

BAB IV
ANALISIS TENTANG METODE PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT
DENGAN JAM BENCET KARYA KIAI MISHBACHUL MUNIR
MAGELANG

A. Analisis Metode Penentuan Awal Waktu Salat dengan Jam Bencet

Karya K. Mishbachul Munir Magelang

Jika dilihat secara kasat mata, jam hanyalah suatu alat bantu teknologi yang sama sekali tidak ada kaitannya dengan agama. Namun, jika ditelaah lebih dalam ternyata mengetahui konsepsi waktu sangat penting karena berkaitan langsung dengan sistem waktu untuk ibadah seperti salat dan puasa. Kalau secara teknologinya jam memang hanya berkaitan dengan urusan dunia saja, tapi jika sudah dimasuki dengan unsur konsepsi penataan waktu, ternyata agama memiliki peranan penting di sini.

Sebagaimana diketahui, bahwasanya pada zaman dahulu apa yang disebut jam adalah sebuah alat sederhana saja. Hanya sebatas untuk menghitung perjalanan waktu siang dengan menggunakan takaran pasir, takaran air, atau melalui bangunan piramid yang tidak memiliki ketepatan hitungan sebagai syarat sebuah konsepsi hitungan jam. Dan itu pun hanya bisa digunakan saat siang saja. Hal ini pula lah yang terjadi pada Jam Bencet di mana pemakaiannya hanya ketika ada Matahari saja.

Jam Bencet karya Mishbachul Munir ini bukan jam Matahari pertama yang ada di dunia. Menurut catatan sejarah, pembuatan jam Matahari di dunia Islam dilakukan oleh Ibnu al-Shatir, seorang ahli Astronomi Muslim (1304-1375 M). “*Ibnu al-Shatir merakit jam Matahari yang bagus sekali untuk menara Masjid Umayyah di Damaskus,*” sebagaimana diungkapkan David A King dalam karyanya bertajuk *The Astronomy of the Mamluks*.¹

Berkat penemuannya itu, ia kemudian dikenal sebagai *muwaqqit* (pengatur waktu ibadah). Jam yang dibuat Ibnu al-Shatir itu masih tergolong jam Matahari kuno yang didasarkan pada garis jam lurus. Ibnu al-Shatir membagi waktu dalam sehari dengan 12 jam, pada musim dingin waktu pendek, sedangkan pada musim panas waktu lebih panjang.²

Jam Bencet merupakan alat yang praktis untuk dipakai, jika digunakan dengan cara yang benar. Namun akan berakibat fatal jika penggunaanya tidak sesuai aturan. Waktu yang ditunjukkan adalah waktu lokal matahari yang pasti berbeda tiap tempat dan waktu masing-masing daerah. Jika pada Jam Bencet waktu Zuhur adalah ketika matahari telah bergeser dari titik kulminasi, jam yang ditunjukkan pasti berbeda atau terdapat selisih dengan jam daerah yang dipakai. Untuk mentransformasi waktu hakiki setempat ke dalam waktu daerah bisa menggunakan rumus
$$WD=WH + (\lambda^D-\lambda^X) \cdot$$
³

¹ Artikel artrevolution dengan judul “*Perkembangan Bentuk Jam*”, lihat <http://artrevolution.wordpress.com/category/sejarah-jam/> diunduh pada 11 Maret 2012.

² *Ibid.*

³ Abdul Rachim, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Liberty, 1983, hlm.57.

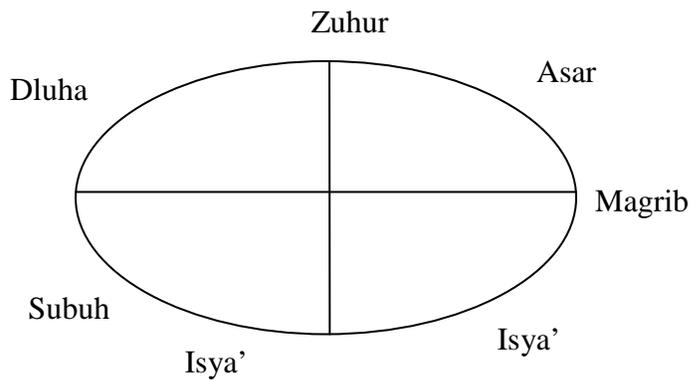
Pada bab sebelumnya, penulis telah memaparkan bahwa Jam Bencet karya Mishbachul Munir memuat lima waktu salat sekaligus. Adanya lima waktu salat itu karena pergerakan Bumi mengelilingi Matahari diibaratkan berjalan 24 jam dalam sehari semalam. Yaitu siang terbagi dalam 12 jam dan malam juga 12 jam. Di sini tampak bahwa konsep yang dipakai dalam Jam Bencet adalah waktu pertengahan atau waktu Matahari rata-rata.

