

BAB IV

ANALISIS PERBANDINGAN HISAB IRTIFA' HILAL MENURUT

ALMANAK NAUTIKA DAN NEWCOMB

1. Analisis Metode Hisab Irtifa' Hilal Menurut Sistem Almanak Nautika

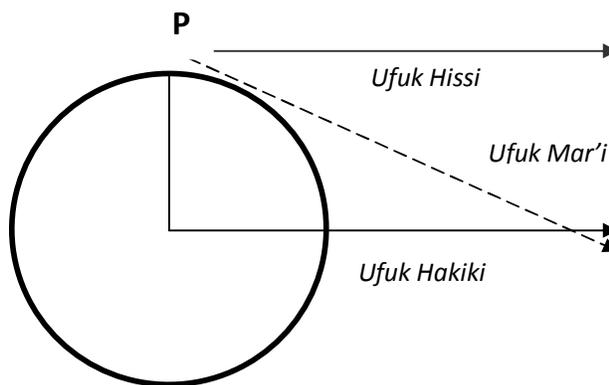
Dalam hisab awal bulan Qamariyah, hasil ketinggian hilal merupakan hal yang sangat urgen dalam penentuan awal bulan baru, ketinggian hilal atau yang sering disebut *Irtifa' hilal* (ارتفاع الهلال), dalam astronomi biasa disingkat dengan “*h*” (*hight*) ini, seakan-akan merupakan hasil akhir dari proses perhitungannya. Penyebabnya, *Irtifa' hilal* (ارتفاع الهلال) selalu menjadi acuan dalam penetapan awal bulan. Hal tersebut, bisa dilihat dari adanya ketetapan *Imkanur Rukyah* dengan ketinggian hilal 2° (dua derajat) yang dipegang oleh pemerintah, konsep Wujud al-Hilal (ketinggian hilal plus (positif) di atas ufuk) oleh ormas Muhammadiyah, dan lain sebagainya.

Dalam berbagai kitab atau sistem perhitungan hisab awal bulan, ketinggian hilal sendiri terbagi menjadi dua macam, tinggi *Hilal Hakiki*, dan tinggi *Hilal Mar'i*. Tinggi *hilal hakiki* didasarkan pada posisi ketinggian *hilal* yang dihitung dari *ufuk hakiki*¹, sedangkan tinggi *hilal mar'i* merupakan ketinggian hilal yang dihitung dari *ufuk mar'i*². *Ufuk*, pada dasarnya dibagi

¹ Ufuk hakiki atau ufuk yang dalam astronomi disebut *True Horizon*, adalah bidang datar yang ditarik dari titik pusat bumi tegak lurus dengan garis vertical sehingga ia membelah bumi dan bola langit menjadi dua bagian sama besar, bagian atas dan bagian bawah, dalam praktek perhitungan tinggi suatu benda langit mula-mula dihitung dari ufuk hakiki ini. lihat: Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktek*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004, h. 86.

² Ufuk mar'i atau ufuk kodrat adalah ufuk yang terlihat oleh mata, yaitu ketika seseorang berada di tepi pantai atau berada di dataran yang sangat luas, maka akan tampak ada

menjadi tiga, selain *ufuq hakiki* dan *mar'i* masih ada *Ufuq Hissi* (*horison* semu). Bidang *ufuq hissi* ini sejajar dengan bidang *ufuq hakiki*, perbedaannya terletak pada *parallax*.³ Dengan keterangan pendiskripsian sebagai berikut:



Gambar 1

Gambaran Ufuk

Keterangan : **P** = Pengamat

Dari perhitungan yang dipergunakan oleh Sistem Almanak Nautika, menyatakan bahwa ketinggian hilal ada dua yaitu tinggi Bulan dan tinggi *hilal*. Tinggi Bulan menunjukkan bahwa tinggi tersebut dihitung dari *ufuk hakiki* atau dengan kata lain tinggi tersebut merupakan tinggi nyata. Sedangkan tinggi *hilal* menunjukkan bahwa tinggi tersebut merupakan tinggi *mar'i* atau tinggi lihat.

