

Laporan Hasil Penelitian Individual

**MENGUJI KAKURATAN HASIL PENGUKURAN
ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN ISTIWAAINI
KARYA SLAMET HAMBALI**



Peneliti

Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I.

NIP: 195408051980031004

**DIBIYAI DENGAN ANGGARAN DIPA
IAIN WALISONGO SEMARANG
TAHUN 2014**



**KEMENTERIAN AGAMA
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI WALISONGO
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT**

Jl. Walisongo No. 3-5 Telp./Fax.7615923 Semarang 50185

SURAT KETERANGAN

No. In.06.0/P.1/TL.01/ 651 /2014

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) IAIN Walisongo Semarang, dengan ini menerangkan bahwa penelitian Individual yang berjudul:

**MENGUJI TINGKAT KEAKURATAN HASIL PENGUKURAN
ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN ISTIWAAINI KARYA
SLAMET HAMBALI**

adalah benar-benar merupakan hasil penelitian yang dilaksanakan oleh:

Nama : Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I.
NIP : 19540805 198003 1004
Pangkat/Jabatan: Penata Tk. I (III/d)
Fakultas : Syariah

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 14 Agustus 2014
Ketua ,

Dr. H. Sholihan, M. Ag.
/ NIP. 19600604 199403 1004

ABSTRACT

Facing Qibla is one of the requirements of allowed prayer. Getting the correct qibla direction, which actually it faces the direction of the Ka'ba (Haram) is an obligation for every Muslim in the prayers *shalat*. Not only the measurement method of qibla direction but also the result of it have been diverse to date. In this case Slamet Hambali create an aid tool of measurement of Qibla direction, *Istiwaaini Slamet Hambali* working like theodolite system.

In collecting data, researcher used the experimental technique observing the location, *Masjid Agung Jawa Tengah*, over and over to determine the suitability of the result of measuring qibla direction by *Istiwaaini* using the Qibla direction of *Masjid Agung Jawa Tengah* which is very accurate. While in the analysis technique, researcher used inductive analysis technique.

The Research results are as follows:

The first test did on Sunday kliwon, July 20, 2014 at 10:06:37 am WIB, the calculated result obtained a different azimuth (ba) = $254^{\circ} 00' 08,56''$. The result of measurement by *Istiwaaini* has the same result as the Qibla direction, Masjid Agung Jawa Tengah.

The second test did on Sunday kliwon, July 20, 2014 at 11:47:34 am WIB, the calculated result obtained different azimuth (ba) = $296^{\circ} 00' 16,92''$, The result of measurement by *Istiwaaini* has the same result as the Qibla direction, Masjid Agung Jawa Tengah.

The third test did on Monday Pahing, August 11, 2014 at 10:22:14 am WIB, the calculated result obtained different azimuth (ba)

= $252^{\circ}30'09.19''$ ", The result of measurement by *Istiwaaini* has the same result as the Qibla direction, *Masjid Agung Jawa Tengah*.

The fourth test did on Tuesday Pon, August 12, 2014 at 10:12:45 am WIB, the calculated result obtained different azimuth (ba) = $248^{\circ}59'56.15''$ ", The result of measurement by *Istiwaaini* has the same result as the Qibla direction, *Masjid Agung Jawa Tengah*.

The fifth test did on Wednesday Wage, August 13, 2014 at 10:16:59 am WIB, the calculated result obtained different azimuth (ba) = $249^{\circ}59'37.5''$ ", The result of measurement by *Istiwaaini* has the same result as the Qibla direction, *Masjid Agung Jawa Tengah*.

The sixth test did on Wednesday Wage, August 13, 2014 at 11:45:50 am WIB, the calculated result obtained different azimuth (ba) = $296^{\circ}15'02.71''$ ", The result of measurement by *Istiwaaini* has the same result as the Qibla direction, *Masjid Agung Jawa Tengah*.

The test results above show that the result of measuring the Qibla direction by *Istiwaaini Slamet Hambali* is accurate.

Key words: *Istiwaaini, Masjid Agung Jawa Tengah, Qibla*

ABSTRAK.

Menghadap ke arah kiblat adalah merupakan salah satu syarat sahnya salat. Mendapatkan arah kiblat yang benar, yaitu benar-benar ke arah Kakbah (*Masjidil Haram*) adalah kewajiban bagi setiap muslim yang menjalankan salat. Metode pengukuran arah kiblat sampai saat ini bermacam-macam, hasilnya pun bermacam-macam pula. Dalam hal ini Slamet Hambali menciptakan alat bantu pengukuran arah kiblat dengan nama *Istiwaaini Slamet Hambali* menggunakan sistem kerja yang tidak berbeda dengan sistem *theodolite*.

Dalam pengumpulan data peneliti menggunakan teknik eksperimen dengan melakukan observasi lapangan secara berulang-ulang dengan mengambil lokasi Masjid Agung Jawa Tengah untuk mengetahui kecocokan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan *Istiwaaini* dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah yang arah kiblatnya sangat akurat. Sedangkan dalam teknik analisis peneliti menggunakan teknik induktif analisis.

Hasil penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Pengujian pertama dilaksanakan hari Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 pukul 10:06:37 WIB, hasil perhitungan diperoleh beda azimuth (ba) = $254^{\circ} 00' 08,56''$, hasil pengukuran menggunakan *Istiwaaini* sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Pengujian kedua dilaksanakan hari Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 pukul 11:47:34 WIB, hasil perhitungan diperoleh beda azimuth (ba) = $296^{\circ} 00' 16,92''$, hasil pengukuran menggunakan *Istiwaaini* sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Pengujian ketiga dilaksanakan hari Senin Pahing, 11 Agustus 2014 pukul 10:22:14 WIB, hasil perhitungan diperoleh beda azimuth (ba) = $252^{\circ} 30' 09,19''$, hasil pengukuran menggunakan *Istiwaaini* sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Pengujian keempat dilaksanakan hari Selasa Pon, 12 Agustus 2014 pukul 10:12:45 WIB, hasil perhitungan diperoleh beda azimuth (ba) = $248^{\circ} 59' 56,15''$, hasil pengukuran menggunakan *Istiwaaini* sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Pengujian kelima dilaksanakan hari Rabu Wage, 13 Agustus 2014 pukul 10:16:59 WIB, hasil perhitungan diperoleh beda azimuth (ba) = $249^{\circ} 59' 37,5''$, hasil pengukuran menggunakan *Istiwaaini* sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Pengujian keenam dilaksanakan hari Rabu Wage, 13 Agustus 2014 pukul 11:45:50 WIB, hasil perhitungan diperoleh beda azimuth (ba) = $296^{\circ} 15' 02,71''$, hasil pengukuran menggunakan *Istiwaaini* sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Dari enam kali pengujian dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa hasil pengukuran arah kiblat menggunakan *Istiwaaini Slamet Hambali* adalah akurat.

Kata kunci: *Istiwaaini, Masjid Agung Jawa Tengah, Kiblat.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT., karena dengan rahmat, hidayah dan taufiqnya peneliti dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dalam bentuk buku dengan judul "Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali".

Selama masa penelitian, berbagai kendala, tantangan, dukungan dan kemudahan menjadi dinamika yang turut menyertai proses penelitian sampai pada selesainya laporan penelitian. Peneliti sadar sepenuhnya, meskipun sudah berusaha semaksimal mungkin penelitian laporan hasil ini belum sempurna sesuai dengan harapan banyak pihak. Untuk itu peneliti berharap kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan penelitian ini.

Akhirnya kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian sampai dengan selesainya laporan hasil penelitian ini, peneliti hanya bisa sampaikan ucapan terima kasih yang sebanyak-banyaknya. *Jazakumullah ahsan al-jaza'*. Amin.

Semarang, 14 Agustus 2014

Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i	
HALAMAN PENGESAHAN	ii	
<i>ABSTRACT</i>	iii	
ABSTRAK	v	
KATA PENGANTAR	vii	
DAFTAR ISI	viii	
BAB I : PENDAHULUAN		
A. Latar Belakang Masalah	1	
B. Rumusan Masalah	7	
C. Tujuan Penelitian	7	
D. Signifikansi Penelitian	8	
E. Kajian Research sebelumnya	8	
F. Metode Penelitian	10	
G. Sistematika Penelitian		
BAB II : MACAM-MACAM METODE PENGUKURAN ARAH KIBALT, HAL-HAL YANG BERHUBUNGAN DENGAN AZIMUTH KIBLAT, AZIMUTH MATAHARI, ARAH KIBLAT MASJID AGUNG JAWA TENGAH DAN TINGKAT KEAKURATAN ARAH KIBLAT		12

A. Macam-Macam Metode Pengukuran Arah Kiblat ..	12
B. Pengertian Arah Kiblat, Azimuth Kiblat, serta Hisab dan Contoh-Contoh Perhitungannya	13
C. Pengertian Arah Matahari, Azimuth Matahari, Tinggi Matahari, Sudut Waktu Matahari serta Hisab dan Contoh Perhitungannya	30
D. Arah Kiblat Masjid Agung Jawa Tengah	43
E. Tingkat Keakuratan Arah Kiblat	46

**BAB III: PENGUJIAN ISTIWAAINI KARYA SLAMET HAMBALI
DI MASJID AGUNG JAWA TENGAH**

A. Sejarah Singkat Slamet Hambali	52
B. Istiwaaini, Komponen, Syarat Penggunaan dan Pengujiannya	56
1. Komponen Istiwaaini	56
2. Syarat-Syarat Penggunaan Istiwaaini.	62
C. Pengujian Istiwaaini	64
1. Pengujian I hari Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 pk. 10:06:37 WIB	65
2. Pengujian II hari Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 pk. 11:47:34 WIB	69
3. Pengujian III hari Senin Pahing, 11 Agustus 2014 M pk. 10:22:14 WIB	74

4. Pengujian IV hari Selasa Pon, 12 Agustus 2014 M pk. 10:12:45 WIB	79
5. Pengujian V hari Rabu Wage, 13 Agustus 2014 M pk. 10:16:59 WIB	84
6. Pengujian VI hari Rabu Wage, 13 Agustus 2014 M pk. 11:45:50 WIB	89

**BAB IV: ANALISIS HASIL PENGUJIAN ISTIWAAINI KARYA
SLAMET HAMBALI DI MASJID AGUNG JAWA TENGAH**

A. Analisis Penggunaan Istiwaaini karya Slamet Hambali .95	
B. Analisis Hasil Penggunaan Istiwaaini karya Slamet Hambali	98

BAB V : PENUTUP 109

A. Kesimpulan	109
B. Penutup	109

DAFTAR PUSTAKA 111

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.

Arah kiblat adalah arah terdekat menuju Kakbah (*al-Masjid al-Haram*). Dan menjadi kewajiban bagi setiap muslim untuk menghadap kearah tersebut pada saat menjalankan ibadah salat, sebagaimana telah diperintahkan Allah dalam surah al-Baqarah ayat 144, 149 dan 150.

Arah kiblat masjid-masjid di Indonesia pernah menjadi sorotan publik, mulai dari DPR RI, Kementrian Agama, LSM, Perguruan Tinggi, sampai Majelis Ulama Indonesia, sehingga keluar fatwa MUI nomor 03 tahun 2010, kemudian setelah adanya masukan-masukan khususnya dari hasil seminar nasional yang diselenggarakan oleh Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo hari Kamis, 27 Mei 2010 dengan tema "Menggugat Fatwa MUI nomor 03 tahun 2010" maka keluarlah fatwa MUI nomor 05 tahun 2010 (meralat fatwa MUI nomor 03 tahun 2010).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi akhir-akhir ini khususnya perkembangan teknologi komunikasi telah mengantarkan manusia dapat mengetahui segala peristiwa yang terjadi di berbagai belahan dunia dengan sangat cepat bahkan bisa secara langsung. Demikian juga dengan munculnya teknologi *Google Earth* manusia di dalam kamar dapat melihat berbagai

tempat dipermukaan bumi, berbagai bentuk bangunan, jalan, pemandangan, rumah, masjid dan sebagainya lengkap dengan garis bujur dan garis lintang, termasuk garis bujur dan garis lintang Kakbah yang menjadi kiblat umat Islam di berbagai belahan dunia. Dan dengan teknologi *Google Earth* pula kita dapat mengecek arah kiblat bangun-bangunan masjid di sekeliling kita ataupun di berbagai belahan dunia yang jauh dari kita, apakah bangunan masjid arah kiblatnya sudah lurus atau masih ada sudut perbedaan dari arah kiblat yang sebenarnya.

Sampai saat ini masih ada saja takmir masjid yang menghendaki pengecekan ulang arah kiblat masjid yang menjadi tanggung jawabnya, termasuk di antaranya adalah Masjid Polda Jateng. Pada tahun 2009 sampai dengan awal tahun 2010 peneliti telah menyelesaikan pengecekan ulang arah kiblat masjid-masjid besar di kota/kabupaten se-Jawa Tengah bersama Tim Sertifikasi Arah Kiblat Provinsi Jawa Tengah, dengan menggunakan alat bantu: (1). *Global Positioning System* (GPS), digunakan untuk memastikan garis bujur dan garis lintang masjid yang akan diukur arah kiblatnya dan ketepatan waktu/jam atas informasi satelit. (2). *Theodolit*, digunakan untuk membidik posisi matahari, menentukan *True North* dari posisi matahari dan menentukan arah kiblat dari *True North* ataupun dari posisi matahari serta mengetahui sudut perbedaan arah kiblat bangunan masjid dengan arah kiblat yang sebenarnya. (3). Data ephemeris, guna mendapatkan data *declination* dan *equation of*

time matahari pada tanggal, jam, menit dan detik saat pengukuran arah kiblat. (4). *Scientific calculator*, dipergunakan untuk menghitung tinggi matahari, azimuth matahari dan azimuth kiblat pada saat pengukuran arah kiblat.

Dari hasil pengecekan tersebut ternyata mayoritas arah kiblat masjid-masjid di Jawa Tengah tersebut mlenceng dari yang sebenarnya, keadaannya bervariasi ada yang kurang ke arah utara dan ada yang kurang ke arah selatan, akan tetapi mayoritas kurang ke utara, sudutnya bervariasi, ada yang hanya $0^{\circ} 4'$ yaitu Masjid Agung Jepara, ada yang $0^{\circ} 55'$ yaitu Masjid Agung kota Magelang, 1° yaitu Masjid Agung Kendal, $1^{\circ} 13'$ yaitu Masjid Agung Pati, $2^{\circ} 0' 33''$ yaitu Masjid Baiturrahman, hampir 5° adalah Masjid Agung Cilacap, $15^{\circ} 36' 50''$ Masjid Alon-Alon Purwodadi, $17^{\circ} 48'$ adalah Masjid Simpang Lima Purwodadi dan tertinggi adalah Masjid Agung Sukoharjo dan Masjid alon-alon Ungaran yang mencapai lebih dari 29° sehingga kiblatnya menghadap ke arah barat selatan.

Dalam pandangan peneliti, kemlencengan arah kiblat masjid-masjid di Jawa Tengah itu tidak lain adalah kesalahan pengukuran awal, bukan karena pengaruh gerak lempeng bumi seperti yang pernah muncul di media beberapa waktu lalu, ada kemungkinan pengukuran awal dilakukan menggunakan kompas. Sedangkan kompas sendiri ada yang menggunakan lingkaran 360° dan ada juga yang menggunakan lingkaran 40° seperti kompas kiblat pada umumnya. Sering tidak disadari bahwa kompas mempunyai

banyak kelemahan, di antaranya (1) jarum utara kompas tidak mengarah ke *True North* (utara sejati) melainkan mengarah ke kutub utara magnet bumi, dimana antara kutub utara bumi dan kutub utara magnet bumi terkadang berimpit terkadang tidak berimpit sehingga memerlukan koreksi *magnetic declination*, hal ini jarang yang memperhatikan dan jarang yang mengetahui. (2). Jika di sekeliling kompas ada medan magnet, maka jarum kompas bergeser menuju medan magnet. (3). Jika menggunakan kompas kiblat (angka maksimalnya 40 bukan 360) akan lebih mengacaukan lagi, karena kota-kota di Jawa untuk mendapatkan arah kiblat dalam buku petunjuk penggunaan kompas kiblat menggunakan acuan bilangan 9 dari bilangan lingkaran 40, yang berarti arah kiblat untuk daerah Jawa menurut petunjuk kompas kiblat tersebut adalah 81^0 dari Utara ke Barat (atau 9^0 dari Barat ke Utara).

Bilamana suatu tempat sudah diketahui secara pasti berapa garis bujur (λ^x) dan berapa lintangnya (φ^x), kemudian juga diketahui secara pasti berapa garis bujur Kakbah (λ^k) dan berapa lintang Kakbah (φ^k) maka dapatlah diperoleh hasil perhitungan arah kiblat dan azimuth kiblat yang benar, selanjutnya bagaimana metode untuk mendapatkan arah kiblat dan azimuth kiblat tersebut di lapangan, maka dalam hal ini diperlukan alat bantu untuk pengukuran arah kiblat.

Di antara alat bantu yang dapat digunakan untuk pengukuran arah kiblat antara lain:

(1). Kompas, alat ini dibuat untuk dijadikan petunjuk arah utara, selatan, barat dan timur hanya saja perlu diketahui bahwa kompas mempunyai banyak kelemahan sebagaimana dijelaskan di atas, oleh karena itu kompas hendaknya dipakai dalam keadaan darurat saja, yakni ketika tidak ada alat yang lebih canggih seperti theodolit dan tidak dapat memanfaatkan posisi matahari karena pada malam hari atau karena mendung, disamping itu dalam penggunaan kompas hendaknya juga memperhatikan deklinasi magnetik (*magnetic declination*).

(2). Theodolit, sebenarnya alat ini didesain sebagai alat ukur ruang, seperti: panjang jalan, luas tanah, tinggi bangunan dan semacamnya bukan didesain untuk menentukan arah kiblat, namun karena acuan pengukurannya menggunakan vertikal dan horizontal maka theodolit menjadi sangat praktis digunakan untuk menentukan arah kiblat, utara sejati (*true north*), tinggi matahari dan waktu, yang hasilnya sangat akurat. Bukti keakuratan pengukuran arah kiblat menggunakan theodolit adalah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah, pengukuran arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dilaksanakan pada hari Senin Wage, 17 Jumadal Akhirah 1423 H./26 Agustus 2002 M., menggunakan theodolit kepunyaan Fakultas Teknik jurusan Geodesi Undip dan dioperasikan oleh peneliti sendiri dibantu Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag, diketuai oleh Prof. Dr. H. Ahmad Rofiq, M.A., disaksikan oleh Kakanwil Kemenag Jateng (HM Habib Toha,

M.A., Ketua Panitia dan jajarannya, tokoh ormas, tokoh partai politik dan para pejabat dari Fakultas Teknik jurusan Geodesi Undip.

(3). Mizwala, alat ini juga bisa disebut tongkat istiwak karena alas dari alat ini adalah lingkaran yang dilengkapi dengan jari-jari dan titik pusatnya adalah tongkat istiwak (*genomon*).

(4). Istiwaaini, alat ini dinamakan istiwaaini karena di antara komponen utamanya adalah dua tongkat istiwak, tingkat istiwak yang pertama berada di lingkaran titik 0° , dan tongkat istiwak yang kedua berada di titik pusat lingkaran. Alat ini adalah karya peneliti yang didesain untuk menggantikan theodolit dalam hal: a). Menentukan/mengecek arah kiblat, b). Menentukan/mengecek utara sejati (*true north*), c). Menghitung tinggi matahari, d). Menentukan waktu.