Berdasarkan penelusuran penulis, panjang wilayah malam dan wilayah siang itu tidak akan bisa stabil 12 jam-12 jam, karena Bumi mengalami gerakan miring ke utara dan selatan $23\frac{1}{2}$ derajat. Kecepatan edar Bumi sekeliling Matahari tidak tetap sepanjang tahun. Kira-kira pada tanggal 22 Desember jarak Bumi-Matahari adalah terdekat (titik *perihelium*), yaitu $\pm 1,45 \times 10^{11}$ m, dan pada tanggal 22 Juni jaraknya adalah terjauh (titik *aphelium*), yaitu $\pm 1,54 \times 10^{11}$ m.⁴ Kecepatan edar ini tentu berpengaruh pada lamanya siang dan malam, apalagi untuk daerah yang jauh dari khatulistiwa. Panjang siang dan malam di sana sangat tidak stabil, dan konsep 12-12 ini tidak bisa berlaku di sana.

Jadi, konsep Jam Bencet karya K. Mishbachul Munir ini lebih tepat digunakan untuk daerah-daerah di sekitar khatulistiwa dengan lintang 0^0 , di mana panjang siang dan malamnya relatif stabil. Akan tetapi, tetap harus memperhatikan pergerakan Matahari setiap harinya karena arah bayangan sangat menentukan waktu yang ditunjukkan.

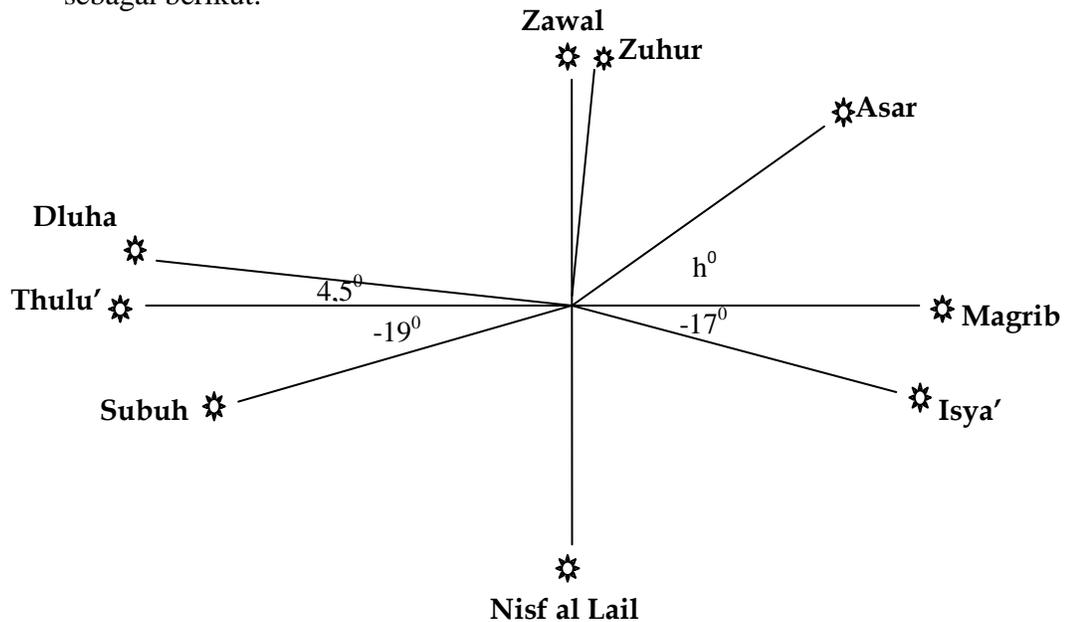
⁴ Dimsiki Hadi, *op. cit.*, hlm.31.

Penempatan waktu salat pada Jam Bencet berturut-turut dari timur ke barat adalah Subuh, Asar, Zuhur, Isya', dan Magrib. Hal ini dikarenakan konsep yang dipakai pada Jam Bencet adalah konsep satu lingkaran penuh sebagaimana gambar berikut.



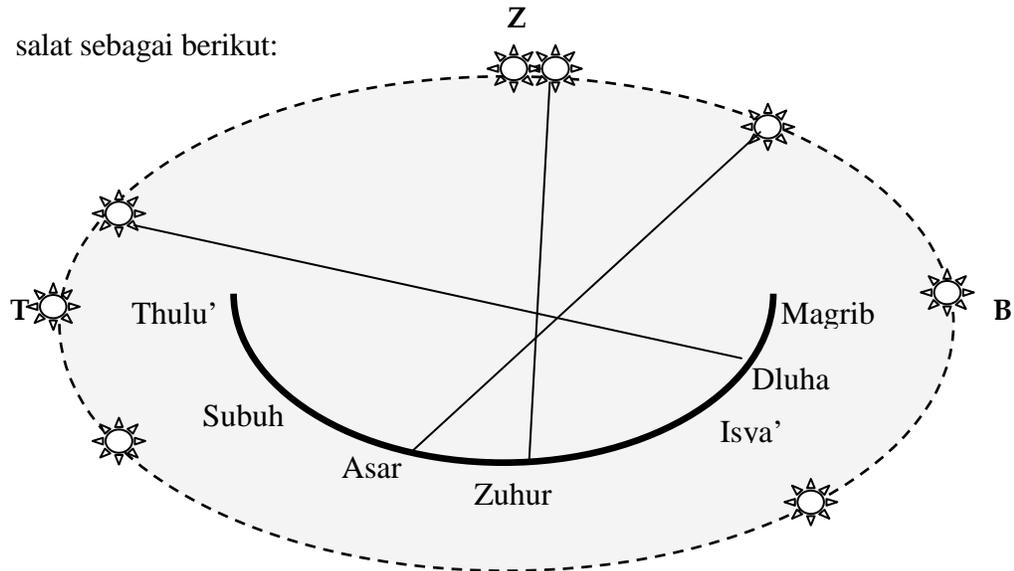
Gambar 1: Grafik waktu salat sehari semalam

