

**STUDI ANALISIS RUMUS MENGHITUNG BEDA AZIMUT KIBLAT  
DAN AZIMUT MATAHARI KARYA SLAMET HAMBALI**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas Dan Melengkapi Syarat

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata S.1

dalam Ilmu Syariah dan Hukum



Disusun oleh:

Ana Nur Afifah (1502046078)

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK**

**FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG**

**2019**

**Dr. H. Agus Nurhadi, M.A.**  
Jl. Wismasari V/2 Ngaliyan Kota Semarang

**NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eksemplar  
Hal : Naskah Skripsi  
An. Sdr. Ana Nur Afifah

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Syariah dan Hukum  
UIN Walisongo Semarang

**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Setelah selesai meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini kami kirimkan naskah skripsi saudara:

Nama : Ana Nur Afifah

Nim : 1502046078

Jurusan : Ilmu Falak

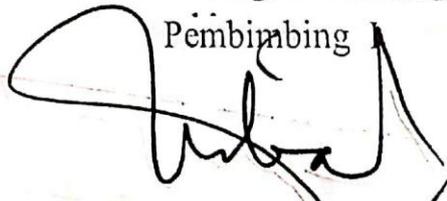
Judul skripsi : ***Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Karya Slamet Hambali***

Dengan ini kami mohon kiranya skripsi mahasiswa tersebut dapat segera dimunaqsyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum dan kami mengucapkan terimakasih,  
**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

Semarang, 15 Mei 2019

Pembimbing



**(Dr. H. Agus Nurhadi, M.A)**

NIP: 19660407 199103 1 004

**Dr. H. Slamet Hambali, M.S.I**

Jl. Candi Permata II/180 Kalipancur Ngaliyan Kota Semarang

---

**NOTA PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eksemplar

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Ana Nur Afifah

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Setelah selesai meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini kami kirimkan naskah skripsi saudara:

Nama : Ana Nur Afifah

Nim : 1502046078

Jurusan : Ilmu Falak

Judul skripsi : *Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Karya Slamet Hambali*

Dengan ini kami mohon kiranya skripsi mahasiswa tersebut dapat segera dimunaqosyahkan.

Demikian harap menjadikan maklum dan kami mengucapkan terimakasih,

**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

Semarang, 15 Mei 2019

Pembimbing II



**(Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I)**

NIP: 19540805 198003 1 004



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp/Fax. (024) 7601291 Semarang  
50185

PENGESAHAN

Nama : Ana Nur Afifah  
NIM : 1502046078  
Fakultas/ Jurusan : Syariah dan Hukum/ Ilmu Falak  
Judul : Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan  
Azimut Matahari karya Slamet Hambali  
Telah dinyatakan oleh Dewan penguji Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam  
Negeri Walisongo Semarang, pada tanggal :

**27 Mei 2019**

Dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan  
Program Sarjana Strata I (S.1) tahun akademik 2018/2019 guna memperoleh gelar  
Sarjana dalam Ilmu Syariah dan Hukum.

Semarang, 27 Mei 2019

Dewan Penguji,  
Ketua Sidang

Drs. H. Maksud, M.Ag.  
NIP. 196805151993031002  
Penguji Utama I

Dr. Rupi'i, M.Ag.  
NIP. 197307021998031002  
Pembimbing I

Dr. H. Agus Nurhadi, M.A.  
NIP. 196604071991031004

Sekretaris Sidang



Dr. H. Agus Nurhadi, M.A.  
NIP. 196604071991031004  
Penguji Utama II

Drs. Sahtidin, M.Si  
NIP. 196703211993031005  
Pembimbing II

Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I  
NIP. 195408051980031004

## MOTTO

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ  
لئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ فَلَا تَخْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي وَلِأْتِمَّ نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ  
وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ

“Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu (sekalian) berada, maka palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang zalim diantara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku. Dan agar Kusempurnakan nikmatKu atasmu, dan supaya kamu dapat petunjuk” (QS. al-Baqarah : 150).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Departemen Agama RI, Al-Quran dan Terjemahnya, (Jakarta: Darus Sunnah,2002), hlm 24.

## PERSEMBAHAN

*Skripsi ini penulis persembahkan untuk :*

*Yang terhormat Bapak (Abdul Qodir) dan Ibu (Masrufah), yang tak pernah lelah mendo'akanku, membimbingku, mendidikku, inspirator serta motivatorku. Terimakasih atas limpahan kasih sayang yang telah tcurahkan dan cinta yang tak pernah pudar sedikit pun. Semoga Allah Swt selalu memeberikan kebahagiaan di dunia maupun di akhirat.*

*Yang tersayang adikku, Qurrotul A'yun dan Ahmad Daqiqul Fahmi (Alm). Keceriaan kalian memeberikan senyum semangat bagi kakak, kalian adalah salah satu motivasi kakak. Adikku Qurrotul A'yun, semoga Allah memberikan kesuksesan dan selalu dipermudah dalam menuntut ilmu. Dan adikku Ahmad Daqiqul Fahmi (Alm) semoga diberikan tempat terbaik di sisi Allah Swt.*

*Para guru penulis yang telah mengajarkan kebajikan dan kebijakan dan memberikan ilmu hingga tak terhitung jumlahnya, semoga ilmu-ilmu itu menjadi manfaat dan maslahat. Semoga senantiasa dalam perlindungan Allah Swt.*

## DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satu pun pemikiran-pemikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan sebagai bahan rujukan.

Semarang, 15 Mei 2019



Deklarator,

*Ana Nur Afifah*

Ana Nur Afifah  
NIM : 1502046078

## PEDOMAN TRANSLITERASI HURUF ARAB – LATIN<sup>2</sup>

### A. Konsonan

ء = ‘	ز = z	ق = q
ب = b	س = s	ك = k
ت = t	ش = sy	ل = l
ث = ts	ص = sh	م = m
ج = j	ض = dl	ن = n
ح = h	ط = th	و = w
خ = kh	ظ = zh	ه = h
د = d	ع = ‘	ي = y
ذ = dz	غ = gh	
ر = r	ف = f	

### B. Vokal

اَ-	a
اِ-	i
اُ-	u

### C. Diftong

اي	ay
او	aw

### D. Syaddah (ّ-)

Syaddah dilambangkan dengan konsonan ganda, misalnya الطّبّ *at-thibb*.

---

<sup>2</sup> Pedoman Penulisan Skripsi Fakultas Syariah Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Walisongo Semarang Tahun 2012, hlm. 61.

### **E. Kata Sandang (... ال)**

Kata Sandang (... ال) ditulis dengan *al*-... misalnya الصنّاعة = *al-shina'ah*. *al*- ditulis dengan huruf kecil kecuali jika terletak pada permulaan kalimat.

### **F. Ta' Marbutah (ة)**

Setiap *ta' marbutah* ditulis dengan "h" misalnya المعيشة الطبيعية = *al-ma'isyah al-thabi'iyah*.

## ABSTRAK

Pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu teodolit membutuhkan perhitungan beda azimut. Beda azimut kiblat maupun Matahari tidak pernah menghasilkan angka dalam bentuk derajat, selalu melebihi menit maupun detik, hal ini menyebabkan observer melakukan pembulatan, dan berdampak kurang bahkan tidak tepatnya hasil pengukuran arah kiblat. Slamet Hambali seorang ahli falak menciptakan rumus beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik, dalam rangka untuk mendapatkan arah kiblat yang sangat akurat. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menelitinya lebih lanjut, mengapa Slamet Hambali menciptakan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut matahari tanpa kelebihan menit dan detik dan bagaimana keakuratannya?

Metode penelitian ini berdasarkan analisisnya termasuk kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Sumber data dalam penelitian ini adalah *library research*, yakni pengumpulan data dan informasi pengetahuan yang berhubungan dengan penelitian, terutama yang berkaitan dengan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari karya Slamet Hambali. Sumber data sekundernya adalah wawancara kepada Slamet Hambali sebagai penemu rumus menghitung beda azimut kiblat dan Azimut Matahari tanpa menit dan detik. Data-data tersebut dianalisis dengan menggunakan metode analisis deskriptif, kemudian sebagai tolak ukur akurasi, rumus tersebut diaplikasikan menggunakan alat bantu teodolit dan diuji di Masjid Agung Jawa Tengah, karena sudah teruji keakuratan arah kiblatnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :*Pertama*, Slamet Hambali menciptakan rumus beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik di latarbelakangi oleh hasil penelitian Muhammad Adieb dalam skripsinya yang berjudul “ *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Teodolit*”. Dalam skripsi tersebut Muhammad Adieb telah melakukan pengukuran arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah yang membandingkan antara alat bantu *istiwaaini* karya Slamet Hambali dengan alat bantu teodolit yang keduanya sama-sama memanfaatkan posisi Matahari dengan menggunakan rumus yang sama, akan tetapi menghasilkan arah kiblat yang berbeda. Hal ini dipastikan Muhammad Adieb melakukan pembulatan dalam penetapan angka tersebut. *Kedua*, Pengukuran arah kiblat menggunakan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik dengan alat bantu teodolit adalah sangat akurat. Dalam hal ini dibuktikan dari 4 (empat) kali pengujian yang dilakukan pada tanggal 11, 12 dan 14 April 2019 di Masjid Agung Jawa Tengah. Hasil pengukuran arah kiblat selalu sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

**Kata Kunci:** Rumus menghitung beda azimut kiblat dan Azimut Matahari, arah kiblat, teodolit.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah Swt yang maha pengasih dan penyayang, atas limpahan rahmat taufik hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan Azimut Matahari Karya Slamet Hambali** tepat pada waktunya.

Selawat dan salam teriring *mahabbah* semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhamad Saw, beserta keluarga, sahabat, dan orang-orang yang mengikuti ajaran beliau hingga hari akhir. Semoga kelak di hari akhir diakui sebagai umat dan juga diberikan syafa'at.

Penulis sadar sepenuhnya bahwa diri ini berhutang budi kepada banyak pihak yang telah berkontribusi langsung maupun tidak langsung dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga ingin menyampaikan ungkapan rasa terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada para pihak yang telah menanamkan jasa baik berupa bimbingan, arahan serta bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis hendak menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dr. H. Agus Nurhadi, M.A selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini. Sehingga menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih atas segala saran dan arahnya, juga ketelatenan dan kesabarannya. Sehingga skripsi ini selesai dengan lancar.
3. Kementerian Agama RI dan penyelenggara PBSB (Program Beasiswa Santri Berprestasi), yang telah memberikan bantuan sehingga penulis bisa melanjutkan ke jenjang perkuliahan.
4. Bapak Dr. H. Ahmad Arif Junaidi, M. Ag selaku Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang sekaligus dosen wali yang selalu sabar memotivasi untuk terus belajar.
5. Drs. H. Maksun, M. Ag selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak sekaligus Pengelola PBSB UIN Walisongo Semarang, H. M dan Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I dan Siti Rofiah, M.H ,selaku Staf Jurusan Ilmu Falak serta seluruh Dosen Pengajar di

lingkungan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, yang telah membekali berbagai pengetahuan sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi.

6. Kedua orangtua penulis, Bapak Abdul Qodir dan Ibu Masrufah serta seluruh keluarga besar yang tidak pernah berhenti memberikan do'a, dukungan, motivasi serta kasih sayang yang tidak pernah surut diberikan pada penulis.
7. Keluarga besar PP Al-Anwar 2 Sarang Rembang, Khususnya kepada pengasuh yaitu Abah Ubab Maimoen Zubair sekeluarga, serta para asatidz yang mana telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
8. Keluarga besar Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag. selaku Pengasuh Ponpes Life Skill Daarun Najaah, yang banyak memberi motivasi, sabar mengayomi selama penulis menempuh pendidikan serta do'a dan ridho yang selalu penulis harapkan. Ibu Nyai Aisyah Andayani, S. Ag. yang penyabar dan seluruh teman santriwan santriwati yang di pondok.
9. Saudaraku SUSKIBERS'9 ( Ninik, Yuli, Indri, Muslimah, Raisa, Winda, Amalia, Isma, Mis, Rida, Nunuk, Ilma, Dela, Labib, Shofa, Afandi, Iqbal, Falih, Saldy, Arif, Halimy, Jamal, Firly, Obi, Thoyfur, Cahyo, Shofi, Muhajir, dan Masyfuk) Terimakasih untuk pertemanan hangat kita selama ini.
10. Teman Santri Putri Asrama Siti Fatimah yang selalu memberi semangat kepada penulis, terkhusus teman kamar yang selalu ada disaat penulis susah maupun senang (Muslimah Hasna Sari, Yuly Widiastuti, Raizza Kinka Intifada, Nafisatun Nada, Nada Dhiyaul Haq dan Siti Nur Hidayah). yang selalu membuat penulis ingin segera menyelesaikan skripsi ini.
11. Keluarga Besar CSSMoRA (*Community of Santri Scholars of Ministry of Religious Affairs*) UIN Walisongo. Terimakasih untuk segala kesempatan, belajar dan pengalamannya.
12. BLACKPINK Official ( Lalisa Manoban , Kim Jisoo, Jennie Kim, Park Chae Young) terimakasih atas semua lagunya yang membuat penulis semangat mengerjakan skripsi.
13. Keluarga KKN UIN Walisongo posko 89 Desa Ngaluran, Karanganyar, Demak yang luar biasa (mbak Maul, Zayyan, Henny, Diaz, Ulfa, Kasroh, Kinan, Abiq, Amal, Fadzly, mas Syauqi, mas Aziz, mas Agus) terimakasih atas kenangan dan pelajaran selama 45 hari hidup dan belajar bersama.
14. Serta seluruh pihak-pihak yang turut membantu mensukseskan proses penelitian dan penulisan skripsi ini khususnya : Mas Fahrur Rozi, Mas Farid Azmi, mbak Lutfi Nur

Fadhilah, mbak Akatina, Yuly Widiastuti, Muhamad Jamaluddin, Muhamad Thoyfur dan adek Nisful Laili Mubarakah. Terimakasih atas pikiran, tenaga, saran dan semangat yang telah dicurahkan kepada penulis.

Harapan dan do'a penulis semoga semua amal kebaikan dan jasa-jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini diterima oleh Allah SWT serta mendapatkan balasan yang lebih baik. Besar harapan bagi penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membaca dan memerlukannya. Sebagai manusia yang *dho'if*, yang memiliki keterbatasan dan kekurangan, tentunya skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan.

Semarang, 22 Mei 2019

Penulis

Ana Nur Afifah

1502046078

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL SKRIPSI .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN MOTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
HALAMAN DEKLARASI .....	vii
HALAMAN TRANSLITERASI .....	viii
HALAMAN ABSTRAK .....	x
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN DAFTAR ISI.....	xiv

### **BAB I PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	6
E. Telaah Pustaka .....	7
F. Metode Penelitian .....	11
G. Sistematika Penulisan .....	15

### **BAB II TINJAUAN ARAH KIBLAT DAN TEODOLIT**

A. Arah Kiblat.....	18
1. Pengertian Arah Kiblat .....	18
2. Dasar Hukum Arah Kiblat .....	19
3. Metode Penentuan Arah Kiblat.....	24
4. Menentukan Arah Kiblat, Azimut Kiblat, Arah Matahari dan Azimut Mathari.....	29
B. Teodolit.....	25
1. Pengertian Dan Sejarah Teodolit .....	33
2. Bagian-bagian Teodolit.....	35

3. Macam-Macam Teodolit.....	38
4. Penggunaan Teodolit .....	39

**BAB III GAMBARAN RUMUS MENGHITUNG BEDA AZIMUT KIBLAT DAN AZIMUT MATHARI KARYA SLAMET HAMBALI**

A. Biografi Slamet Hambali .....	42
1. Latar Belakang Slamet Hambali .....	42
2. Riwayat Organisasi .....	45
3. Karya Ilmiah .....	46
B. Gambaran Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Menit dan Detik Karya Slamet Hambali.....	47
1. Latar Belakang Rumus.....	47
2. Langkah- langkah Rumus .....	54
3. Pengujian Rumus .....	57

**BAB IV UJI AKURASI RUMUS MENGHITUNG BEDA AZIMUT KIBLAT DAN AZIMUT MATAHARI KARYA SLAMET HAMBALI**

A. Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Menit dan Detik Karya Slamet Hambali.....	78
B. Analisis Akurasi Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit Dan Detik Karya Slamet Hambali .....	81

**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	97
B. Saran .....	98
C. Penutup .....	98

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN-LAMPIRAN**

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Penentuan arah kiblat merupakan hal yang wajib dilakukan oleh seorang muslim ketika mereka membangun tempat-tempat ibadah atau ketika seorang muslim hendak melaksanakan ibadah salat. Menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sah salat, jika tidak menghadap arah kiblat maka salat tersebut tidak sah.

Bagi orang yang berada di kota Makkah dan sekitarnya dalam menghadap kiblat ini tidak menjadi masalah. Bagi mereka yang berada jauh di luar kota Makkah, hal ini menjadi problem sendiri. Maka dari itu, semestinya kita berijtihad dengan petunjuk-petunjuk yang ada untuk mengetahui posisi kita dari Kakbah.<sup>3</sup> Mengingat dalam konsep ibadah, keyakinan akan lebih mantap bila dibangun atas dasar keilmuan yang dapat mengantarkan ke arah yang lebih tepat dalam hal menghadap kiblat.<sup>4</sup>

Jika diperhatikan, perkembangan cara atau metode menentukan arah kiblat yang dilakukan para ulama dan masyarakat di Indonesia, dari waktu ke waktu mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Peningkatan tersebut terlihat dari segi teknologi (alat-alat) yang digunakan maupun dari aspek kualitas akurasi.<sup>5</sup>

Dari segi alat-alat untuk mengukur, dapat dilihat perkembangannya mulai dari alat

---

<sup>3</sup> Kakbah merupakan satu arah yang menyatukan arah segenap umat Islam dalam melaksanakan salat. Dimensi struktur bangunan Kakbah lebih kurang berukuran 13,10 m tinggi dengan sisi 11,03 m x 12,62 m. Selain itu Kakbah juga disebut dengan *Baitullah*. bangunan Kakbah mendekati kubus, berada di tengah Masjidil Haram. Tinggi Kakbah saat ini adalah 39 feet. 6 inches = 627 square feet. Ruangan dalam Kakbah berukuran = 13x9 m. Tebal dinding Kakbah 1 m, dan lantai Kakbah tingginya 2,2 m. Lihat di Slamet Hambali, *Ilmu Falak I (Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), hlm. 151.

<sup>4</sup> Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasi*, (Jakarta : Kementrian Agama Republik Indonesia Direktorat Jendral Pendidikan Islam Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, 2012), hlm. 6.

<sup>5</sup> Moh Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, Cet.I (Malang: UIN Malang Press, 2008), hlm. 138.

yang sederhana seperti tongkat *istiwa*,<sup>6</sup> *rubu' al- Mujayyab*<sup>7</sup> sampai dengan alat yang canggih berupa kompas<sup>8</sup> dan teodolit.<sup>9</sup>

Selain itu, cara dan sistem perhitungan arah kiblat yang dipergunakan juga mengalami perkembangan, baik mengenai data koordinat maupun sistem ilmu ukurnya. Hal ini didukung adanya alat-alat bantu yang lebih baik misalnya alat bantu perhitungan seperti kalkulator *scientific* maupun alat bantu pencarian data koordinat yang semakin canggih, seperti GPS (*Global Positioning System*).<sup>10</sup> Tentunya, dengan makin baik dan canggih alat-alat bantu tersebut data azimuth semakin tinggi tingkat akurasi.<sup>11</sup>

Dari perkembangan inilah metode penentuan arah kiblat dapat diklasifikasikan menjadi metode klasik dan metode kontemporer, disamping dapat diklasifikasikan menjadi metode hisab dan rukyat. Rukyat disimbolkan bagi mereka yang dalam penentuan arah kiblat menggunakan bencet, *miqyas*, tongkat *istiwa* atau menggunakan *rubu' al- Mujayyab*. Selain itu, rukyat ini juga

---

<sup>6</sup> Tongkat *Istiwa* adalah merupakan tongkat biasa yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar ditempat terbuka. Kegunaannya, untuk menentukan arah secara tepat dengan menghubungkan dua titik (jarak kedua titik ke tongkat harus sama) ujung bayangan tongkat saat matahari di sebelah timur dengan ujung bayangan setelah matahari bergeser ke barat. Itulah arah tepat untuk titik barat. Kegunaan lain, untuk mengetahui secara persis waktu zuhur, tinggi matahari, dan untuk menentukan arah kiblat. lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat*, Cet II, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2008), hlm. 105.

<sup>7</sup> *Rubu' al-Mujayyab* adalah suatu alat untuk menghitung fungsi goniometri yang sangat berguna untuk memproyeksikan peredaran benda langit pada lingkaran vertikal. Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat*....., hlm. 181-182.

<sup>8</sup> Alat ini berguna untuk penunjuk arah mata angin. Dalam pengukuran arah kiblat ini membantu untuk menentukan *true north* (utara sejati), namun perlu adanya koreksi-koreksi yang berbeda pada setiap saat dan tempat. Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat* ..... hlm. 126.

<sup>9</sup> Teodolit adalah alat yang digunakan untuk mengukur sudut horizontal dan sudut vertikal. Alat ini banyak digunakan sebagai piranti pemetaan pada survei geologi dan geodesi. Sejauh ini teodolit dianggap sebagai alat yang paling akurat diantara metode-metode yang sudah ada dalam menentukan arah kiblat. dengan berpedoman pada posisi dan pergerakan benda-benda langit dan bantuan satelit-satelit GPS, teodolit dapat menunjukkan suatu posisi hingga satuan detik busur (1/3600). Lihat Ahmad Izzuddin , *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, Cet I, (Semarang: Walisongo Press, 2010), hlm. 55

<sup>10</sup> GPS (*Global Positioning System*), pada dasarnya memiliki fungsi utama sebagai alat yang dapat menunjukkan posisi titik koordinat suatu tempat dan waktu. Aplikasi GPS dalam penentuan arah kiblat diaplikasikan sebagai alat bantu untuk mendapatkan titik koordinat tempat di permukaan Bumi. Anisa Budiawati, *Tongkat Istiwa', Global Positioning System (GPS) Dan Google Earth Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi Dan Alikasinya Dalam Penentuan Arah Kiblat*, (Semarang : Fakultas Syari'ah Dan Hukum UIN Walisongo Semarang, Vol 26 No 1, April 2016), hlm. 76-77.

<sup>11</sup> Moh Murtadho, *Ilmu Falak*..... hlm. 139.

disimbolkan bagi mereka yang berpedoman pada posisi Matahari persis (atau mendekati persis) berada pada titik zenit Kakbah (*rashdul kiblat*). Sedangkan hisab disimbolkan bagi mereka yang selama ini dalam penentuan arah kiblat menggunakan perhitungan dengan teori trigonometri bola (*spheri cal trigonometry*).<sup>12</sup>

Cara termudah menentukan arah kiblat ialah dengan menggunakan metode *rashdul kiblat*. *Rashdul kiblat* adalah ketentuan waktu di mana bayangan benda yang terkena sinar Matahari menunjuk ke arah kiblat. Metode ini berpedoman pada posisi Matahari persis atau mendekati pada titik zenit Kakbah. Posisi lintang Kakbah yang lebih kecil dari nilai deklinasi maksimum Matahari menyebabkan Matahari dapat melewati Kakbah, sehingga hasilnya diakui lebih akurat dibandingkan dengan metode-metode yang lain.<sup>13</sup> Namun kelemahan metode ini hanya bisa di praktekkan menggunakan bantuan sinar Matahari dan harus menunggu waktu yang telah ditentukan.

