

BAB IV

ANALISIS SEJARAH DAN AKURASI *BENCET* MASJID TEGALSARI LAWEYAN SURAKARTA

A. Analisis Sejarah *Bencet* di Masjid Tegalsari Laweyan Surakarta

Bencet di Masjid Tegalsari Surakarta merupakan jam Matahari yang memiliki umur yang cukup tua dibandingkan dengan jam Matahari lainnya di Indonesia. Keberadaan *bencet* telah ada sejak Masjid Tegalsari Surakarta didirikan pada tahun 1928.¹ Masjid Tegalsari dibangun dengan biaya pribadi ulama kharismatik dari kampung Tegalsari yang bernama H. Ahmad Shofawi. Para ulama kampung Tegalsari sepakat mendirikan sebuah masjid secara mandiri tanpa dukungan pihak kraton pada tempo dulu.

1. Analisis Pembuatan *Bencet* Masjid Tegalsari

Bencet di Masjid Tegalsari dibuat oleh salah satu pemrakarsa pembangunan Masjid Tegalsari yang bernama H. Achmad Asy'ari. Achmad Asy'ari sendiri pernah menimba ilmu falak kepada Kyai Bawean yang bernama Kyai Asy'ari yang merupakan guru K. H. Ahmad Dahlan, pendiri organisasi Muhammadiyah.²

Apabila melihat salah satu pendiri yaitu Muhammad Adnan, yang merupakan putra dari Pengulu Kraton Tafsir Anom V yang memiliki

¹<http://www.nu.or.id/a,public-m,dynamic-s,detail-ids,44-id,43707-lang,id-c,nasional-t,Jam+Bencet+di+Masjid+Tegalsari-.php> diakses pada jam 11.30 WIB tanggal 10 Maret 2014.

² Danur Hadi Prasjojo dkk, *Ritual Dalam Pembangunan Masjid. Studi Kasus Pembangunan Masjid Tegalsari Surakarta*. Surakarta: Yayasan Ta'mirul Masjid Tegalsari Surakarta dan SMP Ta'mirul Islam Surakarta, 2008, hlm. 11.

wawasan dalam berbagai bidang ilmu. Sebagai putra Pengulu Kraton, ia diajarkan berbagai disiplin ilmu agama untuk menjalankan tugas seorang pegulu Kraton.³ Dalam bukunya yang berjudul *Penafsiran al-Qur'an Penghulu Kraton Surakarta: Interteks dan Ortodoksi*, Akhmad Arif Junaidi menulis tentang tugas pengulu yang berbunyi:

“Berdasarkan surat keputusan (*piyagem*) yang dikeluarkan oleh Sri Susuhunan Pakubuwana II pada tahun 1655 J/1726 M, tugas pengulu adalah menjalankan syari‘at Islam, mengadili perkara perkawinan, waris, wasiat, hukum pancung, menjalankan salat hajat, memohon keselamatan kerajaan pada Allah, mendoakan supaya kemuliaan tetap tercurahkan pada raja, isteri, putra-putri, keluarga, rakyat seluruh wilayah Jawa. Pengulu juga bertugas menghitung penanggalan dan jam berdasarkan bayang-bayang Matahari, ahli dalam hukum perbintangan, dan menguasai segala macam kitab yang dipakai untuk mengukum secara adil.”⁴

Dengan melihat tugas dari seorang pengulu kraton Surakarta pada masa itu, maka seorang pengulu diwajibkan menguasai ilmu di bidang penanggalan, jam dengan bayang-bayang Matahari, dan perbintangan yang merupakan bagian dari ilmu astronomi atau falak. Pengulu Tafsir Anom sendiri merupakan sebuah jabatan keagamaan yang diberikan secara turun-menurun di kraton Surakarta. Walaupun tidak ada peraturan tertulis mengenai jabatan keagamaan ini, namun tokoh-tokoh yang menduduki memiliki garis keturunan dengan pengulu sebelumnya.⁵

Jabatan Tafsir Anom setelah ayahnya dipegang oleh adiknya, namun Muhammad Adnan pernah menjabat sebagai pengulu dengan

³ Ahkmad Arif Junaidi, *Penafsiran al-Qur'an Penghulu Kraton Surakarta: Interteks dan Ortodoksi*, Semarang:Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2012, hlm. 138.

⁴ *Ibid*, hlm. 135.

⁵ *Ibid.*, hlm. 133-134.

nama *Hoofd Pengulu Landraad* pada pemerintahan Hindia Belanda di Surakarta.⁶ Dengan demikian sebagai seorang pegulu, Muhammad Adnan menguasai ilmu-ilmu yang dapat digunakan untuk menjalankan tugas sebagai seorang pengulu, salah satunya ilmu Falak yang meliputi penanggalan, perhitungan jam dengan bayangan Matahari dan ilmu perbintangan.

Telah diketahui bahwa Muhammad Adnan merupakan arsitektur berdirinya Masjid Tegalsari. Sebagai arsitek yang mendisain masjid, dan seorang yang mengetahui ilmu Falak, maka keberadaan *bencet* ini merupakan suatu hal yang penting sebagai penunjuk waktu ibadah, mengingat pada waktu itu penggunaan alat penunjuk waktu hanya dimiliki oleh sebagian kecil orang Indonesia.

Dengan demikian, dapat diasumsikan bahwa Muhammad Adnan mendisain bagian serambi Selatan Masjid Tegalsari sebagai tempat dibuatnya *bencet* sebagai petunjuk waktu. Penempatan *bencet* pada serambi Selatan masjid dinilai sangat strategis mengingat ruangan *bencet* berada terletak di samping ruang utama sehingga penentuan waktu salat Zuhur dapat dicek secara langsung tanpa harus berjalan jauh. Dalam pembangunan Masjid Tegalsari, terdapat beberapa staf ahli dibidangnya. Untuk tugas pengerjaan *bencet* itu sendiri dibuat dan disain secara langsung oleh K. H. Achmad Asy'ari yang terkenal sebagai ahli Falak pada masanya.

