

Assessment Tool of Hisab Rukyat Archipelago (Rubu 'Mujayyab and Astrolabe in Calculating the Start Time of Prayer)

Kajian Perangkat Hisab Rukyat Nusantara (Rubu' Mujayyab dan Astrolabe dalam Hisab Awal Waktu Salat)

Moelki Fahmi Ardiansyah

Asosiasi Maestro Ilmu Falak dan Astronomi Indonesia Merdeka,

Pesantren Life Skill Daarun Najaah Semarang

email: moelkifahmi@gmail.com

Abstract : Rukyat Hisab devices are often used in the archipelago society include rubu 'mujayyab and astrolabe. Where both have distinctive characteristic of the principles of astronomy. The start time of prayer based on the particular position of the sun, it could be easily calculated with the tool. Because rubu 'mujayyab function as calculators corner while the astrolabe as the sky map projection. In this study discusses how the use rubu 'mujayyab and astrolabe in the early reckoning prayer times as well as how the results of the comparison. This writing uses qualitative research with descriptive approach. Data collection through field research method that is using rubu 'mujayyab and astrolabe as the main instrument carried by the experimental method. The primary data obtained directly from the tool of rubu 'mujayyab, astrolabe and the data of the practice, while secondary data derived from the literature relating to the object of research. Analytical techniques such as descriptive analysis method and comparative analysis method. Based on the practice field, the study found that the method of calculation used rubu 'mujayyab has quite long calculation process,

while using the astrolabe is relatively short. Both of which are classified in taqribi hisab. Comparison between rubu' mujayyab and astrolabe with reference ephemeris have different time between 1-4 minutes for rubu' and 1-3 minutes for the astrolabe.

Abstraksi : Perangkat Hisab Rukyat yang sering digunakan di kalangan masyarakat Nusantara yakni rubu' mujayyab dan astrolabe. Dimana keduanya memiliki ciri konsep yang khas dalam prinsip-prinsip astronomi. Awal waktu salat yang didasarkan pada posisi matahari tertentu, maka sesungguhnya dapat diperhitungkan dengan alat tersebut. Karena rubu' mujayyab berfungsi sebagai alat hitung sudut sedangkan astrolabe sebagai proyeksi peta langit. Pada kajian ini membahas bagaimana penggunaan rubu' mujayyab dan astrolabe dalam hisab awal waktu salat serta bagaimana hasil komparasinya. Tulisan ini menggunakan penelitian yang bersifat kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Teknik pengumpulan data melalui penelitian lapangan (field research) yaitu menggunakan rubu' mujayyab dan astrolabe sebagai instrumen utamanya yang dilakukan dengan metode eksperimen. Data primer diperoleh langsung dari alat rubu' mujayyab dan astrolabe dan data hasil praktek, sedangkan data sekunder berasal dari literatur yang berkaitan dengan obyek penelitian. Teknik analisis berupa metode analisis deskriptif dan metode analisis komparatif. Berdasarkan praktek lapangan, penelitian ini menemukan bahwa metode perhitungan menggunakan rubu' mujayyab proses perhitungannya cukup panjang, sedangkan menggunakan astrolabe relatif singkat. Di mana keduanya diklasifikasikan dalam hisab taqribi. Komparasi antara rubu' mujayyab dan astrolabe dengan acuan ephemeris terdapat selisih yakni 1-4 menit untuk rubu' dan 1-3 menit untuk astrolabe.

Keywords: Pray Timing, Rubu' Mujayyab, Astrolabe, Sun Position

A. Pendahuluan

Ibadah salat menempati posisi yang sangat urgen dalam Islam, sebagai perjalanan spiritual menghadap Allah SWT yang dilakukan pada waktu-waktu tertentu dalam setiap harinya. Waktu salat yang dijelaskan dalam al-Qur'an maupun hadis,¹ merupakan ketentuan berdasarkan fenomena alam yang terjadi sepanjang hari,² yakni berdasarkan keadaan alam yang

terjadi akibat perjalanan semu Matahari dari timur ke barat.³ Dalam tataran aplikatif tentu diperlukan suatu metode untuk mengetahui waktunya.

Pada realitanya yang dipahami oleh para ulama dalam mengetahui waktu salat dituangkan dalam metode yang berbeda, yaitu aliran tekstual yang masih klasik dan kontekstual lebih ke modern. Aliran tekstual dalam merumuskan penentuan waktu-waktu salat lebih berdasarkan kepada fenomena alam yang sesuai dengan teks-teks al-Qur'an dan hadis. Sedangkan aliran kontekstual dalam merumuskan metode penentuan waktu-waktu salat dengan menggunakan hisab.⁴ Ahmad Izzuddin menamakan kedua aliran ini sebagai mazhab rukyah untuk aliran klasik, dan mazhab hisab untuk aliran modern.⁵

Penentuan waktu salat dengan pedoman tanda-tanda alam bisa melihat secara langsung atau menggunakan instrumen-instrumen falak seperti *Jam Bencet*, dan tongkat *istiwa'*. Instrumen tersebut digunakan untuk membantu mengetahui awal waktu salat pada siang hari, yakni kapan masuk waktu Zuhur dan Asar dengan bantuan bayangan yang dibentuk dari *jam bencet* dan tongkat *istiwa'* tersebut. Sedangkan untuk waktu salat sesudah Matahari terbenam (*ghurub*), dapat diketahui dengan melihat keadaan langit, awan, fajar, Matahari terbit dan terbenam.

Menurut Izzuddin "ini adalah metode yang digunakan oleh mazhab rukyah dalam persoalan penentuan waktu-waktu salat, sehingga waktu salat yang ditentukan itu disebut dengan *al-auqât al-mar'iyah* atau *al-waqtu al mar'iy*".⁶ Namun, dalam tataran aplikatif cara seperti ini memang cukup mudah dan sangat sederhana, tetapi hal ini akan menemukan kesulitan ketika langit mendung ataupun hujan. Inilah salah satu kelemahan metode rukyah dalam menentukan waktu salat.

Adapun aliran kontekstual lebih condong memanfaatkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, lebih modern dalam menentukan metode awal waktu salat yakni menggunakan hisab. Muhyiddin menjelaskan bahwa "karena perjalanan semu matahari itu relatif tetap, maka waktu posisi matahari pada awal waktu salat setiap

hari sepanjang tahun mudah dapat diperhitungkan".⁷ Demikian pula kapan Matahari itu akan membuat bayang-bayang suatu benda sama panjang dengan bendanya juga dapat diperhitungkan untuk tiap-tiap hari sepanjang tahun.⁸ Di antara metode hisab yang ada pada saat ini adalah metode *ephemeris*, *nautica*, dan kitab-kitab klasik. Dengan cara hisab inilah, nantinya lahir jadwal waktu salat.

Di antara metode-metode di atas ada yang menarik untuk dikaji yakni dalam metode hisab, karena metode ini sangat erat kaitannya dengan alat bantu hitung. Selain kalkulator dan komputer, instrumen falak yang dapat digunakan adalah *rubu' mujayyab* yang fungsinya sebagai alat hitung sudut. *Rubu'* dikenal sebagai *orthogonal grid* sehingga posisi matahari dapat diperhitungkan. Namun yang harus dipahami bahwa perhitungan trigonometri yang terdapat pada *rubu' mujayyab* didasarkan pada perhitungan *sexagesimal* (60),⁹ oleh karena itu nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan *rubu' mujayyab* harus dibagi dengan nilai 60 agar nilai yang diperoleh sesuai dengan *trigonometri* biasa.