Saat ini telah tersedia berbagai macam alat bantu yang lebih variatif dan akurat dari ahli falak dan penekun ilmu falak, seperti *Istiwaaini*, alat sederhana karya Slamet Hambali yang mempunyai keakuratan sama dengan teodolit, terdiri dari dua gnomon, dimana satu gnomon berada di titik pusat lingkaran dan satu gnomon lagi berada di titik 0 derajat lingkaran. *Mizwala Qibla Finder*, alat praktis karya Hendro Setyanto yang merupakan modifikasi sundial, terdiri dari gnomon dan bidang dial yang dapat berputar sebesar 360 derajat serta kompas kecil sebagai ancar-ancar. *Qibla Laser*, alat sederhana karya Fahrin terinspirasi dari teodolit. Kemudian *Qibla Ruler* karya Farid Azmi, merupakan alat pengembangan dari

---

<sup>12</sup> Ahmad Izzuddin, *Fikih Hisab Rukyat*, (Jakarta: Erlangga, 2007) hlm. 40.

<sup>13</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang : PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), hlm.45.

metode Segitiga Siku-siku dari bayangan Matahari setiap saat Karya Slamet Hambali.

Slamet Hambali, seorang ahli falak, dilahirkan pada tanggal 5 Agustus 1954 di sebuah desa kecil bernama Bajangan, Kecamatan Beringin, Semarang Jawa Tengah. Ia termasuk salah satu dosen di UIN Walisongo Semarang yang sangat mumpuni mengajar ilmu falak, banyak menciptakan landasan baru dalam metode pengukuran arah kiblat. Salah satu karya momentalnya yaitu *Istiwaaini*. Dari berbagai macam metode atau cara yang digunakan dalam penentuan arah kiblat, baru-baru ini terdapat satu metode atau cara yang ditawarkan oleh Slamet Hambali dalam penelitiannya yang berjudul *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit*.

Beda azimut kiblat maupun Matahari tidak pernah menghasilkan angka dalam bentuk derajat, selalu saja melebihi menit maupun detik, hal ini menyebabkan observer yang melakukan pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu teodolit atau *istiwaaini* harus melakukan pembulatan.<sup>14</sup> Dari hasil pembulatan tersebut akan berdampak kurang bahkan tidak tepat pengukuran arah kiblat.

Rumus yang dapat menghasilkan beda azimut hanya dalam bentuk derajat saja tanpa kelebihan menit dan detik tersebut merupakan dalam rangka untuk mendapatkan arah kiblat yang akurat, sehingga walaupun alat yang digunakan untuk menentukan arah kiblat itu *istiwaaini* maupun teodolit tetap menghasilkan arah kiblat yang sama<sup>15</sup>. Oleh karena itu, rumus ini perlu dibahas lebih jauh mengenai bagaimana rumus ini diaplikasikan di lapangan dan sejauh mana tingkat akurasi dari rumus tersebut.

---

<sup>14</sup> Slamet Hambali, *Wawancara*, Semarang, 21 Januari 2019, Pukul 12.30

<sup>15</sup> *Ibid.*

Berangkat dari permasalahan-permasalahan di atas, maka penulis merasa sangat tertarik untuk menganalisis lebih jauh mengenai rumus karya Slamet Hambali, yang penemunya memang memiliki *background* dalam bidang falak. Dan dengan itu penulis mengangkat judul skripsi : “*STUDI ANALISIS RUMUS MENGHITUNG BEDA AZIMUT KIBLAT DAN AZIMUT MATAHARI KARYA SLAMET HAMBALI*”.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengapa Slamet Hambali menciptakan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik?
2. Bagaimana keakuratan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik karya Slamet Hambali?

## **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui mengapa Slamet Hambali menciptakan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik.
2. Untuk mengetahui keakuratan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut matahari tanpa menit dan detik karya Slamet Hambali.

## **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui Mengapa Slamet Hambali menciptakan rumus beda azimut kiblat dan Matahari tanpa menit dan detik.
2. Mengetahui keakuratan rumus beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik karya Slamet Hambali.

3. Menambah khazanah keilmuan dalam perkembangan ilmu falak.
4. Menjadi karya ilmiah yang dapat menjadi informasi dan rujukan bagi semua orang yang mempelajari ilmu falak dan peneliti di kemudian hari.

#### **E. Telaah Pustaka**

Penulis telah melakukan penelusuran terhadap penelitian-penelitian atau kajian-kajian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Penulis menemukan beberapa karya yang berkaitan dengan judul skripsi yang diangkat.

Alvian Meydiananda pada tahun 2012 melakukan sebuah penelitian dengan judul *Uji Akurasi Azimuth Bulan Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat*, dengan menggunakan posisi Bulan sebagai acuan pertama sebelum akhirnya menentukan arah kiblat. Karena cahaya Bulan tidak secerah Matahari, maka untuk pembidikannya perlu alat bantu teodolit. Fase-fase Bulan yang dapat dijadikan acuan metode ini adalah tanggal 4 sampai tanggal 26 bulan kamariah, akan tetapi yang paling mudah dan ideal adalah pada tanggal 11 sampai 19 bulan kamariah sebab bentuk bulan yang mendekati sempurna sehingga mudah untuk dibidik. Ketinggian Bulan juga harus diperhatikan minimal 5 derajat dan maksimal 50 derajat mengingat keterbatasan alat.<sup>16</sup> Yang menjadi perbedaan dengan apa yang akan dikaji peneliti ialah objek acuannya bukan menggunakan Bulan melainkan menggunakan Matahari, sehingga praktek yang dilakukan pun selalu pada siang hari.

Penelitian Barokatul Laili dengan judul *Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*, dalam penelitian ini peneliti mencoba menguak sejauh mana pemikiran Slamet Hambali tentang metode pengukuran arah kiblat.<sup>17</sup> Metode yang dimaksud disini adalah murni ciptaan Slamet Hambali berupa

---

<sup>16</sup> Skripsi Alvian Meydiananda, *Uji Akurasi Azimuth Bulan Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat*, (Semarang : Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2012), hlm. 83-84.

<sup>17</sup> Skripsi Barokatul Laili, *Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*, (Semarang : Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2013), hlm. 64.

segitiga siku-siku dengan menggunakan bayangan Matahari. Jika diuji keakuratannya dan dikomparasikan dengan metode praktis lain seperti Rashdul kiblat, metode pengukuran arah kiblat Slamet Hambali ini dapat dikatakan cukup tinggi serta tidak ada perbedaan yang signifikan, sehingga metode tersebut dapat dijadikan pedoman dalam pengukuran arah kiblat oleh masyarakat umum. Yang menjadi perbedaan dengan apa yang akan dikaji peneliti ialah metode yang digunakan. Penulis menggunakan metode rumus beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa menit dan detik karya Slamet Hambali.

Muhamad Adieb melakukan penelitian tentang *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Teodolit*, dalam penelitiannya menjelaskan secara detail tentang berbagai hal terkait alat Istiwaaini, dimulai dari pengertian, bagian-bagiannya, cara penggunaannya hingga uji akurasi dengan alat lain. Prinsip dasarnya, desain dari Istiwaaini ini menggunakan acuan Matahari dengan data *output* utama berupa beda azimuth untuk menentukan garis kiblat. Hasil komparasi dalam penelitian ini menghasilkan selisih 0 derajat 13 menit 45,05 detik hingga 0 derajat 41 menit 15,06 detik.<sup>18</sup> Yang menjadi perbedaan dengan apa yang akan dikaji peneliti ialah rumus beda azimuth yang digunakan masih ada menit dan detik, sedangkan penulis menggunakan rumus beda azimuth tanpa menit dan detik karya Slamet Hambali.

Skripsi Abdullah Sampulawa, dengan judul *Penentuan Arah Kiblat menggunakan Azimut Planet*, dimana menjelaskan bahwa metode azimuth planet bisa dipakai sebagai alternatif acuan penentuan arah kiblat di malam hari dan akurasi dari pengukuran arah kiblat tersebut sangat akurat daripada menggunakan acuan

---

<sup>18</sup> Skripsi Muhammad Adieb, *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Teodolit*, (Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2014), hlm 86.

Matahari.<sup>19</sup> Yang menjadi perbedaan dengan apa yang akan dikaji peneliti ialah objek acuannya bukan menggunakan azimuth Planet melainkan menggunakan azimuth kiblat dan azimuth Matahari.

Skripsi Nizma Nur Fahmi, dengan judul *Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Bintang Acrux (Analisis Perhitungan Manual Azimut Bintang Acrux)*, dimana perhitungan manual azimuth Bintang Acrux bisa dijadikan sebagai acuan penentuan arah kiblat yang merupakan salah satu alternatif penentuan arah kiblat pada malam hari, karena pada dasarnya semua benda langit bisa dijadikan sebagai acuan penentuan arah kiblat dengan catatan mengetahui nilai azimuth bintang tersebut kemudian menghitung beda azimuth tersebut dengan rumus  $\text{beda azimuth} = \text{azimut kiblat} - \text{azimut Bintang}$ .<sup>20</sup> Yang menjadi perbedaan dengan apa yang akan dikaji peneliti ialah objek acuannya bukan menggunakan Bulan melainkan menggunakan Matahari, sehingga praktek yang dilakukan pun selalu pada siang hari.

Dalam jurnal ilmiah *al-Ahkam*, Anisa Budiawati menyampaikan penelitiannya berjudul *Tongkat Istiwa Global Positioning System (GPS) dan Google Earth Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi Dan Aplikasinya Dalam Penentuan Arah Kiblat*. Dijelaskan bagaimana metode penentuan titik koordinat Bumi dengan menggunakan tongkat istiwa', GPS dan *Google Earth* serta aplikasi ketiganya dalam penentuan arah kiblat, di samping itu juga disajikan data praktek lapangan mengenai perbandingan antara ketiganya sehingga dapat disimpulkan

---

<sup>19</sup> Skripsi Abdullah Sampulawa, *Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Planet*, (Semarang : Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2016).

<sup>20</sup> Skripsi Nizma Nur Fahmi, *Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Bintang Acrux ( Analisis Perhitungan Manual Azimut Bintang Acrux)*, Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2017.

urutan keakuratan masing-masing alat.<sup>21</sup> Yang menjadi perbedaan dengan apa yang akan dikaji peneliti ialah metode yang digunakan. Penulis menggunakan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik karya Slamet hambali dalam penentuan arah kiblat.

Jurnal Nurhidayatullah el-Banjary, dengan judul *Menentukan Arah Kiblat Dengan Hembusan Angin (Perspektif Fiqh dan Sains)*, dimana bahwa penentuan arah kiblat menggunakan hembusan angin bisa digunakan dengan mengetahui koordinat tempat, suhu udara dan temperatur udara pada saat pengukuran kiblat dan data-data lain yang dibutuhkan. Untuk penentuan arah kiblat menggunakan hembusan angin tidak diperbolehkan untuk digunakan, kecuali dalam keadaan darurat dan mendesak.<sup>22</sup> Yang menjadi perbedaan dengan apa yang akan dikaji peneliti ialah metode yang digunakan. Penulis menggunakan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik karya Slamet hambali dalam penentuan arah kiblat.

Laporan penelitian individual Slamet Hambali yang berjudul *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit*. Dalam penelitiannya menjelaskan rumus beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit semuanya ada 23 langkah, termasuk langkah *cross check* untuk membuktikan akan kelayakan dan kebenaran rumus. Dari hasil penelitian *cross check* perhitungan maupun menggunakan alat bantu istiwaini yang diterapkan tanpa kelebihan menit dan detik.<sup>23</sup> Dalam penelitian

---

<sup>21</sup> Lihat Anisa Budiawati, *Tingkat Istiwa', Global Positioning System (GPS) Dan Google Earth Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi Dan Alikasinya Dalam Penentuan Arah Kiblat*, (Semarang : Fakultas Syari'ah Dan Hukum UIN Walisongo Semarang, Vol 26 No 1, April 2016)

<sup>22</sup> Nurhidayatullah , *Menentukan Arah Kiblat Dengan Hembusan Angin (Perspektif Fiqh dan Sains)*, Jurnal Astronomi, Vol 2, No 1 2016.

<sup>23</sup> Slamet Hambali, *Laporan Penelitian Individual Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit*, Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2018.

Slamet hambali, beliau telah menggunakan alat bantu istiwaaini untuk menguji rumus tersebut. Maka dari itu, Penulis menggunakan alat bantu teodolit karena alat tersebut menggunakan beda azimut dalam menentukan arah kiblat. Kemudian penulis mengaplikasikan rumus tersebut di lokasi Masjid Agung Jawa Tengah karena Masjid tersebut sudah teruji keakuratan arah kiblatnya.

## F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan penulis adalah sebagai berikut:

### 1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif,<sup>24</sup> karena objek dari penelitian adalah objek yang alamiah atau objek yang apa adanya, dan data yang ada adalah data yang pasti, yaitu data yang sebenarnya terjadi sebagaimana adanya, dan juga menggunakan studi deskriptif,<sup>25</sup> dalam hal ini penulis bertujuan untuk mendeskripsikan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari karya Slamet Hambali. Penelitian ini juga merupakan kajian kepustakaan (*library research*) karena berdasarkan pada data sebuah laporan penelitian individual Slamet Hambali yang berjudul *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit* serta wawancara kepada Drs. KH. Slamet Hambali, M.SI sebagai penemu rumus tersebut.

### 2. Sumber Data

---

<sup>24</sup> Penelitian kualitatif adalah penelitian yang menggunakan latar alamiah, dengan maksud menafsirkan fenomena yang terjadi dan dilakukan dengan jalan melibatkan berbagai metode yang ada. Lihat di Lexy J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Cet. 26 (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2009), hlm, 5.

<sup>25</sup> Penelitian deskriptif memusatkan perhatian pada masalah aktual sebagaimana adanya pada saat penelitian berlangsung. Peneliti berusaha mendiskripsikan peristiwa dan kejadian yang menjadi pusat perhatian tanpa memberikan perlakuan khusus terhadap peristiwa tersebut. Juliansyah Noor, *Metodologi Penelitian Skripsi, Tesis, Disertasi, dan Karya Ilmiah*, Cet.11 (Jakarta: Kencana, 2011), hlm, 35.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan dua sumber data yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer yaitu data yang berasal langsung dari sumber data yang dikumpulkan dan berkaitan dengan objek penelitian yang dikaji.<sup>26</sup> dalam penelitian ini adalah laporan penelitian individual Slamet Hambali yang berjudul *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit*.

b. Data Sekunder

Data Sekunder dalam penelitian ini berupa wawancara kepada Drs. KH. Slamet Hambali, M.SI, selaku penemu rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik.

### 3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data sebagai berikut:

a. Observasi

Dengan metode observasi<sup>27</sup> teknik pengumpulan data merupakan pengamatan terhadap objek yang diteliti untuk memperoleh fakta di lapangan untuk mendapatkan data-data valid.

Observasi penulis lakukan di Masjid Agung Jawa Tengah dengan mengaplikasikan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari karya Slamet Hambali dengan menggunakan alat bantu teodolit di Masjid Agung Jawa Tengah.

---

<sup>26</sup> Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Cet. IV (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004), hlm. 36.

<sup>27</sup> Observasi merupakan suatu proses pengamatan yang kompleks, dimana peneliti melakukan pengamatan langsung di tempat penelitian. Lihat Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2012, hlm. 16.

b. Wawancara<sup>28</sup>

Dalam hal ini peneliti melakukan wawancara tidak terstruktur yang bersifat lebih luwes dan terbuka. Yaitu wawancara yang dilakukan secara alamiah untuk menggali ide dan gagasan informan secara terbuka dan tidak menggunakan pedoman wawancara.

Wawancara ini dilakukan secara tatap muka (*face to face*) antara penulis dengan informan. Informan yang diwawancarai yaitu K.H Slamet Hambali M.S.I selaku penemu rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa menit dan detik.

c. Dokumentasi

Dokumentasi adalah metode menganalisis data yang disusun secara logis dari sejumlah bahan. Dokumen dalam penelitian ini berupa laporan penelitian individual Slamet Hambali yang berjudul *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit*. Buku *Ilmu Falak*, buku *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik* dan buku-buku lainnya serta artikel-artikel, jurnal yang berhubungan dengan materi yang dikaji dalam penelitian ini.

#### 4. Teknik Analisis Data

Ditinjau dari segi analisisnya, penelitian ini termasuk penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang menghasilkan data

---

<sup>28</sup> Wawancara atau *interview* digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti, dan juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam dan jumlah respondennya sedikit atau kecil. Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2009), hlm 137.

deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang diamati.<sup>29</sup>

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan analisis deskriptif. Penulis menganalisis data rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari karya Slamet Hambali. Kemudian untuk mengetahui akurasi rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari karya Slamet Hambali, penulis menggunakan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sebagai parameter pembandingan karena sudah teruji keakuratan arah kiblatnya.

### **G. Sistematika Penulisan**

Untuk memudahkan dan memahami skripsi ini, secara garis besar penulisan disusun per bab. Skripsi ini terdiri dari lima bab dengan sub pembahasan. Penulisiannya adalah sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah yang diteliti, rumusan masalah yang menjadi gambaran dari skripsi, tujuan dan manfaat penelitian. Selanjutnya telaah pustaka sebagai sumber rujukan penulis dalam meneliti, metode yang digunakan dalam mengambil dan mengolah data dan dikemukakan tentang sistematika penulisan pembuatan skripsi.

#### **BAB II : TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT DAN TEODOLIT**

Dalam bab ini membahas arah kiblat, teodolit dan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah, di dalamnya meliputi penjelasan tentang pengertian arah kiblat ,dasar hukum menghadap kiblat dan

---

<sup>29</sup> Ahmad Tanzeh, *Metodologi Penelitian Praktis*, (Yogyakarta: Teras, 2011), hlm. 64.

metode penentuan arah kiblat, menentukan arah kiblat, azimuth kiblat, arah Matahari, azimuth Matahari serta pengertian dan sejarah teodolit, bagian-bagian teodolit, macam-macam teodolit serta prinsip kerja teodolit.

**BAB III : GAMBARAN RUMUS MENGHITUNG BEDA AZIMUT KIBLAT DAN AZIMUT MATAHARI KARYA SLAMET HAMBALI**

Pada bab ini menjelaskan tentang biografi Slamet Hambali Selaku dan gambaran umum tentang rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari karya Slamet Hambali, serta pengujian rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari karya Slamet Hambali dengan menggunakan alat bantu teodolit di Masjid Agung Jawa Tengah.

**BAB IV : ANALISIS UJI AKURASI RUMUS MENGHITUNG BEDA AZIMUT KIBLAT DAN AZIMUT MATAHARI KARYA SLAMET HAMBALI**

Pada bab ini menjelaskan hasil dari menguji rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik menggunakan alat bantu teodolit yang berlokasi di Masjid Agung Jawa Tengah.

**BAB V: PENUTUP**

Penutup berisi kesimpulan atas penelitian dan hasil penelitian penulis, kemudian saran-saran dan penutup.

## BAB II

### TINJAUAN UMUM TENTANG ARAH KIBLAT DAN TEODOLIT

#### A. Arah Kiblat

##### 1. Pengertian Arah Kiblat

Secara etimologi, kata kiblat berasal dari bahasa Arab القبلة asal katanya ialah مقبلة, sinonimnya adalah وجهة yang berasal dari kata مواجهة artinya adalah keadaan arah yang dihadapi.<sup>30</sup> Dan kadang-kadang disebut juga dengan *qiblah* yang berasal dari kata *qabala* - *yaqbalu qiblah* yang berarti menghadap kesuatu tempat. Dalam islam kiblat adalah arah yang dituju oleh umat islam untuk menghadap ketika ia salat. Tempat tersebut disebut dengan Kakbah.<sup>31</sup> Kamus Besar Bahasa Indonesia mengartikan kiblat adalah arah ke Kakbah di Makkah. (pada waktu salat).<sup>32</sup>

Sedangkan arah kiblat secara terminologi, terdapat beberapa pendapat:

- a. Slamet Hambali memberikan definisi arah kiblat yaitu arah menuju Kakbah (Makkah) lewat jalur terdekat yang mana setiap muslim dalam mengerjakan salat harus menghadap ke arah tersebut.<sup>33</sup>
- b. Muhyidin Khazin mengartikan kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati ke Kakbah (Makkah) dengan tempat kota yang bersangkutan.<sup>34</sup>

---

<sup>30</sup> Ahmad Warson Munawir, *al-Munawir Kamus Arab-Indonesia*, (Surabaya : Pustaka Progressif, 1997), hlm. 1087-1088.

<sup>31</sup> Kementrian Agama, *Al-Qur'an dan Tafsiraannya* jilid 1 , (Jakarta: Widya Cahaya, 2011), hlm. 222.

<sup>32</sup> Departemen P & K, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Cet. II, (Jakarta: Balai Pustaka, 1989), hlm. 438.

<sup>33</sup> Slamet Hambali, *Ilmu Falak I (Tentang Penentuan Awal Waktu Salat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*, Cet I, (Semarang : Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, 2004), hlm. 48.

<sup>34</sup> Muhyidin Khazin, *Ilmu falak Dalam Teori Dan Praktik*, Cet. I, (Yogyakarta : Buana Pustaka, 2004), hlm. 48.

- c. Ahmad Izzuddin mengartikan bahwa yang dimaksud dengan kiblat adalah arah terdekat dari seseorang menuju Kakbah dan setiap muslim wajib menghadap ke arahnya saat mengerjakan salat.<sup>35</sup>
- d. Susiknan Azhari memberikan definisi yang dimaksud dengan kiblat adalah arah yang dihadap oleh muslim ketika melaksanakan salat, yakni arah menuju Kakbah.<sup>36</sup>

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa definisi kiblat sebagai arah terdekat menuju Kakbah di Mekah, dimana menghadap arah tersebut merupakan kewajiban bagi umat muslim yang melaksanakan ibadah salat dan melaksanakan ibadah lainnya yang letaknya berda di tengah-tengah Masjidil Haram.

## 2. Dasar Hukum Menghadap Kiblat

- a. Dasar Hukum dari Al-Quran

- 1. QS. al-Baqarah :144

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ  
وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ  
رَبِّهِمْ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ

” Sungguh Kami (sering) melihat mukamu mengadiah ke langit, maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan dimana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. Dan sesungguhnya orang-orang (Yahudi dan Nasrani) yang diberi Al-Kitab (Taurat dan Injil) memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjidil Haram itu adalah benar dari Tuhannya, dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan. “(QS. al-Baqarah:144).<sup>37</sup>

<sup>35</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, (Semarang : PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), hlm. 20.

<sup>36</sup> Susiknan Azhari, *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern)*,..... hlm. 39.

<sup>37</sup> Departemen Agama RI, *Al-Quran dan Terjemahnya* (Jakarta: Darus Sunnah,2002), hlm 23.

Berkiblat ke Kakbah atau Masjidil Haram adalah Syariat yang berlaku untuk setiap zaman dan tempat. Allah mengulangi perintah menghadap kiblat sebanyak tiga kali dalam ayat ini, sesudah perintah yang sama disebutkan dua kali dalam ayat 144, untuk menjelaskan bahwa hukum ini berlaku untuk setiap zaman dan tempat.<sup>38</sup>

## 2. QS. al-Baqarah : 149

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ

“Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan” (QS. al-Baqarah : 149).<sup>39</sup>

Bersama perintah kedua dalam ayat 149, Nabi menerangkan bahwa itulah kebenaran yang berasal dari Allah, tidak mengalami *nasakh* dan penukaran. Sesuai dengan hikmah dan maslahat.<sup>40</sup>

## 3. QS. al-Baqarah : 150

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ لِئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ فَلَا تَخْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي ۗ وَلَا تَمَّ نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ

“Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu (sekalian) berada, maka palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi

<sup>38</sup> Wahbah, az-Zuhaili, *Tafsir Al-Munir (Aqidah, Syariah, Manhaj)*, diterjemahkan oleh Abdul Hayyie al-Kattani, Juz 1 dan 2, Cet.1 (Jakarta: Gema Insani, 2013), hlm. 293.