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk meneliti sejauh mana tingkat keakuratan istiwaaini untuk menentukan arah kiblat, yang kemudian penelitian ini peneliti kemas dengan judul: *Menguji Tingkat Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini karya Slamet Hambali*.

B. Rumusan Masalah.

Dalam penelitian ini ada tiga permasalahan yang perlu diangkat, yaitu :

1. Bagaimana langkah-langkah yang diperlukan dalam menggunakan istiwaaini untuk menentukan arah kiblat?

2. Bagaimanakah tingkat keakuratan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan *Istiwaaini Karya Slamet Hambali* ?

C. Tujuan Penelitian.

Memperhatikan rumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mendiskripsikan langkah-langkah yang diperlukan dalam menggunakan *istiwaaini* untuk menentukan arah kiblat.
2. Untuk mendiskripsikan langkah-langkah yang diperlukan dalam menggunakan theodolit untuk menentukan arah kiblat.
3. Untuk mendiskripsikan secara komparatif tingkat keakuratan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan *istiwaaini* dibanding theodolit.

D. Signifikansi Penelitian.

Jawaban dari masalah-masalah yang telah peneliti rumuskan dalam rumusan masalah yang merupakan hasil dari penelitian yang akan peneliti lakukan, diharapkan memiliki signifikansi sebagai berikut:

1. Dapat memberi informasi positif kepada para ilmuwan dan umat Islam di seluruh dunia, bahwa saat ini telah lahir alat baru yang sangat sederhana dan dapat dibuat dengan biaya sangat murah, sedangkan penggunaannya (sistem kerjanya) sama dengan theodolit yang harganya sangat mahal.
2. Dalam konteks perkembangan permasalahan arah kiblat, hasil penelitian yang akan peneliti laksanakan, diharapkan dapat

memberi kontribusi untuk membantu umat Islam di seluruh dunia dalam memecahkan permasalahan arah kiblat dalam rumah, masjid, mushalla, hotel, rumah sakit, kuburan Islam dan sebagainya.

E. Kajian Research Sebelumnya.

Penelitian terdahulu tentang istiwaaini ada satu, yaitu penelitian skripsi saudara Muhammad Adieb, nomor induk mahasiswa 102111109, tahun 2014, dengan judul "*Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali Dengan Theodolite*" di bawah bimbingan I: Nur Hidayati Setyani, S.H., M.H., II: Ahmad Syifaul Anam, S.H.I., M.H.

Saudara Muhammad Adieb dalam skripsinya (2014: 72-81) menyebutkan bahwa yang bersangkutan telah melakukan 3 kali percobaan, pertama tanggal 7 April 2014, kedua tanggal 10 April 2014, ketiga 11 Mei 2014. Dari 3 kali percobaan tersebut 2 kali dilaksanakan di tempat yang sama, 1 kali di tempat yang berbeda dan diperoleh 3 macam perbedaan pula, percobaan pertama di Masjid Jami' Baiturrohim Jrasah ada selisih $0^{\circ} 13' 45,05''$, percobaan kedua juga di Masjid Jami' Baiturrohim Jrasah ada selisih $0^{\circ} 41' 15,06''$ dan percobaan ketiga di Pondok Pesantren APIK Kaliwungu Kendal ada selisih $0^{\circ} 34' 22,58''$

Menurut peneliti seharusnya perbedaan dari percobaan ke percobaan adalah tetap, bahkan semestinya tidak ada perbedaan hasil

antara istiwaaini dengan theodolit, karena keduanya sama-sama menggunakan metode perhitungan yang sama dan sama-sama menggunakan acuan posisi matahari.

Hasil penelitian saudara Muhammad Adieb merupakan masukan yang sangat baik untuk melakukan penelitian yang lebih cermat lagi untuk mengetahui yang sebenarnya tingkat keakuratan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan istiwaaini dan sekaligus mencari penyebab terjadinya perbedaan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan istiwaaini dengan *theodolite* yang dilakukan oleh saudara Muhammad Adieb tersebut.

F. Metode Penelitian.

Sesuai dengan tujuan penelitian, bahwa penelitian ini adalah untuk menguji akurasi arah kiblat yang diperoleh dari metode pengukuran arah kiblat dengan *istiwaaini karya Slamet Hambali*, maka pengumpulan data dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode eksperimen.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia *on line* (<http://kbbi.web.id/eksperimen>) eksperimen adalah percobaan yg bersistem dan berencana guna untuk membuktikan kebenaran suatu teori. Dalam hal ini peneliti akan melakukan percobaan secara berulang-ulang, terencana dan sistemik dengan menggunakan parameter sebagai laboratorium yang dapat menjamin hasil pengujian secara obyektif dan proporsional.

Sebagai laboratoriumnya, peneliti menggunakan parameter arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), dengan pertimbangan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah adalah sangat akurat. Melalui *Google Earth* (2014) akurasi arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah tidak diragukan lagi dan dapat dibuktikan oleh semua orang dari berbagai belahan dunia.

Di dalam analisis peneliti menggunakan metode induksi, yaitu "metode pemikiran yang bertolak dari kaidah (hal-hal atau peristiwa) khusus untuk menentukan hukum (kaidah) yang umum; penarikan kesimpulan berdasarkan keadaan yang khusus untuk diperlakukan secara umum; penentuan kaidah umum berdasarkan kaidah khusus" (<http://kbbi.web.id/induksi>).

G. Sistematika Penelitian.

Sistematika penelitian dari hasil penelitian ini, peneliti membagi sistematika pembahasan menjadi lima bab, yang terdiri dari satu bab pendahuluan, tiga bab pembahasan materi dan satu bab penutup yang di dalamnya ada kesimpulan.

Adapun sistematika penelitian secara detailnya adalah sebagai berikut:

Bab I, berisi pendahuluan yang akan membahas tentang: latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, signifikansi penelitian, kajian research sebelumnya, metode penelitian, dan sistematika penelitian.

Bab II, berisi tentang macam-macam metode pengukuran arah kiblat, hal-hal yang berhubungan dengan azimuth kiblat,

azimuth matahari, arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dan tingkat keakuratan arah kiblat yang akan membahas tentang: pengertian arah kiblat, azimuth kiblat serta hisab dan contoh-contoh perhitungannya, pengertian arah matahari, azimuth matahari, tinggi matahari serta hisab dan contoh perhitungannya, arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah, dan tingkat keakuratan arah kiblat.

Bab III, peneliti akan menjelaskan tentang pengujian istiwaaini karya Slamet Hambali, yang akan membahas tentang sejarah singkat Slamet Hambali, istiwaaini, komponen, syarat penggunaan dan pengujian-pengujiannya sampai 6 kali.

Bab IV, peneliti akan menganalisis tingkat keakuratan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan istiwaaini di Masjid Agung Jawa Tengah yang dilakukan sebanyak 6 kali.

Bab V adalah penutup yang di dalamnya ada kesimpulan dan saran-saran.

BAB II

**MACAM-MACAM METODE PENGUKUAN ARAH KIBLAT,
HAL-HAL YANG BERHUBUNGAN DENGAN AZIMUTH
KIBLAT, AZIMUTH MATAHARI, ARAH KIBLAT MASJID
AGUNG JAWA TENGAH DAN TINGKAT KEAKURATAN ARAH
KIBLAT**

A. Macam-Macam Metode Pengukuran Arah Kiblat.

Metode pengukuran arah kiblat yang berkembang di Indonesia selama ini ada menurut Slamet Hambali (2013: 23) ada 5 macam ditambah satu metode lagi temuan Slamet Hambali sehingga menjadi 6 yaitu:

1. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu kompas.
2. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu tongkat istiwaq dengan mengambil bayangan matahari sebelum zawal dan sesudah zawal.
3. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan *rasyd al-qiblah global*.
4. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan *rasyd al-qiblah lokal*.
5. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu teodolit berdasarkan posisi matahari setiap saat.

6. Metode pengukuran arah kiblat menggunakan segitiga siku-siku dari bayangan matahari setiap saat.

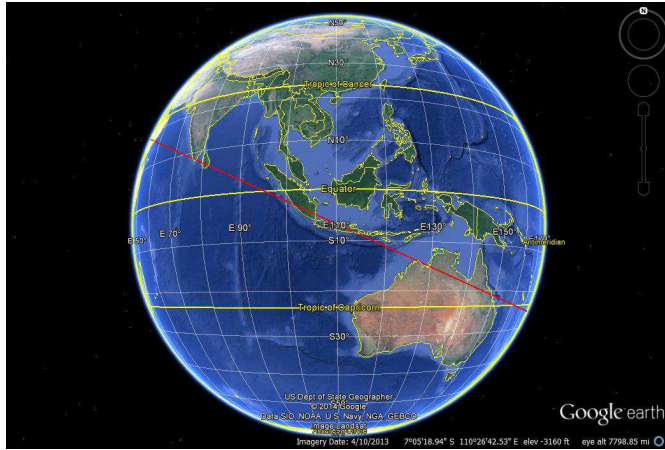
Dari keenam metode tersebut yang mempunyai kelemahan terbanyak adalah metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu kompas, karena: (1). Jarum kompas hanya mengarah ke kutub utara magnet bumi bukan ke kutub utara bumi, sehingga ketika menggunakan kompas harus memperhatikan deklinasi magnetik di posisi pengguna dan pada tanggal kompas digunakan. (2). Kompas sangat sensitif terhadap medan magnet (Slamet Hambali 2013: 3-4)

B. Pengertian Arah Kiblat, Hisab Arah Kiblat, Azimuth Kiblat dan Contoh-Contoh Perhitungannya.

1. Pengertian Arah Kiblat.

Arah kiblat adalah arah terdekat menuju Kakbah (*al-Masjid al-Haram*) melalui lingkaran bola bumi (*great circle*).

Lingkaran bola bumi (*great circle*) yang di maksud adalah lingkaran bola bumi yang melalui titik pusat Kakbah dan titik (tempat) kebalikan dari titik pusat Kakbah.



Gambar 1

Bola bumi diambil dari *Google Earth* 2014, dengan satu lingkaran kiblat (lingkaran yang melalui Kakbah dan melalui kebalikan Kakbah)

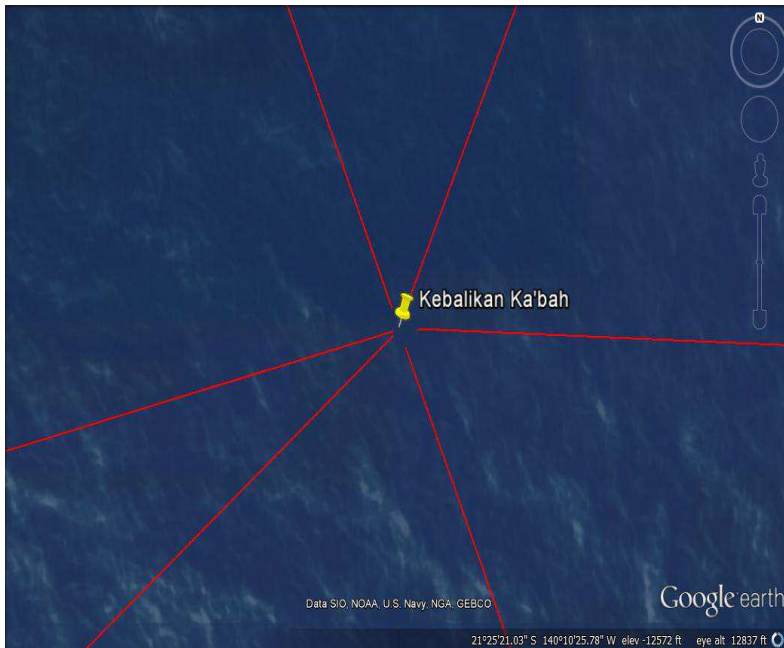
Melalui *Google Earth* 2014, titik pusat Kakbah berada pada Bujur Timur (BT) $39^{\circ} 49' 34,22''$ dengan lintang (ϕ) = $+21^{\circ} 25' 21,03''$ (LU). Berarti titik (tempat) yang merupakan kebalikan dari Kakbah adalah berada pada Bujur Barat (BB) $140^{\circ} 10' 25,78''$ dengan lintang (ϕ) = $-21^{\circ} 25' 21,03''$ (LS).



Gambar 2

Posisi Kakbah diambil dari *Google Earth* 2014, pojok kiri bawah menunjukkan posisi Kakbah terletak pada BT $39^{\circ} 49' 34,22''$ dengan lintang utara $+21^{\circ} 25' 21,03''$

Di tempat kebalikan dari Kakbah (*antipode Kakbah*), semua arah adalah arah menuju Kakbah (arah kiblat) dengan jarak yang sama, yakni bila dihitung dengan derajat adalah 180° , sedangkan bilamana dihitung dengan satuan kilometer kurang lebih adalah 20.000 kilometer.

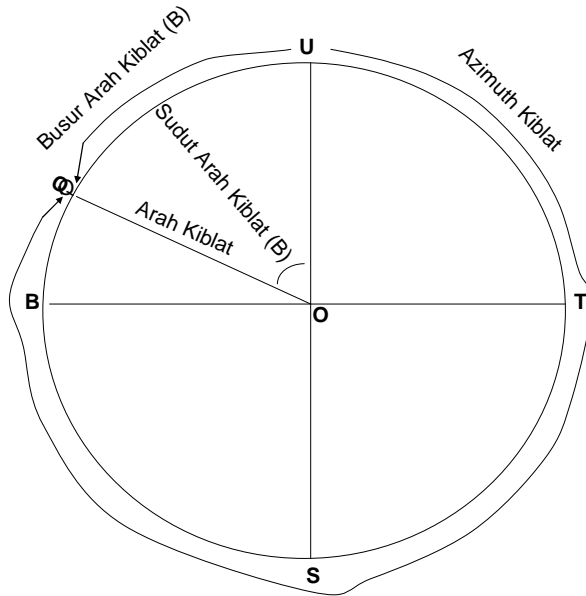


Gambar 3

Diambil dari *Google Earth* 2014 arah kiblat di kebalikan Kakbah (antipode Kakbah) bisa menghadap ke segala arah

2. Pengertian Azimuth Kiblat.

Azimuth kiblat adalah sudut (busur) yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah perputaran jarum jam) melalui lingkaran horizon (ufuk) sampai proyeksi Kakbah.



Gambar 4

Gambar bola langit menggambarkan arah kiblat dan azimuth kiblat

Gambar bola langit di atas, lingkaran UTSB adalah lingkaran horizon (ufuk), garis OQ adalah arah kiblat (arah menuju Kakbah), UOQ adalah sudut arah kiblat dari titik utara (B), busur UQ = sudut UOQ yaitu sudut arah kiblat, sedangkan UTSBQ adalah azimuth kiblat.

3. Hisab (perhitungan) Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat.

1). Hisab Arah Kiblat.

Arah kiblat yang dimaksud di sini adalah arah kiblat

dihitung dari titik utara (U) atau dari titik selatan (S) melalui ufuk baik ke arah barat ataupun ke arah timur yang biasanya diberi lambang huruf B. Ketentuan apakah dari titik utara atau dari titik selatan adalah mengikuti hasil perhitungan. Bilamana hasil perhitungan positif maka arah kiblat dihitung dari titik utara (U), dan jika hasil perhitungan negatif maka arah kiblat dihitung dari titik selatan (S).

Untuk mendapatkan arah kiblat dapat digunakan formula rumus dari W.M. Smart (1977:12) $\cos a \cos C = \sin a \cot b - \sin C \cot B$.

Dari rumus ini dapat ditarik rumus $\cot B = \sin a \cot b : \sin C - \cos a \cos C : \sin C$, atau $\cot B = \sin a \cot b : \sin C - \cos a \cot C$ sebagaimana Muhyiddin Khazin, (2004: 55) , kemudian Departemen Agama RI (1981: 90), juga Susiknan Azhari (2007: 57).

Rumus tersebut dapat disederhanakan lagi menjadi $\cot B = \cos \phi^x \tan \phi^k : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$.

Keterangan:

B adalah arah kiblat dihitung dari titik utara atau selatan, jika hasil perhitungan positif arah kiblat dihitung dari titik Utara (U), dan jika hasil perhitungan negatif arah kiblat dihitung dari titik Selatan (S). B juga bisa disebut busur arah kiblat atau sudut arah kiblat.

a (dengan huruf kecil) adalah busur / jarak yang dihitung dari

kutub utara bumi sampai dengan tempat/kota yang diukur arah kiblatnya melalui lingkaran garis bujur. Nilai a dapat diperoleh dengan rumus (kaidah): $a = 90^0 - \phi^x$. (ϕ^x = lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya).

b (dengan huruf kecil) adalah busur/jarak yang dihitung dari kutub utara bumi sampai dengan Kakbah melalui lingkaran garis bujur. b dapat diperoleh dengan rumus: $b = 90^0 - \phi^k$. (ϕ^k = lintang Kakbah, yaitu $21^0 25' 21,03''$).

C adalah jarak bujur terdekat dari Kakbah ke arah timur atau ke arah barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Dalam hal ini dapat digunakan rumus (kaidah sebagai berikut):

1). $BT^x > BT^k$; $C = BT^x - BT^k$. Maksudnya yaitu, jika BT^x lebih besar dari BT Kakbah, maka untuk mendapatkan C adalah $BT^x - BT$ Kakbah (BT Kakbah adalah $39^0 49' 34,22''$).

2). $BT^x < BT^k$; $C = BT^k - BT^x$. Maksudnya yaitu, jika BT^x lebih kecil dari BT Kakbah, maka untuk mendapatkan C adalah BT Kakbah - BT^x .

3). $BB 0^0 - BB 140^0 10' 25,78''$; $C = BB^x + BT^k$. Maksudnya yaitu, jika X terletak pada bujur barat antara $BB 0^0$ sampai dengan $BB 140^0 10' 25,78''$, maka $C = BB^x + BT$ Kakbah.

4). $BB 140^0 10' 25,78'' - BB 180^0$; $C = 360 - BB^x - BT^k$. Maksudnya yaitu, jika X terletak pada bujur barat antara $BB 140^0 10' 25,78''$ sampai dengan $BB 180^0$, maka $C = 360^0 -$

BB^x - BT Kakkah.

2). Hisab Azimuth Kiblat.

Sebagaimana pada gambar 4 di atas, bahwa azimuth kiblat adalah sudut (busur) yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah perputaran jarum jam) melalui ufuk sampai dengan proyeksi Kakkah. Atau dapat juga didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat dan titik utara dengan garis yang menghubungkan titik pusat dan proyeksi Kakkah melalui ufuk ke arah timur (searah perputaran jarum jam).

Berdasarkan gambar 4 di atas maka untuk mendapatkan azimuth kiblat dapat digunakan rumus sebagai berikut:

Jika B (arah kiblat) = UT; maka azimuth kiblatnya adalah tetap. Misalnya $B = 65^{\circ} 10'$ (UT) ; maka azimuth kiblatnya = $65^{\circ} 10'$.

Jika B (arah kiblat) = ST; maka azimuth kiblatnya adalah $180^{\circ} + B$. Misalnya $B = -65^{\circ} 10'$ (ST) ; maka azimuth kiblatnya = $180^{\circ} + (-65^{\circ} 10') = 114^{\circ} 50'$.

Jika B (arah kiblat) = SB; maka azimuth kiblatnya adalah $180^{\circ} - B$. Misalnya $B = -65^{\circ} 10'$ (SB) ; maka azimuth kiblatnya = $180^{\circ} - (-65^{\circ} 10') = 245^{\circ} 10'$.

Jika B (arah kiblat) = UB; maka azimuth kiblatnya adalah $360^{\circ} - B$. Misalnya $B = 65^{\circ} 10'$ UB ; maka azimuth kiblatnya = $360^{\circ} - (+65^{\circ} 10') = 294^{\circ} 50'$.