Selain itu ada *astrolabe* yang merupakan proyeksi peta langit dalam bidang datar yang mana posisi benda-benda langit dapat diketahui *azimuth* dan *altitude* nya sesuai dengan waktu dan tempat. Sehingga waktu salat yang acuan nya pada posisi Matahari dapat diperhitungkan dengan alat ini, karena pada *plate* (piringan) *astrolabe* juga terdapat garis salat.¹⁰

Melihat kedua instrumen falak yang memiliki karakter khas masing-masing tersebut, menunjukkan bahwa metode dalam menghitung awal waktu salat sangatlah variatif. Kiranya perlu adanya kajian terhadap komparasi dalam proses perhitungan dan hasilnya sehingga dapat diketahui sejauh mana tingkat ketepatannya dalam menghitung awal waktu salat.

B. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang penulis gunakan adalah :

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian lapangan (*field research*)¹¹ yaitu penulis menggunakan *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* sebagai instrumen utama untuk mengumpulkan data-data di lapangan. Jenis penelitian ini adalah *kualitatif*,¹² yakni dengan pendekatan *deskriptif* yang bertujuan untuk mengetahui uraian secara mendalam tentang kajian *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* sebagai alat dalam hisab awal waktu salat.

2. Sumber Data

Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.¹³ Data primer¹⁴ dalam penelitian ini adalah *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* serta hasil observasi (data pengamatan). Sedangkan sumber data sekunder yang dijadikan data pendukung yakni literatur yang membahas tentang *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* serta buku-buku yang membahas tentang hisab awal waktu salat.

3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini metode yang digunakan oleh penulis antara lain sebagai berikut :

a. Observasi

Dalam mengumpulkan data penulis mengaplikasikan *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* dengan menggunakan teknik observasi¹⁵ untuk mengetahui data yang ditunjukkan oleh *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* secara langsung. Materi dan pengetahuan dari hasil pengamatan dikumpulkan kemudian diolah sebagai data dalam hisab awal waktu salat, yang nantinya di cocokan dengan keadaan alam sebenarnya.

b. Ekperimen

Pada metode ini *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* digunakan untuk menghitung waktu salat dengan perlakuan yang berbeda-

beda yakni mencoba menghitung dengan berbagai macam data deklinasi dan *equation of time*. Hasil yang ditunjukkan digunakan sebagai dasar untuk diambil kesimpulan mengenai instrumen *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* dalam menghitung awal waktu salat

c. Dokumentasi

Metode ini digunakan untuk mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan-catatan dan sejenisnya,¹⁶ hal ini bertujuan untuk memperoleh data-data yang berkaitan dengan *rubu' mujayyab* dan *astrolabe*. Penulis pun menelaah dan mengkaji serta menganalisis terhadap sumber data tersebut, berupa buku-buku yang menjelaskan tentang *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* serta buku-buku ilmu falak dan sumber lain yang berkenaan dengan permasalahan yang akan diteliti.

4. Teknik Analisis Data

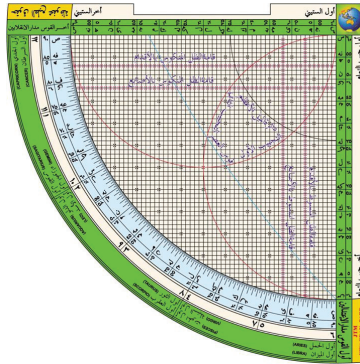
Teknik yang digunakan setelah data yang diperlukan terkumpul secara keseluruhan, selanjutnya akan dipelajari dan dianalisa dengan menggunakan *metode analisis deskriptif*¹⁷ dan *metode analisis komparatif*. Kedua metode ini digunakan untuk menggambarkan penggunaan dalam menghitung awal waktu salat dan mendapat hasil perbandingan diantara keduanya.

Proses analisa dimulai dengan pengumpulan data dari penggunaan *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* yang dijadikan data untuk menghisab awal waktu salat. Kemudian data hasil perhitungan menggunakan *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* disamakan dengan keadaan sebenarnya di lapangan dan dibandingkan dengan hasil perhitungan sistem ephemeris. Apabila hasilnya sama dengan keadaan sebenarnya maka tingkat akurasi *astrolabe* tersebut sangat akurat, sedangkan apabila sedikit berbeda maka termasuk akurat dan apabila berbeda jauh maka hasil dari alat tersebut tingkat ketepatannya tidak akurat atau sangat rendah.

C. Konsep *Rubu' Mujayyab* dan *Astrolabe*

1. *Rubu' Mujayyab*

Rubu' Mujayyab atau *Quadrant Sinus* (istilah ini murni berasal dari bahasa Arab, *Rubu'* berarti Seperempat dan *Mujayyab* berarti sinus) adalah sebuah alat yang dipergunakan untuk menghitung sudut benda-benda angkasa, menghitung waktu, menentukan waktu salat, kiblat, posisi matahari dalam berbagai macam konstelasi sepanjang tahun. Susiknan mendefinisikan "*quadrant* adalah suatu alat untuk menghitung fungsi *goniometris* yang sangat berguna untuk memproyeksikan peredaran benda langit pada lingkaran vertikal.¹⁸



Gambar 1. *Rubu' Mujayyab*

Penggunaan *rubu'* sebagai alat observasi benda langit telah dilakukan sejak sekitar abad ke-2 masehi oleh Ptolomeus. *Quadrant* Ptolomeus, terbuat dari papan kayu atau batu, berbentuk seperempat lingkaran yang terbagi kedalam 90 derajat. Selanjutnya, bagian tengah *quadrant* tersedia gambar yang memberikan jarak matahari dihitung dari zenit pada garis *meridian*. Dari obeservasi ini, Ptolomeus bisa menentukan waktu dan menentukan ketinggian matahari pada musim panas maupun dingin. Dari observasi ini juga kemiringan garis edar matahari dan lintang suatu tempat bisa diketahui.¹⁹

Seiring berjalannya waktu, *rubu'* telah menyebar ke penjuru dunia oleh para astronom sampai di Indonesia. *Rubu' Mujayyab* yang berkembang

di Indonesia adalah jenis Rubu' yang telah dikembangkan oleh Ibnu Shatir. Bagian-bagiannya terdiri dari *markaz*, *Qousu al-Irtifa'*, *jaibu at-Tamâm*, *as-Sittin*, *Hadafatain*, *Khoith*, *Muri'*, *Syaqul*.²⁰

2. Astrolabe

Astrolabe berasal dari dua suku kata bahasa Yunani yakni, *aster* yang berarti bintang dan *lambanein* (*labein*) yang berarti mengambil, memegang, menangkap, mencengkeram erat, dengan maksud untuk menentukan dan memperkirakan. Dua kata Yunani tersebut dikombinasikan menjadi *astrolabe*, kata ini berarti sebuah alat yang dapat digunakan sebagai pencari bintang dan untuk hal-hal astronomis. Sebagai pencari bintang, *astrolabe* digunakan untuk menemukan bintang-bintang yang ada di langit. Sedangkan sebagai alat bagi hal-hal astronomis, digunakan untuk menemukan waktu dengan membaca posisi Matahari dan suatu bintang yang dikenal.²¹



Gambar 2. Astrolabe

Dalam Ensiklopedi Hisab Rukyat menurut Susiknan Azhari, Kata *astrolabe* berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari kata *astro* dan *labio*. *Astro* berarti bintang dan *labio* berarti pengukur jarak. Sementara dalam istilah ilmu falak, *astrolabe* merupakan perkakas kuno yang biasa digunakan untuk mengukur kedudukan benda langit. Di mana bentuknya terdiri dari piringan dengan skala pembagian derajat, dengan sebuah alat pengintai.²²

Sementara Hajji Khalifah dalam *Kasyf azh-Zhunûn* nya menjelaskan secara lebih detail pengertian dan fungsi *astrolabe*, yaitu suatu ilmu yang membahas tata cara mengetahui keadaan bintang-bintang secara lebih mudah dan teliti, seperti mengetahui ketinggian matahari, terbit dan tenggelamnya, mengetahui azimuth kiblat, mengetahui lintang tempat, dan lain-lain.²³ Sedangkan Al-Khawarizmi dan Al-Biruni mengistilahkan *astrolabe* dengan *Mir'at al-Syams* atau *Mirror of the Sun*, dan Kushyar ibn Labban mengistilahkan dengan *Mizan al-Syams*.

