

**Pemikiran Syaikh Thahir Jalaluddin tentang Awal Waktu Shalat
dalam Kitab *Pati Kiraan*****Siti Muslifah¹**

IAIN Jember, Indonesia

¹Email: muslifah21@gmail.com

Abstract

Thahir Jalaluddin is often referred to as the first Indonesian astronomer. His thinking is different from other books which also use logarithms in their calculations. This article discusses how Thahir Jalaluddin formulated the calculation of prayer times in the book *Pati Kiraan*. Articles are compiled using a descriptive-analytic library research method to analyze and describe their thoughts. The conclusion is that Thahir Jalaluddin's thinking was heavily influenced by his teachers, seen in the use of logarithmic tables as a medium for calculating. The concept of modern astronomy is also used in calculating prayer times, such as the concept of correction in determining the height of the Sun. The mathematical concepts used have used the theory of spherical trigonometry, although formulating it is still very complicated when compared to the astronomers of his contemporaries who both use logarithms in calculating.

Keyword: *Thahir Jalaluddin, Pati Kiraan.*

Artikel Info**Received:**

16 Oktober 2020

Revised:

09 November 2020

Accepted:

21 November 2020

Published:

02 Desember 2020

Abstrak

Thahir Jalaluddin seringkali disebut sebagai tokoh falak Indonesia pertama. Pemikirannya berbeda dengan kitab lain yang juga memakai logaritma dalam perhitungannya. Artikel ini membahas bagaimana Thahir Jalaluddin memformulasikan perhitungan waktu shalat dalam kitab *Pati Kiraan*. Artikel disusun menggunakan metode *library research* dengan *deskriptif-analitik* untuk menganalisis dan mendeskripsikan pemikirannya. Kesimpulan yang diperoleh bahwa pemikiran Thahir Jalaluddin banyak dipengaruhi oleh guru-gurunya, terlihat pada penggunaan tabel logaritma sebagai media menghitung. Konsep astronomi modern juga dipakai dalam menghitung waktu shalat, seperti konsep koreksi dalam menentukan ketinggian Matahari. Konsep matematika yang dipakai sudah menggunakan teori *spherical trigonometry* walaupun dalam merumuskannya masih sangat rumit apabila dibandingkan dengan tokoh falak yang sezaman dengannya dimana sama-sama memakai logaritma dalam menghitung.

Kata kunci: *Thahir Jalaluddin, Pati Kiraan*

A. Pendahuluan

Ilmu falak yang didefinisikan sebagai ilmu yang membahas tentang orbit benda langit terutama Matahari, Bumi, dan Bulan, memiliki peran penting dalam penentuan waktu ibadah. Pokok kajian dasar yang dibahas meliputi perhitungan awal bulan Qamariyah, waktu shalat, arah kiblat, dan perhitungan gerhana.¹

Salah satu fokus kajian dalam ilmu falak yaitu waktu shalat merupakan ibadah *amaliah* yang berhubungan dengan ruang dan waktu dalam pelaksanaannya. Batasannya telah ditentukan di dalam al-Qur'an dan Hadits. Keberadaan shalat baik *farḍu* maupun *sunnah* memiliki posisi penting dan signifikan ketika dihubungkan dengan sah tidaknya suatu shalat.² Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, awal waktu shalat dapat diketahui dengan mudah. Dengan ilmu falak umat islam tidak perlu melakukan pengamatan terlebih dulu terhadap posisi Matahari sebelum melaksanakan shalat.

Keberagaman dan populasi karya falak khususnya dalam penentuan waktu shalat senantiasa memberikan corak dan warna baru dalam perkembangan khazanah keilmuan falak. Keberagaman karya tersebut mengingatkan kepada tokoh falak dari Sumatra Barat. Seorang tokoh yang dikenal sebagai sosok pembaharu kala itu. Ia dilahirkan pada

tahun 1869 di Koto Tuo, Ampat Angkat, Bukittinggi, Sumatra Barat.³ Dia adalah Syeikh Muhammad Thahir Jalaluddin al-Minangkabawi yang dikenal sebagai tokoh falak Indonesia pertama.⁴

Pakar ilmu falak yang juga lama menetap di Makkah dan Mesir ini banyak mengarang kitab. Salah satunya adalah *Pati Kiraan pada Menentukan Waktu yang Lima dan Hala Kiblat dengan Logaritma*. Kitab ini diterbitkan pertama kali di Singapura tahun 1357 H/ 1938 M oleh al-Ahmadiyah Press yang dicetak dengan kombinasi bahasa Melayu (Jawi) dan Latin.

Konstruksi pemikiran Syeikh Thahir dalam penentuan waktu shalat yang dituangkan dalam kitab *Pati Kiraan* telah menggunakan konsep hitung *spherical trigonometry*. Konsep ini merupakan perhitungan yang sudah termasuk modern, sehingga sangat tepat apabila Syeikh Thahir disebut-sebut sebagai ahli falak yang pertama kali mengenalkan konsep matematika modern. Perhitungan yang dipakainya pun berbeda dengan yang umumnya dipakai oleh ahli falak lain dalam kitab-kitab yang dikarang sebelum masanya bahkan setelahnya, seperti *Kitab Ilmu Falak dan Hisab* (1957), *Khulāsah al-Wafiyah* (1935), *Durus al-Falakiyah* (t.th), dan lain sebagainya. Dalam perhitungannya, kitab-kitab tersebut menggunakan perhitungan *bu'd al-qutur*, *aṣl al-mutlak*, dan *niṣf al-fuḍlah*, dimana perhitungan tinggi Matahari dinilai 0°. Ketinggian Matahari

¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, (Semarang: Komala Grafika, 2006), h. 1-3

² Ahmad Izzuddin, h. 1-3

³ Abu Bakar Hamzah, *Al-Imam Its Role in Malay Society 1906 – 1908*, (Kuala Lumpur: Pustaka Antara, 1981), h. 119

⁴ Harun Nasution, *Ensiklopedi Islam Indonesia*, (Jakarta: Djambatan, 1992), h. 324.

yang dipakai telah diubah ke dalam *daqaiq at-tamkin*. Perubahan tersebut masih akan berpengaruh pada hasil yang didapat. Sedangkan dalam kitab *Pati Kiraan* ketinggian Matahari pada awal waktu shalat telah diperhitungkan. Selain itu ia juga telah memperhitungkan besar menit *Soekatan Masa* untuk menentukan waktu yang dicari sesuai bujur tempat.

Dengan perbedaan tersebut, penulis tertarik untuk mengkaji lebih jauh pemikiran Thahir Jalaluddin khususnya yang berkaitan dengan penentuan waktu shalat dalam karya besarnya kitab *Pati Kiraan*. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pemikiran Thahir Jalaluddin dan bagaimana pengaruhnya terhadap perkembangan hisab di Indonesia. Konsep matematika modern yang dipakai dalam metode perhitungannya menarik minat penulis untuk menguji seberapa besar akurasi agar mampu menempatkan posisi kitab ini diantara kajian ilmu falak lainnya yang semakin beragam.

B. Metode Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah *library reseach* dengan teknik dokumentasi yang dilakukan terhadap kitab *Pati Kiraan* sebagai sumber primer, serta sumber sekunder berupa tulisan dan penelitian yang berhubungan dengan Thahir Jalaluddin dan pemikirannya, juga sumber lain yang memiliki konsep perhitungan waktu shalat dengan trigonometri bola. Metode *deskriptif-analitik* dan *content analysis* dipakai untuk menganalisis data yaitu dengan mendeskripsikan

pemikiran Thahir dengan apa adanya, selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan *arithmetic* dan astronomi. Tinjauan *sosio-historis* juga digunakan untuk melacak proses terbentuknya pola pemikiran Thahir dengan melihat kondisi sosial pada zamannya.