4. Contoh-contoh Perhitungan Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat.

a. Contoh Menghitung Arah Kiblat

Contoh 1. Menghitung arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah



Gambar 5
Photo Masjid Agung Jawa Tengah dilihat dari depan



Gambar 6

Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) di Semarang dilihat dari atas (benang merah adalah arah kiblat) diambil dari *Google Earth* 2014

Melalui *Google Earth* (2014) Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) di Semarang terletak pada bujur timur (BT^x) = $110^0 26' 44,68''$ dengan lintang (ϕ^x) = $-6^0 59' 01,8''$. Sedangkan Kakbah dari *Google Earth* (2014) terletak pada BT^k $39^0 49' 34,22''$ dengan lintang (ϕ^k) $+21^0 25' 21,03''$

Untuk mendapatkan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) di Semarang jika memakai rumus yang menggunakan komponen a, b dan C, maka terlebih dahulu mencari nilai a, nilai b dan nilai C.

Untuk mendapatkan nilai a, b dan C yaitu:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x \text{ (lintang setempat).} \\ &= 90^0 - (-6^0 59' 01,8'') \\ &= 96^0 59' 01,8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k \text{ (lintang Kakbah).} \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,03'') \\ &= 68^0 34' 38,97''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BT^x \text{ (Masjid Agung Jawa Tengah MAJT)} - BT^k \\ &\text{(BT Kakbah).} \\ &= 110^0 26' 44,68'' - 39^0 49' 34,22'' \\ &= 70^0 37' 10,46'' \text{ dan B (arah kiblatnya) condong ke barat} \\ &\text{karena C nya kelompok 1.} \end{aligned}$$

Kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari arah

kiblat menggunakan a ($90^\circ - \phi^x$) dan b ($90^\circ - \phi^k$) sebagai berikut, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \sin a \cotan b : \sin C - \cos a \cotan C \\ &= \sin 96^\circ 59' 01,8'' \times \cotan 68^\circ 34' 38,97'' : \sin \\ &\quad 70^\circ 37' 10,46'' - \cos 96^\circ 59' 01,8'' \times \cotan 70^\circ 37' \\ &\quad 10,46'' . \end{aligned}$$

$$B = 65^\circ 30' 21,19'' \text{ UB (utara barat).}$$

Karena hasil perhitungan positif, maka arah kiblat dihitung dari titik utara, juga karena C adalah kelompok 1, maka arah kiblat condong ke barat. Dengan demikian arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) di Semarang adalah $65^\circ 30' 21,19''$ UB (utara barat).

Atau bisa juga dihitung dengan rumus yang disederhakan yaitu langsung menggunakan lintang setempat (ϕ^x) dan langsung menggunakan data lintang Kakbah (ϕ^k) sebagai berikut:

$$\phi^x \text{ (lintang setempat)} = -6^\circ 59' 01,8''.$$

$$\phi^k \text{ (lintang Kakbah)} = +21^\circ 25' 21,03''.$$

$$\begin{aligned} C \text{ (jarak bujur)} &= BT^x \text{ (Masjid Agung Jawa Tengah} \\ &\quad \text{MAJT)} - BT^k \text{ (BT Kakbah).} \\ &= 110^\circ 26' 44,68'' - 39^\circ 49' 34,22'' \\ &= 70^\circ 37' 10,46'' \text{ dan B (arah} \\ &\quad \text{kiblatnya) condong ke barat karena C} \\ &\quad \text{nya kelompok 1} \end{aligned}$$

Kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari arah

kiblat yang disederhanakan langsung menggunakan data lintang dan C, tanpa a dan b adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \cos \phi^x \tan \phi^k : \sin C - \sin \phi^x : \tan C. \\ &= \cos -6^0 59' 01,8'' \times \tan 21^0 25' 21,03'' : \sin \\ &\quad 70^0 37' 10,46'' - \sin -6^0 59' 01,8'' : \tan 70^0 37' \\ &\quad 10,46''. \end{aligned}$$

$$B = 65^0 30' 21,19'' \text{ UB (utara barat).}$$

Hasilnya sama dengan yang menggunakan a, b di atas, kemudian karena hasil perhitungannya positif, maka arah kiblat dihitung dari titik utara, demikian juga karena C adalah kelompok 1, maka arah kiblat condong ke barat. Dengan demikian arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) di Semarang adalah $69^0 08' 54,49''$ UB (utara barat).

Contoh 2.

Menghitung arah kiblat Masjid Al-Markaz Makassar



Gambar 7
Photo Masjid Al-Markaz Makassar Sulawesi Selatan dilihat dari depan



Gambar 8
Masjid Al-Markaz Makassar Sulawesi Selatan dilihat dari atas (benang merah adalah arah kiblat) diambil dari *Google Earth* 2014

Melalui *Google Earth* (2014) Masjid Al-Markaz Makassar Sulawesi Selatan terletak pada bujur timur (BT^x) = $119^0 25' 35,25''$ dengan lintang (ϕ^x) = $+5^0 07' 47,85''$. Sedangkan Kakbah dari *Google Earth* (2014) terletak pada BT^k $39^0 49' 34,22''$ (BT^k) dengan lintang (ϕ^k) $+21^0 25' 21,03''$

Untuk mendapatkan arah kiblat Masjid Al-Markaz Makassar Sulawesi Selatan, jika memakai rumus yang menggunakan komponen a, b dan C, maka terlebih dahulu mencari nilai a, nilai b dan nilai C.

Untuk mendapatkan nilai a, b dan C yaitu:

$$\begin{aligned} a &= 90^0 - \phi^x \text{ (lintang setempat).} \\ &= 90^0 - (+5^0 07' 47,85'') \\ &= 84^0 52' 12,15'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 90^0 - \phi^k \text{ (lintang Kakbah).} \\ &= 90^0 - (+21^0 25' 21,03'') \\ &= 68^0 34' 38,97''. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= BT^x \text{ (Masjid Al-Markaz Makassar Sulawesi Selatan)} - BT^k \\ &\text{ (BT Kakbah).} \\ &= 119^0 25' 35,25'' - 39^0 49' 34,22'' \\ &= 79^0 36' 01,03'' \text{ dan B (arah kiblatnya) condong ke barat} \\ &\text{karena C nya kelompok 1.} \end{aligned}$$

Kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari arah kiblat menggunakan a ($90^\circ - \phi^x$) dan b ($90^\circ - \phi^k$) sebagai berikut, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \sin a \text{ cotan } b : \sin C - \cos a \text{ cotan } C. \\ &= \sin 84^{\circ} 52' 12,15'' \times \text{cotan } 68^{\circ} 34' 38,97'' : \sin \\ &\quad 79^{\circ} 36' 01,03'' - \cos 84^{\circ} 52' 12,15'' \times \text{cotan } 79^{\circ} \\ &\quad 36' 01,03''. \end{aligned}$$

$$B = 69^{\circ} 08' 54,49'' \text{ UB (utara barat).}$$

Karena hasil perhitungan positif, maka arah kiblat dihitung dari titik utara, juga karena C adalah kelompok 1, maka arah kiblat condong ke barat. Dengan demikian arah kiblat Masjid Al-Markaz Makassar Sulawesi Selatan adalah $69^{\circ} 08' 54,49''$ UB (utara barat).

Atau bisa juga dihitung dengan rumus yang disederhanakan yaitu langsung menggunakan lintang setempat (ϕ^x), lintang Kakbah (ϕ^k) dan C tanpa mencari a dan b, yaitu dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \phi^x \text{ (lintang setempat)} &= +5^{\circ} 07' 47,85''. \\ \phi^k \text{ (lintang Kakbah)} &= +21^{\circ} 25' 21,03''. \\ C \text{ (Jarak bujur)} &= 119^{\circ} 25' 35,25'' - 39^{\circ} 49' 34,22'' \\ &= 79^{\circ} 36' 01,03'' \text{ dan B (arah} \\ &\quad \text{kiblatnya) condong ke barat karena} \\ &\quad \text{C nya kelompok 1).} \end{aligned}$$

Kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari arah kiblat yang disederhanakan sebagai berikut, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Cotan B} &= \cos \phi^x \tan \phi^k : \sin C - \sin \phi^x : \tan C. \\ &= \cos 5^{\circ} 07' 47,85'' \times \tan 21^{\circ} 25' 21,03'' : \sin \end{aligned}$$

$$79^{\circ} 36' 01,03'' - \sin 5^{\circ} 07' 47,85'' : \tan 79^{\circ} 36' 01,03''.$$

$$B = 69^{\circ} 08' 54,49'' \text{ UB (utara barat).}$$

Hasilnya sama dengan menggunakan a dan b di atas, kemudian karena hasil perhitungannya positif, maka arah kiblat dihitung dari titik utara, demikian juga karena C adalah kelompok 1, maka arah kiblat condong ke barat. Dengan demikian arah kiblat Masjid Al-Markaz Makassar Sulawesi Selatan adalah $69^{\circ} 08' 54,49''$ UB (utara barat).

Contoh 3.

Menghitung arah kiblat Masjid Roma Italia



Gambar 9
Photo Masjid Roma Italia dari samping



Gambar 10
Masjid Roma Italia dilihat dari atas (benang merah adalah arah kiblat)
diambil dari *Google Earth* 2014

Melalui *Google Earth* (2014) Masjid Roma Italia ini terletak pada bujur timur (BT^x) = $12^0 29' 42,53''$ dengan lintang (ϕ^x) = $+41^0 56' 05,05''$. Sedangkan Kaabah dari *Google Earth* (2014) terletak pada $BT 39^0 49' 34,22''$ (BT^k) dengan lintang (ϕ^k) $+21^0 25' 21,03''$

Untuk mendapatkan arah kiblat Masjid Roma Italia jika memakai rumus yang menggunakan komponen a, b dan C, maka terlebih dahulu mencari nilai a, nilai b dan nilai C.

Untuk mendapatkan nilai a, b dan C yaitu:

$$\begin{aligned}
 a &= 90^0 - \phi^x \text{ (lintang setempat).} \\
 &= 90^0 - (+41^0 56' 05,05'') \\
 &= 48^0 03' 54,95''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= 90^0 - \phi^k \text{ (lintang Kakbah).} \\
 &= 90^0 - (+21^0 25' 21,03'') \\
 &= 68^0 34' 38,97''.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= BT^x \text{ (Masjid Roma Italia) - } BT^k \text{ (BT Kakbah).} \\
 &= 39^0 49' 34,22'' - 12^0 29' 42,53'' \\
 &= 27^0 19' 51,69'' \text{ dan B (arah kiblatnya) condong ke timur} \\
 &\text{ karena C adalah kelompok 2.}
 \end{aligned}$$

Kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari arah kiblat menggunakan a ($90^0 - \phi^x$) dan b ($90^0 - \phi^k$) sebagai berikut, yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan B} &= \sin a \cotan b : \sin C - \cos a \cotan C. \\
 &= \sin 48^0 03' 54,95'' \times \cotan 68^0 34' 38,97'' : \sin \\
 &\quad 27^0 19' 51,69'' - \cos 48^0 03' 54,95'' \times \cotan 27^0 19' \\
 &\quad 51,69'' .
 \end{aligned}$$

$$B = -56^0 40' 51,31'' \text{ ST (selatan timur).}$$

Karena hasil perhitungan negatif, maka arah kiblat dihitung dari titik selatan, juga karena C adalah kelompok 2, maka arah kiblat condong ke timur. Dengan demikian arah kiblat Masjid Roma Italia adalah $-56^0 40' 51,31''$ ST (selatan timur).

Atau bisa juga dihitung dengan rumus yang disederhakan yaitu langsung menggunakan lintang setempat (ϕ^x) dan langsung menggunakan data lintang Kakbah (ϕ^k) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \phi^x \text{ (lintang setempat)} &= +41^0 56' 05,05''. \\
 \phi^k \text{ (lintang Kakbah)} &= +21^0 25' 21,03''.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C \text{ (jarak bujur)} &= BT^x \text{ (Masjid Roma Italia)} - BT^k \text{ (BT} \\
&\text{Kakbah).} \\
&= 39^0 49' 34,22'' - 12^0 29' 42,53'' \\
&= 27^0 19' 51,69'' \text{ dan B (arah} \\
&\text{kiblatnya) condong ke timur karena C} \\
&\text{adalah kelompok 2.}
\end{aligned}$$

Kemudian dimasukkan ke dalam rumus mencari arah kiblat yang disederhanakan langsung menggunakan data lintang dan C, tanpa a dan b adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Cotan B} &= \cos \phi^x \tan \phi^k : \sin C - \sin \phi^x : \tan C. \\
&= \cos 41^0 56' 05,05'' \times \tan 21^0 25' 21,03'' : \sin \\
&\quad 27^0 19' 51,69'' - \sin 41^0 56' 05,05'' : \tan 27^0 19' \\
&\quad 51,69''.
\end{aligned}$$

$$B = -56^0 40' 51,31'' \text{ ST (selatan timur).}$$

Hasilnya sama dengan yang menggunakan a, b di atas, kemudian karena hasil perhitungannya negatif, maka arah kiblat dihitung dari titik selatan, demikian juga karena C adalah kelompok 2, maka arah kiblat condong ke timur. Dengan demikian arah kiblat Masjid Roma Italia adalah $-56^0 40' 51,31''$ ST (selatan timur).

b. Contoh Hisab (Perhitungan) Azimuth Kiblat.

Contoh 1

Karena arah kiblat (B) Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) adalah $65^0 30' 21,19''$ UB, maka azimuth kiblat untuk Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) adalah $360^0 - 65^0 30' 21,19''$ (UB) = 294^0

29' 38,81".

Karena arah kiblat untuk Masjid Al-Markaz Makassar Sulawesi Selatan adalah $69^{\circ} 08' 54,49''$ UB, maka azimuth kiblat untuk Masjid Al-Markaz Makassar Sulawesi Selatan adalah $360^{\circ} - 69^{\circ} 08' 54,49'' = 290^{\circ} 51' 05,51$.

Karena arah kiblat untuk Masjid Roma Italia adalah $-56^{\circ} 40' 51,31''$ ST (selatan timur), maka azimuth kiblat untuk Masjid Roma Italia $180^{\circ} + (-56^{\circ} 40' 51,31'') = 123^{\circ} 19' 08,69''$.

C. Pengertian Arah Matahari, Azimuth Matahari, Tinggi Matahari, Sudut Waktu Matahari serta Hisab dan Contoh Perhitungannya

1. Pengertian Arah Matahari.

Arah matahari (A) adalah busur yang dihitung dari titik utara atau titik selatan ke arah timur atau ke arah barat melalui horizon/ufuk sampai dengan lingkaran vertikal yang melalui matahari. Atau sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat (O) dengan U atau S dengan garis yang menghubungkan titik pusat (O) dengan proyeksi matahari (M').

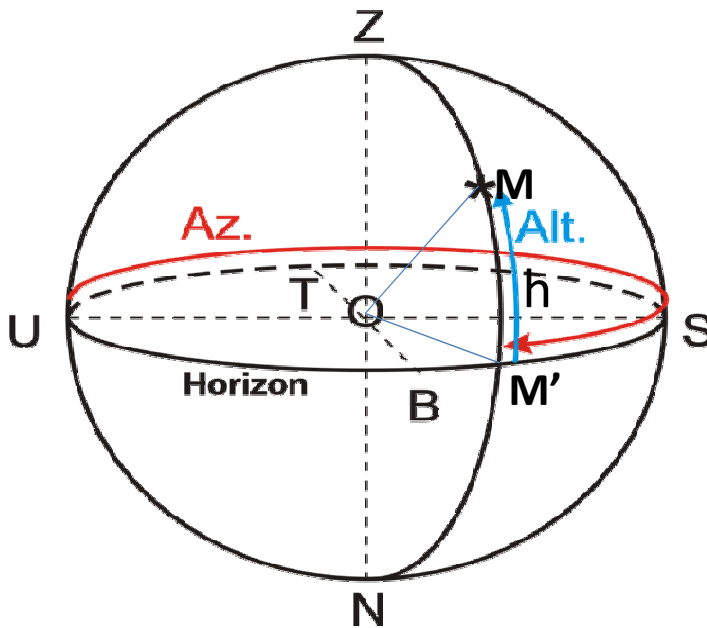
Horizon/ufuk adalah lingkaran bola langit yang membentuk bidang datar di dalamnya terdapat titik UTSB, sebagaimana pada gambar 11 di bawah.

Sedangkan lingkaran vertikal adalah lingkaran bola langit yang melalui titik zenith dan titik nadir atau lingkaran bola langit yang tegak lurus dengan lingkaran horizon. Pada gambar 11

lingkaran bola langit yang melalui ZMM'N adalah lingkaran vertikal.

Jika hasil perhitungan positif, maka arah matahari dihitung dari titik utara dan jika hasil perhitungan negatif, maka arah matahari dihitung dari titik selatan

Pada gambar 11 di bawah menunjukkan bahwa, arah matahari adalah negatif, sehingga arah matahari dihitung dari titik selatan yaitu, busur SM' atau sudut SOM'.



Gambar 11

Sistem koordinat horizon menggambarkan tinggi matahari, arah matahari dan azimuth matahari

Diambil dari: <http://dhoniblog.files.wordpress.com/2011/04/g1.png>

2. Pengertian Azimuth Matahari.

Azimuth (az) matahari adalah busur yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah perputaran jarum jam) melalui horizon/ufuk sampai dengan lingkaran vertikal yang melalui matahari.

Pada gambar 11 di atas SM' adalah busur arah matahari, sedangkan azimuth matahari adalah UTM'.

3. Pengertian Tinggi (Altitude) Matahari.

Tinggi (altitude) matahari adalah busur yang dihitung dari matahari sampai dengan ufuk melalui lingkaran vertikal. Atau sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat dengan matahari dengan garis yang menghubungkan titik pusat dengan titik pertemuan antara horizon/ufuk dengan lingkaran vertikal yang melalui matahari.

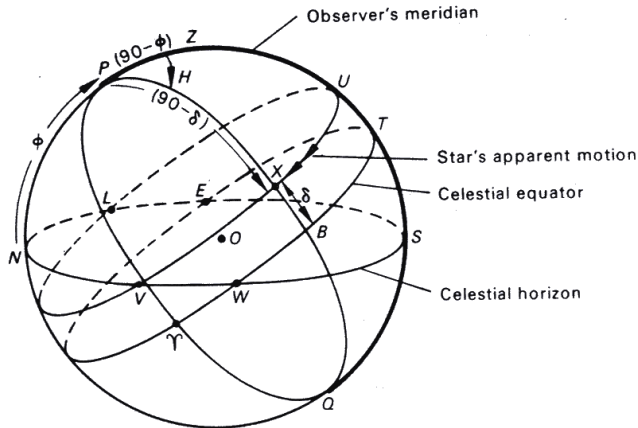
Dalam dunia astronomi tinggi (altitude) matahari/bintang biasanya diberi tanda huruf h (huruf kecil), sebagaimana pada gambar 11 bahwa tinggi (altitude) matahari busur MM' atau sudut MOM'

4. Pengertian Sudut Waktu (t) Matahari.

Sudut waktu matahari atau bintang adalah sudut yang dibentuk oleh lingkaran meridian langit dengan lingkaran waktu yang melalui matahari atau bintang. Atau bisa juga didefinisikan

busur lingkaran deklinasi yang dihitung dari meridian langit atas sampai dengan lingkaran waktu yang melalui matahari/bintang. Dalam gambar 12 di bawah sudut waktu bintang (t) X adalah sudut UPX atau busur UX.