Adapun posisi Matahari yang dijadikan pedoman waktu salat adalah sebagai berikut:



Gambar 2: Diagram posisi Matahari pada awal waktu salat

Selanjutnya, bayangan sinar Matahari tersebut direfleksikan ke dalam bentuk setengah lingkaran sehingga akan terbentuk posisi penempatan waktu salat sebagai berikut:



Gambar 3: Posisi waktu salat pada Jam Bencet

Cara menentukan waktu Zuhur pada Jam Bencet adalah dengan memperhatikan bayangan *gnomon* pada bidang *dial* Jam Bencet. Jika bayangan *gnomon* telah melewati garis tengah bidang *dial*, maka waktu Zuhur telah masuk. Waktu Zuhur didefinisikan terjadi setiap pukul 12.04 WIS (Waktu Istiwa')⁵, di manapun dan kapanpun.

Jika ditinjau dari segi konsepsi jam, ketika Matahari tepat mencapai titik kuliminasi untuk suatu tempat maka waktu di tempat tersebut didefinisikan sebagai pukul 12.00 AST⁶ tepat. Setiap selisih sudut ketinggian Matahari sebesar 15^0 berkaitan dengan selisih waktu satu jam, karena Bumi

⁵ Istiwa adalah fenomena astronomis saat posisi Matahari melintasi meridian langit. Istiwa juga dikenal dengan sebutan tengah hari (*midday/noonday*).

⁶ AST merupakan singkatan dari *Absolute Solar Time* atau sering disebut Waktu Matahari Mutlak. Lihat Dimsiki Hadi, *op.cit*, hlm.30.

berputar pada sumbunya selama 24 jam untuk sekali putar (360°). Dengan demikian, maka perubahan sudut ketinggian Matahari adalah $360^{\circ} / 24 \text{ jam} = 15^{\circ} / \text{jam} = 0,25^{\circ}$ per menit.

Kemudian bila dihubungkan dengan awal waktu Zuhur yaitu ketika Matahari telah tergelincir dari titik zenit. Tergelincir ini diartikan bahwa lingkaran Matahari sebelah timur tampak menyinggung garis vertikal suatu tempat, maka sudut jam yang terkait adalah sekitar $0,25^{\circ}$ atau berkaitan dengan waktu ± 1 menit. Dari sini dapat diketahui bahwa awal waktu Zuhur adalah pukul 12.01 AST.⁷

Namun, jika tergelincir pada awal waktu Zuhur diartikan Matahari telah menempuh sudut jam sebesar 1° atau berkaitan dengan waktu 4 menit, maka awal waktu Zuhur adalah pukul 12.04 AST, sesuai dengan pendapat Mishbachul Munir. Di sini, penulis berpendapat bahwa secara teoritis antara waktu kulminasi dengan masuknya waktu Zuhur membutuhkan waktu 1 menit, tetapi untuk faktor keamanan harus ditambahkan ikhtiyat 2-3 menit.

Sementara masuknya waktu Asar pada Jam Bencet adalah ketika bayangan *gnomon* telah menyentuh garis awal waktu Asar pada *dial* Jam Bencet. Waktu Asar terjadi antara jam 03.10-03.30 WIS.

Berdasarkan hadis Nabi, masuknya awal waktu Asar dimulai pada saat bayang-bayang suatu benda sama panjangnya dengan benda itu sendiri. Namun, ketentuan tersebut hanya berlaku bila Matahari berkulminasi tepat di

⁷ Dimsiki Hadi, *op.cit*, hlm.105.

titik zenit di mana benda yang berdiri tegak lurus tidak mempunyai bayang-bayang sama sekali. Kulminasi Matahari di titik zenit tersebut terjadi apabila harga lintang tempat sama dengan deklinasi Matahari.

