

**UJI AKURASI *ISTIWAAINI* KARYA SLAMET HAMBALI  
DALAM PENENTUAN TITIK KOORDINAT SUATU TEMPAT**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 (S.1)  
dalam Ilmu Syariah dan Hukum



**Disusun oleh :**

**RINI LISTIANINGSIH**

**NIM : 132611045**

**JURUSAN ILMU FALAK  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG**

**2017**

Drs. H. Sahidin, M.Si.  
Jl. Merdeka Utara I/B.9  
Ngaliyan Semarang

## **PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Sdr. Rini Listianingsih

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. Wr. Wb.*

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya,  
bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara :

Nama : Rini Listianingsih

NIM : 132611045

Judul Skripsi : Uji Akurasi *Istiwaaini* Dalam Penentuan Titik Koordinat  
Suatu Tempat

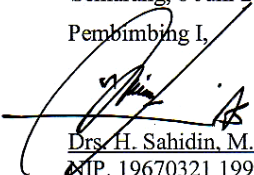
Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat  
segera dimunaqosahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 8 Juni 2017

Pembimbing I,

  
Drs. H. Sahidin, M. Si.

NIP. 19670321 199303 1 005

Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I  
Jln. Candi Permata II/180  
Semarang

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Lamp : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi  
An. Sdr. Rini Listianingsih

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. Wr. Wb.*

Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya,  
bersama ini saya kirim naskah skripsi saudara :

Nama : Rini Listianingsih

NIM : 132611045

Judul Skripsi : Uji Akurasi *Istiwaaini* Dalam Penentuan Titik Koordinat  
Suatu Tempat

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat  
segera dimunaqosahkan.

Demikian harap menjadikan maklum.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 31 Mei 2017

Pembimbing II,



Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I  
NIP. 19540805 198003 1 004



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM  
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Telp. / Fax. (024) 7601292  
Semarang 50185

### PENGESAHAN

Nama : Rini Listianingsih  
NIM : 132611045  
Fakultas / Jurusan : Syari'ah dan Hukum / Ilmu Falak  
Judul : **UJI AKURASI *ISTIWAAINI* KARYA SLAMET  
HAMBALI DALAM PENENTUAN TITIK  
KOORDINAT SUATU TEMPAT**

Telah dimunaqosyahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum  
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, pada tanggal:

**19 Juni 2017**

dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan  
studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2016/2017 guna memperoleh  
gelar Sarjana dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum.


Semarang, 20 Juni 2017

Dewan Penguji

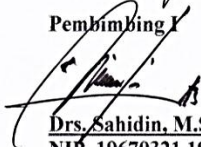
Ketua Sidang

  
**Anthin Lathifah, M. Ag**  
NIP. 197511072001 122002

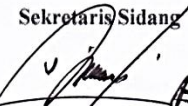
Penguji I

  
**Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag**  
NIP. 19720512199903 1 003

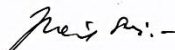
Pembimbing I

  
**Drs. Sahidin, M.Si**  
NIP. 19670321 199303 1 005


Sekretaris Sidang

  
**Drs. Sahidin, M.Si**  
NIP. 19670321 199303 1 005

Penguji II

  
**Prof. Dr. H. Muslich Shabir, M.A**  
NIP. 19560630 198103 1 003

Pembimbing II

  
**Drs. H. Slamet Hambali, M.Si**  
NIP. 19540805 198003 1 004

## MOTTO

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (٣٨)

Dan Matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Allah) yang maha perkasa, maha mengetahui.<sup>1</sup>  
(QS. Yasin: 38)

---

<sup>1</sup> Kementerian Agama RI, *Al-quran dan Tafsirnya*, Jilid 4, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012, h. 224.

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

### **Bapak & Ibu tercinta**

Nakhrowi & Nur Kasanah

Beliau berdua adalah motivator terbesar penulis dalam menyelesaikan pendidikan S1 UIN Walisongo Semarang.

Dan beliaulah yang tak pernah lelah memberikan kasih sayangnya hingga saat ini.

### **Adiku tersayang**

Ani Oktavia

Dialah alasan penulis untuk senantiasa berusaha menjadi teladan dan contoh yang baik sebagai seorang kakak.

### **Para Guru**

Guru-guru mulia yang telah mencurahkan segala ilmunya terus menerus tanpa pamrih, semoga senantiasa dapat mengalirkan amal jariyah kepada beliau semua.

### **Fuad Hasan, S.Pd.I**

Kaulah motivasi kedua setelah Bapak Ibu, serta kaulah yang rela meluangkan waktunya untuk menemani penelitian dan sudi menghibur dalam keadaan apapun.

Terimakasih atas semua pengorbanan yang kau berikan

### **Keluarga Besar Pon-Pes Life Skill Daarun Najaah**

Keluarga kedua penulis yang mengajarkan makna kehidupan guna meraih bekal berharga untuk kehidupan dewasa kelak.

### **Bank Indonesia**

Terima kasih yang sudah ikut membantu membiayai kuliah.

## DEKLARASI

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

Semarang, 8 Juni 2017



**Rini Listianingsih**

NIM : 132611045

## 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

اِي	ay
اُو	aw

### D. Syaddah (ّ-)

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

### E. Kata Sandang (... ال)

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

### F. Ta' Marbutah (ة)

Setiap *ta' marbutah* ditulis dengan “h” mislanya المعيشه = *al-ma'isyah al-thabi'iyah*.

---

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



## ABSTRAK

*Istiwaaini* merupakan salah satu instrumen falak non optik yang terbuat dari akrilik, terdiri dari bidang dial berbentuk segi delapan dan mempunyai dua tongkat (*gnomon*) sebagai penangkap bayang-bayang Matahari. Alat ini mempunyai fungsi untuk menentukan titik koordinat Bumi (lintang dan bujur tempat). Karena dalam penentuan arah kiblat, rukyah awal bulan, dan waktu salat itu membutuhkan data lintang dan bujur tempat, maka penulis akan menggunakan *Istiwaaini* untuk menentukan titik koordinat Bumi (lintang dan bujur tempat).

Fokus pada permasalahan yang peneliti kaji adalah: 1) Bagaimana penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat menggunakan *Istiwaaini*. 2) Bagaimana akurasi *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat.

Jenis penelitian yang digunakan adalah *field research* yang bersifat *empiris* (suatu sumber pengetahuan yang diperoleh dari observasi) dengan tujuan untuk mengetahui uraian secara mendalam tentang *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat. Adapun dalam menganalisis data, penulis menggunakan metode deskriptif analitis, di mana penulis akan memberikan deskripsi mengenai hasil analisis yang penulis lakukan dan menjadikan sistem GPS sebagai standar keakurasian *Istiwaaini*. Oleh karena itu kajian ini fokus pada penelitian lapangan (*field research*) dengan data primer adalah hasil pengamatan lapangan dan wawancara serta data sekundernya berupa dokumentasi, buku dan tulisan yang berkaitan dengan *Istiwaaini*.

Hasil penelitian yang penulis lakukan menunjukkan bahwa *Istiwaaini* adalah salah satu alat alternatif untuk menentukan titik koordinat Bumi dengan membutuhkan bayangan Matahari dalam penggunaannya dan hasil perhitungan lintang dan bujur tempat menggunakan *Istiwaaini* ini termasuk akurat karena data yang dihasilkan oleh *Istiwaaini* selisihnya tidak jauh dengan data yang dihasilkan oleh GPS, selisih yang dihasilkan hanya di menitnya saja sekitar  $00^{\circ} 00' 41,09'' - 00^{\circ} 08' 12,45''$  untuk lintang dan bujur  $00^{\circ} 01' 18,55'' - 00^{\circ} 07' 23,65''$ . Dan ketika data koordinat lintang dan bujur tempat tersebut diaplikasikan dalam perhitungan arah kiblat, selisih nilai azimuth kiblatnya masih dalam batasan toleransi.

**Kata Kunci:** *Istiwaaini*, bayangan Matahari, titik koordinat.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, inayah serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **Uji Akurasi Istiwaaini Karya Slamet Hambali Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat.**

Shalawat serta salam senantiasa penulis sanjungkan kepada baginda Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat-sahabat dan para pengikutnya yang telah membawa cahaya Islam dan masih berkembang hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil jerih payah penulis sendiri. Melainkan terdapat usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, penulis hendak sampaikan terimakasih kepada :

1. Drs. Sahidin, M.S.i, selaku Dosen Pembimbing I, yang sabar serta telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga rahmat dan keberkahan selalu mengiringi langkah beliau.
2. Drs. H. Slamet Hambali M.SI, selaku Dosen Pembimbing II dan dosen wali penulis serta dosen yang menemukan alat Istiwaaini yang senantiasa membantu dengan sabar, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, mengoreksi dan mengarahkan penulis. Sehingga skripsi ini selesai dengan lancar.
3. Kedua orang tua penulis, atas segala doa, perhatian, dukungan dan curahan kasih sayang beliau yang tidak dapat penulis ungkapkan dalam bentuk kata-kata.
4. Drs. H. Maksun, M. Ag selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak, Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.Ag selaku sekretaris dan Siti Rofiah, S.HI, SH, M.HI, M.SI selaku bendahara 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.

5. Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag. serta Aisah Andayani, S.Ag, selaku Pengasuh Ponpes Life Skill Daarun Najaah, yang banyak memberi motivasi dan sabar dalam menghadapi santri-santrinya.
6. Keluarga besar Life Skill Daarun Najaah Beringin, Ngaliyan, Semarang yang telah memberikan dukungan dan fasilitas kepada penulis selama penulis menimba ilmu di Semarang. Termasuk teman-teman, kakak-kakak, adik-adik seperjuangan penghuni pondok putri utara, yang telah menjelma menjadi keluarga di tanah rantau: Uyun, Naela, Ita, Isna, Aping, Aida, Risqin, Sa'diyah, Kiswah, Ella, Fika, Nana, mbak Fitri, mbak Irfi dan lain-lain semuanya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
7. Teman-teman seangkatan 2013 dan kelas IF-B "Fariabel" selalu di hati, atas kebersamaannya selama berjuang dalam Ilmu Falak di tanah rantau, atas suka duka, tawa tangis dan setiap peluh yang telah diberikan, mantap jiwa untuk kalian semua : Maz Zubaer (Alm), Farid, Endang, Nazla, Nopi, Linda, Ainul, Titin, Riza, Rini, Roziqin, Umi, Akatina, Haya, Annake, Fawaid, Dayat, Mukhlisin, Anas, Ibad, Restu, Munir, Meta, Farih Rifqi. Kalian adalah teman seperjuangan.
8. Keluarga besar KKN MIT UIN Walisongo ke-3 posko 22 desa Kedungpani, Mijen, Semarang yang luar biasa: Akatina, Ikrama, Wahyu, Anis, Amila, Cimut, Novita, Iis, Aslim, Neni, Fawaid, Rozikin, Rifqi, Munir, terimakasih atas kenangan 45 hari tak terlupakan yang telah diberikan.
9. Fuad Hasan, S.Pd.I, terimakasih atas dukungan dan kesabarannya dalam mendampingi penulis menyelesaikan skripsi ini.
10. Serta seluruh pihak-pihak yang turut membantu menyelesaikan proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

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.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik konstruktif dari pembaca demi sempurnanya skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semarang, 30 Mei 2017

Penulis

Rini Listianingsih  
NIM. 132611045

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN DEKLARASI.....	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	viii
HALAMAN ABSTRAK.....	ix
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	x
HALAMAN DAFTAR ISI.....	xiii
HALAMAN DAFTAR GAMBAR.....	xvi
HALAMAN DAFTAR TABEL.....	xviii

### **BAB I PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian.....	8
D. Manfaat Penelitian.....	8
E. Telaah Pustaka.....	9
F. Metode Penelitian.....	16
1. Jenis Penelitian.....	16
2. Sumber Data.....	17
3. Teknik Pengumpulan Data.....	18
4. Teknik Analisis Data.....	21
G. Sistematika Penulisan.....	22

**BAB II KONSEP TENTANG TITIK KOORDINAT DAN  
GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)**

A. TITIK KOORDINAT .....	25
1. Definisi Sistem Koordinat .....	25
2. Klasifikasi Sistem Koordinat.....	29
3. Urgensifitas Titik Koordinat Dalam Praktek Ilmu Falak .....	45
4. Sistem Penentuan Titik Koordinat Bumi ....	53
B. GPS ( <i>Global Positioning System</i> ).....	60
1. Segmen Penyusun GPS .....	60
2. Error Source pada GPS.....	62
3. Macam-macam GPS.....	64

**BAB III TINJAUAN UMUM TENTANG *ISTIWAAINI***

A. Biografi Slamet Hambali .....	70
B. Gambaran Umum <i>Istiwaaini</i> .....	76
1. Pengertian <i>Istiwaaini</i> .....	76
2. Sejarah <i>Istiwaaini</i> .....	77
3. Bagian-bagian <i>Istiwaaini</i> .....	78
4. Kegunaan <i>Istiwaaini</i> .....	84
5. Kelebihan dan kekurangan <i>Istiwaaini</i> .....	84
C. Aplikasi <i>Istiwaaini</i> Dalam Menentukan Titik Koordinat Lintang dan Bujur .....	87

**BAB IV ANALISIS UJI AKURASI *ISTIWAAINI* DALAM  
PENENTUAN TITIK KOORDINAT TEMPAT**

A. Analisis Metode Penentuan Titik Koordinat Lintang dan Bujur Menggunakan <i>Istiwaaini</i> ..	92
B. Analisis Akurasi Titik Koordinat Lintang dan Bujur Tempat Menggunakan <i>Istiwaaini</i> .....	95

**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	111
B. Saran .....	112
C. Penutup.....	112

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN-LAMPIRAN**

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Titik Koordinat 2 Dimensi.....	22
Gambar 1.2	Titik Koordinat 3 Dimensi.....	23
Gambar 1.3	Lintang dan Bujur.....	25
Gambar 1.4	Sistem Koordinat Bumi .....	27
Gambar 1.5	Koordinat Horison.....	28
Gambar 1.6	Koordinat Ekuator .....	30
Gambar 1.7	Sistem Koordinat Geosentrik.....	35
Gambar 1.8	Sistem Koordinat Toposentrik .....	36
Gambar 1.9	Bagian Depan dan Belakang GPS Garmin 76 CSX.....	53
Gambar 1.10	Tombol-tombol GPS Garmin 76 CSX.....	54
Gambar 1.11	Tampilan Menu GPS Garmin 76 CSX .....	55
Gambar 1.12	Pencarian Sinyal GPS Garmin 76 CSX .....	55
Gambar 2.1	Gambar <i>Istiwaaini</i> Lengkap .....	64
Gambar 2.2	Gnomon <i>Istiwaaini</i> .....	65
Gambar 2.3	Lingkaran Dasar <i>Istiwaaini</i> .....	66
Gambar 2.4	Alas Lingkaran Dasar <i>Istiwaaini</i> .....	67
Gambar 2.5	Benang .....	68
Gambar 2.6	Waterpass .....	69
Gambar 2.7	Tripot.....	70
Gambar 3.1	Hasil Pengamatan di Lapangan RW 14 .....	80
Gambar 3.2	Hasil Pengamatan di Bhakti Persada Indah (BPI).....	83



Gambar 3.3	Hasil Pengamatan di Masjid Agung Jawa Tengah.....	86
Gambar 3.4	Hasil Pengamatan di Parkiran Gedung G ...	88
Gambar 3.5	Hasil Pengamatan di Parkiran Makam Hasan Munadi .....	91

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data yang Dihasilkan di Lapangan RW 14.....	80
Tabel 3.2	Selisih Lintang dan Bujur di Lapangan RW 14	81
Tabel 3.3	Data yang Dihasilkan di Bhakti Persada Indah (BPI).....	82
Tabel 3.4	Selisih Lintang dan Bujur di Bhakti Persada Indah (BPI).....	84
Tabel 3.5	Data yang Dihasilkan di Masjid Agung Jawa Tengah.....	85
Tabel 3.6	Selisih Lintang dan Bujur di Masjid Agung Jawa Tengah.....	87
Tabel 3.7	Data yang Dihasilkan di Parkiran Gedung G...	88
Tabel 3.8	Selisih Lintang dan Bujur di Parkiran Gedung G .....	89
Tabel 3.9	Data yang Dihasilkan di Parkiran Makam Hasan Munadi .....	90
Tabel 3.10	Selisih Lintang dan Bujur di Parkiran Makam Hasan Munadi .....	92
Tabel 3.11	Selisih Azimuth Kiblat <i>Istiwaaini</i> dengan GPS	93

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Mengetahui titik koordinat lintang dan bujur tempat adalah hal yang sangat penting atau urgen,<sup>1</sup> karena hal ini akan berpengaruh pada penentuan arah kiblat, awal waktu salat, posisi hilal ketika dirukyah, serta terjadinya gerhana Matahari dan Bulan. Sebagaimana firman Allah swt yang tercantum dalam surat Al-Baqarah [2] ayat 33 yang berbunyi :

قَالَ يَا آدَمُ أَنْبِئْهُمْ بِأَسْمَائِهِمْ ۗ فَلَمَّا أَنْبَأَهُمْ بِأَسْمَائِهِمْ قَالَ أَلَمْ أَقُلْ لَكُمْ إِنِّي أَعْلَمُ غَيْبَ  
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَعْلَمُ مَا تُبْدُونَ وَمَا كُنْتُمْ تَكْتُمُونَ ( ٣٣ )

Artinya: “ Dia (Allah) berfirman, “Wahai Adam, beritahukanlah kepada mereka nama-nama itu, setelah dia (Adam) menyebutkan nama-namanya, Dia berfirman, “Bukankah telah Aku katakan kepadamu, bahwa Aku mengetahui rahasia langit dan bumi, dan Aku mengetahui apa yang kamu nyatakan dan apa yang kamu sembunyikan.”<sup>2</sup> (QS. Al-Baqarah [2]: 33)

Sesuai kandungan firman Allah SWT dalam QS. Al-Baqarah [2]: 33 tersebut, artinya bahwa semua yang diciptakan dilangit dan

---

<sup>1</sup> Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008, h. 39.

