

## BAB IV

### ANALISIS METODE PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT

#### DENGAN JAM *ISTIWA'* MASJID AGUNG SURAKARTA

##### A. Analisis Sejarah dan Metode Penentuan Awal Waktu Salat Jam *Istiwa'* Masjid Agung Surakarta

###### 1. Melacak Jam *Istiwa'* Sebagai Penunjuk Waktu Salat

Dalam penentuan waktu salat, data yang diperlukan antara lain posisi Matahari dalam koordinat horizon. Posisi Matahari menjadi tolok ukur terjadinya fenomena-fenomena yang menandakan waktu salat. Waktu-waktu salat dapat ditentukan secara teliti dan pasti, sehingga tidak perlu keraguan dalam menjalankannya. Inilah yang terjadi pada Jam *Istiwa'* di Masjid Agung Surakarta untuk menentukan waktu salat Zuhur dan Asar.<sup>1</sup>

Persebaran Jam *Istiwa'*/*bencet* (istilah Jawa) di Indonesia berbanding lurus dengan perkembangan ilmu falak.<sup>2</sup> Jam *Istiwa'* Masjid Agung Surakarta adalah bentuk jam Matahari tertua yang ada di pulau Jawa untuk kepentingan ibadah salat. Pada zaman Walisanga tidak dijelaskan secara rinci, bagaimana cara mereka menentukan waktu salat

---

<sup>1</sup> Lihat Abdul Basid Adnan, *Sejarah Masjid Agung dan Gunung Sekaten*, Surakarta: Mardikintoko Press, 1996, hlm.15.

<sup>2</sup> Ilmu falak berkembang terutama di pondok-pondok pesantren di Jawa dan Sumatera. Kitab-kitab ilmu hisab yang dikembangkan para ahli hisab di Indonesia biasanya *mabda'* (epoch) dan markaznya disesuaikan dengan tempat tinggal pengarangnya. Seperti *Sullamun Nayyirain* karya Muhammad Mansur dengan markaz Jakarta, *Jadawil Falakiyyah* karya Qusyairi dengan markas Pasuruan, baca Sriyatin Sadik, *Perembangan Ilmu Falak dan Penetapan Awal Bulan Qamariyyah, dalam Menuju Kesatuan Hari Raya*, Surabaya: Bina Ilmu, 1995, hlm. 64-66.

dengan metode hisab atau dengan rukyat. Dengan adanya masjid-masjid yang didirikan dapat diambil kesimpulan bahwasanya penentuan berupa hisab dan rukyat, selain melakukan pengamatan juga melakukan perhitungan.<sup>3</sup>

Dalam *Sundial History, Theory, And Practice* yang ditulis oleh Rene R. J. Rohr Jam *Istiwa'* ini adalah sama dengan model *equatorial sundial*. Cara pemasangannya tidak boleh sama antara tempat yang satu dengan tempat lainnya, akan tetapi harus sama metode dan penggunaannya.<sup>4</sup>

Jam *Istiwa'* di Masjid Agung Surakarta Jawa Tengah, menurut data dan wawancara penulis alat ini memang unik dan menarik, karena bentuknya berbeda dengan bencet yang terpasang di masjid-masjid Jawa pada umumnya dengan bentuk yang sederhana.<sup>5</sup>

Menurut penelusuran penulis yang membuat Jam *Istiwa'* kemungkinan besar adalah ulama keraton sendiri, Penghulu Tafsir Anom V. Dia adalah seorang pejabat keagamaan yang berwawasan luas dan berpikiran modern untuk ukuran jamannya. Hal ini tampak ketika dia ikut membidani berdirinya Madrasah Manbaul Ulum di Surakarta, sebuah sekolah keagamaan modern yang dimaksudkan untuk mencetak para

---

<sup>3</sup> Purwadi dkk., *Jejak Para Wali Dan Ziarah Spiritual*, Jakarta: Kompas Media Nusantara, 2006, hlm. 23. Yang terpampang jelas adalah perhitungan penanggalan Jawa oleh Sultan Agung. Lihat Muhammad Wardan, *Hisab Urfi dan Hakiki*, Yogyakarta, Cet. Ke-1, 1957, hlm. 12

<sup>4</sup> Lihat Rene R. J. Rohr, *Sundials History, Theory and Practice*, New York: Dover Publications, Inc, t.t., hlm. 46

<sup>5</sup> Rata-rata bentuknya seperti tongkat *istiwa'*. Berdasarkan data Badan Hisab Rukyat Kementerian Agama Kabupaten Kudus, ada 50 masjid yang memiliki jam Matahari. Namun sekarang hanya tinggal 10 masjid yang masih mempertahankan.

calon pengulu di wilayah Surakarta.<sup>6</sup>Yang perlu digaris bawahi adalah ide pengadaan alat pengukur waktu dari pengurus bidang keagamaan Masjid Agung Surakarta.

Jam *Istiwa'* merupakan hadiah ulang tahun kepada Pakubuwono X yang peresmianya ditetapkan pada tahun 1928 M. Bersama dengan bedug alat ini juga sebagai salah satu sarana dakwah pada penyebaran agama Islam. Karena masyarakat sekitar Masjid Agung Surakarta pada waktu itu belum banyak yang menganut agama Islam. Sehingga dakwah dengan media seperti ini cukup menyita perhatian masyarakat Surakarta, terlebih terkait ilmu pengetahuan dan seni.<sup>7</sup>

Melihat begitu lengkapnya peralatan peribadatan Masjid Agung Surakarta, dapat disimpulkan hal ini menjadi perhatian khusus oleh umat Islam terdahulu. Sehingga tradisi penentuan waktu salat dengan alat-alat penanda waktu tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

## 2. Analisis Jam *Istiwa'* Sebagai Penunjuk Waktu Salat

Jam *Istiwa'* merupakan alat yang praktis untuk dipakai, jika digunakan dengan cara yang benar. Waktu yang ditunjukkannya adalah waktu Matahari lokal, sehingga tiap tempat mempunyai waktu yang berbeda. Selain pengamatan juga dapat menghitung dengan menggunakan rumus :  $WD = WH - e + (\lambda^D - \lambda^X)$ .<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Akhmad Arif Junaidi, *Penafsiran Alqur'an Penghulu Kraton Surakarta Interteks dan Ortodoksi*, Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2012, hlm.130.