Terdapat satu metode perhitungan *Irtifa' hilal* dalam sistem Almanak Nautika. Untuk dapat menentukan tinggi hilal, data yang dibutuhkan adalah :

semacam garis pertemuan antara langit dan bumi. Garis pertemuan inilah yang dimaksud dengan ufuk *mar'i*, yang dalam astronomi dikenal dengan nama *Visible Horizon*. (lihat : *ibid*)
⁵ *ibid*.

deklinasi Bulan (δ^{\prime}), lintang tempat (φ), dan sudut waktu bulan (t^{\prime}) dengan menggunakan rumus :

$$\sin h^{\prime} = \sin \varphi \times \sin \delta^{\prime} + \cos \varphi \times \cos \delta^{\prime} \times \cos t^{\prime}$$

Pada metode Alamanak Nautika dalam menghitung *Irtifa' hilal* dan posisi hilal yang ingin diketahui adalah dengan mempergunakan data GHA (Greenwich Hour Angle atau sudut waktu Bulan untuk kota Greenwich). Hour angle ini biasanya diberi simbol t^{\prime} .

Untuk mengambil data sudut waktu Bulan dari Almanak Nautika yang mengacu pada jam GMT, maka waktu saat terbenam Matahari dalam bentuk WIB (waktu Indonesia Barat) dikonversi dulu kedalam GMT dengan cara dikurangi 7 (tujuh) jam. Data tersebut dimuat pada kolom *Moon* sub kolo GHA (Greenwich Hour Angel) untuk setiap jam mulai pukul 00.00 hingga pukul 23.00 GMT.

Jika saat terbenam Matahari terjadinya tidak persisi pada jam-jam tersebut, maka lebih dahulu dilakukan perhitungan interpolasi atau penyisipan. Misalnya, saat terbenam matahari terjadi pada pukul 10.15 GMT maka harga sudut waktu Bulan yang diperlukan dicari dengan rumus : $A - (A - B) \times C/i$. Selanjutnya hasil interpolasi GHA ditambah dengan bujur tempat, dan apabila hasilnya melebihi 360, maka dikurangi 360 dan sisanya menjadi sudut waktu Bulan t^{\prime} .

Cara interpolasi atau penyisipan ini juga digunakan untuk menentukan nilai deklinasi Bulan (data diambil dari sub kolom *Dec*), nilai Horizontal parallaks (data diambil dari sub kolom *HP*), dan nilai semi diameter bulan

(data diambil dari sub kolom SD). Selanjutnya untuk mencari *Irtifa' hilal mar'i* (h'), menggunakan data hilal hakiki yang harus dikoreksi lagi dengan : Parallaks, Rafraksi, Kerendahan Ufuk dan Semi diameter Bulan.

Pada dasarnya sistem Almanak Nautika hampir sama dengan metode hisab *Hakiki Bi al-Tahkik*, yakni menentukan derajat ketinggian hilal pasca *ijtima'* dengan memanfaatkan ilmu ukur segitiga bola, hanya saja sistem koreksinya lebih teliti dan lebih cermat, seperti dengan memperluas dan menambahkan koreksi-koreksi pada gerak Bulan dan Matahari dengan rumus-rumus *Spherical Trigonometri* (segitiga bola).

Sistem hisab Almanak Nautika merupakan sistem hisab yang menggunakan perhitungan berdasarkan pada data-data astronomis modern. Sehingga sistem hisab ini dapat menentukan dimana letak terbenamnya Matahari maupun posisi Hilal yang akan dijadikan pedoman dalam penentuan awal bulan hijriyah.

Data yang ada pada Almanak Nautika menggunakan hasil penelitian terakhir dan rumus-rumus yang dipakai sudah menggunakan matematika yang telah dikembangkan sehingga hasil yang diperoleh pun tidak ada jaminan bahwa jika *ijtima'* terjadi sebelum matahari terbenam hilal sudah diatas ufuk.⁴

⁴ Ketentuan ini berbeda dengan ketentuan yang ada dalam sistem hisab hakiki taqribi, yakni bilamana *ijtima'* terjadi sebelum Matahari terbenam dalam sistem hisab ini dipastikan ketika Matahari terbenam Hilal sudah diatas ufuk (positif), dan sebaliknya bilamana *ijtima'* terjadi setelah Matahari terbenam dipastikan Hilal masih dibawah ufuk (negatif). Hal ini sebagaimana disampaikan dalam Orientasi Hisab Rukyah se-Jawa Tengah Pondok Pesantren Daarun najaah. pada tanggal 28-30 Nopember 2008 di Islamic centre hal 1-2.