Dalam referensi lain menyebutkan bahwa *Astrolabe* merupakan alat yang terdiri dari lempengan (piringan) dengan ukuran 360 derajat dan terbagi-bagi dalam seperempat lingkaran (*arba 'ad-da'irah*) yang tertera di dalamnya nama-nama zodiak (rasi bintang), angka-angka derajat, dan lain-lain. Alat ini berbentuk bulat yang menggambarkan bola langit yang terdiri dari garis atau skala yang menunjukkan posisi-posisi bintang atau benda-benda angkasa.²⁴ Alat ini pada masa islam menggunakan angka-angka atau huruf-huruf dalam format "*Hisâb al-Jummal*"²⁵.

D. Metode Hisab Awal Waktu Salat dengan *Rubu' Mujayyab* dan *Astrolabe*

1. Proses Perhitungan Waktu Salat Menggunakan *Rubu' Mujayyab*

Sebelum melakukan proses perhitungan, data yang harus dipersiapkan adalah :

a. Lintang Tempat dan Bujur Tempat

Lintang dan Bujur Tempat dapat diperoleh dari tabel-tabel koordinat Bumi atau bisa juga diperoleh dari GPS dan google earth.

b. *Tafawut*

Tafawut ini digunakan sebagai harga selisih hari antara umur satu bulan dengan tanggal permulaan zodiac yang ada pada bulan itu.²⁶ Data ini digunakan untuk menghitung perkiraan kedudukan matahari pada *ekliptika*.

c. *Ikhtiyat*

Perhitungan waktu salat menggunakan *rubu' ikhtiyat* yang digunakan adalah 4-5 menit, seperti yang diterangkan dalam kitab *ad-Durûs al-Falakiyyah*.²⁷

d. *Deklinasi Matahari*

Cara mengetahuinya:

- 1) Letakkan *khoith* pada *al-sittini* dan tandai dengan *muri* pada *jaib* 23 dan 52 menit dari bagian-bagiannya yang sama.
- 2) Pindahkan *khoith* menuju *darajah al-syamsi*, maka nilai yang terdapat dibawahnya adalah *jaibnya Mail*.
- 3) Kemudian *Qous*-kan untuk mendapatkan *Mail*

e. *Bu'ud al-Quthur*

Adalah jarak sepanjang lingkaran tegak (vertikal) suatu benda langit dihitung dari kaki langit hingga lingkaran terang. Cara mengetahuinya:

- 1) Letakkan *khoith* pada *al-sittiny*, dan tandai *jaib* lintang tempat dengan *muri*.
- 2) Pindahkan *khoith* kepada lingkaran *al-mail al-Awal* sampai *muri* tepat pada lingkaran tersebut.
- 3) Garis dibawah *muri*, *jaib al-mabsuthah* sampai *al-sittiny*, adalah nilai *Bu'ud al-Quthur* yang dicari

f. *al-Ashl al-Muthlaq*²⁸

Cara Mengetahuinya:

- 1) Letakkan *khoith* pada *al-sittiny*, dan tandai *tamam* lintang tempat (90° – lintang tempat) dengan *muri*.
- 2) Pindahkan *khoith* kepada lingkaran *tamam mail awal* (90° – *deklinasi* terjauh)-sampai *muri* menempel pada lingkaran *mail al-a'dhom*.
- 3) Garis lurus dari *muri* ke kebawah berupa *Juyub al-Mabsuthah* sampai *al-sittiny*, adalah nilai dari *al-sittiny*.

- 4) Jika salah satu dari *deklinsi* ataupun lintang tempat tidak diketahui, maka *al-Ashl al-Muthlaq*-nya adalah *jaib at-tamam* (90° – lintang tempat atau $90^\circ - deklinasi$) yang sudah diketahui.
 - 5) Jika kedua-duanya tidak diketahui, maka *jaib al-Ashl al-Muthlaq*nya adalah 60 atau nilainya 1 karena $60 : 60 = 1$. Apabila *mail* awalnya 0 maka *jaib tamam*-nya *ardul balad* adalah *ashl almutlaq*, dan bila *ardul balad* 0 maka *jaib mail awal* adalah *al-Ashl al-Muthlaq*. Bila kedua-duanya 0 maka *asalmutlaq*nya adalah 60.
- g. *Nisfu al-Fudlah*²⁹
Cara mengetahuinya:
- 1) Letakkan *khoith* pada *al-sittini* dan tandai *jaib al-Ashl al-Muthlaq* dengan *muri*-pada *al-sittiny*.
 - 2) Pindahkan *muri* hingga menempel pada *Bu'du al-Quthr*, maksudnya *jaib al-mabsuthah* dari *Bu'du al-Quthr*.
 - 3) Sudut antara *khoith* dengan awal *qaus* dari proses diatas disebut *Nisf al-Fudllah*
- h. *Ghoyah al-Irtifa'*³⁰
Cara mengetahuinya:
- 1) Terlebih dahulu cari *tamam* Lintang Semarang, yakni 90 diukur dengan lintang Semarang,
 - 2) Tambahkan *mail* awal pada *tamam*-nya Lintang Semarang, hal ini bila *mail*nya *Januby*,
 - 3) Jika *mail*nya *Syamali*, maka *mail* awal dikurangkan dengan lintang Semarang
 - 4) Hasil dari penambahan atau pengurangan tersebut adalah *Ghoyah al- Irtifa'*.
- i. *al-Ashl al-Mu'adal*
Adalah Garis yang ditarik dari titik pusat suatu benda langit tegak lurus pada bidang kaki langit. Garis itu adalah garis proyeksi benda langit pada bidang kaki langit. Cara mengetahuinya:

- 1) Ketahui terlebih dahulu *irtifa'* dan *jaib*-nya
 - 2) Kemudian tambahkan *Bu'du al-Quthr* pada *jaib*-nya *irtifa'* bila mailnya *Syamaly*,
 - 3) Carilah selisih bila *mail*-nya *Januby*,
 - 4) Maka hasil dari penambahan atau selisih tersebut adalah *al-Ashl al- Mu'adal*.
- j. *Daqo'iq at-tamkiniyyah*
Daqo'iq at-tamkiniyyah adalah tenggang waktu yang diperlukan oleh matahari sejak piringan atasnya menyentuh ufuk *hakiki* hingga terlepas dari ufuk *mar'i*.³¹

Setelah data-data di atas dihitung dan dipersiapkan langkah berikutnya adalah menghitung waktu salat, sebagai berikut:

a. Zuhur

Cara mencarinya; jam 12 dengan ditambah *Daqo'iq at-tamkiniyyah*.

b. Asar

Cara mengetahuinya:

- 1) Ketahui terlebih dahulu *ghoyah*
- 2) Cari *dzil mabsuthoh*-nya dengan *qomah* yang dikehendaki,
- 3) Tambahkan *qomah* tersebut pada *dzil al- mabsuthohnya*, maka hasilnya adalah *dzil ashar*
- 4) Masukkan *dzil* asar tersebut melalui *jaib tamam* dan *qomah*-nya melalui *Sittiny*,
- 5) Letakan *khoit* pada titik pertemuannya, maka nilai yang terdapat di bawahnya *khoit* dihitung dari awal *qous* adalah *irtifa'ul ashar*

c. Magrib

Cara mengetahuinya:

- 1) Jika *mail*-nya *januby* tambahkan *Nishfu al-Fudlah* pada jam 6 dan jika mailnya *syamaly* kurangkan *Nishfu al-Fudlah* pada jam 6,

2) Tambahkan *Daqo'ikit at-tamkiniyyah* (3,5 menit) pada hasilnya.