<sup>7</sup> Berdasarkan wawancara Abdul Basid Rohmat selaku sekretaris Masjid Agung Surakarta, di rumahnya pukul 16. 15 WIB, Ahad 20 April 2014 M.

<sup>8</sup> Abdul Rachim, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Liberty, 1983, hlm. 57.

Keterangan :

WD = Waktu Daerah

WH = Waktu Hakiki/Waktu Istiwa'

$e$  = *equation of time*

$\lambda^D$  = Bujur Daerah

$\lambda^X$  = Bujur Tempat

Cara menentukan waktu Zuhur pada Jam *Istiwa'* adalah dengan memperhatikan bayangan *gnomon* pada bidang *dial*. Jika bayangannya telah melewati angka 12 atau garis tengah pada bidang *dial*, maka waktu Zuhur telah masuk. Awal waktu Zuhur dalam Jam *Istiwa'* ini terjadi setelah Matahari mencapai titik kulminasi atas, yakni ditetapkan yang terjadi pada jam 12.00. Setiap awal waktu Zuhur dapat ditetapkan sepanjang tahun yaitu jam 12.04 WIS. Terdapat waktu tambahan 4 menit, dimana hal ini merupakan tambahan waktu yang diperlukan oleh gerak Matahari sejak kulminasi sampai tergelincir.<sup>9</sup>

Matahari bergeser ke barat dengan sudut  $1^\circ$  yang mempunyai nilai 4 menit. Akan tetapi untuk mengukur keakuratan yang sebenarnya, apabila Matahari telah bergeser  $0,0001^\circ$  sudah bisa dikatakan *zawal*, yaitu pukul 12 jam 00 menit 1.44 detik.<sup>10</sup> Akan tetapi dalam pengamatan akan mengalami kesulitan dalam menentukan tergelincirnya Matahari.

Hanya saja, awal waktu Jam *Istiwa'* hanya berlaku untuk lokal saja sehingga tidak dapat diikuti oleh wilayah-wilayah yang berada di sekitar

---

<sup>9</sup> Departemen Agama RI, *Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Shalat Sepanjang Masa*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam, 1994, hlm. 7.

<sup>10</sup> Jean Meeus, *Astronomical Geometri*, Virginia: Willman-Bell, Inc, 1991, hlm. 18.

Masjid Agung Surakarta. Hal ini dibutuhkan ihtiyat (kehati-hatian) sebagai langkah pengaman agar melaksanakan waktu salat Zuhur dan Asar tidak terlalu cepat dan masih menjaga keuatamaan salat, yaitu melaksanakan salat tepat di awal waktu.<sup>11</sup>

Di samping itu, menentukan waktu salat dengan rukyat perlu adanya kalibrasi dengan jam konvensional. Sehingga pemberlakuannya selalu tetap terjaga apabila esok harinya terjadi mendung atau dalam keadaan hujan. Dari ilustrasi ini, pengaplikasian Jam *Istiwa'* melalui bantuan Matahari akan selalu terjaga nilai keakuratannya disertai dengan pencocokan dan pencatatan secara berkala.

Dalam kaitannya perbedaan hasil antara hisab dan rukyat atau pengamatan dengan perhitungan secara kontemporer (sekarang telah terlihat dalam jadwal waktu salat), seperti yang dikatakan oleh Ahmad Izzuddin<sup>12</sup> bahwasannya tidak adanya suatu perdebatan akan hal ini, sehingga tidak perlu kaku berpegang pada hisab dan rukyat seperti penentuan awal bulan kamariah.

Namun demikian pemerintah telah membuat langkah aman dengan menjembatani hal ini. Artinya tidak mungkin sebagai ahli hisab terus menerus melakukan pembaruan perhitungan setiap harinya, dan tidak mungkin juga sebagai perukyat untuk selalu bisa melihat Matahari, karena suatu saat bisa mendung dan hujan. Direktorat Jenderal

---

<sup>11</sup> Berdasarkan wawancara dengan Abdul Basid Rahmat, Sekretaris Masjid Agung Surakarta pada 20 April 2014.

<sup>12</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2013, hlm.80.

Bimbingan Masyarakat Islam mempergunakan ihtiyat 2 sampai dengan 3 menit, yang dianggap cukup memberikan pengaman terhadap koreksi data rata-rata dan mempunyai jangkauan 25 – 50 km ke arah barat atau timur.<sup>13</sup>

Jadi, jelas bahwa hasil rukyat dengan Jam *Istiwa'* akan selalu akurat tidak lekang oleh ruang dan waktu. Akan tetapi juga disertai dengan hisab yang harus dikembangkan. Di samping itu, secara umum penentuan awal waktu salat dengan Jam *Istiwa'* atau alat bantu lainnya masih jarang digunakan, karena minimnya sosialisasi dan pengetahuan masyarakat Islam secara makro.