Jika harga lintang berbeda dengan harga deklinasi, maka Matahari akan berkulminasi di selatan atau di utara titik zenit. Pada saat Matahari berkulminasi, suatu benda yang berdiri tegak lurus sudah memiliki panjang bayangan tertentu. Dalam keadaan seperti itu, ketentuan masuknya waktu Asar perlu ditakwil, yaitu ketika panjang bayangan benda sama tingginya dengan benda itu sendiri ditambah dengan panjang bayangan pada saat kulminasi.⁸

Namun, pada Jam Bencet tidak bisa diketahui pergerakan Matahari setiap harinya secara detail. Hanya menampilkan interval waktu Asar secara global. Untuk Januari, Februari, Maret berkisar antara pukul 03.30-03.10 WIS. Kemudian untuk Oktober, November, Desember antara pukul 03.10-03.30 WIS. Waktu Asar pada bulan Maret, April, Mei pada pukul 03.10-03.30 WIS. Untuk bulan Juni, Juli, Agustus, September pukul 03.30-03.10 WIS.

Tampilan interval yang masih global ini menyebabkan koreksi menit pada Jam Bencet tidak bisa diketahui dengan tepat dan pasti. Misalnya awal Asar untuk Kendal pada tanggal 7 Maret pada Jam Bencet adalah jam 03.10 WIS, sedangkan pada hasil perhitungan adalah jam 03.04 WIS.

⁸ Abd. Salam Nawawi, *Ilmu Falak (Cara Praktis Menghitung Waktu Salat, Arah Kiblat, dan Awal Bulan)*, Sidoarjo: Aqaba, cet.IV, 2009, hlm.25.

Sementara untuk mengetahui masuknya awal waktu Magrib, Isya', dan Subuh tidak bisa langsung menggunakan Jam Bencet karena Matahari tidak mungkin bersinar pada waktu-waktu tersebut. Dalam Jam Bencet, yang dijadikan pedoman adalah grafik awal waktu salat.

Untuk awal waktu Magrib berada antara interval pukul 05.55-06.20 WIS. Dengan rincian, pada bulan Januari sampai Juni waktu Magrib berkisar antara 06.20-05.55 WIS. Kemudian mulai Juli hingga Desember awal waktu Magrib pada pukul 05.55-06.20 WIS.

Selanjutnya untuk awal Isya' terjadi mulai interval pukul 07.10-07.35 WIS. Untuk bulan Januari hingga Juli awal Isya' terjadi antara pukul 07.35-07.10 WIS. Kemudian dari Agustus sampai Desember awal Isya' berangsur dari pukul 07.10-07.35 WIS.

Kemudian awal Subuh berkisar antara interval pukul 04.25-04.50 WIS. Mulai Januari sampai Agustus awal waktu Subuh terjadi pada pukul 04.25-04.50 WIS. Selanjutnya dari September hingga Desember awal waktu Subuh bergerak dari pukul 04.50-04.25 WIS.

Menurut analisa penulis, grafik waktu salat Magrib, Isya', dan Subuh pada bidang *dial* bukan sebagai penunjuk waktu salat, tetapi hanya menggambarkan perkiraan jam waktu salat-salat tersebut sehingga tidak bisa dijadikan pedoman penentuan awal waktu salat.

Pengaplikasian Jam Bencet ini tidak lepas dari adanya kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan Jam Bencet yaitu hanya dengan

memperhatikan bayangan Matahari akan langsung diketahui masuknya awal waktu salat tanpa harus menghitung terlebih dahulu. Melalui garis awal waktu salat yang ada, akan diketahui gambaran batasan-batasan waktu salat. Dengan mengetahui batasan waktu salat, kemungkinan mengerjakan salat di luar waktu akan bisa diminimalisir.

Sedangkan kekurangan dari Jam Bencet ini yaitu pemakaiannya yang hanya tergantung pada ada tidaknya sinar Matahari, sehingga alat ini tidak bisa bekerja dengan maksimal. Memang dalam Jam Bencet tersebut tergambar jelas lima waktu salat sekaligus. Namun, tetap saja tidak bisa diaplikasikan karena tidak ada cahaya Matahari yang menjadi nyawa dalam Jam Bencet ini.

Dari penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa penentuan awal waktu salat dengan Jam Bencet ini berpatokan dengan Matahari langsung dan juga mengacu pada perhitungan *rubu' mujayyab* (grafik waktu salat). Dalam penentuan waktu salat Zuhur dan Asar bisa langsung memperhatikan bayangan Matahari pada bidang *dial* Jam Bencet. Namun, untuk menentukan waktu Magrib, Isya', dan Subuh tidak bisa langsung menggunakan Jam Bencet karena grafik awal waktu salat pada bidang *dial* hanya menunjukkan perkiraan jam waktu salat sehingga sifatnya masih perkiraan.

B. Analisis Keakurasian Jam Bencet Karya K. Mishbachul Munir dalam Penentuan Awal Waktu Salat

Dalam penentuan jadwal waktu salat, data astronomi terpenting adalah posisi Matahari dalam koordinat horizon, terutama yang berhubungan dengan ketinggian atau jarak zenit. Fenomena yang dicari kaitannya dengan posisi Matahari adalah fajar (*morning twilight*), terbit, melintasi meridian, terbenam, dan senja (*evening twilight*).