Sudut waktu dalam bahasa inggrisnya adalah time angle sehingga sudut waktu diberi tanda dengan huruf t (huruf kecil). Dalam dunia astronomi lebih dikenal dengan sebutan sudut jam bintang yang dalam bahasa inggrisnya adalah hour angle of star sehingga sudut waktu atau sudut jam bintang lebih sering diberi tanda dengan huruf H (huruf besar).



Gambar 12

Sistem koordinat sudut jam bintang di dalamnya menggambarkan sudut waktu/jam bintang dan deklinasi bintang

Diambil dari: http://abyss.uoregon.edu/~js/images/star_coord.gif

5. Hisab Arah Matahari, Azimuth Matahari, Tinggi Matahari,

Sudut Waktu Matahari, dan Contoh Hisab (Perhitungan) nya.

1). Hisab (Perhitungan) Arah Matahari.

Arah matahari yang dimaksud di sini adalah arah matahari dihitung dari titik utara (U) atau dari titik selatan (S) melalui ufuk baik ke arah barat ataupun ke arah timur yang biasanya diberi lambang huruf A. Ketentuan apakah dari titik utara atau dari titik selatan adalah mengikuti hasil perhitungan, bilamana hasil perhitungan positif maka arah matahari dihitung dari titik utara (U), dan bilamana hasil perhitungan negatif maka arah matahari dihitung dari titik selatan (S). Dalam hal ini tidak ada perbedaan dengan arah kiblat.

Untuk mendapatkan arah matahari dapat digunakan formula rumus dari W.M. Smart (1977:12) sebagaimana untuk menentukan arah kiblat, yaitu $\cos a \cos C = \sin a \cot b - \sin C \cot B$.

Dari rumus ini dapat ditarik rumus $\cot B = \sin a \cot b : \sin C - \cos a \cos C : \sin C$, karena $\cos C : \sin C$ adalah $\cot C$, maka rumus tersebut menjadi $\cot B = \sin a \cot b : \sin C - \cos a \cot C$.

Untuk menghitung arah matahari, maka B diganti menjadi A (arah matahari) dan C diganti menjadi t (lambang sudut waktu matahari), sehingga rumus tersebut menjadi $\cot A = \sin a \cot b : \sin t - \cos a \cot t$.

Penjabaran dari rumus tersebut adalah $\cot A = \sin (90^\circ - \phi^x) \cot (90^\circ - \delta) : \sin t - \cos (90^\circ - \phi^x) \cot t$. Kemudian rumus ini

ini dapat disederhanakan lagi menjadi $\cot A = \cos \phi^x \tan \delta : \sin t - \sin \phi^x : \tan t$. Dalam buku *Almanak Hisab Rukyat* Departemen Agama RI (1981: 97) disebutkan bahwa rumus menghitung azimuth bulan adalah $\cotg A = -\sin p \cotg t + \cos p \tan d \operatorname{cosec} t$.

Keterangan:

A adalah arah matahari dihitung dari titik utara atau selatan, jika hasil perhitungan positif arah matahari dihitung dari titik utara (U), dan jika hasil perhitungan negatif arah matahari dihitung dari titik selatan (S). A juga bisa disebut busur arah matahari atau sudut arah matahari.

a (dengan huruf kecil) adalah busur / jarak yang dihitung dari kutub langit utara sampai dengan titik zenith tempat/kota yang diukur arah kiblatnya melalui lingkaran miridian langit. Nilai a dapat diperoleh dengan rumus (kaidah): $a = 90^0 - \phi^x$. (ϕ^x = lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya, dalam buku *Almanak Hisab Rukyat* Depag RI (1981:97) diberi tanda huruf p). Dalam gambar 12 di atas a adalah busur zp.

b (dengan huruf kecil) adalah busur/jarak yang dihitung dari kutub langit utara sampai dengan lingkaran deklinasi yang dilintasi matahari melalui lingkaran waktu, b dapat diperoleh dengan rumus: $b = 90^0 - \delta$ (δ = deklinasi matahari/bintang, dalam buku *Almanak Hisab Rukyat* Depag RI (1981:97) diberi tanda huruf d). Dalam gambar 12 di atas b adalah busur PX.

t adalah sudut waktu yang dalam dunia astronomi diberi tanda H,

yaitu sudut yang dibentuk oleh lingkaran miridian langit dengan lingkaran waktu yang melalui matahari atau bintang. Atau bisa juga didefinisikan busur lingkaran deklinasi yang dihitung dari miridian langit sampai dengan lingkaran waktu yang melalui matahari/bintang. Dalam gambar 12 di atas t adalah sudut UPX atau busur UX.

2). Hisab (Perhitungan) Azimuth Matahari.

Sebagaimana pada gambar 11 di atas, bahwa azimuth matahari adalah sudut (busur) yang dihitung dari titik utara ke arah timur (searah perputaran jarum jam) melalui ufuk sampai dengan lingkaran vertikal yang melalui matahari/bintang. Atau dapat juga didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat dan titik utara dengan garis yang menghubungkan titik pusat dan proyeksi matahari/bintang melalui ufuk ke arah timur (searah perputaran jarum jam).

Berdasarkan gambar 11 di atas maka untuk mendapatkan azimuth matahari dapat digunakan rumus sebagai berikut:

Jika A (arah matahari) = UT; maka azimuth matahari adalah tetap. Misalnya $A = 87^{\circ} 10'$ (UT) ; maka azimuth matahari = $87^{\circ} 10'$.

Jika A (arah matahari) = ST; maka azimuth matahari adalah $180^{\circ} + A$. Misalnya $A = -87^{\circ} 10'$ (ST) ; maka azimuth matahari = $180^{\circ} + (-87^{\circ} 10') = 92^{\circ} 50'$.

Jika A (arah matahari) = SB; maka azimuth matahari adalah $180^{\circ} - A$. Misalnya $A = -87^{\circ} 10'$ (SB) ; maka azimuth matahari =

$$180^0 - (-87^0 10') = 267^0 10'.$$

Jika A (arah matahari) = UB; maka azimuth matahari adalah $360^0 - A$. Misalnya $A = 87^0 10'$ UB ; maka azimuth matahari = $360^0 - (+87^0 10') = 272^0 50'$.

3). Hisab (Perhitungan) Tinggi/Altitude (h) Matahari.

Untuk mendapatkan tinggi/altitude (h) matahari atau bintang, W.M. Smart (1977:18) menyebutkan bahwa:

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A.$$

Menurutnya rumus ini adalah merupakan fundamen dari rumus spherical trigonometry.

Rumus tersebut dapat dijabarkan menjadi sebagai berikut:
 $\cos (90^\circ - h) = \cos (90^\circ - \phi) \cos (90^\circ - \delta) + \sin (90^\circ - \phi) \sin (90^\circ - \delta) \cos H.$

Sedangkan $\cos (90^\circ - h)$ adalah sama dengan $\sin h$, $\cos (90^\circ - \phi)$ adalah sama dengan $\sin \phi$, $\cos (90^\circ - \delta)$ adalah sama dengan $\sin \delta$, $\sin (90^\circ - \phi)$ adalah sama dengan $\cos \phi$, $\sin (90^\circ - \delta)$ adalah sama dengan $\cos \delta$ dan $\cos H$ adalah sama dengan $\cos t$. Dengan demikian rumus ini dapat ditarik menjadi:

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t.$$

Catatan:

h (huruf kecil) adalah lambang tinggi matahari/bintang.

ϕ (phi) adalah lambang lintang tempat.

δ (delta) adalah lambang deklinasi matahari/bintang.

H atau t adalah sudut jam/waktu matahari/bintang.

4). Hisab (Perhitungan) Sudut Waktu (t) Matahari.

Untuk mendapatkan sudut waktu (t) matahari perlu dibedakan apakah untuk menghitung daerah bujur timur atau daerah bujur barat. Bilamana untuk menghitung wilayah daerah bujur timur dapat digunakan rumus:

$t = (LMT + e - (BT^L - BT^X) : 15 - 12) \times 15$, sedangkan untuk menghitung wilayah daerah bujur barat dapat digunakan rumus: $t = (LMT + e + (BB^L - BB^X) : 15 - 12) \times 15$ (Hambali, 2013: 65).

Catatan:

t (huruf kecil) adalah sudut waktu. Dalam perhitungan bilamana sudut waktu (t) negatif harus diubah menjadi positif, namun harus diketahui bahwa posisi matahari ada di sebelah timur meridian langit.

LMT adalah singkatan dari *local mean time*. Di Indonesia LMT dibagi menjadi 3 wilayah, yaitu WIB (105°), WITA (120°) dan WIT (135°).

e (huruf kecil) adalah singkatan dari equation of time.

BT^L adalah singkatan dari bujur timur yang merupakan bujur daerah LMT.

BT^X adalah singkatan dari bujur timur yang merupakan bujur tempat daerah yang dihitung sudut waktu mataharinya.

BB^L adalah singkatan dari bujur barat yang merupakan bujur daerah untuk LMT.

BB^X adalah singkatan dari bujur barat yang dihitung sudut waktu mataharinya.

Untuk mendapatkan arah matahari, azimuth matahari dan tinggi matahari, sudut waktu matahari harus diperhitungkan terlebih dahulu, karena rumus-rumus untuk mendapatkan arah matahari, azimuth matahari dan tinggi matahari ada komponen sudut waktu matahari.

6. Contoh Hisab (Perhitungan) Arah Matahari, Azimuth Matahari, tinggi Matahari dan Sudut Waktu Matahari.

Contoh 1

Hisab (Perhitungan) Arah (A) Matahari, Azimuth (Az) Matahari, Tinggi/Altitude (h) Matahari dan Sudut Waktu (t) Matahari di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) pada tanggal 10 Juni 2014 pukul 09 WIB.

Sebelum melangkah ke dalam hisab (perhitungan) terlebih dahulu harus menyediakan data untuk: Bujur (BT) Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), lintang (ϕ) Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi (δ) matahari pada tanggal 10 Juni 2014 pukul 09 WIB dan e (equation of time) matahari pada tanggal 10 Juni 2014 M pukul 09 WIB,

Data-data tersebut adalah:

Dari *Google Earth* 2014 diperoleh BT Masjid Agung Jawa Tengah di daerah payung elektrik (BT^X) adalah $110^\circ 26' 44,68''$

dengan lintang (ϕ) $-6^{\circ} 59' 01,8''$

Diambil dari data *ephemeris* 2014 bulan Juni jam 09 WIB (02 GMT) diperoleh data deklinasi matahari (δ) $22^{\circ} 59' 28''$ dengan e (equation of time) $0^j 0^m 39^d$.

Untuk mendapatkan arah matahari, azimuth matahari tinggi matahari terlebih dahulu harus sudah diperoleh data sudut waktu matahari (t). Oleh karena itu dalam perhitungan harus mendahulukan menghitung sudut waktu matahari.

a). Menghitung Sudut Waktu (t) Matahari di Masjid Agung Jawa Tengah Tanggal 10 Juni 2014 M pukul 09 WIB.

Rumus menghitung sudut waktu (t):

$$t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

Data-data:

$$\text{BT LMT (BT}^L) = 105^{\circ} .$$

$$\text{BT MAJT (BT}^X) = 110^{\circ} 26' 44,68''$$

$$\text{Lintang MAJT } (\phi) = -6^{\circ} 59' 01,8'' .$$

$$\text{Deklinasi } (\delta) \text{ matahari} = 22^{\circ} 59' 28''$$

$$e \text{ (equation of time)} = +0^j 0^m 39^d .$$

Data-data tersebut dimasukkan dalam rumus: $t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$.

Berarti $t = (09 + (+0^j 0^m 39^d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 44,68'')) : 15 - 12) \times 15$.

$$t = (09 + 0^j 0^m 39^d - (-5^{\circ} 26' 44,68'')) : 15 - 12) \times 15 .$$

$$= (09 + 0^j 0^m 39^d - (-0^j 21^m 46,98^d) - 12) \times 15 .$$

$$\begin{aligned}
&= (09 + 0^j 0^m 39^d + 0^j 21^m 46,98^d - 12) \times 15. \\
&= (-2^j 37^m 34,02^d) \times 15. \\
&= -39^\circ 23' 30,32''. \text{ Kemudian diubah menjadi positif,} \\
&\text{ akan tetapi harus diketahui bahwa posisi matahari ada} \\
&\text{ di sebelah timur meridian langit, sehingga}
\end{aligned}$$

$$t = 39^\circ 23' 30,32'' \text{ (T).}$$

b). Menghitung Arah (A) Matahari di Masjid Agung Jawa Tengah Tanggal 10 Juni 2014 M pukul 09 WIB.

Rumus menghitung arah matahari (A):

$$\cot A = \cos \phi^x \tan \delta : \sin t - \sin \phi^x : \tan t.$$

Data-data:

$$\text{Lintang MAJT } (\phi^x) = -6^\circ 59' 01,8''.$$

$$\text{Deklinasi } (\delta) \text{ matahari} = 22^\circ 59' 28''$$

$$\text{Sudut waktu matahari } (t) = 39^\circ 23' 30,32'' \text{ (T).}$$

Data-data tersebut dimasukkan dalam rumus: $\cot A = \cos \phi^x \tan \delta : \sin t - \sin \phi^x : \tan t.$

Berarti $\cot A = \cos -6^\circ 59' 01,8'' \times \tan 22^\circ 59' 28'' : \sin 39^\circ 23' 30,32'' - \sin -6^\circ 59' 01,8'' : \tan 39^\circ 23' 30,32''.$

$$\text{Arah (A) matahari} = 50^\circ 23' 12,21'' \text{ UT (utara timur).}$$

Karena hasil perhitungan positif maka arah matahari dihitung dari titik utara, kemudian karena sudut waktunya negatif (posisi matahari di sebelah timur meridian) maka arahnya ke timur, sehingga menjadi utara timur.

c). Menghitung Azimuth (Az) Matahari di Masjid Agung Jawa

Tengah Tanggal 10 Juni 2014 M pukul 09 WIB.

Rumus menghitung azimuth (Az) matahari:

Karena arah (A) matahari UT (utara timur), maka arah (A) matahari = azimuth (Az) matahari.

Data:

Arah (A) matahari = $50^{\circ} 23' 12,21''$ UT (utara timur).

Karena hasil perhitungan arah (A) matahari adalah $50^{\circ} 23' 12,21''$ UT, maka azimuth (A) matahari = $50^{\circ} 23' 12,21''$.

d). Menghitung Tinggi/Altitude (h) Matahari di Masjid Agung Jawa Tengah Tanggal 10 Juni 2014 M pukul 09 WIB.

Rumus menghitung tinggi/altitude (h) matahari:

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t.$$

Data-data:

$$\text{Lintang MAJT } (\phi) = -6^{\circ} 59' 01,8''$$

$$\text{Deklinasi } (\delta) \text{ matahari} = 22^{\circ} 59' 28''$$

$$\text{Sudut waktu } (t) \text{ matahari} = 39^{\circ} 23' 30,32''$$

Data-data tersebut dimasukkan dalam rumus: $\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t$.

Berarti $\sin h = \sin -6^{\circ} 59' 01,8'' \times \sin 22^{\circ} 59' 28'' + \cos -6^{\circ} 59' 01,8'' \times \cos 22^{\circ} 59' 28'' \times \cos 39^{\circ} 23' 30,32''$.

$$\text{Tinggi/Altitude } (h) \text{ matahari} = 49^{\circ} 19' 09,02''.$$

Menggunakan posisi matahari untuk pengukuran arah kiblat akan menghasilkan arah kiblat yang akurat karena posisi matahari tidak terpengaruh oleh deklinasi magnetik dan juga tidak

terpengaruh oleh medan magnet. Berbeda dengan kompas yang sering digunakan oleh kebanyakan orang akan sangat terpengaruh oleh deklinasi magnetik dan medan kompas, sehingga arah kiblat yang diukur menggunakan kompas akan cenderung menghasilkan arah kiblat yang tidak akurat.

D. Arah Kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT).

1. Pengukuran Arah Kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Pengukuran arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dilaksanakan pada hari Senin Wage, 26 Agustus 2002 M yang bertepatan tanggal 17 Jumadal Akhirah 1423 H¹.

Dalam berita utama Suara Merdeka 27 Agustus 2002 disebutkan bahwa, Penentuan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dilakukan tim yang dipimpin Sekretaris Umum MUI Jateng Dr HM Ahmad Rofiq MA dan ahli Falak IAIN Walisongo Drs H Slamet Hambali dan Drs M Izzuddin MAg dengan beberapa alat canggih.

(<http://www.suaramerdeka.com/harian/0208/27/nas18.htm>)

¹ 17 Jumadal Akhirah adalah hasil konversi (tahwilussanah) dari tanggal 26 Agustus 2002 M.



Gambar 13
Saat pengukuran arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah
26 Agustus 2002 M

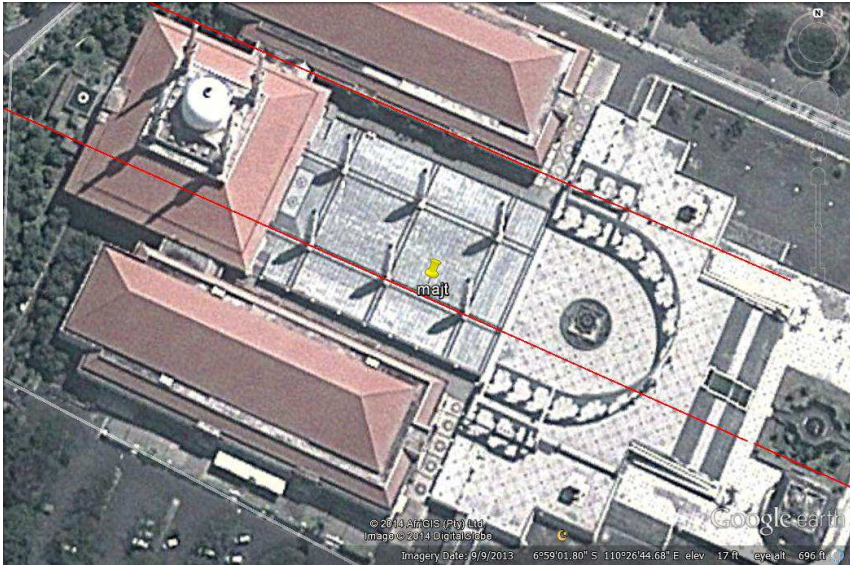
Dalam pengukuran tersebut juga disaksikan oleh Kakanwil Depag (sekarang Kemenag) Drs. H.M. Chabib Thoha, M.A. Wakil Ketua NU Jateng KH Masjkuri, Kepala Wilayah V Jateng dan Kalimantan PT Utama Karya Heru Djatmiko, Ir Sigit Krida Hariono MSi staf Subdin Bangunan dan Jasa Konstruksi Diskimtaru Jateng dan beberapa dosen dari Jurusan Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro (UNDIP).

Alat bantu yang dipakai dalam pengukuran arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah saat itu adalah *Theodolit*, *Global Positioning System* (GPS), *Scientific Calculator* dan *data ephemeris* 26 Agustus 2002. *Theodolite* dan GPS adalah kepunyaan Jurusan Geodesi Undip, sedangkan *scientific calculator* dan *data ephemeris* adalah dari Slamet Hambali.

2. Keakuratan Arah Kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Dengan menggunakan alat bantu *global positioning system* (GPS) diperoleh data bujur dan lintang Masjid Agung Jawa Tengah yang akurat, dengan menggunakan data ephemeris diperoleh data matahari yang akurat, dengan *scientific calculator* data-data tersebut dimasukkan dalam program sehingga diperoleh azimuth kiblat dan azimuth matahari, dengan *theodolite* diperoleh posisi matahari dan posisi arah kiblat.