Lalu secara astronomis awal waktu Zuhur diartikan lingkaran Matahari sebelah timur tampak menyinggung garis vertikal suatu tempat, maka sudut jam yang terkait adalah sekitar 0, 25 atau berkaitan dengan waktu  $\pm 1$  menit. Dari sini dapat diketahui bahwa awal waktu Zuhur adalah pukul 12.01 AST.<sup>14</sup>

Jika ditinjau dari konsepsi jam, ketika Matahari tepat mencapai titik kulminasi untuk semua tempat, maka waktu di tempat tersebut didefinisikan sebagai pukul 12.00 AST tepat (*Absolute Solar Time/ Waktu Matahari Mutlak*). Setiap selisih sudut ketinggian Matahari sebesar  $15^\circ$  berkaitan dengan selisih waktu satu jam, karena Bumi berputar pada sumbunya selama 24 jam untuk sekali putar sebesar  $360^\circ$ .

---

<sup>13</sup> Dirjen Bimas Islam Kemenag RI, *op.cit.*, hlm.123.

<sup>14</sup> *Ibid.*, hlm. 105.

Dengan demikian, maka perubahan sudut ketinggian Matahari adalah  $360^\circ / 24 \text{ jam} = 15^\circ / \text{jam} = 0,25/\text{menit}$ .<sup>15</sup>

Untuk waktu salat Asar pada Jam *Istiwa'* adalah ketika bayangan *gnomon* telah menyentuh garis awal waktu Asar pada *dial* Jam *Istiwa'*. Waktu Asar terjadi ketika arah bayangan Jam *Istiwa'* antara jam 03.10 – 03.30 Waktu Hakiki.<sup>16</sup>

Pengecekan awal waktu Asar dapat juga dilakukan dengan mempergunakan tongkat *istiwa'*, yaitu ketika Matahari bergerak ke arah barat dengan wujud bayang-bayang yang sama dengan benda yang berdiri tegak lurus, lalu ujung bayang-bayang tersebut bergerak perlahan-lahan ke arah timur. Selanjutnya, ukuran panjang bayang-bayang tongkat berangsur-angsur bertambah dengan sepanjang tongkat itu sendiri, bila dibandingkan dengan panjangnya sewaktu Matahari sedang berkulminasi. Pada saat itulah waktu Asar mulai masuk.<sup>17</sup>

Pada siang hari sampai petang waktu ini dibagi menjadi dua bagian untuk waktu salat Zuhur dan Asar dengan panjang waktu yang hampir sama, yaitu  $\pm 3$  jam. Yang dimulai dari tergelincirnya Matahari, lalu bayangannya memanjang sampai bayangan itu sama panjangnya dengan benda atau dua kali panjang tongkat untuk beberapa negara Eropa, hingga selesai salat Asar ketika Matahari tenggelam di ufuk barat.

---

<sup>15</sup> Dimsiki Hadi, *Sains Untuk Kesempurnaan Ibadah*, Yogyakarta: Primapustaka, 2009, hlm. 30.

<sup>16</sup> Berdasarkan wawancara dan pengamatan di Masjid Agung Surakarta.

<sup>17</sup> Dimsiki Hadi, *op.cit.*, hlm. 24.

Pada saat Matahari hakiki mencapai tempatnya di meridian, Matahari pertengahan kadang masih berada di sebelah timur meridian atau di sebelah baratnya.<sup>18</sup> Dalam keadaan demikian, waktu hakiki menunjukkan pukul 12.00 dan berlaku sama untuk setiap harinya, tetapi menurut waktu pertengahan hari belum pukul 12.00 misalnya pukul 11.54, maka perata waktu dapat diketahui besarnya yaitu  $12.00 - 11.54 = +6$  menit. Namun jika Matahari pertengahan mendahului Matahari hakiki, maka waktu hakiki menunjukkan pukul 12.00 dan waktu pertengahan menunjukkan pukul 12.00 lebih, misalnya pukul 12.06. Dan perata waktunya dapat diketahui besarnya  $12.00 - 12.06 = -6$  menit.

Terdapat suatu hal yang menarik bahwa perata waktu berjumlah nol ( $0^\circ$ ) pada tanggal 15 April, 4 Juni, 1 September dan 25 Desember. Pada tanggal-tanggal tersebut sudut waktu Matahari pertengahan sama besarnya dengan sudut waktu Matahari hakiki.<sup>19</sup> Dengan demikian, waktu pertengahan dengan waktu hakiki terjadi pada waktu yang sama dan tidak ada koreksi.

Berdasarkan keterangan di atas dapat diketahui bahwa jika waktu hakiki atau waktu *istiwa'* (yang hanya dapat dijadikan sebagai acuan untuk suatu tempat saja) dijadikan waktu daerah, maka cara yang ditempuh adalah dengan terlebih dahulu menentukan bujur-bujur daerah yang akan digunakan, misalnya Waktu Indonesia Barat (WIB) =  $105^\circ$ , Waktu Indonesia Tengah (WITA) =  $120^\circ$  dan Waktu Indonesia Timur

---

<sup>18</sup> Abd.Rachim, *op.cit*, hlm. 47.

<sup>19</sup> *Ibid.*, hlm. 49.