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Pemikiran falak Thahir Jalaluddin dalam kitab *Pati Kiraan* banyak dipengaruhi oleh pemikiran guru-gurunya dalam ilmu falak seperti terlihat pada penggunaan tabel logaritma sebagai media menghitung. Pengenalan kaidah astronomi dalam mengartikan perjalanan benda langit sangat rinci tertuang dalam kitab *Pati Kiraan*. Konsep astronomi modern juga telah dituangkannya dalam kitab tersebut ketika menghisab waktu shalat, seperti adanya konsep koreksi dalam menentukan ketinggian Matahari waktu salat. Adapun konsep matematika yang dipakai oleh Syeikh Thahir baik dalam perhitungan waktu shalat telah memakai rumus perhitungan dengan konsep *spherical trigonometry* walaupun dalam merumuskan kaidah perhitungan masih sangat rumit jika dibandingkan dengan metode tokoh falak lain yang sezaman dengannya dimana sama-sama memakai logaritma dalam menghitung.

Pembahasan

Sosio Biografi Thahir Jalaluddin

Thahir Jalaluddin⁵ dilahirkan di Koto Tuo, Balai Gurah, Ampat Angkat Candung Bukittinggi

⁵ Thahir Jalaluddin adalah seorang Minangkabau, yang merupakan seorang pembaharu yang paling dihormati dan sangat berpengaruh. Lihat Azyumardi Azra, *Perspektif Islam di Asia Tenggara*, (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 1989), h. 71.

pada tanggal 7 Desember 1869 M⁶ Banyak karya-karya yang dihasilkannya, termasuk kitab *Pati Kiraan* yang menggambarkan secara utuh pemikirannya dalam penentuan awal waktu shalat.

Ketika berumur 12 tahun, ia dikirim ke Makkah untuk tinggal bersama sepupunya, Ahmad Khatib al-Minangkabawi.⁷ Selama di sana, ia banyak mendalami berbagai ilmu termasuk ilmu falak. Ia belajar kepada Syeikh Ahmad Khatib al-Minangkabawi, sepupunya, dan juga kepada Syeikh Muhammad al-Khayath.⁸

Setelah 8 tahun belajar di Makkah, ia melanjutkan di al-Azhar Kairo⁹ selama selama 2.5 tahun.¹⁰ Di Mesir ia bertemu dengan Syeikh Husein Zaid, pengarang kitab *Matla'us Sa'id fi Hisab al-Kawakib* dan mendalami ilmu falak. Syeikh Husein Zaid merupakan seorang ahli falak di Mesir.¹¹ Sebagaimana yang ditulis

dalam kitab karangannya *Matla'us Sa'id fi Hisab al-Kawakib*¹² bahwa kitab tersebut diterbitkan pertama kali di Mesir pada bulan Sya'ban 1304 H/ Mei 1887 M.

Setelah menuntaskan belajarnya di Kairo, ia kembali ke Makkah untuk memperdalam ilmu dan membantu Ahmad Khatib mengajar ilmu falak. Pada saat itulah Syeikh Thahir bertemu dengan Muhammad Jamil Djambek (1863-1947), Abdullah Ahmad (1878-1933), dan Abdul Karim Amrullah (1879-1945).¹³

Beberapa karyanya dalam dalam ilmu falak yaitu *Natijat al-Umur, Nukhbatu al-Taqrīrāt fi Hisāb al-Awqāt wa Sumūt al-Qiblat bi al-Lūgārītmāt, Pati Kiraan pada Menentukan Waktu yang Lima dan Hala Qiblat Berdasarkan Logaritma, Jadāwil al-Lūgārītmāt, Al-Qiblah fi an-Nusus Ulamā' asy-Syafi'iyah fi ma Yata'allaqu bi Istiqbāl al-Qiblah asy-Syar'iyah Manqulah min Ummuhat Kutūb al-Mazhab, Menghadap Kiblat dalam Shalat, Sebab Menulis Ilmu Falak, Penjelasan Ilmu Falak,*

Gambaran Umum Kitab *Pati Kiraan*

Kitab yang diselesaikan di Kuala Kangsar, Perak, tanggal 15 Sya'ban 1356 H/ 20 Oktober

berbeda, Mafri Amir dalam bukunya yang menyebutkan bahwa Syeikh Husein Zaid adalah guru falak di Makkah. Namun jika dilihat dari banyak sumber kebanyakan nama Husein Zaid selalu ditambahkan '*al-Misra*' di belakang namanya. Ini menandakan bahwa ia merupakan ahli falak dari Mesir. Lihat Mafri Amir, *Reformasi Islam Dunia Melayu-Indonesia (Studi Pemikiran, Gerakan, dan Pengaruh Syaikh Muhammad Thahir Jalal al-Din 1869-1956)*, (Jakarta: Badan Litbang dan Diklat Departemen Agama RI, cet. 1, 2008), h. 58

¹² Husein Zaid, *Matla'us Sa'id fi Hisab al-Kawakib 'Ala al-Rasd al-Jadid*, (Mesir: al-Matba'ah al-Baruniyah, 1887), h. 91

¹³ Mafri Amir, h. 56-57

⁶ Depag RI, *Enslikopedi Islam di Indonesia*, (Jakarta: Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Proyek Peningkatan Prasarana dan Sarana Perguruan Tinggi Agama/ IAIN Jakarta, 1992), h. 1174

⁷ Abu Bakar Hamzah, h. 119

⁸ Muhammad Thahir Jalaluddin, *Pati Kiraan pada Menentukan Waktu yang Lima dan Hala Kiblat dengan Logaritma*. (Singapura: al-Ahmadiyah Press, 1938), h. 13

⁹ Depag RI, h. 1174

¹⁰ Selama di Mesir, pemikiran Thahir Jalaluddin banyak dipengaruhi oleh pemikiran pembaharuan Syeikh Muhammad Abduh. Ia juga menjalin persahabatan dengan murid Muhammad Abduh yang terkenal paling cerdas yaitu Rasyid Rida. Ia juga sering mengirimkan tulisan-tulisannya untuk kolom *al-Manar*, majalah yang diterbitkan oleh Rasyid Rida. Lihat Azyumardi Azra, *Islam Nusantara, Jaringan Global dan Lokal*, (Bandung: Mizan, 2002), h. 188

¹¹ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2005), h. 106. Sedikit

1937 M berjudul lengkap *Pati Kiraan pada Menentukan Waktu yang Lima dan Hala Kiblat dengan Logaritma*. Karya ini berbentuk sebuah buku yang diterbitkan pertama kali pada tahun 1938 M/ 1357 H dan dicetak oleh al-Ahmadiyah Press Singapura, sebuah percetakan milik keluarga Raja Riau-Lingga di Singapura. Karya ini merupakan karya falak yang memuat perhitungan waktu shalat dan arah kiblat dan menggambarkan secara utuh pemikiran Thahir Jalaluddin tentang keduanya. Kitab ini menggunakan bahasa Melayu dalam penyampaian, dan dituliskan dengan huruf Jawi.

Metode penentuan waktu shalat Syaikh Thahir Jalaluddin dalam kitab *Pati Kiraan* menggunakan logaritma dalam perhitungannya. Daftar logaritma yang digunakan yaitu *Jadāwil al-Lūgārītmāt* yang juga merupakan kitab karangan Thahir Jalaluddin sebagaimana yang disebut pada bagian akhir kitab *Pati Kiraan*.¹⁴

Kitab ini memiliki dua jilid, yang pertama berisi tentang konsep astronomi waktu shalat dan arah kiblat dengan jumlah 34 halaman. Sedangkan jilid yang kedua memuat jadwal-jadwal astronomi yang dibutuhkan dalam perhitungan sehingga disebut *Jadawil Pati Kiraan pada Menentukan Waktu yang Lima dan Hala Kiblat dengan Logaritma*

sebagaimana yang tertulis pada bagian sampul dari jadwal-jadwal tersebut. Jilid ini berjumlah 35 halaman.