<sup>39</sup> Departemen Agama RI, *Al-Quran dan Terjemahnya*.....hlm 24.

<sup>40</sup> Wahbah, az-Zuhaili, *Tafsir Al-Munir (Aqidah, Syariah, Manhaj)*, diterjemahkan oleh Abdul Hayyie al-Kattani.....*Ibid*, hlm. 293.

manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang zalim diantara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku. Dan agar Kusempurnakan nikmatKu atasmu, dan supaya kamu dapat petunjuk” (QS. al-Baqarah : 150).<sup>41</sup>

Perintah ketiga dalam ayat 150, Allah menyebutkan hikmah dari pengalihan kiblat, yaitu tiga manfaat:

1. Agar tidak ada *hujjah* bagi Ahli Kitab dan kaum musyrikin atas umat Muslim.
2. Pengalihan kiblat ke Kakbah merupakan nikmat yang luar biasa dari Allah kaum Muslim.
3. Agar mendapat petunjuk dengan keteguhan di atas kebenaran dan tidak menentanginya.<sup>42</sup>

#### b. Dasar Hukum dari Hadis

##### 1. Hadis yang diriwayatkan oleh Imam Muslim

حدثنا ابو بكر ابن شيبه حدثنا عفان حدثنا حماد بن سلمة عن ثابت عن أنس أن رسول الله صلى الله عليه وسلم كان يصلي نحو بيت المقدس فنزلت " قد نرى تقلب وجهك في السماء فلنولينك قبلة ترضاها فول وجهك شطر المسجد الحرام " فمر رجل من بنى سلمة وهم ركوع في صلاة الفجر وقد صلوا ركعة فنادى ألا ان القبلة قد حولت فمالوا كما هم نحو القبلة. (رواه مسلم)<sup>43</sup>

“Abu Bakar bin Abu Saybah, telah memberitahukan kepada kami, Affan telah memberitahukan kepada kami, Hammad bin Salamah telah memberitahukan kepada kami dari Tsabit dari Anas: “ Bahwasanya dulu Rasulullah SAW salat menghadap Baitul Maqdis,lalu turunlah ayat“ Sungguh Kami (sering) melihat mukamu mengadiah ke langit. Maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram.”(QS. Al-Baqarah: 144). Lalu lewatlah seseorang dari Bani Salamah, sedangkan mereka dalam posisi rukuk pada salat Fajar (subuh) dan mereka telah melakukannya satu

<sup>41</sup> Departemen Agama RI, Al-Quran dan Terjemahnya.....*Ibid*, hlm 24.

<sup>42</sup> Wahbah, az-Zuhaili, *Tafsir Al-Munir (Aqidah, Syariah, Manhaj)*, diterjemahkan oleh Abdul Hayyie al-Kattani.....*Ibid*, hlm. 293- 294.

<sup>43</sup> *Sahih Muslim Juz Awwal*, (Semarang : Toha Putra, tt), hlm 315.

rakaat. Lalu dia (orang itu) berseru “ Ketahuilah, sesungguhnya kiblat telah dipindahkan.” Lalu mereka pun memindahkan posisi mereka ke arah kiblat.” (HR. Muslim).<sup>44</sup>

## 2. Hadis yang Diriwayatkan oleh Imam Bukhari

حَدَّثَنَا عَمْرُو بْنُ عَبَّاسٍ، قَالَ: حَدَّثَنَا ابْنُ الْمُهْدِيِّ، قَالَ: حَدَّثَنَا مَنْصُورُ بْنُ سَعْدٍ، عَنْ مَيْمُونِ بْنِ سِيَّاهٍ، عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ، قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: «مَنْ صَلَّى صَلَاتَنَا وَاسْتَقْبَلَ قِبْلَتَنَا، وَأَكَلَ ذَبِيحَتَنَا فَذَلِكَ الْمُسْلِمِ الَّذِي لَهُ ذِمَّةُ اللَّهِ وَذِمَّةُ رَسُولِهِ، فَلَا تُخْفَرُوا اللَّهَ فِي ذِمَّتِهِ (رواه البخاري)<sup>45</sup>

“Amr Bin Abbas menyampaikan kepada kami dari Ibnu al-Mahdi dari Manshur bin Sa’d. Dari Maimun bin Siyah, dari Anas bin Malik bahwa Rasulullah SAW bersabda , ‘ Orang yang salat seperti salat kami, menghadap kiblat kami , dan makan binatang-binatang sembelihan kami, maka dialah seorang Muslim dan berada di bawah proteksi Allah dan Rasulnya,. Maka, janganlah mengkhianati Allah dengan mengkhianati orang-orang yang berada di dalam proteksi-Nya’.” (HR. Bukhari)<sup>46</sup>

## 3. Hadits Riwayat Imam Tirmidzi

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ أَبِي مَعْسَرٍ، قَالَ: حَدَّثَنَا أَبِي، عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَمْرٍو، عَنْ أَبِي سَلَمَةَ، عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: مَا بَيْنَ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ قِبْلَةٌ<sup>47</sup>.

“Bercerita Muhammad bin Abu Ma’syarin, dari Muhammad bin Amr, dari Abu Salamah, dari Abu Hurairah r.a berkata : ‘Rasulullah saw bersabda: arah antara Timur dan Barat terletak kiblat (Kakbah)’”<sup>48</sup>

Berdasarkan hadis di atas dapat diketahui bahwa menghadap arah kiblat itu merupakan suatu kewajiban yang telah ditetapkan dalam hukum

<sup>44</sup> Imam Annawawi, *Syarah Shahih Muslim*, Cet.3, (Jakarta: Darus Sunnah, 2014) hlm 447.

<sup>45</sup> Abi Abdillah Muhammad Ibnu Ismail al Bukhari, *Shahih Al Bukhari Juz al Awal*, (Bairut :Daar Al Kutub Al Ilmiah, 1992), hlm 128.

<sup>46</sup> Abi Abdillah Muhammad Ibnu Ismail al Bukhari, *Shahih Al Bukhari* 1, terj Ahmadie Thaha (Jakarta: Pustaka Panjimas,1968), hlm 369.

<sup>47</sup> Abi Isa Muhammad bin Isa bin Saurah At-Tirmidzi, *Jami’ As-Shahih Sunan At-Tirmidzi Juz Awwal*, (Beirut: Daar al-Fikr,tt), hlm 214.

<sup>48</sup>. Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*..... hlm. 24.

atau syariat. Sehingga para ahli fikih bersepakat mengatakan bahwa menghadap kiblat merupakan syarat sah salat. Maka tiadalah kiblat yang lain bagi umat Islam melainkan Kakbah di *Baitullah* di Masjidil Haram.<sup>49</sup>

### 3. Metode Penentuan Arah Kiblat

Dalam menentukan arah kiblat diperlukan metode atau cara yang digunakan mengukur arah kiblat, diantaranya :

#### a. Kompas

Kompas merupakan alat navigasi berupa panah penunjuk magnetis yang menyesuaikan dirinya dengan medan magnet bumi untuk menunjukkan arah mata angin. Pada prinsipnya, kompas dapat menunjukkan kedudukan kutub-kutub magnet bumi. Karena sifat magnetnya, maka jarumnya akan selalu menunjuk arah utara-selatan magnetis.<sup>50</sup>

Fungsi dan kegunaan kompas diantaranya untuk mencari arah utara magnetis, untuk mengukur besarnya sudut, untuk mengukur besarnya sudut peta, dan untuk menentukan letak orientasi. Arah mata angin yang dapat ditentukan kompas, diantaranya Utara (disingkat Utara atau *Nort*), Barat (disingkat Barat atau *West*), Timur (disingkat T atau *East*), Selatan (disingkat Selatan atau *South*), Barat Laut (antara barat dan utara, disingkat *Nort West*), Timur laut (antara timur dan utara disingkat *Nort East*), Barat daya (antara barat dan selatan, disingkat *South West*), Tenggara (antara timur dan selatan, disingkat *South East*). Akan tetapi penggunaan kompas perlu dijauhkan dari benda-benda yang mengandung logam, seperti pisau,

---

<sup>49</sup> *Ibid*, hlm.24.

<sup>50</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*..... hlm. 65.

karbiner, jam tangan dan lain-lain, karena dapat mempengaruhi jarum kompas sehingga tidak menunjukkan utara sejati Bumi.<sup>51</sup>

b. Astrolab dan *Rubu' al- Mujayyab*

Astrolab merupakan alat perhitungan yang penting pada abad pertengahan bertepatan dengan awal-awal *Renaissans*. Astrolab merupakan peralatan yang digunakan untuk mengukur kedudukan benda langit pada bola langit. Perkakas yang dibuat oleh orang Arab ini pada umumnya terdiri dari satu buah lubang pengintai dan dua buah piringan dengan skala derajat yang diletakkan sedemikian rupa untuk menyatakan ketinggian dan azimut suatu benda langit.<sup>52</sup>

Astrolab ini berfungsi seperti komputer analog, untuk memecahkan banyak masalah astronomi dan persoalan penentuan waktu. Selain untuk menentukan waktu salat dan arah Makkah, astrolab pada abad pertengahan dengan piringan yang dapat diganti-ganti, yang disesuaikan untuk penggunaan pada lokasi geografi yang berbeda, dapat dimanipulasi untuk memberikan berbagai bentuk data penentu waktu dan perputaran tahunan benda-benda langit, pengukuran diatas Bumi, dan informasi astrologi. Alat ini digunakan untuk mencari waktu naik, pengaturan matahari, ketinggian Matahari dan memilih Bintang, dan digunakan untuk mencari arah Makkah untuk beribadat kaum Muslim.<sup>53</sup>

Setelah astrolab, peralatan penting selanjutnya adalah *kuadran astrolabe*, bentuk yang lebih sederhana dari astrolab. Kuadran tidak terlalu rumit dan berbentuk seperti piringan yang memiliki sudut sembilan sepuluh

---

<sup>51</sup>*Ibid*, hlm. 65.

<sup>52</sup> Kementrian Agama Republik Indonesia, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, (Jakarta :Kementrian Agama Republik Indonesia, 2012), hlm. 71-72.

<sup>53</sup> *Ibid*, hlm. 72

derajat, dapat digunakan untuk memecahkan seluruh masalah dasar pada astronomi ruang untuk ketinggian tertentu.<sup>54</sup>

*Rubu' al-Mujayyab* dibuat oleh seorang ahli falak Syiria bernama Ibn As-Syatir pada abad ke-14. Melihat konstruksi dari alat ini, perputaran harian yang terlihat pada ruang angkasa dapat disimulasikan dengan gerakan benang yang terletak dipusat alat ini. Sebuah bandul yang bergerak pada benang ke posisi yang berhubungan dengan matahari atau bintang tertentu, dapat dibaca pada tanda-tanda dalam kuadran. *Rubu' al-Mujayyab* ini pada dasarnya digunakan untuk menentukan arah kiblat setelah diketahui arah utara dengan mengaplikasikan sudut kiblat yang sudah diperhitungkan. Alat ini dikembangkan oleh kaum Muslimin di Mesir pada abad ke-11 atau ke-12, alat ini pada abad ke-16 menggantikan astrolab di dunia Muslim kecuali di Persia dan India.<sup>55</sup>

Dalam David A King, *kuadrant* atau yang disebut *Rubu' al-Mujayyab*, memang berawal dari diskusi banyak ahli astronomi Islam dan negara Mesir dan Syiria yang membuat solusi perhitungan trigonometri. Dimulai dari adanya tabel matahari dan bintang yang dibuat oleh *Najm al-Din al-Misri*, kemudian berkembang dari adanya tabel dibuat oleh *Najm al-Din al-Misri*, kemudian berkembang dari adanya tabel dibuatlah *universal astrolabe Ibnu al-Sarraj*, astrolab ini memiliki *grid-grid* untuk memudahkan aplikasi teori *spherical astronomy*, dimana *grid-grid* yang ada adalah data-data lintang.<sup>56</sup>

### c. Mizwala

---

<sup>54</sup> *Ibid*, hlm. 72

<sup>55</sup> *Ibid*, hlm. 73

<sup>56</sup> David A. King, *Astronomy in the service of Islam*, (USA : Variorum Reprints, 1993), hlm. 160-177.

*Mizwala* merupakan sebuah alat praktis karya Hendro Setyanto untuk menentukan arah kiblat secara praktis dengan menggunakan sinar matahari. *Mizwala* merupakan modifikasi bentuk sundial. Terdiri dari sebuah gnomon (tongkat berdiri), bidang dial (bidang lingkaran) yang memiliki ukuran sudut derajat, dan kompas kecil sebagai ancar-ancar.<sup>57</sup>

Penentuan arah kiblat dengan *Mizwala* ini yaitu dengan menggunakan sinar Matahari, mengambil bayangan pada waktu yang dikehendaki. Kemudian bidang dial diputar sebesar sudut yang ada pada program. Setelah itu lihat sudut azimuth kiblat tempat tersebut pada bidang dial dan tarik dengan benang. Garis tersebut adalah arah kiblat.<sup>58</sup>

d. *Istiwaaini*

*Istiwaaini* merupakan sebuah instrumen karya Slamet Hambali pada tahun 2014 dan merupakan inovasi dari penelitiannya tentang arah kiblat yang telah dibukukan dalam karya berjudul *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*. Alat ini dinamakan *istiwaaini* karena diantara komponen utamanya adalah dua tongkat istiwa. Tongkat istiwa yang pertama berada di lingkaran titik 0 derajat, dan tongkat istiwa yang ke dua berada di titik pusat lingkaran. Alat ini didesain untuk menggantikan teodolit dalam menentukan atau mengecek arah kiblat dan utara sejati, menghitung tinggi matahari dan menentukan waktu.<sup>59</sup>

e. *Rashdul Kiblat*

*Rashdul kiblat* penentuan arah kiblat ditentukan berdasarkan bayang-bayang sebuah tiang atau tongkat pada waktu tertentu. Alat yang digunakan

---

<sup>57</sup> Kementerian Agama Republik Indonesia, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya.....* hlm.83.

<sup>58</sup> *Ibid*, hlm.83.

<sup>59</sup> Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*, (Depok : Raja Grafindo, 2017), hlm. 171-172.

antara lain adalah bencet, *miqyas* atau tongkat istiwa. Metode ini berpedoman pada posisi Matahari persis atau menedekati persis pada titik zenit Kakbah. Posisi lintang Kakbah yang lebih kecil dari nilai deklinasi maksimum Matahari menyebabkan Matahari dapat melewati Kakbah sehingga hasilnya diakui lebih akurat dibandingkan dengan metode-metode yang lain.<sup>60</sup>

#### 4. Menentukan Arah Kiblat, Azimut Kiblat, Arah Matahari dan Azimut Matahari

##### a. Rumus Menghitung Arah Kiblat

Berkenaan dengan hisab arah kiblat ada beberapa data yang diperlukan dan rumus yang dapat digunakan. Untuk menghitung arah kiblat dapat digunakan rumus di dalam buku *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktek* yang ditulis oleh Muhyidin Khazin<sup>61</sup>  $\text{Cotan B} = \sin a \text{ cotan b} : \sin C - \cos a \text{ cotan C}$ , Kemudian dalam buku *Almanak Hisab Rukyat* yang dikeluarkan oleh Departemen Agama RI<sup>62</sup>  $\text{Cotg B} = \text{cotg b} \sin a : \sin C - \cos A \text{ cotg C}$ <sup>63</sup>  $\sin C$ .<sup>64</sup>

<sup>60</sup> Kementerian Agama Republik Indonesia, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*..... hlm.83.

<sup>61</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*,..... hlm 54.

<sup>62</sup> Kementerian Agama Republik Indonesia, *Almanak Hisab Rukyat*, (jakarta : Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia, 2010), hlm123.

<sup>63</sup> Untuk mendapatkan C dapat digunakan rumus sebagai berikut:

- Jika  $BT^x$  lebih besar dari  $BT^k$ , maka untuk mendapatkan C adalah  $BT^x - BT^k$
- Jika  $BT^x$  lebih kecil dari  $BT^k$ , maka untuk mendapatkan C adalah  $BT^x - BT^k$
- Jika X terletak pada bujur barat antara  $BB 0^\circ$  sampai dengan  $BB 140^\circ 10' 25,67''$ , maka  $C = BB^x + BT^k$
- Jika X terletak pada bujur barat antara  $BB 140^\circ 10' 25,67''$  sampai dengan  $BB 180^\circ$ , maka  $C = 360^\circ - BB^x - BT^k$ , lihat di Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta : Pustaka Ilmu, 2013), hlm18.

<sup>64</sup> Keterangan:

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

### b. Rumus Menghitung Azimut Kiblat

Azimut kiblat adalah sudut (busur) yang dihitung dari titik utara ke timur (searah perputaran jarum jam) melalui ufuk sampai dengan proyeksi Kakbah. 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 Kakbah melalui ufuk ke arah timur (searah perputaran jarum jam).<sup>65</sup>

Ketentuannya adalah:<sup>66</sup>

- Jika B (arah kiblat) = UT, maka azimut kiblatnya adalah tetap.
- Jika B (arah kiblat) = ST, maka azimuth kiblatnya adalah  $180^\circ + B$ .
- Jika Jika B (arah kiblat) = SB, maka azimuth kiblatnya adalah  $180^\circ - B$ .
- Jika Jika B (arah kiblat) = UB, maka azimuth kiblatnya adalah  $360^\circ - B$

### c. Rumus Menghitung Arah Matahari<sup>67</sup>

a (dengan huruf kecil) adalah busur atau jarak yang dihitung dari kutub utara bumi sampai dengan tempat atau kota yang di ukur arah kiblatnya melalui lingkaran garis bujur. a dapat diperoleh dengan rumus (kaidah):  $a = 90^\circ - \phi^x$  .(  $\phi^x$  = lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya).

b (dengan huruf kecil) adalah busur atau jarak yang dihitung dari kutub utara bumi sampai dengan Ka'bah melalui lingkaran garis bujur. b dapat diperoleh dengan rumus :  $b = 90^\circ - \phi^k$  .(  $\phi^k$  = lintang Ka'bah).

C adalah jarak bujur terdekat, dari Ka'bah ke timur atau ke barat sampai dengan bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya.*Ibid*, hlm. 17.

<sup>65</sup> *Ibid*, hlm 83.

<sup>66</sup> *Ibid*, hlm 84.

<sup>67</sup> Arah Matahari yang dimaksud disini adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan antara titik pusat lingkaran (observer) ke titik pertemuan horizon dengan lingkaran vertikal yang melalui matahari dengan garis yang menghubungkan antara titik pusat lingkaran (observer) dengan titik utara atau selatan , atau dengan kata lain arah matahari adalah busur yang dihitung dari titik utara atau selatan ke arah timur atau barat melalui horizon sampai dengan lingkaran vertikal yang melalui matahari. Slamet Hambali, *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan azimuth Mathari Tanpa Kelebihan Menit*, Laporan Penelitian Individual UIN Walisongo Semarang (Semarang:2018) hlm. 16.

Pada dasarnya rumus menghitung arah matahari (A) adalah sama dengan menghitung arah kiblat, untuk arah kiblat menggunakan lintang Kakbah sedangkan untuk menghitung arah matahari lintang Kakbah diganti dengan deklinasi matahari. Sehingga untuk mendapatkan arah kiblat bisa digunakan rumus:

$$\text{Cot } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t.^{68}$$

d. Rumus Menghitung Azimut Matahari<sup>69</sup>

Pada dasarnya rumus menghitung azimut Matahari adalah sama dengan rumus menghitung azimut kiblat, perbedaanya yaitu azimut kiblat didasarkan pada arah kiblat sedangkan untuk azimut Matahari didasarkan pada arah Matahari.

Untuk itu maka rumus menghitung azimut Matahari adalah:

1. Jika A (arah matahari) = UT , maka azimut matahari adalah tetap.

Contoh A =  $65^{\circ} 10'$ , maka azimut matahari =  $65^{\circ} 10'$

2. Jika A (arah matahari) = ST , maka azimut matahari =  $A + 180^{\circ}$  atau  $180^{\circ} -$

Abs A. Contoh A =  $-65^{\circ} 10'$  (ST) , maka azimut matahari =  $-65^{\circ} 10' + 180^{\circ} = 114^{\circ} 50'$  atau  $180^{\circ} - \text{Abs} (-65^{\circ} 10') = 114^{\circ} 50'$

---

<sup>68</sup> A adalah sudut 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 = UT jika hasil perhitungan positif (+) pada pagi hari (sebelum *merpass*), A = ST jika hasil perhitungan negatif (-) pada pagi hari (sebelum *merpass*). A = SB jika hasil perhitungan negatif (-) pada sore hari (setelah *merpass*), dan A = UB jika hasil perhitungan positif (+) pada sore hari (sebelum *merpass*).

$\delta^m$  adalah lambang deklinasi matahari, yaitu busur yang dihitung dari ekuator langit sampai dengan matahari melalui lingkaran waktu.

$\phi^x$  lambang lintang tempat, yaitu busur yang dihitung dari khatulistiwa sampai dengan suatu tempat atau kota melalui lingkaran bujur. t adalah sudut waktu matahari, yaitu sudut yang dibentuk oleh meridian langit dengan lingkaran waktu yang melalui matahari. Untuk mendapatkan t (sudut waktu matahari) dapat digunakan rumus :  $t = (\text{WD} + e - (\text{BTd} - \text{BTx})) : 15 - 12) \times 15$ . *Ibid*, hlm. 16-17.

<sup>69</sup> Azimut Matahari adalah jarak sepanjang lingkaran horizon menurut arah jarum jam dan titik utara sampai ke titik perpotongan antara lingkaran vertikal yang melewati titik pusat Matahari dengan lingkaran horizon. Lihat di Ahmad Musonnif, Ilmu Falak, Cet.1, (Jakarta: Teras, 2011), hlm. 95.

3. Jika A (arah matahari) = SB , maka azimut matahari =  $180^\circ - A$  atau  $180^\circ + \text{Abs } A$ . Contoh A =  $-65^\circ 10'$  (SB) , maka azimut matahari =  $180^\circ - (-65^\circ 10')$  =  $245^\circ 10'$ , atau  $180^\circ + \text{Abs } (-65^\circ 10')$  =  $245^\circ 10'$ .
4. Jika A (arah matahari) = UB, maka azimut matahari =  $360^\circ - A$ . Contoh A =  $65^\circ 10'$  UB , maka azimut matahari =  $360^\circ - (65^\circ 10')$  =  $294^\circ 50'$ .<sup>70</sup>

## B. Teodolit

### 1. Pengertian dan Sejarah Teodolit

Sampai saat ini teodolit dianggap sebagai alat yang paling akurat diantara metode-metode yang sudah ada dalam penentuan arah kiblat. Dengan bantuan pergerakan benda langit yaitu Matahari, teodolit dapat menunjukkan sudut hingga satuan detik busur. Dengan mengetahui posisi matahari yaitu memperhitungkan azimut Matahari, maka utara sejati ataupun azimut kiblat dari suatu tempat akan dapat ditentukan secara akurat.<sup>71</sup>

Berdasarkan tingkat ketelitiannya, teodolit diklasifikasikan menjadi Tipe T0 (tidak teliti / ketelitian rendah sampai  $20''$ ), Tipe T1 (agak teliti  $20''-5''$ ), Tipe T2 (teliti sampai  $1''$ ), Tipe T3 (teliti sekali, sampai 0,1), Tipe T4 (sangat teliti, sampai 0,01). Disamping teodolit tipe analog, saat ini banyak juga tipe teodolit digital yang lebih mudah cara mengoperasikannya, misalnya *Nikon, Topcon, Leica, Sokkia*, dan lain-lainnya.<sup>72</sup>

Adapun kata “*Theodolite*” pertama kali ditemukan oleh Leonard Digges dalam survei buku *J. Geometris Praktis* yang berjudul *Pantometria*. Buku tersebut diterbitkan oleh anak Leonard Digges yang

---

<sup>70</sup> *Ibid*, hlm.17.