Dari hasil pengukuran tersebut telah diperoleh arah kiblat yang akurat, yaitu arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah benar-benar menuju ke Kakbah, hal ini bisa dibuktikan melalui jasa *Google Earth* dengan cara menghubungkan garis dari titik pusat Kakbah ke Masjid Agung Jawa Tengah. Benang atau garis tersebut benar-benar berimpit dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.



Gambar 14 (*Google Earth 2014*)
2 benang merah adalah garis yang menghubungkan Kaabah dengan
Masjid Agung Jawa Tengah

E. Tingkat Keakuratan Arah Kiblat.

1. Pengertian Akurat.

Kata akurat yang sering dipakai dalam hasil perhitungan hisab mempunyai arti: teliti, saksama, cermat, tepat benar (<http://kbbi.web.id/akurat>).

Bilamana kata akurat itu digunakan untuk kata, arah kiblat yang akurat, maka dapat dimaknai bahwa arah kiblat yang dimaksud adalah tepat benar, yaitu benar-benar mengarah ke arah Kaabah (*al-Masjidil Haram*).

2. Tingkatan Akurat Dalam Pengukuran Arah Kiblat.

Peneliti cenderung membagi tingkatan akurat dalam pengukuran arah kiblat cukup menjadi 4 kategori, yaitu sangat akurat, akurat, kurang akurat dan tidak akurat.

1). Sangat akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat berhasil memperoleh arah kiblat yang benar-benar tepat ke arah Kakbah (*al-Masjidil-Haram*).

2). Akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat selisih/perbedaan tidak keluar dari kriteria Prof. Dr. H. Thomas Djamaluddin yang dimuat dalam:

(<http://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/menyempurnakan-arah-kiblat-dari-bayangan-matahari/>), beliau menyatakan:

”Untuk daerah yang mengalami siang bersamaan dengan Mekkah (Indonesia Barat, Asia Tengah, Eropa, Afrika) silakan gunakan jadwal berikut ini untuk menentukan arah kiblat.

26 – 30 Mei, pukul 16:18 WIB (09:18 UT/GMT)

14 – 18 Juli, pukul 16:27 WIB (09:27 UT/GMT)

Rentang waktu plus/minus 5 menit masih cukup akurat. Arah kiblat adalah dari ujung bayangan ke arah tongkat”.

Biasanya para ahli ilmu falak termasuk al-maghfurlah KH Turaikhan Kudus dalam kalender Menara Kudus menyebutkan bahwa hari (*yaum*) *rashd al-qiblah* untuk tahun kabisat terjadi pada tanggal 27 Mei pukul 16:18 WIB dan 15 Juli pukul 16:27 WIB, sedangkan untuk tahun basitah terjadi tanggal 28 Mei pukul 16:18 WIB dan 16 Juli pukul 16:27 WIB.

Thomas Djamaluddin tidak hanya membatasi 2 hari pukul 16:18 WIB untuk 27 Mei atau 28 Mei, dan pukul 16:27 WIB untuk 15 Juli atau 16 Juli, akan tetapi berlangsung sampai 5 hari, yaitu 26 sampai 30 Mei dan 14 sampai 18 Juli, bahkan jamnya juga bisa 5 menit sebelum dan bisa 5 menit sesudah pukul 16:18 WIB (26-30 Mei), dan 5 menit sebelum dan bisa 5 menit sesudah pukul 16:27 WIB (14-18 Juli)

Peneliti mencoba melacak tanggal dan jam yang menurut Thomas Djamaluddin masih masuk dalam kategori akurat dan menurut peneliti matahari sudah bergeser jauh, yaitu:

(a). 26 Mei 2014 pk. 16:23 WIB (pk. 16:18 WIB + 5 menit). Diketahui δ matahari: pk. 16 WIB (9 GMT) = $21^{\circ} 08' 10''$, pk. 17 WIB (10 GMT) = $21^{\circ} 08' 36''$, kemudian dilakukan interpolasi diperoleh δ matahari pk. 16:23 WIB = $21^{\circ} 08' 19,97''$. Diketahui e (equation of time): pk. 16 WIB (9 GMT) = 0j 2m 59d, pk. 17 WIB (10 GMT) = 0j 2m 58d, kemudian dilakukan interpolasi diperoleh e pada pk. 16:23 WIB = 0j 2m 58,78d. Dari hasil perhitungan diperoleh, Arah (A) matahari pk. 16:23 WIB = $66^{\circ} 05' 29,78''$, berarti azimuth (Az) matahari = $293^{\circ} 54' 30,22''$. Sedangkan Azimuth (Az) kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) = $294^{\circ} 29' 38,81''$. Selisihnya yang merupakan kemelencengan dari arah yang sebenarnya adalah $0^{\circ} 35' 08,59''$ ($294^{\circ} 29' 38,81'' - 293^{\circ} 54' 30,22''$).

(b). 30 Mei 2014 pk. 16:13 WIB (pk. 16:18 WIB – 5

menit). Diketahui δ matahari: pk. 16 WIB (9 GMT) = $21^\circ 46' 41''$, pk. 17 WIB (10 GMT) = $21^\circ 47' 03''$, kemudian dilakukan interpolasi diperoleh δ matahari pk. 16:13 WIB = $21^\circ 46' 45,77''$. Diketahui e (equation of time): pk. 16 WIB (9 GMT) = 0j 2m 29d, pk. 17 WIB (10 GMT) = 0j 2m 28d, kemudian dilakukan interpolasi diperoleh e pada pk. 16:13 = 0j 2m 28,78d. Dari hasil perhitungan diperoleh, arah (A) matahari pk. 16:13 = $64^\circ 50' 05,44''$, berarti azimuth (Az) matahari = $295^\circ 09' 54,56''$. Sedangkan azimuth (Az) kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) = $294^\circ 29' 38,81''$. Selisihnya yang merupakan kemelencengan dari arah kiblat yang sebenarnya adalah $0^\circ 40' 15,75''$ ($295^\circ 09' 54,56'' - 294^\circ 29' 38,81''$).

(c). 14 Juli 2014 pk. 16:22 WIB (pk. 16:27 WIB - 5menit). Diketahui δ matahari: pk. 16 WIB (9 GMT) = $21^\circ 39' 39''$, pk. 17 WIB (10 GMT) = $21^\circ 39' 16''$, kemudian dilakukan interpolasi diperoleh δ matahari pk. 16:22 WIB = $21^\circ 39' 30,50''$. Diketahui e (equation of time): pk. 16 WIB (9 GMT) = -0j 5m 52d, pk. 17 WIB (10 GMT) = -0j 5m 52d, kemudian dilakukan interpolasi diperoleh e pada pk. 16:22 = -0j 5m 52d. Dari hasil perhitungan diperoleh, arah (A) matahari pk. 16:22 WIB = $64^\circ 59' 47,71''$, berarti azimuth (Az) matahari = $295^\circ 00' 12,29''$. Sedangkan azimuth (Az) kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) = $294^\circ 29' 38,81''$. Selisihnya yang merupakan kemelencengan dari arah kiblat yang sebenarnya adalah $0^\circ 30' 33,48''$ ($295^\circ 00' 12,29'' - 294^\circ 29'$

38,81”).

(d). 18 Juli 2014 pk. 16:32 WIB (pk. 16:27 WIB + 5 menit). Diketahui δ matahari: pk. 16 WIB (9 GMT) = $21^{\circ} 00' 16''$, pk. 17 WIB (10 GMT) = $20^{\circ} 59' 49''$, kemudian dilakukan interpolasi diperoleh δ matahari pk. 16:32 WIB = $21^{\circ} 00' 01,6''$. Diketahui e (equation of time): pk. 16 WIB (9 GMT) = -0j 6m 14d, pk. 17 WIB (10 GMT) = -0j 6m 14d, kemudian dilakukan interpolasi diperoleh e pada pk. 16:32 = -0j 6m 14d. Dari hasil perhitungan diperoleh arah (A) matahari pk. 16:32 = $66^{\circ} 13' 07,62''$, berarti azimuth (Az) matahari = $293^{\circ} 46' 52,38''$. Sedangkan azimuth (Az) kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) = $294^{\circ} 29' 38,81''$. Selisihnya yang merupakan kemelencengan dari arah kiblat yang sebenarnya adalah $0^{\circ} 42' 46,43''$.

Kemelencengan terjauh terjadi pada tanggal 18 Juli pukul 16:32 WIB, yaitu $0^{\circ} 42' 46,43''$ yang oleh Thomas Djamaluddin masih dianggap akurat. Oleh karena itu peneliti berpendapat bahwa masih masuk dalam kategori akurat selama kemelencengan tidak lebih dari $0^{\circ} 42' 46,43''$.

3). Kurang akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat terjadi kemelencengan antara $0^{\circ} 42' 46,43''$ sampai dengan $22^{\circ} 30'$, karena jika kemelencengan mencapai $22^{\circ} 30'$ lebih arah kiblat untuk wilayah Indonesia akan cenderung ke arah barat lurus.

4). Tidak akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat

terjadi kemelencengan di atas $22^{\circ} 30'$, karena jika terjadi kemelencengan yang mencapai di atas $22^{\circ} 30'$ arah kiblat untuk wilayah Indonesia akan cenderung condong ke arah selatan dari titik barat.

BAB III

PENGUJIAN ISTIWAAINI KARYA SLAMET HAMBALI DI MASJID AGUNG JAWA TENGAH

A. Sejarah Singkat Slamet Hambali.

1. Tanggal dan Tempat Lahir.

Slamet Hambali lahir pada hari Kamis, 5 Agustus 1954 M., bertepatan tanggal 5 Zulhijjah 1373 H dari pasangan suami isteri Hambali dan Djuwariyah di dukuh Bajangan Desa Sambirejo Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang Jawa Tengah.

Desa Sambirejo adalah desa terjauh dari kecamatan Bringin Kabupaten Semarang dan berbatasan dengan Kabupaten Purwodadi.

2. Riwayat Pendidikan.

Menempuh Sekolah Rakyat (SR) dan Madrasah Diniyah di Desa Rembes Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang lulus tahun 1965, kemudian melanjutkan Madrasah Tsanawiyah Nahdlatul Ulama Salatiga lulus tahun tahun 1969, dilanjutkan Madrasah Aliyah Nahdlatul Ulama Salatiga tahun 1972.

Tahun 1973 mulai menginjakkan kaki di Semarang untuk masuk kuliah di Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang lulus Sarjana Muda tahun 1976, dilanjutkan kuliah doktoral di tempat yang sama (Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang) lulus Sarjana Lengkap tahun 1979.

Pada tahun 2008 masuk kuliah S2 di Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang lulus tahun (wisuda) 2011.

3. Riwayat Pekerjaan.

Pada saat kuliah doktoral II (tingkat lima) tahun 1977, Slamet Hambali mulai mengajar ilmu falak di Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang sebagai asisten dosen Al-maghfurlah K.H. Zubair Umar Al-Jailany, dan pada tahun yang sama (1977) juga diminta mengajar Ilmu Falak di Fakultas Syari'ah Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang masih berlangsung hingga saat ini (2014).

Selain sebagai dosen tetap Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang dan dosen honorer Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Slamet Hambali juga pernah lama menjadi dosen tidak tetap di INISNU Jepara dan akhirnya mengundurkan pada saat jalan Semarang Demak lewat jalur Welahan rusak berat. Pernah juga menjadi dosen tidak tetap di IAIN Surakarta dan akhirnya mengundurkan diri pada saat menunaikan ibadah haji pada tahun 1996. Pernah juga menjadi dosen tidak tetap di IISW sejak berdiri di Mranggen sampai berada di Jl. Ki Mangunsarkoro dan akhirnya mengundurkan diri setelah ada penggantinya (Drs. Abdul Basit). Juga pernah mengajar di Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi (STIE) Dharmaputra Semarang sejak tahun 1996 hingga 2014, akan tetapi sejak ada kewajiban ngantor untuk seluruh dosen tetap IAIN Walisongo, Slamet Hambali mengundurkan diri dari mengajar di STIE Dharmaputra.

Di samping mengajar S1 Slamet Hambali juga mengajar di Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Jurusan Ilmu Falak sejak

tahun 2010 hingga saat ini. Bahkan pada saat ada program beasiswa S3 Ilmu Falak tahun 2009 juga ikut mengajar dan menguji komprehensif.

Adapun matakuliah yang pernah dan atau masih diampu di S1 adalah: Ilmu Falak I, Ilmu Falak II, Pengantar Ilmu Falak, Astronomi I, Astronomi II, Astronomi Bola II, Kajian Kitab Falak I, Kajian Kitab Falak II, Sistem Penanggalan, Lab Falak I, Lab Falak II dan Fiqh Mawaris. Khusus di STIE Dharmaputra mengajar matakuliah Pendidikan Agama Islam.

Sedangkan untuk di Program Pasca Sarjana (S2) adalah Astronomi Bola dan Praktikum. Untuk Program Beasiswa S3 Ilmu Falak (2009) adalah matakuliah Independent Learning.

4. Karya Ilmiah (Buku dan Laporan Penelitian):

1. *Almanak Sepanjang Masa*, Semarang: Program Sarjana IAIN Walisongo, 2011
2. *Aplikasi Astronomi Modern dalam Kitab As-Salat Karya Abdul Hakim*, penelitian individual 2012
3. *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013
4. *Ilmu Falak I*, Semarang, PPS IAIN Walisongo, 2011
5. *Metode Pengukuran Arah Kiblat yang Dikembangkan di Pondok Pesantren Al-Hikmah II Benda Sirampok Kabupaten Brebes*, penelitian individual 2010.

6. *Pengantar Ilmu Falak Menyimak Proses Pemebentukan Alam Semesta*, Banyuwangi: Bismillah Publiser, 2012
7. *Tahqiq Kitab Al-Futuhiyyah A'mal Al-Hisabiyyah*, penelitian individual 2011

5. Riwayat Organisasi Sosial Keagamaan.

Dalam kegiatan organisasi Slamet Hambali pernah menempati beberapa jabatan antara lain:

Di Pengurus Wilayah Nahdlatul Ulama Provinsi Jawa Tengah pada periode 1993-1998 menjadi Wakil Katib Syuriyah, periode 1998-2003 menjadi Wakil Ketua Tanfidiyah, periode 2003-2008 menjadi Penasehat Lajnah Falakiyah, dan pada periode 2008-2013 menjadi Ketua Lajnah Falakiyah dan juga pada periode 2013-sekarang (2014) tetap menjadi Ketua Lajnah Falakiyah.

Di Pengurus Besar Nahdlatul Ulama pada periode 1995-2000 menjadi Anggota Lajnah Falakiyah, periode 2000-2005 menjadi Anggota Lajnah Falakiyah, periode 2005-2010 menjadi Ketua Biro Litbang Lajnah Falakiyah, dan pada periode 2010-sekarang (2014) menjadi Wakil Ketua Lajnah Falakiyah.

Di Badan Hisab Rukyat Provinsi Jawa Tengah periode 2002-2007 menjadi Wakil Ketua (SK Ka PTA Semarang). Kemudian periode 2007-sekarang (2014) berubah menjadi Tim Hisab Rukyat dan Perhitungan Falakiyah Provinsi Jawa Tengah sebagai Wakil Ketua (SK Gubernur Provinsi Jawa Tengah).

Menjadi anggota Badan Hisan Rukyat Kemenag RI sejak

tahun 2007 sampai sekarang (2014), untuk nama mulai tahun 2013 diubah menjadi Tim Hisab Rukyat Kemenag RI.

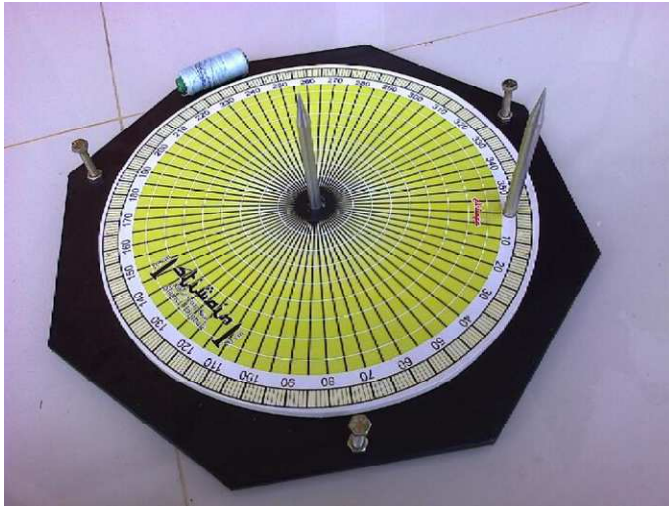
Menjadi Anggota Komisi Fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI) Jawa Tengah mulai 2006 sampai dengan sekarang (2014).

B. Komponen Istiwaaini dan Syarat Penggunaannya.

1. Komponen Istiwaaini dan fungsinya.

Istiwaaini adalah tasniah dari kata istiwak yang artinya keadaan lurus² yaitu sebuah tongkat yang berdiri tegak lurus. Sedangkan yang dimaksud Istiwaaini di sini adalah sebuah alat sederhana yang terdiri dari dua tongkat istiwak, dimana satu tongkat berada di titik pusat lingkaran dan satunya lagi berada di titik 0° lingkaran. Alat ini didesign untuk mendapatkan arah kiblat, arah true north dan sebagainya yang akurat dengan biaya murah, walaupun sistem penggunaannya sama dengan *theodolite* yang harganya sangat mahal.

² Ahmad Warson Munawir, *Al-Munawwir Kamus Arab Indonesia*, Yogyakarta, Edisi kedua, cetakan keempat belas, 1997, hal. 682.



Gambar 15
Istiwaaini lengkap

Gambar 13 adalah gambar istiwaaini lengkap yang bagian-bagiannya terdiri antara lain: dua tongkat istiwak (satu ditempatkan dititik titik pusat lingkaran dan satunya lagi ditempatkan di lingkaran pada titik 0° , kemudian lingkaran dasar tongkat istiwak adalah lingkaran yang bertitik pusat pada tongkat istiwak yang diberi garis tengah minimal 360 yang menghubungkan antara angka derajat dengan titik pusat, kemudian alas untuk lingkaran dasar tongkat istiwak adalah merupakan alas untuk ditumpangi lingkaran dasar dan di bagian pinggir diberi 3 skrup (mur) yang berperan sebagai tripot yang dapat diputar untuk menaikkan atau menurunkan alas juga lingkaran dasar sehingga alas maupun lingkaran dasar benar-benar dalam posisi datar atau horizontal,

kemudian benang untuk digunakan menarik garis kiblat yang ditarik dari tongkat istiwak yang dititik pusat ke arah bilangan atau angka beda azimuth antara azimuth kiblat dengan azimuth matahari.

gambar-gambarnya sebagai berikut:

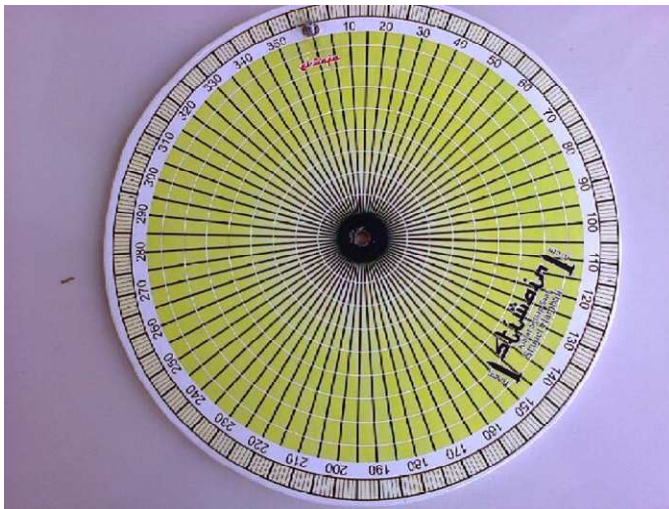


Gambar 16
Dua tongkat istiwak

Dua tongkat istiwak ini satu ditempatkan di titik pusat lingkaran dan satunya lagi ditempatkan di titik 0° lingkaran. Penempatan tongkat istiwak yang di titik pusat maupun yang di titik 0° harus benar-benar fokus dan benar-benar berdiri tegak lurus.