⁶ Danur Hadi Prasajo dkk, *op. cit.*, hlm. 10.

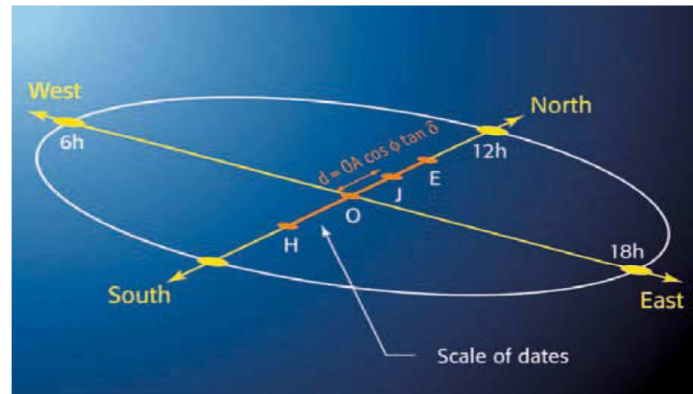
2. Analisis Fisik *Bencet* Masjid Tegalsari

Bencet di Masjid Tegalsari Surakarta dapat dikatakan jam Matahari Horizontal. Hal tersebut dilihat dari bentuk bidang *dial*nya yang berbentuk mendatar atau horizontal. Perbedaan yang mendasar dari jam Matahari Horizontal pada umumnya dengan *bencet* di Masjid Tegalsari terletak pada *gnomon*nya. *Gnomon* yang dimiliki *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta tegak lurus dengan titik pusat *bencet*, sedangkan *gnomon* jam Matahari Horizontal memiliki sudut kemiringan sebesar lintang daerah jam Matahari itu berada.⁷ Konsep yang dimiliki *bencet* memiliki persamaan dengan *analemmatic sundial*.

Analemmatic Sundial sendiri merupakan salah satu bentuk dari jam Matahari Horizontal. *Analemmatic Sundial* memiliki garis berbentuk elips sebagai garis penunjuk jam. Garis tersebut merupakan proyeksi bentuk dari lingkaran langit. Jam Matahari jenis ini memiliki *gnomon* vertikal yang dipindah-pindah. Perpindahan *gnomon* dari satu titik ke titik pada daerah Utara-Selatan sejati berdasarkan pergerakan gerak semu Matahari, sehingga *gnomon* diletakkan pada tempat yang berbeda setiap harinya yang menunjukkan tanggal pada hari tersebut. Dengan demikian, bayangan yang terbentuk akan memotong garis

⁷Denis Savoie, *Sundials: Design, Construction, and Use*, Chichester: Praxis Publishing, 2009, hlm 67.

elips yang menjadi garis penunjuk waktu dan waktu hakiki ditunjukkan oleh bayangan tersebut.⁸



Sumber: buku , Sundials: Design, Construction, and Use

Gambar 4.1.

Konsep bidang *dial Analemmatic sundial* yang mirip dengan *bencet* di Masjid Tegalsari

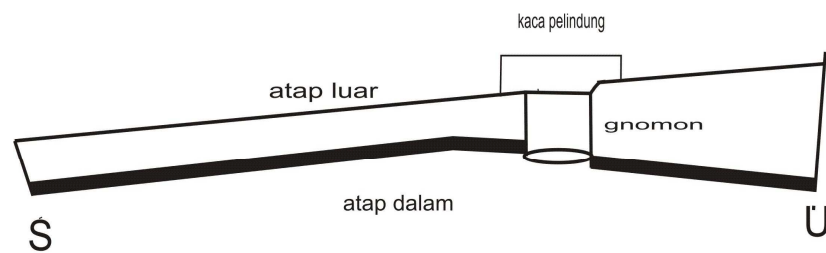
Konsep perpindahan *gnomon* tersebut seperti perpindahan sinar Matahari yang menjadi *gnomon* pada *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta. Perbedaan sinar Matahari yang jatuh pada tiga garis Utara-Selatan sejati pada *bencet* tersebut dapat menunjukkan tanggal hari tersebut. Perbedaan yang mendasar pada kedua bentuk jam Matahari ini terletak pada garis penunjuk jam. Garis petunjuk jam pada *Analemmatic sundial* berada pada garis elips, sedangkan untuk *bencet* di Masjid Tegalsari tidak memilikinya. Namun apabila ada, maka garis penunjuk jamnya akan sejajar dengan garis tengah Utara-Selatan *bencet*.

Setelah melakukan pengamatan, atap Masjid Tegalsari terdiri dari dua lapis yaitu seng pada bagian luar dan dari kayu jati pada bagian

⁸*Ibid.*, hlm. 112.

dalam. Bentuk atap bagian luar dan bagian dalam berbeda dalam kemiringannya. Atap bagian luar miring dengan arah utara lebih tinggi dari selatan. Kemiringan atap diperkirakan tidak lebih dari 5° . Sedangkan untuk bagian dalam serambi yang berupa kayu jati, memiliki kemiringan ke kedua sisinya, yaitu pada tengah-tengah atap serambi menjorok ke atas sehingga setengah bagian sisi Utara-Selatan lebih rendah dari langit-langit bagian tengah.⁹

Kwali besi tempat lubang *gnomon* berada terletak sisi Utara atap bagian dalam serambi masjid dengan kaca berbentuk persegi pada bagian atasnya. Kaca persegi berfungsi sebagai pelindung lubang agar terhindar dari air yang masuk saat hujan. Kwali besi tempat lubang *gnomon* berada datar dan tidak miring seperti atap masjid bagian dalam maupun luar.



