

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Umat Islam di seluruh dunia, khususnya di Indonesia, seringkali mengalami peristiwa yang membingungkan saat terjadi penentuan hari pertama sebuah bulan yang terkait dengan penentuan suatu prosesi ibadahnya.¹ Tiga peristiwa yang sering terjadi adalah pertama, pada saat menentukan akhir bulan Sya‘ban karena terkait dengan hari pertama bulan berikutnya (bulan Ramadan), saat di mana umat Islam harus mulai berpuasa. Kedua, pada saat menentukan akhir bulan Ramadan, karena hal ini sangat terkait erat dengan hari pertama bulan berikutnya (bulan Syawal) saat di mana prosesi ibadah Idul Fitri dilakukan. Ketiga, pada saat menentukan awal bulan Zulhijah karena terkait dengan hari ke sepuluh bulan Zulhijah, saat di mana prosesi ibadah Idul Adhā dilakukan (Saksono, 2007: 15).

Persoalan ini merupakan persoalan klasik yang senantiasa akan tetap aktual, dikarenakan sampai sekarang masih hangat untuk dikaji dan dibahas kembali. Selain itu, persoalan ini menjadi sangat signifikan untuk dibahas karena berkaitan erat dengan masalah ibadah umat Islam. Jika penentuan awal bulan ini tidak tepat, maka akan banyak ibadah umat Islam yang melenceng. Misalnya, umat Islam yang berpuasa pada akhir bulan Ramadan, namun dalam

¹ Perbedaan terjadi pada kurun waktu 1988 M – 2013 M atau 1408 H – 1433, tercatat 23 kali perbedaan dalam menentukan awal bulan kamariah khususnya awal bulan Ramadan, Syawal dan Zulhijah. Perbedaan tersebut terjadi setelah pemerintah mengumumkan sidang *isbat* (penetapan) awal bulan Kamariah.

kenyataannya pada tanggal tersebut sudah masuk awal bulan Syawal, di mana tanggal 1 Syawal diharamkan untuk berpuasa.

Mengingat perintah ibadah puasa di bulan Ramadan merupakan ibadah wajib umat muslim yang hukumnya *fardhu 'ain* (dilakukan oleh setiap individu umat muslim yang telah memenuhi syarat untuk melaksanakannya). Allah SWT berfirman dalam al-Qur'an surat al-Baqarah ayat 183:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا كُتِبَ عَلَيْكُمُ الصِّيَامُ كَمَا كُتِبَ عَلَى الَّذِينَ مِن قَبْلِكُمْ لَعَلَّكُمْ تَتَّقُونَ
 “Wahai orang-orang yang beriman diwajibkan atas kamu berpuasa sebagaimana diwajibkan atas orang-orang sebelum kamu agar kamu bertakwa” (Kemenag, 2012: 269).

Untuk menetapkan pergantian bulan kamariah dalam tahun Hijriah, Rasulullah dalam hadisnya menjelaskan sebagai berikut (Muslim, 1992: 481):

حدثني حميد بن مسعدة الباهلي حدثنا بشر بن المفضل حدثنا سلمة وهو ابن علقمة عن نافع عن عبد الله بن عمر رضي الله عنهما قال قال رسول الله صلي الله عليه و سلم الشهر تسع و عشرون فاذا رايتم الهلال فصوموا واذا رايتموه فافطروا فان غم عليكم فاقدرو له .

“Humaid bin Mas’adah Al Bahili menceritakan kepadaku, Bisyr bin Al Mufadhdhal telah menceritakan kepada kami, Salamah telah menceritakan kepada kami, dia adalah Ibnu Alqamah, dari Nafi’, dari Abdulloh bin Umar radhiyallaahu ‘anhuma, dia berkata: Rasulullah SAW bersabda, (jumlah hari dalam satu) bulan adalah dua puluh sembilan hari. Apabila kamu melihat hilal, maka berpuasalah! dan jika kalian kembali melihatnya, maka berbukalah! Jika terjadi mendung, maka kadarkanlah”.

Hadis tersebut memerintahkan agar memulai dan mengakhiri bulan baru kamariah adalah dengan cara rukyat dan bilamana cuaca berawan atau mendung sehingga hilal tidak dapat dilihat, maka hendaklah untuk dibuat pengkadaran (estimasikan/ perkiraan/ perhitungan) bulan Sya‘ban. Adapun jumlah hari untuk menyempurnakan bulan Sya‘ban terdapat dalam hadis yang diriwayatkan oleh Abu Hurairah (Bukhori, 1994: 281):

حدثنا ادم حدثنا شعبة حدثنا محمد بن زياد قال سمعت ابا هريرة رضي الله عنه يقول قال النبي صلى الله عليه وسلم صوموا لرؤيته وافطروا لرؤيته فان غبي عليكم فاكملوا عدة شعبان ثلاثين.