Jam Bencet karya K. Mishbachul Munir ini tidak murni menggunakan patokan Matahari, tetapi dipadukan dengan perhitungan *rubu' mujayyab*. Terutama untuk waktu salat Magrib, Isya', dan Subuh karena pada saat itu Matahari tidak mungkin bersinar.

Keakurasian Jam Bencet dapat ditinjau dari dua sisi, yaitu sisi pemasangan alat dan ketelitian pembacaan grafik waktu salat. Pemasangan alat sangat berkaitan dengan bayangan *gnomon*, sehingga berpengaruh pada waktu yang dihasilkan. Pemasangan Jam Bencet karya Mishbachul Munir ini harus tepat menghadap ke utara atau selatan sejati karena berhubungan dengan pergerakan Matahari setiap harinya. Kesalahan pemasangan dapat menyebabkan Jam Bencet tidak menunjukkan waktu yang akurat.

Tabel perbandingan awal waktu salat Jam Bencet dan hisab kontemporer

Tanggal	Jam Bencet		Hisab Kontemporer	
	Zuhur	Asar	Zuhur	Asar
7 Januari 2012	12:04 WIS	03:30 WIS	12:00 WIS	03:26:16.33 WIS

15 Maret 2012	12:04 WIS	03:10 WIS	12:00 WIS	03:09:09.94 WIS
14 April 2012	12:04 WIS	03:20 WIS	12:00 WIS	03:21:35.99 WIS
26 April 2012	12:04 WIS	03:25 WIS	12:00 WIS	03:21:05.98 WIS
13 Mei 2012	12:04 WIS	03:25 WIS	12:00 WIS	3:21:49.71 WIS

Berdasarkan penelitian penulis pada 7 Januari 2012 di Musholla “Dzatul Kahfi” Kendal, awal waktu Zuhur untuk Kendal dengan data *ephemeris* adalah pukul 12.00 WIS. Namun, kriteria waktu Zuhur pada Jam Bencet adalah pukul 12.04 WIS, ketika bayangan *gnomon* telah keluar dari garis zawal sebesar 1^0 . Menurut penulis, selisih waktu Zuhur hisab kontemporer dan waktu Zuhur Jam Bencet bersifat konstan, karena kriteria yang digunakan sama.

Kemudian kriteria waktu Asar Jam Bencet adalah ketika bayangan *gnomon* telah menunjuk pada grafik waktu Asar Jam Bencet. Pada tanggal tersebut awal waktu Asar terhitung pada pukul 03.26 WIS. Sedangkan pada Jam Bencet pukul 03.30 WIS baru masuk waktu Asar. Jadi, pada tanggal tersebut waktu Asar kontemporer dan waktu Asar yang ditunjukkan Jam Bencet terdapat selisih 4 menit.

Juga penelitian penulis pada 14 April 2012 di tempat yang sama, awal waktu Asar pada Jam Bencet adalah ketika bayangan *gnomon* telah menunjuk pada grafik waktu Asar. Pada tanggal tersebut awal waktu Asar terhitung pada pukul 03.21 WIS. Sedangkan pada Jam Bencet pukul 03.20 WIS sudah masuk

waktu Asar (bayangan *gnomon* telah menyentuh garis waktu Asar). Jadi, pada tanggal tersebut waktu Asar kontemporer dan waktu Asar yang ditunjukkan Jam Bencet terdapat selisih 1 menit.

Juga penelitian penulis pada 26 April 2012, waktu Asar berdasarkan grafik adalah pukul 03.25 WIS, sementara menurut perhitungan penulis dengan data *ephemeris* waktu Asar masuk pada pukul 03.21 WIS. Dari sini tampak bahwa ada selisih 4 menit antara kriteria waktu Asar Jam Bencet dan hisab kontemporer.

Berdasarkan penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa pengaplikasian Jam Bencet dalam penentuan awal waktu salat sangat tergantung pada ketepatan utara sejati dan ketelitian pembacaan grafik. Karena grafik yang relatif kecil, orang yang melihat harus memperkirakan sendiri kapan waktu salat sudah masuk. Menurut penulis, penggunaan Jam Bencet untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar untuk Kendal relatif cukup akurat karena selisih dengan hisab kontemporer berkisar antara 1-4 menit saja.

Di bawah ini adalah contoh perhitungan waktu salat kota Kendal pada tanggal 7 Januari 2012 metode kontemporer dengan dan tanpa data *equation of time* dan ikhtiyat serta perhitungan dengan *rubu' mujayyab* :

Hisab Kontemporer dengan (<i>e</i>) dan ikhtiyat		Hisab Kontemporer tanpa (<i>e</i>) dan ikhtiyat	
Lintang (φ)	-6° 57' (LS)	Lintang (φ)	-6° 57' (LS)
Bujur (λ)	110° 11' (BT)	Bujur (λ)	110° 11' (BT)