Sistem hisab Almanak Nautika dalam perhitungannya menggunakan tabel-tabel yang sudah dikoreksi dan mempergunakan rumus-rumus yang rumit. Sistem hisab ini sangat memperhatikan dan memperhitungkan posisi pengamat (*observer*), deklinasi Bulan dan Matahari serta sudut waktu atau asensio rekta bulan dan Matahari. Akibatnya sistem hisab Almanak Nautika ketika *ijtima'* terjadi pada saat sebelum Matahari terbenam, maka ketinggian hilal tidak selalu positif di atas ufuk.

Letak benda langit dinyatakan oleh unsur suatu sistem kordinat atau sistem acuan equator yang mempunyai asensio rekta dan deklinasi. Keduanya merupakan busur-busur bola langit yang bertitik pusat di titik pusat bumi, sehingga deklinasi dan lintang tempat merupakan unsur pokok. Sebagai contoh dalam rangka mencari tinggi bulan atau (h°). Dengan menggunakan rumus:

$$\sin h^{\circ} = \sin \varphi \times \sin \delta^{\circ} + \cos \varphi \times \cos \delta^{\circ} \times \cos t^{\circ}$$

Secara teoritis atau praktis, dengan melihat metode di atas, hisab *Irtifa' hilal* yang dipakai dalam sistem Almanak Nautika bisa dianggap sebagai perhitungan atau hisab yang cukup memadai. Dan dengan dasar inilah dapat disimpulkan bahwa sistem Almanak Nautika menjadi suatu acuan metode yang cukup valid sehingga bisa dijadikan sebagai penentu dari awal bulan Qamariyah.

2. Analisis Metode Hisab Irtifa' Hilal Menurut Sistem Newcomb

Hilal sudah dapat dilihat oleh mata kepala apabila hilal tersebut sudah mempunyai ketinggian yang cukup, dengan dapat dilihatnya hilal tersebut, maka bisa dipastikan awal bulan Qamariyah telah masuk pada waktu itu. Oleh karena itulah *Irtifa' hilal* sangat menentukan akan masuknya awal bulan Qamariyah. Maka tidak heran apabila setiap sistem hisab awal bulan Qamariyah, keberadaan teori *Irtifa' hilal* sangat diperhatikan, tidak terkecuali dengan sistem hisab yang ada dalam Newcomb.

Mencari *Irtifa' hilal* dalam sistem Newcomb nampak sedikit berbeda dengan mencari *Irtifa' hilal* pada sistem Almanak Nautika. Dalam sistem Almanak Nautika untuk mencari ketinggian hilal dengan mempergunakan data sudut waktu bulan atau GHA (Greenwich Hour Angle) yang dalam astronomi biasanya diberi simbol t° . Data sudut waktu bulan (t°) tidak disediakan oleh sistem Newcomb, sebagai gantinya mempergunakan Data Panjatan Tegak (Asensio rekta), baik untuk Bulan maupun Matahari. Langkah-langkah mencari *Irtifa' hilal* dalam sistem Newcomb sebagai berikut:

a. Mencari Sudut Waktu Matahari Saat Matahari Terbenam (*Ghurub*)

Pada sistem Newcomb rumus yang dipakai dalam mencari sudut waktu Matahari saat *ghurub* adalah dengan cara berikut:

$$\cos t^{\circ} = -\tan \varphi \tan \delta + \frac{\sin h}{\cos \varphi \cos \delta}$$

- b. Mencari Panjangan Tegak Matahari (PT_o') dan Panjangan Tegak Bulan (PT').

Data (PT_o') dan (PT') pada sistem Newcomb harus dicari dengan melakukan perhitungan terlebih dahulu. Langkah yang dilakukan untuk mencari Panjangan Tegak Matahari (PT_o') dengan menggunakan rumus :

$$\tan PT' = \cos Q' \times \tan S'$$

Sedangkan untuk mencari Panjangan Tegak Bulan (PT) dengan menggunakan rumus : $\cos PT = \frac{\cos M^\circ \cos L'}{\cos \delta}$

- c. Mencari Sudut Waktu Bulan (t') Saat *Ghurub*.