<sup>71</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*..... hlm. 55.

<sup>72</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*.....hlm. 55.

bernama Thomas Digges. Asal Usul kata “*Theodolite*” pun tidak dikenal dalam bahasa mana pun. Namun ada yang beranggapan bahwa “*Theodolite*” berasal dari bahasa Latin dan Yunani yaitu “*theo-delitus*” yang berarti tiba-tiba ke atas atau cari perhatian. Namun hal ini hanya perkiraan saja.<sup>73</sup>

Pada awal keberadaan teodolit, terjadi kebingungan dalam mengidentifikasinya. Beberapa menyebutkan alat tersebut hanyalah instrumen untuk mengukur azimut (arah) saja, namun yang lain mengidentifikasi teodolit sebagai instrumen pengukur *altazimut* (ketinggian dan arah). Dalam bukunya yang berjudul “*Theodolite*”, Digges hanya menyebutkan teodolit sebagai alat pengukur sudut horizontal. Ia juga menyebutkan sebuah alat yang disebut dengan *topographicall*. Dengan demikian, pada awalnya teodolit hanya digunakan untuk mengukur sudut azimut (sudut horizontal ) saja. Namun kemudian dikembangkan menjadi alat pengukur sudut altazimut (sudut vertikal horizontal). Teodolit pertama yang mendekati sempurna dengan bentuk teodolit diperkirakan adalah teodolit yang dibuat oleh Joshua Habermel di Jerman pada tahun 1576. Teodolit yang dibuatnya telah dilengkapi dengan kompas dan tripod.<sup>74</sup>

Sedangkan teodolit modern yang sudah akurat dibuat pada tahun 1787 dan diperkenalkan oleh Jesse Ramsden. Seiring berkembangnya teknologi, pada tahun 1840-an, setengah lingkaran vertikal diganti dengan lingkaran penuh, sedangkan sudut vertikal dan horizontal dibuat dengan gerak lebih halus. Teodolit ini merupakan teodolit transit. Dengan perbaikan yang

---

<sup>73</sup> [Landsurveying-teknologi.blogspot.co.id/2011/05/sejarah-theodolit.html?m=1](http://Landsurveying-teknologi.blogspot.co.id/2011/05/sejarah-theodolit.html?m=1) diakses tanggal 16 Januari 2018, Pukul 18.45 WIB.

<sup>74</sup> [Landsurveying-teknologi.blogspot.co.id/2011/05/sejarah-theodolit.html?m=1](http://Landsurveying-teknologi.blogspot.co.id/2011/05/sejarah-theodolit.html?m=1) diakses tanggal 16 Januari 2018, Pukul 19.00 WIB.

berkelanjutan, teodolit ini terus berkembang menjadi teodolit modern yang digunakan hingga saat ini.<sup>75</sup>

Dalam pekerjaan yang berhubungan dengan ukur tanah, teodolit sering digunakan dalam bentuk pengukuran poligon, pemetaan situasi, maupun pengamatan matahari. Sedangkan dalam ilmu falak, teodolit merupakan alat paling canggih untuk mengukur arah kiblat. Alat ini juga digunakan untuk mengukur ketinggian Matahari, serta melakukan rukyatul hilal dan Gerhana.<sup>76</sup>

## 2. Bagian-bagian Teodolit<sup>77</sup>

Gambar 1.1 Bagian-bagian Teodolit



Sumber: [www.google.com](http://www.google.com)

- a. Lensa objektif berfungsi sebagai lensa positif untuk membidik objek atau sasaran. Lensa ini memberikan bayangan nyata terbalik dan diperkecil.
- b. Lensa okuler berfungsi sebagai lensa negatif atau lensa mata untuk melihat benda.

<sup>75</sup> Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak*.....hlm.265.

<sup>76</sup> *Ibid*, .hlm. 266.

<sup>77</sup> *Ibid*, hlm. 266-267.

- c. Bingkai objek atau diafragma berfungsi untuk melihat sasaran tepat di tengah-tengah teropong.
- d. Nivo kotak dan nivo tabung berfungsi untuk mengukur mendatarkan teodolit.
- e. *Display* vertikal berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran vertikal.
- f. *Display* horizontal berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran horizontal.
- g. Kaca pengintai bandul berfungsi untuk melihat fokus bandul.
- h. Tombol *power* berfungsi untuk mengaktifkan teodolit.
- i. Tombol lampu berfungsi untuk menghidupkan lampu.
- j. Tatakan tripod berfungsi sebagai penyangga teodolit yang ada pada tripod.
- k. Pengatur level berfungsi untuk mengatur gelembung nivo tabung.
- l. Pengintai objek berfungsi untuk melihat dan mengarahkan teropong ke objek.
- m. Pengatur fokus objek berfungsi untuk memperjelas objek
- n. Pengatur fokus bingkai objek berfungsi untuk memperjelas keberadaan benang diafragma.
- o. Pengunci vertikal berfungsi untuk mengunci teropong agar tidak bergerak ke arah vertikal.<sup>78</sup>
- p. Pengatur vertikal berfungsi untuk mengatur gerakan halus vertikal. Untuk mendapatkan bidikan atau benang diafragma mendatar pada tinggi bidikan yang dikehendaki.
- q. Pengunci horizontal berfungsi untuk mengunci teropong agar tidak bergerak ke arah horizontal
- r. Pengatur horizontal berfungsi untuk mengatur gerakan halus horizontal. Untuk menggerakkan bidikan atau benang diafragma tegak ke arah horizontal sehingga tepat ke sasaran.

---

<sup>78</sup> *Ibid*, hlm. 266

- s. Tombol reset berfungsi untuk mereset hasil pengukuran teodolit.
  - t. Tiang penyangga berfungsi untuk menyangga seluruh bagian teodolit.
  - u. Tempat baterai berfungsi sebagai dudukan baterai.
  - v. Pembawa (*handle*) berfungsi sebagai pegangan saat teodolit dipindahkan.
3. Macam – macam Teodolit<sup>79</sup>

Berdasarkan konstruksi dan cara pengukurannya, teodolit dibagi menjadi beberapa macam, yaitu :

a. Teodolit repitisi

Pada teodolit repitisi, lingkaran skala mendatar dapat diatur mengelilingi sumbu tegak. Bila sekrup pengunci lingkaran skala mendatar dibuka, maka tidak dapat dilakukan pengukuran sudut. Besarnya sudut yang dibentuk oleh garis bidik yang diarahkan ke dua buah target hanya dapat diukur kalau sekrup pengunci lingkaran skala mendatarnya terkunci. Sebab bila sekrup pengunci skala lingkaran mendatar tidak dikunci, maka pada saat diputar, piringan skala mendatar ikut berputar bersama-sama dengan indeks pembaca lingkaran mendatar.

Keuntungan dari teodolit tipe ini adalah dimungkinkannya mengubah bacaan pada suatu arah garis bidik tertentu. Yang termasuk jenis teodolit ini adalah teodolit tipe TM 6 dan TL 60-DP, TL 6-DE (*Topcon*), Th-51 (*Zeiss*)

b. Teodolit reiterasi (teodolit sumbu tinggal)

Pada teodolit jenis ini, lingkaran skala mendatar menyatu dengan tribrach/kiap, sehingga lingkaran mendatar tidak dapat diputar. Akibatnya bacaan lingkaran mendatarnya untuk suatu target merupakan suatu bacaan

---

<sup>79</sup> *Ibid*, hlm. 269-270.

arah. Jadi sudut yang dibentuk oleh garis bidik yang diarahkan kedua target adalah bacaan arah kedua dikurangi bacaan arah pertama. Dengan kata lain, bacaan skala mendatarnya tidak bisa diatur. Yang termasuk dalam jenis teodolit ini adalah teodolit tipe T0 (*Wild*) dan tipe DKM-2A (*Kem*).

c. Teodolit elektro optis

Teodolit jenis ini merupakan jenis teodolit modern yang dapat membaca data vertikal dan horizontal secara elektronik. Pembacaan dilakukan oleh *rotary encoder* secara absolut. Dari konstruksinya, sistem sudut horizontal dan vertikalnya sama dengan teodolit biasa. Namun mikroskop pada pembacaan skala tidak menggunakan sistem lensa dan prisma, melainkan menggunakan sistem sensor. Sensor ini bekerja sebagai alat penerima gelombang elektromagnetis. Hasil pertama sistem analog dan kemudian ditransfer ke sistem angka digital. Proses perhitungan secara otomatis akan ditampilkan pada layar.

4. Penggunaan Teodolit

a. Persiapan<sup>80</sup>

Dalam melaksanakan pengukuran kiblat pada suatu tempat dengan menggunakan Teodolit, maka yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah:

1. Menentukan data lintang tempat, dan bujur tempat dengan menggunakan GPS.
2. Menyiapkan data astronomi (ephemeris hisab rukyat) pada hari yang akan dilaksanakan.
3. Jam (waktu) yang dijadikan acuan harus benar dan tepat. Hal ini dapat diperoleh melalui GPS, radio Republik Indonesia (RRI) ketika akan

---

<sup>80</sup> Kementrian Agama, *Almanak Hisab Rukyat*,..... hlm 56.

menyampaikan berita, ada suara tit, tit, tit. Tit terakhir menunjukkan pukul 06.00 WIB (tepat) untuk berita pukul 06.00 WIB dan sebagainya. Melalui telepon rumah (telepon biasa) bunyi gong terakhir pada nomor telepon 103.

4. Persiapkan hasil perhitungan untuk arah dan azimut bintang, bulan ataupun azimut kiblat.
  5. Persiapkan hasil perhitungan untuk arah dan azimut matahari.
  6. Menentukan arah kiblat<sup>81</sup>
  7. Menentukan sudut waktu matahari<sup>82</sup>
  8. Menentukan arah matahari<sup>83</sup>
  9. Menentukan utara sejati<sup>84</sup>
- b. Pasang Teodolit secara benar artinya dalam posisi tegak lurus dengan statip / slop yang datar. Perhatikan water passnya dari segala arah, pastikan ia sudah berada di tengah dan tidak berubah-ubah.
- c. Periksa tempat baterai kemudian hidupkan Teodolit dalam posisi bebas tidak terkunci.
- d. Bidik matahari pada jam sesuai dengan yang sudah dipersiapkan. Ingat jangan melihat matahari secara langsung dengan mata.
- e. Kunci Teodolit, kemudian nolkan.
- f. Hidupkan kembali, lepas kunci dan putar ke arah utara sejati.
- g. Kunci Teodolit, kemudian nolkan.
- h. Hidupkan kembali, kemudian lepas kunci dan putar ke arah azimut kiblat.
- Maka teodolit telah mengarah ke arah kiblat.

---

<sup>81</sup> Ibid, hlm 57.

<sup>82</sup> Ibid, hlm 58.

<sup>83</sup> Ibid, hlm 59.

<sup>84</sup> Ibid, hlm 60.

- i. Selanjutnya buatlah titik (dengan arah yang sudah ditunjukkan oleh Teodolit), kemudian hubungkan dua titik tersebut. Garis tersebut adalah arah kiblat.
- j. Jika ingin buat shaf, buatlah garis tegak lurus (memotong garis tadi sebesar 90 derajat).<sup>85</sup>

---

<sup>85</sup> Ibid, hlm 60- 61.

### BAB III

## GAMBARAN RUMUS MENGHITUNG BEDA AZIMUT KIBLAT DAN AZIMUT MATAHARI TANPA KELEBIHAN MENIT DAN DETIK KARYA SLAMET HAMBALI

### A. Biografi Slamet Hambali

#### 1. Latar Belakang Slamet Hambali

Slamet Hambali lahir pada hari Kamis, 5 Agustus 1954 M, bertepatan tanggal 5 Zulhijjah 1373 H dari pasangan suami istri Hambali dan Djuwariyah di dukuh Bajangan Desa Sambirejo<sup>86</sup> Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Ia merupakan anak kedua dari lima bersaudara, keempat saudaranya tinggal di Salatiga menemani ibunya. Kakaknya bernama H. Ma'shum, dan adik-adiknya bernama Siti Fatimah, Siti Mas'udah, dan Mahasin.<sup>87</sup>

Kesibukan Slamet Hambali pada beberapa lembaga negara yang ia jalani menjadi alasan untuk tinggal di Semarang. Ia menetap di Semarang sejak tahun 1988 tepatnya di kawasan perumahan Pasadena, Jl. Candi Permata II/180 Krapyak Semarang Barat bersama Hj. Isti'anah istri yang dinikahnya pada tahun 1984 dan dua putrinya yang bernama Rusda Kamalia dan Jamilia Husna.<sup>88</sup>

Sejak kecil ia sudah terlihat ada tanda ketertarikan terhadap ilmu perbintangan (ilmu falak), ditandai dengan aktifnya pengamatan terhadap bintang yang terlihat pada malam hari. Selain itu ayahnya selalu

---

<sup>86</sup>Desa Sambirejo adalah desa terjauh dari Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang dan Berbatasan dengan Kabupaten Purwodadi.

<sup>87</sup> Slamet Hambali, *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali*, Laporan Penelitian Individual IAIN Walisongo Semarang, (Semarang:2014) , hlm. 52.

<sup>88</sup> Slamet Hambali, *Wawancara*, Semarang, 21 Januari 2019, Pukul 12.30 WIB

memperkenalkan terhadap pengetahuan tentang alam salah satunya tentang macam-macam bintang, gerak semu Matahari dan lain-lain. Sehingga beliau semakin tertarik dan penasaran terhadap keterangan, bahwa orang yang ahli ilmu falak, dapat mengetahui kapan daun akan jatuh dari tangkainya meskipun hingga kini tidak ditemukan rumusan yang jelas dalam ilmu falak.<sup>89</sup>

Riwayat pendidikan Slamet Hambali dimulai dari Sekolah Rakyat Sambirejo, namun hanya berhenti sampai tingkat tiga saja. Kemudian ia melanjutkan kembali ke SR Rembes dan selesai pada tahun 1966. Selanjutnya Slamet Hambali masuk pesantren di daerah Bancana di bawah asuhan KH. Isom sekaligus melanjutkan pendidikannya di MTs Nu Salatiga. Pada tahun 1969 ia lulus Madrasah Tsanawiyah kemudian melanjutkan Madrasah Aliyah di tempat yang sama, ia juga mengaji dengan KH. Zubair Umar al-Jailani<sup>90</sup>. Dari sinilah kemahirannya dalam ilmu falak mulai berkembang. Melalui bimbingan langsung kyai Zubair, ia belajar falak dengan mendalami sebuah kitab falak karya sang kyai, yaitu kitab *al-Khulasah al-Wafiyah*. Dalam pengajian, Slamet termasuk salah satu santri yang paling muda diantara santri yang lain, di samping Habib Thaha. Dalam proses perjalanan pengajian, Slamet sudah terlihat benih-benih akan menjadi ahli dalam ilmu falak, diantaranya ia pintar dibidang ilmu matematika, sehingga pada waktu belajar dengan mudah menerima pelajaran ilmu falak. Selain itu ia juga termasuk santri yang rajin,

---

<sup>89</sup> *Ibid*

<sup>90</sup> KH. Zubair Umar al-Jailani adalah seorang tokoh falak yang berasal dari Bojonegoro, namun kemudian menetap sampai wafat di Salatiga. Beliau wafat pada hari Senin tanggal 22 Jumadil Ula 1411 H / 10 Desember 1990 M. Zubair (nama panggilan akrabnya) adalah salah satu santri kinasih KH. Hasyim Asy'ari (Tebuireng-Jombang) yang kemudian bermukim di Mekkah. Ia menyusun kitab falak bernama "*Al-Khulashah al-Wafiyah fi al-Falak bijadwalil Lugharitmiyah*" yang diterbitkan percetakan Melati Solo, kemudian di cetak lagi oleh percetakan Menara Kudus. Lihat. Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), hlm. 118.

tekun, juga semangat. Apabila terdapat persoalan atau permasalahan tentang perhitungan “algoritma” ia selalu dapat menyelesaikan dan memecahkannya.<sup>91</sup>

Pada tahun 1972 ia menyelesaikan pendidikannya di Madrasah Aliyah NU. Kemudian tahun 1973 melanjutkan Kuliah S1 di Fakultas Syariah IAIN Walisongo Semarang menjadi Sarjana Muda (Lulus tahun 1976). Satu tahun kemudian pada tahun 1977 dipercaya sang guru (KH. Zubair Umar al-Jaelany) untuk menjadi asisten dosen pada mata kuliah ilmu falak dan ilmu waris. Kepercayaan ini diterima dengan senang hati dan penuh tanggung jawab. Pasca menyelesaikan S1 (sarjana lengkap), pada tahun 1979 beliau mulai mengabdikan diri di Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo. Kemudian pada tahun 2008 masuk kuliah S2 di Program PascaSarjana IAIN Walisongo Semarang (Lulus tahun 2011).<sup>92</sup> Beliau menjadi wisudawan dengan thesis terbaik. Dalam tesisnya, ia mengemukakan penemuannya akan formula (rumus) baru tentang perhitungan arah kiblat, yang terkenal dengan nama “ *Perhitungan Segitiga Kiblat Setiap Saat*”

Selain menjadi dosen tetap di Fakultas Syariah dan Hukum IAIN Walisongo Semarang dan UNISSULA Semarang, Ia pernah lama menjadi dosen tidak tetap di INISNU Jepara dan akhirnya mengundurkan diri saat jalan Semarang-Demak lewat jalur Welahan rusak berat. Pernah juga menjadi dosen tidak tetap di IAIN Surakarta yang kemudian mengundurkan diri pada saat menunaikan ibadah haji pada tahun 1996. Dan pernah juga mengajar di STIE Dharmaputra Semarang sejak tahun 1996 – 2014, namun karena ada kewajiban

---

<sup>91</sup> Skripsi Rini Listianingsih, *Uji Akurasi Istiwaaini Karya Slamet Hambali Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat* (Semarang: Fakultas Syari’ah UIN Walisongo Semarang, 2017), hlm 72.

<sup>92</sup> Slamet Hambali, *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali*, Laporan Penelitian Individual IAIN Walisongo Semarang, (Semarang:2014) , hlm. 52-53.

ngantor untuk seluruh dosen tetap IAIN Walisongo, sehingga Slamet Hambali mengundurkan diri dari mengajar di STIE Dharmaputra.<sup>93</sup>

## 2. Riwayat Organisasi<sup>94</sup>

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

- a. Wakil Katib Syuriah PWNU Jawa Tengah (1993-1998)
- b. Wakil Ketua Tanfidiyah (1998-2003)
- c. Penasehat Lajnah Falakiya (2003-2008)
- d. Ketua Lajnah Falakiyah PWNU Jawa Tengah (2013-sekarang)
- e. Anggota Lajnah Falakiyah PBNU (1995-2005)
- f. Ketua Biro Litbang Lajnah Falakiyah (2005-2010)
- g. Wakil Ketua Lembaga Falakiyah PBNU (2010-sekarang)
- h. Wakil Ketua (SK Ka PTA) Tim Hisab Rukyat Jawa Tengah (2002-2007)
- i. Anggota Musyawarah Kerja dan Tim Hisab Rukyat Kemenag RI (2007-sekarang)
- j. Anggota Komisi Fatwa MUI Jawa Tengah (2006 – sekarang).

## 3. Karya Ilmiah (Buku dan Laporan Penelitian):<sup>95</sup>

- a. *Ilmu Falak I (Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat)*, Program PascaSarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- b. *Almanak Sepanjang Masa*, Semarang: Program PascaSarjana IAIN Walisongo, 2011.
- c. *Pengantar Ilmu Falak Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, Banyuwangi: Bismillah Publisher, 2012.
- d. *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013.

---

<sup>93</sup> *Ibid*, hlm. 53

<sup>94</sup> *Ibid*, hlm 55-56

<sup>95</sup> *Ibid*, hlm 54-55

- e. *Metode Pengukuran Arah Kiblat yang Dikembangkan di Pondok Pesantren Al-Hikmah II Benda Sirampok Kabupaten Brebes*, Penelitian Individual, 2010.
- f. *Tahqiq Kitab Al-Futuhiyyah A'mal Al-Hisabiyyah*, Penelitian Individual, 2011.
- g. *Aplikasi Astonomi Modern dalam Kitab As-Salat Karya Abdul Hakim*, Penelitian Individual, 2012.
- h. *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali*, Penelitian Individual, 2014.
- i. *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimuth Kiblat dan Azimuth Matahari Tanpa Kelebihan Menit dan Detik*. Penelitian Individual, 2018.

## **B. Gambaran Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit dan Detik**

### **1. Latar Belakang Rumus**

Sebagaimana yang dijelaskan diatas, Slamet Hambali merupakan seorang ahli falak terkenal di kalangan para penekun falak Jawa Tengah dan termasuk salah satu dosen di UIN Walisongo Semarang yang sangat mumpuni mengajar ilmu falak. Banyak sekali karya-karya beliau mengenai ilmu falak, khususnya arah kiblat. Salah satu karya beliau adalah rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik.

Slamet Hambali menciptakan rumus beda azimut kiblat dan azimut Mathari tanpa menit dan detik di latarbelakangi oleh hasil penelitian Muhammad Adieb dalam skripsinya yang brjudul “ *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Teodolit*”.<sup>96</sup> Dalam skripsi tersebut Muhammad Adieb telah melakukan pengukuran arah kiblat Masjid Agung

---

<sup>96</sup> Skripsi Muhammad Adieb, *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Teodolit*, (Semarang: Fakultas Sy ari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2014)

Jawa Tengah yang membandingkan antara alat bantu *istiwaaini* karya Slamet Hambali dengan alat bantu teodolit yang keduanya sama-sama memanfaatkan posisi Matahari dengan menggunakan rumus yang sama, akan tetapi menghasilkan arah kiblat yang berbeda.<sup>97</sup>

Muhammad Adieb melakukan pengukuran arah kiblat dengan membandingkan antara menggunakan alat bantu teodolit dan alat bantu *istiwaaini* selama beberapa kali, antara lain:<sup>98</sup>

1. Pengukuran dilakukan di halaman Masjid Jam' Baiturrohim Jerakah Tugu Semarang pada tanggal 7 April 2014 :

- a. Jam 10:10:10 WIB menggunakan teodolit dengan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ )  $39^{\circ} 49' 34.22''$ , lintang Kakbah ( $\phi^k$ )  $21^{\circ} 25' 20.98''$ , bujur ( $BT^x$ ) Masjid Baiturrohim Jerakah Tugu Semarang =  $110^{\circ} 22' 10.1''$ , lintang ( $\phi^x$ ) Masjid Baiturrohim =  $-6^{\circ} 59' 16.2''$ . Dengan data tersebut di peroleh arah kiblatnya =  $65^{\circ} 29' 13.49''$  UB dan azimuth kiblatnya =  $294^{\circ} 30' 46.51''$ .<sup>99</sup>

Pada jam tersebut deklinasi Matahari =  $6^{\circ} 46' 14.66''$  dan *equation of time* = -0j 2m 14d. Dengan data-data tersebut diperoleh sudut waktu Matahari =  $-17^{\circ} 38' 49.9''$ , arah Matahari =  $52^{\circ} 21' 45.23''$  UT dan azimuth Matahari sama dengan arah Matahari. Kemudian utara sejati =  $307^{\circ} 38' 14.77''$ .<sup>100</sup>

- b. Pukul 11:17:10 WIB menggunakan *istiwaaini* dengan menggunakan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ )  $39^{\circ} 49' 34.22''$ , lintang Kakbah

<sup>97</sup> Slamet Hambali, *Wawancara*, Semarang, 21 Januari 2019, Pukul 12.30 WIB

<sup>98</sup> Slamet Hambali, *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan azimuth Mathari Tanpa Kelebihan Menit*, Laporan Penelitian Individual UIN Walisongo Semarang (Semarang:2018) hlm. 8.