<sup>2</sup> Kementerian Agama RI, *Al-quran dan Tafsirnya*, Jilid 1, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012, h. 76.

bumi itu memiliki ilmu, nama dan hikmah masing-masing, tidak ada yang sia-sia.<sup>3</sup>

Praktek penentuan arah kiblat, data titik koordinat ini sangat penting untuk diketahui sebelum menentukan besarnya sudut kiblat, disamping itu tiap tempat memiliki arah kiblat sendiri-sendiri dan untuk menghitungnya yang diperlukan ialah mengetahui besarnya lintang dan bujur tempat yang bersangkutan.<sup>4</sup> Dalam perhitungan awal waktu salat, data koordinat lintang dan bujur tempat ini akan berpengaruh pada awal waktu salat suatu tempat. Daerah yang berada di sebelah timur akan lebih dahulu memulai salat daripada daerah yang berada di sebelah barat.

Menurut Anisah Budiwati dalam tesisnya dikatakan bahwa dalam penentuan awal bulan kamariah, data titik koordinat lokasi pengamat di permukaan Bumi merupakan input data penting untuk menentukan kedudukan Bulan. Selain itu titik koordinat Bumi, dalam hal ini garis bujur mempunyai konsekwensi pembagian daerah waktu yang salah satunya pembagian garis international date line yang telah menjadi kesepakatan internasional. Begitu pula

---

<sup>3</sup> Kementrian Agama RI, *Al-quran.....*, h. 78.

<sup>4</sup> Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat*, 2010, h. 139.

dalam penentuan gerhana Matahari maupun Bulan, data titik koordinat Bumi diperlukan untuk diketahui daerah mana saja yang dapat melihat terjadinya gerhana.<sup>5</sup> Maka dari itu, data koordinat Bumi sangatlah penting guna input data dalam menentukan hal-hal tersebut.

Mengetahui atau menentukan lintang dan bujur tempat di bumi ini, sekurang-kurangnya ada lima cara, yaitu:<sup>6</sup> *pertama* dengan melihat buku-buku falak, cara ini merupakan cara yang paling mudah untuk mencari koordinat geografis (lintang dan bujur) suatu tempat, yakni dengan cara melihat atau mencari daftar yang tersedia dalam buku-buku yang ada, meskipun demikian cara ini mempunyai beberapa kelemahan di antaranya: tidak semua tempat di Bumi ini ada dalam daftar tersebut, biasanya hanya memuat koordinat geografis kota-kota penting saja, selain itu kelemahan yang lainnya adalah tidak ada kejelasan bagi penggunaannya, di titik mana angka koordinat geografis tersebut

---

<sup>5</sup> Anisah Budiwati, "*Kajian Tingkat Istiwa' dalam Penentuan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth)*", Thesis, Semarang: UIN Walisongo Semarang, 2013, h. 1.

<sup>6</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, h. 31.

berlaku. *Kedua* menggunakan peta, namun cara menggunakan peta ini sulit untuk bisa dikatakan akurat, karena sulit untuk menunjukkan dengan tepat tempat yang akan kita maksud, sifatnya hanya kira-kira. *Ketiga* menggunakan Theodolite<sup>7</sup>, cara ini merupakan cara yang sangat teliti dan akurat untuk menentukan lintang dan bujur. Namun alat ini sulit untuk dijangkau oleh kalangan mahasiswa karena harganya yang mahal, biasanya hanya dimiliki oleh lembaga-lembaga tertentu. *Keempat* menggunakan GPS (*Global Positioning System*)<sup>8</sup>, alat ini merupakan cara yang akurat juga untuk menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat, namun kendalanya sama dengan Theodolite, tidak semua kalangan memiliki alat tersebut karena harganya mahal untuk kalangan mahasiswa. Alat ini biasanya digunakan dalam navigasi di laut dan udara agar setiap posisi kapal atau pesawat dapat diketahui oleh nahkoda atau pilot, yang kemudian dilaporkan kepada menara pengawas di pelabuhan atau bandara terdekat.

---

<sup>7</sup> Theodolite adalah alat ukur semacam teropong yang dilengkapi dengan lensa, angka-angka yang menunjukkan arah (azimuth) dan ketinggian dalam derajat dan water pass.

<sup>8</sup> GPS adalah sebuah peralatan elektronik yang bekerja dan berfungsi memantau sinyal dari satelit untuk menentukan posisi tempat (koordinat geografis atau lintang dan bujur tempat) di bumi.

*Kelima* menggunakan tongkat istiwak, dengan menggunakan tongkat istiwak dapat dikatakan cara ini lebih teliti daripada cara *pertama* dan *kedua*<sup>9</sup>, namun tongkat istiwak saja tidak cukup untuk bisa menentukan titik koordinat lintang dan bujur suatu tempat, masih dibutuhkan alat-alat lain untuk menunjang penentuan titik koordinat lintang dan bujurnya, yakni penggaris untuk menghitung panjang bayangannya. Di sini sangat perlu adanya modifikasi dari tongkat istiwak itu sendiri agar penentuan titik koordinat lintang dan bujur suatu tempat menjadi lebih praktis dan akurat.

Semakin berkembangnya teknologi, dalam penentuan titik koordinat Bumi di Indonesia mengalami perkembangan sesuai dengan kualitas dan kapasitas intelektual kaum muslim. Perkembangan penentuan titik koordinat dapat dilihat dari alat-alat yang dipergunakannya untuk mengetahuinya, seperti yang sudah disebutkan di atas, namun masih ada alat non optik yang lain seperti *Mizwala Qibla Finder*,<sup>10</sup> alat praktis karya Hendro Setyanto

---

<sup>9</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, h. 32.

<sup>10</sup> Mizwala Qibla Finder merupakan nama sebuah alat penentu arah kiblat. Kata Qibla tidak menggunakan kata baku Kiblat karena sudah menjadi nama sebuah alat itu sendiri.

ini, merupakan modifikasi sundial, terdiri dari gnomon dan bidang dial yang dapat berputar sebesar 360 derajat serta kompas kecil sebagai ancar-ancar. Dan ada lagi alat non optik baru yaitu *I-zun Dial*, merupakan instrumen rancangan mahasiswa falak program pascasarjana UIN Walisongo, bernama M. Ihtirozun Ni'am. Alat *I-zun Dial* ini mempunyai beberapa fungsi yaitu untuk penentuan arah kiblat, pelaksanaan rukyah awal bulan kamariah, penentuan titik koordinat Bumi (lintang dan bujur tempat), mengetahui deklinasi Matahari, mengetahui ketinggian benda langit, mengukur ketinggian suatu benda (menara atau gedung), penentuan awal waktu shalat, dan sebagai penanda peralihan musim kemarau dan hujan.<sup>11</sup>

Penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat peneliti akan menggunakan sebuah alat yang bernama *Istiwaaini* karya Slamet Hambali yang mempunyai keakuratan sama dengan theodolite. *Istiwaaini* merupakan sebuah alat yang terdiri dari dua gnomon, dimana satu gnomon berada di titik pusat lingkaran dan satu gnomon lagi berada di titik 0<sup>0</sup> lingkaran. *Istiwaaini* sangat

---

<sup>11</sup> Muhamad Ihtirozun Ni'am, *Buku Panduan I-zun Dial: Arah Kiblat*, Jilid 1, 2015, h. 2.



praktis dan bisa digunakan dimana saja asalkan terdapat sinar matahari. Selain digunakan untuk menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat, *Istiwaaini* juga bisa digunakan untuk menentukan arah kiblat, azimuth Matahari, true north, jam ke bayangan, bayangan ke jam dan beda azimuth.<sup>12</sup>

Kesimpulan dari uraian latar belakang masalah tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**UJI AKURASI *ISTIWAAINI* KARYA SLAMET HAMBALI DALAM PENENTUAN TITIK KOORDINAT SUATU TEMPAT**”.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang akan diangkat penulis untuk menjadi pokok permasalahan dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat menggunakan *Istiwaaini*?

---

<sup>12</sup> Slamet Hambali, *Modul Uji Kelayakan Istiwa'ain sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat yang Akurat*, (Dalam seminar Uji Akurasi Istiwaaini dalam penentuan arah kiblat di kampus 2), Semarang: 5 Desember 2013, Prodi Ilmu Falak Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Semarang.

2. Bagaimana akurasi *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat?

### **C. Tujuan Penelitian**

Atas dasar pokok permasalahan diatas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat menggunakan *Istiwaaini*.
2. Untuk mengetahui akurasi *Istiwaaini* dalam penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat dengan parameter GPS.

### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Memperkaya khazanah keilmuan umat Islam khususnya yang berada di Indonesia terhadap penggunaan *Istiwaaini* dalam penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat.
2. Menambah wawasan dalam praktis menggunakan *Istiwaaini*.
3. Menjadi karya ilmiah yang dapat dijadikan informasi dan rujukan bagi semua orang, baik para ahli falak maupun pencinta ilmu falak dan peneliti di kemudian hari.

## E. Telaah Pustaka

Tinjauan pustaka ini, penulis melakukan penelaahan terhadap hasil-hasil karya ilmiah yang berkaitan dengan tema ini guna menghindari terjadinya duplikasi penelitian. Sejauh penelusuran penulis, masih jarang sekali karya ilmiah, skripsi, thesis maupun yang lainnya yang membahas tentang *Istiwaaini*. Penulis menemukan beberapa karya yang berkaitan dengan judul skripsi yang diangkat.

Pertama, penelitian Anisah Budiwati pada tahun 2013, tentang “*Kajian Tongkat Istiwak dalam Penentuan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth)*”,<sup>13</sup> dalam penelitian ini ia mengemukakan bahwasanya metode penentuan titik koordinat bumi, dengan menggunakan tongkat istiwak adalah metode penentuan lintang dan bujur bumi menggunakan kaidah trigonometri bola, di mana perhitungannya menggunakan referensi lingkaran besar (great circle), yakni memanfaatkan posisi Matahari pada saat kulminasi untuk diketahui sudut posisi Matahari terhadap nilai lintang dan bujur tempatnya.

---

<sup>13</sup> Thesis Anisah Budiwati, “*Kajian Tongkat.....*”,2013

Kedua, penelitian Umul Maghfuroh pada tahun 2016, tentang “*Uji Akurasi I-Zun Dial Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat*”,<sup>14</sup> dalam penelitian ini ia mengemukakan bahwa *I-Zun Dial* dalam menentukan titik koordinat tingkat akurasi cukup tinggi, karena selisih yang dihasilkan GPS dengan *I-Zun Dial* tidak begitu signifikan. *I-Zun Dial* termasuk alat non optik yang praktis dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur. Dan ketika nilai yang dihasilkan diaplikasikan dalam perhitungan arah kiblat, selisih azimuth kiblatnya masih dalam batasan toleransi.

Ketiga, penelitian Nur Amri Ma’ruf pada tahun 2010, membahas tentang “*Uji Akurasi True North Berbagai Kompas Dengan Tongkat Istiwak*”,<sup>15</sup> Dalam penelitian ini dibahas tongkat istiwak sebagai alat untuk menguji akurasi kompas dalam menentukan utara sejati. Hal ini menunjukkan adanya asumsi

---

<sup>14</sup> Skripsi Umul Maghfuroh, *Uji Akurasi I-Zun Dial Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat*, Semarang: Fakultas Syari’ah UIN Walisongo, 2016.

<sup>15</sup> Skripsi Nur Amri Ma’ruf, *Uji Akurasi True North Berbagai Kompas Dengan Tongkat Istiwak*, Malang: Fakultas Syari’ah UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, 2010, hal. 70-71.

bahwa tongkat istiwaq adalah cara yang paling akurat dalam menentukan titik utara sejati.

Keempat, penelitian Slamet Hambali pada tahun 2011 berjudul “*Metode Pengukuran Arah Kiblat Dengan Segitiga Siku-Siku Dari Bayangan Matahari Setiap Saat.*”<sup>16</sup> Dalam penelitian ini dijelaskan bagaimana memanfaatkan segitiga siku-siku untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan bantuan bayangan Matahari. Sebelumnya yang sering dilakukan para ahli falak untuk memanfaatkan segitiga siku-siku dalam penentuan arah kiblat ini adalah pemakaian segitiga siku-siku setelah menentukan arah utara sejati, namun melalui thesis tersebut dipaparkan metode baru cara penggunaan segitiga siku-siku dengan bantuan bayangan Matahari sebagai acuan awal tanpa mengetahui terlebih dahulu utara sejati.

Kelima, penelitian Ahmad Izzuddin pada tahun 2012, berjudul “*Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat*

---

<sup>16</sup> Penelitian ini merupakan Tesis beliau saat menjalani program S2 Hukum Islam di IAIN Walisongo Semarang, untuk selengkapnya baca Slamet Hambali, *Metode Pengukuran Arah Kiblat Dengan Segitiga Siku-Siku Dari Bayangan Matahari Setiap Saat*, Semarang: IAIN Walisongo Semarang, 2011.

*Dan Akurasinya.*”<sup>17</sup> Penelitian ini memahami dan mengkaji secara spesifik dari keakurasian teori penentuan arah kiblat yang telah ada yaitu teori trigonometri bola, teori geodesi, dan teori navigasi. Secara garis besarnya, teori navigasi menggunakan acuan arah yang mengikuti garis lurus dengan sudut arah tetap, konsep ini sama seperti yang dipakai dalam maskapai penerbangan pesawat, sedangkan menurut teori trigonometri bola dan teori geodesi, acuan arah yang digunakan tidak selalu tetap dan berubah-ubah sesuai posisi tempatnya di permukaan bumi, namun untuk masalah garis yang dihasilkan dari dua teori ini akan menghasilkan jarak yang terdekat dibanding teori navigasi yang kadang kala menghasilkan jarak yang relatif jauh.

Keenam, penelitian Ade Mukhlas pada tahun 2012 berjudul “*Analisis Penentuan Arah Kiblat Dengan Mizwala Qibla Finder*

---

<sup>17</sup> Penelitian ini adalah disertasi karya beliau saat menjalani program doktor di IAIN Walisongo Semarang yang telah dibukukan oleh Kementerian Agama Republik Indonesia, untuk lebih jelasnya baca Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, Jakarta: Kementerian Agama RI, Direktorat Jenderal Pendidikan Islam, Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, Cet I, Desember 2012.

*Karya Hendro Setyanto*".<sup>18</sup> Di dalamnya disebutkan secara rinci tentang alat *Mizwala Qibla Finder*, dimulai dari pengertian, komponen bentuknya, cara penggunaannya hingga tingkat keakurasian dalam menentukan arah kiblat. Sedangkan mengenai keakurasiannya disebutkan bahwa keakurasian *Mizwala Qibla Finder* ini dengan Theodolit menghasilkan selisih  $0^{\circ} 3'$ , sehingga sudah dapat dikategorikan sebagai alat sederhana yang akurat.

Ketujuh, Muhammad Adieb tahun 2014 melakukan penelitian tentang "*Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Theodolite*", 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 kiblatnya.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Skripsi Ade Mukhlas, *Analisis Penentuan Arah Kiblat Dengan Mizwala Qibla Finder Karya Hendro Setyanto*, Semarang: Faklutas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2012.

<sup>19</sup> Skripsi Muhammad Adieb, *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Theodolite*, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang, 2014, hal. 86.

Kedelapan, Fahrin pada tahun 2014 melakukan penelitian berjudul “*Qibla Laser Sebagai Alat Penentu Arah Kiblat Setiap Saat Dengan Menggunakan Matahari Dan Bulan*”, dijelaskan sangat rinci di dalam penelitiannya ini tentang alat buatan Fahrin sendiri yang diberi nama *Qibla Laser*, alat ini didesain sama persis seperti desain Theodolite yang dibuat sederhana dari kayu, sehingga fungsi-fungsinya pun dapat dikatakan sama dengan Theodolite. Segi perbedaannya hanya tampak pada penambahan alat laser sebagai fungsi pembidikan garis kiblat, biasanya jika dengan Theodolite pembidikan ini dilakukan dengan menggunakan teleskop kecil yang tersedia di Theodolite itu sendiri, namun dalam alat *Qibla Laser* ini fungsi teleskop kecil tersebut digantikan oleh laser, maka dari itu nama alat ini menggunakan embel-embel “*Laser*”.<sup>20</sup>

Kesembilan, Mindasari, 2013 dengan judul “*Uji Akurasi Data Global Positioning System (GPS) dan Azimuth Matahari pada Smartphone Berbasis Android Untuk Hisab Arah Kiblat (Studi Analisis Aplikasi GPS Status dan Qibla Compass Sundial*

---

<sup>20</sup> Skripsi Fahrin, *Qibla Laser Sebagai Alat Penentu Arah Kiblat Setiap Saat Dengan Menggunakan Matahari Dan Bulan*, Semarang: Fakultas Syari’ah IAIN Walisongo Semarang, 2014, h. 91.