Gambar 4.2.
Ilustrasi dari bagian atap serambi selatan Masjid Tegalsari apabila dilihat dari samping

Berbicara mengenai ciptaan bangunan maka tak lepas dari sisi arsitektur. Bangunan kuno memiliki sejarah ruang arsitektur serta nilai

⁹ pengamatan dilakukan saat penulis melakukan observasi secara langsung terhadap *bencet*.

historis-filosofis bangunan yang besar.¹⁰ Seperti yang telah disebutkan pada bab sebelumnya, bahwa *bencet* di Masjid Tegalsari merupakan arsitektur dari masjid tersebut. Antara masjid dengan *bencet* merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Tak jarang setelah memiliki umur yang cukup panjang bangunan-bangunan tua akan direnovasi menyeluruh maupun sebagian yang akan merubah bentuk bangunan tersebut. Adapun beberapa renovasi yang tidak melihat akan nilai-nilai sejarah yang terdapat pada bangunan tersebut dapat merusak ataupun menghilangkan jejak sejarah yang ada.¹¹ Dalam kasus ini terjadi pada *bencet* di Masjid Tegalsari. Dalam perjalanan waktu yang dilewati, *bencet* tidak mengalami perubahan sama sekali hingga awal tahun 2010.

Pada masa sebelumnya, renovasi Masjid Tegalsari hanya meliputi hal-hal kecil yang perlu diperbaiki, seperti pengecatan pada dinding dan sebagainya, akan tetapi awal tahun 2010, terjadi renovasi pada atap luar bagian tepi Masjid Tegalsari yang terbuat dari seng tak terkecuali atap bagian selatan masjid dimana lubang *bencet* berada. Renovasi dilakukan karena atap bagian luar yang terbuat dari seng telah berkarat dan mulai bocor. Mengetahui hal tersebut, pengurus masjid melakukan perbaikan atap bagian luar tersebut tanpa memberitahukan kepada Syakur selaku pengelola *bencet* pada waktu itu. Pergantian seng tersebut menyebabkan tertutupnya kwali besi

¹⁰Ana Prasetya, *Thesis: Perlindungan Karya Cipta bangunan Kuno/Bersejarah di Kota Semarang Sebagai Warisan Budaya Bangsa*, Semarang, hlm. 75.

¹¹*Ibid.*

tempat *gnomon* berada tertutup. Atap baru yang terbuat dari alumunium menyebabkan sinar Matahari yang masuk ke dalam serambi masjid melalui lubang *gnomon* tertutup selama 3 hari. Menyadari hal tersebut, pengelola masjid kemudian melakukan renovasi terhadap atap yang terdapat lubang *gnomon* tersebut. Karena kejadian seperti itu belum pernah terjadi sebelumnya, maka Syakur melakukan berbagai cara untuk memperbaikinya. Hal pertama yang dilakukan yaitu dengan memasukkan paku agar seng yang menutupinya tembus. Cara tersebut gagal. Cara selanjutnya dengan memotong persegi atap luar yang menutupi kwali lubang *gnomon* tersebut dan berhasil. Ia menambahkan kaca persegi sebagai tanda dan penghalang air agar tidak masuk ke dalam masjid.¹²

Renovasi ini sendiri menyebabkan perubahan pada ukuran sinar Matahari yang masuk ke dalam serambi menjadi lebih besar. Dari yang ukuran awal tepat diantara tiga garis sejajar yang menunjukkan arah utara-selatan sejati yang berdiameter 3,4 cm menjadi lebih dari ukuran sebelumnya menjadi 4 cm¹³. Perubahan ukuran sinar Matahari yang digunakan sebagai petunjuk waktu disebabkan cara yang dilakukan pengelola dalam melakukan renovasi terdapat kesalahan sehingga lubang pada *gnomon* menjadi lebih lebar dari sebelumnya. kesalahan yang terjadi karena pengelola *bencet* belum pernah mengalami

¹² Wanwancara dengan Syakur selaku pengelola *bencet* dan Masjid Tegalsari pada tanggal 23 Februari 2014.

¹³Data diambil oleh peneliti saat melakukan observasi.

renovasi terhadap *bencet* tersebut sehingga cara-cara yang dilakukan untuk mengembalikan fungsi *bencet* tidak sesuai dengan standar.

Hal tersebut membuat pengelola mengambil keputusan bahwa waktu *istiwa*' terjadi ketika sinar Matahari nampak ditengah-tengah garis dengan kelebihan di dua sisi yang sama.¹⁴

3. Analisis Penggunaan *Bencet* Masjid Tegalsari

Sebagai jam Matahari, *bencet* di Masjid Tegalsari berfungsi sebagai penunjuk jam. *Bencet* tersebut hanya dapat digunakan sebagai penunjuk jam dalam jangka waktu yang relatif singkat yaitu sekitar 4 jam. Dalam perjalanannya, masyarakat mulai meninggalkan *bencet* tersebut sebagai penunjuk waktu karena kehadiran jam digital yang lebih praktis digunakan sebagai penunjuk waktu. Hanya pengurus masjid yang menggunakannya sebagai penunjuk waktu yang dikomparasikan dengan jam digital. Jadi jam digital yang digunakan akan menunjukkan *local mean time*, bukan *greenwitch mean time* seperti yang biasa digunakan oleh masyarakat pada umumnya. Jam digital tersebut diselaraskan dengan *bencet* secara langsung beberapa hari sekali (biasanya 3 hari) pada tengah hari,¹⁵ yang mana *bencet* tersebut benar-benar menunjukkan jam 12 tepat.¹⁶ Dengan beralihnya masyarakat terhadap penggunaan *bencet*, maka animo masyarakat

¹⁴Wawancara dengan Syakur selaku pengelola *bencet* dan Masjid Tegalsari pada tanggal 23 Februari 2014.