3) Maka jumlahnya adalah waktu magrib.

d. Isya

Cara mengetahuinya:

1) Bila *mailnya januby* tambahkan *Bu'du al-Quthr* pada *jaib-nya* 17° dan bila *mail-nya syamaly* kurangkan *Bu'du al-Quthr* pada *jaib-nya* 17°. Dan hasil dari pengurangan atau penjumlahan tersebut adalah asal *mu'adal*

2) Tepatkan *muri'* pada asal *mutlaq*

3) Geserlah *khoit-nya* sampai *muri* berada di atas *al-Ashl al-Mu'adal*,

4) Nilai yang terdapat di bawah *khoit* terhitung dari awal *qous* adalah waktu isya.

e. Subuh

Cara mengetahuinya hampir sama dengan mencari waktu isya, perbedaannya terletak pada *jaibnya*, yakni 19°.

2. Menghitung Awal Waktu Salat dengan Astrolabe

Langkah awal yang harus dilakukan dalam perhitungan awal waktu salat adalah mendapatkan zodiac dari tanggal yang ditentukan. Hal ini disebabkan karena *rete* pada *astrolabe* menggunakan skala zodiac dalam menentukan posisi benda langit. Kemudian menyiapkan data *equation of time* dan memperhitungkan selisih waktu antara bujur daerah dan bujur tempat, ini digunakan untuk mengkonversi waktu *hakiki* ke waktu daerah setempat.³² Langkah terakhirnya adalah menambah waktu *ikhtiyat*.³³ Berikut langkah-langkah yang dikerjakan pada setiap waktu-waktu salat :

a. Zuhur

Waktu zuhur dimulai ketika piringan Matahari sudah tergelincir dari garis *meridian* langit kira-kira 2 menit setelah kulminasi saat di meridian.

Pada *astrolabe* Matahari setiap transit di meridian selalu menunjukkan jam 12:00, yang membedakan pada setiap hari hanyalah ketinggian dari horizon yang disebabkan nilai deklinasi yang berubah-ubah setiap harinya pada lintang tertentu. Maka untuk mendapatkan awal waktu salat zuhur langsung memperhitungkan dengan rumus :

$$\text{Zuhur} = 12 - e + \text{KWD}$$

b. Asar

Waktu asar dimulai ketika panjang bayangan pada saat *kulminasi* bertambah satu kali panjang bayangan yang sesuai dengan panjang bendanya. Definisi ini didapatkan karena Matahari saat di meridian tidak selalu pada ketinggian 90 derajat, sehingga saat kulminasi sudah terbentuk bayangan di sebelah timur. Cara menghitung awal waktu salat asar :

- 1) Membaca ketinggian Matahari saat *kulminasi* di *meridian*, dengan zodiak yang telah ditentukan
- 2) Membaca panjang bayangan pada skala *cotangent*, dengan menempatkan *alidade* pada derajat ketinggian Matahari saat kulminasi
- 3) Panjang bayangan saat *kulminasi* ditambah dengan panjang *gnomon* (pada *astrolabe* biasanya menggunakan panjang 7 kaki)
- 4) Melihat ketinggian Matahari dari panjang bayangan yang telah dijumlahkan
- 5) Menepatkan *rete* dengan zodiak yang telah ditentukan pada ketinggian yang telah diketahui
- 6) Putar *rule* pada posisi *rete* yang telah ditentukan
- 7) Baca jam yang ditunjukkan pada skala waktu
- 8) Ubah jam menjadi waktu daerah

c. Magrib

Garis horizon pada *astrolabe* menunjukkan batas antara langit dan Bumi, ketika piringan atas Matahari mulai tenggelam di garis batas

tersebut di sebelah barat, maka mulailah waktu salat magrib. Cara menghitungnya :

- 1) Putar *rete* dengan zodiak yang telah ditentukan ke garis horizon sebelah barat.
- 2) Putar *rule* pada posisi *rete* yang telah ditentukan
- 3) Baca jam yang ditunjukkan pada skala waktu
- 4) Ubah jam menjadi waktu daerah

d. Isya

Terdapat garis *twilight* pada *astrolabe* yang menunjukkan berakhirnya senja dan mulainya senja, garis ini berada pada ketinggian 18 derajat di bawah horizon. Waktu isya' dimulai ketika matahari pada posisi ini. Cara menghitungnya :

- 1) Putar *rete* dengan zodiak yang telah ditentukan ke garis *twilight* sebelah barat
- 2) Putar *rule* pada posisi *rete* yang telah ditentukan
- 3) Baca jam yang ditunjukkan pada skala waktu
- 4) Ubah jam menjadi waktu daerah

e. Subuh

Waktu subuh dimulai ketika beralihnya malam ke siang, pada *astrolabe* ditunjukkan dengan garis *twilight* sebelah timur. Di Indonesia awal waktu subuh biasa menggunakan posisi Matahari 20 derajat di bawah horizon, karena garis *twilight* pada *astrolabe* menunjukkan 18 derajat di bawah horizon, maka terdapat selisih 2 derajat. Jadi dalam akhir perhitungan dikurangi dengan 8 menit. Cara menghitung waktu salat subuh :

- 1) Putar *rete* dengan zodiak yang telah ditentukan ke garis *twilight* sebelah timur
- 2) Putar *rule* pada posisi *rete* yang telah ditentukan
- 3) Baca jam yang ditunjukkan pada skala waktu

- 4) Ubah jam menjadi waktu daerah
- 5) Jam yang telah diubah menjadi waktu daerah dikurangi 8 menit

E. Komparasi Perhitungan Waktu Salat Menggunakan *Rubu' Mujayyab* dan *Astrolabe*

Dalam uraian sejarah, *rubu'* merupakan alat Bantu hitung yang sangat baik hingga saat ini pun masih digunakan. Walaupun zaman sudah modern, peralatan yang digunakan untuk pengamatan astronomi sudah canggih, tetapi *rubu'* masih tetap digunakan. Begitu pula dengan *astrolabe* yang bermula dari konsep proyeksi stereografi yang dikembangkan oleh Hipparchus dan disempurnakan menjadi instrumen oleh Cladius Ptolemy³⁴ hingga saat ini. Waktu yang begitu lamanya apabila *astrolabe* tidak ada perhatian khusus dan koreksi serta tambahan skala fungsi dari masa ke masa tentu kegunaannya sudah ditinggalkan sejak lama.

Sejauh pengamatan penulis, penggunaan *rubu'* sebagai alat hitung khususnya dalam menghitung waktu salat tidak bisa memunculkan angka secara detail karena di dalam alat ini tidak dicantumkan satuan-satuannya secara jelas dan gamblang. Begitu pula dengan *astrolabe* garis-garis proyeksi yang ditampilkan intervalnya setiap 5 derajat, dengan begitu pengguna instrumen ini harus memperkirakan sendiri berapa angka yang diamatinya.

