



Penggunaan, Perhitungan, dan Akurasi Jam Bencet dalam Tinjauan *Software Accurate Times* dan Aplikasi *Muslim Pro*

Izza Nur Fitrotun Nisa'

UIN Walisongo Semarang
nurfitrotunnisaizza@gmail.com

Abstract

The bencet clock Tegalsari Mosque was indicated inaccurate, because on October 20, 2019 there was an additional caution on the bencet clock from 12.04 to 12.20 WIB (the Ihtiyath time is more than 4 minutes). While it was confirmed to be WIB at around 11:40 WIB. Based on the schedule of Religion Ministry in the Republic of Indonesia, start of Zuhur time on October 20, 2019 was 11:25 WIB. There is any differences 15 minutes from it of Indonesia with the Zuhur prayer time schedule in the Tegalsari Mosque. Futhermore, the old Istiwa' clock is organizer of Tegalsari Mosque every day. This thesis aims to find out the analysis of the use, calculation and accuracy of the bencet clock in Tegalsari Mosque at Jajar Village, Laweyan Subdistrict, Surakarta City with analyzing the accuracy by using Accurate Times Software and Muslim ProApplications. The kind research is qualitative in the form of field research for proving the data in the field. The object of this research are the use, calculation and accuracy of the bencet clock in Tegalsari Mosque by observation, interviews and documentation. Data sources in this research are primary data sources and secondary data sources, including Accurate Times software data and Muslim Pro applications. The results of research is showing that in the use and calculation of the bencet clock in Tegalsari Mosque only turn out by looking at the position of the Sun's shadow without using a formula, however the bencet clock has met the physical requirements as a horizontal sundial but it less spesific clock pointer. The accuracy of the bencet clock by using the Accurate Times software and the Muslim Pro application are accurate, but it should be noted that the accuracy of the use ihtiyath time must be consistent with 3-4 minutes. In order to increase the accuracy of the bencet clock.

Keywords: Usage, Calculation, Accuracy, Bencet Clock.

Abstrak

Jam bencet di Masjid Tegalsari ini terindikasi tidak akurat, karena pada tanggal 20 Oktober 2019 ada penambahan kehati-hatian jam bencet dari 12.04 menjadi 12.20 WIB (waktu ihtiyath lebih dari 4 menit). Sedangkan dikonfirmasi menjadi WIB sekitar pukul 11.40 WIB. Padahal dalam jadwal Kementerian Agama Republik Indonesia, awal waktu Zuhur pada tanggal 20 Oktober 2019 yaitu 11.25 WIB. Terdapat selisih 15 menit dari jadwal yang dibuat Kementerian Agama Republik Indonesia dengan jadwal waktu salat Zuhur di Masjid Tegalsari. Selain itu, jam istiwa' yang sudah cukup tua di Masjid Tegalsari diputar sendiri setiap harinya oleh takmir Masjid Tegalsari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis penggunaan, perhitungan dan akurasi jam bencet Masjid Tegalsari Kelurahan Jajar Kecamatan Laweyan Kota Surakarta dengan menganalisis keakuratan memakai Software Accurate Times dan Aplikasi Muslim Pro. Jenis penelitian yang digunakan yaitu kualitatif yang berbentuk penelitian lapangan (field research) untuk membuktikan data di lapangan. Adapun objek penelitian adalah penggunaan, perhitungan, dan akurasi jam bencet di Masjid Tegalsari yang dilakukan dengan menggunakan cara observasi, wawancara dan dokumentasi. Sumber data dalam penelitian adalah sumber data primer dan sumber data sekunder, termasuk data-data software Accurate Times dan aplikasi Muslim Pro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam penggunaan dan perhitungan jam bencet di Masjid Tegalsari hanya dengan melihat posisi bayangan Matahari tanpa menggunakan rumus, akan tetapi jam bencet tersebut telah memenuhi syarat fisik sebagai sundial horizontal hanya saja kurang garis penunjuk jamnya lebih detail. Akurasi jam bencet tersebut dengan menggunakan software Accurate Times dan aplikasi Muslim Pro sudah akurat hanya saja perlu diperhatikan ketelitian penggunaan waktu ihtiyath harus konsisten 3-4 menit. Supaya bertambah tingkat keakuratan jam bencet tersebut.

Kata Kunci: *Penggunaan, Perhitungan, Akurasi, Jam Bencet.*

Pendahuluan

Jam Bencet atau jam Istiwa' atau jam matahari adalah jam tradisional untuk menentukan awal waktu salat. Rotasi Bumi terjadi selama 24 jam (dinamakan gerak harian Bumi) (Khazin 2011). Rotasi Bumi mengakibatkan belahan bumi memiliki waktu pergantian siang dan malam yang berbeda-beda antar tempat satu dengan tempat yang lain, waktu daerah di Timur akan mengalami waktu lebih dahulu daripada tempat di sebelah Barat. Oleh karena itu, awal waktu salat antara daerah satu dengan daerah lainnya berbeda karena yang digunakan adalah pergerakan mataharinya. Menghitung waktu salat pada hakikatnya menghitung posisi matahari sesuai kriteria yang ditentukan (Bashori 2015).

Pada zaman dahulu, ahli ilmu falak menciptakan jam bencet untuk menentukan awal waktu salat di masjid-masjid tertentu. Hanya masjid-masjid kuno dan masjid bersejarah yang sudah disinggahi ahli ilmu falak terdahulu, dimana ahli ilmu falak tersebut menciptakan jam bencet sehingga di masjid itulah mempunyai jam bencet. Jam bencet hanya digunakan untuk mengetahui awal waktu salat Zuhur dan awal waktu salat Asar karena jam bencet

harus terpaku pada sinar matahari (bayangan matahari). Sedangkan di Masjid Tegalsari, menurut Syakur selaku Takmir Masjid Tegalsari generasi kedua dalam sesi wawancara pribadi menyanggunkan bahwa jam bencet hanya digunakan untuk menghitung awal waktu salat Zuhur karena perkiraan waktu salat Asar akan mengikuti waktu salat Zuhur, begitu pula seterusnya.

Dalam kesempatan yang lain, hasil wawancara dengan Amin Budiyanto sebagai pegawai Seksi Bimas Islam Kementerian Agama Kota Surakarta menjelaskan bahwa sampai dengan tahun 2018 terdapat 665 Masjid dan 410 Musala di Surakarta. Dari beberapa masjid dan musala di Surakarta, hanya dua masjid yang mempunyai jam bencet untuk menentukan awal waktu salat. Kedua masjid tersebut adalah Masjid Agung Surakarta dan Masjid Tegalsari. Masjid Agung Surakarta kini sudah tidak lagi menggunakan jam bencet untuk menentukan awal waktu salat, dikarenakan yang dapat mengoperasikan jam bencet di masjid tersebut adalah *abdi dalem* (beliau sudah meninggal dan tidak ada penerusnya). Menurut Mustakim selaku Takmir Masjid Agung Surakarta, kini penggunaan penentuan awal waktu salat di masjid tersebut menggunakan perhitungan dari Kementerian Agama Kota Surakarta. Adapun masjid yang masih menggunakan jam bencet untuk menentukan awal waktu salat yaitu Masjid Tegalsari di Kelurahan Jajar Kecamatan Laweyan Kota Surakarta.

Masjid Tegalsari didirikan tahun 28 Oktober 1928 sesuai prasasti di belakang masjid, berlokasi di Kelurahan Jajar Kecamatan Laweyan Kota Surakarta tersebut sangat unik jam bencetnya ada di dalam masjid. Perhitungan dan penentuan awal waktu salat di Masjid Tegalsari dilakukan secara turun temurun menggunakan jam bencet yang dikomparasikan ke jam dinding (jam istiwa' sebutan di Masjid tersebut) hingga sekarang yaitu masa pak Syakur (generasi ke-2). Jam Istiwa' yang sudah cukup tua diputar sendiri oleh Takmir Masjid, dilakukan setiap hari (diputar saat waktu salat Zuhur pukul 12.04 WIS), maka diindikasikan akan berubah setiap hari. Akan tetapi menurut Takmir Masjid Tegalsari, hal tersebut tidak menyebabkan perbedaan waktu Zuhur dengan masjid lainnya. Ada perbedaan tetapi masih normal sekitar 3-4 menit ihtiyath di Masjid Tegalsari tersebut. Ada penambahan dari pukul 12.00 WIS menjadi pukul 12.04 WIS untuk melaksanakan salat Zuhur.