Data yang diperlukan untuk mencari nilai sudut waktu Bulan (t') adalah dengan menggunakan rumus : $t' = (PT_o' - PT') + t^\circ$

- d. Mencari *Irtifa' hilal* (h')

Data yang diperlukan adalah Lintang tempat (ϕ), deklinasi Bulan (δ'), dan sudut waktu bulan saat terbenam (t'), dengan menggunakan rumus: $\sin h' = \sin \phi \times \sin \delta' + \cos \phi \times \cos \delta' \times \cos t'$. Dari rumus ini dihasilkan ketinggian hilal hakiki. Selanjutnya, untuk menghitung *irtifa' hilal Mar'i*, maka harga *Irtifa' hilal* hakiki harus dikoreksi dengan semi diameter, refraksi, parallax, dan Dip dengan rumus : $\sin h' = h' + s.d + Ref - Parallax + Dip$.

3. Analisis Persamaan dan Perbedaan Hisab Irtifa' Hilal Menurut Sistem Alamank Nautika dan Newcomb

Setelah penulis melakukan analisa serta membanding perhitungan sistem hisab Almanak Nautika dan Newcomb terhadap keakurasian dalam hisab *Irtifa' hilal*. Terdapat beberapa perbedaan cara atau rumus dari kedua

sistem tersebut, maka hasil yang didapat jelas berbeda, sistem yang memakai koreksi lebih banyak tentunya sistem itu yang lebih akurat.

Perbedaan juga terjadi karena adanya cara dan sistem *ijtima'* dan *irtifa' hilal* yang berbeda dari kedua sistem hisab tersebut. Namun demikian, kedua sistem ini berpendapat bahwa posisi hilal pasti positif diatas ufuk, apabila *ijtima'* terjadi sebelum ghurub dan jika *ijtima'* terjadi sesudah ghurub maka posisi hilal pasti negatif.

Adapun proses perhitungan hasil yang dicapai dari sistem Almanak Nautika dan Newcomb adalah sebagai berikut:

a. Kaidah Waktu *Ijtima'*

Menentukan *ijtima'* ini dirasa penting, karena untuk mengetahui kapan kemungkinan akan terjadi bulan baru maka yang harus dilakukan adalah dengan mencari kapan saat terjadi *ijtima'* awal bulan.

Mengetahui waktu *ijtima'* dalam sistem Almanak Nautika dengan cara melihat tabel yang telah dimuat pada daftar *phase of the moon* (fase-fase bulan) pada kolom *new moon* (bulan baru). Data *ijtima'* tersebut dirinci dalam bulan, tanggal, jam dan menit menurut standar *Greenwich mean Time* (GMT). Selanjutnya data tersebut dikonversi ke dalam waktu Indonesia barat (WIB) dengan ditambah 7 jam, karena WIB berada pada kordinat 105° Bujur timur.

Sedangkan pada sistem Newcomb dalam mencari waktu *ijtima'* adalah pertama-tama yang dilakukan mencari bujur astronomi matahari (S') dan Sabak matahari (B'') dengan menggunakan data astronomi matahari

yang sudah melewati proses perhitungan dan pengkoreksian. Setelah itu mencari bujur astronomi Bulan (M^0) dan Sabak bulan (B') dengan menggunakan data astronomis bulan yang sudah melewati proses perhitungan dan pengkoreksian. Langkah terakhir adalah mencari saat *ijtima'* dengan rumus:

$$\text{Waktu } Ijtima' = \text{Waktu Ghurub} + \frac{S' - M^0}{B' - B''}$$

b. Penentuan *Irtifa' Hilal*

Menurut sistem Almanak Nautika dalam menghitung *Irtifa' hilal* ialah dengan menghitung saat matahari terbenam (*ghurub*), menghitung sudut waktu Bulan (t^{ζ}) saat terbenam Matahari, mencari deklinasi Bulan (δ^{ζ}) ketika *ghurub*, menghitung tinggi hakiki (h^{ζ}) dan tinggi mar'i hilal (h'). Rumus yang digunakan menghitung *Irtifa' hilal* adalah : $h^{\zeta} = \sin \varphi \times \sin \delta^{\zeta} + \cos \varphi \times \cos \delta^{\zeta} \times \cos t^{\zeta}$. Dari rumus ini dihasilkan *Irtifa' hilal* hakiki atau nyata (h^{ζ}). Selanjutnya untuk mendapatkan *Irtifa' hilal* mar'i (h'), harus dikoreksi terlebih dahulu dengan parralaks, Refraksi, kerendahan ufuk dan semi diameter. Kemudian untuk mencari mukuts hilal atau lamanya hilal berada diatas ufuk sejak matahari terbenam, bisa dicari dengan *Irtifa' hilal* mar'i dengan 15.