Berikut ini komparasi perhitungan awal waktu salat dengan menggunakan *rubu'* dan *astrolabe*, yang terdiri dari komparasi input data, proses perhitungan dan hasil :

1. Komparasi Input Data

Data-data yang digunakan dalam menghitung waktu salat diantaranya adalah lintang tempat, bujur tempat, deklinasi Matahari, dan tinggi Matahari. Selain itu dibutuhkan juga bujur daerah dan *equation of time* untuk mengubah dalam satuan waktu daerah.

a. Lintang dan Bujur Tempat

Data lintang dan bujur dapat diperoleh melalui peta dengan di interpolasi tabel dari Almanak Hisab Rukyah, informasi BMKG, dan lebih akurat lagi menggunakan GPS.³⁵ Nilai koordinat berapa pun dapat dimasukkan dalam perhitungan menggunakan *rubu'*, berbeda halnya dengan *astrolabe* karena basisnya yang merupakan proyeksi langit lokal maka apabila ingin menghitung koordinat lain harus mengganti plate *astrolabe* nya.³⁶

b. Data Matahari

Rubu' mujayyab dalam memperoleh data *deklinasi* Matahari dengan cara menghitung *darojatus syams* atau derajat Matahari pada zodiak tertentu kemudian dilihat nilainya dengan cara menggeser khoit. Pada *astrolabe* tidak jauh berbeda dengan *rubu'* yakni dengan mentransformasikan tanggal menjadi zodiak kemudian nilai *deklinasi* dapat diperoleh dengan melihat skala pada rule *astrolabe*. Sedangkan keduanya dalam memperoleh data *equation of time* masih mengambil dari tabel astronomi.

c. Tinggi Matahari

Kriteria ketinggian Matahari untuk awal waktu salat secara umum yang berkembang di Indonesia adalah Maghrib -1 derajat, isya' -18 derajat, Subuh -20 derajat, Dzuhur pada saat di *meridian dan Asar* dengan formulasi $\cotan h = \tan zm + 1$.³⁷ Yang khas dari *astrolabe* yakni untuk posisi Matahari pada ketinggian tersebut telah tergambarkan dengan garis horizon dan twilight sehingga lebih mempermudah dalam mencari waktunya, untuk ketinggian *asar* dapat diperoleh melalui panjang bayangan yang dihitung melalui skala *cotangent*. Sedangkan pada *rubu'* tinggi Matahari menggunakan kriteria tersebut. Jadi pada kedua alat tersebut tidak memperhitungkan koreksi refraksi dan ketinggian tempat untuk memperoleh tinggi Matahari saat terbit dan terbenam.

2. Komparasi Proses Perhitungan

Proses perhitungan awal waktu salat antara *rubu'* dan *astrolabe* sedikit berbeda. Fungsi dari *rubu'* memang sebagai alat hitung yakni untuk menyelesaikan *trigonometri*, prinsip perhitungannya berdasarkan kepada hitungan *Sexagesimal* (hitungan yang berdasar kepada bilangan 60), dimana $\sin 90^\circ = \cos 0^\circ = 60$ dan $\sin 0^\circ = \cos 90^\circ = 0$.³⁸ Sedangkan *astrolabe* merupakan alat bantu untuk menemukan bintang-bintang dan menemukan waktu dengan membaca posisi Matahari dan suatu bintang yang dikenal.³⁹ Sehingga proses perhitungannya pun akan sedikit berbeda.

Inti dari perhitungan awal waktu salat yakni mengetahui kedudukan Matahari pada suatu tempat. Hal tersebut dapat diketahui melalui data deklinasi, sudut waktu serta jarak *zenith* Matahari, dari data tersebut dapat dihitung waktunya untuk Matahari pada posisi tertentu. Proses yang dilalui untuk menghasilkan waktu tersebut antara *rubu'* dan *astrolabe* memiliki perbedaan.

Proses perhitungan dengan menggunakan *rubu'* sama halnya dengan metode kotemporer karena *rubu'* sifatnya adalah alat hitung *trigonometri*. Hanya saja yang membedakan adalah input data yang dimasukkan dan istilah dalam setiap langkah perhitungannya. Biasanya di Indonesia konsep perhitungan menggunakan *rubu'* masih mengacu pada kitab-kitab klasik karangan para ulama', seperti Kitab *Ad-durussul Falakiyah* dan *Tibyanul Miqât*. Yakni menghitung *bu'dul quthur*, *ashal muthlaq*, *nishful fudlah*, *asal mua'adal*, dan *ghoyatul irtifa'*.⁴⁰

Berbeda halnya dengan *astrolabe* yang terdiri dari skala waktu, *rule*,⁴¹ *rete*,⁴² *plate*.⁴³ Semua bagian dari *astrolabe* sangat mendukung untuk lebih cepat mengetahui waktu untuk benda langit pada posisi tertentu. Seperti yang dikatakan oleh Timothy karena sesungguhnya posisi benda-benda langit dapat diketahui *azimuth* dan *altitude* nya sesuai dengan waktu dan tempat.⁴⁴ Oleh karena itu untuk mendapatkan waktu salat langkah yang dilakukan adalah hanya mentransformasikan tanggal ke zodiak,

yakni untuk menepatkan *rule* pada *rete astrolabe* untuk membaca posisi matahari pada langit lokal disesuaikan untuk mencari masing-masing waktu salat dengan acuan garis yang ada. Waktu dapat diketahui melalui skala waktu, hanya saja waktu yang ditunjukkan dalam astrolabe merupakan waktu hakiki sehingga perlu ada koreksi waktu pertengahan dan waktu daerah.

3. Komparasi Hasil

Penulis mengkomparasikan hasil perhitungan antara *rubu'* dan *astrolabe* ditambah dengan metode *ephemeris* sebagai acuan untuk menilai keduanya. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan oleh penulis untuk waktu salat Kota Semarang (-7° LS, 110° 24'BT) pada tanggal 21 – 25 Mei 2015, sebagai berikut :

Tabel 1. Komparasi perhitungan *Rubu'* dan *Astrolabe* dengan Acuan *Ephemeris* tanpa Menggunakan *Ikhtiyat*

TANGGAL	21	22	23	24	25
RUBU' MUJAYYAB					
ZUHUR	11:34:54	11:34:54	11:34:54	11:34:54	11:34:54
ASAR	14:56:40	14:56:39	14:56:38	14:56:37	14:56:36
MAGRIB	17:28:04	17:28:00	17:27:52	17:27:44	17:27:40
ISYA	18:37:16	18:37:14	18:37:13	18:37:12	18:37:11
SUBUH	04:24:01	04:24:02	04:24:02	04:24:03	04:24:03
ASTROLABE					
ZUHUR	11:35:24	11:35:28	11:35:30	11:35:33	11:35:36
ASAR	14:58:26	14:58:30	14:59:22	14:59:25	15:00:24
MAGRIB	17:26:48	17:26:35	17:26:23	17:26:12	17:25:58
ISYA	18:42:24	18:42:29	18:42:31	18:42:37	18:42:40
SUBUH	04:20:46	04:21:17	04:21:38	04:22:00	04:22:13
EPHEMERIS					
ZUHUR	11:34:58	11:35:02	11:35:06	11:35:11	11:35:17
ASAR	14:56:44	14:56:48	14:56:51	14:56:55	14:57:00
MAGRIB	17:29:08	17:29:05	17:29:03	17:29:02	17:29:02

ISYA	18:39:33	18:39:36	18:39:39	18:39:43	18:39:49
SUBUH	04:21:51	04:21:56	04:22:00	04:22:05	04:22:12

Perlu di ingat bahwa hasil yang ditunjukkan dalam perhitungan *trigonometri* menggunakan *rubu'* berbeda dengan *trigonometri* yang biasa digunakan, yang sudah terprogram pada kalkulator. Trigonometri kalkulator ini berdasarkan kepada bilangan biasa yaitu 1. Dalam aplikasinya berlaku $\sin 90^\circ = \cos 0^\circ = 1$ dan $\sin 0^\circ = \cos 90^\circ = 0$. Sehingga perbandingan trigonometri kalkulator dengan *Rubu' Mujayyab* menjadi 60:1.⁴⁵ Dengan demikian, nilai yang diperoleh melalui perhitungan *Rubu' Mujayyab* harus dibagi dengan nilai 60 agar memperoleh nilai yang sama dengan kalkulator.