Deklinasi (δ)	-22° 26' 39"	Deklinasi (δ)	-22° 26' 39"
Equation of Time	-0° 05' 55"	Equation of Time	-
Ikhtiyat	0° 03'	Ikhtiyat	-
Hasil Perhitungan			
Zuhur	11 : 48	Zuhur	12 : 00 : 00
Asar	15 : 14	Asar	03:26:16.33
Magrib	18 : 04	Magrib	06: 15: 54,75
Isya'	19 : 14	Isya'	07:26:37,36
Subuh	04 : 12	Subuh	04:24:22,96

Hisab dengan <i>Rubu' mujayyab</i> (WIS)	
Lintang (ϕ)	6° 57'
Bujur (λ)	110° 11'
Mail Awal	22° 55' Januby
Zuhur	12 : 04 : 00
Asar	03 : 25 : 52
Magrib	06 : 15 : 50
Isya'	07 : 26 : 40
Subuh	04 : 25 : 00

Berdasarkan perhitungan penulis dengan hisab kontemporer tanpa data e dan ikhtiyat, diketahui bahwa pada tanggal 7 Januari 2012 di Kendal, awal waktu Zuhur adalah pukul 12.00 WIS. Awal waktu Asar pada pukul 03:26:16.33 WIS. Kemudian awal waktu Magrib pukul 06:15:54,75 WIS, awal waktu Isya' pada pukul 07:26:37,36 WIS, dan awal waktu Subuh pada pukul 04:24:22,96 WIS.

Sementara waktu salat berdasarkan perhitungan dengan *rubu' mujayyab* di atas, awal waktu Zuhur adalah pukul 12.04 WIS, awal Asar pukul 03:26:00 WIS, Magrib pada pukul 06:15:50 WIS, awal Isya' pukul 07.26:40 WIS, dan awal Subuh ketika pukul 04:25:00 WIS.

Perhitungan dengan *rubu' mujayyab* dalam Jam Bencet ini meskipun sudah dapat dikatakan akurat namun ketelitiannya harus diperhatikan. Karena data yang dihasilkan harus dibagi 60 (*sexagesimal*), sehingga data yang dihasilkan dinilai masih kasar. Oleh karena itu, ketika melakukan perhitungan dengan menggunakan *rubu' mujayyab* memerlukan kehati-hatian dan harus sangat teliti ketika melakukan pengukuran. Berdasarkan perhitungan penulis pada tanggal dan data yang sama, terdapat selisih antara perhitungan *ephemeris* dengan perhitungan *rubu' mujayyab*. Selisih yang dihasilkan bervariasi, berkisar antara 0-4 menit. Keakuratan *rubu' mujayyab* memang tergantung pada hasib. Semakin teliti sang hasib, maka selisih yang dihasilkan semakin kecil.

Yang sering menjadi kendala, banyak yang tidak memahami bagaimana cara menjaga hasil ukuran atau hitungan *rubu' mujayyab* agar tetap valid. Untuk perhitungan waktu salat misalnya, belum memperhitungkan perata waktu. Jika dalam perhitungan memasukkan data perata waktu maka hasilnya akan lebih akurat dan mendekati perhitungan kontemporer.

Selanjutnya, untuk menguji keakurasian grafik awal waktu salat pada Jam Bencet, penulis akan membandingkan waktu Asar Jam Bencet dengan

waktu Asar tongkat istiwa'. Pertama ditentukan dulu panjang bayang bayang awal waktu Asar dan azimutnya bagi satu kota, misalkan Kendal. Kemudian dilakukan pengukuran pada bidang datar, dengan cara memberi tanda titik pada ujung tiap bayang-bayang sesuai azimutnya masing masing. Kemudian titik- titik tersebut dihubungkan satu sama lain sehingga membuat garis dari utara ke selatan dengan variasi lengkungannya, itulah garis awal Asar.

Untuk menghitung panjang bayang-bayang awal Asar, data yang dibutuhkan adalah lintang tempat, deklinasi Matahari, dan panjang tongkat yang akan dicari panjang bayangannya. Sedangkan untuk menghitung azimut bayang bayang awal Asar, selain data tersebut, diperlukan pula data sudut waktu awal Asar.

Adapun rumus yang bisa digunakan adalah sebagai berikut⁹:

- a) Z_m (jarak zenit Matahari saat berkulminasi) dengan rumus:

$$Z_m = [\varphi - \delta]$$

- b) Panjang bayang-bayang awal Asar dengan rumus: Panjang bayang-bayang = $\text{tgn } z_m + 1$

- c) Tinggi Matahari awal Asar, dengan rumus: $\text{cotg } h_a = \text{tg } z_m + 1$

- d) Sudut waktu awal Asar: $\sin t = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos h$

- e) Azimuth bayang-bayang: $\text{cotg } A = \sin \varphi / \text{tg } t - \cos \varphi \tan \delta / \sin t$

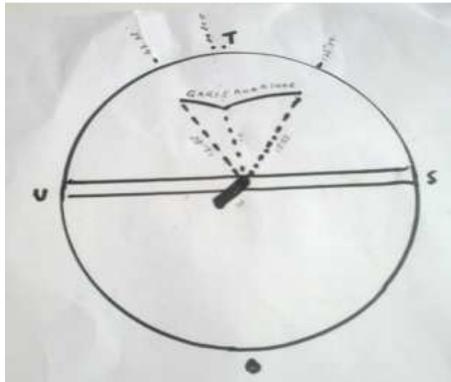
Daftar bayang-bayang Matahari waktu Asar untuk kota Kendal dengan

$\varphi = -6^{\circ} 57'$, dan panjang tongkat 10 cm:

⁹ Wawancara dengan Bapak Manshur Alkaf via facebook pada 29 Februari 2012.