Penentuan Waktu Shalat Thahir Jalaluddin dalam Kitab *Pati Kiraan*

Dalam perhitungan waktu shalatnya Syaikh Thahir mencari nilai *faḍl ad-dāir* terlebih dahulu. Ia menyebutkan bahwa nilai tersebut merupakan tenggang waktu antara waktu shalat yang dicari dengan waktu Zuhur.¹⁵ Dalam astronomi, *faḍl ad-dāir* merupakan istilah lain dari sudut waktu. Sudut tersebut merupakan sudut yang terbentuk dari lingkaran waktu dengan lingkaran meridian¹⁶ pada kutub utara atau selatan langit dan diberi tanda *t*. Senada dengan yang disebutkan oleh Syaikh Thahir bahwa sudut ini menunjukkan berapa waktu yang digunakan Matahari dari tempat berkulminasi ke tempat itu, atau sebaliknya. Waktu Zuhur yang dimaksud oleh Syaikh Thahir merupakan waktu kulminasi Matahari.

Sudut ini dinamakan sudut waktu karena setiap benda langit terletak pada lingkaran waktu yang sama, maka berlaku hukum bahwa jarak waktu yang memisahkan mereka dari kedudukan sewaktu berkulminasi adalah sama.¹⁷ Dengan kata lain, benda langit yang berada pada lingkaran waktu yang sama, berkulminasi pada waktu yang sama pula. Besarnya sudut waktu itu menunjukkan beberapa jumlah waktu yang memisahkan benda langit tersebut dari kedudukannya saat

¹⁴ Namun karya ini sudah tidak diketahui keberadaannya. Tidak ada yang tahu bagaimana bentuk dan isi dari daftar logaritma ini. Meskipun demikian dalam kitab *Pati Kiraan* terdapat sub pembahasan yang memaparkan bagaimana isi dan cara pengambilan nilai dari daftar tersebut. Lihat Muhammad Thahir Jalaluddin h. 34

¹⁵ Muhammad Thahir, h. 18-19

¹⁶ Sriyatin Shodiq, *Ilmu Falak I*, (Surabaya: Fakultas Syari'ah Universitas Muhammadiyah Surabaya, 1994), h. 19

¹⁷ Muhammad Thahir Jalaluddin, h. 24

berkulminasi.

Dalam kitab *Pati Kiraan*, Syeikh Thahir telah menjelaskan bagaimana mencari nilai sudut waktu atau nilai *faḍl ad-dāir* yaitu dengan mengambil nilai pencukup *irtifā'* Matahari. Kemudian ditambahkan dengan pencukup *mail*,¹⁸ dan pencukup lintang. Jumlah tersebut dinamakan '*simpanan*' yang kemudian dikurangkan dengan pencukup *mail*. Hasil sisa dinamakan '*lebih simpanan daripada pencukup mail*'. Kemudian hasil '*simpanan*' awal tadi dikurangkan dengan pencukup lintang. Hasil sisa dinamakan '*lebih simpanan daripada pencukup lintang*'.¹⁹

Selanjutnya dicari nilai *sin/ jaybah* pencukup *mail* dan *sin/ jaybah* pencukup lintang. Kedua nilai tersebut ditambahkan, hasilnya dikurangkan dengan *daur as-syar'i* (10). Hasil sisa hitungan ditambahkan dengan *jaybah/ sin 'lebih simpanan daripada pencukup mail'* dan *jaybah/ sin 'lebih simpanan daripada pencukup lintang'*. Hasil yang diperoleh dibagi dua kemudian ambil *qaus* dari log *sin* yaitu separuh *faḍl ad-dāir*. Selanjutnya nilai tersebut di'gandakan' maka hasilnya adalah *faḍl ad-dāir al-irtifā'*. Hasilnya dikalikan dengan 4 menit jam maka diperoleh jam *faḍl ad-dāir*.

Dalam mencari *faḍl ad-dāir* perlu diperhatikan pencukup lintang dan *mail* Matahari. Apabila *mail/* deklinasi berlainan

pihak dengan lintang tempat yang dicari maka ditambahkan 90° dan jika bersamaan pihak dengan lintang tempat maka dikurangkan 90°.²⁰

Penjelasan Syeikh Thahir tentang kelima waktu shalat sebagai berikut:

1. Waktu Zuhur : Sesuai jadwal Syeikh Thahir yang disesuaikan dengan jam *Soekatan Masa*
2. Waktu Asar: sesuai *gāyah al-irtifā'* pada hari yang dicari
3. Waktu Magrib: jarak *zm* 91° dengan 1° sebagai koreksi kerendahan ufuk dan setengah bulatan Matahari
4. Waktu Isya': jarak *zm* 108° dengan 1° sebagai koreksi
5. Waktu Subuh: jarak *zm* 110° dengan 1° sebagai koreksi

Selanjutnya penulis sajikan hasil perhitungan waktu shalat Thahir Jalaluddin dalam kitab *Pati Kiraan* tanggal 21 Juni untuk daerah Semarang:

Tabel 1. Perhitungan Waktu Shalat dalam Kitab *Pati Kiraan*

Perhitungan Waktu Shalat				
Zuhur	Asar	Magrib	Isya'	Subuh
12. 10	15. 31. 04	18. 02. 08	19. 16. 24	04. 54. 56

Sumber: Pengolahan data

Waktu yang dihasilkan merupakan waktu setempat untuk Daerah Semarang.

Analisis Pemikiran Thahir Jalaluddin tentang Penentuan Waktu Shalat dalam Kitab *Pati Kiraan*

Dalam kitab *Pati Kiraan* terdapat beberapa hal khusus yang dibahas terutama dalam penyajian data yang lebih *mutakhir* dan formulasi rumus penentuan awal waktu shalat, yaitu:

¹⁸ Untuk *mail* dan lintang yang sepihak maka *mail* dikurangkan dengan 90° sedangkan untuk yang berbeda pihak maka *mail* ditambahkan dengan 90°

¹⁹ Muhammad Thahir, h. 19-20

²⁰ Muhammad Thahir, h. 18-20

1. Data Astronomi yang Dipakai

Dalam penjelasan Syeikh Thahir tentang *tūl* Matahari dimana ia merupakan jarak Matahari dari awal *haml* yaitu titik pertemuan *dāirah mu'addal an-nahār* (lingkaran ekuator langit) dengan daerah *falak al-burūj* (lingkaran ekliptika), ia menyajikan data *tūl* atau bujur Matahari tersebut pada halaman 1, 2, 3, dan 4 pada bagian jadwal-jadwal. Jika ingin mengetahui *tūl* Matahari maka terlebih dahulu membagi tahun Masehi yang akan dicari dengan angka 4. Jika sisanya 1 maka dimasukkan bilangan hari bulan *afranji* atau Masehi pada jadwal yang pertama. Jika lebihnya 2 maka dimasukkan ke jadwal 2 demikian seterusnya. Sehingga dapat diketahui *tūl* Matahari sesuai dengan bulan yang ada pada jadwal baik derajat dan menitnya.

Pada lingkaran *dawāir al-muyūl*/lingkaran waktu dapat diambil nilai *mail* Matahari. Syeikh Thahir juga menjelaskan bahwa *mail* Matahari adalah condongan atau jarak dari *dāirah mu'addal an-nahār* (lingkaran ekuator langit) ke utara dan ke selatan. Dengan kata lain deklinasi atau *mail* Matahari merupakan busur pada lingkaran waktu yang diukur mulai dari titik perpotongan antara lingkaran waktu dengan ekuator langit/*mu'addal an-nahār* ke arah utara dan selatan sampai ke pusat benda langit.