Akan tetapi untuk lebih hati-hatinya, Takmir Masjid Tegalsari melaksanakan waktu Zuhur pada pukul 12.20 WIS. Oleh karena itu, dari pukul 12.04 WIS sampai pukul 12.20 WIS membutuhkan waktu 16 menit, sedangkan waktu ihtiyath sudah ditambahkan maksimal 4 menit. Masjid Tegalsari melaksanakan waktu ihtiyath 20 menit (d disesuaikan dengan jam WIB). Sedangkan dikonfirmasi menjadi WIB maka dari 12.04 WIS menjadi $11^{\circ}40'46.97'' = 11.40$ WIB pada tanggal 20 Oktober 2019 di Masjid Tegalsari. Menurut Jadwal Salat untuk wilayah Surakarta berdasarkan Jadwal Kementerian Agama Republik Indonesia, jadwal awal waktu Zuhur pada tanggal 20 Oktober 2019 adalah pukul 11.25 WIB. Dengan kata lain, terdapat selisih 15 menit dari jadwal yang dibuat Kementerian Agama Republik

Indonesia dengan jadwal waktu salat Zuhur di Masjid Tegalsari. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan Falak lebih lanjut untuk mengetahui apakah jam bencet tersebut masih akurat dengan penambahan waktu 15 menit tersebut yang disesuaikan dengan WIB. Penggunaan jam bencet oleh takmir Masjid Tegalsari untuk mengetahui nilai akurasi dapat dikomparasikan dengan *software* dan aplikasi diantaranya *Digital Falak*, *software Accurate Times*, aplikasi *Muslim Pro*, dan sebagainya. Peneliti memilih *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* untuk mengetahui akurasi jam bencet di Masjid Tegalsari. *Software Accurate Times* berfungsi untuk menghitung waktu salat hingga alat "hisab", sedangkan aplikasi *Muslim Pro* merupakan aplikasi untuk mengetahui awal waktu salat secara otomatis daerahnya dan penggunaannya dapat disesuaikan dengan Kementerian Agama RI.

Alasan dipilihnya *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* ini yaitu *software Accurate Times* ini sudah dibuktikan akurasi untuk mengukur waktu salat di Surabaya. Untuk mengukur tingkat akurasi *software Accurate Times* ini dengan perhitungan Kementerian Agama adalah akurat karena perbedaannya hanya 1 menit dan tidak jadi masalah (Dewi 2019). Yang diharapkan *software Accurate Times* juga dapat membuktikan akurasi waktu salat di Masjid Tegalsari. Selain itu, alasan dipilihnya aplikasi *Muslim pro* karena aplikasi ini dapat menghitung waktu salat, aplikasi *Muslim Pro* ini langsung terhubung dengan lokasi pengguna secara otomatis serta dapat diatur pengaturan otomatis dengan Kementerian Agama Kota (Tribun Sumsel 2019). Diharapkan dengan mengkomparasikan jam bencet di Masjid Tegalsari dengan menggunakan *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* untuk mengetahui akurasi jam bencet di Masjid Tegalsari juga mempunyai kekuatan karena peneliti menggunakan 2 program yang setara dengan perhitungan Kementerian Agama RI.

Penelitian ini akan meneliti keakuratan jam bencet di Masjid Tegalsari memakai *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* untuk mengetahui akurasi jam bencet di Masjid Tegalsari Jajar Laweyan Surakarta. Sehingga bermanfaat bagi takmir masjid dan masyarakat sekitar Masjid Tegalsari untuk membuktikan keakuratan jam bencet tersebut. Oleh karena itu, peneliti tertarik dengan jam bencet yang ada dalam Masjid Tegalsari tersebut sehingga terbentuknya penelitian yang berjudul "Penggunaan, Perhitungan dan Akurasi Jam Bencet Masjid Tegalsari Kelurahan Jajar Kecamatan Laweyan Kota Surakarta (Dalam Tinjauan *Software Accurate Times* dan Aplikasi *Muslim Pro*)". Dari latar belakang diatas merumuskan permasalahan bagaimana metode penggunaan dan perhitungan jam bencet di Masjid Tegalsari untuk menentukan awal waktu salat? Serta bagaimana akurasi perhitungan jam bencet di Masjid Tegalsari dengan mengkomparasikan perhitungan *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* untuk menentukan awal waktu salat?

Penelitian ini menggunakan *Field Research* (penelitian lapangan) atau penelitian kualitatif dan deskriptif (menggambarkan kondisi, penggunaan, perhitungan, serta akurasi jam bencet). Sumber data primernya dari wawancara dan observasi) serta sumber data

sekundernya dari buku, jurnal dan artikel yang berkaitan. Teknik pengumpulan datanya dari wawancara, observasi dan dokumentasi. Metode analisis data dengan teknik analisis deskriptif serta analisis deduktif mengamati dan menjelaskan profil, sejarah jam bencet, penggunaan secara umum kemudian ditarik secara spesifik (fokus penelitian) ke penggunaan, perhitungan dan akurasi jam bencet masjid Tegalsari dengan mengkomparasikan *Software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro*.

Penelitian ini menggunakan teori yang berhubungan dengan jam bencet dan waktu salat. Tinjauan pustaka dimaksudkan sebagai penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya terkait masalah yang sama, sehingga terlihat jelas penelitian yang dilakukan tidak mengulang atau duplikasi dari penelitian yang telah ada. Belum ada penelitian yang membahas seperti penelitian ini. Belum ada tinjauan secara khusus maupun komprehensif yang menjelaskan jam bencet di Masjid Tegalsari, tempatnya berbeda dan substansinya juga berbeda karena yang diteliti adalah bencet yang berbeda dan punya keunikan khusus terdapat di dalam masjid (di ruangan masjid). Walaupun dalam skripsi karya Tri Hasan Bashori dengan judul "*Akurasi Bencet Masjid Tegal Sari Laweyan Surakarta Sebagai Petunjuk Waktu Hakiki*" mempunyai tempat yang sama, akan tetapi substansi dan metode akurasi yang digunakan berbeda selain itu tahun penelitiannya juga tergolong lama karena karya Tri Hasan Bashori menjelaskan sejarah dan akurasi dengan *software Winhisab* sedangkan penelitian ini menjelaskan penggunaan, perhitungan dan akurasi jam bencet di Masjid Tegalsari dengan menggunakan *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro*.

Jam Bencet dan Cara Kerjanya Secara Umum

Pada zaman dahulu, mengukur waktu pagi-siang dan sore yaitu mengamati perjalanan matahari harian (melalui bayang-bayang pepohonan memendek saat pagi hari berlalu dan memanjang kembali setelah tengah hari/*zawal* sampai matahari terbenam kemudian bayangan setiap benda vertikal yaitu bayangan berdiri dapat digunakan untuk menunjukkan waktu pada siang hari), dengan mengamati perubahan arah bayangan (pada pagi hari saat matahari terbit di timur, bayangan matahari ada di barat, selanjutnya bayangan matahari akan berpindah ke utara dan kemudian ke timur, matahari akan terbenam di barat). Sejarah jam bencet/jam matahari/sundial berasal dari peradaban Yunani-Romawi. Jam bencet banyak digunakan dalam peradaban Babilonia, Mesir, Yunani, dan Romawi. Menurut sejarawan Yunani bernama Herodotus pada tahun 484-452 SM bahwa Sundial berasal dari Babilonia di lembah-lembah subur sungai Tigris dan Eufrat, Setelah itu banyak macam-macam sundial yang berkembang seperti di Mesir, Italia, dan sebagainya (Qulub 2017).

Cara kerja sundial khususnya bencet bergantung pada gnomon yang diletakkan pada bidang dialnya. Cara kerjanya dengan memakai gerak semu matahari yang menyebabkan

posisi matahari terhadap pengamat di bumi bergerak secara semu sepanjang hari sehingga seolah-olah bayangan matahari juga bergerak. Gnomon sebagai jalan masuknya cahaya matahari harus menghadap ke utara atau selatan. Untuk mengetahui waktu salat Zuhur dengan melihat bayangan gnomon saat menyentuh jam 12 (pelaksanaan awal salat Zuhur ketika condong dari titik kulminasi). Waktu salat Asar ketika panjang bayangan gnomon melebihi panjang gnomon (sebenarnya) ditambah panjang gnomon ketika Zuhur.