Deklinasi	Panjang bayang-bayang (cm)	Azimuth bayang- bayang
23 ⁰ 30'	15,99	125 ⁰ 30' 57"
20 ⁰ 00'	15,08	121 ⁰ 03' 10"
17 ⁰ 30'	14,55	117 ⁰ 54' 13"
15 ⁰ 00'	14,03	114 ⁰ 47' 10"
12 ⁰ 30'	13,53	111 ⁰ 41' 43"
10 ⁰ 00'	13,05	108 ⁰ 37' 24"
7 ⁰ 30'	12,58	105 ⁰ 33' 33"
5 ⁰ 00'	12,12	102 ⁰ 29' 20"
2 ⁰ 30'	11,66	99 ⁰ 23' 42"
0 ⁰	11,22	96 ⁰ 15' 27"
-2 ⁰ 30'	10,78	93 ⁰ 03' 13"
-5 ⁰ 00'	10,34	90 ⁰ 14' 31"
-7 ⁰ 30'	10,09	86 ⁰ 18' 42"
-10 ⁰ 00'	10,53	82 ⁰ 47' 27"
-12 ⁰ 30'	10,97	79 ⁰ 23' 44"
-15 ⁰ 00'	11,49	76 ⁰ 06' 46"
-17 ⁰ 30'	11,86	72 ⁰ 51' 57"
-20 ⁰ 00'	12,32	69 ⁰ 42' 43"
-23 ⁰ 30'	12,97	65 ⁰ 16' 09"

Dari tabel tersebut, dapat dibuat garis bayang-bayang awal Asar seperti gambar dibawah ini :



Gambar 5: Tongkat istiwa'



Gambar 6: Jam Bencet

Apabila bayang-bayang Matahari di sore hari telah menyentuh garis lengkung di sebelah barat yang disebut sebagai “garis awal Asar”, maka waktu salat Asar telah masuk. Garis awal Asar pada tongkat istiwa’ (gambar 5) nampak berbeda dengan garis Asar pada Jam Bencet Mishbachul Munir (gambar 6), karena pada Jam Bencet tersebut yang menjadi patokannya hanya bilangan jam waktu Asar.

Perbedaan grafik ini menyebabkan kriteria awal Asar pada Jam Bencet kurang sesuai dengan kenyataan di lapangan. Misalkan saja awal Asar pada 14 April 2012, waktu Asar pada bidang *dial* Jam Bencet adalah pukul 03.20 WIS. Berdasarkan perhitungan penulis dengan hisab kontemporer, waktu Asar baru masuk pada pukul 03.21 WIS. Jadi, pada saat bayangan *gnomon* Jam Bencet telah menyentuh garis awal Asar ternyata menurut perhitungan kontemporer waktu Asar belum masuk.

Mishbachul Munir membuat satu jenis grafik waktu salat tetapi berlaku untuk daerah di Indonesia baik lintang utara atau selatan. Menurutnya,

semua awal atau akhir waktu salat waktunya sama, yang membedakan hanya jam daerahnya saja. Mishbachul Munir menggunakan ikhtiat lima menit agar grafik waktu salat bisa mencakup semua lintang tempat. Setelah melakukan pengecekan, penulis menemukan bahwa lintang selatan terbesar di Indonesia adalah $10^{\circ} 12'$ LS yaitu kota Kupang NTT dan lintang utara terbesar $05^{\circ} 54'$ LU¹⁰ yaitu kota Sabang belum memenuhi kriteria waktu salat pada Jam Bencet. Utamanya untuk waktu salat paling awal di daerah tersebut.¹¹

Jadi, menurut penulis grafik waktu salat Jam Bencet karya Mishbachul Munir tidak bisa digunakan di semua lintang tempat karena lintang tempat berkaitan dengan posisi matahari sebagai penunjuk waktu. Sehingga pembuatan grafik waktu salat sebaiknya menyesuaikan lintang tempat masing-masing daerah.

Apabila jam Matahari dibandingkan dengan jam biasa (*chronometer*) yang jalannya baik dan teliti, maka akan terlihat bahwa kedua penunjuk waktu itu tidaklah sama karena jam Matahari itu tidak teratur dan tidak tetap jalannya. Karena itulah jam Matahari tidak bisa dipakai sebagai patokan untuk memperoleh pembagian waktu yang rata. Untuk memperoleh pembagian waktu yang rata, maka harus disesuaikan berdasarkan pergerakan Matahari khayalan (*middelbare zon*).¹²

¹⁰ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.