Syeikh Thahir menyajikan data *mail* Matahari dalam bentuk daftar tabel yang dapat dilihat pada halaman 5.²¹ Untuk mencari nilai

suatu *mail* dalam daftar *mail*, terlebih dahulu harus mengetahui berapa *tūl* Matahari. Untuk mengetahuinya Syeikh Thahir telah menyajikan dalam halaman 1 sampai 4 sebagaimana telah disinggung di atas, sehingga kita dapat mengetahui *mail* Matahari setiap tahunnya.

Data *mail* Matahari yang disajikan oleh Syeikh Thahir merupakan data Matahari yang masih termasuk *taqribi*, karena data yang ada terus berulang dalam empat tahun sekali. Sedangkan Matahari terus berjalan dengan posisi yang berbeda tiap harinya. Pada saat itu data yang disajikan ini merupakan data yang tergolong akurat. Hal ini dapat dilihat atau dibandingkan dengan data kitab-kitab falak lainnya dimana dibuat sekian tahun dari kitab *Pati Kiraan*. Seperti kitab *Sullam an-Nayyirain* yang dikarang oleh Syeikh Muhammad Mansur bin Abdul Hamid Muhammad Damiri al-Batawi pada tahun 1343 H/1925 M. Data *mail* Matahari yang ada hanya diambil berdasarkan hitungan *taqribi* tanpa memperhatikan nilai *tūl* Matahari yang berbeda pula, sehingga data *mail* untuk tanggal 31 bulan *afranji*/masehi akan sama hasilnya dengan tanggal 1 bulan setelahnya. Ini menjadi mustahil karena posisi Matahari selalu berubah tiap harinya. Syeikh Thahir menyadari hal itu sehingga ia menyajikan data *tūl* Matahari dalam empat tabel yang berbeda. Data *mail* pada kitab *Pati Kiraan* yang juga tidak berbeda dengan kitab lainnya, hanya dimodifikasi dengan tabel *tūl* Matahari tersebut. Dengan

nya pada bagian kanan. Apabila buruj berada pada bagian bawah tabel maka derajat *tūl*-nya berada di sebelah kiri, sehingga tempat pertemuan keduanya merupakan *mail* Matahari. Pihak *mail* mengikuti pihak burujnya (positif atau negatif)

²¹ Caranya dengan melihat buruj Matahari pada bagian atas tabel kemudian lihat derajat *tūl*-

demikian data *mail* Matahari yang diambil benar-benar data menurut perjalanan Matahari yang sebenarnya.

Pemahaman mengenai data serta kaidah astronomi Syeikh Thahir terutama dalam kitab *Pati Kiraan*, tidak lepas dari pengaruh gurugurunya dimana pengetahuan astronomi pada saat itu sudah maju. Syeikh Thahir banyak melakukan pembaharuan seperti yang terlihat pada data-data yang ia sajikan dalam jadwal-jadwalnya. Syeikh Thahir adalah orang yang pertama kali melakukannya, seperti pada data *mail* Matahari dimana data tersebut merupakan data yang sangat signifikan dalam menentukan akurasi nilai dalam penentuan waktu shalat.

2. Tinggi Matahari dan Koreksinya

Dalam penentuan tinggi Matahari awal waktu shalat, Syeikh Thahir menggunakan pencukup *irtifā'* bagi waktu *Syurūq* atau *Gurūb* sebanyak 90° , yang kemudian ditambah menit *daqāiq al-ikhtilāf* yaitu kerendahan ufuk *mar'i* dari ufuk hakiki. Besaran kerendahan ufuk yang dipakai adalah 44 menit. Syeikh Thahir memberikan catatan bahwa kerendahan ufuk sebesar 44 menit hanya digunakan pada lintang yang tidak lebih dari 30° . Pencukup *irtifā'* juga dikoreksi dengan separuh garis tengah bulatan Matahari sebesar $16'$ (dalam astronomi dikenal dengan semidiameter Matahari). Maka jumlah pencukup *irtifā'* menjadi 91 derajat. Inilah pencukup *irtifā'* bagi waktu *Syurūq* dan Magrib atau *Gurūb*.

Koreksi-koreksi yang digunakan oleh Syeikh Thahir sedikit berbeda dengan koreksi yang digunakan oleh ahli falak saat ini yang

menggunakan koreksi semidiameter, refraksi, dan kerendahan ufuk.²² Dalam koreksi kerendahan ufuk Syeikh Thahir menggunakan nilai 44 menit. Sesuai dengan catatannya bahwa nilai 44 menit hanya digunakan untuk lintang yang tidak lebih dari 30° . Menurut penulis, hal ini sedikit janggal karena kerendahan ufuk tidak memiliki pengaruh dengan lintang tetapi pada ketinggian tempat pengamat. Sebagaimana yang disebutkan oleh Azhari²³ bahwa kerendahan ufuk merupakan perbedaan kedudukan antara kaki langit sebenarnya (ufuk hakiki) dengan kaki langit yang terlihat (ufuk *mar'i*) seorang pengamat. Kerendahan ufuk ini berhubungan dengan ketinggian lokasi dari permukaan laut (h) yang menentukan waktu kapan terbit dan terbenamnya Matahari. Tempat yang berada tinggi di atas permukaan laut akan lebih awal menyaksikan Matahari terbit serta lebih akhir melihat Matahari terbenam, dibandingkan dengan tempat yang rendah.

Maka penulis menyimpulkan nilai 30° yang ditulis Syeikh Thahir merupakan besaran untuk ketinggian tempat bukan lintang, sehingga nilai kerendahan ufuk 44 menit hanya digunakan untuk tempat yang tidak memiliki ketinggian lebih dari 30 meter. Jika nilai 30 m ini dihitung menurut kaidah astronomi sekarang yaitu rumus, $KU = 0^\circ 1,76' \times \sqrt{h}^{24}$ maka hasil yang didapat $0^\circ 09' 38.4''$ atau $9.639917012 = 9.6/10$ menit (dibulatkan).

Selain itu adanya refraksi di dekat horizon menyebabkan kedudukan Matahari lebih tinggi

²² Sriyatin Shodiq, h. 27

²³ Susiknan Azhari, h. 58

²⁴ Sriyatin Shodiq, h. 77

dari kenyataan sebenarnya. Besarnya diasumsikan 34' busur. Koreksi refraksi diperlukan untuk menunjukkan bahwa posisi Matahari yang diperhitungkan adalah posisi yang sebenarnya. Walaupun Matahari yang terlihat berimpit dengan ufuk namun sebetulnya Matahari yang sebenarnya sudah ada di bawah ufuk sekitar 34'. Dalam koreksi refraksi, Syeikh Thahir tidak menyebutkan secara jelas bagaimana yang dimaksud namun dari kerendahan ufuk yang ia sebutkan yaitu sebesar 44', jika dianalisis menurut kaidah astronomi, maka nilai tersebut merupakan akumulasi dari kerendahan ufuk untuk tinggi pengamat 30 m di atas permukaan laut dan refraksi sebesar 34'.