<sup>99</sup> Skripsi Muhammad Adieb, *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Teodolit*.....hlm 72.

<sup>100</sup> *Ibid*, hlm 72

( $\Phi^k$ )  $21^\circ 25' 20.98''$ , bujur ( $BT^x$ ) Masjid Baiturrohim Jerakah Tugu Semarang =  $110^\circ 22' 10.1''$ , lintang ( $\Phi^x$ ) Masjid Baiturrohim =  $-6^\circ 59' 16.2''$ . dengan data tersebut di peroleh arah kiblatnya =  $65^\circ 29' 13,49''$  UB dan azimut kiblatnya =  $294^\circ 30' 46.51''$ .<sup>101</sup>

Pada jam tersebut deklinasi Matahari =  $6^\circ 46' 19.72''$  dan *equation of time* = -0j 2m 14d. Dengan data-data tersebut diperoleh sudut waktu Matahari =  $-16^\circ 18' 49.9''$ , arah Matahari =  $50^\circ 7' 43.75''$  UT dan azimut Matahari sama dengan arah Matahari, kemudian beda azimut =  $244^\circ 23' 2.76''$ .<sup>102</sup>

2. Pengukuran dilakukan ditempat yang sama, hanya saja waktunya berbeda yaitu pada tanggal 10 April 2014:

- a. Jam 10:10:10 WIB menggunakan teodolit dengan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ )  $39^\circ 49' 34.22''$ , lintang Kakbah ( $\Phi^k$ )  $21^\circ 25' 20.98''$ , bujur ( $BT^x$ ) Masjid Baiturrohim Jerakah Tugu Semarang =  $110^\circ 22' 10.1''$ , lintang ( $\Phi^x$ ) Masjid Baiturrohim =  $-6^\circ 59' 16.2''$ . Dengan data tersebut di peroleh arah kiblatnya =  $65^\circ 29' 13,49''$  UB dan azimut kiblatnya =  $294^\circ 30' 46.51''$ .<sup>103</sup>

Pada jam tersebut, deklinasi Matahari =  $7^\circ 53' 6.49''$  dan *equation of time* -0j 1m 24.83d. Dengan data-data tersebut diperoleh sudut waktu Matahari =  $-22^\circ 26' 32.36''$ , arah Matahari =  $56^\circ 47' 21.91''$  UT dan azimut Matahari sama dengan arah Matahari, kemudian utara sejati =  $303^\circ 12' 38.09''$ .<sup>104</sup>

---

<sup>101</sup> *Ibid*, hlm 72.

<sup>102</sup> *Ibid*, hlm 72-73.

<sup>103</sup> *Ibid*, hlm 75.

<sup>104</sup> *Ibid*, hlm 75.

- b. Jam 11:17:10 WIB dengan menggunakan *istiwaaini* dengan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ )  $39^\circ 49' 34.22''$ , lintang Kakbah ( $\phi^k$ )  $21^\circ 25' 20.98''$ , bujur ( $BT^x$ ) Masjid Baiturrohim Jerakah Tugu Semarang =  $110^\circ 22' 10.1''$ , lintang ( $\phi^x$ ) Masjid Baiturrohim =  $-6^\circ 59' 16.2''$ . Dengan data tersebut di peroleh arah kiblatnya =  $65^\circ 29' 13.49''$  UB dan azimuth kiblatnya =  $294^\circ 30' 46.51''$ .<sup>105</sup>

Pada jam tersebut, deklinasi Matahari =  $7^\circ 54' 8.74''$  dan *equation of time* -0j 1m 24d. Dengan data-data tersebut diperoleh sudut waktu Matahari =  $-5^\circ 41' 19.9''$ , arah Matahari =  $20^\circ 57' 19.94''$  UT dan azimuth Matahari sama dengan arah Matahari, kemudian beda azimuth =  $273^\circ 33' 26.5''$ .<sup>106</sup>

3. Pengukuran dilakukan di Pondok Pesantren APIK Kaliwungu Kendal pada tanggal 11 Mei 2014:

- a. 14:38 WIB menggunakan teodolit dengan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ )  $39^\circ 49' 34.22''$ , lintang Kakbah ( $\phi^k$ )  $21^\circ 25' 20.98''$ , bujur ( $BT^x$ ) pondok pesantren APIK Kaliwungu kendal =  $110^\circ 16' 14''$ , dan lintang tempat ( $\phi^x$ ) =  $-6^\circ 57' 36.36''$ . dengan data tersebut diperoleh arah kiblat =  $65^\circ 28' 14.95''$  UB dan azimuth kiblat =  $294^\circ 31' 45.05''$ .<sup>107</sup>

Pada jam tersebut deklinasi Matahari =  $17^\circ 53' 2.7''$  dan *equation of time* -0j 3m 37d. Dengan data-data tersebut diperoleh sudut waktu Matahari =  $45^\circ 40' 29''$ , arah Matahari =  $60^\circ 29' 9.26''$  UB dan azimuth Matahari =  $299^\circ 30' 50.74''$ , kemudian utara sejati =  $60^\circ 29' 9.26''$ .<sup>108</sup>

---

<sup>105</sup> *Ibid*, hlm 72.

<sup>106</sup> *Ibid*, hlm 73

<sup>107</sup> *Ibid*, hlm 78.

<sup>108</sup> *Ibid*, hlm 78.

- b. Jam 14:47 WIB menggunakan *istiwaa'ini* dengan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ )  $39^{\circ} 49' 34.22''$ , lintang Kakbah ( $\phi^k$ )  $21^{\circ} 25' 20.98''$ , bujur ( $BT^x$ ) pondok pesantren APIK Kaliwungu kendal =  $110^{\circ} 16' 14''$ , dan lintang tempat ( $\phi^x$ ) =  $-6^{\circ} 57' 36.36''$ . dengan data tersebut diperoleh arah kiblat =  $65^{\circ} 28' 14,95''$  UB dan azimuth kiblat =  $294^{\circ} 31' 45.05''$ .<sup>109</sup>

Pada jam tersebut deklinasi Matahari =  $17^{\circ} 53' 8.55''$  dan *equation of time* = -0j 3m 37d. Dengan data-data tersebut diperoleh sudut waktu Matahari =  $47^{\circ} 55' 29''$ , arah Matahari =  $61^{\circ} 35' 17.3''$  UB dan azimuth Matahari sama dengan arah Matahari, kemudian beda azimuth =  $-3^{\circ} 52' 57.65''$  atau  $356^{\circ} 7' 2.35''$ .<sup>110</sup>

Hasil penelitian Muhammad Adieb selalu menunjukkan hasil yang berbeda. Pertama, pada tanggal 7 April 2014 beda azimuth kiblat dengan azimuth Matahari  $244^{\circ} 23' 2.76''$ . Kedua, pada tanggal 10 April 2014 beda azimuth kiblat dengan azimuth Matahari  $273^{\circ} 33' 26.5''$ . Ketiga, pada tanggal 11 Mei 2014 beda azimuth kiblat dengan Matahari  $-3^{\circ} 52' 57.65''$  atau ( $356^{\circ} 7' 2.35''$ ). Ketiganya beda azimuth selalu ada kelebihan menit maupun detik. Hal ini dipastikan Muhammad Adieb melakukan pembulatan dalam penetapan angka tersebut.<sup>111</sup>

## 2. Langkah-langkah Rumus

Rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik memiliki 23 langkah sebagai berikut:<sup>112</sup>

1. Untuk mendapatkan beda azimuth (BA) tanpa kelebihan menit dan detik harus melalui tahapan-tahapan yaitu harus menghitung arah kiblat (B), menghitung azimuth kiblat (AzK) , menghitung arah Matahari (A), menghitung azimuth

<sup>109</sup> *Ibid*, hlm 78.

<sup>110</sup> *Ibid*, hlm 79.

<sup>111</sup> Slamet Hambali, *Wawancara*, Semarang, 21 Januari 2019, Pukul 12.30 WIB.

<sup>112</sup> Slamet Hambali, *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimuth Kiblat dan azimuth Mathari Tanpa Kelebihan Menit*, Laporan Penelitian Individual UIN Walisongo Semarang (Semarang:2018) hlm. 35-38.

Matahari (AzM),<sup>113</sup> dan menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA) yang mana biasanya hasil beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA)<sup>114</sup> selalu ada menit dan detik.

2. Menetapkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit yang diinginkan (BA).
3. Menentukan nilai azimut Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (AzM) dengan rumus,  $AzM = AzK - BA$ . Dengan ketentuan:
  - a. Jika hasilnya (AzM) negatif maka tambahkan  $360^\circ$
  - b. Jika  $AzM > 90^\circ < 180^\circ$  dan  $> 270^\circ < 360^\circ$  sedangkan  $\phi$  (-) maka AzM negatifkan. Sebaliknya jika  $AzM < 90^\circ$  dan  $> 180^\circ < 270^\circ$  sedangkan  $\phi$  (+) maka AzM negatifkan.
4. Menentukan nilai sudut proses (p) dengan rumus.  $\text{Cotan } p = \tan AzM \sin \phi^x$ .
5. Menentukan nilai sudut waktu dikurangi nilai sudut proses (t-p) dengan rumus,  $\cos (t-p) = \cos p \tan \delta : \tan \phi^x$ .
6. Menentukan nilai sudut waktu (t) dengan rumus,  $t = (t-p) + p$

Pada dasarnya sudut waktu (t) sebelum *merpass* adalah negatif, oleh karena itu bilamana positif maka harus dinegatifkan dan pada dasarnya t

---

<sup>113</sup> Di dalam bab II, telah dijelaskan menentukan arah kiblat, azimut kiblat, arah Matahari dan azimut Matahari.

<sup>114</sup> Beda azimut kiblat dengan Matahari adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan antara titik pusat lingkaran (observer) ke titik pertemuan horizon dengan lingkaran vertikal yang melalui Matahari dengan garis yang menghubungkan antara titik pusat lingkaran (observer) dengan posisi Kakbah, atau busur yang dihitung dari titik pertemuan antara horizon dengan lingkaran vertikal yang melalui Matahari sampai dengan lingkaran vertikal yang melalui Kakbah. Untuk mendapatkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA) =  $AzK - AzM$ . Slamet Hambali, *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan azimut Mathari Tanpa Kelebihan Menit*.....hlm 18.

untuk sesudah *merpass* adalah positif , oleh karena itu bilamana negatif maka harus dpositifkan.

7. Menentukan jam terjadinya beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik (Jyct) dengan rumus :

$$\text{Jyct} = 12 + t : 15 - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 \text{ atau } \text{Jyct} = 12 + t : 15 - c - (\text{BB}^d - \text{BT}^x) : 15.$$

8. Sebagai bentuk pembuktian dengan menghitung ulang sudut waktu Matahari yang di inginkan (t) berdasarkan Jyct, dengan rumus :

$$t = \text{Abs} (\text{LMT} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15 \text{ atau } t = \text{Abs} (\text{LMT} + e + (\text{BB}^d - \text{BB}^x) : 15 - 12) \times 15.$$

9. Menghitung nilai arah Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (A), dengan rumus :

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t : - \sin \phi^x : \tan t.$$

10. Menghitung azimut Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (AzM) dengan rumus :

- Jika  $A = \text{UT} (+)$  , maka  $\text{AzM} = A$ .
- Jika  $A = \text{ST} (-)$ , maka  $\text{AzM} = A + 180^\circ$  .
- Jika  $A = \text{SB} (-)$ , maka  $\text{AzM} = 180^\circ - A$ .
- Jika  $A = \text{UB} (+)$ , maka  $\text{AzM} = 360^\circ - A$ .<sup>115</sup>

11. Menghitung nilai beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA) dengan rumus:

$\text{AzK} - \text{AzM}$ , dengan catatan bilamana nilai BA negatif maka tambahkan  $360^\circ$  .

12. Mempersiapkan deklinasi Matahari dan *equation of time* berdasarkan hasil Jyct.

---

<sup>115</sup> *Ibid*, hlm 36.

13. Menghitung ulang sudut waktu Matahari yang diinginkan ( $t$ ) berdasarkan  $J_{yct}$ , dengan rumus :

$$t = \text{Abs} (LMT + e - (BT^d - BT^x) : 15 - 12) \times 15 \text{ atau } t = \text{Abs} \\ (LMT + e + (BB^d - BB^x) : 15 - 12) \times 15.$$

14. Menghitung ulang nilai arah Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit ( $A$ ) dengan rumus:

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t.$$

15. Menghitung ulang azimut Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit ( $AzM$ ) dengan rumus:

- Jika  $A = UT (+)$ , maka  $AzM = A$ .
- Jika  $A = ST (-)$ , maka  $AzM = A + 180^\circ$ .
- Jika  $A = SB (-)$ , maka  $AzM = 180^\circ - A$ .
- Jika  $A = UB (+)$ , maka  $AzM = 360^\circ - A$ .<sup>116</sup>

16. Menghitung ulang nilai beda azimut kiblat dan azimut Matahari ( $BA$ ) dengan rumus :

$AzK - AzM$  dengan catatan bilamana nilai  $BA$  negatif maka tambahkan  $360^\circ$ .

Bilamana hasil dari langkah ke 16 masih ada kelebihan menit atau detik maka bisa dilanjutkan lagi perhitungan ulang dengan mengikuti langkah ke 17 dan berikutnya.

17. Menentukan ulang nilai sudut waktu dikurangi nilai sudut proses ( $t-p$ ) dengan rumus :

$$\text{Cos } (t-p) = \cos p \tan \delta : \tan \phi^x.$$

18. Menentukan ulang nilai sudut waktu ( $t$ ) dengan rumus :

---

<sup>116</sup> *Ibid*, hlm 36.

$$t = (t-p) + p.$$

19. Menentukan jam terjadinya beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit atau jam yang dicari (Jyct) dengan rumus :

$$Jyct = 12 + t : 15 - e + (BT^d - BT^x) : 15 \text{ atau } Jyct = 12 + t : 15 - e - (BB^d - BB^x) : 15.^{117}$$

20. Sebagai bentuk pembuktian dengan menghitung ulang sudut waktu Matahari yang di inginkan (t) berdasarkan Jyct, dengan rumus :

$$t = \text{Abs} (LMT + e - (BT^d - BT^x) : 15 - 12) \times 15 \text{ atau } t = \text{Abs} (LMT + e + (BB^d - BB^x) : 15 - 12) \times 15.$$

21. Menghitung nilai arah Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (A) dengan rumus :

$$\text{Cotan } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t.$$

22. Menghitung azimut Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (AzM) dengan rumus :

- a. Jika A = UT (+), maka AzM = A.
- b. Jika A = ST (-), maka AzM = A + 180° .
- c. Jika A = SB (-), maka AzM = 180° - A.
- d. Jika A = UB (+), maka AzM = 360° - A.

23. Menghitung nilai beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA) dengan rumus AzK - AzM dengan catatan bilamana nilai BA negatif maka tambahkan 360°.

118

### 3. Pengujian Rumus

1. Pengujian pertama dilaksanakan pada hari Kamis 11 April 2019 M pukul 14.00 WIB (sesudah merpass) :

<sup>117</sup> *Ibid*, hlm 37.

<sup>118</sup> *Ibid*, hlm 38.

Tabel 3.1 Data Input Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan Azimut Matahari tanpa Kelebihan menit dan detik

$$\text{Lintang tempat } (\phi^x) = -6^\circ 59' 2,48'' \quad \text{Lintang Kakbah } (\phi^k) = 21^\circ 25' 21,03''$$

$$\text{Bujur tempat } (BT^x) = 110^\circ 26' 45,94'' \quad \text{Bujur Kakbah } (BT^k) = 39^\circ 49' 34,33''$$

Deklinasi Matahari ( $\delta^m$ )	<i>Equation Of Time</i> (e)
Pukul 14.00 WIB/ 07 GMT : 8° 14' 10''	Pukul 14.00 WIB/ 07 GMT : - 0j 1m 10d
Pukul 15.00 WIB/ 08 GMT : 8° 15' 5''	Pukul 15.00 WIB/ 08 GMT : - 0 1m 9d

1. Menghitung arah kiblat (B), azimut kiblat (AzK), arah Matahari (A), azimut Matahari (AzM), dan beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA) :

- a. Menghitung arah kiblat dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai C

$$C = BT^x - BT^k = 110^\circ 26' 45,94'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

$$C = 70^\circ 37' 11,61''$$

2. Menghitung arah kiblat (B)

$$\text{Cot } B = \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$$

$$\text{Cot } B = \tan 21^\circ 25' 21,03'' \times \cos -6^\circ 59' 2,48'' : \sin 70$$

$$^\circ 37' 11,61'' - \sin -6^\circ 59' 2,48'' : \tan 70^\circ 37' 11,61''$$

$$B = 65^\circ 30' 21,29'' \text{ UB (Utara Barat)}$$

- b.  $AzK = 360^\circ - B = 360^\circ - 65^\circ 30' 21,29''$

$$= 294^\circ 29' 38,71''$$

## c. Menghitung arah Matahari

## 1. Menghitung nilai t (sudut waktu Matahari)

$$t = (WD + e - (BT^d - BT^x)) : 15 - 12) \times 15$$

$$t = (14 + (-0j 1m 10d) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45,94'')) : 15 - 12) \times 15$$

$$= 35^\circ 9' 15.94''$$

## 2. Menghitung Arah Matahari

$$\text{Cot } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : t$$

$$\text{Cot } A = \tan 8^\circ 14' 10'' \times \cos -6^\circ 59' 2,48 : \sin 35^\circ 9' 15.94'' - \sin -6^\circ 59' 2,48 : \tan 35^\circ 9' 15.94''$$

$$A = 67^\circ 6' 40.7'' \text{ UB (Utara Barat)}$$

$$d. \text{ AzM} = 360^\circ - A, \text{ yaitu } 360^\circ - 67^\circ 6' 40.7''$$

$$= 292^\circ 53' 19.3''$$

$$e. \text{ BA} = \text{AzK} - \text{AzM}$$

$$\text{BA} = 294^\circ 29' 38.71'' - 292^\circ 53' 19.3''$$

$$= 1^\circ 36' 19.41''$$

2. Beda azimut kiblat dan azimut Matahari yang baru (BA) sebesar  $2^\circ$  tanpa kelebihan menit dan detik.

$$3. \text{ AzM} = \text{AzK} - \text{BA}$$

$$= 294^\circ 29' 38.71'' - 2^\circ$$

$$= 292^\circ 29' 38.71''$$

$$= -292^\circ 29' 38.71'' \text{ (karena } > 180^\circ \text{ maka dinegatifkan)}$$

$$4. \text{ Cotan } p = \tan \text{AzM} \sin \phi^x$$

$$\text{Cotan } p = \tan -292^\circ 29' 38.71'' \times \sin -6^\circ 59' 2.48''$$

$$= -73^\circ 38' 9.08''$$

5.  $\text{Cos}(t-p) = \cos p \tan \delta^m : \tan \phi^x$   
 $\text{Cos}(t-p) = \cos -73^\circ 38' 9.08'' \times \tan 8^\circ 14' 10'' : \tan -6^\circ 59' 2.48''$   
 $= 109^\circ 26' 41.65''$
6.  $t = (t-p) + p$   
 $t = 109^\circ 26' 41.65'' + (-73^\circ 38' 9.08'')$   
 $= 35^\circ 48' 32.57''$
7.  $\text{Jyct} = 12 + t : 15 - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15$   
 $\text{Jyct} = 12 + (35^\circ 48' 32.57'') : 15 - (-0j 1m 10d - (105^\circ - 110^\circ 26' 45.94'')) : 15 = \text{Pukul 14: 02 : 37.11 WIB}$
8.  $t = \text{Abs}(\text{LMT} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$   
 $t = \text{Abs}(14: 02 : 37.11 + (-0j 1m 10d) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45.94'')) : 15 - 12) \times 15 = 35^\circ 48' 32.57''$
9.  $\text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t : - \sin \phi^x : \tan t$   
 $\text{Cotan A} = \tan 8^\circ 14' 10'' \times \cos -6^\circ 59' 2.48'' ; \sin 35^\circ 48' 32.57'' - \sin -6^\circ 59' 2.48'' : \tan 35^\circ 48' 32.57''$   
 $\mathbf{A = 67^\circ 30' 21.29'' \text{ UB}}$
10.  $\text{AzM} = 360^\circ - A$ , yaitu  $360^\circ - 67^\circ 30' 21.29''$   
 $= 292^\circ 29' 38.71''$
11.  $\text{BA} = \text{AzK} - \text{AzM}$   
 $\text{BA} = 294^\circ 29' 38.71'' - 292^\circ 29' 38.71''$   
 $= 2^\circ$

## 12. Interpolasi deklinasi Matahari dan *equation of time*

Dengan menggunakan rumus :  $A = B + k \times (C-B)$

$(\delta^m)$  pukul 14.00 WIB / 07 GMT (B) =  $8^\circ 14' 10''$

$(\delta^m)$  pukul 15.00 WIB / 08 GMT (C) =  $8^\circ 15' 5''$

$$\text{Deklinasi interpolasi (A)} = 8^{\circ} 14' 12.40''$$

$$(e) \text{ pukul 14.00 WIB / 07 GMT (B)} = -0j 1m 10m$$

$$(e) \text{ pukul 15.00 WIB / 08 GMT (C)} = -0j 1m 9d$$

$$\text{Equation of time interpolasi (A)} = -0j 1m 9.96d$$

$$13. t = \text{Abs (LMT} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

$$t = \text{Abs (14: 02 : 37.11} + (-0j 1m 9.96d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15 = 35^{\circ} 48' 33.22''$$

$$14. \text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t$$

$$\text{Cotan A} = \tan 8^{\circ} 14' 12.40'' \cos -6^{\circ} 59' 2.48'' : \sin 35^{\circ}$$

$$48' 33.22'' - \sin -6^{\circ} 59' 2.48'' : \tan 35^{\circ} 48' 33.22''$$

$$\mathbf{A = 67^{\circ} 30' 18.13'' \text{ UB (Utara Barat)}}$$

$$15. \text{AzM} = 360^{\circ} - A, \text{ maka } \text{AzM} = 360^{\circ} - 67^{\circ} 30' 18.13''$$

$$= 292^{\circ} 29' 41.87''$$

$$16. \text{BA} = \text{AzK} - \text{AzM}$$

$$\text{B A} = 294^{\circ} 29' 38.71'' - 292^{\circ} 29' 41.87''$$

$$= 1^{\circ} 59' 56.84''$$

$$17. \text{Cos (t-p)} = \cos p \tan \delta : \tan \phi^x$$

$$\text{Cos (t-p)} = \cos -73^{\circ} 38' 9.08'' \times \tan 8^{\circ} 14' 12.40'' : \tan$$

$$-6^{\circ} 59' 2.48'' = 109^{\circ} 26' 47.63''$$

$$18. t = (t-p) + p.$$

$$t = 109^{\circ} 26' 47.63'' + (-73^{\circ} 38' 9.08'')$$

$$= 35^{\circ} 48' 38.55'' \text{ (positif karena sesudah merpass)}$$

$$19. \text{Jyct} = 12 + t : 15 - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15$$

$$\text{Jyct} = 12 + (35^{\circ} 48' 38.55'') : 15 - (-0j 1m 9.96d) -$$

$$(105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15$$

$$\text{Jyct} = \text{pukul 14: 02 : 37.46}$$

$$20. t = \text{Abs} (\text{LMT} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

$$t = \text{Abs} (14: 02 : 37.46 + (-0j 1m 9.96d) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15$$

$$= 35^\circ 48' 38.55''$$

$$21. \text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t.$$

$$\text{Cotan A} = \tan 8^\circ 14' 12.40'' \cos -6^\circ 59' 2,48'' : \sin 35^\circ 48' 38.55'' - \sin -6^\circ 59' 2,48'' - \tan 35^\circ 48' 38.55''$$

$$= 67^\circ 30' 21.29'' \text{ (UB)}$$

$$22. \text{AzM} = 360^\circ - A, \text{ yaitu } 360^\circ - 67^\circ 30' 21.29''$$

$$= 292^\circ 29' 38.71''$$

$$23. \text{AzK} - \text{AzM} = 294^\circ 29' 38.71'' - 292^\circ 29' 38.71''$$

$$= 2^\circ$$

Pada hari Kamis tanggal 11 April 2019 Pukul 14:02:37.46 WIB, menggunakan alat teodolit diarahkan ke bilangan  $2^\circ$  telah mendapatkan arah kiblat yang sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