Macam-macam jam bencet/sundial/ jam matahari yaitu:

1. Sundial ekuatorial

Sundial ekuatorial terjadi bumi berotasi, kutub membentuk lingkaran di permukaan bumi sejajar ekuator, membagi menjadi 24 jam dan posisi bayangan di sekitar lingkaran memberi waktu (Vincent 2008). Ciri-ciri sundial ekuatorial yaitu bidang dial miring sesuai dengan lintang tempat, gnomon (tegak lurus dengan bidang dialnya serta mengarah ke kutub utara dan selatan), bidang dial sesuai bidang ekuator bumi sehingga penempatan sundial harus miring sesuai sudut kemiringan bumi. Dapat digunakan di lintang tempat manapun dan untuk mengetahui garis jam pada jenis sundial yang lain.

2. Sundial vertikal: sundial vertikal jarang digunakan karena pembuatannya yang rumit. Sundial vertikal dapat ditempatkan menghadap ke semua arah, hanya saja perbedaan sundial vertikal dengan sundial lainnya yaitu segi pembuatan garis jam (*hour lines*) (Qulub 2017).

3. Sundial horizontal

Sundial horizontal (*garden sundials*) biasanya diletakkan di tanah sebagai penghias taman. Bentuk sundial horizontal yaitu bidang datar yang di atasnya terdapat gnomon miring sejajar dengan poros bumi. Pada waktu zawal, gnomon akan memunculkan bayangan matahari yang dapat dilihat di bidang dialnya tepat di garis lurus yang menunjuk arah utara (Bond 2010). Sundial horizontal sering digunakan karena memberi waktu setiap matahari bersinar (bidang dialnya diletakkan horizontal di atas tanah). Penggunaan sundial horizontal menerima bayangan sejajar dengan horizontal dan tidak tegak lurus dengan khatulistiwa (Qulub 2017).

4. Bencet

Di Indonesia, sundial dikenal bencet atau tongkat Istiwa'. Bencet merupakan jam matahari digunakan untuk mengetahui waktu salat khususnya waktu Zuhur dan Asar, serta untuk mengetahui arah kiblat. Bencet hanya dapat digunakan ketika ada matahari. Biasanya bentuk bencet berupa bidang datar yang di atasnya terdapat gnomon berdiri vertikal di atas bidang datar kemudian membentuk sudut 90° dengan bidang datar tersebut. Bencet (sundial) dapat memberitahu waktu hakiki (waktu matahari sebenarnya) setiap kali matahari bersinar karena bidang dialnya di tanah. Gnomon berdiri tegak, maka garis jam yang terbentuk akan berubah setiap hari mengikuti posisi

deklinasi matahari. Bencet hanya dapat digunakan pada lintang tertentu sesuai dengan rancangan garis jamnya (Qulub 2017).

Komponen/bagian-bagian dari jam bencet yaitu 1). Gnomon yaitu alat penunjuk jam pada bidang dial yang dihasilkan oleh bayangan matahari. Gnomon sebagai penghasil bayangan untuk mengetahui waktu. Pengaturan gnomon dapat diatur berdasarkan permukaan dial, sejajar dengan permukaan dial, tegak lurus dengan permukaan dial atau mengarah ke titik di kutub langit tergantung pada jenis sundial. 2). Bidang dial yaitu bidang tempat jatuhnya matahari. Bidang dial ada bermacam-macam bentuk piringan, dataran, atau hemisperium yang di atasnya bertuliskan angka-angka jam yang ditunjukkan oleh gnomon sebagai penunjuk bayangan matahari. Permukaan bidang dial berbentuk horizontal, vertikal, atau miring dengan sudut tertentu. Bidang dial menunjukkan jam yang bervariasi sesuai dengan panjang hari di deklinasi matahari dan musim. 3). Garis jam (*hour line*) yaitu garis-garis yang menunjukkan angka-angka jam ditunjuk oleh bayangan gnomon (Qulub 2017).

Software *Accurate Times* dan Aplikasi Muslim Pro

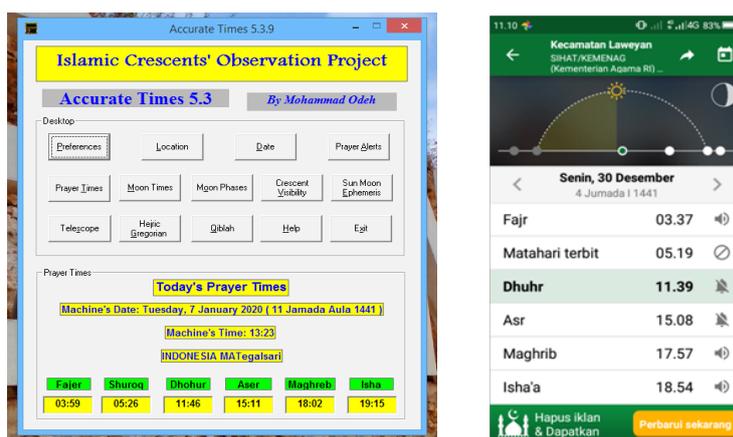
Accurate Times adalah salah satu *software* yang dapat menghitung waktu salat. *Software Accurate Times* merupakan karya dari Muhammad Odeh. *Software Accurate Times* sudah digunakan oleh beberapa negara seperti penentuan kalender Hijriyah di negara Yordania dan Aljazair. Tingkat akurasi *software Accurate Times* ini dengan perhitungan Kementerian Agama adalah akurat karena perbedaan hanya 1 menit dan tidak jadi masalah (Dewi 2019). Adapun menu-menu yang disediakan di *software Accurate Times* yaitu *preferences, location, date, prayer alerts, prayer times, moon times, moon phases, crescent visibility, sun moon ephemeris, telescope, hejric gregorian, qiblah, help, exit*.

Software Accurate Times (al-Mawaqit al-Daqiqat) dapat menghitung dan menentukan awal waktu salat (Fajar, Syuruk, Zuhur, Asar, Magrib, dan Isya), fase bulan, waktu matahari, waktu bulan, visibilitas hilal, arah kiblat, konversi kalender (Qulub 2017). Cara menggunakan *software Accurate Times* yaitu download dan instal *software Accurate Times*, pilih menu *location* (masukkan data Longitude/bujur tempat dan Latitude/lintang tempat serta masukkan arah lintang dan bujurnya), pilih *preferences* (masukkan ketinggian matahari dan waktu ihtiyath 3 menit disesuaikan karena jam bencet di Masjid Tegalsari rata-rata ihtiyath 3 menit dan waktu ihtiyath berkisar antara 2-4 menit), klik *date* (mengubah tanggal sesuai penelitian), klik menu "*Prayer Times*" muncul *Notepad* yaitu catatan awal waktu Fajar, Syuruk, Zuhur, Asar, Magrib, dan Isya. Sehingga kita dapat melihat jadwal awal waktu salat di *Notepad* dengan Lintang dan Bujur yang sudah dimasukkan tadi (Afdhilla 2015).

Aplikasi *Muslim Pro* adalah aplikasi pengingat waktu salat dan azan, petunjuk lokasi kiblat dan kalender Hijriyah. Aplikasi *Muslim Pro* terhubung dengan lokasi pengguna secara otomatis (Tribun Sumsel 2019). Cara penggunaan aplikasi *Muslim Pro* yaitu download dan instal aplikasi *Muslim Pro*, pilih pengaturan lokasi (atur lokasi), pilih pengaturan otomatis sesuai kementerian agama (akurasinya juga disesuaikan dengan kementerian agama), pilih setting (tentukan ketinggian matahari dan waktu ihtiyath 3 menit untuk waktu zuhur disesuaikan karena jam bencet di Masjid Tegalsari rata-rata ihtiyath 3 menit dan *software Accurate Times*), jadwal waktu salat akan terlihat di layar utama secara otomatis, klik jadwal waktu salat di layar utama maka terlihat jadwal waktu salat lainnya yaitu Fajar, Matahari terbit, Zuhur, Asar, Magrib, dan Isya. Untuk melihat jadwal waktu salat setiap harinya, klik tampilan kalender utama maka muncul jadwal waktu salat setiap harinya.