Dengan demikian maka pencukup *irtifā'* bagi waktu Isya' menurut Syeikh Thahir adalah 108°. Hal ini bisa terjadi karena waktu Isya' dimulai dengan memudarnya cahaya merah (*syafaq al-ahmar*) pada awan di bagian langit sebelah barat. Peristiwa ini dikenal sebagai akhir senja astronomi (*astronomical twilight*). Keadaan demikian terjadi, bila titik pusat Matahari berkedudukan 18° di bawah ufuk (horizon) sebelah barat atau bila jarak *zenith* Matahari = 108°. ²⁵

Sedangkan untuk waktu Subuh, Syeikh Thahir menetapkan nilai 110° untuk pencukup *irtifā'* atau jarak *zenith*. Pada posisi demikian Matahari berada -20° di bawah ufuk. Ini dikarenakan waktu Subuh dimulai dengan

tampaknya fajar di bawah ufuk sebelah timur dan berakhir dengan terbitnya Matahari. Keadaan sesudah waktu Subuh terdapat bias cahaya partikel, yang disebut cahaya fajar. Hanya saja cahaya fajar lebih kuat daripada cahaya senja sehingga pada posisi Matahari -20° di bawah ufuk timur, bintang-bintang sudah mulai redup karena kuatnya cahaya fajar. ²⁶

Selanjutnya dalam menentukan pencukup *irtifā'* bagi waktu Asar, Syeikh Thahir menggunakan *dil a'syār* pencukup *gāyah al-irtifā'* (nilai tan pencukup *gāyah al-irtifā'*). Dalam kitab *Pati Kiraan*, Syeikh Thahir menyebutkan bahwa *gāyah al-irtifā'* merupakan tinggi maksimal Matahari dari ufuk pada hari yang dicari. Maka cara yang digunakan untuk mengetahui *gāyah al-irtifā'* yaitu apabila *mail* Matahari dan lintang suatu tempat berlainan pihak (utara + dan selatan -), sehingga diambil selisih antara *mail* dan 'pencukup lintang'. Maka hasilnya adalah *gāyah al-irtifā'* dari pihak *mail*. Jika *mail*-nya negatif maka *gāyah al-irtifā'* juga negatif. Apabila *mail* dan lintang bersamaan pihak yaitu dengan menambahkan *mail* kepada pencukup lintang, hasilnya *gāyah al-irtifā'*. Jika hasilnya lebih dari 90° maka dikurangkan dengan 90°. Hasilnya pencukup *gāyah al-irtifā'*.

Selanjutnya mencari nilai *dil a'syār* pencukup *irtifā'* dan menambahkan nilai satu *qāmah* kepada *dil a'syār* tadi bagi Asar yang pertama dan dua *qamah* bagi Asar yang kedua. Maka itulah *dil a'syār* pencukup *irtifā'* bagi waktu Asar yang diinginkan.

²⁵ Sa'adoeddin Djambek, *Pedoman Waktu Shalat Sepanjang Masa*, (Jakarta: Bulan Bintang, 1974) h. 10

²⁶ Muhyiddin, Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004) h. 92

Dalam penentuan Zuhur, Syeikh Thahir telah membuatkan satu jadwal pada halaman 9 yang memuat nilai waktu Zuhur. Permulaan jamnya menggunakan waktu pertengahan tempat yang ditetapkan oleh *Muwāfakat Mūdun 'Ām* (kerajaan dunia sekarang) sebagai *Soekatan Masa*. Jadi jam waktu Zuhur yang ada harus disesuaikan dengan jam perbedaan waktu antara tempat yang dicari dengan *Soekatan Masa*.

3. Penentuan Koordinat Tempat

Syeikh Thahir menjelaskan cara penentuan lintang dengan menggunakan rubu' mujayyab. Metode ini dilakukan dengan pengambilan nilai *gāyah al-irtifā'* sebelum tergelincir Matahari. Apabila *irtifā'* Matahari sudah tidak bertambah maka hasil yang diperoleh adalah *gāyah al-irtifā'*.²⁷ Maka berapapun nilai pencukup *gāyah* adalah lintang suatu tempat apabila *mail*nya tidak ada/ 0. Tetapi jika ada *mail* maka *mail* ditambahkan kepada pencukup *gāyah* tadi. Jika keduanya bersamaan pihak maka diambil selisih antara keduanya, hasil itulah yang menunjukkan lintang tempat tersebut.

Metode yang dipaparkan Syeikh Thahir merupakan metode yang ada dan biasa

digunakan untuk mencari lintang oleh para navigator pada masa itu. Mereka bisa menentukan garis lintang dengan mengukur sudut Matahari di siang hari (yaitu, ketika mencapai titik tertinggi di langit).²⁸

Dalam permasalahan bujur tempat / *ḡūl*, Syeikh Thahir menjelaskan bahwa ia merupakan jarak dari tempat yang ditetapkan baik ke timur atau ke barat. Dalam menentukan permulaan bujur, Syeikh Thahir menjelaskan bahwa sejak dahulu banyak perbedaan pendapat Negara mana yang ditetapkan sebagai permulaan. Syeikh Thahir menyatakan bahwa keadaan demikian merupakan suatu kekurangan atau kelemahan umat Islam, sehingga ia melakukan penelitian dengan mengukur dan menertibkan beberapa lintang dan bujur negeri dari beberapa atlas dan peta dunia serta timbangan Matahari dengan siksatan (*sextant*) dan jam kronometer (*chronometer*) yang diyakini kebenarannya. Juga dari beberapa percobaan yang banyak dilakukan sendiri di beberapa tempat yang berjauhan bahkan hingga pergi ke Hijaz, Mesir dan Negara lainnya untuk mewujudkan keinginannya.²⁹

Penelitian Syeikh Thahir dalam menentukan koordinat lintang dan bujur tempat-tempat di dunia merupakan usahanya dalam memajukan ilmu falak. Penelitian ini benar-benar dilakukan secara serius. Syeikh Thahir menggunakan ilmu-ilmu lainnya dalam memajukan data-data tersebut, yaitu dengan menggunakan ilmu navigasi dalam menentukan posisi suatu tempat pada saat itu. Ia

²⁷ Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian terdahulu apabila *gāyah al-irtifā'* mencapai 90° maka *gāyah* tersebut tidak memiliki pihak dan tidak menghasilkan bayang-bayang. Maka lintang suatu daerah itu sebanyak *mail* Matahari pada pihaknya jika ada *mail*, tetapi jika tidak ada *mail* maka lintangnya 0°. Apabila *gāyah* kurang dari 90°, jika menghadap ke timur maka bayang-bayang berada di sebelah kanan dapat disimpulkan *gāyah* pada posisi sebelah utara. Sedangkan jika bayang bayang di sebelah kiri maka *gāyah* di sebelah selatan.

²⁸ [www.wikipedia.com/ Marinechronometer/](http://www.wikipedia.com/Marinechronometer/), akses tanggal 09 Januari 2020, pukul. 09.30 WIB

²⁹ Muhammad Thahir Jalaluddin, h. 14

menggunakan alat-alat yang canggih pada masanya. Seperti yang ia sebut dengan *siksatan*³⁰ dan jam *kronometer*. Kedua alat tersebut merupakan alat yang cukup canggih pada abad ke-19. *Siksatan* (*Sextant*) merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur tinggi kulminasi benda-benda langit di atas horizon. Pengukuran ini sangat penting untuk menentukan tempat atau posisi kapal di laut ataupun pesawat di udara. Dalam menentukan posisi kapal biasanya dilakukan pada siang hari dengan membidik Matahari dengan alat ini. *Sextant* terdiri dari (1) Cermin index. (2) setengah kaca bening (kaca *horizon*) dan setengah cermin. (3) Teropong.³¹

Sedangkan jam *kronometer* merupakan jam/ penunjuk waktu yang nilai ketepatan dan akurasi sangat tinggi. Alat ini biasanya dipakai untuk keperluan ilmiah dan pelayaran/ navigasi. Dalam persoalan hisab rukyat alat ini sangat diperlukan. Semua hasil perhitungan yang ada hubungannya dengan waktu, kebenarannya bisa dicek dengan menggunakan alat tersebut. Alat ini dapat digunakan untuk menentukan bujur suatu tempat.³²