*Lite)*”,<sup>21</sup> dalam penelitiannya ia mengemukakan bahwa Aplikasi data titik koordinat untuk perhitungan arah kiblat dari GPS pada smartphone berbasis android dalam program GPS Status, bisa dilihat pada tampilan nilai latitude untuk lintang tempat dan longitude untuk bujur tempat, sedangkan nilai azimuth Matahari untuk perhitungan arah kiblat menggunakan alat bantu theodolit dalam Qibla Compass Sundial Lite bisa dilihat pada data azimuth Matahari yang terletak di pojok kanan bawah aplikasi.

Kesepuluh, Imroatul Munfaridah, 2010 yang berjudul “*Aplikasi Global Positioning System (GPS) dan Hitungan Azimuth True North untuk Verifikasi Terhadap Deviasi Arah Kiblat Masjid-Masjid di Kecamatan Mlarak Kabupaten Ponorogo*”.<sup>22</sup> penelitian ini fokus membahas hasil hisab arah kiblat menggunakan GPS dan hitungan azimuth true north yang pengukurannya menggunakan

---

<sup>21</sup> Skripsi, Mindasari, “*Uji Akurasi Data Global Positioning System (GPS) dan Azimuth Matahari pada Smartphone Berbasis Android Untuk Hisab Arah Kiblat (Studi Analisis Aplikasi GPS Status dan Qibla Compass Sundial Lite)*”, Semarang: IAIN Walisongo, 2013.

<sup>22</sup> Thesis Imroatul Munfaridah, “*Aplikasi Global Positioning System (GPS) dan Hitungan Azimuth True North untuk Verifikasi Terhadap Deviasi Arah Kiblat Masjid-Masjid di Kecamatan Mlarak Kabupaten Ponorogo*”, Ponorogo: STAIN Ponorogo, 2010.

Theodolite dan diperoleh deviasi rata-rata arah kiblat masjid-masjid di Kecamatan Mlarak Kabupaten Ponorogo.

Berdasarkan penelusuran peneliti dari beberapa referensi tersebut, belum ada penelitian atau tulisan yang membahas tentang uji akurasi titik koordinat suatu tempat menggunakan *Istiwaaini*, dari penelitian yang sudah *Istiwaaini* digunakan untuk menentukan arah kiblat. Sehingga peneliti fokus untuk melakukan uji akurasi *Istiwaaini* dalam penentuan titik koordinat suatu tempat.

## **F. Metode Penelitian**

Penelitian skripsi ini, metode yang penulis gunakan adalah sebagai berikut :

### **1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini termasuk penelitian *kualitatif*.<sup>23</sup> Yakni riset yang bersifat deskriptif yaitu jenis penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian

---

<sup>23</sup> Yaitu suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada metodologi yang menyelidiki suatu fenomena sosial dan masalah manusia. Lihat Juliansyah Noor, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Kencana, 2011, h. 33.

yang terjadi saat ini dan cenderung induktif.<sup>24</sup> Penelitian ini termasuk penelitian lapangan (*field research*)<sup>25</sup> yaitu penelitian yang dilakukan dilapangan, yang berarti bahwa datanya diambil dari lapangan, dalam hal ini penulis menggunakan *Istiwaaini* sebagai instrumen utama dalam mengumpulkan data-data di lapangan terkait dengan titik koordinat lintang tempat dan bujur tempat.

## 2. Sumber Data

Data penelitian menurut sumbernya digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.<sup>26</sup> Dalam penelitian ini menggunakan dua sumber data tersebut yaitu :

### a. Data Primer<sup>27</sup>

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti langsung dari sumbernya. Dalam penelitian ini yang menjadi sumber data primer adalah hasil dari penggunaan *Istiwaaini*

---

<sup>24</sup> Juliansyah Noor, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Kencana, 2011, h. 34.

<sup>25</sup> Jusuf Soewadji, *Pengantar Metodologi Penelitian*, Jakarta: Mitra Wacana Media, 2012, h. 21.

<sup>26</sup>, Jusuf Soewadji, *Pengantar....*, hal. 91.

<sup>27</sup> Data primer adalah data tangan pertama atau data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya. Lihat M. Iqbal Hasan, hal 82.

terkait dengan titik koordinat lintang tempat dan bujur tempat, eksperimen dan wawancara.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah disusun, dikembangkan dan diolah kemudian tercatat.<sup>28</sup> Data sekunder berupa sumber yang memberikan informasi atau data lain yang diperkuat dengan dokumen-dokumen resmi, hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan tema penulis, serta buku-buku tentang titik koordinat lintang tempat dan bujur tempat serta buku-buku tentang *Istiwaaini*.<sup>29</sup>

### 3. Teknik Pengumpulan Data

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

---

<sup>28</sup> Juliansyah Noor, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Kencana, 2011, h. 136.

<sup>29</sup> Slamet Hambali, *Menguji Ke Akuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali*, 2014.

a. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang ditujukan kepada subjek penelitian. Dokumen dapat berupa catatan pribadi, surat pribadi, buku harian, laporan kerja, notulen rapat, catatan kasus, rekaman video, foto dan lain sebagainya.<sup>30</sup> Metode ini dilakukan dengan cara mengambil gambar ketika praktik menentukan titik koordinat lintang tempat dan bujur tempat sebagai bukti telah melakukan penelitian.

b. Wawancara<sup>31</sup>

Wawancara ini dilakukan untuk menggali banyak informasi dari informan atau orang yang diwawancarai.<sup>32</sup> Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara terstruktur, yakni wawancara yang pertanyaannya disusun terlebih dahulu sebelum ditanyakan kepada informan.

---

<sup>30</sup> Sukandarrumidi, *Metodologi ...*, h. 47.

<sup>31</sup> Wawancara adalah suatu bentuk komunikasi antara dua orang, melibatkan seseorang yang ingin memperoleh informasi dari seorang lainnya dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan berdasarkan tujuan tertentu. Lihat Deddy Mulyana, *Metode Penelitian Kualitatif Paradigma Baru Ilmu Komunikasi dan Ilmu Sosial Lainnya*, Bandung: Remaja Rosdakarya, Cet IV, 2004, hal. 180.

<sup>32</sup> Andi Prastowo, *Metode Penelitian Kualitatif, Dalam Prespektif Rancangan Penelitian*, Yogyakarta: ar-Ruzz Media, 2012, hal. 212.

Teknik wawancara ini penulis lakukan dengan melakukan wawancara kepada Bapak Slamet Hambali sebagai penemu serta perancang *Istiwaaini* dan untuk mengetahui secara singkat biografi beliau serta mengetahui sistematika pembuatan *Istiwaaini* secara mendalam untuk memperoleh data secara lengkap dalam penelitian.

c. Observasi

Dengan metode observasi<sup>33</sup> ini, penulis memperhatikan secara teliti titik koordinat lintang dan bujur tempat yang ditunjukkan dalam *Istiwaaini* untuk mengetahui secara langsung hasil yang ditunjukkan pada *Istiwaaini* tersebut. Kemudian hasil pengamatan dan pengetahuan-pengetahuan akan diolah sebagai data dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat pada *Istiwaaini* dan dicocokkan dengan GPS (*Global Positioning System*) *Garmin 76 CSX* sebagai alat yang sudah teruji keakuratannya dalam penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat.

---

<sup>33</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, h. 16.

#### 4. Teknik Analisis Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Analisis data merupakan proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, observasi, dokumentasi dengan cara mengorganisasikan data kedalam kategori, menjabarkan dan membuat kesimpulan yang dapat dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain.<sup>34</sup>

Data diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif, yakni digunakan dalam mencari dan mengumpulkan data menyusun dan menggunakan serta menafsirkan data yang sudah ada.<sup>35</sup> Tujuan dari metode tersebut adalah untuk memberi deskripsi terhadap obyek yang diteliti yaitu menggambarkan hasil yang terdapat dalam *Istiwaaini* dan melihat GPS (*Global Positioning System*) *Garmin 76 CSX*.

Proses analisis dimulai dari pengumpulan data untuk menentukan titik koordinat lintang tempat dan bujur tempat.

---

<sup>34</sup> Sugiyono, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta, 2012, h. 89.

<sup>35</sup> Lexy J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2006, h. 103.

Kemudian hasilnya disamakan dengan GPS (*Global Positioning System*) *Garmin 76 CSX*, apakah sama atau berbeda sehingga diketahui selisih antara *Istiwaaini* dengan yang ada di GPS (*Global Positioning System*) *Garmin 76 CSX* itu. Kemudian akan bisa disimpulkan hasil akurasi dari *Istiwaaini* tersebut, jika selisihnya tidak begitu banyak maka *Istiwaaini* ini dapat dikatakan sebagai alat non optik yang akurat dalam penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat.

## **G. Sistematika Penulisan**

Secara garis besar agar lebih memudahkan dalam memahami dan mempelajari skripsi ini, penulisan akan menyusun per bab yang terdiri dari lima bab. Untuk lebih jelasnya, sistematika penulisannya sebagai berikut :

### **BAB I     PENDAHULUAN**

Bab pertama ini akan dimuat, latar belakang penelitian ini dilakukan, rumusan masalah yang hendak diteliti sebagai pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian. Selanjutnya telaah pustaka, sebagai sumber rujukan penulis dalam meneliti, dan metode penelitian



yang mana menjelaskan teknis analisis yang dilakukan dalam penelitian, serta di kemukakan tentang sistematika penulisan pembuatan skripsi.

## **BAB II METODE PENENTUAN TITIK KOORDINAT DAN GPS**

Bab kedua ini di dalamnya membahas meliputi yang *pertama* tentang definisi sistem koordinat, klasifikasi titik koordinat, sejarah penentuan titik koordinat, fungsi penentuan, metode penentuan titik koordinat dan sistem dalam penentuan titik koordinat dalam praktek ilmu falak. Kedua tentang teori GPS meliputi segmen penyusunan GPS, error source pada GPS dan macam-macam GPS.

## **BAB III APLIKASI ISTIWAAINI DALAM PENENTUAN TITIK KOORDINAT LINTANG DAN BUJUR TEMPAT**

Bab ketiga ini menjelaskan tentang pengertian *Istiwaaini*, sejarah *Istiwaaini*, bagian-bagian *Istiwaaini*, kegunaan *Istiwaaini*, kelebihan dan kekurangan

*Istiwaaini*, biografi Slamet Hambali serta aplikasi *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat.

#### **BAB IV ANALISIS UJI AKURASI *ISTIWAAINI* DALAM MENENTUKAN TITIK KOORDINAT LINTANG DAN BUJUR TEMPAT .**

Bab ke empat ini akan di kemukakan pokok dari pembahasan penulisan skripsi ini, yakni menganalisis penggunaan *Istiwaaini* dalam penentuan titik koordinat tempat dan analisis keakurasian *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat tempat berupa lintang tempat dan bujur tempat.

#### **BAB V PENUTUP**

Bab terakhir berisi kesimpulan atas bahasan dan hasil penelitian yang penulis angkat, kemudian saran-saran dan kata penutup.

## BAB II

### KONSEP TENTANG TITIK KOORDINAT DAN *GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)*

#### A. Titik Koordinat

##### 1. Definisi Sistem Koordinat

Sistem koordinat<sup>1</sup> memiliki koordinat masing-masing. Posisi benda langit seperti Matahari dapat dinyatakan dalam sistem koordinat tertentu. Selanjutnya nilainya dapat diubah ke dalam sistem koordinat yang lain melalui suatu transformasi koordinat. Untuk menyatakan sebuah benda di dalam ruang, dibutuhkan suatu sistem koordinat yang memiliki pusat koordinat (*origin*) dan sumbu koordinat (*axis*). Sistem koordinat paling dasar atau sederhana adalah kartesian (*cartesian*).<sup>2</sup>

Islam adalah agama samawi terakhir yang diturunkan oleh Allah melalui rasul-Nya Nabi Muhammad SAW dengan kitab suci Al-Qur'an yang lengkap dengan berbagai informasi, yang diantaranya adalah yang menyangkut alam semesta, lebih

---

<sup>1</sup> Abd Salam Nawawi, Ilmu Falak : *Cara Praktis Menghitung Waktu Salat, Arah Kiblat, dan Awal Bulan*, Sidoarjo: Aqaba, 2010, h. 4.

<sup>2</sup> Hasanuddin Abidin, *Geodesi Satelit*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2001, h. 15.

spesifik lagi adalah berhubungan dengan gerak Matahari, Bumi dan Bulan.<sup>3</sup>

Alam semesta ini diciptakan dalam keadaan yang teratur rapi, keteraturan gerakan bintang termasuk Matahari, Planet, Satelit, Komet dan benda langit lainnya menyebabkan gerakan benda-benda tersebut dapat dipelajari dengan seksama. Dengan memahami gerakan benda-benda langit tersebut, manusia dapat memperkirakan peristiwa-peristiwa yang terjadi di masa depan dengan akurat. Untuk memudahkan pemahaman terhadap posisi benda-benda langit, kita perlu mengetahui pengertian sistem koordinat terlebih dahulu.<sup>4</sup>

Posisi suatu titik dapat dilihat secara kuantitatif melalui koordinat yang ditetapkan pada suatu sistem koordinat terestris dengan titik nol pada pusat Bumi atau geosentris ataupun pada permukaan Bumi yang disebut Toposentris, agar koordinat ini konsisten atau standar diperlukan suatu sistem untuk menyatakan koordinat. Sistem tersebut adalah sistem referensi

---

<sup>3</sup> Slamet Hambali, *Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus*, Jurnal Al-Ahkam Walisongo, Volume 23, No. 2, Oktober 2013, h. 226.

<sup>4</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Lab. FMIPA UGM Yogyakarta, 2012, h. 47.

koordinat dan realisasinya umum disebut *kerangka referensi koordinat*.<sup>5</sup>

Sistem referensi koordinat adalah sistem (termasuk teori, konsep, deskripsi fisis serta standard dan parameter) yang digunakan dalam pendefinisian koordinat dari suatu atau beberapa titik dalam ruang.<sup>6</sup>

Menurut Ilmu astronomi, penentuan posisi titik pada sebuah bidang datar dapat dilakukan dengan mengetahui kedua koordinat titik itu, yaitu absis dan ordinatnya atau disebut dengan kartesian 2 (koordinat 2 dimensi). Dengan menggunakan sumbu x dan y yang berpotongan tegak lurus pada titik 0. Misalnya, dapat diketahui bahwa absis titik A = +3 dan ordinatnya = +5. Dengan demikian dapat dijelaskan bahwa posisi titik A adalah pada titik berpotongan dua garis yang ditarik dengan beracuan pada kedua koordinatnya.<sup>7</sup>

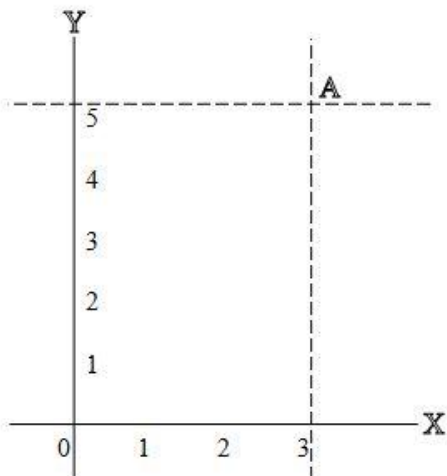
---

<sup>5</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*...., h.15.

<sup>6</sup> *Ibid.*

<sup>7</sup> Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan*, Yogyakarta: Teras, 2011, h. 31.

Gambar 1.1 Koordinat 2 Dimensi

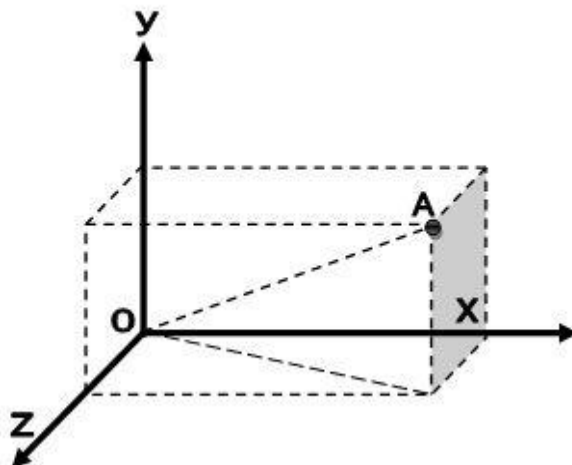


Selanjutnya koordinat kartesian 2 dimensi dapat diperluas menjadi kartesian 3 dimensi (koordinat 3 dimensi) yang berpusat di titik 0 dan memiliki sumbu  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . pada Gambar 1.1 dapat diubah menjadi koordinat bola (spherical coordinate) 3 dimensi ( $r$ ,  $\text{Alpha}$ ,  $\text{Beta}$ ) seperti pada gambar 1.2. Dalam koordinat kartesian 3 dimensi, seluruh koordinat berdimensi panjang (yaitu  $r$ ) dan dua koordinat lainnya berdimensi sudut (yaitu  $\text{Alpha}$  dan  $\text{Beta}$ ). Titik  $A$  masih tetap menyatakan titik yang sama dengan titik  $A$  pada Gambar 1.1.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda.....*,h. 48.