(WIT) = 135°, dan dapat menggunakan rumus  $WD = MP + ((BD - BT) :$   
 15). Dengan catatan, diketahui terlebih dahulu waktu pertengahan dengan  
 rumus ( $MP = 12 - e$ ).<sup>20</sup>

Kedua ketentuan waktu salat ini seperti yang terdapat dalam hadis Rasulullah saw. yang diriwayatkan oleh Jabir bin Abdullah r.a. Disebutkan bahwa Jibril datang menyuruh Nabi saw. salat Zuhur pada hari pertama setelah tergelincir Matahari, dan datang lagi di waktu Asar saat bayangan benda sama dengan benda tersebut. Pada hari kedua, Jibril datang menyuruh salat Zuhur pada waktu bayangan benda sama dengan benda itu sendiri, tepat pada waktu melakukan salat Asar pada hari pertama.<sup>21</sup>

Dalam hal ini, para ulama sependapat bahwa penentuan awal waktu Zuhur, adalah pada saat tergelincirnya Matahari. Sementara dalam menentukan akhir waktu Zuhur, ada beberapa pendapat yaitu sampai panjang bayang-bayang sebuah benda sama dengan panjang bendanya (menurut Imam Malik, Imam Syafi'i, Abu Tsaur dan Abu Daud). Sedangkan pendapat Imam Abu Hanifah ketika bayang-bayang benda sama dengan dua kali bendanya.<sup>22</sup>

---

<sup>20</sup> Angka 15 tersebut merupakan kaidah yang merupakan jarak di antara *meridian-meridian* yang menguasai setiap daerah itu besarnya 15°. Hal itu berarti bahwa perbedaan waktu di antara dua daerah yang berbatasan besarnya 60 menit atau tepat 1 jam. Uraian selengkapnya baca Abd. Rachim, *op.cit.*, hlm. 55.

<sup>21</sup> Al-Hafiz Jalal al-Din as-Suyuthi, *Sunan an-Nisa>'i*, Beirut-Libanon: Dar al-Kutub al-Alamiah, t.t., hlm. 263.

<sup>22</sup> Ahmad bin Muhammad Ibnu Rusyd, *Bida>yah al Mujtahid wa Niha>yah al-Muqtas'id*, Baerut-Libanon: Dar al-Fikr, 595 H, hlm. 116 – 122.

Untuk waktu salat Asar, dalam hadis riwayat Jabir bin Abdullah r.a tersebut disebutkan bahwa Nabi saw. diajak salat Asar oleh malaikat Jibril ketika panjang bayangan sama dengan tinggi benda sebenarnya dan pada keesokan harinya Nabi diajak pada saat panjang bayangan dua kali tinggi benda sebenarnya.<sup>23</sup>

Saadoe'ddin Djambek dalam pendapatnya menyatakan bahwa di antara dua pendapat antara Imam Hanafi dan Syafi'i yang dijadikan landasan dalam penentuan awal waktu salat Asar adalah pendapat Imam Hanafi dengan alasan pendapat Imam Hanafi juga mempertimbangkan daerah-daerah kutub, dimana Matahari pada awal Dzuhur tidak begitu tinggi kedudukannya di langit dan dalam keadaan demikian bayang-bayang memanjang lebih cepat dari pada ketika Matahari pada tengah hari berkedudukan tinggi di langit seperti di negeri kita. Jika kita menggunakan pendapat Syafi'i sebagai syarat masuknya awal waktu Asar maka masuknya waktu Asar akan lebih cepat dan akibatnya waktu Duhur menjadi terlalu pendek dan waktu Asar akan terlalu panjang.<sup>24</sup>

Perlu diingat bahwa penentuan awal waktu-waktu salat dengan Jam *Istiwa'* dapat dijadikan sebagai acuan, hanya saja waktu-waktu yang ditentukan membutuhkan koreksi dalam waktu berkala, sehingga membutuhkan pengecekan langsung terhadap posisi Matahari, dimana waktu tersebut tidak sama dengan waktu resmi atau waktu yang sudah umum digunakan. Jelasnya, waktu yang sama (waktu daerah) untuk

---

<sup>23</sup> Muhammad Jawa al-Mughniyyah, *op.cit.*, hlm. 74

<sup>24</sup> Saadoe'ddin Jambek, *Salat dan Puasa Di Daerah Kutub*, cet. I, Jakarta: Bulan Bintang, 1974, hlm 9.

tempat-tempat yang berbeda umumnya tidak menunjukkan kedudukan Matahari yang sama.

Oleh karena itu, untuk menentukan kedudukan atau ketinggian Matahari pada suatu saat di suatu tempat, sistem waktu daerah tidak bisa digunakan secara langsung. Dalam hal ini harus digunakan sistem waktu Matahari hakiki.

## **B. Analisis Keakurasian dan Koreksinya Jam *Istiwa'* Masjid Agung Surakarta**

Jam *Istiwa'* di Masjid Agung Surakarta ini murni menggunakan patokan Matahari yang dipadukan tongkat *istiwa'*, sehingga mempunyai nilai akurasi dan koreksi yang saling mendukung antara keduanya. Penggunaan Jam *Istiwa'* dapat dimodifikasi dengan bentuk yang berbeda-beda. Sehingga kita benar-benar menguji apakah alat yang ada itu akurat atau melenceng.

Sejauh penelusuran penulis keberadaan Jam *Istiwa'* di depan setiap masjid untuk penunjuk waktu salat memberikan simbol bahwa rukyat memang masih berlaku di masyarakat. Walaupun di dalam masjid tersebut juga terdapat jadwal waktu salat abadi yang biasanya dipakai sebagai pedoman di saat cuaca tidak mendukung (mendung) yang memberikan simbol adanya hisab.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup>Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyah (Menyatukan NU dan Muhammadiyah dalam Penentuan Awal Ramadhan, Idul Fitri, dan Idul Adha)*, Jakarta: Erlangga, 2007, hlm. 39.