¹⁵Pegecakan *bencet* tergantung pada kondisi cuaca, yang membuat *bencet* tersebut dapat digunakan sebagaimana semestinya

¹⁶Wawancara dengan Syakur selaku pengelola *bencet* dan Masjid Tegalsari pada tanggal 23 Februari 2014

untuk mengetahui waktu hakiki dengan *bencet* tersebut menurun sangat drastis.

Selain itu, *bencet* di Masjid Tegalsari hanya dapat digunakan sebagai penunjuk awal waktu salat Zuhur ataupun Jum'at. Waktu Zuhur dimulai sejak Matahari tergelincir, yaitu sesaat setelah seluruh bundaran Matahari meninggalkan titik kulminasi dalam peredaran hariannya. Biasanya waktu Zuhur dimulai sekitar 2 menit setelah *istiwa*'.¹⁷ Pada saat tersebut, awal waktu Zuhur matahari berada pada titik *meridian*, maka sudut waktu salat Zuhur akan menunjukkan 0° dan waktu telah menunjukkan jam 12 menurut waktu Matahari hakiki.¹⁸

Mengenai awal waktu salat Zuhur, para ulama' sependapat bahwa dimulai 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, Syafi'i, Abu Tsaur dan Daud). Sedangkan pendapat Imam Abu Hanifah ketika bayang-bayang benda sama dengan dua kali bendanya.¹⁹

Menurut Imam Malik akhir waktu Dzuhur adalah waktu *musyatarok* (waktu untuk dua shalat), Imam Syafi'i, Abu Tsaur dan

¹⁷M. Yusuf Harun, *Pengantar Ilmu Falak*, Banda Aceh : Yayasan Pena, 2008, hlm. 19-20.

¹⁸Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta : BuanaPustaka, 2004, hlm. 88.

¹⁹Al Faqih Abul Wahid Muhammad Bin Ahmad Bin Muhammad Ibnu Rusyd, *Bidayatul Mujatahid Analisa Fiqih Para Mujtahid*, di terjemahkan oleh Imam Ghazali dkk, dari *Bidayatul Mujtahid Wa Nihayatul Muqtasid*, Jakarta : Pustaka Amani, 2007, hlm. 66

Daud berpendapat akhir waktu Dzuhur adalah masuk waktu Ashar; yaitu ketika panjang bayang-bayang suatu benda melebihi panjang benda sebenarnya.²⁰

Ketika sinar Matahari pada *bencet* berada pada tiga garis utara-selatan yang sejajar, maka waktu tersebut merupakan waktu *istiwa'*. Pada saat itu, belum masuk waktu Zuhur, namun ketika sinar Matahari telah melewati ketiga garis sejajar dan berada di timur garis tersebut, maka telah memasuki waktu Zuhur. Fungsi tersebut masih dilakukan oleh pengelola masjid dari awal pembuatannya sampai sekarang.

Untuk memaksimalkan fungsi *bencet* sebagai penunjuk awal waktu salat, pengelola masjid memakai jam digital sebagai acuan untuk awal waktu salat Asar, Magrib, Isya, dan Subuh dengan melihat jadwal salat abadi dengan waktu hakiki. Jam digital tersebut dikoreksi dengan *bencet* tiap beberapa hari sekali guna memastikan keakurasiannya.²¹ Fungsi sebagai petunjuk awal waktu Zuhur masih dipertahankan dari masa ke masa dan adanya inovasi oleh pengelola *bencet* dengan menambahkan jam digital dan jadwal waktu salat abadi dengan waktu hakiki supaya penggunaan *bencet* lebih maksimal.

Fungsi lain dari *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta adalah digunakan sebagai penunjuk arah kiblat masjid tersebut. Arah kiblat dapat diperoleh hanya dengan menghitung arah kiblat saja, karena arah

²⁰Lihat pada Syamsudin Sarakhsi, *Kitab Al-Mabsuth*, Beirut Libanon : Darul Kitab Al-Ilmiyah, tt. hlm 143.

²¹Wawancara dengan Syakur selaku pengelola *bencet* dan Masjid Tegalsari pada tanggal 23 Februari 2014

mata angin sudah ditunjuk oleh *bencet* di Masjid Tegalsari ini. Pada seperempat bagian arah utara-barat sejati, terdapat garis-garis yang dapat dipergunakan sebagai busur. Besaran busur antar satu garis ke garis yang lainnya sebesar 10° .²²

Untuk arah kiblat di Masjid Tegalsari yang memiliki lintang tempat sebesar $-7^\circ 34' 13.38''$ LS, dan pada bujur tempat sebesar $110^\circ 48' 15.41''$ BT²³ dengan rumus:

$$\cotg Q = \tan \varphi^k \cdot \cos \varphi^x \div \sin C - \sin \varphi^x \div \tan C$$

Keterangan:

- Q : Kiblat
- φ^k : Lintang Makkah
- φ^x : Lintang Tempat
- C : Selisih antara Bujur Makkah dengan Bujur Daerah

Perhitungan arah kiblat di Masjid Tegalsari Surakarta.