Gambar 1

Tampilan Software *Accurate Times* dan Aplikasi *Muslim Pro*



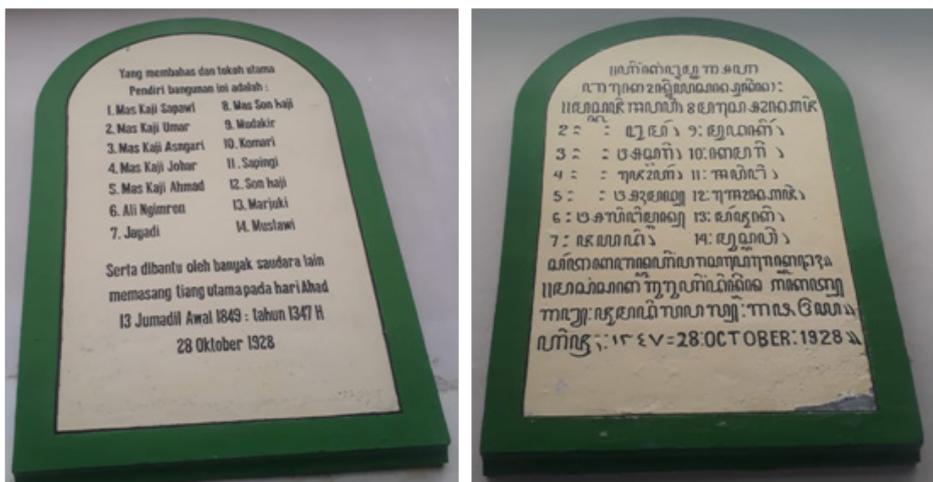
Software *Accurate Times*

Aplikasi *Muslim Pro*

Masjid Tegalsari Kelurahan Jajar Kecamatan Laweyan Kota Surakarta

Masjid Tegalsari adalah masjid swasta pertama di Surakarta (sesuai prasasti di belakang masjid). Masjid Tegalsari didirikan pada 28 Oktober tahun 1928 di masa penjajahan Belanda bertepatan dengan 13 Jumadil Awal 1849 tahun 1347 H.

Gambar 2
Prasasti di belakang Masjid Tegalsari



Sumber: prasasti di belakang Masjid Tegalsari

Masjid Tegalsari berada di Kelurahan Jajar Kecamatan Laweyan Kabupaten Surakarta yang merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Jawa Tengah. Secara astronomis, Masjid Tegalsari terletak pada 7°34'13.38" Lintang Selatan (LS) dan 110°48'15.41" Bujur Timur (BT). Tokoh pendiri Masjid Tegalsari menurut prasasti tersebut ada 14 yaitu Mas Kaji Sapawi (KH. Ahmad Shofawi bin Akram), Mas Kaji Umar (H. Umar bin Akram), Mas Kaji Asngari (KH. Ahmad Asy'ari), Mas Kaji Johar, Mas Kaji Ahmad, Ali Ngimron, Jayadi (H. Djayadi), Mas Soon Haji, Mudakir (H. Mudzakir), Komari (Ahmad Qomari), Sapingi, Soon Haji, Marjuki, Mustawi (Imam Mustawi) (Setyowati and Prasojo 2008).

Masjid Tegalsari mempunyai luas 357 m² (Panjang 21 meter dan lebar 17 meter), berarsitektur kerajaan Islam Jawa dengan desain model Walisongo dan masjid Demak. Bagian Masjid Tegalsari terdiri dari bagian/ruang utama, serambi kiri (tempat jam bencet) dan serambi kanan (serambi kanan masjid disebut *Pawestren*). *Pawestren* adalah tempat salat bagi seorang perempuan. *Pawestren* di Masjid Tegalsari berada di sebelah kanan masjid (Setyowati and Prasojo 2008).

Jam bencet di Masjid Tegalsari Kelurahan Jajar Kecamatan Laweyan Kota Surakarta

Berdasarkan hasil wawancara pribadi kepada Syakur selaku Takmir Masjid Tegalsari generasi kedua dijelaskan bahwa jam bencet Masjid Tegalsari dibuat oleh KH. Achmad Al-Asy'ari yang merupakan pendiri Masjid Tegalsari. Pembangunan jam bencet dibantu oleh masyarakat sekitar Masjid Tegalsari, yang mendesain dan mengarahkan dalam pembuatan jam bencet di Masjid Tegalsari adalah KH. Achmad Al-Asy'ari sendiri karena beliau adalah ahli ilmu Falak di Tegalsari. Jam bencet di Masjid Tegalsari sudah memiliki umur yang

sama dengan Masjid Tegalsari yaitu tahun 1928 tepatnya selesai pada 28 Oktober 1928. Pergantian generasi yang dapat mengoperasikan jam bencet di Masjid Tegalsari yaitu KH. Muhammad Bin Sulaiman dan H. Mustawi (generasi ke-1) dan Syakur Adro'i (generasi ke-2 yang mengelola jam bencet).

Gambaran jam bencet di Masjid Tegalsari Kelurahan Jajar Kecamatan Laweyan Kota Surakarta yaitu jam bencet berada di serambi kiri masjid. Gnomon jam bencet berupa lubang kecil yang berada di genteng serambi kiri Masjid Tegalsari (sebagai tempat keluarnya bayangan matahari). Bidang dialnya horizontal berada di lantai serambi kiri Masjid Tegalsari atau di bawah gnomon jam bencet tersebut. Tinggi gnomon terhadap bidang dialnya sekitar 360 cm. Lubang gnomon berada di tengah tabung seperti kwali yang berdiameter 20 cm. Jadi, ketinggian lubang gnomon ke bidang dial sekitar 380 cm. Tabung pada gnomon terbuat dari kayu yang mengelilingi lubang gnomon. Lubang gnomon berdiameter 3 milimeter dan bayangan matahari jatuh ke bidang dial sekitar 4 cm.

Bentuk atap gnomon bagian luar (seng) dan bagian dalam (dari kayu jati) serta penutup gnomon dari kaca. Sekarang, lubang gnomon diberikan penutup dari kaca. Pada bagian dalamnya di kelilingi lingkaran atap berbentuk lingkaran dari kayu (seperti kwali). Diperkirakan kemiringan atap bagian luar dan bagian dalam sekitar 5° . Awal mula terbentuknya jam bencet, lubang gnomon tidak ada penutup dari kaca maka diperlukan pengukuran apakah masih relevan lubang gnomon setelah ada penutup kaca.

Takmir Masjid (Bapak Syakur) mengatakan bahwa lubang gnomon tersebut ada atau tidaknya kaca sampai sekarang tidak mempengaruhi jatuhnya bayangan matahari ke lantai/ ke bidang dialnya. Jadi, lubang gnomon tersebut tertutup oleh kaca pada generasi kedua. Bayangan matahari keluar dari lubang gnomon. Lubang gnomon juga dilapisi kaca guna kwali dari kayu tidak cepat rusak dan apabila hujan tidak basah ke lantai (bidang dial jam bencet). Ada atau tidak adanya kaca tidak berpengaruh terhadap arah bayangan matahari, karena saat generasi 1 juga tidak ada kaca dan agar kayu jati sebagai kwali jam bencet tersebut tidak mudah keropos karena terkena hujan terus-menerus.

Bidang dialnya berbentuk lingkaran besar di lantai serambi kiri Masjid Tegalsari. Lantainya berbentuk persegi (dari marmer) dengan sisi 20 cm. Bidang dial tersebut memiliki diameter 380 cm, sehingga jari-jari bidang dial yaitu 190 cm. Peneliti juga mengukur jam bencet tersebut. Terdapat perpotongan garis menyilang yang menunjukkan arah Utara Selatan Barat dan Timur. Garis yang menunjukkan Utara-Selatan sejati ada 3, jarak garis satu dengan yang lainnya sekitar 2 cm dan 1,5 cm. Sehingga garis kesatu dengan garis ketiga mempunyai jarak 3,5 cm. Bayangan Matahari yang dihasilkan ke bidang dial sebesar 4 cm (melebihi garis). Hal tersebut tidak menjadi masalah karena pantulan dari lubang gnomon ke bidang dial.