2. Pengujian kedua dilaksanakan pada hari Jumat 12 April 2019 M pada pukul

09.00 WIB (sebelum *merpass*)

Tabel 3.2 Data Input Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan

Azimut Matahari tanpa Kelebihan menit dan detik

$$\text{Lintang tempat } (\phi^x) = -6^\circ 59' 2,48'' \quad \text{Lintang Kakbah } (\phi^k) = 21^\circ 25' 21,03''$$

$$\text{Bujur tempat } (\text{BT}^x) = 110^\circ 26' 45,94'' \quad \text{Bujur Kakbah } (\text{BT}^k) = 39^\circ 49' 34,33''$$

$$\text{Deklinasi Matahari } (\delta^m) \quad \text{Equation Of Time (e) Pukul 09.00 WIB/ 02 GMT} : -$$

Pukul 09.00 WIB/ 02 GMT : 0j 0m 57d

$8^{\circ} 31' 36''$

Pukul 10.00 WIB/ 03 GMT : -

Pukul 10.00 WIB/ 03 GMT : 0 0m 57d

$8^{\circ} 32' 31''$

1. Menghitung arah kiblat (B), azimuth kiblat (AzK), arah Matahari (A), azimuth Matahari (AzM), dan beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari (BA)

:

- a. Menghitung arah kiblat dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai C

$$C = BT^x - BT^k = 110^{\circ} 26' 45,94'' - 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$C = 70^{\circ} 37' 11,61''$$

2. Menghitung arah kiblat (B)

$$\text{Cot } B = \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$$

$$\text{Cot } B = \tan 21^{\circ} 25' 21,03'' \times \cos -6^{\circ} 59' 2,48'' : \sin 70^{\circ}$$

$$37' 11,61'' - \sin -6^{\circ} 59' 2,48'' : \tan 70^{\circ} 37' 11,61''$$

$$B = 65^{\circ} 30' 21,29'' \text{ UB (Utara Barat)}$$

- b. Menghitung azimuth kiblat (AzK)

$$360^{\circ} - B = 360^{\circ} - 65^{\circ} 30' 21,29'' = 294^{\circ} 29' 38,71''$$

- c. Menghitung arah Matahari

1. Menghitung nilai t (sudut waktu Matahari) :

$$t = (WD + e - (BT^d - BT^x)) : 15 - 12) \times 15$$

$$t = (9 + (-0j 0m 57d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45,94'')) : 15 -$$

$$12) \times 15 = 39^{\circ} 47' 29,06''$$

2. Menghitung arah Matahari

$$\text{Cot } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : t$$

$$\begin{aligned} \text{Cot } A &= \tan 8^{\circ} 31' 36'' \times \cos -6^{\circ} 59' 2,48 : \sin 39^{\circ} \\ &47' 29,06'' - \sin -6^{\circ} 59' 2,48 : \tan 39^{\circ} 47' 29,06'' \end{aligned}$$

$$A = 69^{\circ} 16' 4,43''$$

d.  $Az_M = A$ , yaitu  **$69^{\circ} 16' 4,43''$**

e.  $BA = Az_K - Az_M$

$$BA = 294^{\circ} 29' 38,71'' - 69^{\circ} 16' 4,43'' = \mathbf{225^{\circ} 13' 34,28''}$$

2. Beda azimut kiblat dan azimut Matahari yang baru (BA) sebesar  **$225^{\circ}$**  tanpa kelebihan menit dan detik.

3.  $Az_M = Az_K - BA$

$$= 294^{\circ} 29' 38,71'' - 225^{\circ} = 69^{\circ} 29' 38,71''$$

$$= \mathbf{69^{\circ} 29' 38,71''}$$

4.  $\text{Cotan } p = \tan Az_M \sin \phi^x$

$$\text{Cotan } p = \tan 69^{\circ} 29' 38,71'' \times \sin -6^{\circ} 59' 2,48''$$

$$= \mathbf{-71^{\circ} 59' 38,71''}$$

5.  $\text{Cos } (t-p) = \cos p \tan \delta^m : \tan \phi^x$

$$\text{Cos } (t-p) = \cos -71^{\circ} 59' 38,71'' \times \tan 8^{\circ} 31' 36'' : \tan -6^{\circ} 59'$$

$$2,48 = \mathbf{112^{\circ} 14' 4,86''}$$

6.  $t = (t-p) + p$

$$t = 112^{\circ} 14' 4,86'' + (-71^{\circ} 59' 38,71'')$$

$$= \mathbf{-40^{\circ} 14' 40,69''}$$
 (negatif karena sebelum *merpass*)

7.  $J_{yct} = 12 + t : 15 - e + (BT^d - BT^x) : 15$

$$J_{yct} = 12 + (-40^{\circ} 14' 40,69'') : 15 - (-0j 0m 57d - (105^{\circ} -$$

$$110^{\circ} 26' 45,94'') : 15 = \mathbf{\text{Pukul } 08: 58 : 11,22 \text{ WIB}}$$

8.  $t = \text{Abs } (LMT + e - (BT^d - BT^x) : 15 - 12) \times 15$

$$t = \text{Abs} (08: 58 : 11.22 + (-0j 0m 57d) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15 = \mathbf{40^\circ 14' 40.69''}$$

$$9. \text{ Cotan } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t : - \sin \phi^x : \tan t$$

$$\text{Cotan } A = \tan 8^\circ 31' 36'' \times \cos -6^\circ 59' 2,48'' ; \sin 40^\circ 14' 40.69'' - \sin -6^\circ 59' 2,48'' : \tan 40^\circ 14' 40.69''$$

$$A = \mathbf{69^\circ 29' 38.71'' \text{ UT}}$$

$$10. \text{ AzM} = A \text{ yaitu } \mathbf{69^\circ 29' 38.71''}$$

$$11. \text{ BA} = \text{AzK} - \text{AzM}$$

$$\text{BA} = 294^\circ 29' 38.71'' - 69^\circ 29' 38.71'' = \mathbf{225^\circ}$$

#### 12. Interpolasi deklinasi Matahari dan *equation of time*

Dengan menggunakan rumus :  $A = B + k \times (C - B)$

$$(\delta^m) \text{ pukul } 09.00 \text{ WIB / } 02 \text{ GMT (B)} = 8^\circ 31' 36''$$

$$(\delta^m) \text{ pukul } 10.00 \text{ WIB / } 03 \text{ GMT (C)} = 8^\circ 32' 31''$$

$$\mathbf{\text{Deklinasi interpolasi (A)} = 8^\circ 32' 29.34''}$$

$$(e) \text{ pukul } 09.00 \text{ WIB / } 02 \text{ GMT (B)} = -0j 0m 57m$$

$$(e) \text{ pukul } 10.00 \text{ WIB / } 03 \text{ GMT (C)} = -0j 0m 57d$$

$$\mathbf{\text{Equation of time interpolasi (A)} = -0j 0m 57d}$$

$$13. t = \text{Abs} (\text{LMT} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

$$t = \text{Abs} (08: 52 : 11.22 + (-0j 0m 57d) - (105^\circ - 110^\circ 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15 = \mathbf{40^\circ 14' 40.69''}$$

$$14. \text{ Cotan } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t$$

$$\text{Cotan } A = \tan 8^\circ 32' 29.34'' \cos -6^\circ 59' 2,48'' : \sin 40^\circ 14' 40.69'' - \sin -6^\circ 59' 2,48'' : \tan 40^\circ 14' 40.69''$$

$$A = \mathbf{69^\circ 28' 25.21'' \text{ UT (Utara Timur)}}$$

$$15. \text{ Azm} = A, \text{ yaitu } \mathbf{69^\circ 28' 25.21''}$$

$$16. BA = AzK - AzM$$

$$BA = 294^{\circ} 29' 38.71'' - 69^{\circ} 28' 25.21'' \\ = \mathbf{225^{\circ} 1' 13.50''}$$

$$17. \text{Cos (t-p)} = \cos p \tan \delta : \tan \phi^x$$

$$\text{Cos (t-p)} = \cos -71^{\circ} 59' 38.71'' \times \tan 8^{\circ} 32' 29.34'' : \tan -6^{\circ} 59' 2,48$$

$$\mathbf{\text{Cos (t-p)} = 112^{\circ} 16' 33.59''}$$

$$18. t = (t-p) + p.$$

$$t = 112^{\circ} 16' 33.59'' + (-71^{\circ} 59' 38.71'') \\ = 40^{\circ} 17' 9.42''$$

$$= \mathbf{-40^{\circ} 17' 9.42''}$$
 (dinegatifkan karena sebelum

*merpass*)

$$19. J_{yct} = 12 + t : 15 - e + (BT^d - BT^x) : 15$$

$$J_{yct} = 12 + (-40^{\circ} 17' 9.42'') : 15 - (-0j 0m 57d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 = \mathbf{\text{pukul } 08: 58 : 1.31}$$

$$20. t = \text{Abs (LMT} + e - (BT^d - BT^x) : 15 - 12) \times 15$$

$$t = \text{Abs (08: 58 : 1.31} + (-0j 0m 57d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15 = \mathbf{40^{\circ} 17' 9.42''}$$

$$21. \text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t$$

$$\text{Cotan A} = \tan 8^{\circ} 32' 29.34'' \cos -6^{\circ} 59' 2,48 : \sin 40^{\circ} 17' 9.42'' - \sin -6^{\circ} 59' 2,48 - \tan 40^{\circ} 17' 9.42'' \\ = \mathbf{69^{\circ} 29' 38.71'' (UT)}$$

$$22. AzM = A, \text{ yaitu } \mathbf{69^{\circ} 29' 38.71''}$$

$$23. AzK - AzM = 294^{\circ} 29' 38.71'' - 69^{\circ} 29' 38.71'' = \mathbf{225^{\circ}}$$

Pada hari Jumat tanggal 12 April 2019 Pukul 08:58:1.31 WIB,

menggunakan alat teodolit diarahkan ke bilangan  $225^\circ$  telah mendapatkan arah kiblat yang sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

3. Pengujian ketiga dilaksanakan pada hari Ahad 14 April 2019 M pada pukul 10.00 WIB (sebelum *merpass*)

### 3.3 Data Input Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan Azimut

Matahari tanpa Kelebihan menit dan detik

$$\begin{array}{ll} \text{Lintang tempat } (\phi^x) = -6^\circ 59' & \text{Lintang Kakbah } (\phi^k) = 21^\circ 25' \\ 2,48'' & 21,03'' \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Bujur tempat } (BT^x) = & \text{Bujur Kakbah } (BT^k) = 39^\circ 49' \\ 110^\circ 26' 45,94'' & 34,33'' \end{array}$$

Deklinasi Matahari ( $\delta^m$ )		Equation Of Time (e)
Pukul 10.00 WIB/ 03 GMT : $9^\circ 16' 9''$	:	Pukul 10.00 WIB/ 03 GMT : - 0j 0m 26d
Pukul 11.00 WIB/ 04 GMT : $9^\circ 17' 3''$	:	Pukul 11.00 WIB/ 04 GMT : - 0 0m 25d

1. Menghitung arah kiblat (B), azimut kiblat (AzK), arah Matahari (A), azimut Matahari (AzM), dan beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA)

:

- a. Menghitung arah kiblat dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai C

$$C = BT^x - BT^k = 110^\circ 26' 45,94'' - 39^\circ 49' 34,33''$$

$$C = 70^\circ 37' 11,61''$$

2. Menghitung arah kiblat (B)

$$\text{Cot B} = \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$$

$$\begin{aligned} \text{Cot B} &= \tan 21^{\circ} 25' 21,03'' \times \cos -6^{\circ} 59' 2,48'' : \sin 70^{\circ} \\ &37' 11,61'' - \sin -6^{\circ} 59' 2,48'' : \tan 70^{\circ} 37' 11,61'' \end{aligned}$$

$$\mathbf{B = 65^{\circ} 30' 21.29'' \text{ UB (Utara Barat)}}$$

b. Menghitung azimut kiblat (AzK)

$$360^{\circ} - B = 360^{\circ} - 65^{\circ} 30' 21,29'' = \mathbf{294^{\circ} 29' 38,71''}$$

c. Menghitung arah Matahari

1. Menghitung nilai t (sudut waktu Matahari) :

$$t = (\text{WD} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

$$\begin{aligned} t &= (10 + (-0j 0m 26d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45,94'') : 15 \\ &- 12) \times 15 = \mathbf{24^{\circ} 39' 44,06''} \end{aligned}$$

2. Menghitung arah Matahari

$$\text{Cot A} = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : t$$

$$\begin{aligned} \text{Cot A} &= \tan 9^{\circ} 16' 9'' \times \cos -6^{\circ} 59' 2,48'' : \sin 24^{\circ} 39' \\ &44,06'' - \sin -6^{\circ} 59' 2,48'' : \tan 24^{\circ} 39' 44,06'' \end{aligned}$$

$$\mathbf{A = 56^{\circ} 51' 13,45''}$$

d. AzM - A, yaitu  $\mathbf{56^{\circ} 51' 13,45''}$

e. BA = AzK - AzM

$$\text{BA} = 294^{\circ} 29' 38,71'' - 56^{\circ} 51' 13,45'' = \mathbf{237^{\circ} 38' 25,26''}$$

2. Beda azimut kiblat dan azimut Matahari yang baru (BA) sebesar  $\mathbf{238^{\circ}}$  tanpa kelebihan menit dan detik.

3. AzM = AzK - BA

$$= 294^{\circ} 29' 38,71'' - 238^{\circ} = 56^{\circ} 29' 38,71''$$

$$= \mathbf{56^{\circ} 29' 38,71''}$$

4. Cotan p = tan AzM sin  $\phi^x$

$$\begin{aligned}\text{Cotan } p &= \tan 56^{\circ} 29' 38.71'' \times \sin -6^{\circ} 59' 2.48'' \\ &= \mathbf{-79^{\circ} 35' 33.91''}\end{aligned}$$

$$5. \text{ Cos (t-p) } = \cos p \tan \delta^m : \tan \phi^x$$

$$\begin{aligned}\text{Cos (t-p)} &= \cos -79^{\circ} 35' 33.91'' \times \tan 9^{\circ} 16' 9'' : \tan -6^{\circ} 59' \\ 2.48 &= \mathbf{103^{\circ} 55' 32.65''}\end{aligned}$$

$$6. t = (t-p) + p$$

$$\begin{aligned}t &= 103^{\circ} 55' 32.65'' + (-79^{\circ} 35' 33.91'') \\ &= \mathbf{-24^{\circ} 19' 58.75''} \text{(negatif karena sebelum } \textit{merpass} \text{ )}\end{aligned}$$

$$7. \text{ Jyct } = 12 + t : 15 - e + (BT^d - BT^x) : 15$$

$$\begin{aligned}\text{Jyct} &= 12 + (-24^{\circ} 19' 58.75'') : 15 - (-0j 0m 26d - (105^{\circ} - \\ 110^{\circ} 26' 45.94'')) : 15 &= \mathbf{\text{Pukul 10: 1 : 19.02 WIB}}\end{aligned}$$

$$8. t = \text{Abs (LMT} + e - (BT^d - BT^x) : 15 - 12) \times 15$$

$$\begin{aligned}t &= \text{Abs (10: 01 : 19.02} + (-0j 0m 26d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} \\ 26' 45.94'')) : 15 - 12) \times 15 &= \mathbf{24^{\circ} 19' 58.75''}\end{aligned}$$

$$9. \text{ Cotan A } = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t : - \sin \phi^x : \tan t$$

$$\begin{aligned}\text{Cotan A} &= \tan 9^{\circ} 16' 9'' \times \cos -6^{\circ} 59' 2.48'' ; \sin 24^{\circ} 19' 58.75'' \\ - \sin -6^{\circ} 59' 2.48'' : \tan 24^{\circ} 19' 58.75'' &\end{aligned}$$

$$A = \mathbf{56^{\circ} 29' 38.71'' \text{ UT}}$$

$$10. \text{ AzM} = A, \text{ yaitu } \mathbf{56^{\circ} 29' 38.71''}$$

$$11. \text{ BA} = \text{AzK} - \text{AzM}$$

$$\text{BA} = 294^{\circ} 29' 38.71'' - 56^{\circ} 29' 38.71'' = \mathbf{238^{\circ}}$$

12. Interpolasi deklinasi Matahari dan *equation of time*

Dengan menggunakan rumus :  $A = B + k \times (C - B)$

$$(\delta^m) \text{ pukul 10.00 WIB / 03 GMT (B) } = 9^{\circ} 16' 9''$$

$$(\delta^m) \text{ pukul 11.00 WIB / 04 GMT (C) } = 9^{\circ} 17' 3''$$

$$\text{Deklinasi interpolasi (A)} = 9^{\circ} 17' 1.37''$$

$$(e) \text{ pukul 10.00 WIB / 03 GMT (B)} = -0j 0m 26m$$

$$(e) \text{ pukul 11.00 WIB / 04 GMT (C)} = -0j 0m 25d$$

$$\text{Equation of time interpolasi (A)} = -0j 0m 25.98d$$

$$13. t = \text{Abs} (\text{LMT} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

$$t = \text{Abs} (10: 01 : 19.02 + (-0j 0m 25.98d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15$$

$$= 24^{\circ} 19' 58.42''$$

$$14. \text{Cotan A} = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t$$

$$\text{Cotan A} = \tan 9^{\circ} 17' 1.37'' \cos -6^{\circ} 59' 2.48' : \sin 24^{\circ} 19' 58.42'' - \sin -6^{\circ} 59' 2.48'' : \tan 24^{\circ} 19' 58.42''$$

$$\text{A} = 56^{\circ} 29' 36.31'' \text{ UT (Utara Timur)}$$

$$15. \text{AzM} = \text{A, yaitu } 56^{\circ} 29' 36.31''$$

$$16. \text{BA} = \text{AzK} - \text{AzM}$$

$$\text{BA} = 294^{\circ} 29' 38.71'' - 56^{\circ} 29' 36.31''$$

$$= 238^{\circ} 0' 2.40''$$

$$17. \text{Cos (t-p)} = \cos p \tan \delta : \tan \phi^x$$

$$\text{Cos (t-p)} = \cos -79^{\circ} 35' 33.91'' \times \tan 9^{\circ} 17' 1.37'' : \tan -6^{\circ} 59' 2.48''$$

$$= 103^{\circ} 55' 34.50''$$

$$18. t = (t-p) + p$$

$$t = 103^{\circ} 55' 34.50'' + (-79^{\circ} 35' 33.91'')$$

$$= 24^{\circ} 20' 0.60''$$

$$= -24^{\circ} 20' 0.60'' \text{ (dinegatifkan karena sebelum merpass)}$$

$$19. \text{Jyct} = 12 + t : 15 - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15$$

$$\begin{aligned}
 J_{\text{yct}} &= 12 + (-24^{\circ} 20' 0.60'') : 15 - (-0j 0m 25.98d) - \\
 &(105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 = \text{pukul } \mathbf{10:01:18.88} \\
 20. t &= \text{Abs} (LMT + e - (BT^d - BT^x) : 15 - 12) \times 15 \\
 t &= \text{Abs} (10:01:18.88 + (-0j 0m 25.98d) - (105^{\circ} - \\
 &110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15 = \mathbf{24^{\circ} 20' 0.60''} \\
 21. \text{Cotan A} &= \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t \\
 \text{Cotan A} &= \tan 9^{\circ} 17' 1.37'' \cos -6^{\circ} 59' 2.48'' : \sin 24^{\circ} \\
 &20' 0.60'' - \sin -6^{\circ} 59' 2.48'' - \tan 24^{\circ} 20' 0.60'' \\
 &= \mathbf{56^{\circ} 29' 38.71'' (UT)} \\
 22. \text{AzM} = A, \text{ yaitu } &\mathbf{56^{\circ} 29' 38.71''} \\
 23. \text{AzK} - \text{AzM} &= 294^{\circ} 29' 38.71'' - 56^{\circ} 29' 38.71'' \\
 &= \mathbf{238^{\circ}}
 \end{aligned}$$

Pada hari Ahad tanggal 14 April 2019 Pukul 10:01:18.88 WIB, menggunakan alat teodolit diarahkan ke bilangan 238° telah mendapatkan arah kiblat yang sama dengan Masjid Agung Jawa Tengah.