$$\cotg Q = \tan 21^\circ 25' 20.98'' \times \cos -7^\circ 34' 13.38'' \div \sin (110^\circ 48' 15.41'' - 39^\circ 49' 34.33'') - \sin -7^\circ 34' 13.38'' \div \tan (110^\circ 48' 15.41'' - 39^\circ 49' 34.33'')$$

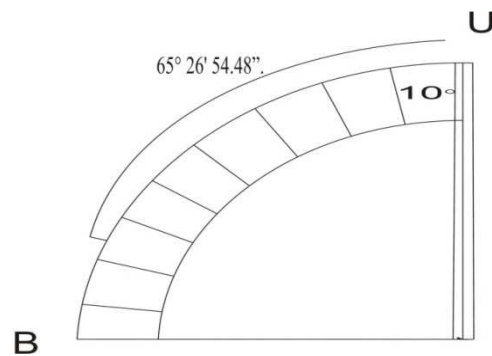
Dari perhitungan di atas diperoleh hasil arah kiblat Utara ke Barat sebesar $65^\circ 26' 54.48''$.

Untuk menentukan arah kiblat dengan *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta hanya tinggal menarik sebesar $65^\circ 26' 54.48''$ dari arah utara

²²Data diambil dari observasi yang dilakukan penulis terhadap *bencet*.

²³Data diambil dari situs <http://pakarfisika.wordpress.com/2013/04/01/waktu-terlarang-shalat/> milik Sugeng Riyadi (pakar falak di Surakarta) tanggal 3 Maret 2014.

sejati ke arah barat sejati atau apabila menggunakan busur pada *bencet* tersebut yang memiliki jarak 10° tiap garis, maka dari garis yang ke enam ditambahkan setengah lebih sedikit dari garis yang ke enam. Fungsi sebagai arah kiblat, *bencet* ini hanya dapat dilakukan dilokasi setempat.



Gambar 4.2

Ilustrasi penentuan arah kiblat dengan *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta

B. Analisis Tingkat Akurasi *Bencet* di Masjid Tegalsari Laweyan Surakarta

Sebagai salah satu instrumen yang digunakan sebagai alat pendukung ibadah di Masjid Tegalsari yang merupakan masjid swasta tertua di Surakarta, *bencet* tersebut dijadikan acuan oleh pengelola masjid sebagai landasan waktu hakiki yang akan digunakan sebagai penetapan awal waktu salat yang dikomparasikan dengan jam digital. hal tersebut tentunya tidak terlepas dari keharusan bahwa *bencet* tersebut harus memiliki tingkat akurasi yang baik agar pengaplikasian seluruh fungsi yang dapat digunakan dengan *bencet* tersebut.

Dengan fungsi yang begitu penting bagi masyarakat Tegalsari khususnya, dan umat Islam pada umumnya, maka dilakukan penelitian mengenai tingkat akurasi yang dimiliki *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta guna mengetahui sejauh mana jam Matahari ini dapat digunakan sebagai fungsi yang dimiliki oleh jam Matahari yang lainnya.

Waktu hakiki merupakan waktu yang ditunjukkan oleh gerak semu Matahari. Jam Matahari merupakan alat yang cocok digunakan sebagai petunjuk waktu Matahari sejati atau waktu hakiki karena menggunakan bayang-bayang Matahari sebagai acuannya. Untuk mengetahui keakurasian suatu jam Matahari, maka diperlukan pengecekan terhadap bagian-bagian *bencet* yang meliputi *gnomon* dan bidang *dial*. Pengecekan dilakukan apakah bagian *bencet* tersebut sesuai dengan ketentuan-ketentuan jam Matahari agar dapat dikatakan akurat.²⁴ Apabila terdapat ketentuan-ketentuan yang tidak terpenuhi, maka penelitian dilanjutkan dengan mengecek akurasi dengan mengkomparasikan dengan hasil perhitungan terhadap waktu Universal (UTC) dengan menggunakan *equation of time*.

a. Lubang *gnomon*

Konsep umum dari *gnomon* dibuat berdasarkan ukuran-ukuran yang cocok dengan sebuah bidang *dial* suatu tempat dan berbeda-beda dengan *gnomon* yang berada di daerah lainnya. Sebagai contoh untuk jam Matahari Horizontal, *gnomon* yang dimiliki dibuat miring sebesar

²⁴ R. Newton Mayall dan Margaret L. Mayall, *Sundials: How To Know, Use, and Make Them*, Boston: The Colonial Press, 1938. Hlm 28.

lintang tempat dengan tinggi yang telah diukur dari dasar sampai ujungnya sesuai dengan bidang *dial* tersebut. Ketika gnomon yang dibuat tidak memiliki kesesuaian dengan bidang *dial*nya, maka akan sangat berpengaruh terhadap akurasi yang dimiliki oleh jam Matahari tersebut.²⁵

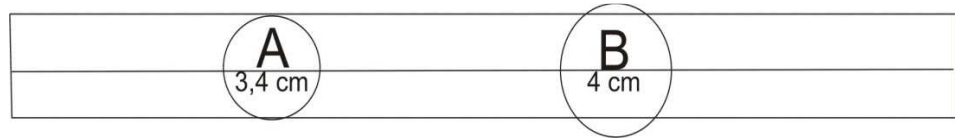
Penelitian yang dilakukan adalah terhadap besar lubang *gnomon* yang akan mempengaruhi garis tengah cahaya Matahari yang masuk pada bidang *dial* yang berada pada serambi selatan Masjid Tegalsari. Menurut Syakur, terjadi renovasi pada atap Masjid Tegalsari pada awal tahun 2010 yang mempengaruhi besar garis tengah cahaya Matahari. Renovasi tersebut mengakibatkan garis tengah cahaya Matahari menjadi lebih besar dari sebelumnya.²⁶ Dari yang semula sebesar 3,4 cm menjadi 4 cm. Ukuran awal merupakan jarak antara tiga garis yang menunjuk arah utara-selatan sejati. Perubahan ukuran dari konsep awal yang terjadi pada *bencet* pada sebuah *gnomon* sangat berpengaruh terhadap akurasi yang dimiliki oleh jam Matahari, karena *gnomon* merupakan acuan utama jam Matahari yang digunakan dalam menentukan waktu hakiki. Perubahan ukuran pada *gnomon* di Masjid Tegalsari Surakarta dapat dikatakan seperti jam Matahari Horizontal yang tumpul pada ujung *gnomon* yang dimilikinya.