Pada sistem Newcomb untuk menghitung *Irtifa' hilal*, langkah pertama adalah menghitung tinggi Matahari (h°), menghitung sudut waktu Matahari saat ghurub (t°), menghitung deklinasi Bulan (δ^{ζ}), menghitung sudut waktu Bulan (t^{ζ}) dengan mencari lebih dulu Panjatan Tegak Hakiki Matahari (PT_0') dan Panjatan Tegak Hakiki Bulan (PT'). Menghitung *Irtifa'*

hilal hakiki dalam sistem Newcomb digunakan rumus: $\sin h^{\zeta} = \sin \varphi \times \sin \delta^{\zeta} + \cos \varphi \times \cos \delta^{\zeta} \times \cos t^{\zeta}$. Untuk mencari *Irtifa' hilal* mar'i maka nilai dari *Irtifa' hilal* hakiki dikoreksi dengan rumus : $\sin h' = h^{\zeta} + s.d + \text{Ref} - \text{Parallax} + \text{Dip}$. Sedang untuk menghitung mukuts hilal dalam sistem Newcomb tidak ditemukan, karena proses perhitungannya hanya sampai pada menghitung posisi hilal.

Setelah penulis mengamati proses hisab *Irtifa' hilal* dalam penentuan awal bulan Qamariyah yang digunakan sistem Almanak Nautika dan Newcomb, maka terdapat beberapa persamaan dan perbedaan yang cukup mencolok diantara kedua sistem tersebut. Dalam menghitung *Irtifa' hilal* hakiki, sistem Almanak Nautika dan Newcomb memakai rumus yang sama yakni : $\sin h^{\zeta} = \sin \varphi \times \sin \delta^{\zeta} + \cos \varphi \times \cos \delta^{\zeta} \times \cos t^{\zeta}$. Demikian pula untuk merubah *Irtifa' hilal* hakiki menjadi *Irtifa' hilal* mar'i, sistem almanak nautika dan Newcomb sama-sama memakai rumus : $h' = h - \text{Parallaks} + \text{Semi diameter} + \text{refraksi} + \text{Dip}$, meskipun dalam sistem Newcomb koreksi semidiameter dan refraksi didahulukan dari pada koreksi parallaks namun hal itu tidak menyebabkan perbedaan hasil perhitungan.

Persamaan lainnya dalam sistem perhitungan antara Almanak Nautika dan Newcomb adalah terletak pada menentukan azimuth Matahari dan azimuth Bulan yang juga sama-sama menggunakan rumus : $\text{Cotan Az} = -\sin \varphi : \tan t + \cos \varphi \times \tan \delta : \sin t$. Azimuth matahari dan Bulan ini dibutuhkan supaya jelas dapat diperkirakan posisi hilal terhadap titik barat, begitu pula posisi hilal dari matahari saat diamati.

Dari kesamaan menghitung azimuth Matahari dan Bulan diatas, maka sistem Almanak Nautika dan Newcomb sangat membantu perukyah dalam mengamati keadaan posisi hilal secara tepat, cermat dan akurasi. Sedang untuk menentukan posisi hila juga digunakan rumus yang sama yaitu : $P = \text{azimuth Bulan} - \text{azimuth Matahari}$.

Sebagaimana persamaan metode antara sistem Alamanak Nautika dan Newcomb yang telah diuraikan diatas, terdapat pula perbedaan yang cukup signifikan dalam mengitung *Irtifa' hilal*. Perbedaan-perbedaan yang ada tersebut secara tidak langsung juga berpengaruh pada hasil perhitungan.