“Adam telah menceritakan kepada kami, Syu’bah telah menceritakan kepada kami, Muhammad Bin Ziyad telah menceritakan kepada kami bahwa ia mendengar Abu Hurairah Radiallohu ‘anhu berkata: telah bersabda Nabi Muhammad SAW: Berpuasalah kamu karena melihat hilal dan berbukalah (Idul Fitri) karena melihat hilal pula. Jika bulan terhalang oleh awan terhadapmu, maka genapkanlah (istikmal) bilangan bulan Sya’ban tiga puluh hari”.

Hadis-hadis di atas dapat dikatakan sebagai hadis yang bersifat interpretatif artinya banyak pemahaman para ulama dan kelompok hisab rukyat yang berbeda-beda. Pemahaman tersebut dijadikan pula sebagai landasan berpikir dan pegangan dalam menetapkan kriteria-kriteria penentuan awal bulan kamariah.²

Secara garis besar, pemisah di antara bulan satu dengan bulan berikutnya dalam bulan Hijriyah adalah kenampakan hilal. Hilal adalah bulan sabit yang tampak pada beberapa saat sesudah terjadi ijtimak.³ Ijtimak sendiri memiliki arti yaitu suatu peristiwa saat Bulan⁴ dan Matahari terletak pada posisi garis bujur yang sama, bila dilihat dari arah Timur ataupun arah Barat (Azhari, 2008: 93). Namun, perlu diketahui bahwa perintah untuk melakukan rukyat hanya

² Landasan normatif ini menjadikan banyak kalangan ahli falak yang hanya memakai metode hisab sebagai penentuan awal bulan kamariah. Karena kesulitannya dalam melakukan rukyat pada zaman sekarang yang dianggapnya sudah tidak tepat lagi. Berbeda dengan kalangan rukyat yang selalu melakukan observasi hilal walaupun dalam keadaan yang dianggap sulit. Namun, kalangan ini dalam melakukan rukyatul hilal selalu melakukan hisab awal bulan yang dijadikan sumber primer dalam melakukan observasi tersebut.

³ Ada tingkat-tingkat penamaan orang Arab untuk Bulan. Pertama, Hilal merupakan sebutan Bulan yang tampak seperti sabit, terjadi antara tanggal 1 sampai menjelang terjadinya rupa semu Bulan pada *tarbi’* awal. Kedua, *Badr* yaitu sebutan pada Bulan purnama. Ketiga, *Qamar* yaitu sebutan bagi Bulan pada setiap keadaan.

⁴ Penulisan huruf “B” pada kata “Bulan, di maksudkan kepada fisik Bulan sendiri (*Moon*), sedangkan penulisan “b” (b kecil) dimaksudkan kepada bulan dalam urutan tahun (*month*).

dilakukan pada bulan-bulan tertentu yakni Ramadan dan Syawal. Sedangkan bulan Zulhijah dan bulan-bulan lainnya tidak disebutkan dalam hadis.

Dalam keadaan ijtimak pada hakikatnya masih ada bagian Bulan yang mendapat pantulan dari Matahari, yaitu bagian yang menghadap Bumi. Namun kadang kala, karena tipisnya hilal, hal ini tidak dapat dilihat dari Bumi, karena Bulan yang sedang berijtimak itu berdekatan letaknya dengan Matahari. Kondisi ini dipengaruhi oleh keadaan masing-masing planet pada orbitnya. Bumi dan Bulan beredar pada porosnya dari arah Barat ke Timur (Azhari, 2008: 94).

Setelah satu atau dua hari sejak terjadinya ijtimak, Bulan mulai nampak. Mula-mula berbentuk sabit (hilal/ *crescent*). Kemudian, berkisar hari ke tujuh Bulan berbentuk setengah lingkaran (*tarbi' awal/ first quarter*). Setelah itu rupa Bulan dari hari ke hari semakin membesar dan sampailah pada hari yang ke-14 atau 15 di mana rupa Bulan berbentuk lingkaran penuh (purnama/ *badar/ full moon*). Saat Bulan purnama, posisi Bulan dan Matahari dalam keadaan saling berhadapan, bagian Bulan yang terkena sinar Matahari seluruhnya menghadap ke arah Bumi. Posisi ini dinamakan *istiwa* / oposisi. Setelah itu, Bulan mulai mengecil dan sampailah pada hari yang ke-21 atau 22 di mana rupa Bulan akan kembali menjadi setengah lingkaran (*tarbi' tsani/ last quarter*). Kemudian mengecil terus dan akhirnya sampailah pada hari ke-29 di mana rupa semu Bulan kembali tidak nampak dan kembali ke posisi awal saat ijtimak (Kemenag, 2010: 160-161).