Perubahan ukuran tersebut mengakibatkan orang yang akan melakukan pengamatan terhadap waktu *istiwa'* akan mengalami

²⁵ *Ibid.*, Hlm 69.

²⁶ Wawancara dengan Syakur selaku pengelola *bencet* dan Masjid Tegalsari pada tanggal 23 Februari 2014

kesulitan jika menggunakan *bencet* tersebut. Perubahan tersebut dapat menjadi indikasi bahwa *bencet* di Masjid Tegalsari kurang akurat.



Gambar 4.6.

Lingkaran A merupakan gambaran sinar Matahari sebelum renovasi sedangkan untuk lingkaran B merupakan gambaran sinar Matahari setelah renovasi

b. Bidang *dial*

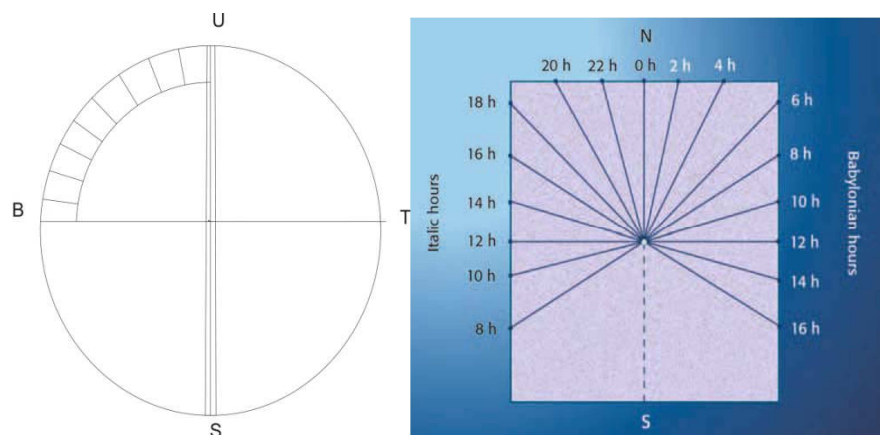
Hal yang selanjutnya yang perlu diperhatikan adalah bentuk dari bidang *dial*. Bidang *dial* merupakan hal terpenting lainnya selain *gnomon*. *Bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta merupakan salah satu jenis dari jam Matahari Horizontal karena memiliki bidang *dial* yang datar. Pada umumnya, jam Matahari Horizontal memiliki sebuah *dial* yang datar dengan garis-garis penunjuk jam yang akan menunjukkan waktu hakiki.²⁷

Lain halnya dengan bidang *dial* yang terdapat pada *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta yang memiliki desain yang sangat sederhana. Desain bidang *dial* yang terdapat pada *bencet* hanya terdiri dari garis mata angin sejati yang terdapat pada lingkaran garis batas deklinasi Matahari. Sinar Matahari akan tepat di atas lingkaran tersebut pada tanggal 21 Desember pada waktu *istiwa*'. Sedangkan pada bidang *dial* yang dimiliki oleh jam Matahari Horizontal pada umumnya memiliki *gnomon* yang tegak lurus dan garis penunjuk jam. Bahkan

²⁷Denis Savoie, *op. cit.*, hlm. 67.

untuk daerah subtropis seperti Eropa jam Matahari Horizontal dapat digunakan hingga 20 jam.²⁸ Akan tetapi, *bencet* di Masjid Tegalsari durasi maksimal hanya dapat dipergunakan selama 4 jam.

Dengan tidak adanya garis-garis penunjuk jam pada *bencet* di Masjid Tegalsari menyebabkan observasi untuk memperoleh waktu hakiki hanya dapat diperoleh ketika waktu tengah hari (waktu *istiwa'*). Observasi hanya dengan satu penunjuk jam dinilai kurang baik untuk sebuah jam Matahari. Untuk waktu sebelum dan sesudah tengah hari hanya dapat diperoleh dengan perkiraan saja. Perkiraan dapat dihitung dengan menggunakan jari orang dewasa.



Gambar 4.7.

Perbandingan bidang dial *bencet* dengan jam Matahari Horizontal pada umumnya

Desain bidang *dial* tersebut dibuat sedemikian rupa karena kemungkinan waktu pembuatan *bencet*, masyarakat hanya mengetahui waktu pagi, siang dan malam. Mereka belum mengetahui sistem waktu sekarang yang terbagi dalam 24 jam selama sehari. Adanya garis utara-

²⁸*Ibid.* hlm. 68.

selatan sejati untuk membedakan antara waktu pagi dengan siang (Zuhur).

Selain itu, kesesuaian antara bidang *dial* dan *gnomon* perlu diperhatikan. Sebuah jam Matahari Horizontal memiliki bidang *dial* dan *gnomon* yang tegak lurus. Mengenai bentuk *gnomon* tergantung dari jenis jam Matahari Horizontal yang dipakai.²⁹ Setelah pengamatan dengan menggunakan tongkat yang lurus, diperoleh bahwa titik tengah bidang *dial* tegak lurus dengan lubang *gnomon* yang berada di atas titik tersebut. hal tersebut dapat menjadi indikasi bahwa *bencet* tersebut akurat.