Di antara perbedaan-perbedaan tersebut antara lain meliputi: metode dalam menentukan saat *ghurub* (terbenam matahari), menentukan sudut waktu Matahari (t°) dan bulan (t^ζ), menentukan Panjang Tegak matahari (PT_o'), Panjang Tegak Bulan (PT') dan mencari deklinasi Matahari (δ°) dan bulan (δ^ζ). Untuk lebih jelasnya akan penulis paparkan masing-masing dari perbedaan sebagai berikut:

1) Menentukan saat Matahari Terbenam

Penentuan saat Matahari terbenam ini, diperlukan karena ketinggian dan posisi hilal yang ingin diketahui adalah pada saat matahari terbenam. Untuk menentukan tenggelam Matahari pada hari tanggal *ijtima'* sistem Almanak Nautika menggunakan rumus : $\text{Cos } t^\circ = \sin h^\circ : \cos \varphi : \cos \delta^\circ - \tan \varphi \times \tan \delta^\circ$. Hasil t° kemudian dikonversi menjadi jam ditambah MP (12 - e) ditambah KWD (koreksi waktu daerah) yaitu $((105 - BT)/15)$ menjadi WIB. Dikurangi 7 jam agar dapat dipakai dasar

pengambilan data sudut waktu Bulan (t^{\prime}) pada data Almanak Nautika.

Sedang pada sistem Newcomb, dalam menentukan saat Matahari terbenam rumus yang dipakai adalah Ghurub : $(12 - e + (t/15)) - \text{selisih bujur}$. Namun sebelum itu, menghitung sudut waktu Matahari (t°), dengan cara: mencari tinggi matahari saat terbenam (h°) dengan rumus : $h^{\circ} = -(\text{sd} + \text{ref} + \text{Dip})$ dan mencari deklinasi matahari dengan rumus : $\text{Sin } \delta^{\circ} = \text{Sin } Q' \times \text{Sin } S'$. Setelah itu barulah menghitung sudut waktu Matahari saat terbenam, dengan rumus : $\text{COS } t^{\circ} = -\tan \varphi \tan \delta^{\circ} + \frac{\text{sin } h^{\circ}}{\text{cos } \varphi \text{ cos } \delta^{\circ}}$

Dari uraian diatas maka nampak terjadi adanya perbedaan perhitungan saat Matahari terbenam antara sistem Almanak Nautika dan Newcomb, dimana pada sistem Newcomb dalam menghitung saat terbenam Matahari menggunakan rumus : Ghurub : $(12 - e + (t/15)) - \text{selisih bujur}$, selain itu sistem Newcomb juga menghitung deklinasi Matahari (δ°), ini berbeda dengan sistem Almanak Nautika yang data deklinasi Matahari tidak membutuhkan perhitungan, karena sudah disediakan pada tabel Almanak Nautika.

Sehingga dengan adanya perbedaan metode tersebut maka tidak dapat dihindari akan adanya perbedaan hasil perhitungan antara kedua sistem, baik Almanak Nautika maupun Newcomb.

2) Menghitung sudut waktu Bulan (t^{\prime})

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya, untuk mengambil data sudut waktu Bulan dari Almanak Nautika yang mengacu pada jam GMT saat terbenam matahari dalam bentuk WIB. Maka

untuk dijadikan dalam bentuk GMT dikonversi terlebih dahulu dengan cara dikurangi 7 jam. Data sudut waktu Bulan dimuat pada kolom *Moon* sub kolom *GHA* untuk setiap jam mulai pukul 00.00 – 23.00 GMT.

Jika saat terbenam Matahari terjadinya tidak persis pada jam-jam tersebut, maka lebih dahulu dilakukan perhitungan interpolasi atau penyisipan. Perhitungan interpolasi atau penyisipan ini juga digunakan untuk menghitung deklinasi bulan dan Horizontal Paralak. Selanjutnya hasil interpolasi yang berdasarkan pada *GHA (Greenwich Hour Angel)* ditambah dengan bujur tempat, dan apabila penjumlahan itu melebihi 360° , maka penjumlahan itu dikurangi 360° dan sisa pengurangan itu menjadi harga sudut waktu bulan.