Dalam perkembangannya, di zaman modern saat ini perkiraan posisi Matahari dan Bulan dapat dihitung secara matematis. Dengan menggunakan

logika berpikir matematika dan astronomi, fase-fase Bulan dapat diperhitungkan. Bahkan posisi dan keadaan karakteristik Bulan dapat diketahui hanya dengan menggunakan metode hisab (perhitungan). Hal ini tidak lepas dari pengaruh perkembangan ilmu astronomi sendiri yang semakin canggih dan mampu memperhitungkan gerak benda-benda langit secara akurat.

Pencatatan perubahan atau berbagai fenomena yang terjadi pada Bulan dan Matahari telah dilakukan manusia sejak ribuan tahun lalu. Kejadian-kejadian yang berulang secara teratur terus diamati dan dikaji, sehingga ditemukan antara unsur-unsur posisi dengan waktu dalam bentuk formulasi matematis yang selanjutnya memungkinkan posisi Bulan dan Matahari dapat diperkirakan. Berbagai hubungan itu ketetapanannya terus menerus diuji, dengan membandingkan hasil prakiraan dengan data pengamatan (Sukartadireja, 1994: 38).

Perkembangan tersebut dalam khazanah Ilmu Falak masuk ke dalam perkembangan hisab yang terbagi menjadi dua bagian. Pertama hisab *'urfi* dan kedua hisab hakiki. Hisab *'urfi* merupakan perhitungannya yang didasarkan pada kaidah-kaidah tradisional, yaitu dibuatnya anggaran-anggaran dalam menentukan perhitungan masuknya awal bulan kamariah (Kemenag, 2010: 95).⁵

Berbeda dengan hisab *'urfi*, hisab hakiki terbagi atas tiga macam jenis perhitungan, yaitu: Hisab hakiki *bi taqribi*, hisab *bi tahqiq*, hisab hakiki

⁵ Kaidah-kaidah tersebut di antaranya adalah menetapkan tahun pertama Hijriyah, 1 Muharam 1 H bertepatan dengan Kamis 15 Juli 622 M atau hari Jum'at tanggal 16 Juli 622 M. Ditetapkannya 1 daur dalam 30 tahun yang terdiri dari 11 tahun panjang (355 hari) dan 19 tahun pendek (354 hari). Tahun panjang terletak pada deretan tahun ke 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 dan 29, sedangkan deretan yang lain sebagai tahun pendek. Bulan-bulan gasal ditetapkan umurnya sebanyak 30 hari sedangkan bulan-bulan genap umurnya 29 hari, namun untuk tahun panjang bulan ke-12 (Zulhijah) ditetapkan 30 hari.

kontemporer. Hisab hakiki *bi taqribi* ialah hisab hakiki yang metode koreksinya tidak begitu halus. Begitu juga metode penentuan ketinggian hilalnya jauh dari kesempurnaan, sebab untuk menentukan tinggi hilal bukan dengan cara menghitung secara teliti posisi hilal di atas ufuk, tetapi hanya dengan cara membagi dua waktu ijtimak dengan waktu *ghurub* Matahari. Asusminya ialah bahwa rata-rata Bulan bergerak ke arah Timur meninggalkan Matahari sebesar setengah derajat setiap jam. Termasuk ke dalam hisab ini antara lain *Sullamun Nayyirain*, *Fath al-Raufi al-Manan* dan *al-Qawa'idul Falakiyah* (Kemenag, 2010: 39).

Hisab hakiki *bi tahqiq* ialah hisab hakiki yang telah menggunakan teori-teori astronomi modern, matematika dan hasil observasi baru. Metode koreksinya lebih teliti dari pada hisab hakiki *bi taqribi*. Koreksi dilakukan hingga lima kali. Di samping itu untuk menentukan tinggi hilal, posisi hilal di atas ufuk dihitung. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan daftar goneometri dan logaritma. Termasuk dalam hisab ini adalah *Khulashoh Wafiyah* oleh KH. Zubair, *Badi'atul Mitsal* oleh KH. Makshum bin Ali, dan hisab hakiki oleh KH. Moh. Wardan (Kemenag, 2010:40).