Gambar 1.2 Koordinat 3 Dimensi



## 2. Klasifikasi Sistem Koordinat

Untuk memudahkan pemahaman terhadap posisi benda-benda langit, maka diperkenalkan beberapa sistem koordinat. Setiap sistem koordinat memiliki koordinat masing-masing.<sup>9</sup> Sistem koordinat sebagai identitas suatu titik dapat penulis klasifikasikan menjadi dua yaitu sistem koordinat astronomi dan sistem koordinat geodesi.<sup>10</sup> Pembagian ini didasarkan adanya perkembangan keilmuan yang mengkaji penentuan titik koordinat. Berdasarkan pada keilmuan tersebut, masing-masing sistem

---

<sup>9</sup>Skripsi Umul Maghfuroh, *Uji Akurasi.....*,h. 24.

<sup>10</sup> Thesis Anisah Budiawati, "*Kajian Tongkat.....*", h. 18.

koordinat memiliki ciri-ciri dan pembahasan yang berbeda, sebagaimana penjelasan berikut ini:

#### **a. Sistem Koordinat Astronomi**

Menurut A.E.Roy dan Clarke menjelaskan bahwa sejak 4000 tahun yang lalu sejak astronomi berkembang, pengetahuan tentang tata koordinat telah lama dikenal. Sistem koordinat memiliki lingkaran besar sebagai referensi dan arahnya pada setiap bola langit. Pilihan dari titik koordinat yang dipakai sangat bervariasi tergantung pada posisi pengamat. Jika pengamat berada di atas permukaan Bumi maka disebut *Sistem Toposentrik*, Bumi sebagai pusatnya disebut *Sistem Geosentrik*, atau Matahari sebagai titik pusatnya disebut *Heliosentrik*, atau pada pembahasan yang lain seperti pada sistem satelit, planet sebagai pusatnya (*planetosentrik*), atau bisa juga pada saat ini ketika membahas perjalanan angkasa, titik pusat bisa disebut pula dengan sistem *Toposentrik* atau Bulan sebagai titik pusat (*a selenocentric system*).<sup>11</sup>

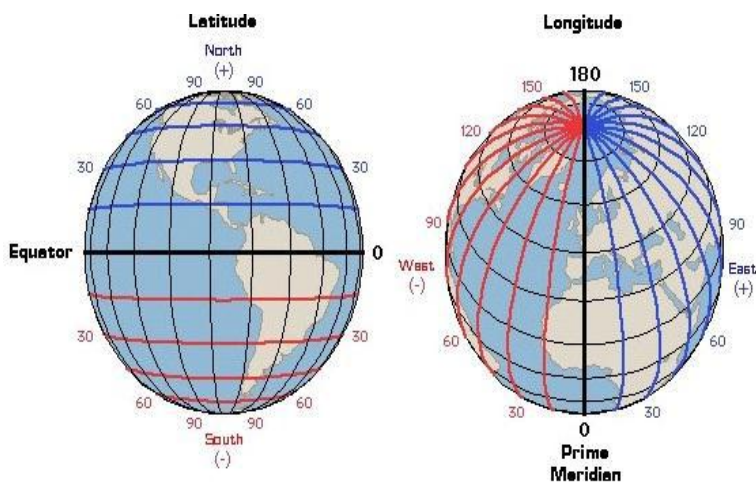
---

<sup>11</sup> *Ibid.*, h. 18.



Penentuan titik koordinat Bumi atau dalam bahasa Inggris dinamakan *Terrestrial* dinyatakan dalam bentuk sudut yang terdiri dari satuan derajat, menit, dan detik. Lintang dan bujur dijelaskan dalam konsep yang telah lama diperkenalkan melalui sebuah ilustrasi referensi Bumi.<sup>12</sup> Dalam Geografi dijelaskan terdapat garis-garis yang bersinggungan yang dinamakan garis lintang dan garis bujur.<sup>13</sup>

Gambar 1.3. Lintang dan Bujur



Menurut Susiknan Azhari, lintang tempat adalah jarak sepanjang meridian Bumi diukur dari khatulistiwa sampai suatu

<sup>12</sup> W. M Smart, *Textbook on Spherical Astronomy*, New York: Cambridge University Press, 1977, h. 15.

<sup>13</sup> Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, Semarang: Etose Digital Publishing, 2012, h. 298.

tempat yang dimaksud. Lintang tempat minimal  $0^\circ$  dan maksimal  $90^\circ$ . Tempat-tempat yang berada di sebelah utara garis khatulistiwa bernilai positif (+). Sedangkan tempat-tempat yang berada di sebelah selatan garis khatulistiwa bernilai negatif (-).<sup>14</sup> Lintang Tempat (LT) diukur dari garis khatulistiwa ke arah kutub Bumi (dari khatulistiwa sampai ke suatu tempat), lintang yang berada di sebelah utara khatulistiwa disebut lintang utara diberi tanda (+) yang berarti positif, sedang yang berada disebelah selatan khatulistiwa disebut lintang selatan dan diberi tanda (-) yang berarti negatif, sementara garis khatulistiwa  $0^\circ$ .<sup>15</sup>

Adapun *Garis Bujur* yang dikenal dengan *nama Lingkaran Meridian* atau *Meridian* saja. Jarak antara garis bujur yang melewati kota Greenwich sampai garis bujur yang melewati suatu tempat (kota) diukur sepanjang equator disebut *Bujur Tempat* atau *Thulul Balad* atau *Bujur Geografis* yang dalam Astronomi dilambangkan dengan  $\lambda$  (lamda). Nilai bujur tempat adalah  $0^\circ$  sampai  $180^\circ$ , baik positif maupun negatif.

---

<sup>14</sup> Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012, h. 134.

<sup>15</sup> Abdurrachim dan Marwazi. NZ, *Ikhtisar Ilmu Falak*, Yogyakarta: Fakultas Syari'ah IAIN Sunan Kalijaga, 1981, h. 56.

Bujur tempat  $+180^\circ$  dan  $-180^\circ$  bertemu di lautan Atlantik yang kemudian dijadikan sebagai *Batas Tanggal (International Date Line)*.<sup>16</sup>

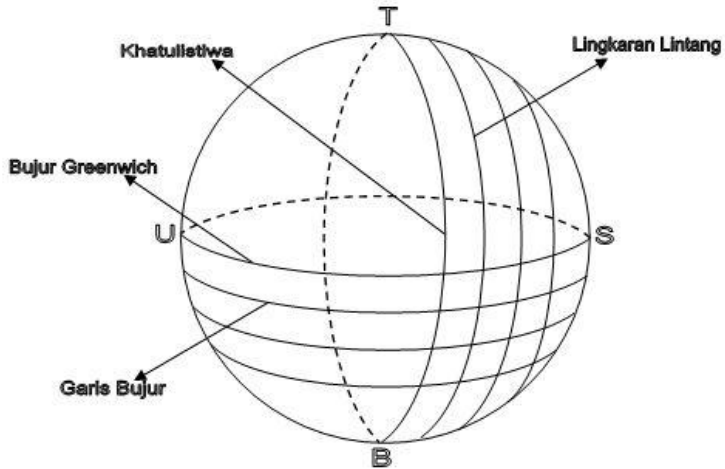
Permukaan Bumi kita ini membuat garis yang menghubungkan antara kutub utara dan kutub selatan Bumi, maka garis tersebut akan memotong tegak lurus garis khatulistiwa. Garis ini dinamakan “garis atau busur bujur”. Kalau garis seperti ini dibuat dari setiap titik di permukaan Bumi, maka permukaan Bumi akan dipenuhi garis-garis bujur hingga membentuk bangunan bulat seperti bola. Diantara garis-garis bujur yang banyak itu, garis bujur kota Greenwich dekat London dipilih untuk menjadi salah satu sumbu pada tata koordinat khatulistiwa (lihat gambar 1.3). Garis bujur kota Greenwich merupakan titik 0 dengan acuan tata koordinat khatulistiwa, tempat-tempat di Bumi ditentukan posisinya dengan mengukur harga “lintang” dan “bujur” kota Greenwich.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2008, h. 41.

<sup>17</sup> Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak.....*, h. 34.

Gambar 1.4 Sistem Koordinat Bumi



Berdasarkan pembahasan di atas menunjukkan sistem koordinat astronomi memiliki konsep Bumi berbentuk bulat. Hal ini juga berlaku pada penentuan titik koordinat langit. Koordinat suatu titik di bidang permukaan bola langit dapat ditentukan dengan menetapkan lingkaran dasar dan titik asal koordinat. Ada tiga jenis sistem koordinat, yaitu sistem koordinat horizon, sistem koordinat ekuator, dan sistem koordinat ekliptika.<sup>18</sup>

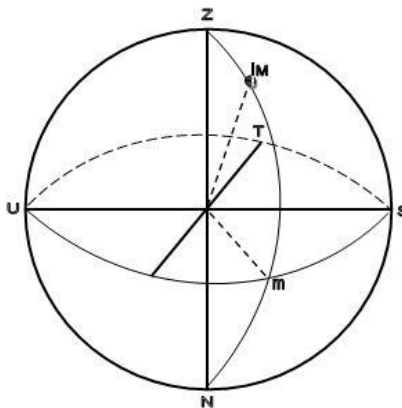
---

<sup>18</sup> Nyomas Suwitra, *Astronomi Dasar*, Singaraja: Jurusan Fisika, tt, h. 7.

## 1) Koordinat Horison<sup>19</sup>

Menentukan koordinat horison posisi sebuah benda langit dengan sistem ini yang diperlukan adalah azimuth dan tinggi benda langit. Perhatikan gambar dibawah ini.

Gambar 1.5 Koordinat Horison



Keterangan:

Z = titik zenith (puncak)

N = titik nadir (bawah)

ZN = vertikal

M = bintang

m = proyeksi bintang

UBST = horison atau ufuk

M, Z, M, m, N = lingkaran vertikal

---

<sup>19</sup> Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak Menyimak Proses Pembuatan Alam Semesta*, Yogyakarta: Bismillah Publisher, 2012, h. 300.

Azimuth adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan titik pusat dengan titik utara dengan garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan proyeksi bintang sepanjang horison searah dengan perputaran arah jarum jam (berkisar antara  $0^0$  sampai  $360^0$ ).<sup>20</sup>

Kemudian yang dimaksud dengan tinggi bintang adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan proyeksi bintang dengan garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan bintang.<sup>21</sup> Tinggi (bintang) diatas ufuk nilainya positif dari  $0^0$  sampai  $+ 90^0$  dan dibawah ufuk nilainya negatif antara  $0^0$  sampai  $- 90^0$ .<sup>22</sup>

## 2) Koordinat Ekuator

Ketika Bumi bergerak mengitari Matahari di bidang Ekliptika, Bumi juga sekaligus berotasi terhadap sumbunya. Penting untuk diketahui, sumbu rotasi Bumi tidak sejajar dengan sumbu bidang ekliptika atau dengan kata lain, bidang ekuator tidak sejajar dengan bidang ekliptika, tetapi membentuk sudut kemiringan sebesar kira-kira 23,5 derajat. Sudut kemiringan ini

---

<sup>20</sup> *Ibid*, h. 299.

<sup>21</sup> *Ibid*, h. 301.

<sup>22</sup> *Ibid*.

sebenarnya tidak bernilai konstan sepanjang waktu. Nilainya semakin lama semakin mengecil.<sup>23</sup>

Data yang diperlukan dalam penentuan posisi benda langit dengan sistem ini adalah asensio rekta ( $\alpha$ ) dan deklinasi.<sup>24</sup> Asensio rekta ( $\alpha$ ) adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan pengamat ke titik musim semi<sup>25</sup> dan garis yang menghubungkan antara pengamat dengan proyeksi benda langit tersebut ke lingkaran ekuator. Deklinasi Matahari atau *Mail Syams* adalah jarak sepanjang lingkaran deklinasi dihitung dari ekuator sampai matahari. Dalam astronomi dilambangkan dengan  $\delta$ .<sup>26</sup> Untuk lebih jelasnya dapat diperhatikan gambar dibawah ini.

---

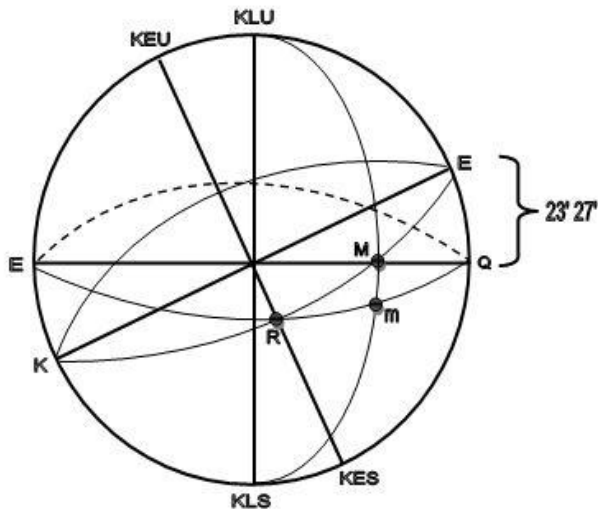
<sup>23</sup>Rinto Anugraha, *Mekanika Benda...*, h.52.

<sup>24</sup>Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak.....*,h. 302.

<sup>25</sup> Dalam Astronomi titik musim semi dikenal dengan istilah *titik aries* (Vernal Aquinox) dan dalam kitab-kitab falak disebut *al-Haml*.

<sup>26</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam.....*,h. 65.

Gambar 1.6 Koordinat Ekuator



Keterangan:<sup>27</sup>

ERMQ = Ekuator langit

KRME = Ekliptika (membentuk sudut  $23^{\circ} 27'$  dengan ekuator)

U-KES = Sumbu Ekliptika

R = Titik aries

M = Ekuator bintang

M = Proyeksi bintang M di ekuator langit

R-m = Assensio rekta bintang

m-M = Deklinasi bintang M

KLU- M-m-KLS = Lingkaran waktu (lingkaran deklinasi).

<sup>27</sup> Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak.....*,h. 302.



### 3) Koordinat Ekliptika

Sistem koordinat ekliptika, lingkaran ekliptika menjadi lingkaran dasar utamanya, sedangkan titik asalnya adalah titik musim semi (*titik aries*) seperti yang digunakan dalam sistem koordinat ekuator.<sup>28</sup>

Matahari disamping gerak hariannya dari timur ke barat, juga mempunyai gerak tahunan pada bola langit sepanjang lingkaran besar yang dinamakan *Ekliptika*. Ekliptika memotong ekuator langit di dua titik yaitu Titik Pertama *Aries* (titik musim semi) atau *Vernal Equinox* dan di *Titik Autumnal Equinox* (titik musim gugur).<sup>29</sup>

Matahari berada di *Vernal Equinox* pada tanggal 21 Maret dan di *autumnal equinox* pada tanggal 23 September. Ketika Matahari dalam lintasannya sepanjang ekliptika mencapai vernal equinox, dia melintas dari sisi selatan ke sisi utara dari ekuator langit. Dalam tata koordinat ekliptika ini, benda langit ditentukan

---

<sup>28</sup> Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007, h. 31.

<sup>29</sup> Nyomas Suwitra, *Astronomi Dasar*, Singaraja: Jurusan Fisika, tt, h. 11.

oleh kedudukan benda ini terhadap bidang ekliptika langit dan titik aries sebagai titik asal.<sup>30</sup>

## **b. Sistem Koordinat Geodesi**

Sebelum membahas lebih luas tentang koordinat geodesi disini akan dijelaskan secara singkat yang terkait dengan sejarah geodesi yaitu pada awalnya, Bumi dikenal sebagai suatu bidang datar yang berbentuk seperti sebuah piringan dan menjadi pusat dari seluruh alam semesta. Bagi manusia yang hidup di wilayah daratan dan tidak mengenal lautan, bidang datar itu bidang horizon (cakrawala), sedangkan bagi manusia yang hidup di pesisir, maka bidang datar adalah permukaan laut. Bumi sebagai bidang datar disebut model Bumi datar (*flat earth model*).<sup>31</sup>

Ilmu geodesi dan geomatika,<sup>32</sup> posisi suatu titik dinyatakan dengan koordinat (dua dimensi atau tiga dimensi) yang mengacu

---

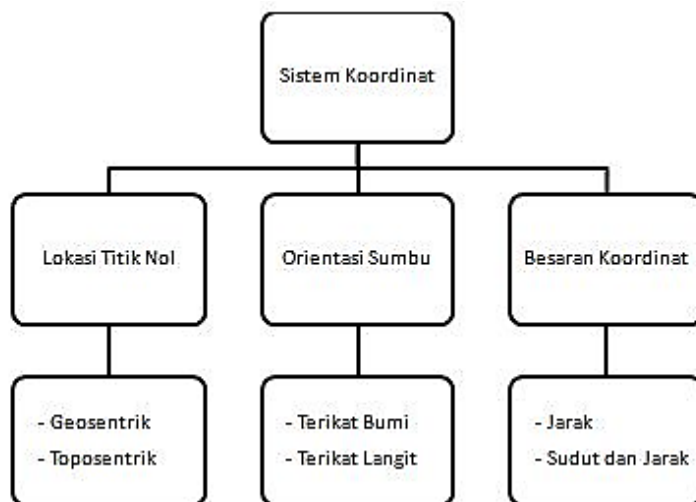
<sup>30</sup> *Ibid.*

<sup>31</sup> Kemenag RI, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, Cet. 1, Jakarta: Direktorat Jenderal Pendis dan Diktis, 2012, h. 105.