Sementara dalam sistem Newcomb, untuk menghitung sudut waktu Bulan diperlukan data-data sebagai berikut: Panjang Tegak Matahari (PT_o'), Panjang Tegak Bulan (PT') dan sudut waktu Matahari saat terbenam (t°). data PT_o' dan PT' tidak ditemukan pada sistem Almanak Nautika, sedang data PT_o' dan PT' pada sistem Newcomb didapat dengan melakukan perhitungan terlebih dahulu sebagaimana telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya. Langkah selanjutnya untuk mencari sudut waktu bulan (t^l) dengan rumus : $t^l = (PT_o' - PT') + t^\circ$.

Dari pemaparan diatas untuk menghitung sudut waktu Bulan (t^l) menunjukkan adanya perbedaan metode perhitungan dan sumber pengambilan data, maka tidak dapat dihindari akan adanya perbedaan hasil perhitungan antara kedua sistem, baik Almanak Nautika maupun

Newcomb.

3) Menghitung deklinasi bulan (δ')

Nilai deklinasi Bulan dalam sistem Alamanak Nautika sudah disediakan pada kolom *Moon* sub kolom *Dec*, sedangkan dalam sistem Newcomb nilai deklinasi Bulan harus dicari terlebih dahulu dengan proses perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Sin } \delta' = \frac{\text{Sin } Q' \text{ sin } M^\circ \text{ Sin } y}{\text{Sin } x}$$

Dari dua metode menghitung deklinasi Bulan diatas baik dari sistem Almanak Nautika dan newcomb terdapat perbedaan pengambilan datanya. Pada sistem Almanak Nautika data deklinasi Bulan sudah tersedia pada Tabel sehingga tidak perlu melakukan proses perhitungan. Hanya saja jika nilai deklinasi Bulan tidak persis pada jam yang tertera pada tabel, maka perlu dilakukan perhitungan interpolasi terlebih dulu.

Sedangkan pada sistem Newcomb data deklinasi tidak tersedia, maka untuk mendapatkannya harus melakukan proses perhitungan terlebih dulu. Data-data yang digunak untuk menghitung deklinasi bulan adalah: True Obliquity, Bujur Astronomi Bulan, Lintang Astronomi Bulan. Sehingga dari perbedaan metode ini, maka akan menyebabkan perbedaan hasil dalam perhitungan deklinasi Bulan dari kedua sistem.

Dalam mencari *Irtifa' hilal* untuk menentukan awal bulan Qamariyah dari dua sistem, baik sistem almanak nautika dan sistem Newcomb terdapat perbedaan hasil yang dicapai. Setelah penulis teliti, ada faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya perbedaan hasil dari kedua sistem tersebut.

Perbedaan tersebut terletak pada cara atau rumus yang digunakan oleh masing-masing sistem meskipun kedua sistem ini sama-sama menggunakan ilmu ukur segitiga bola (*Spherical trigonometry*) yang sudah tidak diragukan lagi keakurasiannya. Disamping pada cara atau rumusnya yang berbeda, dalam koreksi perhitungan juga ada perbedaan. Pada sistem newcomb koreksi perhitungannya lebih banyak dibanding pada sistem Almanak Nautika, sehingga tingkat keakuratan pun semakin tinggi.

Perbedaan metode yang dipakai oleh sistem Almanak Nautika dan Newcomb akan mempengaruhi hasil akhir perhitungan, namun perbedaan itu tidak sampai mencapai pada tataran beda yang cukup jauh, tetapi hanya terpaut atau selisih menit dan detik saja. Oleh karena itu, bisalah dikatakan bahwa sistem Almanak Nautika dan Newcomb merupakan sistem hisab dengan akurasi yang tinggi dan hasil hisab *Irtifa' hilal* kedua sistem tersebut sedikit mendekati hasil yang sama.

Supaya lebih mempermudah dalam memahami persamaan dan perbedaan antara hisab almanak nautika dan newcomb, sebagaimana yang telah penulis paparkan diatas, merikut akan penulis jabarkan dalam bentuk

tabel sebagai berikut:

No	PERSAMAAN	PERBEDAAN
1	Rumus <i>Irtifa' hilal hakiki</i>	Menentukan ijtima'
2	<i>Rumus irtifa' hilal mar'i</i>	Menghitung saat terbenam
3	Rumus posisi hilal	Menetapkan sudut waktu Bulan
4	Rumus azimuth bulan	Menghitung Deklinasi Bulan
5	Rumus azimuth matahari	Menghitung Deklinasi Matahari
6	Rumus tinggi Matahari	Panjatan Tegak Bulan
7	Rumus sudut waktu Matahari	Panjatan Tegak Matahari