Gambar 3
Gnomon Masjid Tegalsari dan bidang dialnya
(Gnomon)



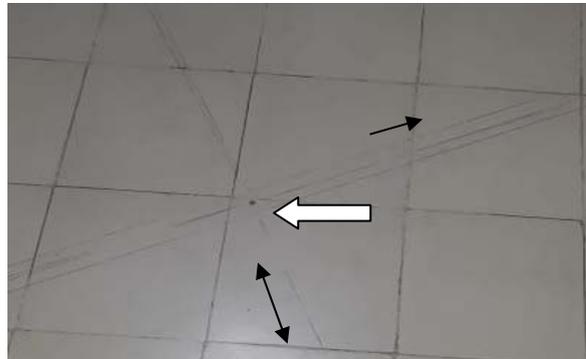
(Bidang Dial)



Jarak garis ke-1 dengan ke-3 pada bidang dial= 3,5 cm.

Gambar 4

Penunjukkan Arah Pada Bidang Dial Jam Bencet di Masjid Tegalsari



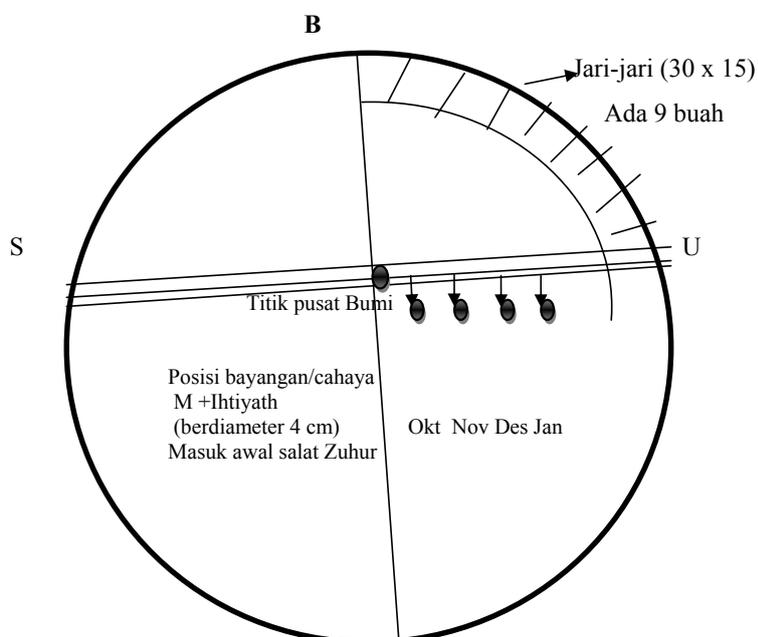
Keterangan:

garis = garis Utara-Selatan sejati (ada tiga garis).

garis = garis Timur-Barat sejati (ada satu garis).

Gambar 5

Bidang Dial Jam Bencet di Masjid Tegalsari (berbentuk lingkaran besar dengan diameter 380 cm).



Penjelasan gambar 4 dan 5: garis yang menunjukkan arah timur-barat sejati hanya satu garis. Garis arah utara-selatan dan garis arah timur-barat berpotongan di titik

tengah menjadi titik tengah bencet (titik pusat bumi). Pada bidang dialnya terdapat jari-jari yang berada di pinggir bidang dial ($\frac{1}{4}$ lingkaran bidang dial). Bidang dial memiliki jari-jari di pinggirnya (di daerah barat-utara yang dilalui bayangan matahari jam bencet) dan berjumlah 9 buah dengan ukuran panjang 30 cm dan lebar 15 cm untuk setiap buahnya. 9 buah menunjukkan ukuran sudut $\frac{1}{4}$ lingkaran yaitu 90° . Jari-jari tersebut tidak berpengaruh dalam menentukan awal waktu salat (hanya sebagai bukti bahwa sudut $\frac{1}{4}$ lingkaran yaitu 90, serta menggambarkan posisi bayangan matahari setiap bulannya sesuai gambar di atas).

Masjid Tegalsari juga ada jam istiwā' yaitu jam dinding biasa yang dioperasikan dengan bandul (dipasang di ruang tengah Masjid Tegalsari). Terdapat pula jadwal abadi awal waktu salat di dinding ruang tengah Masjid Tegalsari yang dibuat saat pembangunan Masjid Tegalsari.

Gambar 6

Jam istiwā' dan waktu istiwā' di Masjid Tegalsari



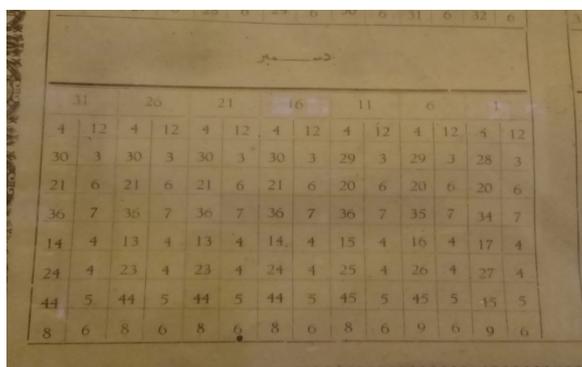
Keterangan= Jam Istiwā' tersebut merupakan jam bandul yang dipasang berdasarkan penggunaan jam bencet. Setelah mengetahui waktu salat di jam bencet, maka diaplikasikan ke jam istiwā' (jam bandul). Sedangkan waktu istiwā' merupakan contoh dari pengaplikasian jam istiwā'. Terdapat pula jadwal waktu abadi yang dipajang di ruang utama Masjid Tegalsari. Sekarang sudah dipajang di dinding dan diberi bingkai foto (untuk menjaga dan merawat jadwal abadi waktu salat yang terbuat dari kertas).

Gambar 7

Jadwal abadi waktu salat setiap bulannya dan tanggalnya



سنة 1442		شهر ربيع الثاني											
يوم	رقم	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الجمعة	30	26	21	16	11	6	1						
الجمعة	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4
الجمعة	13	3	15	3	17	3	19	3	20	3	22	3	22
الجمعة	9	6	8	7	6	6	6	5	6	4	6	3	6
الجمعة	18	7	17	7	15	7	15	7	13	7	12	7	12
الجمعة	35	4	30	4	32	4	38	4	38	4	39	4	40
الجمعة	45	4	46	4	47	4	48	4	48	4	49	4	50
الجمعة	36	5	57	5	58	5	59	5	—	6	1	6	2
الجمعة	18	6	19	6	21	6	22	6	24	6	25	6	26



شهر ربيع الثاني		شهر ربيع الثاني											
يوم	رقم	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الجمعة	31	20	21	16	11	6	1						
الجمعة	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4	12	4
الجمعة	30	3	30	3	30	3	30	3	29	3	29	3	28
الجمعة	21	6	21	6	21	6	21	6	20	6	20	6	20
الجمعة	36	7	36	7	36	7	36	7	36	7	35	7	34
الجمعة	14	4	13	4	13	4	14	4	15	4	16	4	17
الجمعة	24	4	23	4	23	4	24	4	25	4	26	4	27
الجمعة	44	5	44	5	44	5	44	5	45	5	45	5	45
الجمعة	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	9	6	9

Keterangan gambar 6: Pada kolom awal menunjukkan nama bulan (September dan Desember). Pada kolom angka (1,6,11,16, 21, 26,31) menunjukkan tanggal. Kolom angka 1 (tanggal 1-5), kolom 6 (tanggal 6-10), kolom 11 (tanggal 11-15), dan seterusnya menunjukkan waktu Zuhur, Asar, Magrib, Isya, Imsak, Subuh, dst). Posisi 12.4 WIS menunjukkan awal waktu shalat Zuhur yaitu pukul 12 lebih 4 menit WIS (Waktu Istiwa' Setempat). Begitu juga dengan penunjukkan awal waktu Salat Asar, Magrib, Isya, dan Subuh sesuai dengan posisi pada setiap tanggal dan waktunya di jadwal abadi yang dipajang di dinding ruangan utama Masjid Tegalsari.