Sedangkan hisab hakiki kontemporer ialah hisab hakiki yang metodenya sama dengan hisab hakiki *bi tahqiq*, tetapi koreksinya jauh lebih teliti. Koreksi dilakukan sampai seratus kali dan pengaruh cuaca serta pembelokan cahaya diperhitungkan dengan teliti (Kemenag, 2010: 40). Sistem hisab ini menggunakan hasil penelitian terakhir dan menggunakan matematika yang telah dikembangkan. Meskipun koreksinya ratusan kali, akan tetapi cara menghitungnya tidak begitu sulit karena menggunakan perangkat kalkulator

dan komputer (Peradilan Agama, 2004: 21-22). Adapun yang termasuk ke dalam hisab hakiki kontemporer adalah buku-buku yang bersumber dari tabel atau buku New Comb, *Astronomical Almanac*, *Nautical Almanak*, *Islamic Calender*, *Astronomical Formuly For Computer*, *Astronomical Algorithms* Jean Meeus.

Namun, jika ditelaah lebih lanjut ternyata dalam hasil perhitungan hisab antara satu dengan yang lain terjadi perbedaan walaupun hanya kecil. Misalnya dalam menentukan *Irtifa' hilal* (ketinggian hilal). Terlebih lagi apabila hilal dalam posisi yang kritis yakni masih dekat dengan horizon (*ufuk*). Sebagaimana yang pernah terjadi pada penentuan awal Syawal pada tahun 1412 H, 1413 H, 1415 H.⁶

Perbedaan tersebut disebabkan karena dalam hisab terdapat berbagai macam metode atau sistem dalam perhitungan posisi hilal yang dijadikan batas antara dua bulan kamariah. Perbedaan internal hisab disebabkan pula oleh perbedaan data yang diambil, algoritma yang membangun teori dan rumus-rumus yang digunakan. Akhirnya, perbedaan tersebut menyebabkan terjadinya perbedaan hasil perhitungan. Perbedaan hasil perhitungan ini menjadi besar pengaruhnya jika posisi hilal dalam kenyataan empiris berada dalam posisi yang dekat dengan horizon (*ufuk*) (Rafiqi, 2013: 6).

⁶ Pada tahun tersebut, perbedaan terjadi antara perhitungan yang didasarkan dengan sistem hisab pada kitab *Sullamun Nayyirain*, *Fathul Rauf Mannan* dan *Qawqaidul Falakiyah* yang menyatakan hilal positif dan berada di atas ufuk setelah Matahari terbenam. Sedangkan dalam sistem hisab lainnya seperti Almanak Nautika, Jean Meeus dan New Comb bahwa hilal masih di bawah ufuk ketika Matahari terbenam.

Almanak Nautika⁷ dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus merupakan sistem hisab awal bulan kamariah yang termasuk dalam sistem hakiki kontemporer. kedua sistem ini menggunakan rumus segi tiga bola dengan koreksi-koreksi gerak Bulan maupun Matahari yang sangat teliti dan juga sudah dapat menentukan letak terbenamnya Matahari maupun hilal yang akan dijadikan pedoman dalam penentuan awal bulan kamariah. Oleh karena itu, dalam pelaksanaan rukyat hilal, kedua sistem hisab ini sangat representatif dijadikan sebagai alat bantu dalam pelaksanaannya, sebab dengan sistem hisab ini para perukyat diajak untuk memperhatikan satu daerah titik di mana hilal dimungkinkan untuk muncul (Rafiqi, 2013: 7).

Pada Almanak Nautika, data ephemeris disajikan dalam bentuk tabel tanpa kita menghitungnya terlebih dahulu. Dari tabel tersebut, kemudian mengambil data dan memasukkannya pada rumus-rumus penentuan awal bulan kamariah. Berbeda dengan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus, data ephemeris tidak disajikan berdasarkan tabel, akan tetapi perlu dilakukan perhitungan sebelum mendapatkan data ephemeris tersebut. Hasil data tersebut kemudian digunakan untuk menentukan posisi hilal pada awal bulan kamariah.

Selain itu, perbedaan antara Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus terletak pada algoritmanya masing-masing. Algoritma tersebut yang membangun sebuah teori dan rumusan matematis yang berbeda-beda. Berdasarkan pada algoritma perhitungan yang berbeda-beda, maka hasil (*output*) dari perhitungan tersebut pun akan berbeda-beda.

⁷ Almanak Nautika merupakan almanak kelautan yang diterbitkan oleh Dinas Hidro Oseanografi TNI AL RI. Naskah aslinya berjudul *The Nautical Almanac* yang disusun oleh Naval Observatory, Royal Greenwich Inggris. Naskah ini disebarakan ke berbagai negara termasuk Indonesia.

Hal ini sangat penting untuk dikaji lebih dalam, karena mengingat hasil perhitungan hisab awal bulan kamariah menjadi parameter penting dalam menentukan posisi kenampakan hilal dan merupakan sesuatu yang wajib bagi para perukyat untuk mengetahui posisi kenampakan hilal dalam melakukan observasinya. Oleh karena itu, penulis merasa perlu mengkaji lebih lanjut tentang kedua sistem hisab tersebut.

B. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana algoritma data-data penentuan hisab awal bulan kamariah dalam sistem hisab Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus?
2. Apa saja kelebihan dan kekurangan antara sistem hisab Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui algoritma yang digunakan dalam sistem hisab Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus, serta mengetahui pula bagaimana persamaan dan perbedaannya berdasarkan pada rumusan astronomisnya.
2. Untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan yang terdapat dalam Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus.

D. Signifikansi Penelitian

1. Memberikan wawasan dan kelimuan khususnya dalam bidang Ilmu Falak dan Ilmu Astronomi.

2. Memberikan pengetahuan kepada para ahli hisab dan rukyat tentang perhitungan awal bulan kamariah yang dihitung dari kedua data tersebut.
3. Memberikan sumbangan pemikiran kepada Kementrian Agama RI untuk penyusunan kalender Islam di Indonesia khususnya dan Internasional umumnya.
4. Memberikan data-data hasil perhitungan awal bulan kamariah kepada para ahli falak untuk persiapan observasi atau *rukyaat hilal* awal bulan kamariah.

E. Kerangka Teoritik

Kedudukan Bumi terhadap Bulan dan Matahari senantiasa berubah-ubah. Perubahan kedudukan itu mengakibatkan bagian Bulan yang diterangi Matahari yang dapat dilihat, berubah-ubah pula. Perubahan bentuk Bulan tersebut dapat disaksikan pada malam hari sebagai Bulan sabit yang setiap senja kelihatan bertambah besar, lalu menjadi Bulan purnama yang berangsur-angsur setiap malam kelihatan menjadi kecil dan akhirnya tidak kelihatan sama sekali (Djambek, 1976: 9).

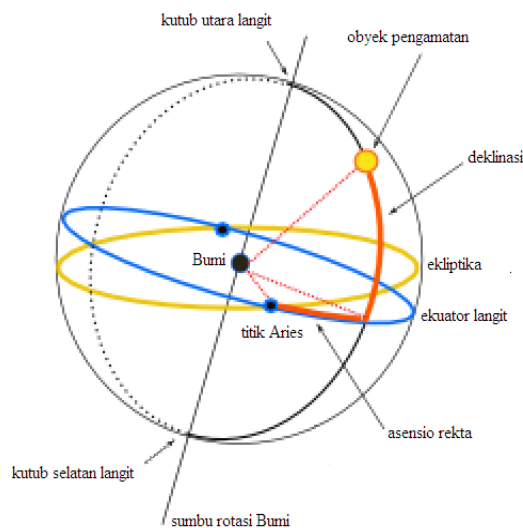
Apabila kita melihat benda-benda langit tersebut, maka yang tampak oleh mata kita adalah proyeksi benda-benda langit itu pada bola langit. Mata tidak akan dapat memberitahukan mana yang dekat dan mana yang jauh secara pasti di antara benda-benda langit tersebut. Jarak akan dapat diketahui apabila diukur dengan cara mencatat letak benda-benda langit pada bola dan mengabaikan jaraknya. Tata letak benda langit ini dikenal sebagai sistem koordinat benda langit. Dengan demikian sistem ini dapat membantu kita menyatakan arah posisi benda langit yang dilihat dari titik pengamat di bumi.

Adapun titik pusat bola langit adalah titik pusat Bumi sendiri yang berarti sistem acuan ini adalah geosentris (Kemenag, 2010: 130).

Teori geosentris menempatkan Bumi sebagai pusat peredaran planet-planet dan Matahari (Azhari, 2008: 194). Adapun posisi awal bulan kamariah ditentukan oleh posisi geometri antara Matahari dan Bulan yang mana Bumi menjadi titik pusatnya. Untuk menghitungnya diperlukan teori ilmu ukur bola yang dikenal sebagai *Spherical Trigonometry* atau segitiga bola (Kemenag, 2010: 130).

Untuk mempermudah pemahaman terhadap teori geosentris dalam menentukan letak benda-benda langit, khususnya Bulan dan Matahari, maka peneliti memberikan gambaran sebagai berikut:

Gambar 1.1.1
Teori Geosentrik dengan Sistem Koordinat Ekliptik Geosentrik dan Ekuator Geosentrik.



(Sumber : Fitarningsih, 2010)

Pada gambar di atas, obyek pengamat merupakan benda langit yang diamati pengamat di permukaan Bumi, baik obyek tersebut adalah Matahari

atau Bulan. Sedangkan eklitiptik pada gambar di atas merupakan sistem koordinat ekliptika geosentrik (*Geocentric Ecliptical Coordinate*) di mana Bumi menjadi pusat koordinat. Sedangkan Matahari dan planet–planet lainnya nampak bergerak mengitari Bumi. Adapun titik referensi (titik nol) dihitung dari titik *Vernal Ekuinoks (VE)* atau titik Aries (Anugraha, 2012: 51). Sistem koordinat ini dapat menghitung bujur dan lintang ekliptika Matahari atau Bulan yang tampak dari Bumi.