Jika dilihat dari hasil perhitungan antara metode ephemeris dengan metode *rubu mujayyab*, selisihnya tidak signifikan hanya 1 sampai 4 menit. Oleh karena itu harus ada koreksi atau ikhtiyat untuk menyesuaikan dengan metode kotemporer. Apabila diklasifikasikan metode ini masih perkiraan karena data-data astronomi yang disuguhkan bersifat tetap atau statis, jika kita pahami bahwa seharusnya data astronomi itu selalu berubah karena yang dihitung adalah benda langit yang sifatnya dinamis.

Sedangkan untuk *astrolabe* jika dibandingkan dengan data *ephemeris* terdapat selisih pada nilai deklinasi Matahari rata-rata sebesar $1^\circ 09' 40''$. Untuk nilai *equation of time* nya juga terdapat selisih sebesar 0m 21d. Dari data ini penulis menemukan bahwa selisih pada data deklinasi diakibatkan garis-garis yang tertera pada *rule astrolabe* belum sesuai sehingga pembacaan datanya tidak pas. Selain itu pengguna tidak bisa membaca secara detail sampai menit dan detik.

Dari data *deklinasi* dan *equation of time*, penulis melanjutkan menghitung tinggi Matahari dan bayangannya saat *kulminasi*. Langkah ini dikerjakan untuk mendapatkan tinggi Matahari Asar dari penjumlahan panjang bayangan saat *kulminasi* dengan panjang tongkatnya.⁴⁶ Jadi tinggi Matahari yang didapat saat asar berbeda karena data deklinasinya pun berbeda.

Secara umum jika dilihat hasil perhitungan *astrolabe* dengan *ephemeris* maka akan terdapat selisih antara 1-3 menit. Namun untuk zuhur tidak terlalu banyak selisihnya karena bergantung pada jam 12 hakiki yang dikurangi dengan *equation of time* dan ditambah dengan koreksi waktu daerah. Untuk waktu yang terbenam dan terbit selisih - 3 menit karena pada *astrolabe* tidak memperhitungkan koreksi-koreksi yang mempengaruhi tinggi Matahari. Untuk waktu subuh koreksi -8 menit pada waktu subuh membuat hasilnya semakin akurat. Selain waktu zuhur, magrib, imsak dan subuh hasilnya kelebihan 3 menit. Faktor yang mempengaruhi adalah, untuk waktu asar tinggi Matahari yang diperoleh dari skala *cotangent* tidak terbaca dengan pasti karena panjang bayangan asar untuk angka yang di belakang koma masih dikira-kirakan. Sedangkan secara keseluruhan bergantung pada penempatan *rule* atau *alidade* dalam membaca skala-skala yang ada, sehingga mempengaruhi posisi Matahari pada zodiak.

Selain dari acuan perhitungan *ephemeris*, penulis juga dapat menilai perbandingan antara *rubu'* dan *astrolabe* dengan hasil komparasi sebagai berikut :

Tabel 2. Perbandingan Rubu' dan Astrolabe dalam Perhitungan Awal Waktu Salat

Keterangan	<i>Rubu'</i>	<i>Astrolabe</i>
<i>Input Data</i>		
Lintang dan Bujur Tempat	Diambil dari data koordinat peta atau Almanak Hisab Rukyah. Koordinat berapapun dapat diperhitungkan.	Diambil dari data koordinat peta atau Almanak Hisab Rukyah. Karena <i>astrolabe</i> berdasarkan koordinat tertentu apabila menghitung koordinat lain harus mengganti plate <i>astrolabe</i> .

Data Matahari	Deklinasi dihitung dari zodiak Matahari, dibaca dengan menggeser khoit pada zodiak tersebut	Deklinasi dihitung dari zodiak Matahari, dibaca melalui skala <i>rule</i> yakni menepatkan <i>rule</i> pada <i>rete</i> pada zodiak tertentu
Tinggi Matahari	Maghrib 0°, Isya 18°, Subuh 20°, Duha 4° 30'	Berdasarkan garis proyeksi : garis horizon 0°, twilight 18° dan garis meridian langit
Proses Perhitungan		
Proses hisab	<i>bu'dul quthur, ashal muthlaq, nisful fudlah, asal mua'adal, dan ghoyatul irtifa</i>	Menghitung untuk tinggi Matahari Asar melalui jumlah panjang bayangan dan tingggi tongkat. Sedangkan untuk mendapatkan waktu hanya menepatkan <i>rete</i> dan <i>rule</i> pada garis proyeksi yang dicari waktunya. Sehingga tidak memperhitungkan sudut waktu
Hasil Perhitungan		
Hasil Akhir	Selisih 1-4 menit dengan ephemeris	Selisih 1-3 menit dengan ephemeris

Dari hasil akhir tersebut penulis menilai bahwa komparasi antara *rubu'* dan *astrolabe* sebagai instrumen falak dalam perhitungan awal waktu salat masih dalam tataran perkiraan karena data yang di gunakan dalam perhitungan masih bersifat statis. *Astrolabe* dinilai lebih akurat dari pada *rubu'* diperkirakan karena faktor prosedur perhitungannya yakni banyak langkah yang dilewati sehingga banyak pula angka-angka yang dibulatkan. Berbeda halnya dengan *astrolabe* hanya menepatkan pada posisi tertentu dan langsung dibaca waktunya, karena prinsip dari *astrolabe* itu sendiri memang untuk mengetahui waktu dari posisi benda langit.

F. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka penulis membuat beberapa kesimpulan :

- a. Metode perhitungan menggunakan *rubu' mujayyab* yakni dengan menghitung *bu'dul quthur*, *ashal muthlaq*, *nishful fudlah*, *asal mua'adal*, dan *ghoyatul irtifa* seperti yang dijelaskan dalam kitab-kitab klasik. Sedangkan menggunakan *astrolabe* langkahnya relatif singkat karena untuk tinggi Matahari telah ada garis proyeksinya seperti *horizon*, *twilight*, *meridian*, sehingga dapat langsung diketahui Matahari pada posisi tersebut.
- b. Perhitungan awal waktu salat menggunakan instrumen falak *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* dapat diklasifikasikan dalam *hisab taqribi*, karena data yang digunakan sifatnya masih statis. Dalam menggunakan instrumen juga masih minim dalam mencapai nilai menit dan detik nya, karena tidak terpampang secara detail angka-angkanya sehingga pengguna harus mengira-ngira sendiri angka menit dan derajat, maka yang terjadi adalah pembulatan-pembulatan.
- c. Komparasi antara *rubu'* dan *astrolabe* dengan acuan *ephemeris* terdapat selisih yakni 1-4 menit untuk *rubu'* dan 1-3 menit untuk *astrolabe*. Dengan begitu hasilnya lebih baik menggunakan *astrolabe* dalam perhitungan awal waktu salat. Hal ini dikarenakan *astrolabe* merupakan alat observasi untuk mengetahui waktu dari suatu posisi benda langit sehingga langkah yang ditempuh cukup singkat. Sedangkan langkah yang ditempuh dengan *rubu'* terbilang panjang sehingga terjadi banyak pembulatan-pembulatan angka.