Setelah melakukan penelitian terhadap bagian-bagian *bencet*, bahwa *bencet* di Masjid Tegalsari berindikasi kurang akurat. Dengan indikasi seperti itu, maka penelitian selanjutnya dilakukan dengan mengecek akurasi lubang *gnomon* dengan arah utara-selatan sejati yang menunjukkan waktu *istiwa'* dengan menggunakan hitungan perata waktu (*equation of time*) yang terdapat pada *bencet* di Masjid Tegalsari.

Selisih perata waktu (*equation of time*) diambil dari ephemeris. Digunakannya data ephemeris sebagai rujukan karena data yang disajikan didalamnya dapat diperoleh hasil yang lebih akurat.³⁰ Untuk data ephemeris diperoleh melalui *software* Winhisab. Perlu diketahui bahwa

²⁹ Denis Savoie, *op.cit.*, hlm 67.

³⁰ *Ibid.*, hlm. 147.

Masjid Tegalsari berada pada lintang $7^{\circ}34'13.38''$ LS, dan pada bujur $110^{\circ}48'15.41''$ BT.³¹

Yang perlu dipersiapkan yaitu mencari data perata waktu (*equation of time*) pada *software* Winhisab yang ada pada *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta. Setelah observasi lapangan di lokasi *bencet* tersebut berada, diperoleh data bahwa pada jam 12.00 terjadi pada pukul 11.39 WIB atau *Greenwich Mean Time* +7.



Sumber:observasi langsung terhadap *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta

Gambar 4.3

Data yang diambil pada tanggal 2 Maret 2014 pada saat *istiwa*'

Setelah memperoleh data yang diperlukan di tempat observasi, kemudian mencari data untuk perata waktu (*equation of time*) pukul 11.49 WIB atau 04.49 GMT pada tanggal 2 Maret 2014 adalah dengan menginterpolasikan perata waktu (*equation of time*) pada pukul 04.00 GMT sebesar $-0^j 12^m 13^d$ dengan perata waktu pada pukul 05.00 GMT sebesar $-0^j 12^m 12^d$.

³¹ Data diambil dari situs <http://pakarfisika.wordpress.com/2013/04/01/waktu-terlarang-shalat/> milik Sugeng Riyadi (pakar falak di Surakarta) tanggal 3 Maret 2014.

Interpolasi merata waktu pada pukul 04.49 GMT³²

04.00 GMT $-0^j 12^m 13^d$

05.00 GMT $-0^j 12^m 12^d$

$$\begin{aligned} e &= -0^j 12^m 13^d + 0^j 49^m \times (-0^j 12^m 12^d - (-0^j 12^m 13^d)) \\ &= -0^j 12^m 12.18^d \end{aligned}$$

Setelah diketahui merata waktu pada pukul 04.49 GMT pada tanggal 2 Maret 2014 adalah $-0^j 12^m 12.18^d$, langkah selanjutnya menghitung waktu daerah pada saat waktu *istiwa*' terjadi.

$$WD = WH - e + (BT^d - BT^x) : 15^{33}$$

WD = waktu daerah (WIB, WIT, atau WITA)

WH = waktu lokal (jam *istiwa*)

e = merata waktu atau *equation of time*

BT^d = bujur tempat

BT^x = bujur daerah

$$\begin{aligned} WD &= 12 - (-0^j 12^m 12.18^d) + (105^\circ - 110^\circ 48' 15.41'') : 15 \\ &= 11^j 48^m 59.15^d \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan hanya sebesar $0^j 0^m 0.85^d$ antara perhitungan dengan data merata waktu (*equation of time*) dalam *software* Winhisab dengan hasil observasi yang di lakukan pada *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta.

³²Rumus diambil dari buku *Ilmu Falak: Arah Kiblat Setiap Saat* karya Slamet Hambali, Yogyakarta :Pustaka Ilmu bekerja sama dengan El-Wafa, 2013. hlm. 52.

³³*ibid*, hlm. 39.

Untuk observasi ke dua dilakukan pada tanggal 5 April 2014 diperoleh data bahwa pada jam 12.00 terjadi pada pukul 11.39 WIB atau *Greenwich Mean Time +7*.



Sumber:observasi langsung terhadap *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta

Gambar 4.4.

Data yang diambil pada tanggal 5 April 2014 pada saat *istiwa'*

Pada observasi ke dua, setelah memperoleh data yang diperlukan di tempat observasi, kemudian mencari data untuk perata waktu (*equation of time*) pukul 11.39 WIB atau 04.39 GMT pada tanggal 5 April 2014 adalah dengan menginterpolasikan perata waktu (*equation of time*) pada pukul 04.00 GMT sebesar $-0^j 02^m 48^d$ dengan perata waktu pada pukul 05.00 GMT sebesar $-0^j 02^m 47^d$.

Interpolasi perata waktu pada pukul 04.39 GMT³⁴

04.00 GMT $-0^j 02^m 48^d$

³⁴Rumus diambil dari buku *Ilmu Falak: Arah Kiblat Setiap Saat* karya Slamet Hambali, Yogyakarta :Pustaka Ilmu bekerja sama dengan El-Wafa, 2013. hlm. 52.

05.00 GMT $-0^j 02^m 47^d$

$$e = -0^j 02^m 48^d + 0^j 39^m \times (-0^j 02^m 47^d - (-0^j 02^m 48^d))$$

$$= -0^j 02^m 47.35^d$$

Setelah diketahui perata waktu pada pukul 04.39 GMT adalah $-0^j 02^m 47.35^d$, langkah selanjutnya menghitung waktu daerah pada saat waktu *istiwa* terjadi.