Dalam hal ini baik hisab maupun rukyat telah berlaku apa yang disebut simbiosis mutualisme, dimana apa yang dilakukan oleh rukyat bisa dipakai sebagai pembuktian empirik dari hasil hisab, begitu pula sebaliknya.<sup>26</sup>

Keakurasian Jam *Istiwa*' ditinjau dari dua ketelitian, yaitu:

- 1) Keakurasian ditinjau dari sisi pemasangan alat, yaitu pengukuran sudut kemiringan, panjang *gnomon*, luas bidang *dial*, jarak antar angka, dan menunjukkan arah utara sejati. Berikut klasifikasinya:
  - a. Pengukuran sudut kemiringan *gnomon*

Penelitian yang dilakukan ialah terhadap besar sudut kemiringan jarum *gnomon* yang menurut aturan baku *Sundial History, Theory, and Practice* ialah sama dengan besar lintang tempat ( $\varphi$ ) dimana Jam *Istiwa*' tersebut berada.<sup>27</sup> Ketentuan ini adalah penyesuaian posisi arah *gnomon* agar berada tepat berdasarkan lintang tempat ( $\varphi$ ) dan menghadap ke arah utara sejati.

Setelah mendapatkan data Jam *Istiwa*' Masjid Agung Surakarta diperoleh data bahwa panjang *gnomon* ialah 3 cm dan jarak penyangga dengan *gnomon* 8,5 cm atau jari-jari lingkaran Jam *Istiwa*'. Apabila dihitung dengan menggunakan rumus:

- Kemiringan *gnomon*:  $90^\circ - \varphi$  (lintang tempat) hasilnya diperoleh kemiringan sebesar  $90^\circ - (-7^\circ 34' 28'') = 97^\circ 34'$

---

<sup>26</sup> *Ibid.*, hlm. 40.

<sup>27</sup> Denis Savoie, *Les Cadran Solaires, Bob Mizon, Sundial Design Contuction And Use*, Chichester: Praxis Publishing, 2009, hlm. 69

28', atau bisa saja langsung diukur dengan  $7^{\circ} 34' 28.200''$ , karena  $90^{\circ}$  adalah sudut siku-siku.

Kemiringan *gnomon* yang dimiliki oleh Jam *Istiwa'* berdasarkan data seharusnya ialah  $7^{\circ} 34' 28.200''/7,57$ , akan tetapi kemiringan *gnomon* Jam *Istiwa'* Masjid Agung Surakarta adalah  $7^{\circ}10'00''/7,16$ . Terdapat perbedaan cukup kecil antara keduanya, yaitu  $0^{\circ} 24' 28.200''/0,40783$ .

Berdasarkan fenomena tersebut, terdapat kemungkinan terjadinya ketidaksesuaian antara konsistensi kemiringan *gnomon* adalah alat yang digunakan untuk mengukur lintang tempat ( $\varphi$ )/GPS belum mencapai akurasi sampai sekarang ini, yaitu dengan pemancar 24 stasiun. Sehingga data yang dihasilkan akurat dan berbeda dengan pengukuran beberapa tahun lalu.<sup>28</sup>

Pengaruh akurasi Jam *Istiwa'* terletak pada kemiringan *gnomon* yang seharusnya mempunyai nilai yang sama dengan lintang tempat ( $\varphi$ ). Beda perhitungan ketika lintang tempat ( $\varphi$ ) yang digunakan bukan wilayah Masjid Agung Surakarta, atau mengambil lintang di Kota Surakarta kemudian dikalibrasi sendiri. Dengan demikian, apabila sudut kemiringan *gnomon* tidak sesuai dengan besar lintang

---

<sup>28</sup> GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem navigasi yang berbasis satelit yang saling berhubungan yang berada di orbitnya. Awalnya GPS hanya digunakan hanya untuk kepentingan militer, tapi pada tahun 1980-an dapat digunakan untuk kepentingan sipil. GPS dapat digunakan dimanapun juga dalam 24 jam. Posisi unit GPS akan ditentukan berdasarkan titik-titik koordinat derajat lintang dan bujur. Satelit-satelit itu milik Departemen Pertahanan (*Departemen of Defense*) Amerika Serikat yang pertama kali diperkenalkan mulai tahun 1978 dan pada tahun 1994 sudah memakai 24 satelit. Lihat selengkapnya Ahmad Noor Sholikhin dkk., *GPS Garmin*, makalah Labolarorium Falak II Semester VI, disampaikan pada 28 Mei 2013.

tempat ( $\varphi$ ) tersebut, maka akurasi jam Matahari tersebut dapat terganggu.<sup>29</sup>

Mengecek arah utara sejati bisa dilakukan dengan kompas, GPS, atau tongkat *istiwa*'. Di Masjid Agung Surakarta terdapat tongkat *istiwa*' berada di samping sebelah Barat Jam *Istiwa*', sehingga tinggal melihat bayangan Matahari sebelum *zawal* dan sesudahnya kemudian ditarik garis lurus, kemudian disiku dengan penggaris.<sup>30</sup>

b. Bidang *Dial*

Penelitian selanjutnya dilakukan terhadap bidang *dial*. Bentuk bidang *dial* merupakan hal yang penting selain *gnomon*. Jam *Istiwa*' memiliki bidang *dial* yang miring sesuai dengan kemiringan *gnomon* dengan besar senilai lintang tempat ( $\varphi$ ).<sup>31</sup>

Angka 0 atau 12 adalah patokan arah utara sejati yang tepat membelah Jam *Istiwa*' menjadi dua bagian timur dan barat. Untuk membuktikan lurus atau tidak tinggal menarik benang atau penggaris dari *gnomon* ke arah angka tersebut. Bidang Jam *Istiwa*' mempunyai ukuran diameter 17 cm, panjang 20 cm atau 10 cm di masing-masing sisi, dan jarak antar angka 2 cm.<sup>32</sup>

Jam *Istiwa*' atau Jam Matahari Ekuatorial di setiap tempat mempunyai data yang berbeda-beda dengan penunjukan waktu yang

---

<sup>29</sup> Denis Savoie, *op.cit.*, hlm. 57.