Tongkat istiwak yang di titik 0° berfungsi sebagai

kamera pembidik untuk mendapatkan posisi matahari melalui bayangannya, sedangkan tongkat istiwak yang di titik pusat lingkaran berfungsi sebagai acuan sudut dalam lingkaran dan acuan benang sebagai petunjuk arah kiblat, arah true north dan sebagainya.



Gambar 17
Lingkaran Dasar Tongkat Istiwak

Lingkaran dasar tongkat istiwak ini adalah merupakan alas untuk tongkat istiwak berbentuk lingkaran, titik pusat ada lubang untuk posisi tongkat istiwak sebagai acuan sudut dan titik nol derajat ada drat (mur) untuk pemasangan tongkat istiwak pembidik matahari.

Dalam penggunaan, posisi lingkaran dasar tongkat istiwak harus benar-benar datar (horizontal) kalau perlu dicek dengan water glass. Bilamana terjadi posisi lingkaran dasar tongkat istiwak tidak datar dapat dipastikan akan memperoleh arah kiblat ataupun true north yang tidak benar.



Gambar 18
Alas Lingkaran Dasar

Alas lingkaran dasar dibuat berbeda dengan lingkaran dasar tongkat istiwak, yaitu tidak berbentuk lingkaran dan lebih lebar dibanding lingkaran dasar tongkat istiwak dengan bentuk delapan persegi panjang. Di tengah-tengah ada drat (mur) untuk memasang tongkat istiwak acuan sudut dan di

tepi ada tiga dart (mur) yang difungsikan sebagai tripot guna untuk menaikkan atau menurunkan supaya posisi alas lingkaran dasar benar-benar datar.

Bilamana pemasangan alas lingkaran dasar ini tidak datar (horizontal) maka akan menyebabkan lingkaran dasar tongkat istiwak menjadi tidak datar (horizontal) dan akan menyebabkan hasil yang diperoleh menjadi tidak akurat.



Gambar 19
Benang panjang

Benang panjang ini difungsikan sebagai penggaris untuk mendapatkan arah kiblat ataupun true north yang ditarik dari tongkat istiwak acuan sudut sampai di luar

lingkaran melalui angka beda azimuth.

2. Syarat-Syarat dalam Penggunaan Istiwaaaini.

Dalam penggunaan istiwaaaini untuk mendapatkan arah kiblat ataupun true north yang akurat harus memenuhi hal-hal sebagai berikut:

1). Posisi istiwaaaini harus memenuhi syarat, yaitu:

- a. Tongkat istiwak yang di titik pusat lingkaran harus benar-benar berada di titik pusat dalam posisi tegak lurus (vertikal).
- b. Tongkat istiwak yang di titik 0° harus benar-benar di titik 0 dalam posisi tegak lurus (vertikal) juga.
- c. Lingkaran yang dijadikan landasan kedua tongkat istiwak harus benar-benar dalam posisi datar (horizontal).
- d. Untuk mengatur agar kedua tongkat istiwak bisa berdiri tegak lurus dan lingkaran sebagai alasnya bisa benar-benar datar, maka disediakan tiga drat (mur) untuk menaikkan atau menurunkan sesuai kebutuhan sampai lingkaran benar-benar datar dan kedua tongkat istiwaknya benar-benar tegak lurus (vertikal).

2). Data-data yang diperlukan:

- a. Waktu (jam) yang tepat.
- b. Arah kiblat dan azimuth kiblat yang benar.

- c. Arah matahari dan azimuth matahari yang benar.
- d. Beda azimuth (ba) kiblat dan azimuth matahari.

Ad a). Waktu (jam) yang Tepat.

Waktu yang tepat adalah waktu yang sesuai dengan keadaan yang semestinya. Untuk mendapatkan waktu yang tepat dapat ditempuh dengan cara:

(1). Menyesuaikan suara tit terakhir RRI setiap menjelang berita.

(2). Menyesuaikan dengan jam di *Global Positioning System* (GPS) yang sedang conect dengan satelit.

(3). Menyesuaian dengan *Greenwich Mean Time* (GMT) di internet melalui: <http://wgp.greenwichmeantime.co.uk/> atau menyesuaikan langsung WIB, WITA dan WIT di internet melalaui:

<http://wgp.greenwichmeantime.co.uk/time-zone/asia/indonesia/>

Ad b). Data Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat yang benar.

Untuk mendapatkan arah kiblat dan azimuth kiblat yang benar, maka diperlukan data-data yang benar baik yang menyangkut garis bujur Kakbah, garis bujur tempat yang akan ditentukan arah kiblatnya, garis lintang Kakbah dan garis lintang tempat yang akan ditentukan arah kiblatnya.

Data-data bujur dan lintang yang benar baik untuk Kakbah maupun tempat yang akan ditentukan arah kiblatnya dapat digunakan alat bantu *Global Positioning System* (GPS) atau bisa juga menggunakan jasa *Google Earth*.

Ad c). Data Arah matahari dan azimuth matahari yang benar.

Untuk mendapatkan arah matahari dan azimuth matahari yang benar diperlukan data-data astronomis yang benar yang menyangkut deklinasi (*declination*) atau δ matahari dan perata waktu (*equation of time*) atau e .

Untuk mendapatkan deklinasi (δ) matahari dan perata waktu (e) yang benar dapat memanfaatkan tabel dari *Almanak Nautika* atau *Ephemeris* sesuai tanggal, jam, menit dan detiknya dengan melakukan interpolasi.

Ad d). Beda azimuth (ba) kiblat dan matahari.

Untuk mendapatkan beda azimuth (ba) kiblat dan azimuth matahari, adalah azimuth kiblat dikurangi azimuth matahari. Jika beda azimuth (ba) negatif maka beda azimuth harus ditambah 360° .

C. Pengujian Tingkat Keakuratan Istiwaaini.

Dalam melaksanakan pengujian istiwaaini peneliti menggunakan lokasi Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT),

karena arah kiblatnya sudah teruji dan terbukti akan keakuratannya.

Lokasi/tempat yang peneliti pilih selama pengujian adalah daerah payung electric perbatasan antara suci dan boleh memakai alas kaki, tepatnya di bujur timur (BT) $110^{\circ} 26' 45,45''$ dengan lintang (ϕ) = $-6^{\circ} 59' 02,47''$ ³.

1. *Pengujian Pertama*, dilaksanakan pada hari Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 M pukul 10:06:37 WIB (03:06:37 GMT).

Langkah pertama, menghitung arah kiblat dengan rumus: $\cotan B = \tan \phi^K \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$

$$\phi^K (\text{lintang Kakbah}) = +21^{\circ} 25' 21,03''$$

$$\phi^x (\text{lintang MAJT}) = -6^{\circ} 59' 02,47''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (BT^x)– BT Kakbah (BT^K) karena C nya masuk kelompok 1 dan arah kiblatnya condong ke barat.

$$\text{Berarti } C = 110^{\circ} 26' 45,45'' - 39^{\circ} 49' 34,22''.$$

$$C = 70^{\circ} 37' 11,23'' (B).$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung

³ *Google Earth*, 2014

arah kiblat, sehingga menjadi:

$$\text{Cotan B} = \tan 21^\circ 25' 21,03'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin 70^\circ 37' 11,23'' - \sin -6^\circ 59' 02,47'' : \tan 70^\circ 37' 11,23''$$

B = 65° 30' 21,20" UB (U karena hasil perhitungan positif, dan B karena C masuk kelompok 1, yaitu $BT^x > BT^K$).

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth (Az) kiblat = $360^\circ - B^4$, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth (Az) kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 30' 21,20'' \\ &= 294^\circ 29' 38,80'' \end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung arah (A) matahari pukul 10:06:37 WIB (03:06:37 GMT), dengan rumus: $\text{cotan A} = \tan \delta \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi : \tan t$.

$$\phi^x (\text{lintang MAJT}) = -6^\circ 59' 02,47''.$$

δ (deklinasi matahari):

$$\text{Pk. 10 WIB/03 GMT } (\delta^1) = +20^\circ 41' 14''$$

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (\delta^2) = +20^\circ 40' 46''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:06:37$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

⁴ Karena arah kiblat (B) adalah UB (utara barat), maka azimuth kiblat = $360^\circ - B$.

$$\delta = \delta^1 + s \times (\delta^2 - \delta^1)$$

$$\delta = 20^\circ 41' 14'' + 00:06:37 \times (20^\circ 40' 46'' - 20^\circ 41' 14'').$$

$$\delta = 20^\circ 41' 10,91''$$

e (equation of time)

$$\text{Pk. 10 WIB/03 GMT } (e^1) = -00:06:21$$

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (\delta^2) = -00:06:21$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:06:37$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$e = -00:06:21 + 00:06:37 \times (-00:06:21 - (-00:06:21))$$

$$e = -00:06:21$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai t digunakan rumus: $t = (LMT + e - (BT^L - BT^X) : 15 - 12) \times 15$

$$LMT \text{ (local mean time)} = \text{pk. 10:06:37 WIB}$$

$$e \text{ (equation of time)} = -00:06:21.$$

$$BT^L \text{ (BT LMT)} = 105^\circ.$$

$$BT^X \text{ (BT MAJT)} = 110^\circ 26' 45,45''$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus, sehingga menjadi:

$$t = (10:06:37 + (-00:06:21) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,45'')) : 15 - 12) \times 15.$$

$$t = -24^\circ 29' 14,55'' \text{ (negatip berarti matahari di}$$

sebelah timur meridian langit). Dalam proses perhitungan t (sudut waktu) harus diubah menjadi positif tetapi diberi keterangan (T), sehingga menjadi:

$$t = 24^{\circ} 29' 14,55'' (T)$$

Kemudian data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi matahari dan sudut waktu tersebut dimasukkan ke dalam rumus, sehingga menjadi:

$$\cotan A = \tan 20^{\circ} 41' 10,91'' \times \cos -6^{\circ} 59' 02,47'' : \sin 24^{\circ} 29' 14,55'' - \sin -6^{\circ} 59' 02,47'' : \tan 24^{\circ} 29' 14,55''.$$

$A = 40^{\circ} 29' 30,23''$ UT (U karena hasil perhitungan positif, T karena dilakukan sebelum *merr pass* matahari di sebelah timur meridian langit).

Langkah keempat, menghitung azimuth matahari pukul 10:06:37 WIB (03:06:37 GMT), dengan menggunakan rumus: azimuth matahari = A (tetap). Hal ini disebabkan karena $A = UT$ (utara timur). Berarti:

$$\text{Azimuth matahari} = 40^{\circ} 29' 30,23''$$

Langkah kelima menghitung beda azimuth (ba) dengan menggunakan rumus:

$$ba = \text{azimuth kiblat} - \text{azimuth matahari.}$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 294^{\circ} 29' 38,80''.$$

$$\text{Azimuth matahari} = 40^{\circ} 29' 30,23''$$

Kemudian data-data azimuth kiblat dan azimuth matahari dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} \text{ba} &= 294^\circ 29' 38,80'' - 40^\circ 29' 30,23'' \\ &= 254^\circ 00' 08,56''. \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 254° , sementara $08,56''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah (gambar 20).



Gambar 20
Pengujian istiwaini pada Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 M

pukul 10:06:37 WIB (03:06:37 GMT).

2. *Pengujian Kedua*, dilaksanakan pada hari Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 M pukul 11:47:34 WIB (04:47:34 GMT).

Langkah pertama, menghitung arah kiblat dengan rumus: $\cotan B = \tan \phi^K \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$

$$\phi^K \text{ (lintang Kakbah)} = +21^\circ 25' 21,03''$$

$$\phi^x \text{ (lintang MAJT)} = -6^\circ 59' 02,47''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (BT^x)– BT Kakbah (BT^K) karena C nya masuk kelompok 1 dan arah kiblatnya condong ke barat.

$$\text{Berarti } C = 110^\circ 26' 45,45'' - 39^\circ 49' 34,22''.$$

$$C = 70^\circ 37' 11,23'' \text{ (B)}.$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi:

$$\cotan B = \tan 21^\circ 25' 21,03'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin 70^\circ 37' 11,23'' - \sin -6^\circ 59' 02,47'' : \tan 70^\circ 37' 11,23''$$

$B = 65^\circ 30' 21,20''$ UB (U karena hasil perhitungan positif, dan B karena C masuk kelompok 1, yaitu $BT^x > BT^K$).

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth (Az) kiblat = $360^\circ - B^5$, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth (Az) kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 30' 21,20'' \\ &= 294^\circ 29' 38,80''. \end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung arah (A) matahari pukul 11:47:34 WIB (04:47:34 GMT), dengan rumus: $\cotan A = \tan \delta \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi : \tan t$.

$$\phi^x \text{ (lintang MAJT)} = -6^\circ 59' 02,47''.$$

δ (deklinasi matahari):

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (\delta^1) = +20^\circ 40' 46''$$

$$\text{Pk. 12 WIB/05 GMT } (\delta^2) = +20^\circ 40' 18''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:47:34$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$\delta = \delta^1 + s \times (\delta^2 - \delta^1)$$

$$\delta = 20^\circ 40' 46'' + 00:47:34 \times (20^\circ 40' 18'' - 20^\circ 40' 18'').$$

$$\delta = 20^\circ 40' 23,8''$$

e (equation of time)

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (e^1) = -00:06:21$$

⁵ Karena arah kiblat (B) adalah UB (utara barat), maka azimuth kiblat = $360^\circ - B$.

$$\text{Pk. 12 WIB/05 GMT } (\delta^2) = -00:06:21$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:47:34$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$e = -00:06:21 + 00:47:34 \times (-00:06:21 - (-00:06:21))$$

$$e = -00:06:21$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai t digunakan rumus: $t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$

$$\text{LMT (local mean time)} = \text{pk. 11:47:34WIB}$$

$$e \text{ (equation of time)} = -00:06:21.$$

$$\text{BT}^L \text{ (BT LMT)} = 105^\circ.$$

$$\text{BT}^X \text{ (BT MAJT)} = 110^\circ 26' 45,45''$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus, sehingga menjadi:

$$t = (11:47:34 + (-00:06:21) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,45'')) : 15 - 12) \times 15.$$

$t = 00^\circ 45' 00,45''$ (positip berarti matahari di sebelah barat miridian langit).

Kemudian data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi matahari dan sudut waktu tersebut dimasukkan ke dalam rumus, sehingga menjadi:

$$\text{cotan } A = \tan 20^\circ 40' 23,8'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin 00^\circ 45' 00,45'' - \sin -6^\circ 59' 02,47'' : \tan 00^\circ 45' 00,45''.$$

A = 1° 30' 41,74" UB (U karena hasil perhitungan positif, B karena dilakukan setelah *merr pass* matahari di sebelah barat miridian langit).

Langkah keempat, menghitung arah azimuth matahari pukul 11:47:34 WIB (04:47:34 GMT), dengan menggunakan rumus: azimuth matahari = 360° - A. Hal ini disebabkan karena A = UB (utara barat). Berarti:

$$\begin{aligned}\text{Azimuth matahari} &= 360^\circ - 1^\circ 30' 41,74'' \\ &= 358^\circ 29' 18,26''\end{aligned}$$

Langkah kelima menghitung beda azimuth (ba) dengan menggunakan rumus:

$$\text{ba} = \text{azimuth kiblat} - \text{azimuth matahari.}$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 294^\circ 29' 38,80''.$$

$$\text{Azimuth matahari} = 358^\circ 29' 18,26''$$

Kemudian data-data azimuth kiblat dan azimuth matahari dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned}\text{ba} &= 294^\circ 29' 38,80'' - 358^\circ 29' 18,26'' \\ &= -63^\circ 59' 39,46''.\end{aligned}$$

Karena negatif maka harus ditambah 360°, sehingga menjadi:

$$\begin{aligned}\text{ba} &= -63^\circ 59' 43'' + 360^\circ. \\ &= 296^\circ 00' 20,54''.\end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 296° , sementara $20,54''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah (gambar 21).



Gambar 21

Pengujian istiwaaaini pada Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 M
pukul 11:47:34 WIB (04:47:34 GMT).

3. *Pengujian Ketiga*, dilaksanakan pada hari Senin Paing, 11
Agustus 2014 M pukul 10:22:14 WIB (03:22:14 GMT).

Langkah pertama, menghitung arah kiblat dengan rumus: $\cotan B = \tan \phi^K \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$

$$\phi^K \text{ (lintang Kakbah)} = +21^\circ 25' 21,03''$$

$$\phi^x \text{ (lintang MAJT)} = -6^\circ 59' 02,47''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (BT^x)– BT Kakbah (BT^K) karena C nya masuk kelompok 1 dan arah kiblatnya condong ke barat.

$$\text{Berarti } C = 110^\circ 26' 45,45'' - 39^\circ 49' 34,22''.$$

$$C = 70^\circ 37' 11,23'' \text{ (B)}.$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi:

$$\cotan B = \tan 21^\circ 25' 21,03'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin 70^\circ 37' 11,23'' - \sin -6^\circ 59' 02,47'' : \tan 70^\circ 37' 11,23''$$

$$B = 65^\circ 30' 21,20'' \text{ UB (U karena hasil perhitungan positif, dan B karena C masuk kelompok 1, yaitu } BT^x > BT^K).$$

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth (Az) kiblat

= $360^\circ - B^6$, berarti:

$$\begin{aligned}\text{Azimuth (Az) kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 30' 21,20'' \\ &= 294^\circ 29' 38,80''.\end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung arah (A) matahari pukul 10:22:14 WIB (03:22:14 GMT), dengan rumus: $\cotan A = \tan \delta \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi : \tan t$.

$$\phi^x \text{ (lintang MAJT)} = -6^\circ 59' 02,47''.$$

δ (deklinasi matahari):

$$\text{Pk. 10 WIB/03 GMT } (\delta^1) = +15^\circ 18' 47''$$

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (\delta^2) = +15^\circ 18' 03''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:22:14$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$\delta = \delta^1 + s \times (\delta^2 - \delta^1)$$

$$\delta = 15^\circ 18' 47'' + 00:22:14 \times (15^\circ 18' 03'' - 15^\circ 18' 47'').$$

$$\delta = 15^\circ 18' 30,70''$$

e (equation of time)

$$\text{Pk. 10 WIB/03 GMT } (e^1) = -00:05:17$$

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (e^2) = -00:05:17$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:22:14$$

⁶ Karena arah kiblat (B) adalah UB (utara barat), maka azimuth kiblat = $360^\circ - B$.