Ekuator pada gambar tersebut merupakan sistem koordinat ekuator geosentrik. Titik referensi yang dijadikan perhitungannya adalah bidang ekuator yakni bidang datar yang mengiris Bumi menjadi dua bagian melewati Khatulistiwa. Hal ini dikarenakan, selain Bumi bergerak mengitari Matahari di bidang ekliptika, Bumi juga sekaligus berotasi terhadap sumbunya. Penting untuk diketahui, sumbu rotasi Bumi tidak sejajar dengan bidang ekliptika, tetapi membentuk sudut kemiringan (*epsilon*) sebesar kira-kira $23,5^\circ$. Sudut kemiringan ini sebenarnya tidak bernilai konstan sepanjang waktu, nilainya semakin lama semakin mengecil (Anugraha, 2012: 52)

Adapun perhitungan yang di dapatkan dari sistem koordinat ini adalah Alpha (*Right Ascension*) dan Delta (*Declination*). *Right Ascension* adalah sudut yang dibentuk antara *Vernal Ekuinoks (VE)* dengan proyeksi benda langit pada bidang ekuator dengan arah berlawanan jarum jam. Biasanya Alpha bukan dinyatakan dalam satuan derajat, tetapi dinyatakan dalam jam (*hour* disingkat h).

Dalam penentuan hilal awal bulan kamariah yang menjadi parameter penting adalah ketinggian Bulan pada saat Matahari terbenam, maka teori yang

dipakai dalam perhitungan tersebut adalah teori toposentrik Bumi⁸ dengan menggunakan beberapa koreksi yakni Refraksi⁹, Parallaks,¹⁰ Semi Diameter Bulan¹¹ dan Kerendahan Ufuk¹².

F. Tinjauan Pustaka

Dari beberapa kajian pustaka, peneliti menemukan beberapa literatur yang membahas tentang awal bulan kamariah dan perhitungannya. Di antara literatur tersebut adalah:

Skirpsi yang disusun oleh Ainul Kamal Rafiqi, mahasiswa sarjana Ilmu Falak IAIN Walisongo (2013) dengan judul “Studi Perbandingan Hisab *Irtifa’* Hilal Menurut Sistem Almanak Nautika dan New Comb”. Hasil penelitiannya bahwa perbandingan kedua sistem tersebut terdapat persamaan dan perbedaan dari sisi metode perhitungannya. Persamaannya terdapat dalam rumus *irtifa’ hilal hakiki*, *irtifa’ hilal mar’i*, rumus posisi hilal, rumus *Azimuth* Matahari, rumus tinggi Matahari dan rumus sudut waktu matahari. Sedangkan perbedaannya, ada dalam rumus menentukan *ijtimak*, menghitung saat terbenam, sudut waktu bulan, deklinasi Bulan, panjatan tegak Bulan dan panjatan tegak Matahari.

⁸ Toposentrik Bumi merupakan permukaan Bumi di mana tempat pengamat melakukan pengamatan posisi hilal. Oleh karena permukaan Bumi tidaklah rata, maka perlu adanya koreksi ketinggian pengamat di atas permukaan air laut (di mana air laut dikatakan sebagai 0 m dan ketinggian pengamat dihitung dari permukaan air laut tersebut).

⁹ Refraksi atau pembiasan atmosfer adalah pembelokan cahaya saat melewati atmosfer Bumi. Ketika cahaya menembus atmosfer, akan melewati lapisan udara dengan densitas/kepadatan yang meningkat, sehingga membengkokkan cahaya. Akibatnya, sebuah bintang (atau lengkungan Matahari, dan lain-lain) akan muncul lebih tinggi di langit dari pada posisi yang sebenarnya. Refraksi atmosfer bernilai nol di zenit, dan semakin membesar menuju ufuk.

¹⁰ Parallax dalam bahasa arab disebut *ikhtilaf al-Mandzar* yakni beda lihat, sudut yang terjadi antara dua garis yang ditarik benda langit ke titik pusat Bumi dan garis yang ditarik dari benda langit ke mata si peninjau.

¹¹ Semi Diameter Bulan yaitu jarak titik pusat Bulan dengan piringan luarnya. Data ini diperlukan untuk menghitung secara tepat saat Bulan terbenam, terbit, dan sebagainya.

¹² Kerendahan ufuk (Dip) adalah perbedaan kedudukan antara kaki langit (horison) sebenarnya (hakiki) dengan kaki langit yang terlihat dari seorang pengamat. Perbedaan itu dinyatakan oleh besar sudut.