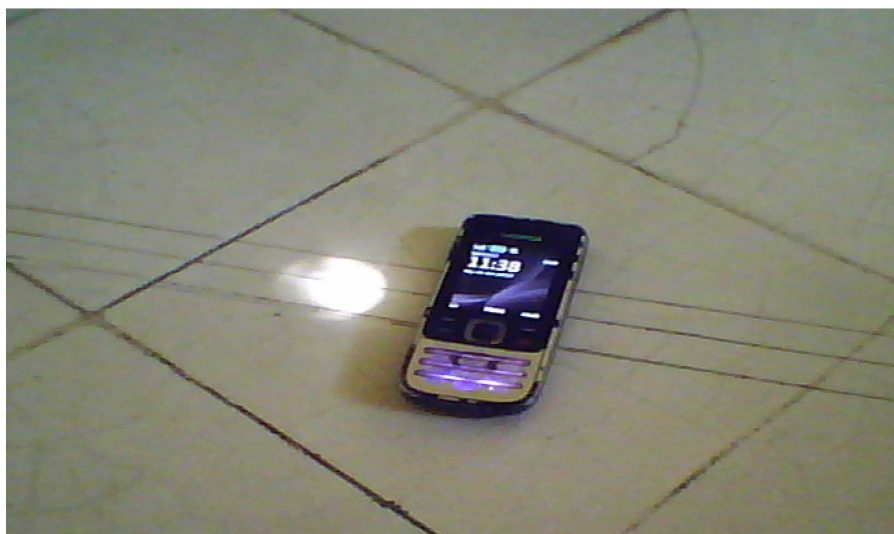
Perhitungan untuk menentukan waktu daerah

$$WD = 12 - (-0^j 02^m 47.35^d) + (105^\circ - 110^\circ 48' 15.41'') : 15$$

$$= 11^j 39^m 34.32^d$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa terdapat selisih antara perhitungan dengan data perata waktu (*equation of time*) dalam *software* Winhisab dengan hasil observasi yang di lakukan pada *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta sebesar $0^j 0^m 34.32^d$.

Untuk observasi ke tiga dilakukan pada tanggal 6 April 2014 diperoleh data bahwa pada jam 12.00 terjadi pada pukul 11.38 WIB atau *Greenwich Mean Time* +7.



Sumber:observasi langsung terhadap *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta

Gambar 4.5.

Data yang diambil pada tanggal 6 April 2014 pada saat *istiwa'*

Setelah memperoleh data yang diperlukan di tempat observasi, kemudian mencari data untuk perata waktu (*equation of time*) pukul 11. 38 WIB atau 04.38 GMT pada tanggal 6 April 2014 adalah dengan menginterpolasikan perata waktu (*equation of time*) pada pukul 04.00 GMT sebesar $-0^j 02^m 31^d$ dengan perata waktu pada pukul 05.00 GMT sebesar $-0^j 02^m 30^d$.

Interpolasi perata waktu pada pukul 04.39 GMT

$$04.00 \text{ GMT} \quad -0^j 02^m 31^d$$

$$05.00 \text{ GMT} \quad -0^j 02^m 30^d$$

$$\begin{aligned} e &= -0^j 02^m 31^d + 0^j 38^m \times (-0^j 02^m 30^d - (-0^j 02^m 31^d)) \\ &= -0^j 02^m 30.37^d \end{aligned}$$

Setelah diketahui perata waktu pada pukul 04.38 GMT adalah $-0^j 02^m 30.37^d$, langkah selanjutnya menghitung waktu daerah pada saat waktu *istiwa'* terjadi.

$$\begin{aligned} \text{WD} &= 12 - (-0^j 02^m 30.37^d) + (105^\circ - 110^\circ 48' 15.41''):15 \\ &= 11^j 39^m 17.34^d \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan antara waktu daerah yang diambil melalui data perata waktu (*equation of time*) dalam *software* Winhisab dengan data yang diambil saat observasi lapangan sebesar $0^j 01^m 17.34^d$.

Tabel data dari observasi yang telah dilakukan

Waktu observasi	Hasil pengukuran	Hasil ephemeris	Selisih
2 Maret 2014	11:49	11: 48: 59.15	-0: 0: 0.85
5 April 2014	11:39	11: 39: 34.32	0: 0: 34.32
6 April 2014	11:38	11:39: 17.34	0: 1: 17.34

Dengan melihat tabel, maka *bencet* di Masjid Tegalsari Surakarta dapat dikatakan cukup akurat sebagai petunjuk waktu hakiki. hal tersebut berdasarkan ketentuan yang berlaku mengenai keakuratan jam Matahari bahwa sebuah jam Matahari dapat dikatakan akurat apabila selisih antara hasil lapangan dengan hasil perhitungan tidak lebih dari satu menit.³⁵

Sebagai sebuah jam Matahari yang cukup akurat, maka hal-hal yang dilakukan agar dapat dikatakan akurat dengan memperbaiki lubang *gnomon* yang melebar. Lubang *gnomon* diperkecil menjadi ukuran semula sehingga panjang diameter sinar Matahari yang masuk melalui lubang *gnomon* tersebut memiliki ukuran yang sama dengan panjang ketiga garis Utara-Selatan sejati. Untuk bidang *dialnya*, perlunya penambahan garis-garis penunjuk jam agar pengecekan dapat dilakukan selama *bencet* tersebut dapat digunakan.

³⁵ Denis Savoie, *op. cit.*, hlm. 39.