<sup>32</sup> Secara umum geomatika adalah kegiatan hunter and gatherer yang dapat diterjemahkan sebagai mengumpulkan dan menggabungkan, termasuk alat dan teknik yang digunakan dalam pengukuran tanah, penginderaan jauh, GIS, GPS, dan hal lain yang terkait dengan pemetaan permukaan Bumi. (Lihat Joenil Kahar, *Geodesi*, Bandung : ITB, 2008), h. 222.

pada suatu sistem koordinat tertentu. Sistem koordinat itu sendiri didefinisikan dengan menspesifikasi tiga parameter berikut:

- 1) Lokasi titik nol dari sistem koordinat
- 2) Orientasi dari sumbu-sumbu koordinat
- 3) Besaran (Kartesian, Curvalinier) yang digunakan untuk mendefinisikan posisi suatu titik dalam sistem koordinat tersebut.<sup>33</sup> Untuk memperjelasnya, maka penulis akan menggambarkan dalam bentuk bagan dibawah ini :



Setiap parameter dari sistem koordinat tersebut dapat di spesifikasikan lebih lanjut dan bergantung pada spesifikasi

---

<sup>33</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi.....*, h.29.

parameter yang digunakan sehingga dikenal beberapa sistem koordinat yang dikategorikan dalam tiga kelompok besar yaitu:

### 1) **Sistem Koordinat *Terrestrial***

Sistem koordinat *Terrestrial* ini pada awalnya adalah tentang Bumi dan pergerakan Bumi itu sendiri,<sup>34</sup> dan sistem ini mendefinisikan titik-titik yang berada pada permukaan Bumi. Sistem koordinat *terrestrial* ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu sebagai berikut:

#### a) **Sistem Koordinat Geosentrik**

Penentuan posisi suatu titik dipermukaan Bumi, titik nol dari sistem koordinat yang digunakan dapat berlokasi di titik pusat massa Bumi. Sistem koordinat geosentrik banyak digunakan dalam metode-metode penentuan posisi ekstra-terrestris<sup>35</sup> yang menggunakan satelit dan benda-benda langit

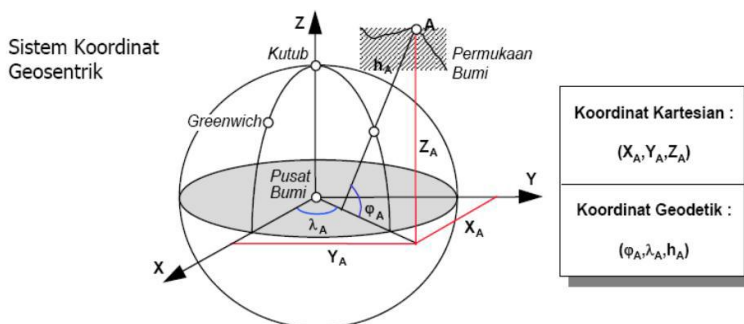
---

<sup>34</sup> Krakiwsky, W.J dan D. E. Wells, *Coordinate System in Geodesy*, Canada: Departement of Geodesy and Geomatics Engineering University of New Brunswick Fredericton, N.B, 1971, h. 1.

<sup>35</sup> Penentuan posisi dilakukan berdasarkan pengamatan terhadap benda atau objek di angkasa seperti bintang, bulan, quasar dan satelit buatan manusia, beberapa contoh penentuan posisi ekstra terretris adalah astronomi geodesi, transit dopler, GPS, dll.

lainnya, dan sistem koordinat toposentrik banyak digunakan oleh metode-metode penentuan posisi terrestris.<sup>36</sup>

Gambar 1.7 Sistem Koordinat Geosentrik



Berdasarkan gambar di atas, sistem geosentrik dapat dinyatakan dengan dua koordinat kartesian dan koordinat geodetik. Hal ini sebagaimana klasifikasi dari besaran koordinat yang digunakan, di mana posisi suatu titik dalam sistem koordinat kartesian dan besaran-besaran sudut dan jarak seperti pada sistem koordinat ellipsoid atau geodetik. Dilihat dari orientasi sumbunya, ada sistem koordinat yang sumbu-sumbunya ikut berotasi dengan Bumi (terikat Bumi) dan ada yang tidak (terikat Langit).<sup>37</sup>

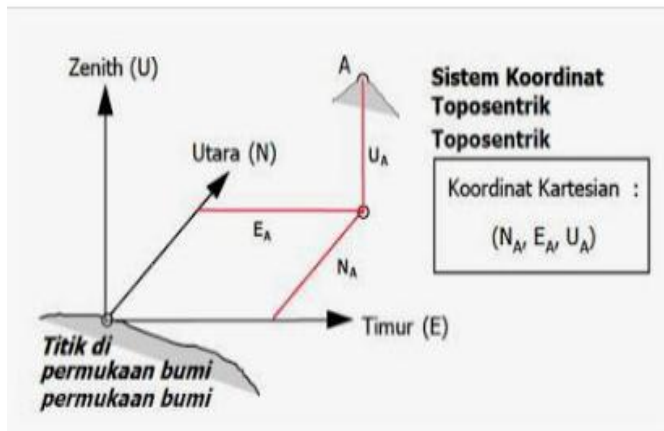
<sup>36</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit....*, h.30.

<sup>37</sup> *Ibid.*

## b) Sistem Koordinat Toposentrik

Sistem koordinat toposentrik adalah sistem penentuan posisi dengan titik nol yang berlokasi di salah satu titik di permukaan Bumi.<sup>38</sup> Sistem ini dapat digambarkan sebagai berikut :

Gambar 1.8 Sistem Koordinat Toposentrik



Gambar di atas menjelaskan tentang posisi suatu titik dalam sistem koordinat toposentrik yang dinyatakan dalam besaran-besaran jarak seperti sistem koordinat kartesian. Hal ini menunjukkan bahwa besaran koordinat yang digunakan pada toposentrik adalah koordinat kartesian.<sup>39</sup>

<sup>38</sup> Skripsi Umul Maghfuroh, *Uji Akurasi.....*,h. 36.

<sup>39</sup> Thesis Anisah Budiawati, "*Kajian Tingkat.....*",h. 25.

## 2) Sistem Koordinat *Celestial*

Sistem koordinat *Celestial* adalah sistem koordinat yang digunakan untuk mendefinisikan koordinat dari benda-benda langit seperti Bintang. Sistem koordinat ini tidak melakukan peredaran, namun dapat dikatakan beredar di sekeliling Bumi atau dalam arti yang lain, sistem ini disebut juga sebagai *Koordinat Astronomi* yaitu dalam tatanan referensi yang dipergunakan untuk menentukan kedudukan benda langit dalam bola langit.<sup>40</sup>

## 3) Sistem Koordinat *Orbital*

Sistem koordinat *orbital* adalah sistem koordinat yang tidak berbicara tentang rotasi Bumi, namun peredaran benda yang mengelilingi Bumi. Sistem ini digunakan untuk mendefinisikan koordinat satelit yang beredar di sekitar Bumi.<sup>41</sup>

## 3. Urgensifitas Titik Koordinat Dalam Praktek Ilmu Falak

Kemudian dalam praktek ilmu falak, nilai koordinat suatu tempat sangat diperlukan dalam beberapa hal diantaranya yaitu:

---

<sup>40</sup> *Ibid*, h. 26.

<sup>41</sup> *Ibid*, h. 28.

### a. Perhitungan arah kiblat

Masalah kiblat tiada lain adalah masalah arah, yakni arah kabbah di Makkah. Arah kabbah ini dapat ditentukan dari setiap titik atau tempat di permukaan Bumi dengan melakukan perhitungan dan pengukuran. Oleh sebab itu, perhitungan arah kiblat pada dasarnya adalah perhitungan untuk mengetahui guna menetapkan ke arah mana kabbah di Makkah itu dilihat dari suatu tempat di permukaan Bumi ini, sehingga semua gerakan orang yang sedang melaksanakan salat, baik ketika berdiri, rukuk, maupun sujudnya selalu berimpit dengan arah yang menuju kabbah.<sup>42</sup>

Umat Islam telah bersepakat bahwa menghadap kiblat dalam salat merupakan syarat sahnya salat, sebagaimana yang tercantum dalam al-qur'an dan hadits.

وَاللَّهُ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ فَأَيْنَمَا تُولُّوا فَثَمَّ وَجْهَ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ وَاسِعٌ عَلِيمٌ (١١٥)

Artinya : Dan milik Allahlah timur dan barat. Kemanapun kamu menghadap, di sanalah ada wajah Allah. Sungguh Allah maha luas lagi maha mengetahui.<sup>43</sup> (QS. Al-Baqarah [2] ayat : 115)

---

<sup>42</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak*.....,h. 47.

<sup>43</sup>Departemen Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*, Jakarta: CV Darus Sunnah, 2007, h 19.



Ayat ini membantah kepercayaan bahwa Allah mempunyai tempat, bahwa doa atau ibadah akan didengar dan sampai kepada Allah bila hamba yang berdoa dan beribadah itu menghadap ke arah tertentu saja atau suatu tempat yang dianggap lebih mulia dari tempat lainnya.

Berdasarkan ayat diatas dapat ditetapkan hukum sebagai berikut :<sup>44</sup>

- 1) Kiblat pada dasarnya adalah seluruh arah kemana saja hamba menghadap pasti menemukan wajah Allah. Untuk memelihara kesatuan dan persatuan kaum muslimin ditetapkanlah Kakbah sebagai arah kiblat.
- 2) Apabila hari sangat gelap dan arah kiblat tidak diketahui, maka boleh salat menghadap ke arah yang diyakini sebagai kiblat. Jika ternyata arah itu bukan arah kiblat, maka salatnya tetap sah.
- 3) Bagi orang yang berada di atas kendaraan yang sedang perjalanan, ia boleh berkiblat ke arah yang ia sukai. Sebagian ulama menganjurkan berkiblat ke arah depan dari kendaraan itu.

Adapun salah satu hadits yang menerangkan tentang arah kiblat yaitu:

---

<sup>44</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Tafsirnya*, Jakarta: Widya Cahaya, 2011), h 182.

حدثنا إسحاق بن نصر قال حدثنا عبد الرزاق أخبرنا ابن جريح  
 عن عطاء قال سمعت ابن عباس قال لَمَّا دَخَلَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ  
 عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الْبَيْتَ دَعَا فِي نَوَاحِيهِ كُلِّهَا، وَلَمْ يُصَلِّ حَتَّى خَرَجَ  
 مِنْهُ، فَلَمَّا خَرَجَ رَكَعَ رَكْعَتَيْنِ فِي قِبَلِ الْكَعْبَةِ وَقَالَ هَذِهِ الْقِبْلَةُ.<sup>45</sup>

Artinya : Ishaq bin Nasr, bercerita Abdul Razzak, bercerita Ibnu Juraij, dari Atha' berkata aku telah mendengar dari Ibnu Abbas: Bahwa sesungguhnya Nabi SAW ketika masuk ke Baitullah beliau berdoa di sudut-sudutnya, dan tidak salat di dalamnya sampai beliau keluar. Kemudian setelah keluar beliau salat dua rakaat di depan Kakbah, lalu berkata “inilah kiblat”. (Hadits Imam Bukhari)

Kata petunjuk dalam kalimat هذه القبلة mempunyai maksud Kakbah. Dalam suatu pendapat dikatakan, maksudnya adalah untuk mengukuhkan hukum perpindahan kiblat dari Baitul makdis, dikatakan pula maksudnya adalah bagi mereka yang menyaksikan Kakbah wajib menghadap langsung ke Kakbah, berbeda dengan orang yang tidak melihat langsung. Bahkan pendapat lain mengatakan perintah yang mesti dihadapi bukan seluruh wilayah Haram, bukan Makkah dan bukan pula Masjidil haram, melainkan Kakbah itu sendiri.<sup>46</sup>

---

<sup>45</sup> Abi Abdillah Muhammad ibn Ismail al-Bukhari, *Shahih al-Bukhari*, Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyyah, cet ke , 1992, h 176.

<sup>46</sup> Abdul Aziz Abdullah bin Baz, *Fathul Baari*, terjemahan Amiruddin, Jakarta: Pustaka Azzam, 2013, h. 100.

Kemudian dapat disimpulkan, dalam hubungan dengan penentuan arah kiblat, mengingat arah kiblat ini berkaitan dengan lintang dan bujur Makkah, maka untuk keseragaman digunakan pedoman keputusan Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama RI, yang menetapkan lintang kota Makkah  $21^{\circ}25'$  utara dan bujurnya adalah  $39^{\circ}50'$  timur.<sup>47</sup>

**b. Perhitungan posisi dan ketinggian hilal saat penentuan awal bulan *kamariah***

Kedudukan bulan pada suatu lokasi pengamatan, selain ditentukan oleh ketinggian tempat juga ditentukan oleh letak geografisnya, yaitu lintang dan bujur tempat itu. Dua tempat yang letak geografisnya berbeda melihat bulan pada saat bersamaan berada pada kedudukan yang berbeda pula. Kedudukan itu dinyatakan oleh azimuth dan ketinggian bulan.<sup>48</sup>

Azimuth biasanya ditentukan dari arah utara atau selatan sejajar dengan horizon, sampai pada posisi benda langit itu. Pengukurannya biasanya sesuai dengan gerakan arah jarum jam.

---

<sup>47</sup> Abdurrachim dan Marwazi. NZ, *Ikhtisar Ilmu Falak*, Yogyakarta: Fakultas Syari'ah IAIN Sunan Kalijaga, 1981, h. 56.

<sup>48</sup> Kemenag RI (Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam, Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama), Cet II, 2012, h.23.

Sehubungan dengan penentuan azimuth itu, maka pada setiap lokasi pengamatan kedua arah itu harus diketahui dengan pasti.<sup>49</sup>

Adapun salah satu ayat yang berhubungan dengan penentuan bulan kamariah sebagai berikut:

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيْتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ وَلَيْسَ الْبِرُّ بِأَنْ  
تَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنِ اتَّقَى وَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ  
أَبْوَابِهَا وَاتَّقُوا اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ (١٨٩)

Artinya :Mereka bertanya kepadamu (Muhammad) tentang bulan sabit. Katakanlah, “Itu adalah (penunjuk) waktu bagi manusia dan (ibadah) haji.” Dan bukanlah suatu kebajikan memasuki rumah dari belakang, tetapi kebajikan adalah (kebajikan) orang yang bertakwa. Masukilah rumah-rumah dari pintu-pintunya, dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.<sup>50</sup> (Q.S. Al-Baqarah [2] ayat 189)

Ayat ini Allah mengajar Nabi Muhammad saw menjawab pertanyaan sahabat tentang guna dan hikmah “bulan” bagi umat manusia, yaitu untuk keperluan perhitungan waktu dalam melaksanakan urusan ibadah mereka seperti salat, puasa, haji dan sebagainya serta urusan dunia yang diperlukan. Allah menerangkan perhitungan waktu itu dengan perhitungan bulan kamariah, karena

---

<sup>49</sup> *Ibid.*

<sup>50</sup> Kemenag RI (Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam, Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama), Cet II, 2012, h. 282.

lebih mudah dari perhitungan menurut peredaran Matahari (Syamsiah) dan lebih sesuai dengan tingkat pengetahuan bangsa Arab pada zaman itu.

Menurut saintis, Bulan adalah satelit Bumi yang berukuran sekitar seperempat dari ukuran Bumi. Ia beredar mengelilingi Bumi pada jarak rata-rata 384,400 kilometer di bawah tarikan gaya gravitasi Bumi. Akibat peredarannya inilah Bulan mengalami fase-fase dan diantaranya terjadi fenomena Bulan sabit, Bulan purnama, Bulan baru, dan Bulan mati. Semuanya terjadi karena posisi Bulan dan Bumi yang bergeser secara teratur terhadap posisi Matahari. Ketika Bulan berada diantara Bumi dan Matahari, sisinya yang gelap menghadap ke Bumi sehingga Bulan tidak terlihat oleh kita yang berada di Bumi, fase ini dinamakan fase Bulan baru. Kemudian bergeser dari fase Bulan baru ke fase Bulan purnama dan dari fase Bulan purnama menuju ke fase Bulan mati, kemudian pada fase Bulan mati Bulan kembali tidak nampak sama sekali.<sup>51</sup>

---

<sup>51</sup> *Ibid*, h. 284.

### c. Perhitungan waktu salat

Perhitungan awal waktu salat, data koordinat lintang dan bujur tempat ini akan berpengaruh pada kewajiban pelaksanaan awal waktu salat. Daerah yang berada di sebelah timur akan lebih dahulu memulai salat dari pada daerah yang berada di sebelah barat.<sup>52</sup>

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا (٧٨)

Artinya: “Laksanakanlah salat sejak Matahari tergelincir sampai gelapnya malam dan (laksanakan pula salat) subuh. Sungguh, salat subuh itu disaksikan (oleh malaikat).”<sup>53</sup>  
(QS. Al-Isra’ [17]: 78)

Ayat 78 ini memerintahkan agar Rasulullah saw mendirikan salat sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam, dan mendirikan salat Subuh. Maksudnya adalah mendirikan salat lima waktu, yaitu salat Zuhur, Asar, Maghrib, Isya dan Subuh.<sup>54</sup>

---

<sup>52</sup> Dimsiki Hadi, *Sains Untuk Kesempurnaan Ibadah (Penerapan Sains dalam Peribadatan)*, Yogyakarta: Prima pustaka, 2009, h. 6.

<sup>53</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Quran dan Tafsirnya*, Jilid 5, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia, 2012, h. 524.