2. Saran

- a. Bagi pencinta ilmu falak, *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* dapat dijadikan salah satu metode dalam mencari awal waktu salat. Hasilnya dapat dijadikan perbandingan dengan metode-metode yang lain. Dengan

begitu *rubu' mujayyab* dan *astrolabe* selalu mempunyai peran aktif dalam memberikan data perhitungan awal waktu salat.

- b. *Rubu' mujayyab* dan *astrolabe* dapat digunakan sebagai salah satu metode dalam perhitungan awal waktu salat. Namun, perlu adanya ketelitian dalam membaca skala yang tertera pada keduanya supaya tidak terjadi pembulatan terus-menerus. Hal ini dilakukan dengan harapan hasil yang diperoleh dapat mendekati akurat.
- c. Ilmu Falak harus tetap terjaga kelestariannya dengan selalu memadukan antara warisan terdahulu dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kekinian. Supaya terus dapat berdampingan perbendaharaan khazanah keilmuan yang dimiliki.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Muhammad Ma'shum bin, *Ad-Durus al-Falakiyyah*, Jombang: Maktabah Sa'ad bin nashir nabhan, 1992
- Arikunto, Suharsimi, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta: Penerbit Rineka Cipta, 2002.
- Azhari, Susiknan, *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008, Cet. Ke II.
- Azwar, Saifuddin, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004, Cet. Ke 5.
- Bimbingan Masyarakat Islam Kemenag RI, Ditjen, *Almanak Hisab Rukyat*, 2010, Cet. Ke 3.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. Jurnal Vol.7 No.1 Januari - Juni 2011, *Astronomi Islam Era Dinasti Mamalik (1250-1517): Sejarah, Karakter & Sumbangan*.
- El-Syanthy, 'Isham Mohammad, *Thuruq Ta'rîkh an-Nusakh fî al-Makhthûthât: an-Nasy'ah wa al-Hall*, Kairo: Diktat Mata Kuliah 'Fahrasah al Makhthuthaat' Institut Manuskrip Arab, t.t.
- Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, 2010.
- Hambali, Slamet, *Ilmu Falak I Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang : Program ascasarjana IAIN Walisonggo, 2011.
- Hasan, M. Iqbal, *Pokok-Pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Bogor : Ghalia Indonesia, 2002.
- Izzuddin, Ahmad, *Fiqh Hisab Rukyah*, Jakarta: Erlangga, 2007.
- , *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyah Praktis Solusi dan*

- Permasalahannya*), Semarang: Komala Grafika, 2006.
- , Sabtu 14 Juni 2014, *Standarisasi Hisab Rukyat Sebagai Upaya Pemerintah dalam Penyatuan Umat*, disampaikan dalam seminar imsakiyah Ramadhan 1435 H di STAIN Pekalongan.
- Jamil, A., *Ilmu Falak Teori dan Aplikasi*, Jakarta: Amzah, 2009.
- Kementerian Agama RI, Dirjen Bimas Islam Kementerian, *Ephemeris Hisab Rukyat 2014*.
- Khalifah, Hajji, *Kasyf azh-Zhunûn 'an Asâmy al-Kutub wa al-Funûn*, Juz 1, Beirut: Dâr Ihyâ' at-Turâts al-'Araby, t.t.
- Khazin, Muhyiddin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008.
- , *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005, Cet. Ke 1.
- Kurniawan, Beni, *Metodologi Penelitian*, Tangerang: Jelajah Nusa, 2012.
- Mitchell, MKA Timothy J., *The Astrolabe in Theory and Practice*, San Francisco: Creative Commons Attribution, 2011.
- Morrison, James E., *The Astrolabe*, DE USA : Janus Rehoboth Beach, 2007.
- Setyanto, Hendro, *Rubu' al-Mujayab: Tabel Model Pergerakan Matahari Dalam proceeding seminar himpunan astronomi Indonesia*. Bandung: Departemen Astronomi ITB, 2001.
- , *Rubu*. Bandung: Pundak Scientific.
- Stanley, R. Darren, *Quadrant Construction and Application in Western Europe During the Early Renaissance*, Kanada: National Library, 1994.
- Winternburn, Emily, *Using an Astrolabe*, Manchester: FSTC, 2005.
- Zainal, Baharrudin, *Ilmu Falak*, Selangor: Dawama Trenggunu Sdn. Bhd., 2004, Edisi kedua.
- Zauberer, THL Maximilian der. *Introduction to the Astrolabe*, Pdf.

Endnotes

1. QS. al-Nisa'/4: 103:

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ فِيمَا وُقُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ ۚ فَإِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا الصَّلَاةَ ۚ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا ﴿١٠٣﴾

- QS. al-Isra'/17: 78:

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذِكْرِ الشَّمْسِ إِلَىٰ غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ ۖ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا ﴿٧٨﴾

Hadis yang diriwayatkan oleh Abdullah bin Umar r.a

عن عبد الله بن عمر رضي الله عنه قال ان النبي صل الله عليه وسلم قال وقت الظهر اذا زالت الشمس وكان ظل كل الرجل كطولہ ما لم يحضر العصر ووقت العصر ما لم تصفر الشمس ووقت صلاة المغرب ما لم يغب الشفق ووقت صلاة العشاء الي نصف الليل الاوسط ووقت صلاة الصبح من طلوع الفجر ما لم تطلع الشمس (رواه مسلم)

2. Fenomena alam yang dimaksud dalam mengetahui waktu salat adalah mengetahui posisi matahari harian yang sepadan sebagai rujukannya. Lihat Baharrudin Zainal, *Ilmu Falak*, , Selangor: Dawama Trenggunu Sdn. Bhd., 2004, Edisi kedua, h. 120.
3. Perjalanan Matahari menurut arah dari timur ke barat yang menyebabkan pergantian siang dan malam bukanlah perjalanan yang hakiki. Namun disebabkan adanya rotasi bumi dari arah barat ke timur selama ± 24 jam untuk sehari semalam. Hal tersebut mengakibatkan semua benda langit yang berada di sekitar Bumi tampak berjalan dari timur ke barat tegak lurus dengan poros bumi.
4. Dirjen Bimas Islam Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat 2014*, h. 202-405.
5. Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyah Praktis Solusi dan Permasalahannya)*, Semarang: Komala Grafika, 2006, h. 52.
6. Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyah*, Jakarta: Erlangga, 2007, h. 38.
7. Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana

- Pustaka, 2008, h. 79.
8. Ditjen. Bimbingan Masyarakat Islam Kemenag RI, *Almanak Hisab Rukyat*, 2010, Cet. Ke 3, h. 23.
 9. Hendro Setyanto, *Rubu*, Bandung: Pundak Scientific, t.th, h.3.
 10. Emily Winternburn, *Using an Astrolabe*, Manchester: FSTC, 2005, h. 11.
 11. Penelitian yang dilakukan secara langsung di lapangan atau responden. Lihat M. Iqbal Hasan, *Pokok-Pokok Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Bogor : Ghalia Indonesia, 2002, h. 11.
 12. Analisis kualitatif pada dasarnya lebih menekankan pada proses deduktif dan induktif serta pada analisis terhadap dinamika antar fenomena yang diamati, dengan menggunakan logika ilmiah. Lihat dalam Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004, Cet. Ke 5, h. 5.
 13. *Ibid.* h. 91.
 14. Data primer adalah data tangan pertama atau data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya. Lihat Hasan, *Pokok...*, h. 82.
 15. Observasi merupakan suatu proses pengamatan yang kompleks, dimana peneliti melakukan pengamatan langsung di tempat penelitian. Lihat Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo, 2010, h. 13.
 16. Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta: Penerbit Rineka Cipta, 2002, h. 206.
 17. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel maupun lebih tanpa membuat perbandingan atau menghubungkannya dengan variabel lain. Lihat Beni Kurniawan, *Metodologi Penelitian*, Tangerang: Jelajah Nusa, 2012, h. 20.
 18. Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008, Cet. Ke II, h. 182.
 19. R. Darren Stanley, *Quadrant Construction and Application in Western Europe During the Early Renaissance*, Kanada: National Library, 1994, h. 15.
 20. Muhammad Ma'shum bin Ali, *Ad-Durus al-Falakiyyah*, Jombang: Maktabah Sa'ad bin nashir nabhan, 1992, h. 2.
 21. James E. Morrison, *The Astrolabe*, DE USA : Janus Rehoboth Beach, 2007, h. 1.
 22. Susiknan, *Ensiklopedi ...*, h. 36.
 23. Hajji Khalifah, *Kasyf azh-Zhunûn 'an Asâmy al-Kutub wa al-Funûn*, Juz 1, Beirut: Dâr Ihyâ' at-Turâts al-'Araby, t.t, h. 106.
 24. Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Astronomi Islam Era Dinasti Mamalik (1250-1517): Sejarah, Karakter & Sumbangan*, Jurnal Vol.7 No.1 Januari - Juni 2011, h. 5.