¹¹ Daftar waktu salat terlampir.

¹² I Made Sugita, *op. cit.*, hlm.91.

Perata waktu (*tijdsvereffening*) adalah koreksi yang dapat digunakan untuk menghitung selisih waktu Matahari rata-rata (pertengahan) dengan waktu Matahari nyata. Koreksi ini berbeda dari hari ke hari. Adapun selisih waktu itu tidak akan melebihi 16 menit.¹³

Pada saat Matahari hakiki mencapai titik meridian, Matahari pertengahan kadang masih berada di sebelah timur meridian atau di sebelah baratnya.¹⁴ Dalam kondisi demikian, waktu hakiki menunjukkan pukul 12.00 dan berlaku sama untuk setiap harinya, tetapi menurut waktu pertengahan hari belum pukul 12.00. Misalnya waktu pertengahan adalah pukul 11.55, maka perata waktunya adalah $12.00 - 11.55 = + 5$ menit. Namun, jika Matahari pertengahan mendahului Matahari hakiki, waktu hakiki menunjukkan pukul 12.00 dan waktu pertengahan menunjukkan pukul 12.05, maka perata waktunya yaitu $12.00 - 12.05 = -5$ menit.

Perata waktu (*equation of time*) juga berfungsi untuk mengetahui perbedaan yang variatif antara *true time*¹⁵ dengan *solar time*¹⁶ selama setahun. *Equation of time* ini merupakan data yang mutlak digunakan dalam perhitungan waktu salat metode kontemporer dengan data *ephemeris*. Adapun rumusannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Perata waktu} = \text{solar time} - \text{true time}$$

¹³ *Ibid.*

¹⁴ Abd. Rachim, *op. cit.*, hlm.47.

¹⁵ *True time* adalah waktu yang ditunjukkan oleh Matahari hakiki.

¹⁶ *Solar time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk gerak Matahari semu yang bergerak dengan kecepatan konstan melewati equator atau di waktu-waktu yang lain melewati bidang ekliptik.

Data ini diperlukan karena gerakan Matahari di langit tidak selalu pada kecepatan yang sama (tidak bersifat konstan). Dengan demikian penggunaan data perata waktu (e) sangat dibutuhkan jika waktu dalam Jam Bencet dirubah menjadi waktu pertengahan. Pada saat tertentu, perata waktu bisa bernilai nol (0 menit) yakni 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.¹⁷ Dengan demikian, waktu pertengahan dengan waktu hakiki terjadi pada waktu yang sama dan tidak ada koreksi.

Alasan penggunaan Jam Bencet pada saat ini adalah untuk melestarikan warisan para ulama' dahulu. Sampai saat ini, Jam Bencet dianggap akurat oleh sebagian masyarakat karena langsung berpedoman dengan Matahari. Keberadaan Jam Bencet tetap dipertahankan sebagai penanda jejak peradaban dan daya cipta manusia dalam menghitung waktu.

Namun, seiring dengan perkembangan zaman, Jam Bencet dianggap tidak praktis dan umat Islam beralih menggunakan jam digital. Salah satu penyebabnya adalah karena Jam Bencet sangat bergantung pada cahaya Matahari, ketika tidak ada Matahari praktis Jam Bencet tidak lagi berfungsi. Apalagi ketika musim hujan, Jam Bencet hanya sebagai pajangan di halaman masjid. Umat Islam tetap harus memakai jam digital untuk menentukan waktu

¹⁷ Abd. Rachim, *op.cit*, hlm. 49.

salat. Kalau hal ini dibiarkan terus menerus maka eksistensi Jam Bencet akan terancam.

Menurut hemat penulis, Jam Bencet karya Mishbachul Munir ini masih bisa dipakai pada konteks zaman sekarang. Karena pada dasarnya instrumen falak seperti Jam Bencet, *rubu' mujayyab*, kalkulator, dan software-software falak tentu memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Sehingga, Jam Bencet tidak bisa dinomorduakan begitu saja. Dalam perkembangannya perlu dilakukan perbaikan dan pengembangan metode, koreksi, maupun konsep-konsep yang ada pada alat tersebut, sehingga keakuratannya bisa dipertanggungjawabkan dan penggunanya yakin bahwa salatya telah dilaksanakan pada waktu yang tepat.

Penggunaan Jam Bencet karya K. Mishbachul Munir untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar relatif cukup akurat. Berdasarkan penelitian penulis di Kendal, bayangan *gnomon* Jam Bencet pada waktu Zuhur dan Asar mendekati perhitungan dengan hisab kontemporer. Selisih waktu salat pada Jam Bencet dan waktu salat dengan metode kontemporer berkisar antara 1-4 menit. Akan tetapi, Jam Bencet tidak bisa dijadikan pedoman untuk menentukan awal waktu Magrib, Isya', dan Subuh karena waktu salat yang ditunjukkan melalui grafik hanya sebatas perkiraan.