<sup>30</sup> Dari perhitungan penulis mungkin harus ada koreksi, karena pengamatan yang dilakukan akan berbeda jika menggunakan peralatan yang lebih modern.

<sup>31</sup> *Ibid*, hlm. 69

<sup>32</sup> Berdasarkan pengamatan penulis pada Jam *Istiwa*' Masjid Agung Surakarta, Jum'at Pukul 10.15 WIB, tanggal 13 September 2013 M.

berbeda. Hal ini juga bisa membuktikan selisih berapa menit/detik Matahari wilayah satu dengan wilayah lain.

- 2) Keakurasian Jam *Istiwa'* ketelitian pembacaan waktu salat, yaitu kemampuan dari perukyat untuk melihat bayangan dengan baik dan benar. Selain membaca tibanya waktu salat, juga menulis waktu-waktunya sehingga mendapatkan data yang nantinya dapat dibandingkan dengan perhitungan yang sudah jadi.

Pemasangan alat sangat berkaitan dengan bayangan *gnomon*, sehingga berpengaruh pada waktu yang dihasilkan. Jam *Istiwa'* ini menghadap ke utara sejati, karena berhubungan dengan pergerakan Matahari setiap harinya. Kesalahan pemasangan dapat menyebabkan Jam *Istiwa'* tidak menunjukkan waktu yang akurat.

Berikut adalah koreksi fungsi yang dibutuhkan mengetahui keakuratan Jam *Istiwa'* Masjid Agung Surakarta :

a) Penunjuk Waktu Lokal

Dengan melihat garis jam yang ditunjukkan oleh bayangan *gnomon* seseorang bisa mengetahui jam pada hari tersebut, akan tetapi waktu yang ditunjukan oleh Jam *Istiwa'* ialah waktu lokal, sehingga akan ada selisih dengan waktu daerah. Selisih tersebut bisa dihitung dengan menggunakan konversi dari waktu daerah ke waktu lokal.

Dengan menggunakan rumus:  $TL = TS - e + (\lambda^D - \lambda^X) : 15$ .

Keterangan :

$TL = local\ time$ , yaitu waktu yang ditunjukkan oleh jam

TS = *true solar time*, yaitu waktu yang ditunjukkan oleh Jam

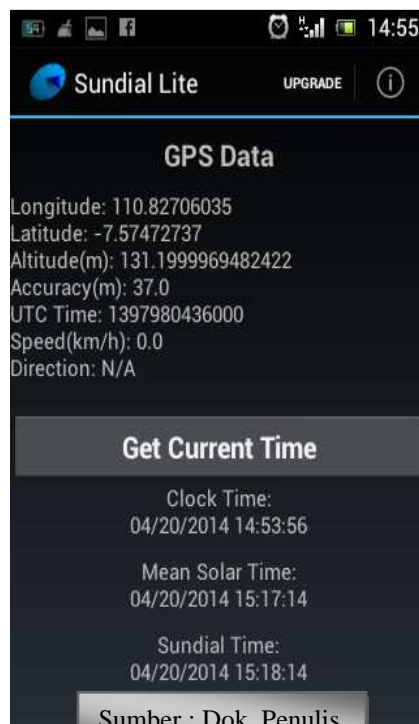
*Istiwa'*,

$\lambda^D$  = bujur daerah (WIB, WIT, WITA)

$\lambda^X$  = bujur tempat.<sup>33</sup>

Pada tanggal 20 April 2014 melakukan pengukuran :

$$\begin{aligned} TL &= 15.18 - 0^\circ 1' 6'' + (105^\circ - 110^\circ 49' 37'') : 15 \\ &= 14^\circ 54' 45.93'' \end{aligned}$$



Gambar 4.1

Aplikasi *Sundial Lite* untuk menentukan waktu secara akurat dari GPS dan *Sundial*

<sup>33</sup> Danis Savoie, *op.cit.*, hlm 62.





Gambar 4.2

Jam *Istiwa'* saat pukul 14. 53, 20 April 2014.

Dari data di atas selisih 3 menit dari *software Sundial Lite*. Artinya Jam *Istiwa'* Masjid Agung Surakarta mempunyai akurasi yang bagus untuk menunjukkan waktu lokal.<sup>34</sup>

b) Penunjuk Tanggal

Jam *Istiwa'* memiliki *dial table* yang sejajar dengan garis ekuator langit, sehingga panjang bayangan *gnomon* yang jatuh pada *dial table* sama dengan panjang *gnomon*/ $\tan \delta$  (lintang tempat). Pergerakan harian ujung bayangan *gnomon* selalu membentuk sebuah lingkaran lingkaran ini sering disebut dengan lingkaran deklinasi. Untuk dapat menentukan tanggal dengan menggunakan Jam *Istiwa'*, diperlukan lingkaran-

---

<sup>34</sup> *Sundial lite* adalah aplikasi berbasis android yang dapat diunduh pada *play store*.

lingkaran deklinasi dengan jari-jari. Rumusnya adalah panjang *gnomon*/ $\tan \delta$ (lintang tempat).<sup>35</sup>

Contoh pada saat Matahari berada di titik balik utara pada tanggal 21 April 2014 deklinasi Matahari  $11^\circ 54' 32''$ , kemudian panjang *gnomon* yang digunakan ialah 3 cm, maka jari-jari lingkaran deklinasinya ialah  $3/\tan 11^\circ 54' 32'' = 14,22$  cm.

c) Penunjuk Garis Meridian Lokal.