25. *Hisâb al-Jummal* adalah hisab atau perhitungan dengan menggunakan huruf Arab yang dari tiap-tiap hurufnya terdiri dari angka atau bilangan tertentu. Seperti huruf *alif* berarti satu, huruf *ba'* berarti dua, dst. Hisab model ini banyak tertera dalam literatur-literatur klasik (manuskrip) khususnya literatur Astronomi. Lihat 'Isyam Mohammad el-Syanthy, *Thuruq Ta'rîkh an-Nusakh fi al-Makhthûthât: an-Nasy'ah wa al-Hall*, Diktat Mata Kuliah 'Fahrasah al Makhthûthât' Institut Manuskrip Arab, Kairo, t.t, h. 4.
26. *Tafawut* berasal dari bahasa Arab, yang artinya adalah selisih. Yakni selisih antara dua data. Lihat Muhyiddn Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005, Cet. Ke 1, h. 79
27. Ali, *Ad-Durus...*, h. 12.
28. Dikenal pula dengan sebutan *Ashal hakiki* atau *jaibul Ausat* yakni garis yang ditarik dari titik *kulminasi* suatu benda langit tegak lurus pada garis yang menghubungkan titik utara dengan titik selatan. Garis itu adalah garis proyeksi benda langit kepada bidang kaki langit ketika berkulminasi. Khazin, *Kamus...*, h. 8.
29. Selisih antara setengah busur siang pada suatu hari standar (lintang 0° dan deklinasi 0°) dengan setengah busur siang pada hari yang lain, dan selisih antara suatu hari setandar dengan hari yang lain. Dalam kamus ilmu falak, *Nishfu Fudlah* adalah jarak atau busur sepanjang lingkaran harian suatu benda langit dihitung dari garis tengah lintasan benda langit sampai ke ufuk. *Ibid.* h. 61.
30. Adalah tinggi *kulminasi* atau disebut juga jarak zenit, yakni besar sudut sepanjang lingkaran *meridian* langit yang dihitung dari titik utara atau titik selatan sampai pada titik pusat suatu benda langit ketika berkulminasi atas. Harga maksimal ghoyah al-irtifa' adalah 90°. *Ibid.* h. 26.
31. *Ibid.*, h. 19.
32. Untuk mengubah waktu *hakiki* ke waktu daerah menggunakan rumus berikut : $WD = WH - e + KWD$, dimana WD = Waktu Daerah, WH = Waktu Hakiki, e = *Equation of time* atau perata waktu, KWD = Koreksi Waktu Daerah = $(\lambda^d - \lambda^x) \div 15$, λ^d = Bujur Daerah, λ^x = Bujur Tempat. Lihat selengkapnya Slamet Hambali, *Ilmu Falak I Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang : Program ascasarjana IAIN Walisonggo, 2011, h. 143.
33. Kriteria *Ihtiyat* yang digunakan yakni : Detik betapapun dibulatkan menjadi 1 menit, kecuali terbit detik berapa pun dibuang. Zuhur ditambah 3 menit. Asar, magrib, isya, subuh dan dhuha ditambah 2 menit. Terbit dikurangi 2 menit. Imsak, subuh sudah menggunakan ihtiyat di kurangi 10 menit. Lihat Ahmad Izzuddin, *Standarisasi Hisab Rukyat Sebagai Upaya Pemerintah dalam Penyatuan Umat*, disampaikan dalam seminar imsakiyah Ramadhan 1435 H

di STAIN Pekalongan, Sabtu 14 Juni 2014, h. 26.

34. THL Maximilian der Zauberer, *Introduction to the Astrolabe*, Pdf, h. 1.
35. Hambali, *Ilmu...*, h. 181.
36. Plete *astrolabe* merupakan piringan yang berada pada *astrolabe* tempat proyeksi langit lokal sehingga basisnya hanya untuk satu koordinat saja. Baca selengkapnya Morrison, *The...*, h. 9.
37. A. Jamil, *Ilmu Falak Teori dan Aplikasi*, Jakarta: Amzah, 2009, h. 46.
38. Hendro Setyanto, *Rubu' al-Mujayab: Tabel Model Pergerakan Matahari Dalam proceeding seminar himpunan astronomi Indonesia*. Bandung: Departemen Astronomi ITB, 2001, h. 5.
39. Morrison, *The...*, h. 1.
40. Ali, *Ad-durus...*, h. 24-26.
41. *Rule* terletak di atas *rete*, dan dirancang untuk dapat bergerak. Hal ini digunakan sebagai pointer pada perhitungan. Bentuk *rule* berbeda-beda, ada ganda dan tunggal.
42. *Rete* adalah lapisan potongan yang terletak di atas *plate*. *Rate* menunjukkan proyeksi dari bola langit. *Rete* dirancang untuk dapat bisa bergerak secara bebas.
43. *Plate* merupakan bagian *astrolabe* yang menggambarkan langit lokal pengamat yang terletak pada *mater*. *Plate* dirancang sesuai dengan lintang tertentu, karena proyeksi langit yang terlihat disesuaikan dengan lintang pengamat. Apabila pengamat berpindah tempat maka *plate* nya harus disesuaikan dengan lintang lokasi tersebut.
44. MKA Timothy J. Mitchell, *The Astrolabe in Theory and Practice*, San Francisco: Creative Commons Attribution, 2011, h. 8.
45. Setyanto, *Rubu'...*, h. 5.
46. Tinggi Matahari Zuhur dapat diperoleh dari pembacaan terhadap *astrolabe*, dari ketinggian tersebut dimasukkan ke skala cotangent akan menghasilkan bayangan. Panjang bayangan tersebut ditambahkan panjang tongkat yakni 7 maka jumlahnya adalah panjang bayangan ketika asar. Dari panjang bayangan asar dapat diketahui ketinggiannya melalui skala cotangent. Untuk data ephemeris untuk mencari tinggi zuhur menggunakan rumus : $90 - [\text{deklinasi} - \text{lintang tempat}]$ dan menentukan panjang bayangan zuhur yakni dengan rumus : $\tan(\text{Lintang Tempat} - \text{deklinasi}) \times \text{panjang bayangan}$. Setelah diketahui bayang zuhur dijumlahkan dengan 7. Kemudian dari penjumlahan panjang bayangan tersebut dicari ketinggian Matahari saat asar dengan rumus **Cotan h = Panjang Bayangan : Panjang Tongkat.**