<sup>54</sup> *Ibid*, h. 525

Pengertian sederhana, zawal berarti tergelincirnya Matahari.<sup>55</sup> Zawal yang dimaksud adalah sebagai pertanda masuknya waktu Zuhur yang ditunjukkan oleh kata *إِذْلُوكِ الشَّمْسِ*. Zawal tersebut yaitu zawal yang tampak secara zahir bukan zawal yang sesungguhnya,<sup>56</sup> sebab zawal yang sesungguhnya telah terjadi sebelum nampak secara zahir.<sup>57</sup>

#### 4. Sistem Penentuan Titik Koordinat Bumi

Sistem penentuan titik koordinat di Indonesia telah mengalami perkembangan yang cukup signifikan. Perkembangan penentuan titik koordinat ini dapat dilihat dari alat-alat yang dipergunakan untuk mengukurnya, seperti *Tongkat Istiwak*, GPS (*Global Positioning System*), dan *Google Earth*. Secara umum, sistem yang digunakan dalam penentuan titik koordinat yaitu:

##### a. Menggunakan *Tongkat Istiwak*

*Tongkat istiwak* adalah sebuah tongkat yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar dan diletakkan pada tempat

---

<sup>55</sup> Yaitu sesaat setelah matahari mencapai titik kulminasi dalam peredaran hariannya. Lihat Departemen Agama RI, *Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Salat Sepanjang Masa*, Jakarta: Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam, 1994, h. 4.

<sup>56</sup> Zawal yang sesungguhnya merupakan zawal yang hakiki. Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Waktu ...*, h. 16.

<sup>57</sup> *Ibid.*

terbuka, sehingga Matahari dapat menyinarinya dengan bebas dan terdiri dari dua kata, *tongkat* dan *istiwak*. Pada zaman dahulu tongkat tersebut dikenal dengan nama “*gnomon*”. Di Mesir, orang bisa menggunakan obelisk sebagai pengganti tongkat. Di negeri kita sampai sekarang pun masih banyak orang yang menggunakan *tongkat istiwak* sebagai tongkat yang dipergunakan untuk mengetahui ketinggian Matahari, khususnya pada penentuan bayangan tongkat ketika kulminasi (dalam menentukan waktu zuhur).<sup>58</sup> *Tongkat istiwak* terdiri dari dua bagian yaitu tiang (*gnomon*) dan bidang atau piringan horizontal untuk menangkap bayangan dalam memberikan informasi waktu dan posisi bayangan. *Tongkat istiwak* dikenal pula dengan sundial, alat yang terbuat dari sepotong kayu yang tegak lurus pada bidang horizontal.<sup>59</sup>

Sistem kerja *tongkat istiwak* hampir sama dengan *sundial*, di mana fungsi dari tongkat (disebut pula *gnomon*) adalah untuk menangkap bayangan Matahari. Namun hal yang

---

<sup>58</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis, Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, h. 65.

<sup>59</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak.....*,h. 27.



membedakan keduanya adalah bidang dial tempat jatuhnya sinar Matahari. Jika bidang dial pada *tongkat istiwak* harus datar, tetapi untuk bidang dial jam bencet berbentuk melengkung atau setengah lingkaran. Dalam dial jam bencet menampilkan lima waktu salat fardlu, sedangkan dengan *tongkat istiwak* hanya bisa mengetahui waktu salat Zuhur dan Asar saja.<sup>60</sup>

#### **b. Menggunakan GPS (*Global Positioning System*)**

GPS (*Global Positioning System*) adalah suatu sistem pemandu arah (navigasi) yang memanfaatkan teknologi satelit. Adapun oprasional GPS (*Global Positioning System*) dengan bantuan sinyal dari beberapa satelit yang mengorbit Bumi, satelit yang mengitari Bumi pada orbit pendek ini terdiri dari 2 atau 4 susunan satelit, dengan 21 satelit aktif dan 3 buah satelit sebagai cadangan. Dengan posisi orbit tertentu dari satelit-satelit ini maka satelit yang melayani GPS (*Global Positioning System*) bisa diterima diseluruh permukaan Bumi dengan mengaktifkan antara 4 sampai 8 buah satelit. GPS (*Global Positioning System*) dapat

---

<sup>60</sup> Skripsi Umul Maghfuroh, *Uji.....*,h. 41.

memberikan informasi posisi, ketinggian dan waktu dengan ketelitian sangat tinggi. Nama lengkapnya adalah NAVSTAR GPS (Navigational Satellite Timing and Ranging Global Positioning System) atau Navigation System Using Timing and Ranging. Tapi, orang lebih mengenal dengan nama GPS, GPS ini mulai dipublikasikan dan diaktifkan untuk umum pada tahun 1995.<sup>61</sup>

Cara menentukan koordinat tempat dengan menggunakan GPS Receiver:<sup>62</sup>

- 1) Hidupkan GPS Receiver di tempat terbuka yang tidak tertutup atap ataupun gedung bertingkat. Usahakan posisi GPS receiver menghadap ke atas dan bagian antenanya tidak tertutupi genggam tangan atau benda lain.
- 2) Tunggu sampai GPS receiver mendeteksi sinyal dari sejumlah satelit GPS.
- 3) Setelah cukup menerima sinyal dari satelit, GPS receiver secara otomatis akan menampilkan garis bujur dan garis lintang yang

---

<sup>61</sup> Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011, h. 230.

<sup>62</sup> Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat Dan Cara Pengukurannya)*, Solo: Tinta Medina, 2011, h. 108.

menjadi koordinat tempat tersebut, umumnya dalam format dms atau derajat-menit sudut-detik sudut.

### c. Menggunakan *Google Earth*

*Google Earth* adalah *free program* yang dapat di download di <http://earth.google.com>. *Google earth* merupakan program dunia virtual yang bisa menampilkan semua gambar di dunia yang didapat dari satelit, fotografi udara dan aplikasi GIS.<sup>63</sup> Aplikasi ini berbeda dengan peta biasa yang ditampilkan dalam bentuk 2D, *google earth* menampilkan keseluruhan gambar dalam kerangka bola dunia. Aplikasi *google earth* ini juga mempermudah pencarian lokasi berdasarkan alamatnya dan pencarian titik koordinat. Dalam pencarian manual, *user* dapat menggerakkan mouse menuju ke tempat-tempat yang diinginkan.

*Google earth* dapat mengakses kota-kota besar secara detail. Gambar-gambar yang dihasilkan *google earth* memiliki resolusi tinggi sehingga gambar gedung-gedung, orang bahkan mobil dapat dilihat. Adapun perbedaannya dengan *google maps* menurut jenisnya, aplikasi *google earth* merupakan salah satu model

---

<sup>63</sup> Thesis Anisah Budiawati, “*Kajian Tongkat.....*”,h. 63.

aplikasi Google GIS yang dapat disebut juga versi desktop. Sedangkan *google maps* adalah salah satu bagian lainnya lagi yang merupakan versi online.<sup>64</sup>

Cara pengaplikasian *google earth* lebih mudah dibanding dengan GPS receiver, membutuhkan kemampuan dalam mengenali penanda-penanda umum di seputar lokasi yang hendak kita tentukan koordinatnya. Di sini akan menentukan langkah mencari koordinat Islamic Centre Kabupaten Kebumen. Adapun tahapannya sebagai berikut:<sup>65</sup>

- 1) Nyalakan komputer, pastikan terhubung dengan jaringan internet, lalu aktifkan software *Google Earth*. Tunggu sampai proses inisialisasi selesai.
- 2) Pastikan panel *sidebar* di sebelah kiri terbuka dengan menekan tombol *sidebar* panel atas. Lihat bagian *Layers* di kiri bawah dan pastikan kotak kecil di depan *Border and Labels dan Roads* telah dicentang.

---

<sup>64</sup> *Ibid.*

<sup>65</sup> Skripsi Umul Maghfuroh, *Uji Akurasi.....*,h. 44.

- 3) Pada gambar Bumi yang muncul, tekan tombol kiri mouse dan gerakkan mouse agar Bumi nampak berputar sehingga citra Indonesia muncul.
- 4) Pada citra pulau jawa, tekan cepat tombol kiri *mouse* dua kali sehingga citra Pulau Jawa akan membesar. Lakukan terus hingga nama Kebumen mulai muncul di pesisir selatan Jawa, di antara kota Purwokerto dan Yogyakarta.
- 5) Double klik di Kebumen hingga citra kota muncul secara cukup jelas. Cari nama Jalan Tentara Pelajar dan telusuri hingga menemukan nama Desa Kembaran. Pastikan di selatan perempatan terdapat bangunan besar adalah Mapolres Kebumen. Jika sudah ditemukan, bangunan besar di sebelah utaranya adalah Islamic Centre Kebumen.
- 6) Cari lokasi masjid di dalam kompleks Islamic Centre, kemudian letakkan kursor mouse pada lokasi tersebut, selanjutnya baca angka garis lintang dan bujur yang tampak di panel paling bawah.

## **B. GPS (*Global Positioning System*)**

GPS (*Global Positioning System*) merupakan sistem navigasi dengan penggunaan teknologi satelit yang dapat mengirim dan menerima sinyal radio. Satelit sebagai salah satu kunci penting dalam penggunaan teknologi GPS bergerak di orbitnya dengan ketinggian lebih dari 20.000 km di atas permukaan Bumi, 21 satelit beroperasi dan 3 sebagai spare.<sup>66</sup>

Keistimewaan GPS adalah mampu bekerja dalam berbagai kondisi cuaca, siang atau malam. Keakuratan sebuah perangkat GPS bisa mencapai 15 meter, bahkan model terbaru yang dilengkapi teknologi *Wide Area Augmentation System* (WAAS) keakuratannya sampai 3 meter.<sup>67</sup>

### **1. Segmen Penyusun GPS (*Global Positioning System*)**

#### **a. Segmen Angkasa**

Segmen angkasa terdiri dari 24 buah satelit GPS (*Global Positioning System*) yang secara kontinu memancarkan sinyal-sinyal yang membawa data kode dan pesan navigasi yang berguna untuk penentuan posisi, kecepatan dan waktu. satelit-

---

<sup>66</sup> Wisnuh, EW, *Asyiknya Bernavigasi dengan Ponsel GPS*, Yogyakarta: Andi Offset, 2012, h. 2.

<sup>67</sup> Skripsi Mindasari, *Uji Akurasi.....*,h. 89.

satelit tersebut ditempatkan pada enam bidang orbit dengan periode orbit 12 jam dan ketinggian orbit 22.200 km di atas permukaan Bumi. Keenam orbit tersebut memiliki jarak yang sama dengan berinklinasi  $55^0$  terhadap ekuator dengan masing-masing orbit ditempati oleh empat buah satelit dengan jarak antar satelit yang tidak sama.<sup>68</sup>

#### **b. Segmen Sistem Kontrol**

Secara umum segmen sistem kontrol berfungsi mengontrol dan memantau operasional satelit dan memastikan bahwa satelit berfungsi sebagaimana mestinya.<sup>69</sup> Segmen sistem kontrol terdiri atas *Master Control Station (MCS)*, *Ground Antena Station (GAS)*, *Prelaunch Compatibility Station (PCS)* dan beberapa monitor station yang berfungsi untuk mengontrol dan memonitor pergerakan satelit.<sup>70</sup>

#### **c. Segmen Pengguna**

Segmen pengguna terdiri dari para pengguna satelit GPS di manapun berada. Dalam hal ini alat penerima sinyal GPS

---

<sup>68</sup> *Ibid*, h. 90.

<sup>69</sup> *Ibid*, h. 91.

<sup>70</sup> Taryudi, *Teknologi Pada Sistem Pemantauan Posisi dan Tingkat Pencemaran Udara Bergerak*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik: Universitas Indonesia, 2009, h. 10.

diperlukan untuk menerima dan memproses sinyal-sinyal dari satelit GPS (*Global Positioning System*) untuk digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan dan waktu. Komponen utama dari receiver GPS (*Global Positioning System*) secara umum adalah antenna dengan *preamplifier*, bagian RF dengan pengidentifikasi sinyal dan pemroses sinyal, pemroses mikro untuk pengontrolan *receiver*, data sampling dan pemroses data (solusi navigasi), *isolator presisi*, catu daya, unit perintah dan tampilan, dan memori serta perekam data.<sup>71</sup>

## 2. Error Source Pada GPS (*Global Positioning System*)

Sistem GPS terdapat beberapa kesalahan komponen sistem yang akan mempengaruhi ketelitian hasil posisi yang diperoleh. Kesalahan-kesalahan tersebut contohnya kesalahan orbit satelit, kesalahan jam satelit, kesalahan jam *receiver*, kesalahan pusat fase antenna, dan *multipath*. Hal-hal lainnya juga ada yang mengiringi kesalahan sistem seperti efek *imaging*, dan *noise*. Kesalahan ini

---

<sup>71</sup> Hasanuddin Z. Abidin, <http://www.geodesy.gd.itb.ac.id>, diakses pada tanggal 20 Maret 2016 pukul 15.00 WIB, Lihat Skripsi Umul Maghfuroh, *Uji Akurasi I-Zun Dial Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat*, Semarang : Uin Walisongo, 2016, h. 48.



dapat dieliminir salah satunya dengan menggunakan teknik *differencing* data.<sup>72</sup>

Sinyal-sinyal yang dipancarkan oleh kumpulan satelit, alat navigasi akan melakukan perhitungan-perhitungan, dan hasil akhirnya adalah koordinat posisi alat tersebut. Semakin banyak jumlah sinyal satelit yang diterima oleh sebuah alat, akan membuat alat tersebut menghitung koordinat posisinya dengan lebih tepat. Karena alat navigasi ini bergantung penuh pada satelit, maka sinyal satelit menjadi sangat penting. Alat navigasi berbasis satelit ini tidak dapat bekerja maksimal ketika ada gangguan pada sinyal satelit. Ada banyak hal yang dapat mengurangi kekuatan sinyal satelit:

- a. Kondisi geografis, selama masih bisa melihat langit yang cukup luas, alat ini masih dapat berfungsi.
- b. Hutan, semakin lebat hutannya, maka semakin berkurang sinyal yang dapat diterima.
- c. Alat-alat elektronik yang dapat mengeluarkan gelombang elektromagnetik.

---

<sup>72</sup> *Ibid.*

- d. Gedung-gedung, tidak hanya ketika di dalam gedung, berada di antara 2 buah gedung tinggi juga akan menyebabkan efek seperti berada di dalam lembah.<sup>73</sup>

### 3. Macam-Macam GPS (*Global Positioning System*)

Berdasarkan fungsinya tipe GPS *receiver* ada 3 macam, dengan masing-masing memberikan tingkat ketelitian (posisi) yang berbeda-beda. Tipe alat GPS pertama adalah tipe Navigasi (*Handheld, Handy* GPS). Tipe alat yang kedua adalah tipe Geodetik single frekuensi, yang biasa digunakan dalam survey dan pemetaan yang membutuhkan ketelitian posisi sekitar sentimeter sampai dengan beberapa desimeter. Tipe terakhir adalah tipe Geodetik dual frekuensi yang dapat memberikan ketelitian posisi hingga mencapai milimeter. Tipe ini biasa digunakan untuk aplikasi *precise positioning*.<sup>74</sup>

---

<sup>73</sup> B. W. Parkinson, *Global Positioning System: Theory and Applications*, chap 1: Introduction and Heritage of NAVSTAR, The Global Positioning System. Pp. 3-28, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Washington, D.C. 1996.

<sup>74</sup> Skripsi Umul Maghfuroh, *Uji Akurasi I-Zun Dial.....*, h. 50.

## Kelas GPS Receiver

KELAS RECEIVER	SINYAL YANG DIGUNAKAN	AKURASI/ REAL TIME	FITUR KHUSUS	APLIKASI
Handheld	Code atau phase smooth Code	1-10m / Ya	Fitur navigasi	Pengguna awam, navigasi, turisme
GIS	Phase-smoothed code, 1 frekuensi	0,5 to 3 m / Ya	Fitur kuisisi data spasial dan atribut GIS	Akuisisi data GIS
Geodetic	Code and phase, umumnya 2 frekuensi	0,001 to 0,1 m / Sebagian Ya	Post-processing, Untuk kebutuhan akurasi tinggi	Surveying, penentuan posisi teliti

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan *Handheld* GPS sebagai objek kajian yaitu *Garmin GPS 76 CSX*. Berdasarkan pada panduan manual *GPS Garmin 76 CSX* ([www.garmin.co.id](http://www.garmin.co.id)) gambaran dari bagian-bagian dari GPS tipe navigasi ini<sup>75</sup> adalah:

- a. Bagian belakang: Baterai dan Kartu memori Garmin GPS 76 CSX dilengkapi pula dengan slot micro (SD) dan Bagian depan: Layar dan tombol-tombol.

Gambar 1.9 Bagian Depan dan Belakang *GPS Garmin 76 CSX*

---

<sup>75</sup> [http:// garmin.co.id/search/membaca-lintang-dan-bujur-di-gps](http://garmin.co.id/search/membaca-lintang-dan-bujur-di-gps), diakses pada tanggal 24 Maret 2017, jam 22:50 WIB.



