb'$$

$$\beta_b = Lt + Lt'$$

$$S_b = S_2 + S_2'$$

- g. Menghitung *Assensio Rekta* (α_b) dan deklinasi Bulan (δ_b).

$$X = \cos \lambda_b$$

$$A_1 = \text{Shift tan } ((\sin \lambda_b \times \cos O - \tan \beta_b \times \sin O) : \cos \lambda_b)$$

$$A_2 = A_1 + (180 + ((-180 - ((180 \times X) : (\text{Abs } X))) : 2))$$

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

$$\delta_b = \text{shift sin} (\sin \beta_b \times \cos O + \cos \beta_b \times \sin O \times \sin \lambda_b)$$

h. Menentukan Sudut Waktu (T_b) dan Tinggi Hakiki Bulan (H).

$$T_b = (\alpha - \alpha_b) + T$$

$$H = \text{shift sin} (\sin P \times \sin \delta_b + \cos P \times \cos \delta_b \times \cos T_b)$$

i. Menghitung koreksi terhadap ketinggian bulan (H) agar menjadi ketinggian *mar'i* (H').

1) Menghitung *semi diameter*⁴⁵ Bulan (θ_b)

$$G = 0,4928236782 \times D - 3,365119$$

$$U = \sin (6,64390035 \times D + 354,692058 - 2\lambda) \times 1,2739$$

$$K = 6,53249625 \times D + 282,011238$$

$$Q = K + U - 0,5558 \times \sin G$$

$$I = 6,2886 \times \sin Q$$

$$F_c = (1 - e^2) : (1 + e \times \cos (Q + I))$$

$$F_d = 0,9507 : \text{shift sin} (1 / S_b)$$

$$F = \frac{1}{2} (F_c + F_d)$$

$$\theta_b = (0,5181 : F) \times 0,5$$

2) Menghitung *Horisontal parallak* Bulan (H_p)

$$H_p = 0,9507 : F_d$$

Selanjutnya setelah diketahui nilai *Semi Diameter* dan *Horisontal Paralak* Bulan, nilai tersebut digunakan untuk mengoreksi ketinggian Bulan.

⁴⁵ Jarak titik pusat Matahari dengan piringan luarnya. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi ...*, h. 191. Lihat pula Susiknan Azhari, *Kamus ...*, h.61.

$$H_1 = H - (H_p \times \cos H)$$

$$H_2 = H_1 + \theta_b$$

3) Menghitung *Refraksi*⁴⁶ Bulan (**Rf**)

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

4) Menghitung Kerendahan Ufuk (**Dip**)

$$\mathbf{Dip} = (1,76 \times \sqrt{r}) : 60$$

Setelah diketahui nilai **Dip**, maka dapat diketahui nilai ketinggian *mar'i* Bulan (**H'**).

$$\mathbf{H}' = H_2 + Rf + Dip$$

j. Menentukan Azimuth Bulan (**Az_b**).

$$Az_b' = (-\sin P \times (1 : \tan T_b)) + (\cos P \times \tan \delta_b \times (1 : \sin T_b))$$

$$\mathbf{Az}_b = \text{shift tan } (1 : Az_b')$$

D. Dasar Penentuan Awal Bulan Kamariah Qotrun Nada dalam Kitab

Methoda Al-Qotru

Kitab *Methoda Al-Qotru* yang muncul setelah generasi hisab *haqiqi taqribi* dan juga hisab *haqiqi tahqiqi*, berpangkal pada teori yang dikemukakan oleh Copernicus (1473-1543) yakni teori

⁴⁶ Perbedaan antara tinggi suatu benda langit yang dilihat dengan tinggi sebenarnya diakibatkan adanya pembiasan sinar. Nilai refraksi paling besar adalah 34' 30". Susiknan Azhari, *Ensiklopedi ...*, h. 180. Lihat pula Susiknan Azhari, *Kamus ...*, h. 19.