Garis meridian lokal adalah garis lingkaran besar yang melewati pengamat dan menghubungkan titik utara langit ke kutub selatan langit.<sup>36</sup> Untuk menentukan garis meridian langit, konversikan waktu lokal atau waktu yang ditunjukkan oleh jam (TL) menjadi waktu Matahari atau waktu istiwa yaitu waktu yang ditunjukkan oleh *sundial* (TS). Setelah mendapatkan nilai TS kemudian gerakan *sundial* sehingga bayangan *gnomon* menunjukkan pada jam tersebut.<sup>37</sup>

Contoh seseorang akan menentukan garis meridian di Surakarta pada pukul 11 Waktu Hakiki, maka ia harus menghitung pada jam berapa *sundial* akan menunjukkan jam 11. Pada tanggal 21 April 2014 nilai *equation of time* adalah  $+1' 17''$  dan bujur Surakarta ialah  $110^\circ 49' 37''$  maka  $TL = 11.00 - 1' 17'' + (105^\circ - 110^\circ 49' 37'') : 15$  maka  $TL = 10j 39 m 23.6 d$ .

Ketika jam menunjukkan pukul 10j 39m 23.6d, perhatikan bayangan *gnomon* tepat menunjuk pada garis jam 11. Setelah

---

<sup>35</sup> *Ibid*

<sup>36</sup> Patric Moore, *Philip's Astronomy Encyclopedia*, London: Philip's, 2002, hlm 256.

<sup>37</sup> *Ibid.*, hlm. 63.

semuanya selesai, Jam *Istiwa'* telah menghadap ke arah utara dan selatan langit dan kedudukan *dial table* sejajar dengan garis ekuator.

d) Pengukur arah kiblat

Arah kiblat Surakarta adalah  $24^{\circ} 32' 49.46''$ <sup>38</sup> dari titik barat ke utara. Pengukuran dilakukan pada jam 10 (Jam *istiwa'*) tanggal 13 September 2013 dengan nilai *equation of time* + 3' 59". Konversikan jam 10 *istiwa'* tersebut menjadi jam daerah.

$$\begin{aligned} \text{WD} &= \text{WL} - e + (\lambda^p - \lambda^x) : 15 \\ &= 10 - 0^{\circ} 3' 59'' + (105^{\circ} - 110^{\circ} 49' 37.3'') : 15 \\ &= 9\text{h } 32\text{m } 36\text{s} \end{aligned}$$

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Persiapkan Jam *Istiwa'* pada waktu yang telah dihitung jam 9h 32m 36s, lalu perhatikan Jam *Istiwa'* ketika bayang-bayang *gnomon* menunjukkan waktu jam 10.00.
2. Bagian depan *dial face* (bagian permukaan Jam *Istiwa'* yang menghadap ke atas) menunjukkan arah utara,<sup>39</sup>
3. Setelah menemukan titik timur dan barat arah kiblat dapat ditentukan menggunakan busur derajat atau *Rubu' Mujayab*<sup>40</sup> dengan mengambil posisi sebesar sudut arah kiblat yang telah dihitung baik itu dari titik timur maupun barat.

---

<sup>38</sup> Lihat di BAB III tentang arah kiblat Masjid Agung Surakarta.

<sup>39</sup> Untuk daerah yang berada pada lintang di bawah  $0^{\circ}$  maka bagian depan *dialface* menunjukkan arah selatan, sehingga bagian kanan menunjukkan arah barat dan bagian kiri menunjukkan arah timur.

<sup>40</sup> *Rubu Mujayyab* adalah sebuah alat hitung yang berbentuk seperempat lingkaran untuk hitungan geometri. *Rubu* ini biasanya terbuat dari kayu atau semacamnya yang salah satu mukanya

Tabel perbandingan awal waktu salat Zuhur dan Asar Jam *Istiwa'* dengan hisab kontemporer *ephemeris*.

13 September 2013	<b>Jam Istiwa'</b> <b>WIS</b>	<i>Ephemeris</i> <b>WIS</b>	<b>Selisih</b>
Zuhur	12.04	12.00	4 menit
Asar	15. 13	03j 16m 3,21d	3 <sup>m</sup> 3.21
2 Januari 2014 Zuhur	12.04	12.00 WIS	4 menit
Asar	03. 25	03j 26m 45,08d	1 <sup>m</sup> 45,08 <sup>d</sup>
31 Maret 2014 Zuhur	12.04	12.00	4 menit
Asar	03. 14	03j 16m 21,94d	2 <sup>m</sup> 21.94 <sup>d</sup>
20 April 2014	12.04	12.00	4 menit
Asar	03.17	03j 20m 31,23d	3 <sup>m</sup> 31.23 <sup>d</sup>
21 April 2014 Zuhur	12.04	12.00	4 menit
Asar	03. 17	03j 20m 37,5d	3 <sup>m</sup> 37.5 <sup>d</sup>

Berdasarkan penelitian penulis di Masjid Agung Surakarta, awal waktu Zuhur untuk Masjid Agung Surakarta berbeda dengan perhitungan kontemporer dengan data *ephemeris* pukul 12.00 WIS. Namun, kriteria

---

dibuat garis-garis sekala sedemikian rupa. Alat ini sangat berguna untuk memproyeksikan peredaran benda-benda langit pada bidang vertikal. Slamet Hambali, *op.cit.*, hlm. 238.

waktu Zuhur pada Jam *Istiwa'* adalah pukul 12.04 WIS, ketika bayangan *gnomon* telah keluar dari garis *zawal* sebesar  $1^\circ$  dihitung 4 menit.