4. Pengujian keempat dilaksanakan pada hari Ahad 14 April 2019 M pada pukul 15.00 WIB (sesudah *merpass*)

#### 3.4 Data Input Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan Azimut

Matahari tanpa Kelebihan menit dan detik

$$\begin{array}{ll}
 \text{Lintang tempat } (\phi^x) = -6^{\circ} 59' & \text{Lintang Kakbah } (\phi^k) = 21^{\circ} 25' \\
 2,48'' & 21,03''
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{Bujur tempat } (BT^x) = & \text{Bujur Kakbah } (BT^k) = 39^{\circ} 49' \\
 110^{\circ} 26' 45,94'' & 34.33''
 \end{array}$$

Deklinasi Matahari

*Equation Of Time* (e)

$(\delta^m)$	Pukul 15.00 WIB/ 08 GMT	: -
Pukul 15.00 WIB/ 08 GMT	: 0j 0m 23d	
$9^{\circ} 20' 40''$		
	Pukul 16.00 WIB/ 09 GMT	: -
Pukul 16.00 WIB/ 09 GMT	: 0j 0m 22d	
$9^{\circ} 21' 34''$		

1. Menghitung arah kiblat (B), azimuth kiblat (AzK), arah Matahari (A), azimuth Matahari (AzM), dan beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari (BA):

a. Menghitung arah kiblat dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai C

$$C = BT^x - BT^k = 110^{\circ} 26' 45,94'' - 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$C = 70^{\circ} 37' 11.61''$$

2. Menghitung arah kiblat (B)

$$\text{Cot } B = \tan \phi^k \cos \phi^x : \sin C - \sin \phi^x : \tan C$$

$$\text{Cot } B = \tan 21^{\circ} 25' 21,03'' \times \cos -6^{\circ} 59' 2,48'' : \sin 70^{\circ} 37' 11.61'' - \sin -6^{\circ} 59' 2,48'' : \tan 70^{\circ} 37' 11.61''$$

$$B = 65^{\circ} 30' 21.29'' \text{ UB (Utara Barat)}$$

b. Menghitung azimuth kiblat (AzK)

$$360^{\circ} - B = 360^{\circ} - 65^{\circ} 30' 21.29'' = 294^{\circ} 29' 38.71''$$

c. Menghitung arah Matahari

1. Menghitung nilai t (sudut waktu Matahari) :

$$t = (WD + e - (BT^d - BT^x)) : 15 - 12) \times 15$$

$$t = (14 + (-0j 0m 23d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45,94'')) : 15 - 12) \times 15 = 50^{\circ} 21' 0.94''$$

2. Menghitung arah Matahari

$$\text{Cot } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : t$$

$$\begin{aligned} \text{Cot } A &= \tan 9^\circ 20' 40'' \times \cos -6^\circ 59' 2,48 : \sin 50^\circ \\ &21' 0,94'' - \sin -6^\circ 59' 2,48 : \tan 50^\circ 21' 0,94'' \end{aligned}$$

$$A = 72^\circ 37' 30,63'' \text{ UB (Utara Barat)}$$

$$\text{d. AzM} - A, \text{ yaitu } 360^\circ - 72^\circ 37' 30,63'' = 287^\circ 22' 29,37''$$

$$\text{e. BA} = \text{AzK} - \text{AzM}$$

$$\text{BA} = 294^\circ 29' 38,71'' - 287^\circ 22' 29,37'' = 7^\circ 7' 9,34''$$

2. Beda azimut kiblat dan azimut Matahari yang baru (BA) sebesar  $7^\circ$  tanpa kelebihan menit dan detik.

$$3. \text{AzM} = \text{AzK} - \text{BA}$$

$$= 294^\circ 29' 38,71'' - 7^\circ$$

$$= 292^\circ 29' 38,71''$$

$$= -287^\circ 29' 38,71'' \text{ (karena } > 180^\circ \text{ maka}$$

dinegatifkan)

$$4. \text{Cotan } p = \tan \text{AzM} \sin \phi^x$$

$$\text{Cotan } p = \tan -287^\circ 29' 38,71'' \times \sin -6^\circ 59' 2,48''$$

$$= -68^\circ 54' 15,57''$$

$$5. \text{Cos (t-p)} = \cos p \tan \delta^m : \tan \phi^x$$

$$\text{Cos (t-p)} = \cos -68^\circ 54' 15,57'' \times \tan 9^\circ 20' 40'' : \tan -6^\circ 59'$$

$$2,48 = 118^\circ 54' 46,36''$$

$$6. t = (t-p) + p$$

$$t = 118^\circ 54' 46,36'' + (-68^\circ 54' 15,57'')$$

$$= 50^\circ 0' 30,79''$$

$$7. \text{Jyct} = 12 + t : 15 - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15$$

- $$J_{\text{yct}} = 12 + (50^{\circ} 0' 30.79'') : 15 - (-0j 0m 23d - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 = \text{Pukul 14: 58 : 37.99 WIB}$$
8.  $t = \text{Abs} (\text{LMT} + e - (\text{BT}^{\text{d}} - \text{BT}^{\text{x}}) : 15 - 12) \times 15$
- $$t = \text{Abs} (14: 58 : 37.99 + (-0j 0m 23d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15 = 50^{\circ} 0' 30.79''$$
9.  $\text{Cotan A} = \tan \delta^{\text{m}} \cos \phi^{\text{x}} : \sin t : - \sin \phi^{\text{x}} : \tan t$
- $$\text{Cotan A} = \tan 9^{\circ} 20' 40'' \times \cos -6^{\circ} 59' 2,48'' ; \sin 50^{\circ} 0' 30.79'' - \sin -6^{\circ} 59' 2,48'' : \tan 50^{\circ} 0' 30.79''$$
- $$\text{A} = 72^{\circ} 30' 21.29'' \text{ UB}$$
10.  $\text{Azm} - \text{A}$ , yaitu  $360^{\circ} - 72^{\circ} 30' 21.29'' = 287^{\circ} 29' 38.71''$
11.  $\text{BA} = \text{AzK} - \text{AzM}$
- $$= 294^{\circ} 29' 38.71'' - 287^{\circ} 29' 38.71'' = 7^{\circ}$$
12. Melakukan interpolasi deklinasi Matahari dan *equation of time*
- Dengan menggunakan rumus :  $A = B + k \times (C-B)$
- $$(\delta^{\text{m}}) \text{ pukul 09.00 WIB / 02 GMT (B)} = 9^{\circ} 20' 40''$$
- $$(\delta^{\text{m}}) \text{ pukul 10.00 WIB / 03 GMT (C)} = 9^{\circ} 21' 34''$$
- $$\text{Deklinasi interpolasi (A)} = 9^{\circ} 21' 32.37''$$
- $$(e) \text{ pukul 09.00 WIB / 02 GMT (B)} = -0j 0m 23m$$
- $$(e) \text{ pukul 10.00 WIB / 03 GMT (C)} = -0j 0m 22d$$
- $$\text{Equation of time interpolasi (A)} = -0j 0m 22.02d$$
13.  $t = \text{Abs} (\text{LMT} + e - (\text{BT}^{\text{d}} - \text{BT}^{\text{x}}) : 15 - 12) \times 15$
- $$t = \text{Abs} (14: 58 : 37.99 + (-0j 0m 22.02d) - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15 = 50^{\circ} 0' 45.45''$$
14.  $\text{Cotan A} = \tan \delta^{\text{m}} \cos \phi^{\text{x}} : \sin t - \sin \phi^{\text{x}} : \tan t$

$$\begin{aligned} \text{Cotan } A &= \tan 9^{\circ} 21' 32.37'' \cos -6^{\circ} 59' 2.48'' : \sin 50^{\circ} 0' \\ &45.45'' - \sin -6^{\circ} 59' 2.48'' : \tan 50^{\circ} 0' 45.45'' \end{aligned}$$

$$A = 72^{\circ} 29' 22.57'' \text{ UB (Utara Barat)}$$

$$\begin{aligned} 15. \text{AzM} &= 360^{\circ} - A, \text{ maka } \text{AzM} = 360^{\circ} - 72^{\circ} 29' 22.57'' \\ &= 287^{\circ} 30' 37.43'' \end{aligned}$$

$$16. \text{BA} = \text{AzK} - \text{AzM}$$

$$\text{BA} = 294^{\circ} 29' 38.71'' - 287^{\circ} 30' 37.43'' = 6^{\circ} 59' 1.28''$$

$$17. \text{Cos (t-p)} = \cos p \tan \delta : \tan \phi^x$$

$$\begin{aligned} \text{Cos (t-p)} &= \cos -68^{\circ} 54' 15.57'' \times \tan 9^{\circ} 21' 32.37'' : \tan -6^{\circ} \\ &59' 2.48'' = 118^{\circ} 57' 48.33'' \end{aligned}$$

$$18. t = (t-p) + p$$

$$\begin{aligned} t &= 118^{\circ} 57' 48.33'' + (68^{\circ} 54' 15.57'') \\ &= 50^{\circ} 3' 32.76'' \text{ (positif karena sesudah } \textit{merpass}) \end{aligned}$$

$$19. \text{Jyct} = 12 + t : 15 - e + (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15$$

$$\begin{aligned} \text{Jyct} &= 12 + (50^{\circ} 3' 32.76'') : 15 - (-0j 0m 22.02d) - \\ &(105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 \end{aligned}$$

$$\text{Jyct } t = \text{pukul } 14: 58: 49.14$$

$$20. t = \text{Abs (LMT} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$$

$$\begin{aligned} t &= \text{Abs } (14: 58 : 49.14 + (-0j 0m 22.02d) - (105^{\circ} - \\ &110^{\circ} 26' 45.94'') : 15 - 12) \times 15 = 50^{\circ} 3' 32.76'' \end{aligned}$$

$$21. \text{Cotan } A = \tan \delta^m \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan } A &= \tan 9^{\circ} 21' 32.37'' \cos -6^{\circ} 59' 2.48'' : \sin 50^{\circ} 3' \\ &32.76'' - \sin -6^{\circ} 59' 2.48'' - \tan 50^{\circ} 3' 32.76'' \\ &= 72^{\circ} 30' 21.29'' \text{ (UB)} \end{aligned}$$

$$22. \text{AzM} = 360^{\circ} - A, \text{ yaitu } 360^{\circ} - 72^{\circ} 30' 21.29'' = 287^{\circ} 29' 38.71''$$

$$\begin{aligned} 23. \text{AzK} - \text{AzM} &= 294^{\circ} 29' 38.71'' - 287^{\circ} 29' 38.71'' \\ &= 7^{\circ} \end{aligned}$$

Pada hari Ahad tanggal 14 April 2019 Pukul 14:58:49.14 WIB, menggunakan alat teodolit diarahkan ke bilangan  $7^{\circ}$  telah mendapatkan arah kiblat yang sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

## BAB IV

### ANALISIS UJI AKURASI RUMUS MENGHITUNG BEDA AZIMUT KIBLAT DAN AZIMUT MATAHARI KARYA SLAMET HAMABALI

#### A. Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan Azimut Matahari Karya Slamet Hambali

Sebagaimana diuraikan pada BAB III, rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya Slamet Hambali memiliki 23 (dua puluh tiga) langkah. 23 (dua puluh tiga) langkah tersebut terbagi menjadi 3 (tiga) tahapan atau kelompok, dari yang bersifat biasa hingga bersifat *haqiqi bi-tahqiq*.<sup>119</sup>

*Pertama*, perhitungan yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari yang masih menghasilkan menit dan detik. *Kedua*, perhitungan yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik namun masih bersifat *haqiqi taqribi*. Dikatakan *haqiqi taqribi* karena perhitungannya masih menggunakan pendekatan-pendekatan kasar (mendekati teliti), hal tersebut karena deklinasi Matahari dan *equation of time* berdasarkan pada jam awal perhitungan dan tanpa menggunakan interpolasi. *Ketiga*, Perhitungan yang sudah menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik dan bersifat *haqiqi bi-tahqiq* (teliti atau akurat), karena sudah menggunakan deklinasi Matahari dan *equation of time* yang sudah diinterpolasi.

Dari tiga tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

---

<sup>119</sup> Slamet Hambali, *Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan azimut Mathari Tanpa Kelebihan Menit*, Laporan Penelitian Individual UIN Walisongo Semarang (Semarang:2018) hlm. 144.

1. Perhitungan yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari yang masih menghasilkan menit dan detik adalah langkah pertama, yaitu menghitung arah kiblat (B), menghitung azimut kiblat (AzK), menghitung arah Matahari (A), dan menghitung azimut Matahari (AzM).
2. Perhitungan yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik namun masih bersifat *haqiqi taqribi*. Perhitungan ini mulai dari langkah kedua sampai dengan langkah ke sebelas, yaitu :
  - a. Menetapkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit yang diinginkan (BA), tentu kisaran hasil perhitungan dari langkah pertama.
  - b. Menentukan nilai azimut Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (AzM)
  - c. Menentukan nilai sudut proses (p) dengan rumus.
  - d. Menentukan nilai sudut waktu dikurangi nilai sudut proses (t-p)
  - e. Menentukan nilai sudut waktu (t)
  - f. Menentukan jam terjadinya beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik
  - g. Menghitung ulang sudut waktu Matahari yang diinginkan (t) berdasarkan jyt.
  - h. Menghitung nilai arah Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (A).
  - i. Menghitung azimut Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (AzM).
  - j. Menghitung nilai beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA).
3. Perhitungan yang sudah menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik dan bersifat *haqiqi bi-tahqiq*. Dalam hal ini perhitungan dari langkah ke 12 hingga langkah terakhir, yaitu :

- a. Mempersiapkan deklinasi Matahari dan *equation of time* berdasarkan hasil jyt.
- b. Menghitung ulang sudut waktu Matahari yang diinginkan (t) berdasarkan jyt.
- c. Menghitung ulang nilai arah Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit.
- d. Menghitung ulang azimut Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit.
- e. Menghitung ulang nilai beda azimut kiblat dan azimut Matahari.
- f. Menentukan ulang nilai sudut waktu dikurangi nilai sudut proses (t-p).
- g. Menentukan ulang nilai sudut waktu (t).
- h. Menentukan jam terjadinya beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit atau jam yang dicari (jyct).
- i. Menghitung ulang sudut waktu Matahari yang diinginkan (t) berdasarkan Jyct.
- j. Menghitung nilai arah Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (A)
- k. Menghitung azimut Matahari yang menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit (AzM).
- l. Menghitung nilai beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA).

Rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari karya Slamet Hambali memiliki rumus umum dan baku. Rumus umum diartikan sebagai rumus yang sama dengan rumus yang berlaku pada umumnya, seperti menentukan arah kiblat, azimut kiblat, arah Matahari dan azimut Matahari. Rumus baku diartikan sebagai rumus tambahan atau rumus yang dimodifikasi oleh Slamet Hambali, seperti rumus menentukan nilai sudut proses, sudut waktu, menentukan jam terjadinya beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik, serta menghitung beda

azimut. Rumus baku tersebut yang membedakan antara rumus karya Slamet Hambali dengan rumus biasanya.<sup>120</sup>

Apabila penulis amati, sesungguhnya rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari karya Slamet Hambali adalah untuk menentukan nilai sudut waktu saat nilai azimut Matahari menit dan detiknya agar sama dengan azimut kiblat. Ketika dimasukkan dalam perhitungan beda azimut dengan rumus  $BA = AzK - AzM$  maka akan menghasilkan beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik. Jika menit dan detik azimut Matahari lebih banyak dari menit dan detiknya azimut kiblat maka jam yang ditentukan akan mundur dari jam perhitungan awal. Penulis mengambil sampel data dari observasi yang penulis lakukan di Masjid Agung Jawa Tengah dengan uraian sebagai berikut:

Tabel 4.1 hasil observasi di Masjid Agung Jawa Tengah

Tanggal	Jam perhitungan awal	Beda Azimut Kiblat	Beda Azimut Matahari	Jam yang ditentukan
1 April 2019	14.00 WIB	2 94° 29'38.71 "	2 92° 53' 19.3"	14: 02:37.46 WIB
2 April 2019	09.00 WIB	2 94° 29'38.71 "	6 9° 16' 4.43"	08: 58:1.31 wib
4 April 2019	10.00 WIB	2 94° 29'38.71	5 6° 51' 13.45"	10: 01:18.88 WIB

<sup>120</sup> Slamet Hambali, *Wawancara*, Semarang, 21 Januari 2019, Pukul 12.30 WIB

		”		
1 4 April 2019	15. 00 WIB	2 94° 29’38.71 ”	2 87° 22’ 29.37”	14: 58:49.14 WIB

## **B. Analisis Akurasi Rumus Menghitung Azimut Kiblat dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit dan Detik Karya Slamet Hambali**

Kata akurat yang sering dipakai dalam hasil perhitungan hisab mempunyai arti teliti, seksama, cermat, tepat benar. Bilamana kata akurat itu digunakan untuk arah kiblat maka dapat dimaknai bahwa arah kiblat yang dimaksud ialah tepat benar, yaitu benar-benar mengarah ke arah Kakbah.<sup>121</sup>

Adapun tingkat akurat dalam pengukuran arah kiblat, penulis berpedoman pada pendapatnya Slamet Hambali yang cenderung membagi tingkatan akurat menjadi 4 (empat) kategori:

1. Sangat akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat berhasil memperoleh arah kiblat yang benar-benar tepat ke arah Kakbah.
2. Akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat selisih atau perbedaan tidak keluar dari kriteria Thomas Djamaluddin yang menjelaskan bahwa masih masuk dalam kategori akurat selama kemelencengan tidak lebih dari 0° 42’ 46,43”
3. Kurang akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat terjadi kemelencengan antara 0° 42’ 46,43” sampai dengan 22° 30’, karena jika kemelencengan arah kiblat mencapai 22° 30’ maka arah kiblat untuk wilayah indonesia akan cenderung ke arah barat lurus.

<sup>121</sup> Slamet Hambali, *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaa'ini Karya Slamet Hambali*, Laporan Penelitian Individual IAIN Walisongo Semarang, (Semarang:2014) , hlm. 49.

4. Tidak akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat terjadi diatas  $22^{\circ} 30'$ , karena jika kemelencengan terjadi lebih  $22^{\circ} 30'$ , maka arah kiblat untuk wilayah Indonesia akan cenderung ke arah selatan dari titik barat.<sup>122</sup>

Peneliti telah melakukan observasi langsung untuk membuktikan uji akurasi rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya Slamet Hamabli selama 4 kali, 2 kali sebelum merpass dan 2 kali sesudah merpass, yaitu pada tanggal 11-12 April 2019 dan 14 April 2019 bertempat di Masjid Agung Jawa Tengah.

Peneliti memilih Masjid Agung Jawa Tengah sebagai tempat penelitian sekaligus sebagai parameter rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya Slamet Hambali, dengan pertimbangan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah sudah teruji keakuratan arah kiblatnya.<sup>123</sup>

#### 1. Hasil pengujian pertama

Pengujian pertama dilaksanakan pada hari Kamis, 11 April 2019 pukul 14.00 WIB sesudah *merpass* menggunakan alat bantu teodolit Nikon NE-202 dengan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ ) =  $39^{\circ} 49' 34.33''$ , lintang Kakbah ( $\phi^k$ ) =  $21^{\circ} 25' 21.03''$ , bujur ( $BT^x$ ) Masjid Agung Jawa Tengah =  $110^{\circ} 26' 45.94''$ , lintang ( $\phi^x$ ) Masjid Agung Jawa Tengah =  $-6^{\circ} 59' 2.48''$ . pada jam

<sup>122</sup> *Ibid*, 49-53.

<sup>123</sup> Masjid Agung Jawa Tengah adalah salah satu masjid yang arah kiblatnya diukur menggunakan alat bantu teodolit telah menghasilkan arah kiblat yang akurat, hal ini terbukti ketika diadakan pengecekan melalui berbagai metode, antara lain : *Pertama*, melalui *Google Earth* (2010), arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah berimpit dengan garis kiblat *Google Earth*. *Kedua*, melalui rashdul kiblat global pada hari Jumat Legi, 28 Mei 2010, pukul 16.17.56 WIB bayangan tembok atau tiang atau apapun yang berdiri tegak lurus di Masjid Agung Jawa Tengah, saat itu berimpit dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah. *Ketiga*, melalui rashdul kiblat lokal pada hari Ahad Legi, 23 Mei 2010, pada pukul 16.03.45 bayangan tembok atau tiang atau apapun yang berdiri tegak lurus di Masjid Agung Jawa Tengah saat itu juga berimpit dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah. Lihat di Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta : Pustaka Ilmu, 2013), hlm. 63.

tersebut deklinasi Matahari ( $\delta^m$ ) sebesar  $8^{\circ} 14' 10''$  dan *Equation Of Time* (e) - 0j 1m 10d.

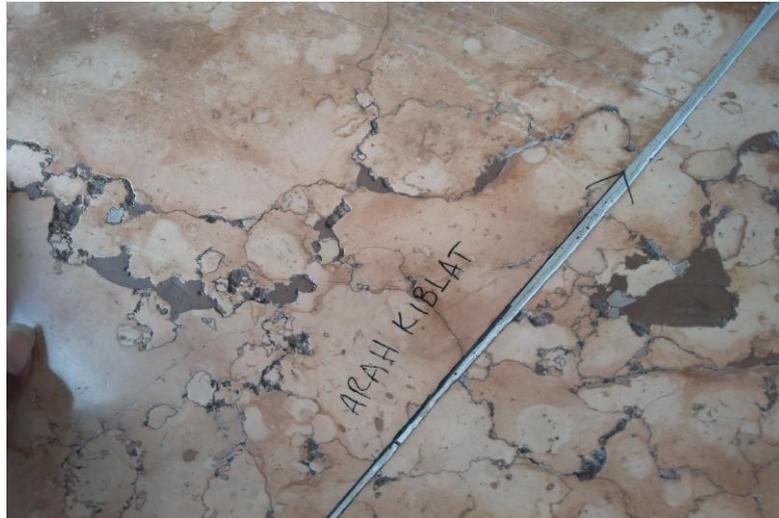
Dengan data- data tersebut diperoleh beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari sebesar  $1^{\circ} 36' 19.41''$  dari hasil perhitungan langkah pertama. Selanjutnya menetapkan beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik yang diinginkan sebesar  $2^{\circ}$ , kemudian menentukan jam terjadinya beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari dengan menggunakan langkah kedua sampai dengan langkah ke tujuh sehingga di peroleh hasil bahwa beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik sebesar  $2^{\circ}$  terjadi pukul Pukul 14: 02 : 37.11 WIB.

Langkah ke delapan sampai dengan langkah kesebelas sebagai pembuktian bahwa beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari  $2^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pada pukul 14: 02 : 37.11 WIB. Dari perhitungan ini masih bersifat *haqiqi taqribi* karena deklinasi Matahari dan *equation of time* berdasarkan pada jam awal belum dilakukan interpolasi, dengan langkah keduabelas dilakukan interpolasai deklinasi dan equation of time.

Selanjutnya langkah ketiga belas sampai dengan langkah kesembilan belas dilakukan perhitungan ulang menggunakan data deklinasi Matahari dan equation of time yang baru diperoleh hasil bahwa beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari  $2^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pukul 14: 02 : 37.46 WIB . Langkah kedua puluh sampai dengan langkah kedua puluh tiga membuktikan bahwa beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari  $2^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pada pukul 14: 02 : 37.46 WIB.

Pada jam 14: 02 : 37.46 WIB menggunakan alat teodolit di arahkan ke bilangan  $2^{\circ}$  telah mendapatkan arah kiblat yang sama dengan Masjid Agung

Jawa Tengah. Dalam pengujian pertama ini dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya slamet hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar berikut :



Sumber : Penulis

## 2. Hasil pengujian kedua

Pengujian kedua dilaksanakan pada hari Jumat, 12 April 2019 pukul 09.00 WIB (sebelum *merpass*) menggunakan alat bantu teodolit Nikon NE-202 dengan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ ) =  $39^{\circ} 49' 34.33''$ , lintang Kakbah ( $\phi^k$ ) =  $21^{\circ} 25' 21.03''$ , bujur ( $BT^x$ ) Masjid Agung Jawa Tengah =  $110^{\circ} 26' 45.94''$ , lintang ( $\phi^x$ ) Masjid Agung Jawa Tengah =  $-6^{\circ} 59' 2.48''$ . pada jam tersebut deklinasi Matahari ( $\delta^m$ ) sebesar  $8^{\circ} 31' 36''$  dan *Equation Of Time* ( $e$ ) - 0j 0m 57d.