Heliosentris.⁴⁷ Bahkan telah menyerap Hukum Kepler⁴⁸ tentang bentuk lintasan orbit Bumi dan hukum gravitasi lain sebagainya.⁴⁹

Menurut teori heliosentris bahwa yang menjadi pusat jagat raya ini bukanlah Bumi, melainkan matahari sebagai pusat tata surya. Jadi komet, planet-planet (termasuk Bumi), dan satelit-satelit dari planet tersebut (termasuk Bulan sebagai satelit dari Bumi) berputar mengelilingi Matahari.⁵⁰ Sedangkan menurut hukum Kepler menyatakan bahwa bentuk lintasan dari orbit planet-planet yang mengelilingi matahari tersebut berbentuk ellips. Oleh karena itu, kitab tersebut dalam menghitung posisi Bulan dan Matahari melakukan koreksi-koreksi hingga beberapa kali berdasarkan gerak bulan yang tidak rata.⁵¹

Kitab *Methoda Al-Qotru* adalah kitab yang disusun pada akhir tahun 2006 oleh Qotrun Nada. Kitab ini walaupun tergolong kitab terbitan lama namun sudah menggunakan sistem kontemporer. Sebagaimana telah penulis ungkapkan pada pembahasan sebelumnya

⁴⁷ Teori heliosentris merupakan teori yang menempatkan matahari sebagai pusat tatasurya. Lihat Susiknan Azhari, *Ilmu Falak (teori dan praktek)*, Yogyakarta: Lazuardi, 2001, h.19. Teori heliosentris pertama kali dikemukakan oleh Copernicus, karena pada masa itu Copernicus takut dipersalahkan karena menentang keyakinan yang ada (Geosentris), Copernicus mengemukakan pendapatnya tanpa nama. Stephen W. Hawking, *Teori segala Sesuatu*, Terj. Ihklasul Ardi Nugroho, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. Ke-III, 2007, h. 6.

⁴⁸ Penemu hukum ini yaitu John Kepler. Lihat dalam P. Simamora, *Ilmu Falak (Kosmografi) "Teori, Perhitungan, Keterangan, dan Lukisan"*, Jakarta: CV. Pedjuang Bangsa, Cet. ke-30, 1985, h. 46. Lihat pula M.S.L. Toruan, *Pokok-Pokok Ilmu Falak (kosmografi)*, Semarang: Banteng Timur, Cet. ke-4, tt, h. 104.

⁴⁹ Lihat perhitungan posisi Matahari dan Bulan dalam Qotrun Nada, *Kitab Ilmu Falak Methoda Al-Qotru (Berdasarkan rumus Astrologi dan Astronomi Modern)*, Blitar: t.p., 2006, h. 20 dan 26.

⁵⁰ Slamet Hambali, "Astronomi Islam dan Teori Heliosentris Nicolaus Copernicus", dalam *Al-Ahkam*, Volume 23, nomor 2, Oktober 2013, h. 228.

⁵¹ Lihat koreksi-koreksi perhitungan Bulan dalam BAB III.

bahwa kitab *Methoda Al-Qotru* disusun berdasarkan sistem hisab kontemporer dengan menggunakan data-data serta rumus-rumus astronomi modern.

Rumus-rumus yang digunakan dalam kitab *Methoda Al-Qotru* dipengaruhi oleh rumus-rumus astronomi modern seperti diantaranya rumus perhitungan oleh Jean meeus, Oliver Montenbruck dan Thomas Pflieger, Peter Duffet-Smith, dan John Walker. Penggabungan serta penyusunan rumus-rumus dari para ahli astronomi tersebut kemudian menghasilkan sebuah perhitungan baru yang tertuang dalam kitab *Methoda Al-Qotru*.

Rumus-rumus dan data-data dalam *Methoda Al-Qotru* diambil dari sumber-sumber yang berbeda, sehingga metode ini tidak dapat dikatakan sebagai metode perhitungan yang sudah ada, misalkan disebut sebagai metode perhitungan Jean Meeus, karena perhitungan dalam kitab *Methoda Al-Qotru* tidak hanya mengambil data dan rumus dari Jean Meeus.⁵²

⁵² Qotrun Nada, *Kitab Ilmu Falak ...*, h. 6. Serta hasil Hasil wawancara dengan Qotrun Nada di kediamannya di Desa Mandesan Kecamatan Selopuro Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur, pada 15 Mei 2016.