Menurut penulis, selisih waktu Zuhur hisab kontemporer dan waktu Zuhur Jam *Istiwa'* bersifat konstan, karena kriteria yang digunakan adalah sama. Kriteria waktu Asar Jam *Istiwa'* adalah ketika bayangan *gnomon* telah menunjuk waktu Asar Jam *Istiwa'*. Pada tanggal 13 September 2013 awal waktu Asar terhitung pada pukul 03j 16m 3,21<sup>d</sup> WIS, sedangkan pada Jam *Istiwa'* pukul 03 j 13 m WIS baru masuk waktu Asar. Jadi, pada tanggal tersebut waktu Asar terdapat selisih 3<sup>m</sup> 3.21<sup>d</sup>.

Selanjutnya pada 2 Januari 2014 data Asar Jam *Istiwa'* memiliki perbedaan dengan perhitungan *ephemeris*, yaitu selisih 0<sup>m</sup> 45<sup>d</sup>. Perhitungan dengan *ephemeris* adalah 03j 26m 45,08<sup>d</sup>, sedangkan waktu salat Asar Jam *Istiwa'* menunjukkan pukul 03 j 25 m. Pada Januari Matahari mengalami deklinasi terjauh yang berada di titik selatan.

Juga penelitian penulis pada 31 Maret 2014 di tempat yang sama, awal waktu Asar pada Jam *Istiwa'* adalah ketika bayangan *gnomon* telah menunjuk pada angka waktu Asar pada pukul 03j 14m WIS. Sedangkan pada perhitungan *ephemeris* adalah 03j 16m 21,94<sup>d</sup>. Jadi, pada tanggal tersebut waktu Asar Jam *Istiwa'* lebih cepat dengan selisih 2<sup>m</sup> 21.94<sup>d</sup>. Posisi Matahari terletak pada tengah-tengah sedikit ke utara.

Juga penelitian penulis pada 20 dan 21 April 2014, waktu Asar berdasarkan penunjukkan angka adalah pukul 03j 17m WIS, sementara menurut perhitungan penulis dengan data *ephemeris* waktu Asar masuk pada

20 April 2014 pukul 03j 20<sub>m</sub> 31,23<sup>d</sup> WIS, sedangkan 21 April 2014 03j 20<sub>m</sub> 37,5<sup>d</sup>. Dari dua data memiliki selisih yang hampir sama yaitu 3<sup>m</sup>31.23<sup>d</sup> dan 3<sup>m</sup>37.5<sup>d</sup>. Dari sini tampak rata-rata selisih perhitungan Jam *Istiwa'* dan *ephemeris* rata-rata 3, 5 menit.

Permasalahan yang terjadi pada penggunaan Jam *Istiwa'* sebagai penunjuk waktu salat:

No	Permasalahan Umum	Solusi
1	Jam <i>Istiwa'</i> tidak bisa dibawa kemana-mana	Butuh pencocokan dan koreksi secara berkala dengan jam konvensional, kalau perlu dibuat mini seperti kompas agar bisa dibawa kemana-mana.
2	Waktu yang ditunjukkan berbeda dengan jam konvensional	Jam/arloji menunjukkan waktu daerah WIB/WITA/WIT, sedangkan Jam <i>Istiwa'</i> menunjukkan waktu hakiki.
3	Metodenya tidak dikenal banyak orang	Perlu diadakan sosialisasi, pendidikan khusus, sarasehan, atau seminar untuk mengenalkan alat ini pada masyarakat.
4	Apabila terhalang mendung tidak bisa digunakan	Perlu adanya pencatatan berkala, sehingga dapat menyimpulkan pergerakan

		Matahari.
5	Tersisih dengan jam konvensional karena tidak praktis	Jam <i>Istiwa'</i> penggunaannya hanya untuk keperluan ibadah berbeda dengan jam untuk keperluan sehari-hari.

Kriteria Jam *Istiwa'* dalam penentuan awal waktu salat sangat tergantung pada ketepatan utara sejati dan ketelitian pembacaan garis angka. Menurut penulis, penggunaan Jam *Istiwa'* untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar untuk Masjid Agung Surakarta relative cukup akurat karena selisih dengan hisab kontemporer berkisar antara 1 - 4 menit.

Sistem penggunaan jenis waktu *istiwa'* secara ilmiah dapat dipertanggungjawabkan sebab dapat didasarkan pada hasil pengecekan langsung terhadap posisi Matahari yang dapat dilakukan secara kontinyu. Sebagaimana penjelasan-penjelasan terdahulu bahwa metode yang digunakan Jam *Istiwa'* ini lebih cukup dengan melihat angka sama halnya dengan melihat jam pada umumnya. Selain itu, dalam perhitungannya pun metode yang digunakan cukup mudah, yakni dengan menggunakan kaidah *equatorial sundial*.

Dari data di atas, tampak bahwa *Jam Istiwa'* Masjid Agung Surakarta menghasilkan data perhitungan yang berbeda dengan hisab kontemporer. Hal ini karena pemasangan Jam *Istiwa'* sedikit bergeser dan hisab kontemporer selalu *up date* dengan data-data astronomis sehingga

keakuratannya masih membutuhkan koreksi. Dalam tataran perhitungan waktu salat.

Jelasnya, perhitungan awal waktu salat dengan Jam *Istiwa'* hasil yang diperoleh pun sudah tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan yang berkembang pada waktu sekarang ini, yakni menggunakan program yang berbentuk *software*. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa Jam *Istiwa'* Masjid Agung Surakarta dalam menentukan waktu salat adalah relatif cukup akurat dan juga dapat dijadikan referensi atau acuan dalam menentukan awal waktu salat, khususnya penentuan awal waktu salat dengan Jam *Istiwa'*.