Pada penelitian ini sisi perbedaan terletak pada pembandingan Almanak Nautika, yakni New Comb. New Comb merupakan salah satu buku yang disusun oleh Abdur Rachim dengan judul “Perhitungan Awal Bulan dan Gerhana Matahari. Buku ini disusun untuk mengatasi keterlambatan pengiriman Almanak Nautika. Oleh karena itu, dalam perhitungan New Comb hampir sama dengan Almanak Nautika dalam data dan algoritmanya.

Keki Febriyanti dalam penelitian skripsinya di UIN Maulana Malik Ibrahim (2011), ia mengkaji tentang “Sistem Hisab Kontemporer Dalam Menentukan Ketinggian Hilal (Prespektif Ephemeris dan Almanak Nautika)”. Di dalam penelitiannya ditemukan beberapa persamaan dan perbedaan antara sistem hisab persepektif Ephemeris dan Almanak Nautika. Persamaannya adalah rumus yang digunakan dalam penentuan tinggi hilal hakiki dan hilal *mar'i*, posisi hilal, *Mukuts hilal* dan *Azimuth* hilal. Perbedaannya adalah penentuan saat terbenam Matahari, penentuan sudut waktu Bulan, deklinasi Bulan, *Equation of Time*, Asensioekta Matahari, Asensioekta Bulan dan waktu ijtimak. Persamaan dan perbedaan yang dimiliki secara tidak langsung juga berpengaruh pada hasil perhitungan ketinggian hilal dan hal inilah yang menjadi dasar adanya perbedaan ketentuan hisab awal bulan kamariah.

Penelitian ini menjadi berbeda dengan penelitian yang akan peneliti kaji. Perbedaan terletak pada sumber data pebanding yakni ephemeris. Ephemeris pada penelitian Keki Febrianti adalah data yang disusun dan dikeluarkan oleh Kementrian Agama secara independen. Pada ephemeris yang disusun oleh Kementrian Agama RI tidak menjelaskan secara spesifik asal mula data disusun. Data langsung tersaji dalam sebuah tabel pergerakan Matahari dan

Bulan pada setiap jam waktu GMT. Akan tetapi, algoritma perhitungan yang dibangun oleh sistem Ephemeris hampir sama dengan Almanak Nautika.

Haryono, mahasiswa Pascasarjana Ilmu Falak IAIN Walisongo (2011) dengan judul penelitiannya “*Astronomical Algorithms* Modern Berbasis Teori VSOP87 dan ELP-2000 Dalam Penentuan Awal Bulan Hijriyah”. Dalam penelitiannya, ia membuat suatu program dengan menggunakan software *Visual Basic* yang di dalamnya terdapat perhitungan awal bulan kamariah berdasarkan teori VSOP-87 dan ELP-2000. Adapun keakuratan yang terdapat dalam penelitiannya termasuk kepada *high accury* sebanding dengan software lainnya seperti mawaqit, accuarte time dan lain-lainnya.

Pada penelitian ini, perbedaan terletak pada kajian Algoritma Astronomi yang digunakan menggunakan teori VSOP87 dan ELP-2000. Pada penelitian yang akan dikaji Algoritma Astronomi berasal dari hasil karya Jean Meeus yang mana akurasinya dengan teori ini hampir sama.

Selanjutnya, makalah yang disusun oleh Dyah Worowirasti Ekowati pada tahun 2009 dalam seminar nasional matematika dan pendidikan matematika dengan judul “Kajian Matematis pada Metode Ephemeris Hisab Rukyat dan Jean Meeus Untuk Menentukan Hisab Awal Bulan Qomariyah”. Adapun hasil dari penelitian makalahnya adalah perbedaan yang sangat signifikan terjadi pada ketinggian hilal secara *mar'i* antara kedua sistem tersebut. Namun, untuk data-data ephemeris yang terdapat dalam ephemeris Hisab Rukyat Kementerian Agama RI dan data-data ephemeris hasil dari perhitungan Jean Meeus mendekati sama.

Ruang lingkup pembahasan yang berada dalam makalah Dyah Worowirasti Ekowati berbeda dengan penelitian ini, perbedaan terletak pada sumber data yakni Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus. Ruang lingkup pembahasan yang berada dalam makalah Dyah berbeda dengan penelitian ini. Perbedaan terletak pada sumber data yakni pada penelitian Dyah sumber data adalah ephemeris yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI, sedangkan pada penelitian ini sumber data merupakan data Almanak Nautika yang dikeluarkan oleh Dishidro dengan naskah asli yang disusun oleh United States Naval Observatory (USNO).