³⁰ Menurut Thahir Jalaluddin *siksatan* adalah timbangan Matahari yang digunakan untuk mengambil ketinggian Matahari. Hasil yang didapat lebih halus dan lebih benar daripada dengan rubu' mujayyab. Muhammad Thahir Jalaluddin, h. 9

³¹ <http://www.museumnasional.or.id/index.php/koleksi/80geografi/87-sextant>, akses 19 Januari 2020 pukul. 11.00 WIB

³² Depag RI, *Almanak Hisab Rukyat*, (Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 1981), h. 128. Jam ini dapat digunakan sebagai standar waktu *portabel*, biasanya digunakan untuk menentukan bujur dengan cara navigasi *selestial*. Dalam dunia jam tangan, istilah

Setelah menyelesaikan usahanya dalam menertibkan lintang dan bujur tempat, Syeikh Thahir membandingkan data yang diperoleh dengan data dalam kitab-kitab karangan ulama terdahulu dan dibandingkan dengan buku karya orang Eropa. Dia memang tidak hanya dikenal sebagai sosok pembaharu dalam bidang pemikiran Islam, bahkan dalam bidang kefalakan, ia juga merupakan ulama yang mudah menerima kemajuan, terutama *Sains Eropa*. Ilmu-ilmu tentang navigasi yang sudah maju pada saat itu banyak digunakan Syeikh Thahir dalam memperbarui data falak pada masanya.

Dalam data-data yang dituangkan Syeikh Thahir dalam jadwalnya, ia menggunakan Greenwich sebagai permulaan bujur/ 0°. Walaupun tidak semua ahli astronomi pada saat itu tidak menjadikan Greenwich sebagai permulaan *ṭūl*, bahkan sebagian ada yang mengukur permulaan *ṭūl* dari Paris, Kairo (Mesir al-Qahirah)³³, bahkan Makkah sebagaimana yang ditetapkan oleh Zubeir Umar al-Jaelani dalam Kitab *Khulāsah al-Wafiyah* dan Syeikh Hasan Asy'ari pengarang kitab *Muntahā Natāij al-Aqwāl*³⁴. Namun *Muwāfakat Mūdun 'Ām* (kesepakatan dunia) pada masa itu menyatakan semua memakai Greenwich. Maka dalam perhitungan dan daftar-daftar

ini juga sering digunakan ke jam yang telah dites dan diberikan sertifikat karena telah lulus standar ketepatan. Di Swiss, hanya jam yang diberi sertifikat oleh COSC yang dapat menggunakan kata *Chronometer* pada jamnya. Lihat <http://museumnasional.wordpress.com/2010/11/05/batu-duga-dan-sextant/>, akses 19 Januari 2020 pukul. 11.30 WIB.

³³ Muhammad Thahir Jalaluddin, h. 14

³⁴ Muhammad Hasan Asy'ary, *Muntaha Nataij al-Aqwal*, (Pasuruan: Lajnah Falakiyah NU Pasuruan, t.th) h. 3

tabelnya, Syeikh Thahir menggunakan Greenwich sebagai permulaan *tūl*/ bujurnya.

Dalam menentukan bujur tempat, Thahir Jalaluddin menjelaskan dua cara untuk mengetahuinya, yaitu:

a. Terjadinya Gerhana Bulan

Metode ini dilakukan dengan menghitung gerhana Bulan yang terjadi pada daerah yang sudah diketahui bujurnya. Lalu diambil ketentuan berapa jam jarak permulaan gerhana dan waktu sempurna gerhana tersebut dari waktu pertengahan tergelincir Matahari (*mer pass*) pada suatu daerah. Perbedaan jam tersebut dikalikan 15°. Hasil yang diperoleh merupakan perbedaan derajat antara dua tempat tersebut. Apabila jam permulaan tempat yang ingin diketahui bujurnya lebih besar maka derajat hasil tadi ditambahkan kepada derajat bujur tempat yang sudah diketahui. Apabila lebih kecil maka derajat hasil tersebut dikurangkan kepada derajat bujur tempat yang sudah diketahui bujurnya, maka didapatlah besar bujur tempat yang diinginkan.

b. Menggunakan Jam *Kronometer*³⁵

Syeikh Thahir menyatakan bahwa cara kedua ini merupakan cara yang lebih tepat. Cara ini diawali dengan mengkalibrasi jam *kronometer* sesuai dengan waktu tergelincir

Matahari pertengahan bagi tempat yang diketahui bujurnya. Kemudian mencari *gāyah al-irtifā'* pada suatu tempat yang ingin diketahui bujurnya dengan rubu' mujayyab. Ketika bayang-bayang Matahari mulai menurun maka itulah waktu Matahari tergelincir yang hakiki tepat jam 12. Selanjutnya diambil besaran *ta'dīl al-zamān* (perata waktu) pada jadwal pada halaman 6. Hasil jam 12 tadi ditambahkan atau dikurangkan dengan *ta'dīl al-zamān* sesuai dengan tandanya. Jika tandanya (+) maka dikurangkan dan jika tandanya kurang maka ditambahkan agar permulaan jam benar-benar berdasarkan waktu pertengahan (*mer pass*).

Selanjutnya dicari perbedaan selisih jam suatu tempat yang diketahui bujurnya dengan tempat yang akan dicari bujurnya. Hasil perbedaan tersebut dikalikan dengan 15°, sehingga didapat berapa jarak antara dua tempat tersebut. Apabila hasil perbedaan yang didapat lebih besar dari daerah yang tidak diketahui *tūl*/ bujurnya (yaitu daerah yang tidak diketahui bujurnya lebih besar), maka tambahkan derajat yang didapat kepada bujur yang semula diketahui. Jika tidak, kurangkan derajat yang ada kepada bujur tempat yang sudah diketahui.

Dari kedua metode untuk mengetahui bujur tempat suatu daerah, cara kedua merupakan cara yang lebih mudah. Namun kondisi sosial budaya saat itu dimana pengkalibrasian jam hanya dapat dilakukan pada saat-saat tertentu saja, sehingga tidak semua orang dapat mengetahuinya dengan mudah. Dikatakan di dalam kitabnya bahwa pada

³⁵ Jam *kronometer* merupakan jam yang canggih pada saat itu. Saat ini, jam *kronometer* digunakan sebagai alat pencatat waktu yang cukup tepat dan dapat digunakan sebagai standar waktu portabel, biasanya digunakan untuk menentukan bujur dengan cara *navigasi celestial*.

saat itu hanya pejabat telegram yang dapat mengetahui jam-jam tersebut. Selain itu masyarakat dapat mengetahui waktu tepat jam 12 tengah hari melalui pesawat radio yang dipancarkan oleh B.B.C di London.³⁶ Namun pesawat radio pada saat itu merupakan alat langka dan tidak semua orang dapat memiliki dengan mudah.

Untuk saat ini, pengkalibrasian jam sudah sangat mudah dilakukan. Bahkan akurasi sudah sangat tinggi. Sedangkan pada zaman Syeikh Thahir, pengkalibrasian jam dilakukan berdasarkan waktu yang ditunjukkan oleh jam *kronometer*. Syeikh Thahir yang pertama kali memperkenalkan tentang kalibrasi jam pada saat itu. Penulis belum menemukan kitab-kitab yang sezaman dengannya, yang mengenalkan kita pada sistem tersebut bahkan dengan referensi alat yang sangat canggih. Syeikh Thahir tidak menutup diri dari kemajuan keilmuan Barat khususnya Eropa, bahkan banyak memberikan inovasi baru dengan kecanggihan tersebut untuk memajukan metode perhitungan falak yang ada.