Penggunaan dan Perhitungan Jam Bencet di Masjid Tegalsari

1. Penggunaan Jam bencet di Masjid Tegalsari

Sesuai dengan penggunaan jam bencet pada umumnya, jam bencet di Masjid Tegalsari hanya dapat digunakan ketika ada sinar matahari (cuaca cerah). Penggunaan jam bencet di Masjid Tegalsari hanya digunakan untuk awal waktu salat Zuhur karena jam bencet hanya dapat digunakan dari jam 09.30-13.30 WIB atau selama 4 jam. Menentukan

awal waktu salat Zuhur dengan melihat posisi bayangan matahari di bidang dial. Posisi matahari terletak tepat di garis utara-selatan, maka sudah memasuki Zuhur tetapi belum boleh melaksanakan salat Zuhur karena salat Zuhur harus memakai ihtiyath (kehati-hatian).

Menurut Ahmad Musonif, nilai ihtiyath berkisar antara 1-4 menit. Namun semakin presisinya perhitungan hisab saat ini, maka dianjurkan untuk menggunakan ihtiyath tidak lebih dari dua menit kecuali waktu Zuhur (Musonif 2011). Awal waktu Zuhur dimulai sejak seluruh bundaran Matahari meninggalkan meridian, biasanya ada penambahan waktu 1-3 menit sebagai waktu ihtiyath (kehati-hatian). Pada saat matahari mencapai titik puncak kulminasinya (matahari berkulminasi atas pusat bundaran matahari berada di meridian), ketika matahari bergeser itulah saat waktu Zuhur tiba (Azhari 2007). Ketika matahari mencapai titik puncak kulminasi, orang belum boleh melakukan salat dan ketika matahari sudah bergeser dari titik puncak kulminasi maka sudah masuk awal waktu Zuhur (Jamil 2016). Oleh karena itu, pemilihan waktu ihtiyath di *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* menggunakan waktu 3 menit yang mana disesuaikan dengan mayoritas waktu ihtiyath di jam bencet yaitu rata-rata menggunakan 3 menit juga menurut keterangan di atas.

Awal waktu salat Zuhur di jam bencet Masjid Tegalsari yaitu ketika posisi bayangan matahari sudah bergeser dari arah barat dan bergerak ke arah timur/melepaskan diri dari titik kulminasi, serta tidak lagi berada tepat di garis utara-selatan (waktu tersebut sudah ditambahkan ihtiyath). Bayangan Matahari pada jam bencet tersebut hanya dapat bertahan dari jam 09.30-13.30 WIB. Maka jam bencet di Masjid Tegalsari hanya digunakan untuk menentukan awal waktu salat Zuhur saja (bergantung pada kondisi cuaca dan ada tidaknya cahaya matahari). Jika saat mendung atau hujan, maka perhitungan awal waktu zuhur menyesuaikan hari sebelumnya (cuaca cerah).

Gambar 8

Matahari sudah bergeser dari titik kulminasinya (memasuki awal waktu salat Zuhur)+ penambahan ikhtiyath (4 menit).



Matahari berkulminasi



Awal waktu salat Zuhur (cerah)

Setelah matahari condong ke barat (matahari bergeser dari titik kulminasinya), maka jam *istiwa'* di ruangan utama Masjid di putar berdasarkan perhitungan jam bencet. Angka jarum jam *istiwa'* menunjukkan pukul 12.04/12.05 WIS. Dalam pengoperasiannya, jam *istiwa'* tersebut diputar dan diatur sendiri oleh Ta'mir Masjid Tegalsari sesuai dengan jam bencet (posisi Matahari). Pengoperasiannya dilakukan satu hari sekali oleh Takmir Masjid Tegalsari yang dapat mengoperasikan jam bencet yang diaplikasikan ke jam *istiwa'* seperti gambar 6.

Penentuan awal waktu salat selain salat Zuhur, waktunya dimulai dari waktu *istiwa'* jam bencet dan disesuaikan dengan jadwal waktu abadi yang terpajang di dinding ruang utama Masjid Tegalsari, seperti dijelaskan gambar 7. Saat hujan/mendung ketika mendekati awal waktu salat Zuhur maka posisi bayangan Matahari pada bidang dial jam bencet di Masjid Tegalsari tidak terlihat, maka disesuaikan dengan waktu *istiwa'* hari kemarin. Menurut Syakur (Takmir Masjid Tegalsari), memakai waktu *istiwa'* hari kemarin selisihnya tidak banyak (berapa detik saja). Begitu juga awal waktu salat Jumat karena ruangan serambi kiri tempat jam bencet ditutup oleh tikar guna salat Jum'at. Patokannya dimulai dari waktu Zuhur untuk awal waktu salat selain waktu salat Zuhur (dicocokkan dengan jadwal abadi yang terpajang di dinding Masjid Tegalsari), Jika tidak cocok maka yang dipakai adalah waktu *istiwa'* jam bencet (yang disamakan adalah saat kulminasi Matahari/ pada waktu Zuhur tiba).

2. Perhitungan Jam bencet di Masjid Tegalsari

Perhitungan jam bencetnya dengan melihat langsung posisi Matahari pada jam bencet dan diaplikasikan ke jam *istiwa'* lalu melihat jadwal waktu abadi di Masjid Tegalsari. Tidak perlu memakai rumus yang dihitung setiap harinya, melainkan dengan melihat posisi Matahari dan jadwal waktu abadi maka sudah bisa menentukan awal waktu salat Zuhur.

Analisis Fisik Jam Bencet, Penggunaan dan Perhitungan Jam bencet di Masjid Tegalsari

1. Analisis Bentuk Fisik Jam bencet di Masjid Tegalsari

Jam Bencet di Masjid Tegalsari termasuk jenis sundial horizontal karena bidang dialnya berada di atas permukaan tanah (Jika di masjid Tegalsari, bidang dial jam bencet berada di lantai). Sundial horizontal merupakan sundial yang sering digunakan karena dapat memberi waktu setiap matahari bersinar (bidang dialnya diletakkan horizontal di atas tanah) (Qulub 2017). Gnomon di Masjid Tegalsari sesuai dengan prinsip gnomon pada sundial horizontal yaitu gnomon berupa segitiga menjulang di atas permukaan dial dengan sudut miring sebesar derajat lintang. Pada waktu zawal, gnomon akan memunculkan bayangan matahari yang dilihat di bidang dialnya tepat di garis lurus yang menunjuk arah utara (Bond 2010).

Gnomon tersebut berada vertikal dengan bidang dialnya (menjulang di atas permukaan bidang dialnya) dan menunjuk ke kutub langit utara, berguna untuk mendapatkan bayangan matahari sesuai pergerakan semu matahari (posisi gnomon tegak lurus dengan pusat bumi mempertimbangkan lintang tempat jam bencet akan digunakan). Bidang dialnya juga sudah sesuai prinsip bidang dial sundial horizontal. Bidang dialnya berupa bidang datar (di lantai) dengan tanda garis jamnya hanya berupa garis utara selatan. Bandul pada jam Istiwa' sudah cukup tua (sejak 1928), diputar sendiri oleh takmir Masjid Tegalsari. Jika tidak dilakukan pengecekan dan tidak diputar setiap hari maka dikhawatirkan akan mempengaruhi hari berikutnya. Dikatakan jam Istiwa' di Masjid Tegalsari sudah akurat.

2. Analisis Penggunaan Jam bencet di Masjid Tegalsari

Jam bencet di Masjid Tegalsari hanya digunakan ketika ada sinar matahari artinya cuaca tidak mendung dan tidak hujan, karena jam bencet tersebut bergantung adanya Matahari. Jika cuaca mendung ataupun hujan, maka jam bencet tersebut tidak dapat digunakan karena cahaya matahari sebagai penunjuknya. Adanya perubahan posisi matahari, maka waktu yang ditunjukkan bayangan matahari ikut berubah (Jannah and Rohmah 2019). Kelemahan jam bencet tersebut jika hujan terus-menerus dalam satu bulan atau satu minggu maka penggunaannya disamakan dengan bulan lalu atau minggu lalu. Jika hari ini cuaca mendung/hujan, maka takmir Masjid Tegalsari menyasati awal waktu salat Zuhur sesuai dengan jadwal hari kemarin (ketika tidak mendung dan tidak hujan).