4. Analisis Kelebihan dan Kekurangan Hisab Irtifa' Hilal Menurut Sistem Alamank Nautika dan Newcomb

- a. Kelebihan-kelebihan yang terdapat dalam sistem hisab Almanak Nautika dan Newcomb

Setiap metode perhitungan yang ada pada kitab-kitab falak mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing, baik itu yang dari sistem hisab *hakiki taqribi* maupun sistem hisab *hakiki kontemporer*, baik itu dari langkah-langkah yang ditempuh maupun data perhitungan yang dihasilkan.

Sistem hisab Almanak Nautika menggunakan metode perhitungan kontemporer yang secara praktiknya sudah memakai konsep rumus segitiga bola (*spherical trigonometri*). Sehingga hasil perhitungan yang dicapai tidak diragukan keakuratannya.

Berikut kelebihan-kelebihan yang terdapat dalam sistem hisab Almanak Nautika :

- 1) Dalam Hisab Almanak Nautika, teori dan sistem yang digunakan lebih maju dan lebih teliti bila dibandingkan dengan sistem hisab *hakiki bit taqrib dan hakiki bit tahkiki*. Oleh karena itu, perhitungan yang dihasilkan sudah akurat.
- 2) Data-data yang dipakai dalam sistem Almanak Nautika sudah lebih akurat, teliti, dan lengkap. Data tersebut lebih *up to date* dibandingkan data kitab generasi sebelumnya (sistem hisab *hakiki bit taqrib dan hakiki bit tahkiki*).
- 3) Rumus-rumus yang dipakai dalam hisab Almanak Nautika sudah didasarkan pada rumus astronomi modern. Rumus-rumus tersebut bahkan bisa dikembangkan menjadi lebih efektif, sehingga mempermudah bagi yang ingin mempelajarinya.
- 4) Perhitungan yang terdapat pada sistem hisab Almanak Nautika sudah menggunakan sistem ilmu ukur segitiga bola, dan data-data yang disajikan sudah masak tinggal pakai tidak perlu pengolahan terlebih dahulu sehingga sistemnya perhitungannya lebih singkat dan mudah.

Berikut kelebihan-kelebihan yang terdapat dalam sistem hisab Newcomb :

- 1) Dalam Hisab Newcomb, teori dan sistem yang digunakan lebih maju dan lebih teliti bila dibandingkan dengan sistem hisab *hakiki bit taqrib dan hakiki bit tahkiki*. Oleh karena itu, perhitungan yang dihasilkan sudah akurat.

- 2) Data-data yang dipakai dalam sistem Newcomb sudah lebih akurat, teliti, dan lengkap. Data tersebut lebih *up to date* dibandingkan data kitab generasi sebelumnya (sistem hisab *hakiki bit taqrib dan hakiki bit tahkiki*).
- 3) Dengan data-data yang telah tersaji dalam sistem hisab Newcomb, hisab ini dapat digunakan untuk menghitung tahun kapanpun.
- 4) Data gerak Matahari dan Bulan diukur dalam satuan detik sehingga perhitungan yang dihasilkan sudah lebih akurat dan teliti.

b. Kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam sistem hisab Almanak Nautika dan Newcomb

Berikut kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam sistem Almanak Nautika:

- 1) Data yang terdapat di Almanak Nautika hanya terbit setiap satu tahun sekali, sehingga hisab ini tidak bisa digunakan untuk menghitung tahun yang akan datang.
- 2) Data gerak Matahari dan Bulan masih diukur dalam satuan menit sehingga diperlukan perhitungan interpolasi supaya perhitungan yang dihasilkan menjadi lebih akurat dan teliti.

Berikut kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam sistem hisab Newcomb:

- 1) Data-data yang disajikan belum masak sehingga masih diperlukan pengolahan terlebih dahulu, hal ini yang menyebabkan perhitungan sistem Newcomb relatif lebih panjang dan rumit.

- 2) Dalam perhitungan sistem hisab Newcomb masih menggunakan pembagian enam waktu daerah sedangkan untuk saat ini sudah menggunakan pembagian tiga waktu daerah.