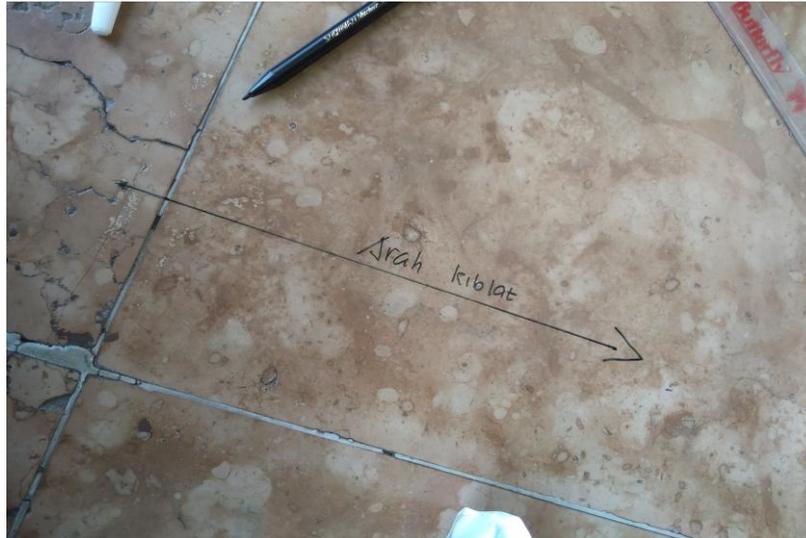
Dengan data- data tersebut diperoleh beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari sebesar  $225^{\circ} 13' 34.28''$  dari hasil perhitungan langkah pertama. Selanjutnya menetapkan beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik yang diinginkan sebesar  $225^{\circ}$ , kemudian menentukan jam terjadinya beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari dengan

menggunakan langkah kedua sampai dengan langkah ke tujuh sehingga di peroleh hasil bahwa beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik sebesar  $225^{\circ}$  terjadi pukul Pukul 08: 58 : 11.22 WIB.

Langkah ke delapan sampai dengan langkah kesebelas sebagai pembuktian bahwa beda azimut kiblat dan azimut Matahari  $225^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pada pukul 08: 58 : 11.22 WIB. Dari perhitungan ini masih bersifat *haqiqi taqribi* karena deklinasi Matahari dan *equation of time* berdasarkan pada jam awal belum dilakukan interpolasi, dengan langkah keduabelas dilakukan interpolasi deklinasi dan *equation of time*.

Selanjutnya langkah ketiga belas sampai dengan langkah kesembilan belas dilakukan perhitungan ulang menggunakan data deklinasi Matahari dan *equation of time* yang baru, diperoleh hasil bahwa beda azimut kiblat dan azimut Matahari  $225^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pukul 08: 58 : 1.31 WIB . Langkah kedua puluh sampai dengan langkah kedua puluh tiga membuktikan bahwa beda azimut kiblat dan azimut Matahari  $225^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pada pukul 08: 58 : 1.31 WIB.

Pada jam 08: 58 : 1.31 WIB menggunakan alat teodolit di arahkan ke bilangan  $225^{\circ}$  telah mendapatkan arah kiblat yang sama dengan Masjid Agung Jawa Tengah. Dalam pengujian kedua ini dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya slamet hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar berikut :



Sumber: Penulis

### 3. Pengujian ketiga

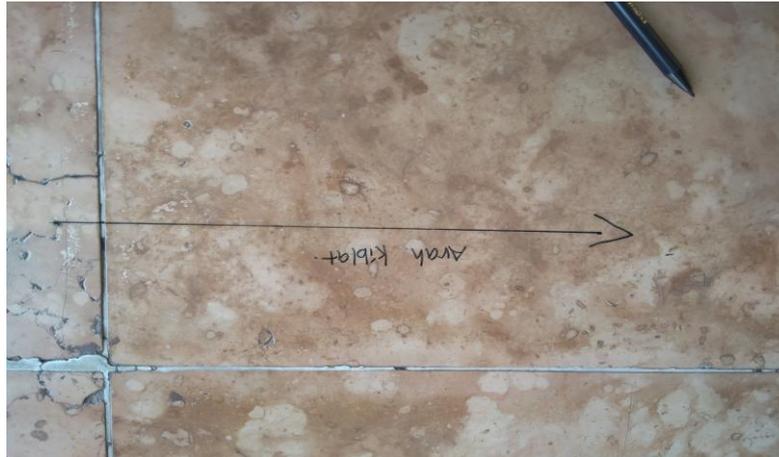
Pengujian ketiga dilaksanakan pada hari Ahad, 14 April 2019 pukul 10.00 WIB (sebelum *merpass*) menggunakan alat bantu teodolit THEO-D 7605 dengan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ ) =  $39^{\circ} 49' 34.33''$ , lintang Kakbah ( $\phi^k$ ) =  $21^{\circ} 25' 21.03''$ , bujur ( $BT^x$ ) Masjid Agung Jawa Tengah =  $110^{\circ} 26' 45.94''$ , lintang ( $\phi^x$ ) Masjid Agung Jawa Tengah =  $-6^{\circ} 59' 2.48''$ . pada jam tersebut deklinasi Matahari ( $\delta^m$ ) sebesar  $9^{\circ} 16' 9''$  dan *Equation Of Time* (e) -0j 0m 26d.

Dengan data- data tersebut diperoleh beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari sebesar  $237^{\circ} 38' 25.26''$  dari hasil perhitungan langkah pertama. Selanjutnya menetapkan beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik yang diinginkan sebesar  $238^{\circ}$ , kemudian menentukan jam terjadinya beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari dengan menggunakan langkah kedua sampai dengan langkah ke tujuh sehingga di peroleh hasil bahwa beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik sebesar.  $238^{\circ}$  terjadi pukul Pukul 10: 1 : 19.02 WIB.

Langkah ke delapan sampai dengan langkah kesebelas sebagai pembuktian bahwa beda azimut kiblat dan azimut Matahari  $238^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pada pukul 10: 1 : 19.02 WIB. Dari perhitungan ini masih bersifat *haqiqi taqribi* karena deklinasi Matahari dan *equation of time* berdasarkan pada jam awal belum dilakukan interpolasi, dengan langkah kedubelas dilakukan interpolasi deklinasi dan *equation of time*.

Selanjutnya langkah ketiga belas sampai dengan langkah kesembilan belas dilakukan perhitungan ulang menggunakan data deklinasi Matahari dan *equation of time* yang baru diperoleh hasil bahwa beda azimut kiblat dan azimut Matahari  $238^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pukul 10: 01 : 18.88 WIB . Langkah kedua puluh sampai dengan langkah kedua puluh tiga membuktikan bahwa beda azimut kiblat dan azimut Matahari  $238^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pada pukul 10: 01 : 18.88 WIB.

Pada jam 10: 01 : 18.88 WIB menggunakan alat teodolit di arahkan ke bilangan  $238^{\circ}$  telah mendapatkan arah kiblat yang sama dengan Masjid Agung Jawa Tengah. Dalam pengujian ketiga ini dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya slamet hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar berikut :



Sumber: Penulis

#### 4. Pengujian keempat

Pengujian keempat dilaksanakan pada hari Ahad, 14 April 2019 pukul 15.00 WIB (sesudah *merpass*) menggunakan alat bantu teodolit THEO-D 7605 dengan menggunakan data bujur Kakbah ( $BT^k$ ) =  $39^{\circ} 49' 34.33''$ , lintang Kakbah ( $\phi^k$ ) =  $21^{\circ} 25' 21.03''$ , bujur ( $BT^x$ ) Masjid Agung Jawa Tengah =  $110^{\circ} 26' 45.94''$ , lintang ( $\phi^x$ ) Masjid Agung Jawa Tengah =  $-6^{\circ} 59' 2.48''$ . pada jam tersebut deklinasi Matahari ( $\delta^m$ ) sebesar  $9^{\circ} 20' 40''$  dan *Equation Of Time* ( $e$ ) - 0j 0m 23d.

Dengan data- data tersebut diperoleh beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari sebesar  $7^{\circ} 7' 9.34''$  dari hasil perhitungan langkah pertama. Selanjutnya menetapkan beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik yang diinginkan sebesar  $7^{\circ}$ , kemudian menentukan jam terjadinya beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari dengan menggunakan langkah kedua sampai dengan langkah ke tujuh sehingga di peroleh hasil bahwa beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik sebesar  $7^{\circ}$  terjadi pukul Pukul 14: 58 : 37.99 WIB.

Langkah ke delapan sampai dengan langkah kesebelas sebagai pembuktian bahwa beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari  $7^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan

detik terjadi pada pukul 14: 58 : 37.99 WIB. Dari perhitungan ini masih bersifat *haqiqi taqribi* karena deklinasi Matahari dan *equation of time* berdasarkan pada jam awal belum dilakukan interpolasi, dengan langkah keduabelas dilakukan interpolasi deklinasi dan *equation of time*.

Selanjutnya langkah ketiga belas sampai dengan langkah kesembilan belas dilakukan perhitungan ulang menggunakan data deklinasi Matahari dan *equation of time* yang baru diperoleh hasil bahwa beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari  $7^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pukul 14: 58: 49.14 WIB . Langkah kedua puluh sampai dengan langkah kedua puluh tiga membuktikan bahwa beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari  $7^{\circ}$  tanpa kelebihan menit dan detik terjadi pada pukul 14: 58: 49.14 WIB.

Pada jam 14: 58: 49.14 WIB menggunakan alat teodolit di arahkan ke bilangan  $7^{\circ}$  telah mendapatkan arah kiblat yang sama dengan Masjid Agung Jawa Tengah. Dalam pengujian keempat ini dapat ditarik kesimpulan hasil pengukuran arah kiblat menggunakan rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya slamet hambali adalah akurat sebagaimana pada gambar berikut :



Sumber : Penulis

Hasil penelitian selalu menunjukkan arah kiblat yang sama atau sejajar dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah. Maka dari itu, dapat dikatakan bahwa rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya Slamet hambali layak di gunakan.

Melihat dari hasil penelitian tersebut, terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik beberapa kelebihan, diantaranya :

1. Rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik lebih mempermudah terkait dengan menggunakan alat bantu teodolit, karena tidak perlu pembulatan angka.
2. Pengukuran rumus kiblat menggunakan rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik hasilnya cenderung lebih baik dan teliti.
3. Tingkat akurasi menggunakan rumus tersebut tergolong akurat. Terbukti dengan pengujian yang dilakukan oleh penulis sebagaimana yang telah di jelaskan diatas.

Di samping memiliki beberapa kelebihan, rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik dengan alat bantu teodolit juga mempunyai beberapa kekurangan, diantaranya :

1. Rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik terkait dengan alat bantu teodolit, kurang efektif penggunaannya jika tanpa sinar Matahari atau cuaca mendung.<sup>124</sup>

---

<sup>124</sup> Dalam penentuan arah kiblat. Teodolit masih dapat digunakan ketika cuaca sedang mendung, dengan menggunakan tolak ukur titik koordinat suatu tempat disekitar teodolit berdiri namun hasilnya kurang baik jika dibandingkan dengan cuaca yang cerah atau terdapat sinar Matahari.

2. Rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik memiliki perhitungan yang panjang, sehingga menyebabkan rawan *human error*

Adapun dalam ibadah *muwaqqat* adalah ibadah yang berhubungan dengan waktu yang telah ditentukan, salah satunya salat. Dalam pelaksanaannya, harus mengutamakan serta memperhatikan segala aspek, baik dari segi badan, pakaian, tempat, dan syarat-syaratnya. Salah satu diantaranya adalah menghadap kiblat.

Dalam persoalan menghadap kiblat, semua empat madzhab yaitu Hanafi, Maliki, Syafi'i dan Hambali telah bersepakat bahwa menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sahnya salat.<sup>125</sup> Namun, dalam praktek keseharian banyak umat Islam menghadapkan badannya dalam salat ke arah kiblat tanpa mengetahui secara persis apakah kiblat yang dimaksudnya itu benar-benar tertuju ke Kakbah atau tidak.

Memperhatikan keakurasian dalam menghadap kiblat ketika salat menjadi hal yang penting yang harus senantiasa dilakukan. Akan tetapi yang perlu diperhatikan bahwa yang dimaksud dengan menghadap ke arah Kakbah, sesungguhnya yang dituju adalah suatu tempat atau titik yaitu Kakbah di Makkah. Sehingga untuk mengarah ke Kakbah, tidak boleh asal menghadap. Artinya diperlukan suatu perhitungan untuk mengarah ke Kakbah tersebut.<sup>126</sup>

Apalagi dengan adanya teknologi yang ada sekarang, perhitungan untuk mengarah ke titik Kakbah menjadi lebih mudah dengan presisi yang dapat dipertanggungjawabkan. Bila demikian, teknologi tentu dapat ikut bereperan dalam menyempurnakan ibadah umat Islam yaitu menghadap kiblat lebih tepat untuk keabsahan ibadah salat.

---

<sup>125</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, (Semarang : PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), hlm. 22.

<sup>126</sup> Ahmad Jaelani dkk, *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat*, (Semarang: Pustaka Rizki, 2012), hlm 33.

Untuk mendapatkan keyakinan dan kemantapan amal ibadah kita dengan *ainul yaqin* atau paling tidak mendekatinya atau bahkan sampai pada *haqul yaqin*, kita perlu berusaha agar arah kiblat yang kita pergunakan mendekati persis kepada arah yang persis menghadap ke baitullah. Banyak sistem penentuan arah kiblat yang dapat dikategorikan akurat.<sup>127</sup> Termasuk salah satu metode pengukuran arah kiblat yang penulis bahas dalam penelitian ini, yaitu rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya Slamet Hambali. Menurut penulis, rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya Slamet hambali tersebut bisa menjadi alternatif dalam pengukuran arah kiblat yang tepat dan akurat.

---

<sup>127</sup> Ahmad Jaelani dkk, *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat.....*hlm.237

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dari bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Slamet Hambali menciptakan rumus beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa menit dan detik di latarbelakangi oleh hasil penelitian Muhammad Adieb dalam skripsinya yang berjudul “ *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Teodolit*”.<sup>128</sup> Dalam skripsi tersebut Muhammad Adieb telah melakukan pengukuran arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah yang membandingkan antara alat bantu *istiwaaini* karya Slamet Hambali dengan alat bantu teodolit yang keduanya sama-sama memanfaatkan posisi Matahari dengan menggunakan rumus yang sama, akan tetapi menghasilkan arah kiblat yang berbeda. Hal ini dipastikan Muhammad Adieb melakukan pembulatan dalam penetapan angka tersebut. Rumus menghitung beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari tanpa menit dan detik karya Slamet Hambali memiliki 23 (dua puluh tiga) langkah, dari 23 (dua puluh tiga) langkah tersebut terbagi menjadi 3 (tiga) tahapan atau kelompok. Dari perhitungan biasa (masih menghasilkan menit dan detik ) hingga bersifat *haqiqi bi-tahqiq* (sudah tidak ada menit dan detik), serta memiliki rumus umum dan baku. Rumus umum meliputi : menentukan arah kiblat, azimuth kiblat, arah Matahari dan azimuth Matahari. Rumus baku meliputi: menentukan nilai sudut proses, sudut waktu, menentukan jam terjadinya beda

---

<sup>128</sup> Skripsi Muhammad Adieb, *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Teodolit*, (Semarang: Fakultas Sy ari’ah IAIN Walisongo Semarang, 2014)

azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik, serta menghitung beda azimut.

2. Hasil pengukuran arah kiblat menggunakan Rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik karya Slamet Hambali dengan alat bantu teodolit adalah sangat akurat. Dalam hal ini dibuktikan dari 4 (empat) kali pengujian ( dua kali sebelum *merpass* dan dua kali sesudah *merpass*) di laksanakan dari tanggal 11 April sampai dengan 14 April 2019 di Masjid Agung Jawa Tengah, hasil pengukuran arah kiblat menggunakan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik dengan alat bantu teodolit selalu sama dengan arah kiblat Masjid Agung Jawa Tengah.

## **B. Saran**

1. Dalam perguruan tinggi dan *civitas* akademik agar dapat mensosialisasikan rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik sebagai salah satu metode pengukuran arah kiblat yang sangat akurat.
2. Rumus menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari tanpa kelebihan menit dan detik memiliki perhitungan yang panjang, sehingga menyebabkan rawan *human error*. Alangkah baiknya rumus ini diaplikasikan dalam pemograman *excel* maupun pemograman yang lain agar meminimalisir *human error*.

## **C. Penutup**

*Alhamdulillah*, puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa telah memberi rahmat kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini sebagai tugas akhir syarat menyelesaikan Studi Strata 1 jurusan Ilmu Falak Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang. Selain berupaya dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa

dalam tulisan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif senantiasa penulis nantikan demi kemaslahatan bersama. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagaimana yang diharapkan oleh penulis dalam bidang Ilmu Falak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Bukhari, Abi Abdillah Muhammad IbnI Ismail. *Shahih Al Bukhari Juz al Awal* . Bairut :Daar Al Kutub Al Al Ilmiah, 1992.
- Al Bukhari , Abi Abdillah Muhammad IbnI Ismail. *Shahih Al Bukhari 1*, terj Ahmadie Thaha , Jakarta: Pustaka Panjimas,1968.
- Annawawi, Imam, *Syarah Shahih Muslim*, Cet.3, Jakarta: Darus Sunnah, 2014
- At-Tirmidzi , Abi Isa Muhammad bin Isa bin Saurah. *Jami' As-Shahih Sunan At-Tirmidzi Juz Awwal* .Beirut: Daar al-Fikr,tt.
- Azhari , Susiknan. *Ensiklopedia Hisab Rukyat*. Cet II, Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2008.
- \_\_\_\_\_ . *Ilmu Falak* . Yogyakarta: Suara Muhammdiyah, 2007.
- Az-Zuhaili,Wahbah, *Tafsir Al-Munir (Aqidah, Syariah, Manhaj)*, diterjemahkan oleh Abdul Hayyie al-Kattani, Juz 1 dan 2, Cet.1 Jakarta: Gema Insani, 2013.
- Departemen Agama RI. *Al-Quran dan Terjemahnya* . Jakarta: Darus Sunnah,2002.
- Departemen P & K. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Cet. II, Jakarta: Balai Pustaka, 1989.
- Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2012.
- Hambali, , Slamet. *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, Yogyakarta : Pustaka Ilmu, 2013.
- \_\_\_\_\_ . *Ilmu Falak I* . Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- \_\_\_\_\_ . *Laporan Penelitian Individual Menguji Kelayakan Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Tanpa Kelebihan Menit*. Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2018.
- \_\_\_\_\_ . *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali*. Laporan Penelitian Individual IAIN Walisongo Semarang, Semarang:2014.

Izzuddin , Ahmad. *Fikih Hisab Rukyat*. Jakarta: Erlangga, 2007.

\_\_\_\_\_. *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya* . Jakarta : Kementrian Agama Republik Indonesia Direktorat Jendral Pendidkan Islam Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, 2012.

\_\_\_\_\_. *Menentukan Arah Kiblat Praktis*. Cet I, (Semarang: Walisongo Press, 2010.

\_\_\_\_\_. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang : PT. Pustaka Rizki Putra, 2012.

Jaelani , Ahmad dkk. *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat* . Semarang: Pustaka Rizki, 2012.

Kementrian Agama. *Al-Qur'an dan Tafsiraannya* . jilid 1 , Jakarta: Widya Cahaya, 2011.

Kementrian Agama Republik Indonesia. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta : Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementrian Agama Republik Indonesia, 2010.

Kementrian Agama Republik Indonesia. *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*. Jakarta :Kementrian Agama Republik Indonesia, 2012.

Khazin , Muhyiddin. *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.

\_\_\_\_\_. *Ilmu falak Dalam Teori Dan Praktik* . Cet. I, Yogyakarta : Buana Pustaka, 2004.

King, David A. *Astronomy in the service of Islam*. USA : Variorum Reprints, 1993.

Komariah , Djam'an Satori & Aan. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Cet.III , Bandung: Alfabeta, 2013.

Moleong , Lexy J. *Metodologi Penelitian Kualitati*., Cet. 26, Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2009.

Munawir , Ahmad Warson. *al-Munawir Kamus Arab-Indonesia* . Surabaya : Pustaka Progressif, 1997.

Murtadho , Moh. *Ilmu Falak Praktis*. Cet.I , Malang: UIN Malang Press, 2008.

Musonnif, Ahmad, *Ilmu Falak*, Cet.1, Jakarta: Teras, 2011.

Nazir , Moh. *Metode Penelitian*. Cet.11, Jakarta : Ghalia Indonesia, 1988.

Noor , Juliansyah. *Metodologi Penelitian Skripsi, Tesis, Disertasi, dan Karya Ilmiah*. Cet.11, Jakarta: Kencana, 2011.

*Sahih Muslim Juz Awwal* . Semarang : Toha Putra, tt

Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2009.

Supriatna, Encup, *Hisab Rukyat dan Aplikasinya*, Bandung: PT Refika Aditama, 2007.

### **Sumber Jurnal**

Budiawati , Anisa, *Tongkat Istiwa', Global Positioning System (GPS) Dan Google Earth Untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi Dan Alikasinya Dalam Penentuan Arah Kiblat*, Semarang : Fakultas Syari'ah Dan Hukum UIN Walisongo Semarang, Vol 26 No 1, April 2016.

Hidayatullah, Nur , *Menentukan Arah Kiblat Dengan Hembusan Angin (Perspektif Fiqh dan Sains)*, Jurnal Astronomi, Vol 2, No 1 2016.

### **Sumber Makalah**

Adieb, Muhammad. *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Teodolit*, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2014.

Fahmi, Nizma Nur. *Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Bintang Acrux ( Analisis Perhitungan Manual Azimut Bintang Acrux)*, Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2017.

Laili, Barokatul. *Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*, Semarang : Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2013.

Listianingsih, Rini. *Uji Akurasi Istiwaaini Karya Slamet Hambali Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat* Semarang: Fakultas Sy ari'ah UIN Walisongo Semarang, 2017.

Meydiananda, Alvian. *Uji Akurasi Azimut Bulan Sebagai Acuan Penentuan Arah Kiblat*, Semarang : Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2012.

Sampulawa, Abdullah. *Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Planet*, Semarang :  
Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, 2016.

### **Sumber Wawancara**

Hambali , Slamet. *Wawancara*. Semarang, 21 Januari 2019.

### **Sumber Online**

Pengertian dan Sejarah Teodolit, [Landsurveying-teknologi.blogspot.co.id/2011/05/sejarah-theodolit.html?m=1](http://Landsurveying-teknologi.blogspot.co.id/2011/05/sejarah-theodolit.html?m=1) diakses tanggal 16 Januari 2018.

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

Nama : Ana Nur Afifah

Nim : 1502046078

Tempat Tanggal dan Lahir : Tuban, 14 Januari 1997

Alamat Asal : Ds. Mulyoagung RT.01 RW.04 Kec. Singgahan Kab. Tuban,  
Jawa Timur

Alamat Sekarang : Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najah, Jl. Bukit  
Beringin Lestari 131 C Wonosari Ngaliyan Semarang

Jenjang Pendidikan :

A. Pendidikan Formal :

1. RA Perwanida Mulyoagung (lulus tahun 2003)
2. MI Islamiyah Mulyoagung (lulus tahun 2009)
3. Mts Islamiyah Mulyoagung (lulus tahun 2012)
4. MA Al-Anwar Sarang (lulus tahun 2015)

B. Pendidikan Non Formal :

1. Madrasah Diniyah As-syafi'iyah Mulyoagung ( tahun 2007- tahun 2012)
2. Pondok Pesantren Al-Anwar 2 Sarang Rembang ( tahun 2012-2015)
3. Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah (tahun 2015-sekarang)

C. Pengalaman Organisasi :

1. Pengurus CSSMoRA UIN Walisongo Semarang
2. Pengurus Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah
3. Pengurus IPPNU UIN Walisongo Semarang
4. Anggota THR MAJT (Tim Hisab Rukyat Masjid Agung Jawa Tengah )

Semarang, 15 Mei 2019

Ana Nur Afifah  
1502046078