Misalkan pada hari Minggu, 29 Desember 2019 cuaca cerah, Matahari berkulminasi pukul 11.39 WIB/12.00 WIS ditambah dengan waktu ihtiyath 3 menit menjadi 11.42 WIB/12.04 WIS (awal waktu salat Zuhur). Jika pada hari Senin, 30 Desember 2019 cuaca mendung/turun hujan sehingga mengakibatkan bayangan matahari tidak terlihat, maka kulminasinya sesuai hari kemarin (hari Minggu, 29 Desember 2019) yaitu matahari berkulminasi pukul 11.39 WIB/12.00 WIS ditambah waktu ihtiyath 3 menit menjadi 11.42 WIB/12.04 WIS (awal waktu salat Zuhur).

Pada jam bencet tersebut, posisi bayangan matahari ada dari pukul 09.30-13.30 WIB maka dapat dianalisis bahwa jam bencet hanya dapat digunakan penentuan awal waktu salat Zuhur. Sedangkan penentuan awal waktu selain salat Zuhur yaitu menyesuaikan awal waktu salat Zuhur sebelumnya (awal waktu salat Zuhur digunakan sebagai patokannya). Contohnya tanggal 29 Desember 2019, awal waktu salat Zuhur (+ihtiyath) pukul 11.42 WIB atau 12.04 WIS (masih tanggal 26 di jadwal abadi waktu salat), maka awal waktu salat Asar (3.30 WIS), awal waktu salat Magrib (6.21 WIS), awal waktu salat Isya (7.36 WIS), dan awal waktu salat Subuh (4.23 WIS).

Gambar 9

Jadwal abadi untuk menentukan awal waktu salat selain salat Zuhur

	31	20	21	16	11	6	1
4	12	4	12	4	12	4	12
30	3	30	3	30	3	29	3
21	6	21	6	21	6	20	6
36	7	36	7	36	7	35	7
14	4	13	4	13	4	14	4
24	4	23	4	23	4	24	4
44	5	44	5	44	5	45	5
8	6	8	6	8	6	8	6

Apabila hari Jumat, maka penggunaan dan perhitungannya disesuaikan dengan hari sebelumnya/hari Kamis (walaupun hari tersebut mendung atau cerah) karena ruangan jam bencet (di serambi kiri Masjid) tertutup oleh tikar guna salat Jumat. Jam bencet tersebut juga menggambarkan bentuk bayangan matahari seperti sabit ketika terjadi gerhana matahari cincin pada hari Kamis, 26 Desember 2019 (cuacanya cerah). Hal tersebut menandakan jam bencet menggambarkan bayangan matahari dengan baik ketika cerah (terlihat bayangan matahari). Ketika medung/hujan, maka jam bencet akurat karena biasanya selisih antara hari pertama dengan hari kedua tidaklah banyak hanya selisih 1-2 menit seperti yang akan dijelaskan pada bagian analisis keakuratan (awal waktu salat Zuhur pada hari tersebut disamakan dengan hari kemarin). Yang disamakan adalah saat kulminasi Matahari (waktu Zuhur tiba).

3. Analisis Perhitungan Jam bencet di Masjid Tegalsari

Perhitungan jam bencet di Masjid Tegalsari dengan melihat langsung posisi bayangan matahari kemudian diaplikasikan ke jam istiwah' lalu melihat jadwal abadi. Syukur (Takmir Masjid Tegalsari yang dapat mengoperasikan jam bencet), beliau tidak pernah memakai rumus dalam perhitungan menentukan awal waktu salat Zuhur. Analisis dari perhitungan jam bencet tersebut yaitu perhitungan jam bencet tidak memakai perhitungan Ephemeris sebagaimana umumnya (menggunakan rumus dan perhitungan angka). Perhitungan jam bencet tersebut lebih sederhana sesuai dengan prinsip kerja jam bencet yaitu dengan berdasarkan letak matahari (melihat cahaya matahari pada bidang dial jam bencet), dengan kata lain perhitungannya hanya dapat dilakukan ketika ada pengamatan terhadap bayangan matahari.

Contohnya perhitungan jam bencet pada 29 Desember 2019 yaitu:

- Matahari tepat di garis Utara-Selatan jam bencet (12.00 WIS)	= 11°39'0" (11.39 WIB/
- Waktu Ihtiyath	= 0° 3' 0"
+	
Awal waktu salat Zuhur	= 11°42'0" (11.42 WIB/12.04 WIS)

4. Uji Akurasi Jam bencet di Masjid Tegalsari dengan mengkomparasikan pada software *Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro*.

Jam bencet di masjid Tegalsari menjadi acuan utama takmir Masjid dalam menentukan awal waktu salat khususnya awal waktu salat Zuhur. Caranya yaitu melihat posisi cahaya matahari di bidang dial jam bencet, kemudian diaplikasikan ke jam istiwa' (jam bandul) di ruang utama Masjid lalu melihat jadwal waktu abadi untuk menentukan awal waktu salat selain salat Zuhur (perhitungannya juga sederhana seperti yang dijelaskan di atas. Oleh karena itu, jam bencet tersebut harus memiliki tingkat akurasi yang baik dalam hal pemanfaatan fungsi jam bencet untuk menentukan awal waktu salat. Adapun pengamatan yang dilakukan penulis selama 19 hari pada bulan Desember 2019-Januari 2020 mengkomparasikan ke *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* yaitu:

Hasil penelitian yaitu akurasi jam bencet sama dengan *Software Accurate Times* dan Aplikasi *Muslim Pro* = 7 kali, selisih 1' = 6 kali, selisih 2' = 3 kali, selisih 3' = 3 kali. Menurut Denis Savoie, keakuratan jam bencet/jam matahari adalah jika keakuratan jam matahari terdapat selisih antara hasil lapangan dengan hasil perhitungan tidak lebih dari satu menit. Dalam analisis akurasi jam bencet tersebut, akurasi menit ada 13 kali (13 hari), yang 1 menit ada 6 kali. Oleh karena itu banyak yang menit. Maka akurasi jam bencet di Masjid Tegalsari tersebut akurat. Akan tetapi harus diperhatikan konsistensi penambahan waktu ihtiyathnya tidak lebih dari 4 menit. Selain itu, pada bidang dialnya diperlukan penambahan garis-garis penunjuk jamnya supaya lebih mudah digunakan generasi selanjutnya untuk mempermudah membaca penambahan waktu ihtiyath dalam penentuan awal waktu salat Zuhur.

Analisis akurasi jam bencet menggunakan *Software Accurate Times* dan Aplikasi *Muslim Pro* diperoleh seperti tabel 1-4 di bawah ini.

Tabel 1
PENGAMATAN AWAL WAKTU SALAT ZUHUR (DALAM WIB)
PADA JAM BENCET DI MASJID TEGALSARI

Keterangan	Waktu Salat Zuhur																		
	Bulan Desember 2019									Bulan Januari 2020									
Tanggal	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cuaca (mendekati waktu Zuhur)	Cerah	Mendung	Mendung	Gerhana M	Jum'at	Cerah (sedikit)	Cerah	Cerah (sedikit)	Cerah	Cerah (sedikit)	Cerah	Jum'at	Cerah	Hujan	Cerah	Mendung	Cerah	Cerah	Jum'at
Kulminasi Matahari (jam bencet)	11.36	11.36	11.36	11.37	11.37	±11.39	11.39	±11.39	11.40	±11.39	11.40	11.40	11.41	11.41	11.43	11.43	11.43	11.43	11.43
Waktu ihtiyath jam bencet (menit)	4'	3'	3'	6'	6'	3'	3'	3'	5'	7'	5'	5'	5'	6'	3'	3'	3'	4'	4'
Awal waktu salat Zuhur di Masjid Tegalsari	11.40	11.39	11.39	11.43	11.43	11.42	11.42	11.42	11.45	11.46	11.45	11.45	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.47	11.47

Sumber: Data observasi langsung ke Masjid Tegalsari pada bulan Desember 2019 - bulan Januari 2020.

Keterangan: waktu ihtiyath jam bencet berubah-ubah karena pelaksanaan awal waktu salat Zuhur oleh takmir masjid Tegalsari. Waktu ihtiyath awal waktu salat Zuhur di Masjid Tegalsari ada yang melebihi 3-4 menit sebanyak 8 kali dan tepat 3-4 menit sebanyak 11 kali. Oleh karena itu, awal waktu salat di Masjid Tegalsari konsisten lebih banyak ihtiyath 3-4 menit (akurat). Hanya saja diperlukan ketelitian lagi untuk konsisten waktu ihtiyath 3-4 menit.