4. Perbedaan Waktu Dua Bujur yang Berbeda (*Soekatan Masa*)

Dalam penentuan waktu Zuhur khususnya, Syeikh Thahir menggunakan permulaan jam dengan waktu pertengahan pada tempat yang ditetapkan oleh *Muwāfakat Mūdun 'Ām* (kesepakatan dunia) sebagai

Soekatan Masa. *Soekatan Masa* merupakan pedoman waktu untuk tiap tempat. Menurut Syeikh Thahir waktu antara tempat yang dijadikan *Soekatan Masa* sama dengan waktu tempat *Soekatan Masa* yang lain.

Soekatan Masa yang ditetapkan Syeikh Thahir sedikit berbeda dengan patokan waktu yang dipakai sekarang dimana sistem waktu telah ditetapkan dengan 24 waktu baku, secara umum setiap perbedaan 15 derajat garis bujur, waktunya berbeda 1 jam. Penentuan *Soekatan Masa* yang ditetapkan Syeikh Thahir merupakan penentuan yang dipakai sebelum tahun 1964.³⁷ Sebagaimana yang diungkap oleh Djambek³⁸ bahwa wilayah Indonesia terbagi menjadi beberapa daerah kesatuan waktu yang tiap kesatuan waktunya meliputi 7.30° bujur. Maka tiap dua daerah kesatuan waktu yang berbatasan memiliki perbedaan waktu sebesar 30 menit. Kesatuan waktu tersebut sebagai berikut:

1. Waktu Sumatera Utara berpedoman pada waktu garis bujur 97° 30'
2. Waktu Sumatera Selatan berpedoman pada waktu garis bujur 105°
3. Waktu Jawa berpedoman pada waktu garis bujur 112° 30'
4. Waktu Sulawesi berpedoman pada waktu garis bujur 120°
5. Waktu Maluku berpedoman pada waktu garis bujur 127° 30'
6. Waktu Irian berpedoman pada waktu garis bujur 135°

³⁶ Sa'adoeddin Djambek, *Waktu dan Djidwal, Pendjelasan Popular Mengenai Perdjalanannya Bumi, Bulan, dan Matahari*, (Jakarta: Tintamas, 1952), h. 20

³⁷ Zubeir Umar al-Jaelani, *al-Khulasah al-Wafiyah fi al-Falak bi Jadwal al-Logaritmiyyah*, (Solo: Melati, 1935), h. 61

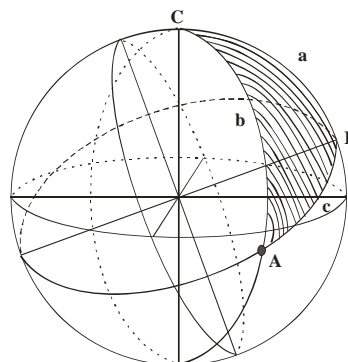
³⁸ Sa'adoeddin Djambek, h. 20-21

Penentuan batasan kesatuan waktu yang ditetapkan oleh Syeikh Thahir berbeda dengan yang disebutkan oleh Zubeir Umar al-Jaelani dan Sa'adoeddin Djambek. Pada penentuan Syeikh Thahir terdapat batasan waktu pada bujur 110°. Penulis menyimpulkan bahwa penentuan *Soekatan Masa* seperti pada tabel di atas merupakan ijthad Syeikh Thahir dalam pengkalibrasian waktu. Hal ini dilakukan dalam usaha memindah perhitungan yang awalnya merujuk pada Makkah dengan keadaan yang berlaku di Alam Melayu.

5. Formulasi Perhitungan Awal Waktu Shalat Thahir Jalaluddin dalam Kitab *Pati Kiraan*

Metode perhitungan Syeikh Thahir dalam menentukan waktu shalat telah menggunakan perhitungan sudut waktu yang dirumuskan dengan konsep segitiga bola/ *spherical trigonometry*. Hal ini disebabkan Bumi dianggap sebagai bola.³⁹ Tiga sisi yang digunakan yaitu deklinasi Matahari, lintang tempat dan tinggi Matahari.

Secara umum, segitiga bola didefinisikan sebagai daerah segitiga yang sisi-sisinya merupakan busur-busur lingkaran besar. Apabila salah satu sisinya merupakan lingkaran kecil, tidak bisa dinyatakan sebagai segitiga bola.⁴⁰ Konsep tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 1
Segitiga Bola

Ketiga bagian lingkaran berpotongan di titik A, B, dan C, adapun daerah yang dibatasi oleh ketiga busur lingkaran besar itu dinamakan segitiga ABC. Busur AB, BC, dan CA adalah sisi-sisi segitiga bola ABC. Sedangkan sisi-sisi segitiga bola dinyatakan dengan huruf a, b, dan c. Dalam ilmu ukur segitiga bola hal yang selalu dipersoalkan adalah hubungan di antara unsur-unsur dalam segitiga bola tersebut.

Adapun hukum-hukum yang terpenting dalam segitiga bola/ *spherical trigonometry*⁴¹ ialah:

a. Hukum Sinus

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

b. Hukum Cosinus

$$\begin{aligned} \cos a &= \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A \\ \cos b &= \cos a \cos c + \sin a \sin c \cos B \\ \cos c &= \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C \end{aligned}$$

c. Hubungan 2 sudut dan 3 sisi

$$\begin{aligned} \sin a \cos B &= \sin c \cos b - \cos c \sin b \cos A \\ \sin b \cos C &= \sin a \cos c - \cos a \sin c \cos B \\ \sin c \cos A &= \sin b \cos a - \cos b \sin a \cos C \\ \sin a \cos C &= \sin b \cos c - \cos b \sin c \cos A \end{aligned}$$

d. Hubungan 3 sisi dengan 1 sudut

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{\sin(s-b) \sin(s-c)}{\sin b \sin c}}$$

³⁹ Depag RI, h. 151-152

⁴⁰ Depag RI, h. 153

⁴¹ K.J. Villanueva, *Astronomi Geodesi*, (Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB, 1978), h. 18

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{\sin s \sin (s-a)}{\sin b \sin c}}$$

$$\tan A/2 = \sqrt{\frac{\sin (s-b) \sin (s-c)}{\sin s \sin (s-a)}}$$

Apabila ketiga sisi segitiga bola a, b, dan c diketahui, maka dari ketiga rumus cosinus di atas, dapat diturunkan rumus yang dapat digunakan untuk menghitung sudut waktu. Apabila ingin mengetahui sudut A maka dari hukum cosinus diperoleh rumus umum sebagai berikut:

$$\cos A = \frac{\cos a - \cos b \cos c}{\sin b \sin c} = \frac{\cos a}{\sin b \sin c} - \cot b \cot c$$

Persamaan tersebut tidak dapat diselesaikan dengan logaritma. Sehingga bentuknya dirubah menjadi:

$$\begin{aligned} \sin^2 1/2 A &= \frac{1 - \cos A}{2} \\ &= 1/2 \cos - \frac{\cos a - \cos b \cos c}{2 \sin b \sin c} \\ &= \frac{\sin b \sin c + \cos b \cos c - \cos a}{2 \sin b \sin c} \\ &= \frac{\cos (b-c) - \cos a}{2 \sin b \sin c} \\ &= \frac{\sin 1/2 (a-b) \sin 1/2 (a+b-c)}{\sin b \sin c} \end{aligned}$$

Jika dimasukkan dalam rumus ini harga: a + b + c = 2 s, akan diperoleh rumus:

$$\sin^2 1/2 A = \frac{\sin (a-b) \sin (a-c)}{\sin b \sin c}$$

$$\sin 1/2 t = \sqrt{\frac{\sin (s-p) \sin (s-d)}{\sin p \sin d}}$$

Rumus ini sebagaimana yang telah diturunkan oleh Syeikh Thahir dalam kitab *Pati Kiraannya*. Apabila rumus umum pada tiga sisi segitiga bola di atas dilakukan penggantian tanda seperti A = t; a = 90° - h; b = 90° - d; dan c = 90° - p, maka terbentuk rumus:

$$\begin{aligned} \cos t &= \frac{\sin h - \sin d \sin p}{\cos d \cos p} \\ \cos t &= \frac{\sin h}{\cos d \cos p} - \tan d \tan p \\ \cos t &= -\tan d \tan p + \sec d \sec p \sin h \end{aligned}$$

Hasil akhir rumus ini dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan kalkulator atau alat hitung lainnya. Rumus ini secara umum telah dipakai dalam menentukan sudut waktu untuk waktu shalat di Indonesia.