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$e = -00:05:17 + 00:22:14 \times (-00:05:17 - (-00:05:17))$$

$$e = -00:05:17$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai t digunakan rumus: $t = (LMT + e - (BT^L - BT^X) : 15 - 12) \times 15$

$$LMT \text{ (local mean time)} = \text{pk. } 10:22:14 \text{ WIB}$$

$$e \text{ (equation of time)} = -00:05:17.$$

$$BT^L \text{ (BT LMT)} = 105^\circ.$$

$$BT^X \text{ (BT MAJT)} = 110^\circ 26' 45,45''$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus, sehingga menjadi:

$$t = (10:22:14 + (-00:05:17) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,45'') : 15 - 12) \times 15.$$

$t = -20^\circ 18' 59,55''$ (negatif berarti matahari di sebelah timur meridian langit). Dalam perhitungan selanjutnya sudut waktu (t) harus dirubah menjadi positif dengan keterangan timur (T), sehingga:

$$t = 20^\circ 18' 59,55'' \text{ (T)}.$$

Kemudian data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi matahari dan sudut waktu tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah matahari, sehingga menjadi:

$$\text{cotan } A = \tan 15^\circ 18' 30,7'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin$$

$$20^{\circ} 18' 59,55'' - \sin -6^{\circ} 59' 02,47'' : \tan 20^{\circ} 18' 59,55''.$$

$A = 41^{\circ} 59' 29,61''$ UT (U karena hasil perhitungan positif, T karena dilakukan sebelum *merr pass* matahari di sebelah timur meridian langit).

Langkah keempat, menghitung arah azimuth matahari pukul 10:22:14 WIB (03:22:14 GMT), dengan menggunakan rumus: azimuth matahari = A. Hal ini disebabkan karena A = UT (utara timur). Berarti:

$$\text{Azimuth matahari} = 41^{\circ} 59' 29,61''$$

Langkah kelima menghitung beda azimuth (ba) dengan menggunakan rumus:

$$ba = \text{azimuth kiblat} - \text{azimuth matahari.}$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 294^{\circ} 29' 38,80''.$$

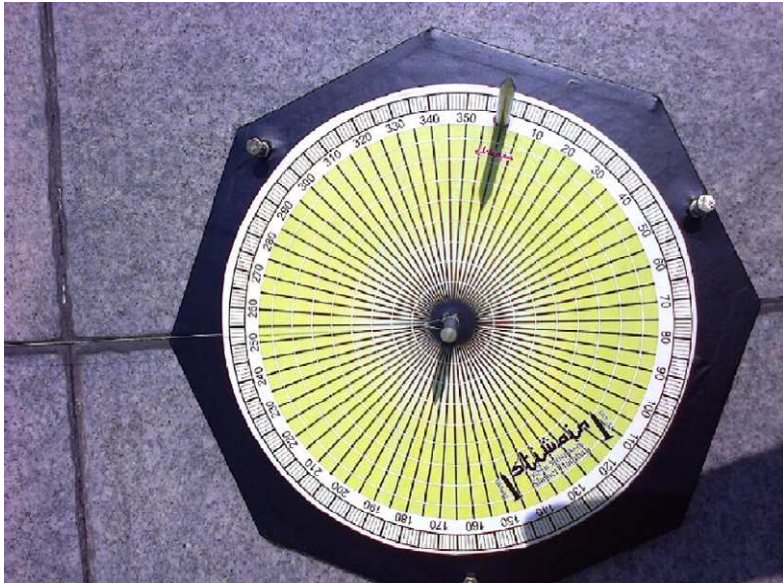
$$\text{Azimuth matahari} = 41^{\circ} 59' 29,61''$$

Kemudian data-data azimuth kiblat dan azimuth matahari dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} ba &= 294^{\circ} 29' 38,80'' - 41^{\circ} 59' 29,61'' \\ &= 252^{\circ} 30' 09,19''. \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan $252,5^{\circ}$, sementara kekurangan $09,19''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada

satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah (gambar 22).



Gambar 22

Pengujian istiwaaini pada hari Senin Paing, 11 Agustus 2014
M pukul 10:22:14 WIB (03:22:14 GMT)

4. *Pengujian Keempat*, dilaksanakan pada hari Selasa Pon, 12 Agustus 2014 M pukul 10:12:45 WIB (03:12:45 GMT).

Langkah pertama, menghitung arah kiblat dengan rumus: $\cotan B = \tan \phi^K \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$

$$\phi^K (\text{lintang Kakbah}) = +21^\circ 25' 21,03''$$

$$\phi^x (\text{lintang MAJT}) = -6^\circ 59' 02,47''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (BT^x)– BT Kakbah (BT^K) karena C nya masuk kelompok 1 dan arah kiblatnya condong ke barat.

$$\text{Berarti } C = 110^\circ 26' 45,45'' - 39^\circ 49' 34,22''.$$

$$C = 70^\circ 37' 11,23'' \text{ (B)}.$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi:

$$\text{Cotan B} = \tan 21^\circ 25' 21,03'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin 70^\circ 37' 11,23'' - \sin -6^\circ 59' 02,47'' : \tan 70^\circ 37' 11,23''$$

B = $65^\circ 30' 21,20''$ UB (U karena hasil perhitungan positif, dan B karena C masuk kelompok 1, yaitu $BT^x > BT^K$).

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth (Az) kiblat = $360^\circ - B^7$, berarti:

$$\text{Azimuth (Az) kiblat} = 360^\circ - 65^\circ 30' 21,20''$$

⁷ Karena arah kiblat (B) adalah UB (utara barat), maka azimuth kiblat = $360^\circ - B$.

$$= 294^{\circ} 29' 38,80''.$$

Langkah ketiga, menghitung arah (A) matahari pukul 10:12:45 WIB (03:12:45 GMT), dengan rumus: $\cotan A = \tan \delta \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi : \tan t$.

$$\phi^x \text{ (lintang MAJT)} = -6^{\circ} 59' 02,47''.$$

δ (deklinasi matahari):

$$\text{Pk. 10 WIB/03 GMT } (\delta^1) = +15^{\circ} 00' 56''$$

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (\delta^2) = +15^{\circ} 00' 11''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:12:45$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$\delta = \delta^1 + s \times (\delta^2 - \delta^1)$$

$$\delta = 15^{\circ} 00' 56'' + 00:12:45 \times (15^{\circ} 00' 11'' - 15^{\circ} 00' 56'').$$

$$\delta = 15^{\circ} 00' 46,44''$$

e (equation of time)

$$\text{Pk. 10 WIB/03 GMT } (e^1) = -00:05:07$$

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (e^2) = -00:05:06$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:12:45$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$e = -00:05:07 + 00:12:45 \times (-00:05:06 - (-00:05:07))$$

$$e = -00:05:06,79$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai t digunakan

rumus: $t = (LMT + e - (BT^L - BT^X)) : 15 - 12 \times 15$

LMT (*local mean time*) = pk. 10:12:45 WIB

e (*equation of time*) = -00:05:06,79.

BT^L (BT LMT) = 105° .

BT^X (BT MAJT) = $110^\circ 26' 45,45''$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus, sehingga menjadi:

$t = (10:12:45 + (-00:05:06,79) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,45'')) : 15 - 12 \times 15.$

$t = -22^\circ 38' 41,40''$ (negatif berarti matahari di sebelah timur miridian langit). Dalam perhitungan selanjutnya sudut waktu (t) harus dirubah menjadi positif dengan keterangan timur (T), sehingga:

$t = 22^\circ 38' 41,40''$ (T).

Kemudian data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi matahari dan sudut waktu tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah matahari, sehingga menjadi:

$\cotan A = \tan 15^\circ 00' 46,44'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin 22^\circ 38' 41,40'' - \sin -6^\circ 59' 02,47'' : \tan 22^\circ 38' 41,40''.$

$A = 45^\circ 29' 42,65''$ UT (U karena hasil perhitungan positif, T karena dilakukan sebelum *merr pass* matahari di sebelah timur miridian langit).

Langkah keempat, menghitung arah azimuth matahari pukul 10:12:45 WIB (03:12:45 GMT), dengan menggunakan rumus: azimuth matahari = A. Hal ini disebabkan karena A = UT (utara timur). Berarti:

$$\text{Azimuth matahari} = 45^{\circ} 29' 42,65''$$

Langkah kelima menghitung beda azimuth (ba) dengan menggunakan rumus:

$$ba = \text{azimuth kiblat} - \text{azimuth matahari.}$$

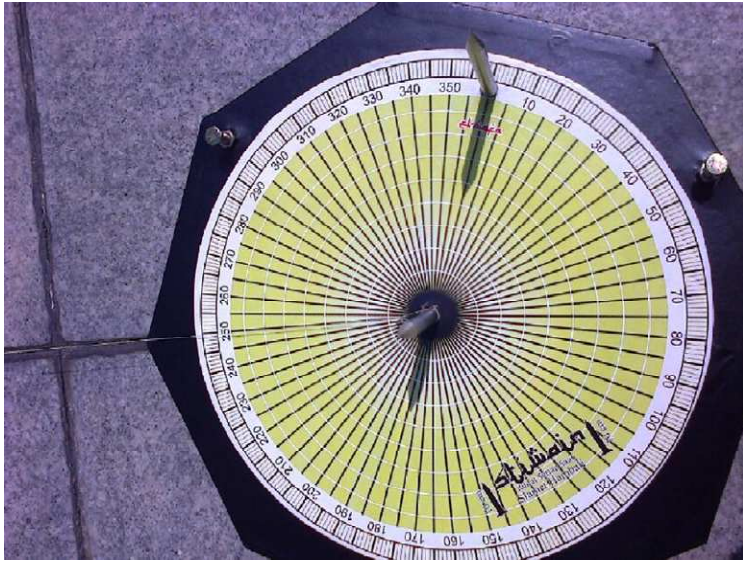
$$\text{Azimuth kiblat} = 294^{\circ} 29' 38,40''.$$

$$\text{Azimuth matahari} = 45^{\circ} 29' 42,65''$$

Kemudian data-data azimuth kiblat dan azimuth matahari dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} ba &= 294^{\circ} 29' 38,40'' - 45^{\circ} 29' 42,65'' \\ &= 248^{\circ} 59' 56,15''. \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 249° , sementara kekurangan $03,85''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah (gambar 23).



Gambar 23

Pengujian istiwaaini pada hari Selasa Pon, 12 Agustus 2014
M pukul 10:12:45 WIB (03:12:45 GMT)

5. *Pengujian Kelima*, dilaksanakan pada hari Rabu Wage,
13 Agustus 2014 M pukul 10:16:59 WIB (03:16:59
GMT).

Langkah pertama, menghitung arah kiblat dengan
rumus: $\cotan B = \tan \phi^K \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$

$$\phi^K \text{ (lintang Kakbah)} = +21^\circ 25' 21,03''$$

$$\phi^x \text{ (lintang MAJT)} = -6^\circ 59' 02,47''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT
Masjid Agung Jawa Tengah (BT^x)– BT Kakbah (BT^K) karena

C nya masuk kelompok 1 dan arah kiblatnya condong ke barat.

$$\text{Berarti } C = 110^\circ 26' 45,45'' - 39^\circ 49' 34,22''.$$

$$C = 70^\circ 37' 11,23'' \text{ (B)}.$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi:

$$\text{Cotan B} = \tan 21^\circ 25' 21,03'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin 70^\circ 37' 11,23'' - \sin -6^\circ 59' 02,47'' : \tan 70^\circ 37' 11,23''$$

B = $65^\circ 30' 21,20''$ UB (U karena hasil perhitungan positif, dan B karena C masuk kelompok 1, yaitu $BT^x > BT^K$).

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth (Az) kiblat = $360^\circ - B^8$, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth (Az) kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 30' 21,20'' \\ &= 294^\circ 29' 38,80''. \end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung arah (A) matahari pukul 10:16:59 WIB (03:16:59 GMT), dengan rumus: $\text{cotan A} = \tan \delta \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi : \tan t$.

⁸ Karena arah kiblat (B) adalah UB (utara barat), maka azimuth kiblat = $360^\circ - B$.

$$\phi^x \text{ (lintang MAJT)} = -6^\circ 59' 02,47''.$$

δ (deklinasi matahari):

$$\text{Pk. 10 WIB/03 GMT } (\delta^1) = +14^\circ 42' 50''$$

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (\delta^2) = +14^\circ 42' 04''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:16:59$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$\delta = \delta^1 + s \times (\delta^2 - \delta^1)$$

$$\delta = 14^\circ 42' 50'' + 00:16:59 \times (14^\circ 42' 04'' - 14^\circ 42' 50'').$$

$$\delta = 14^\circ 42' 36,98''$$

e (equation of time)

$$\text{Pk. 10 WIB/03 GMT } (e^1) = -00:04:57$$

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (e^2) = -00:04:56$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:16:59$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$e = -00:04:57 + 00:16:59 \times (-00:04:56 - (-00:04:57))$$

$$e = -00:04:56,72$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai t digunakan rumus: $t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X)) : 15 - 12) \times 15$

$$\text{LMT (local mean time)} = \text{pk. 10:16:59 WIB}$$

$$e \text{ (equation of time)} = -00:04:56,72.$$

$$\text{BT}^L \text{ (BT LMT)} = 105^\circ.$$

$$BT^x(BT MAJT) = 110^\circ 26' 45,45''$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus, sehingga menjadi:

$$t = (10:16:59 + (-00:04:56,72) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,45'')) : 15 - 12 \times 15.$$

$t = -21^\circ 32' 40,35''$ (negatif berarti matahari di sebelah timur meridian langit). Dalam perhitungan selanjutnya sudut waktu (t) harus dirubah menjadi positif dengan keterangan timur (T), sehingga:

$$t = 21^\circ 32' 40,35'' (T).$$

Kemudian data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi matahari dan sudut waktu tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah matahari, sehingga menjadi:

$$\cotan A = \tan 14^\circ 42' 36,98'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin 21^\circ 32' 40,35'' - \sin -6^\circ 59' 02,47'' : \tan 21^\circ 32' 40,35''.$$

$A = 44^\circ 30' 01,22''$ UT (U karena hasil perhitungan positif, T karena dilakukan sebelum *merr pass* matahari di sebelah timur meridian langit).

Langkah keempat, menghitung arah azimuth matahari pukul 10:16:59 WIB (03:16:59 GMT), dengan menggunakan rumus: azimuth matahari = A. Hal ini disebabkan karena A = UT (utara timur). Berarti:

$$\text{Azimuth matahari} = 44^{\circ} 30' 01,22''$$

Langkah kelima menghitung beda azimuth (ba) dengan menggunakan rumus:

$$ba = \text{azimuth kiblat} - \text{azimuth matahari.}$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 294^{\circ} 29' 38,40''.$$

$$\text{Azimuth matahari} = 44^{\circ} 30' 01,22''$$

Kemudian data-data azimuth kiblat dan azimuth matahari dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} ba &= 294^{\circ} 29' 38,40'' - 44^{\circ} 30' 01,22'' \\ &= 249^{\circ} 59' 37,5''. \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 250° , sementara kekurangan $22,5''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah (gambar 24).



Gambar 24

Pengujian istiwaaini pada hari Rabu Wage, 13 Agustus 2014
M pukul 10:16:59 WIB (03:16:59 GMT)

6. *Pengujian Keenam*, dilaksanakan pada Rabu Wage, 13 Agustus 2014 M pukul 11:45:50 WIB (04:45:50 GMT).

Langkah pertama, menghitung arah kiblat dengan rumus: $\cotan B = \tan \phi^K \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$

$$\phi^K \text{ (lintang Kakbah)} = +21^\circ 25' 21,03''$$

$$\phi^x \text{ (lintang MAJT)} = -6^\circ 59' 02,47''$$

Untuk mendapatkan nilai C digunakan rumus BT Masjid Agung Jawa Tengah (BT^x)– BT Kakbah (BT^K) karena C nya masuk kelompok 1 dan arah kiblatnya condong ke

barat.

$$\text{Berarti } C = 110^\circ 26' 45,45'' - 39^\circ 49' 34,22''.$$

$$C = 70^\circ 37' 11,23'' \text{ (B)}.$$

Kemudian data-data lintang Kakbah, lintang MAJT, jarak bujur tersebut dimasukkan ke dalam rumus menghitung arah kiblat, sehingga menjadi:

$$\text{Cotan B} = \frac{\tan 21^\circ 25' 21,03'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47''}{\sin 70^\circ 37' 11,23'' - \sin -6^\circ 59' 02,47''} : \tan 70^\circ 37' 11,23''$$

$$B = 65^\circ 30' 21,20'' \text{ UB (U karena hasil perhitungan positif, dan B karena C masuk kelompok 1, yaitu } BT^x > BT^K).$$

Langkah kedua, menghitung azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah dengan rumus: Azimuth (Az) kiblat = $360^\circ - B^9$, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth (Az) kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 30' 21,20'' \\ &= 294^\circ 29' 38,80''. \end{aligned}$$

Langkah ketiga, menghitung arah (A) matahari pukul 11:47:34 WIB (04:47:34 GMT), dengan rumus: $\text{cotan A} = \frac{\tan \delta \cos \phi^x}{\sin t - \sin \phi}$:

$$\phi^x \text{ (lintang MAJT)} = -6^\circ 59' 02,47''.$$

⁹ Karena arah kiblat (B) adalah UB (utara barat), maka azimuth kiblat = $360^\circ - B$.

δ (deklinasi matahari):

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (\delta^1) = +14^\circ 42' 04''$$

$$\text{Pk. 12 WIB/05 GMT } (\delta^2) = +14^\circ 41' 18''$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:45:50$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$\delta = \delta^1 + s \times (\delta^2 - \delta^1)$$

$$\delta = 14^\circ 42' 04'' + 00:45:50 \times (14^\circ 41' 18'' - 14^\circ 42'$$

04'').

$$\delta = 14^\circ 41' 28,86''$$

e (equation of time)

$$\text{Pk. 11 WIB/04 GMT } (e^1) = -00:04:56$$

$$\text{Pk. 12 WIB/05 GMT } (\delta^2) = -00:04:56$$

$$\text{Selisih waktu (s)} = 00:45:50$$

Kemudian dilakukan interpolasi dengan rumus:

$$e = -00:04:56 + 00:45:50 \times (-00:04:56 - (-00:04:56))$$

$$e = -00:04:56$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai t digunakan

$$\text{rumus: } t = (\text{LMT} + e - (\text{BT}^L - \text{BT}^X) : 15 - 12) \times 15$$

$$\text{LMT (local mean time)} = \text{pk. 11:45:50 WIB}$$

$$e \text{ (equation of time)} = -00:04:56.$$

$$\text{BT}^L \text{ (BT LMT)} = 105^\circ.$$

$$\text{BT}^X \text{ (BT MAJT)} = 110^\circ 26' 45,45''$$

Data-data tersebut dimasukkan ke dalam rumus, sehingga menjadi:

$$t = (11:45:50 + (-00:04:56) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,45'')) : 15 - 12) \times 15.$$

$t = 00^\circ 40' 15,45''$ (positip berarti matahari di sebelah barat miridian langit).

Kemudian data-data lintang Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), deklinasi matahari dan sudut waktu tersebut dimasukkan ke dalam rumus, sehingga menjadi:

$$\cotan A = \tan 14^\circ 41' 28,86'' \times \cos -6^\circ 59' 02,47'' : \sin 00^\circ 40' 15,45'' - \sin -6^\circ 59' 02,47'' : \tan 00^\circ 40' 15,45''.$$

$A = 1^\circ 45' 23,97''$ UB (U karena hasil perhitungan positip, B karena dilakukan setelah *merr pass* matahari di sebelah barat miridian langit).