Tabel 2
PENGAMATAN AWAL WAKTU SALAT ZUHUR (DALAM WIB)
PADA SOFTWARE ACCURATE TIMES
 (tidak tergantung pada cuaca)

Keterangan	Waktu Salat Zuhur																		
	Bulan Desember 2019									Bulan Januari 2020									
Tanggal	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kulminasi Matahari/ tanpa ihtiyath (Software Accurate Times)	11.36	11.36	11.37	11.37	11.38	11.38	11.39	11.39	11.39	11.40	11.40	11.41	11.41	11.42	11.42	11.43	11.43	11.44	11.44
Ihtiyath pada software	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'
Awal waktu salat Zuhur di Software Accurate Times	11.39	11.39	11.40	11.40	11.41	11.41	11.42	11.42	11.42	11.43	11.43	11.44	11.44	11.45	11.45	11.46	11.46	11.47	11.47

Tabel 3
PENGAMATAN AWAL WAKTU SALAT ZUHUR (DALAM WIB) PADA APLIKASI MUSLIM PRO
 (tidak tergantung pada cuaca)

Keterangan	Waktu Salat Zuhur																		
	Bulan Desember 2019									Bulan Januari 2020									
Tanggal	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kulminasi Matahari (Aplikasi Muslim Pro)	11.36	11.36	11.37	11.37	11.38	11.38	11.39	11.39	11.40	11.40	11.41	11.41	11.42	11.42	11.42	11.43	11.43	11.44	11.44
Ihtiyath pada aplikasi	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'
Awal waktu salat Zuhur di aplikasi Muslim Pro	11.39	11.39	11.40	11.40	11.41	11.41	11.42	11.42	11.43	11.43	11.44	11.44	11.45	11.45	11.45	11.46	11.46	11.47	11.47

Tabel 4
ANALISIS AKURASI AWAL WAKTU SALAT ZUHUR DI MASJID TEGALSARI (DALAM WIB)
(Komparasi dengan *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro*)

Keterangan	Waktu Salat Zuhur																		
	Bulan Desember 2019										Bulan Januari 2020								
Tanggal	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jam Bencet di Masjid Tegalsari	11.40	11.39	11.39	11.43	11.43	11.42	11.42	11.42	11.45	11.46	11.45	11.45	11.46	11.46	11.46	11.46	11.46	11.47	11.47
Software <i>Accurate Times</i>	11.39	11.39	11.40	11.40	11.41	11.41	11.42	11.42	11.42	11.43	11.43	11.44	11.44	11.45	11.45	11.46	11.46	11.47	11.47
Aplikasi <i>Muslim Pro</i>	11.39	11.39	11.40	11.40	11.41	11.41	11.42	11.42	11.43	11.43	11.44	11.44	11.45	11.45	11.45	11.46	11.46	11.47	11.47
Selisih Keakuratan Software <i>Accurate Times</i> dan Aplikasi <i>Muslim Pro</i> dengan jam bencet (Menit)	1'	-	1'	3'	2'	1'	-	-	3'	3'	2'	1'	2'	1'	1'	-	-	-	-

Sumber: Data observasi langsung ke Masjid Tegalsari pada bulan Desember 2019-Januari 2020.

Keterangan: untuk bergaris bawah terjadi selisih di *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* maka nanti dihitung keakuratan dengan perhitungan Ephemeris. Melihat perhitungan ephemeris yang telah di lakukan peneliti, maka bercetak merah tersebut sesuai dengan *software AccurateTimes*.

Kesimpulan

Bagian jam bencet di Masjid tegalsari terdiri dari gnomon dan bidang dial (tidak ada garis penunjuk jamnya). Fisik jam bencet tersebut sesuai dengan penggunaan sundial horizontal yaitu bidang dialnya berada di atas permukaan tanah (jika di masjid Tegalsari, bidang dial jam bencet berada di lantai). Gnomonnya juga menjulang di atas bidang dial (jika di Masjid Tegalsari, gnomon berada di atap masjid sedangkan bidang dial di lantai (gnomon menjulang di atas bidang dial). Penggunaan jam bencet di masjid Tegalsari hanya untuk menentukan awal waktu salat Zuhur karena jam bencet hanya dapat digunakan dengan bantuan bayangan matahari dari pukul 09.30-13.30 WIB.

Penggunaan jam bencet di Masjid Tegalsari dilihat ketika posisi bayangan matahari tepat di garis utara-selatan jam bencet jika mencapai titik kulminasi dan akan bergeser ke arah timur ketika sudah memasuki waktu ihtiyath (penentuan awal waktu Zuhur). Untuk menentukan awal waktu salat selain salat Zuhur, waktunya dimulai dari waktu istiwa' jam bencet dan disesuaikan dengan jadwal waktu abadi yang terpajang di dinding ruang utama Masjid Tegalsari. Apabila waktu salat Jum'at dan ketika mendung/hujan, maka penggunaan dan perhitungan jam bencet dengan waktu istiwa' hari kemarin. Perhitungan jam bencet di masjid Tegalsari untuk menentukan awal waktu salat Zuhur dengan melihat langsung pergerakan bayangan matahari pada bidang dial tanpa menggunakan rumus. Adanya penambahan waktu ihtiyath dan pergerakan arah bayangan Matahari setiap bulannya (dari bulan Oktober 2019-Januari 2020) selalu bergeser ke arah utara. Analisis akurasi jam bencet di masjid Tegalsari dengan menggunakan *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* sudah akurat. Hasil 19 hari penelitian menunjukkan mayoritas waktu ihtiyathnya 3-4 menit. Selisih jadwal awal waktu salat Zuhur di jam bencet dengan menggunakan *software Accurate Times* dan aplikasi *Muslim Pro* mayoritas banyak yang menit, sehingga dapat dikatakan jam bencet di Masjid Tegalsari akurat.

Daftar Pustaka

- Afdhilla, Zulfan. 2015. "Download Accurate Times, Software Hisab Amkan Rukyat." Afdhilla, Zulfan. 2015. <http://www.zulfanafdhilla.com/2015/03/download-accurate-time-software-hisab.html>.
- Azhari, Susiknan. 2007. *Ilmu Falak : Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Cet ke-2. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Bashori, Muhammad Hadi. 2015. *Pengantar Ilmu Falak (Pedoman Lengkap Tentang Teori Dan Praktik Hisab, Arah Kiblat, Waktu Shalat, Awal Bulan Qamariah Dan Gerhana)*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar.
- Bond, C. 2010. "Sundial Design." CRBond. 2010. <http://www.crbond.com/papers/sundial.pdf>.
- Dewi, Verlina Pelita. 2019. "Studi Analisis Akurasi Software Accurate Times Dalam Penentuan Awal Waktu Shalat Di Surabaya." UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Jamil. 2016. *Ilmu Falak (Teori Dan Aplikasi)*. Cet ke-4. Jakarta: Amzah.
- Jannah, Elly Uzlifatul, and Elva Imeldatur Rohmah. 2019. "Sundial Sejarah Dan Konsep Aplikasinya." *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 5, no. 2: 128.
- Khazin, Muhyidin. 2011. *Ilmu Falak: Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Musonif, Ahmad. 2011. *Ilmu Falak: Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi Dan Hisab Hakiki Awal Bulan*. Yogyakarta: Teras.

-
- Qulub, Siti Tatmainul. 2017. *Ilmu Falak: Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. Depok: Rajawali Pers.
- Setyowati, Norma, and Danur Hadi Prasojo. 2008. *Ritual Dalam Proses Pembangunan Masjid: Studi Kasus Pembangunan Masjid Tegalsari Surakarta*. Surakarta: Yayasan Ta'mirul Masjid Tegalsari Surakarta dan SMP Tamirul Islam Surakarta.
- Tribun Sumsel. 2019. "Muslim Pro-Aplikasi Android Pendukung Ibadah, Ini Cara Mengaktifkan Bunyi Adzan." *Tribun*. 2019. <https://sumsel.tribunnews.com/2019/05/08/muslim-pro-aplikasi-android-pendukung-ibadah-ini-cara-mengaktifkan-bunyi-adzan>.
- Vincent, Jill. 2008. "The Mathematics Of Sundials." *Australian Senior Mathematics Journal* 22, no. 1.