Oleh karena itu, peneliti merasa belum ada kajian yang membahas secara spesifik terkait hisab awal bulan kamariah dengan membandingkan antara Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus.

G. Metode Penelitian

1. Jenis penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian kualitatif berupa penelitian kepustakaan (*library research*). Penelitian kualitatif sebagai prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati. Sedangkan penelitian ini memfokuskan pada kajian analisis dan perbandingan data hisab awal bulan kamariah.

2. Sumber Data

Data diambil dari data Almanak Nautika khususnya tahun 2014 yang diterbitkan oleh Dinas Hidro Oseanografi (naskah asli *The Nautical Almanac* yang disusun oleh Naval Observatory, Royal Greenwich Inggris)

dan data yang berada pada buku *Astronomical Algorithms* karya Jean Meeus. Literatur tersebut dijadikan sebagai sumber data primer yang dapat memberikan informasi secara lengkap. Untuk mendukung hasil penelitian menjadi lebih akurat, maka peneliti memerlukan data dukungan (sekunder) berupa literatur yang membahas tentang awal bulan kamariah dan perhitungannya, di antaranya adalah *Hisab Awal Bulan* karya Saadod'din Djambek, *Almanak Nautika* karya M.Pardi. Di samping itu sebagai pendukung penelitian lainnya, peneliti menggunakan beberapa sumber data tersier berupa kamus-kamus dan ensiklopedia Ilmu Falak yang berkaitan erat dengan obyek kajian peneliti.

3. Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi. Metode dokumentasi digunakan untuk menelaah dokumen-dokumen tertulis, baik dokumen yang bersifat primer maupun sekunder yang kemudian akan dipilih dan dipilah menurut kesesuaiannya dengan tema penelitian ini.

4. Teknik Analisis Data

Setelah mengalami proses pengumpulan data, kemudian peneliti melakukan olah data dan analisis data. Analisis data diarahkan untuk menjawab rumusan masalah yang telah disusun. Analisis yang penulis gunakan adalah *content analysis* (analisis isi) melalui teknik *deskriptif*. Penulis memaparkan algoritma kedua sistem hisab tersebut (*Almanak Nautika* dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus).

Selanjutnya dengan menggunakan model analisis *comparative study*, penulis membandingkan algoritma antara sistem hisab Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean meeus dalam menentukan hilal awal bulan kamariah, sehingga dapat ditarik perbandingan dan kesimpulan secara baik dan benar.

H. Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini melingkupi pembahasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, fokus dan ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, signifikansi penelitian, kajian pustaka, kerangka teoritik, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : ASTRONOMI AWAL BULAN KAMARIAH

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai tinjauan umum awal bulan kamariah yang meliputi sistem penentuan awal bulan kamariah, posisi geometris Matahari, Bulan dan Bumi, sistem koordinat benda langit serta hal-hal yang berkaitan dengan penentuan awal bulan kamariah meliputi ijtimak, elongasi, *Azimuth* Matahari-Bulan, ketinggian hilal dan umur hilal.

BAB III : SISTEM HISAB AWAL BULAN KAMARIAH ANTARA ALMANAK NAUTIKA DAN *ASTRONOMICAL ALGORITHMS* JEAN MEEUS.

Pada bab ini, pembahasan melingkupi Alamanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus. Adapun pada sub bab Almanak Nautika akan dipaparkan mengenai Almanak Nautika

dan sejarahnya, penyajian data Almanak Nautika serta algoritma perhitungannya. Selanjutnya, pada sub bab *Astronomical Algorithms* Jean Meeus, pembahasan meliputi pengertian dan sejarah *Astronomical Algorithms* Jean Meeus, metode perhitungan untuk menghitung posisi Matahari dan Bulan, serta koreksi- koreksi yang berada dalam perhitungannya. Pada sub bab berikutnya akan disajikan contoh perhitungan awal bulan kamariah antara kedua sistem hisab tersebut.

BAB IV : ANALISIS PERBANDINGAN HISAB AWAL BULAN KAMARIAH ALAMANAK NAUTIKA DAN *ASTRONOMICAL ALGORITHMS* JEAN MEEUS.

Pada bab ini akan dipaparkan analisis perbandingan antara hisab awal bulan kamariah dengan menggunakan Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus. Perbandingan meliputi analisis algoritma data-data yang ada pada sistem hisab Almanak Nautika dan *Astronomical Algorithms* Jean Meeus. Selanjutnya, analisis dilakukan pada hasil perhitungannya untuk mengetahui serta seberapa besar perbedaan dan analisis kelebihan dan kekurangannya.

BAB V : PENUTUP

Pada bagian penutup, berisi tentang hasil penarikan dari kesimpulan keseluruhan data. Serta memaparkan saran dan masukan bagi peneliti selanjutnya.