Gambar di atas adalah gambaran bagian depan dan belakang GPS. Di bagian depan terdapat tombol-tombol pilihan yang dapat memudahkan user berpindah dari satu menu ke menu lainnya. Ketika pertama kali menghidupkan GPS, maka akan muncul tampilan pencarian sinyal untuk didapatkan lintang dan bujur tempat di mana GPS itu digunakan. Antena dalam akan menerima sinyal dari satelit yang tergambar dari layar. Dalam beberapa menit, GPS menangkap satelit sebanyak-banyaknya dengan minimal empat satelit dan ketinggian tempat paling rendah, kemudian akan ditemukan data lintang dan bujur.<sup>76</sup>

---

<sup>76</sup> *Ibid.*

b. Tombol Garmin *GPS 76 CSX*

Gambar 1.10 Tombol-tombol GPS Garmin 76 CSX



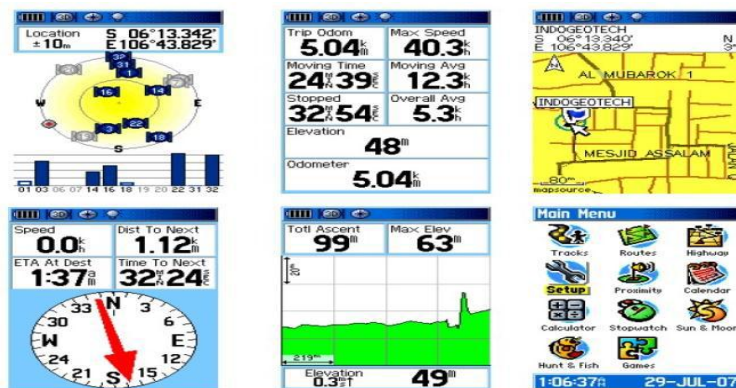
Gambar di atas telah cukup jelas memberikan petunjuk setiap tombol, di mana tombol-tombol tersebut digunakan untuk memudahkan navigasi pilihan seperti masuk atau keluar menu, memperbesar atau memperkecil, memilih halaman menu, dan lain-lain.<sup>77</sup>

---

<sup>77</sup> *Ibid.*

c. Menu-menu dalam *GPS Garmin GPS 76 CSX*

Gambar 1.11 Tampilan Menu GPS Garmin 76 CSX

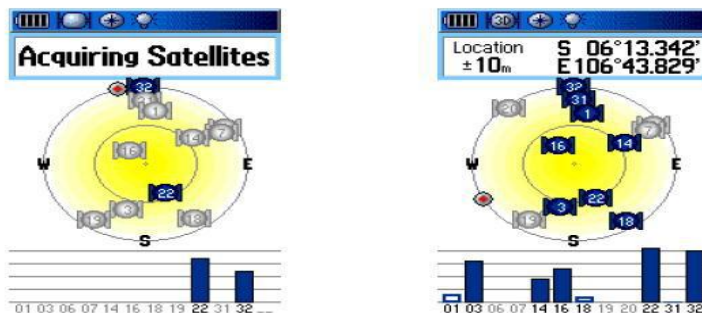


Gambar di atas adalah menu aplikasi yang ada pada Garmin 76 CSX yang terdiri dari menu satelit, trip komputer, peta, kompas, altimeter, halaman menu. Setiap menu terdiri dari pilihan yang dapat dipilih sesuai dengan keperluan user.<sup>78</sup>

<sup>78</sup> *Ibid.*

d. Insialisasi penerima GPS (pencarian sinyal GPS)

Gambar 1.12 Pencarian Sinyal GPS Garmin 76 CSX



Gambar di atas adalah tampilan menu satelit yang menampilkan radius atau diameter kesalahan koordinat, garis lingkaran (horizon), garis di dalam yang menggambarkan 45 derajat dari horizon, tampilan kekuatan GPS yang menerima sinyal satelit dan arah, posisi atau koordinat pengguna GPS.<sup>79</sup>

<sup>79</sup> *Ibid.*

## BAB III

### TINJAUAN UMUM TENTANG *ISTIWAAINI*

#### A. Biografi Slamet Hambali

##### 1. Latar Belakang Slamet Hambali

Slamet Hambali,<sup>1</sup> lahir di Dusun Bajangan Desa Sambirejo Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang pada tanggal 5 Agustus 1954 M. putra dari pasangan KH. Hambali dan Ibu Djuwairiyah. Sejak kecil beliau 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 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

---

<sup>1</sup> Dalam keseharian sebagai dosen, KH. Slamet Hambali juga aktif di berbagai lembaga diantaranya: Lembaga Lajnah Fakiyyah Pengurus Besar Nahdlatul Ulama, PWNNU Jawa-Tengah, sebagai Tim Ahli Hisab Rukyah Kementerian Agama Jawa Tengah, dan anggota Tim Hisab Rukyat Kemenag RI. Di sela-sela kesibukannya, beliau juga menjadi narasumber dalam acara pelatihan falak, seminar, diklat, lokakarya dll. Dari kegiatan sebagai narasumber inilah beberapa ide cerdas tertuang yaitu berupa ide-ide tentang koreksi-koreksi dalam penentuan awal waktu salat dan perhitungan Hilal.



menghitung kapan daun akan jatuh, kendati sampai sekarang belum mendapatkan rumusnya yang jelas.

Pengetahuannya tentang ilmu falak semakin berkembang dan menonjol waktu hijrah ke Kota Salatiga, pasca lulus Sekolah Dasar. Di sinilah, awal tonggak Slamet Hambali menemukan jati diri “ilmu falak”-nya setelah bertemu sang guru KH. Zubair Umar al-Jaelany (ahli falak) sekaligus pimpinan PP. Joko Tingkir di daerah Kauman Salatiga. Slamet (panggilan akrab) mengikuti pengajian ilmu falak yang diselenggarakan setiap hari Ahad yang dimulai pada jam 09.00-12.00 WIB, yang langsung disampaikan oleh Kyai Zubair, dengan kitabnya al-Khulashah al-Wafiyah. Dalam pengajian, Slamet termasuk salah satu santri yang paling muda diantara santri yang lain, di samping Habib Thaha.<sup>2</sup> Dalam proses perjalanan pengajian, Slamet sudah terlihat benih-benih akan menjadi ahli dalam ilmu falak, diantaranya ia pintar dibidang ilmu matematika, sehingga

---

<sup>2</sup> Habib Thaha adalah satu-satunya rekan Slamet Hambali yang masih muda ketika belajar ilmu Falak dengan Kyai Zubeir di PP Joko Tingkir. Ia juga merupakan lurah PP kauman pada waktu itu dan merupakan santri kepercayaan Kyai Zubeir. Selain itu Ia pernah menjadi Dekan Fakultas tarbiyah IAIN Walisongo. Serta juga pernah menjabat sebagai Kepala Kantor Departemen Agama Jawa Tengah.

pada waktu belajar dengan mudah menerima pelajaran ilmu falak. Selain itu ia juga termasuk santri yang rajin, tekun, juga semangat. Apabila terdapat persoalan atau permasalahan tentang perhitungan “algoritma” ia selalu dapat menyelesaikan dan memecahkannya.

Perjalanan pendidikan Slamet, selama 6 tahun mulai 1966-1972 dihabiskan di Kota Salatiga,<sup>3</sup> yaitu ketika belajar di tingkat Madrasah Tsanawiyah samapai Madrasah Aliyah. Selama itu ia juga nyantri di KH. Isom. Setelah menyelesaikan pendidikan Aliyah, Slamet mendapatkan nasehat dan arahan seorang guru supaya melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi “di IAIN Walisongo Semarang”. Atas saran tersebut, Slamet pergi ke Semarang untuk mendaftar mahasiswa di IAIN Walisongo (yang saat ini bernama UIN Walisongo) pada Jurusan Syari’ah. Di IAIN Walisongo, tidak disangka beliau berjumpa dengan sang guru Kyai Zubair sebagai rektor pertama IAIN Walisongo. Pertemuannya dengan sang guru, membuat

---

<sup>3</sup> Slamet Hambali, *Laporan Penelitian.....*,h. 178.

Slamet semakin semangat untuk mengembangkan keilmuan falaknya yang pernah ia dapatkan.

Masuknya pada jurusan Syari'ah, adalah pilihan yang tepat dengan kecintaannya beliau akan ilmu falak, dikarenakan terdapat pelajaran ilmu falak, yang diampu langsung oleh Kyai Zubair. Selama perkuliahan ilmu falak tidak ada persoalan, sebab sebelumnya beliau pernah belajar.

Tahun 1976 lulus sebagai Sarjana Muda Fakultas Syari'ah. 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. Tahun 2009 beliau baru melanjutkan pendidikan jenjang S2-nya, dengan rentan waktu 30 tahun antara S2 dengan S1 yang saat itu pada tanggal 27 Januari 2011 beliau telah menyelesaikan program Magister *Islamic Studies* (Studi Islam) selama dua tahun di perguruan tinggi yang sama. Beliau juga

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*”.

## **2. Karya Ilmiah ( Buku dan Laporan Penelitian)<sup>4</sup>**

- a. Ilmu Falak I, *Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: PPS IAIN Walisongo, 2011)
- b. Almanak Sepanjang Masa, *Sejarah Sistem Penanggalan Masehi Hijriyah dan Jawa*, (Semarang: Program Sarjana IAIN Walisongo, 2011).
- c. Pengantar Ilmu Falak, *Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, (Banyuwangi: Bismillah Publisier, 2012).
- d. Tahqiq Kitab Al-Futuhiyyah A'mal Al-Hisabiyyah, Penelitian individual 2011.
- e. Melacak Metode Penentuan Poso dan Riyoyo Kalangan Keraton Yogyakarta.
- f. Aplikasi Astronomi Modern dalam Kitab As-Salat Karya Abdul Hakin, Penelitian Individual 2012.

---

<sup>4</sup> *Ibid.*

- g. Metode Pengukuran Arah Kiblat yang Dikembangkan di Pondok Pesantren Al-Hikmah II Benda Sirampok Kabupaten Brebes, Penelitian Individual 2010.
- h. Penemuan tentang Metode Penentuan Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Matahari Setiap saat, (tesis 2011). Karya ini sudah diterbitkan menjadi sebuah buku yang berjudul “ Ilmu Falak, Kiblat Setiap saat”.

### **3. Riwayat Organisasi<sup>5</sup>**

Riwayat kegiatan organisasi beliau pernah menempati beberapa jabatan antara lain:

Pengurus Wilayah Nahdlatul Ulama Provinsi Jawa Tengah pada periode 1993-1998 menjadi wakil katib syuriah, periode 1998-2003 menjadi ketua tanfidiyah, periode 2003-2008 menjadi penasehat lajnah falakiah, dan pada periode 2008-2013 menjadi ketua lajnah falakiah.

Pengurus besar Nahdlatul Ulama pada periode 1995-2000 menjadi anggota lajnah falakiah, periode 2005-2010 menjadi ketua biro litbang lajnah falakiah.

---

<sup>5</sup> *Ibid*, h. 55.

Badan Hisab Rukyat Provinsi Jawa Tengah periode 200-2007 menjadi wakil ketua (SK Ka PTA Semarang). Kemudian periode 2007-2014 berubah menjadi tim hisab rukyat dan perhitungan falakiyah provinsi jawa tengah sebagai wakil ketua (SK Gubernur Provinsi Jawa Tengah), dan menjadi anggota komisi fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI) Jawa Tengah mulai 2006-2014.

## **B. Gambaran Umum *Istiwaaini***

### **1. Pengertian *Istiwaaini***

*Istiwaaini* adalah *tasniyah* dari kata *istiwak* yang artinya keadaan lurus<sup>6</sup> yaitu sebuah tongkat yang berdiri tegak lurus. Sedangkan yang dimaksud dengan *Istiwaaini* di sini adalah sebuah alat sederhana yang terdiri dari dua tongkat *istiwak*, dimana satu tongkat berada di titik pusat lingkaran dan satunya lagi berada di titik 0<sup>0</sup> lingkaran.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Ahmad Warson Munawir, *Al-Munawwir Kamus Arab Indonesia*, Yogyakarta: Edisi Kedua, cetakan keempat belas, 1997, h. 682.

<sup>7</sup> Slamet Hambali, makalah disampaikan dalam seminar Nasional *Uji Kelayakan Istiwaaini Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat yang Akurat*, diselenggarakan oleh Prodi Falak Fakultas Syariah IAIN Walisongo, pada hari Kamis, 5 Desember 2013 di Audit 1 lantai 2 kampus 1 IAIN Walisongo Semarang, hlm. 7.

## 2. Sejarah *Istiwaaini*

*Istiwaaini* adalah alat karya Slamet Hambali seorang ahli falak, alat yang sebenarnya digunakan sebagai alat bantu pengukur kiblat yang akurat. *Istiwaaini* ini didesain dengan tujuan menyederhanakan Theodolite yang merupakan alat ukur kiblat yang selama ini dianggap paling akurat.<sup>8</sup> Theodolite sebagai alat ukur kiblat optik dinilai harganya terlalu mahal dan menyulitkan masyarakat dalam penggunaannya, maka muncullah alat non optik yang bernama *Istiwaaini* karya Slamet Hambali sebagai solusi bagi masyarakat dalam menentukan arah kiblat dengan mudah dan biaya murah.<sup>9</sup>

Alat *Istiwaaini* ini juga dapat digunakan dalam penentuan titik koordinat lintang dan bujur. Dalam menentukan lintang dan bujur tempat sebenarnya bisa menggunakan alat apa saja, namun dalam *Istiwaaini* ini cara kerja dalam menentukan lintang dan bujur tempat dengan cara memanfaatkan garis-garis yang ada dalam bidang dialnya kapan terjadi merpass di tempat itu lalu dicocokkan

---

<sup>8</sup> Hasil wawancara dengan Slamet Hambali pada hari Rabu tanggal 10 Mei 2017 di Ruang Dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang pukul 16.48 WIB.

<sup>9</sup> *Ibid.*

dengan *Istiwaaini*, dengan ditandai bayangan terpendek yang berhimpitan di utara selatan, dengan WIB dijadikan GMT. Maka jamnya itu digunakan untuk menentukan bujur dan garis terpendek itu digunakan untuk menentukan lintang.<sup>10</sup>

### 3. Bagian-bagian *Istiwaaini*

Seperti instrumen pada umumnya, *Istiwaaini* mempunyai fungsi masing-masing pada bagian-bagiannya dan kegunaan. Berikut adalah bagian-bagiannya secara rinci:<sup>11</sup>

Gambar 2.1 *Istiwaaini* Lengkap



Sumber : *Istiwaaini*

---

<sup>10</sup> *Ibid.*

<sup>11</sup> Slamet Hambali, *Laporan Penelitian Individual Menguji Tingkat Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali*, Semarang: IAIN Walisongo, 2014, h. 56.



Gambar *Istiwaaini* lengkap yang bagian-bagiannya terdiri antara lain: dua tongkat istiwak (satu ditempatkan dititik pusat lingkaran dan satunya lagi ditempatkan di lingkaran pada titik  $0^0$ , kemudian lingkaran dasar tongkat istiwak adalah lingkaran yang bertitik pusat pada tongkat istiwak yang diberi garis tengah minimal 360 yang menghubungkan antara angka derajat dengan titik pusat, kemudian alas untuk lingkaran dasar tongkat istiwak adalah merupakan alas untuk ditumpangi lingkaran dasar dan di bagian pinggir diberi 3 skrup yang berperan sebagai tripot yang dapat diputar untuk menaikkan atau menurunkan alas lingkaran dasar sehingga alas maupun lingkaran dasar benar-benar dalam posisi datar atau horizontal, kemudian benang untuk digunakan menarik garis yang dituju.<sup>12</sup>

Gambar 2.2 Gnomon *Istiwaaini*



Sumber : *Istiwaaini*

---

<sup>12</sup> *Ibid*, h. 58.

Dua tongkat *Istiwaaini* ini satu ditempatkan dititik pusat lingkaran dan satunya lagi ditempatkan di titik  $0^0$  lingkaran. Penempatan tongkat *Istiwaaini* yang di titik pusat maupun yang berada di titik  $0^0$  harus benar-benar fokus dan benar-benar berdiri tegak lurus.

Tongkat *Istiwaaini* yang di titik  $0^0$  berfungsi sebagai kamera pembidik untuk mendapatkan posisi Matahari melalui bayangan, sedangkan tongkat *Istiwaaini* yang berada di titik pusat lingkaran berfungsi sebagai acuan sudut dalam lingkaran dan acuan benang.<sup>13</sup>

Gambar 2.3 lingkaran dasar *Istiwaaini*



Sumber : *Istiwaaini*

---

<sup>13</sup> *Ibid*, h. 59.

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

Dalam penggunaan, posisi lingkaran dasar tongkat *Istiwaaini* harus benar-benar datar (horizontal) dan untuk lebih amannya di cek dengan water pass. Bilamana terjadi posisi lingkaran dasar tongkat *Istiwaaini* tidak datar dapat di pastikan akan memperoleh arah kiblat ataupun true north yang tidak benar.<sup>14</sup>

Gambar 2.4 Alas Lingkaran Dasar *Istiwaaini*



Sumber : *Istiwaaini*

---

<sup>14</sup> *Ibid*, h. 60.

Alas lingkaran dasar dibuat berbeda dengan lingkaran dasar tongkat *Istiwaaini*, yaitu tidak berbentuk lingkaran dan lebih lebar dibanding lingkaran dasar tongkat *Istiwaaini* dengan bentuk delapan persegi panjang. Di tengah-tengah ada drat (mur) untuk memasang tongkat *Istiwaaini* acuan sudut dan di tepi ada tiga drat (mur) yang difungsikan sebagai tripot guna untuk menaikkan atau menurunkan supaya posisi atas lingkaran dasar benar-benar datar.