Sedikit perbedaan dengan yang ditetapkan oleh Syeikh Thahir, Sa'adoeddin Djambek dalam *Pedoman Waktu Shalatnya* merubah algoritma perhitungannya dengan menyederhana-kan nilai tinggi Matahari, lintang tempat, dan *mail* Matahari. Maka tidak perlu memperhatikan pihak-pihak *mail* dan lintang yang bersesuaian atau tidak. Dalam perhitungan Sa'adoeddin Djambek cukup memberikan tanda negatif (-) pada *mail* dan lintang tempat yang berada di selatan khatulistiwa bumi dan khatulistiwa langit. Penyederhanaan tersebut dilakukan pada penggantian rumus tiga sisi segitiga bola, yaitu:

$$2s = h + d + p \text{ menjadi } (90^\circ - h) + (90^\circ - d) + (90^\circ - p) = 3 \times 90^\circ - h - d - p = 270^\circ - (h + d + p)$$

Maka rumus umum menjadi :

$$\sin^2 1/2 t = \frac{\cos (s+d) \cos (s+p)}{\cos d \cos p}$$

Biasanya ditulis dengan bentuk berikut:

$$\sin 1/2 t = \sqrt{\frac{\cos(s+p) \cos(s+d)}{\cos p \cos d}}$$

Dengan $2s = 270^\circ - (p+d+h)$

Dalam perhitungan waktu shalat Syeikh Thahir telah memasukkan ketinggian Matahari dalam rumusnya. Sedikit berbeda dengan kitab lain yang dikarang tidak jauh setelah masanya seperti

kitab *Khulāsah al-Wafīyyah* dimana Zubeir Umar al-Jaelani menggunakan *daqāiq at-tamkin* yaitu menit-menit yang selalu diikutsertakan dalam menghisab saat Matahari terbit, terbenam, awal Isya' dan awal Subuh. *Daqāiq at-tamkin* merupakan jumlah dari garis tengah Matahari, refraksi, dan kerendahan ufuk lalu dikurangi *horizontal parallax*.⁴² Selain itu digunakan juga perhitungan *niṣf al-fuḍlah* dimana nilai tersebut didapat dari perhitungan *qaus bu'd al-qutur* dan *aṣl al-mutlak*. Perhitungan *niṣf al-fuḍlah* disini sebenarnya merupakan perhitungan sudut waktu namun dengan ketinggian Matahari 0°.

Jika dilihat dari rumus penentuan sudut waktu yang ada saat ini tidak beda jauh dengan rumus yang dipakai oleh Syeikh Thahir dalam kitabnya *Pati Kiraan*. Hal ini menjadi dasar dalam menyatakan bahwa metode yang dipakai Syeikh Thahir dalam menentukan sudut waktu dimana hal ini merupakan formulasi penting dalam menentukan waktu shalat sudah akurat. Karena ia telah menggunakan konsep segitiga bola walaupun pada proses perhitungannya masih menggunakan logaritma. Seperti telah dijelaskan pada bagian terdahulu bahwa penggunaan logaritma pada masa tersebut berkaitan dengan keadaan sosial masyarakat pada masa itu dimana kalkulator tidak mudah didapatkan. Selain itu kitab-kitab terdahulu dan yang sezaman dengan *Pati Kiraan* juga menggunakan logaritma sebagai media hitungnya.

D. Kesimpulan

Dari hasil kajian dapat disimpulkan bahwa pemikiran Syeikh Thahir tentang penentuan waktu shalat dalam kitab *Pati Kiraan* banyak dipengaruhi oleh pemikiran guru-gurunya seperti terlihat pada penggunaan tabel logaritma sebagai media hitung, juga pengenalan kaidah astronomi dalam mengartikan perjalanan benda langit. Ia merupakan pembaharu yang mudah menerima kemajuan *Sains Eropa*, sehingga dikenal sebagai ahli falak pertama yang memperkenalkan hitungan dan metode modern. Terlihat pada penggunaan alat dan ilmu-ilmu navigasi yang dipakai untuk memperbarui data falak yang ada pada masanya. Ia juga mengenalkan konsep koreksi dalam menentukan tinggi Matahari waktu shalat dan menggunakan rumus perhitungan dengan konsep *spherical trigonometry*.

Daftar Pustaka

- Ahmad Izzuddin. 2006. *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab–Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*. Semarang: Komala Grafika
- Azyumardi Azra. 1989. *Perspektif Islam di Asia Tenggara*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia
- Azyumardi Azra. 2002. *Islam Nusantara, Jaringan Global dan Lokal*. Bandung: Mizan
- Depag RI. 1981. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam
- Depag RI. 1992. *Enslikopedi Islam di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam Proyek Peningkatan Prasarana dan

⁴² Slamet Hambali, h. 59

- Sarana Perguruan Tinggi Agama/
IAIN Jakarta
- Hamzah, Abu Bakar. 1981. *Al-Imam Its Role in Malay Society 1906 – 1908*. Kuala Lumpur: Pustaka Antara
- Harun Nasution. 1992. *Ensiklopedi Islam Indonesia*. Jakarta: Djambatan
- <http://museumnasional.wordpress.com/2010/11/05/batu-duga-dan-sextant/>
- <http://www.museumnasional.or.id/index.php/koleksi/80geografi/87-sextant>
- Mafri Amir. 2008. *Reformasi Islam Dunia Melayu-Indonesia (Studi Pemikiran, Gerakan, dan Pengaruh Syaikh Muhammad Thahir Jalal al-Din 1869-1956)*, Jakarta: Badan Litbang dan Diklat Departemen Agama RI, cet. 1
- Muhammad Hasan Asy'ary. t.th. *Muntaha Nataij al-Aqwal*. Pasuruan: Lajnah Falakiyah NU Pasuruan
- Muhammad Thahir Jalaluddin. 1938. *Pati Kiraan pada Menentukan Waktu yang Lima dan Hala Kiblat dengan Logaritma*. Singapura: al-Ahmadiyah Press
- Muhyiddin Khazin. 2004. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka
- Muhyiddin Khazin. 2005. *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta : Buana Pustaka
- Sa'adoeddin Djambek. 1952. *Waktu dan Djadwal, Pendjelasan Popular Mengenai Perdjalan Bumi, Bulan, dan Matahari*. Jakarta: Tintamas
- Sa'adoeddin Djambek. 1974. *Pedoman Waktu Shalat Sepanjang Masa*. Jakarta: Bulan Bintang
- Sriyatin Shodiq. 1994. *Ilmu Falak I*. Surabaya: Fakultas Syari'ah Universitas Muhammadiyah Surabaya
- Villanueva K.J. 1978. *Astronomi Geodesi*. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB
- Zaid, Husein. 1887. *Matla'us Said fi Hisab al-Kawakib 'Ala al-Rasd al-Jadid*. Mesir: al-Matba'ah al-Baruniyah
- Zubeir Umar al-Jaelani. 1935. *al-Khulasah al-Wafiyah fi al-Falak bi Jadwal al-Logaritmiyyah*. Solo: Melati