Langkah keempat, menghitung arah azimuth matahari pukul 11:45:50 WIB (04:45:50 GMT), dengan menggunakan rumus: azimuth matahari = $360^\circ - A$. Hal ini disebabkan karena $A = UB$ (utara barat). Berarti:

$$\begin{aligned} \text{Azimuth matahari} &= 360^\circ - 1^\circ 45' 23,97'' \\ &= 358^\circ 14' 36,03'' \end{aligned}$$

Langkah kelima menghitung beda azimuth (ba) dengan menggunakan rumus:

$ba = \text{azimuth kiblat} - \text{azimuth matahari.}$

$$\text{Azimuth kiblat} = 294^{\circ} 29' 38,80''.$$

$$\text{Azimuth matahari} = 358^{\circ} 14' 36,03''$$

Kemudian data-data azimuth kiblat dan azimuth matahari dimasukkan dalam rumus:

$$\begin{aligned} ba &= 294^{\circ} 29' 38,80'' - 358^{\circ} 14' 36,03'' \\ &= -63^{\circ} 44' 57,23''. \end{aligned}$$

Karena negatif maka harus ditambah 360° , sehingga menjadi:

$$\begin{aligned} ba &= -63^{\circ} 44' 57,23'' + 360^{\circ}. \\ &= 296^{\circ} 15' 02,77''. \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 296° lebih $15''$ (seperempat derajat), sementara $02,77''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagaimana pada gambar di bawah (gambar 25).



Gambar 25
Pengujian istiwaaini pada Rabu Wage pukul 11:45:50 WIB
(04:45:50 GMT).

BAB IV
ANALISIS TINGKAT KEAKURATAN PENGUKURAN ARAH
KIBLAT MENGGUNAKAN ISTIWAAINI KARYA SLAMET
HAMBALI

A. Analisis Penggunaan Istiwaaini karya Slamet Hambali.

Sebagaimana diuraikan pada BAB III bahwa, dalam penggunaan istiwaaini untuk mendapatkan arah kiblat ataupun true north yang akurat harus memenuhi hal-hal sebagai berikut:

1). Posisi istiwaaini harus memenuhi syarat, yaitu:

- e. Tongkat istiwak yang di titik pusat lingkaran harus benar-benar berada di titik pusat dalam posisi tegak lurus (vertikal).
- f. Tongkat istiwak yang di titik 0° harus benar-benar di titik 0 dalam posisi tegak lurus (vertikal) juga.
- g. Lingkaran yang dijadikan landasan kedua tongkat istiwak harus benar-benar dalam posisi datar (horizontal).
- h. Untuk mengatur agar kedua tongkat istiwak bisa berdiri tegak lurus dan lingkaran sebagai alasnya bisa benar-benar datar, maka disediakan tiga drat (mur) untuk menaikkan atau menurunkan sesuai kebutuhan sampai lingkaran benar-

benar datar dan kedua tongkat istiwaknya benar-benar tegak lurus (vertikal).

2). Data-data yang diperlukan:

- e. Waktu (jam) yang tepat.
- f. Arah kiblat dan azimuth kiblat yang benar.
- g. Arah matahari dan azimuth matahari yang benar.
- h. Beda azimuth (ba) kiblat dan azimuth matahari.

Ad a). Waktu (jam) yang Tepat.

Waktu yang tepat adalah waktu yang sesuai dengan keadaan yang semestinya. Untuk mendapatkan waktu yang tepat dapat ditempuh dengan cara:

(1). Menyesuaikan suara tit terakhir RRI setiap menjelang berita.

(2). Menyesuaikan dengan jam di *Global Positioning System* (GPS) yang sedang conect dengan satelit.

(3). Menyesuaian dengan *Greenwich Mean Time* (GMT) di internet melalui: <http://wwp.greenwichmeantime.co.uk/> atau menyesuaikan langsung WIB, WITA dan WIT di internet melalaui:

<http://wwp.greenwichmeantime.co.uk/time-zone/asia/indonesia/>

Ad b). Data Arah Kiblat dan Azimuth Kiblat yang benar.

Untuk mendapatkan arah kiblat dan azimuth kiblat yang benar, maka diperlukan data-data yang benar baik yang menyangkut garis bujur Kakbah, garis bujur tempat yang akan ditentukan arah kiblatnya, garis lintang Kakbah dan garis lintang tempat yang akan ditentukan arah kiblatnya.

Data-data bujur dan lintang yang benar baik untuk Kakbah maupun tempat yang akan ditentukan arah kiblatnya dapat digunakan alat bantu *Global Positioning System* (GPS) atau bisa juga menggunakan jasa *Google Earth*.

Ad c). Data Arah matahari dan azimuth matahari yang benar.

Untuk mendapatkan arah matahari dan azimuth matahari yang benar diperlukan data-data astronomis yang benar yang menyangkut deklinasi (*declination*) atau δ matahari dan perata waktu (*equation of time*) atau e .

Untuk mendapatkan deklinasi (δ) matahari dan perata waktu (e) yang benar dapat memanfaatkan tabel dari *Almanak Nautika* atau *Ephemeris* sesuai tanggal, jam, menit dan detiknya dengan melakukan interpolasi.

Ad d). Beda azimuth (ba) kiblat dan matahari.

Untuk mendapatkan beda azimuth (ba) kiblat dan azimuth matahari, adalah azimuth kiblat dikurangi azimuth

matahari. Jika beda azimuth (α) negatif maka beda azimuth harus ditambah 360° .

Apabila syarat-syarat penggunaan istiwaaini dipenuhi baik yang menyangkut perangkat-perangkatnya, data-data astronomisnya akurat, dan data waktunya akurat, maka akan diperoleh arah kiblat yang akurat.

Demikian juga sebaliknya bilamana ada salah satu syarat yang tidak terpenuhi maka akan menghasilkan arah kiblat yang tidak akurat. Contoh, jika hal-hal yang terkait dengan perangkat-perangkatnya dalam pemasangan tidak memenuhi syarat semetrisnya, horizontal dan vertikalnya maka akan menghasilkan arah kiblat yang tidak akurat walaupun data astronomisnya akurat dan data waktunya juga akurat.

Penggunaan Istiwaaini karya Slamet Hambali tergolong mudah dan praktis bahkan lebih mudah dan lebih praktis dibanding menggunakan *theodolite* yang harganya sangat mahal bilamana mengetahui cara-canya.

B. Analisis Hasil Pengujian Istiwaaini Karya Slamet Hambali.

1. Hasil Pengujian I

Pengujian Pertama, dilaksanakan pada hari Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 M pukul 10:06:37 WIB (03:06:37

GMT). Diperoleh azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah = $294^{\circ} 29' 38,80''$ dan azimuth matahari = $40^{\circ} 29' 30,23''$, sehingga diperoleh beda azimuth (ba) yang diperoleh dari azimuth kiblat dikurangi azimuth matahari = $254^{\circ} 00' 08,56''$.

Dengan posisi istiwaaini yang sudah dalam posisi horizontal dengan dua tongkat istiwak yang tegak lurus, pada pukul 10:36:37 WIB, posisi tongkat istiwak yang di titik 0° sudah lurus ke matahari kemudian dari tongkat istiwak yang di titik pusat ditarik benang lurus melalui derajat lingkaran 254 dengan mengabaikan bilangan $0^{\circ} 0' 08,56''$ ternyata benang tersebut berimpit dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Dalam pengujian pertama ini dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan istiwaaini karya Slamet Hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar hasil
pengujian istiwaaini pada Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 M
pukul 10:06:37 WIB

2. Hasil Pengujian II.

Pengujian Kedua, dilaksanakan pada hari Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 M pukul 11:47:34 WIB (04:47:34 GMT). Diperoleh azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah = $294^{\circ} 29' 38,80''$ dan azimuth matahari = $358^{\circ} 29' 18,26''$, sehingga diperoleh beda azimuth (ba) yang diperoleh dari azimuth kiblat dikurangi azimuth matahari = $296^{\circ} 00' 20,54''$.

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang

melalui bilangan 296° , sementara $0^\circ 0' 20,54''$ diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Dalam pengujian kedua juga dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan istiwaaini karya Slamet Hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar di bawah.



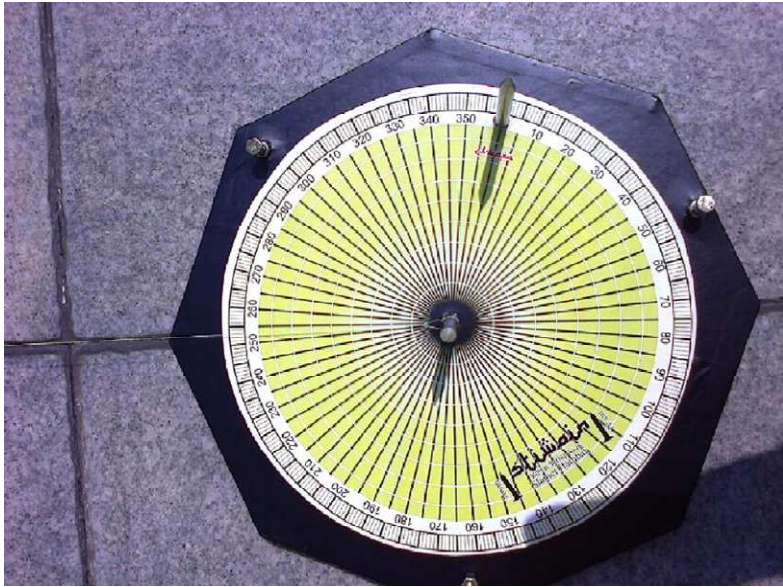
Gambar
pengujian istiwaaini pada Ahad Kliwon, 20 Juli 2014 M pukul
11:47:34 WIB

3. Hasil Pengujian III.

Pengujian Ketiga, dilaksanakan pada hari Senin Paing, 11 Agustus 2014 M pukul 10:22:14 WIB (03:22:14 GMT). Diperoleh azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah = $294^{\circ} 29' 38,80''$ dan azimuth matahari = $41^{\circ} 59' 29,61''$, sehingga diperoleh beda azimuth (ba) yang diperoleh dari azimuth kiblat dikurangi azimuth matahari = $252^{\circ} 30' 09,19''$.

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan $252,5^{\circ}$, sementara kekurangan $09,19''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Dalam pengujian ketiga juga dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan istiwaaini karya Slamet Hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar di bawah.



Gambar

Pengujian istiwaaini pada hari Senin Paing, 11 Agustus 2014 M pukul 10:22:14 WIB

4. Hasil Pengujian IV.

Pengujian Keempat, dilaksanakan pada hari Selasa Pon, 12 Agustus 2014 M pukul 10:12:45 WIB (03:12:45 GMT). Diperoleh azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) = $294^{\circ} 29' 38,80''$ dan azimuth matahari = $45^{\circ} 29' 42,65''$, sehingga diperoleh beda azimuth (ba) = $248^{\circ} 59' 56,15''$.

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang

melalui bilangan 249° , sementara kekurangan $03,85''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

Dalam pengujian keempat juga dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan istiwaaini karya Slamet Hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar di bawah



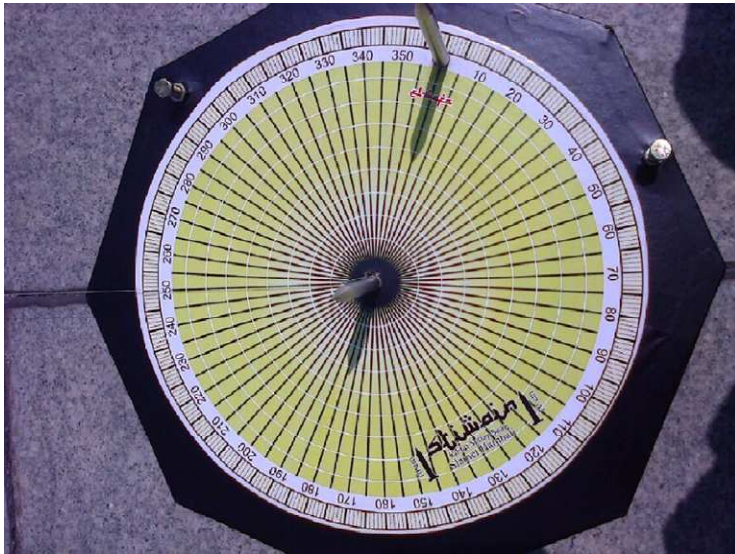
Gambar
Pengujian istiwaaini pada hari Selasa Pon, 12 Agustus 2014
M pukul 10:12:45 WIB

5. Hasil Pengujian V.

Pengujian Kelima, dilaksanakan pada hari Rabu Wage, 13 Agustus 2014 M pukul 10:16:59 WIB (03:16:59 GMT). Diperoleh azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) = $294^{\circ} 29' 38,80''$ dan azimuth matahari = $44^{\circ} 30' 01,22''$, sehingga diperoleh beda azimuth (ba) = $249^{\circ} 59' 37,5''$.

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang melalui bilangan 250° , sementara kekurangan $22,5''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah

Dalam pengujian kelima juga dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan istiwaaini karya Slamet Hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar di bawah.



Gambar
 Pengujian istiwaaini pada hari Rabu Wage, 13 Agustus 2014
 M pukul 10:16:59 WIB

6. Hasil Pengujian VI.

Pengujian Keenam, dilaksanakan pada Rabu Wage, 13 Agustus 2014 M pukul 11:45:50 WIB (04:45:50 GMT). Diperoleh azimuth kiblat Masjid Agung Jawa Tengah = $294^{\circ} 29' 38,80''$, kemudian azimuth matahari = $358^{\circ} 14' 36,03''$, sehingga beda azimuth kiblat dengan azimuth matahari = $296^{\circ} 15' 02,77''$

Setelah dilakukan pengukuran dengan menarik benang dari tongkat istiwak yang dititik pusat memanjang

melalui bilangan 296° lebih $15''$ (seperempat derajat), sementara $02,77''$ bisa diabaikan karena bilangan tersebut terlalu kecil (tidak ada satu menit). Hasilnya benang tersebut berimpit dengan garis keramik yang merupakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah

Dalam pengujian keempat juga dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan istiwaaini karya Slamet Hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar di bawah.



Gambar
Pengujian istiwaaini pada Rabu Wage pukul 11:45:50 WIB

Dari enam kali pengujian yang dilaksanakan pada waktu yang berbeda-beda dengan jam yang berbeda-pula sejak tanggal 20 Juli 2014 sampai 13 Agustus 2014, tetap memperoleh arah kiblat yang akurat, dengan bukti-bukti tersebut dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa hasil pengukuran arah kiblat menggunakan *Istiwaaini Karya Slamet Hambali* adalah akurat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan.

1. Penggunaan *Istiwaaini karya Slamet Hambali* tergolong mudah dan praktis bahkan lebih mudah dan lebih praktis dibanding menggunakan *theodolite* serta akan menghasilkan arah kiblat yang akurat bilamana dalam penggunaanya memperhatikan syarat-syarat yang diperlukan baik menyangkut perangkat, data astronomis dan waktu yang digunakan sebagai acuan.
2. Hasil pengukuran arah kiblat menggunakan *Istiwaaini karya Slamet Hambali* adalah akurat. Dalam hal ini dibuktikan dari enam (6) kali pengujian yang dilakukan sejak tanggal 20 Juli 2014 sampai dengan 13 Agustus 2014 di Masjid Agung Jawa Tengah, hasil pengukuran arah kiblat menggunakan *istiwaaini* selalu sejajar dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

B. Penutup.

Segala puji dan syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah swt atas dapat diselesaikannya laporan penelitian ini. Peneliti telah berusaha semaksimal mungkin, namun peneliti menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam laporan hasil penelitian ini. Oleh karena itu peneliti berharap saran dan kritik konstruktif untuk kebaikan dan kesempurnaan laporan hasil

penelitian ini. Peneliti hanya bisa berharap semoga laporan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi peneliti dan umumnya kepada para pembaca. Amin.

Wa Allah A'lam bi Ash-shawab.

DAFTAR PUSTAKA.

- Abdur Rachim, 1983, *Ilmu Falak*, Cet. I, Yogyakarta: Liberty.
- Al-Jailany, Zubeir Umar, tt., *Al-Khulāṣah al-Wafīyyah*, Kudus: Menara Kudus.
- Azhari, Susiknan, 2007, *Ilmu Falak, Perjumpaan Khazanah dan Sains Modern*, Cet II, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Baker, Robert H, 1930, *Astronomy A Textbook for University and College Students*, Canada: D. van Nostrand Company.
- Dawanas, D.N., 1996, *Dasar-dasar Astronomi Bola*, Bandung: ITB Press.
- Departemen Agama RI, 1981, *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Proyek Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam.
- , 2010, *Ephemeris*, Jakarta: Direktorat Urusan Agama Islam.
- , 2011, *Ephemeris*, Jakarta: Direktorat Urusan Agama Islam.
- Direktorat Hidro Oeanografi TNI AL.RI, 1994, *Almanak Nautika*, Jakarta.
- Google, 2014, *Google Earth*.
- Green, R.M., 1985, *Spherical Astronomy*, Cambridge: Cambridge University Press.

- Hambali, Slamet, 2011, *Pengantar Ilmu Falak*, Jember, Bismillah Publiser.
-, 2011, *Ilmu Falak I*, Semarang: PPS IAIN Walisongo.
-, 2013, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, Yogyakarta: Pustaka Ilmu.
- Hidayat, Bambang, 1995, *Perjalanan Mengenal Astronomi*, Bandung: ITB Press.
- Izzuddin, Ahmad, 2001, *Fiqh Hisab Rukyah di Indonesia, Upaya Penyatuan Mazhab Rukyah dengan Mazhab Hisab*, Tesis Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang.
- , 2003, *Fiqh Hisab Rukyah di Indonesia, Upaya Penyatuan Mazhab Rukyah dengan Mazhab Hisab*, Yogyakarta: Logung Pustaka.
- Khazin, Muhyiddin, 2004, *Ilmu Falak, Dalam Teori dan Praktek*, Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Mackie, J.B., 1971, *The Elements Astronomy for Surveyors*, London: Griffin.
- Maksum bin Ali, Muhammad, tt., *ad-Durus al-Falakiyyah*, Surabaya: Ahmad Ibnu Sa'id bin Nabhan.
- , tt., *Badi'ah al-Misqāl fi Hisab as-Sinīn wa al-Hilāl*, Surabaya: Sa'ad bin Nasir Nabhan.
- McNally, D., 1974, *Positional Astronomi*, London: Muller Educational.
- Meeus, Jean, 1983, *Astronomical Tables of the Sun, Moon and Planets*, Richmond Virginia: Willmann-Bell.

- , 1991, *Astronomical Algorithms*, Virginia: Willmaan-Bell
- Mueller, 1969, *Spherical and Practical Astronomy*, New York: Frederick Ungar Publishing Co.
- Muhadjir, Noeng, 2000, *Methodologi Penelitian Kualitatif*, Yogyakarta: Rake Sarasin, edisi IV.
- MUI, 2010, *Fatwa MUI nomor 03*.
-, *Fatwa MUI nomor 05*.
- Nazir, Muhammad, 1988, *Metode Penelitian*, Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Orderay, Richard, 1971, *Earth Scienc*, Reinhold: Van Nostrand.
- Roelofs, R, 1950, *Astronomy Applied to Land Surveying*, Amsterdam: N.V. Uitgeverif Argus.
- Schwarz, H.R., 1988, *Numerische Mathematik*, Stuttgart: B.G. Teubner Verlag.
- Smart, W.M., 1977, *Textbook on Spherical Astronomy*, Cambridge: Cambridge University Press., Sixth edition by R.M. Green.
- Sugiyono, 2009, *Metode Penelitian Kuantitatif kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta.

Diambil dari internet:

Google, 2014, *Google Earth*.

http://abyss.uoregon.edu/~js/images/star_coord.gif

<http://dhoniblog.files.wordpress.com/2011/04/g1.png>

<http://kbbi.web.id/akurat>

<http://kbbi.web.id/eksperimen>

<http://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/04/15/menyempurnakan-arah-kiblat-dari-bayangan-matahari/>

<http://wpp.greenwichmeantime.co.uk/>

<http://wpp.greenwichmeantime.co.uk/time-zone/asia/indonesia/>

<http://www.suaramerdeka.com/harian/0208/27/nas18.htm>