Apabila pemasangan alas lingkaran dasar ini tidak datar (horizontal) maka akan menyebabkan lingkaran dasar tongkat *Istiwaaini* menjadi tidak datar (horizontal) dan akan menyebabkan hasil yang diperoleh menjadi tidak akurat.<sup>15</sup>

Gambar 2.5 Benang



Sumber : *Istiwaaini*

---

<sup>15</sup> *Ibid*, h. 61.

Benang panjang ini difungsikan sebagai penggaris untuk mendapatkan nilai yang di tarik dari tongkat *Istiwaaini* acuan sudut sampai di luar lingkaran.<sup>16</sup>

Gambar 2.6 waterpass



Sumber : *Istiwaaini*

Waterpass adalah untuk mengukur pelataran ditemukan benar-benar datar<sup>17</sup> dan tongkat benar-benar tegak lurus terhadap pelataran.

Gambar 2.7 tripot



Sumber : *Istiwaaini*

Tripot merupakan fondasi paling bawah dari sistem *Istiwaaini*, oleh sebab itu harus dipastikan agar tripot ini berdiri kokoh sebelum memasang bagian yang lain di atas tripot.<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> *Ibid.*

<sup>17</sup> Untuk memastikan tegak lurusnya tongkat, maka ukur lurus dan tidaknya dengan cara mensejarkannya dengan seajakul (benang yang diberi pemberat).

#### **4. Kegunaan *Istiwaaini***

Awal mula munculnya *Istiwaaini* merupakan sebuah alat yang didesain untuk membantu dalam menentukan arah kiblat, dengan konsep yang sama dengan metode penentuan arah kiblat yaitu menggunakan dua segitiga siku-siku dari bayangan Matahari setiap saat. Penentuan arah kiblat dengan menggunakan *Istiwaaini* lebih mudah dilakukan dan praktis. Dalam kajian ilmu falak *Istiwaaini* juga bisa digunakan untuk yang lainnya, diantaranya: untuk menentukan azimuth Matahari, true north, jam ke bayangan, dan sebaliknya bayangan ke jam dan beda azimuth. Namun bisa digunakan juga untuk menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat,<sup>19</sup> dipenelitian ini penulis akan menggunakan *Istiwaaini* untuk menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat.

#### **5. Kelebihan dan kekurangan *Istiwaaini***

*Istiwaaini* sebagai alat bantu dalam menentukan titik koordinat yang merupakan salah satu karya Slamet Hambali mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya yaitu:

---

<sup>18</sup> Ali Maftukin, *Teleskop Rukyatul Hilal dan Theodolite*, Jakarta: 2013, h. 13.

<sup>19</sup> Hasil wawancara dengan Slamet Hambali pada hari Rabu tanggal 10 Mei 2017 di Ruang Dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang pukul 16.48 WIB.

- a. Praktis dan mudah dalam penggunaannya

*Istiwaaini* dapat digunakan dengan mudah dan praktis untuk dibawa kemana saja serta bisa dimasukkan dalam tas.

- b. Bisa digunakan dimana dan kapanpun asalkan terdapat sinar Matahari

*Istiwaaini* ini dalam penggunaannya membutuhkan sinar Matahari, oleh karena itu *Istiwaaini* dalam *penentuan* koordinat lintang dan bujur tempat bisa digunakan dimana saja asalkan ada sinar Matahari.

- c. Dapat dimiliki dengan harga yang terjangkau

*Istiwaaini* adalah sebuah solusi dalam penentuan titik *koordinat* lintang dan bujur tempat yang cukup akurat dan bisa dimiliki dengan biaya yang murah, berbeda dengan GPS sebagai alat yang harganya cukup mahal.

Selain mempunyai beberapa kelebihan, *Istiwaaini* ini juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya adalah:

- a. *Istiwaaini* ini tidak bisa digunakan disaat cuaca sedang mendung atau Matahari sedang terhalang sesuatu dan saat malam hari

*Istiwaaini* membutuhkan sinar Matahari dalam penggunaannya. Ketika Matahari sedang terhalang mendung dan pada saat Matahari tidak ada, seperti malam hari, *Istiwaaini* tidak dapat digunakan.

- b. Tidak dapat digunakan pada tanah yang miring atau tidak rata

*Istiwaaini* tidak bisa digunakan pada tanah yang miring atau tidak rata dikarenakan tinggi tripot yang ada pada *Istiwaaini* hanya 2,6 cm yang menyulitkan peneliti jika kemiringan tanah atau tanah naik turun tidak rata lebih dari 2,6 cm.

- c. Rawan human error dalam penitikan tanda pada garis bidang dial

Karena desain *Istiwaaini* pada tempat gnomonnya ada bautnya, sehingga menyulitkan dalam memberikan tanda panjang bayangan terpendek pada garis-garis yang ada dalam bidang dialnya.



### C. Aplikasi *Istiwaaini* dalam Menentukan Titik Koordinat Lintang dan Bujur

*Istiwaaini* merupakan alat non optik yang berfungsi saat adanya sinar Matahari terbit dan sebelum terbenam. Sistem kerja *Istiwaaini* pada dasarnya memanfaatkan bayangan sinar Matahari yang dihasilkan oleh gnomon, sehingga saat malam hari tidak bisa digunakan, karena tidak ada sinar Matahari. Sebelum menghitung titik koordinat lintang dan bujur tempat, langkah awal harus menentukan utara sejati.

1. Langkah-langkah menentukan utara sejati yaitu:<sup>20</sup>
  - a. Pasang *Istiwaaini* (alas lingkaran dasar, lingkaran dasar *Istiwaaini*, tripot dan gnomon)
  - b. Berilah tanda titik pada saat bayangan-bayangan ujung tongkat menyentuh garis-garis dibidang dial sebelum dan sesudah kulminasi.<sup>21</sup> Jadi ada dua buah titik pada masing-masing garis tersebut yaitu titik sebelum kulminasi dan sesudah kulminasi

---

<sup>20</sup> Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta: Buana Pustaka, 2005, h. 51.

<sup>21</sup> Ghayatul Irtifa' (saat dimana Matahari tepat di atas tempat kita berada).

- c. Hubungkan kedua titik tersebut dengan sebuah garis lurus dan garis inilah yang menunjukkan arah timur-barat
  - d. Buatlah garis tegak lurus<sup>22</sup> dengan garis timur-barat tersebut, dan garis ini menunjukkan garis utara sejati.
2. Aplikasi Menentukan Lintang Tempat
- a. Cocokkan jam yang akan di pakai dalam pengukuran dengan waktu standar di wilayah yang bersangkutan (WIB, WITA, atau WIT)<sup>23</sup>
  - b. Perhatikan bayangan tongkat tersebut saat berhimpit dengan garis arah utara-selatan (waktu kulminasi/menjelang zuhur)
  - c. Catat jam saat itu dengan teliti, misalnya 11 :38 :05 WIB
  - d. Ukur panjang bayang-bayang tersebut, misalnya panjang bayang-bayang tersebut adalah 3,35 cm
  - e. Perhatikan arah bayang-bayang tersebut, apakah berada di sebelah utara atau selatan tongkat. Apabila bayang-bayang

---

<sup>22</sup> Garis tegak lurus adalah garis yang membuat atau membentuk sudut siku-siku, bila a tegak lurus b berarti a dan b membentuk sudut siku-siku  $90^0$ .

<sup>23</sup> Waktu Indonesia bagian Barat (WIB) sesungguhnya adalah waktu pada meridian (bujur)  $105^0$  BT, yang dijadikan waktu standar untuk Indonesia wilayah barat adalah 7 jam lebih dahulu dari waktu Greenwich (GMT), Sedangkan Waktu Indonesia bagian Tengah (WITA) sesungguhnya adalah waktu pada meridian  $120^0$  BT, sama dengan 8 jam lebih dahulu dari GMT, dan Waktu Indonesia bagian Timur (WIT) sesungguhnya adalah waktu pada meridian  $135^0$  BT, sama dengan 9 jam lebih dahulu dari GMT.

kulminasi tersebut berada di sebelah selatan tongkat, maka hal ini berarti bahwa tempat pengukuran berada di sebelah selatan Matahari dan demikian pula sebaliknya. Contoh pengukuran tanggal 20 April 2017 sebagai berikut:

Data yang diperoleh :

Waktu kulminasi tempat : 11 :38 :05 WIB

Panjang bayangan tongkat : 3,35 cm

Panjang tongkat : 10 cm

Deklinasi Matahari :  $11^{\circ} 34' 20,89''$ <sup>24</sup>

Tan Zenith Matahari (ZM) = Panjang Bayangan  $\div$  P. Tongkat  
 $= 3,35 \text{ cm} \div 10 \text{ cm}$   
 $= 18^{\circ} 31' 15,06''$

Lintang Tempat = ZM – Deklinasi Matahari  
 $= 18^{\circ} 31' 15,06'' - 11^{\circ} 34' 20,89''$   
 $= - 6^{\circ} 56' 54,17''$

Karena titik zenith berada di selatan ekuator berarti tempat itu berlintang selatan, jadi lintang yang di ukur adalah  $6^{\circ} 56' 54,17''$  LS atau  $- 6^{\circ} 56' 54,17''$ .

---

<sup>24</sup> Deklinasi ini di ambil dari *Ephimeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 20 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 126.

### 3. Aplikasi Menentukan Bujur Tempat

- a. Lihat data *Equation of Time / Daqiqat Tafawut* (Perata waktu), contoh di atas pengukuran dilakukan tanggal 20 April 2017, *Equation of Time* saat itu menunjukkan  $0^0 1' 5,17''$ .<sup>25</sup>
- b. *Meridian pass* terjadi pada jam  $12 - (0^0 1' 5,17'') = 11^0 58' 54,83''$ . Data ini menunjukkan “saat Matahari berkulminasi atas” pada setiap tempat di Bumi menurut waktu setempat (*Local Mean Time = LMT*). Jadi saat meridian Matahari akan berkulminasi atas pada jam  $11^0 58' 54,83''$ , termasuk pada meridian  $105^0$  BT (Bujur Timur). Karena pada  $105^0$  BT itu  $LMT = WIB$ , berarti Matahari akan berkulminasi di sana pada jam  $11^0 58' 54,83''$  WIB. Dengan demikian ada perbedaan  $11^0 58' 54,83'' - 11^0 38' 05'' = 0^0 20' 49,83''$  antara saat Matahari berkulminasi di tempat pengukuran dan saat Matahari berkulminasi di bujur WIB ( $105^0$ ), di lokasi pengukuran Matahari berkulminasi lebih dahulu 20

---

<sup>25</sup> *Equation of Time* ini di ambil dari *Ephimeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 26 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 126. Juga dapat di ambil dari Kitab al-Khulasotul Wafiyah karangan KH. Zubair, h. 217.

menit 49,83 detik dari bujur di WIB. Hal ini berarti bahwa lokasi pengukuran berada di sebelah timur bujur WIB.

- c. Bujur *tempat* adalah lingkaran besar yang ditarik dari kutub utara sampai kutub selatan melewati tempat kita berada kemudian kembali ke kutub utara lagi.<sup>26</sup> Cara menentukan bujur tempat

$$BT = (12 - e - WD \times 15 + BD)$$

Contoh perhitungan yang dilakukan tanggal 20 April 2017 sebagai berikut:

Data yang diperoleh:

Equation of Time :  $0^0 1' 5,17''$

Waktu Daerah :  $11^0 38' 05''$

Bujur Daerah :  $105^0$

$$BT = (12 - e - WD \times 15 + BD)$$

$$\begin{aligned} BT &= (12 - 0^0 1' 5,17'' - 11^0 38' 05'' \times 15 + 105) \\ &= 110^0 12' 27,45'' \end{aligned}$$

---

<sup>26</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka, h. 41.

**BAB IV**  
**ANALISIS UJI AKURASI *ISTIWAAINI* DALAM PENENTUAN**  
**TITIK KOORDINAT TEMPAT**

**A. Analisis Metode Penentuan Titik Koordinat Lintang dan Bujur Menggunakan *Istiwaaini***

Mengamati cara kerja penggunaan *Istiwaaini* adalah alat yang tidak bisa digunakan jika tidak ada sinar Matahari, karena fungsi gnomon yang ada pada *Istiwaaini* itu sendiri adalah untuk menangkap bayangan, sehingga hal yang perlu diingat adalah penggunaan *Istiwaaini* hanya bisa digunakan sepanjang adanya sinar Matahari. *Istiwaaini* ini sebelum menentukan titik koordinat Bumi lintang dan bujur tempat, maka langkah awal yang dilakukan adalah mencari utara sejati terlebih dahulu, setelah itu baru menentukan atau menghitung lintang dan bujur tempat.<sup>1</sup>

Menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat adalah dengan menggunakan kaidah metode trigonometri bola menjadi kaidah perhitungan dan input data deklinasi yang digunakan bersifat astronomi serta dengan memanfaatkan posisi Matahari

---

<sup>1</sup> Hasil wawancara dengan Slamet Hambali pada tanggal 10 Mei 2017 pukul 16:48 WIB di Kantor Fakultas Syari'ah dan Hukum Kampus 3, Ngaliyan Semarang.

pada saat kulminasi atau meridian pass, lalu dicocokkan dengan *Istiwaaini* apakah benar meridian pass di tempat itu jamnya sama dengan yang ditunjukkan di bidang dial *Istiwaaini*, dengan cara melihat ujung panjang bayangan terpendek gnomon yang menyentuh garis-garis yang berhimpitan utara selatan pada bidang dial *Istiwaaini*.<sup>2</sup> Data yang dihasilkan adalah panjang bayangan terpendek dan jam saat meridian pass atau kulminasi, kemudian dikalkulasikan dalam perhitungan dengan hasil panjang bayangan terpendek yang di dapat itu dijadikan sebagai data untuk mendapatkan lintang tempat dengan dibagi panjang gnomon pada *Istiwaaini* itu dan dikurangi *deklinasi*.<sup>3</sup> Atau bisa dituliskan dengan rumus:

$$\text{Tan ZM} = (\text{PB} \div \text{PT}) - \text{Deklinasi}$$

kemudian persoalan yang mencakup pengamatan Matahari untuk menentukan garis bujur suatu tempat itu hendaknya perlu

---

<sup>2</sup> *Ibid.*

<sup>3</sup> Declination atau Mail Syam (Deklinasi) adalah sudut antara garis hubung benda langit-Bumi dengan bidang ekliptika. Nilainya mulai dari  $-90^0$  (selatan) hingga  $90^0$  (utara). Pada bidang ekuator, deklinasi = 0 derajat (Anugraha, 2012: 53). Gerak semu Matahari tepat di ekuator pada tanggal 21 Maret maka harga deklinasi sama dengan  $0^0$ . Berangsur kemudian, Bumi berjalan ke arah timur sehingga Matahari bergeser ke utara ekuator dan Matahari sampai pada tanggal 23 September. Harga deklinasi Matahari maksimum yaitu  $23^0 27''$  (Khazin, 2004: 192).

diketahui bahwa sistem waktu yang digunakan pada tempat pengamatan merupakan waktu Matahari rata-rara (*Mean Solar Time*). Sistem ini tidak lain merupakan bentuk transformasi dari sistem waktu Matahari hakiki. Jika dianalisis dalam perhitungan yakni kapan mengetahui waktu meridian pass, maka sebenarnya perhitungan ini menggunakan sistem waktu Matahari hakiki atau dalam istilah disebut *Apparent Solar Time*. Dalam sistem hakiki ini, saat Matahari mencapai titik kulminasi untuk suatu tempat, maka saat itu tempat tersebut didefinisikan sebagai pukul 12.00 WIB tepat.<sup>4</sup>

Jam yang dihasilkan saat meridian pass atau kulminasi itu digunakan untuk data dalam menentukan bujur tempat, dengan WIB<sup>5</sup> dijadikan GMT terlebih dahulu adapun cara untuk menjadikan GMT adalah WIB dikurangi 7. Selanjutnya dalam menentukan bujur tempat maka terlebih dahulu harus mencari

---

<sup>4</sup> Anisah Budiwati, "*Kajian Tongkat .....*",h. 107.

<sup>5</sup> Waktu Indonesia bagian Barat (WIB) sesungguhnya adalah waktu pada meridian (bujur) 105<sup>0</sup> BT, yang dijadikan waktu standar untuk Indonesia wilayah barat adalah 7 jam lebih dahulu dari waktu Greenwich (GMT)



*equation of time*<sup>6</sup> di *ephemeris*, untuk menentukan bujur tempat pada *Istiwaaini* bisa digunakan dengan rumus:

$$\text{Bujur Tempat} = (12 - e - \text{WD} \times 15 + \text{BD})$$

## **B. Analisis Akurasi Titik Koordinat Lintang dan Bujur Tempat Menggunakan *Istiwaaini***

Penelitian telah melakukan observasi langsung untuk membuktikan uji akurasi *Istiwaaini* dalam penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat, dengan memperhatikan bayangan Matahari saat kulminasi untuk memastikan sudah terjadi merpass apa belum dengan menandai panjang bayangan terpendek. Dalam penelitian ini keakuratan *Istiwaaini* sebagai alat non optik dibandingkan dengan alat modern yang bernama GPS Garmin 76 SCX yang mempunyai keakuratan<sup>7</sup> tinggi dalam penentuan titik koordinat lintang dan bujur.

Berikut adalah nilai yang dihasilkan *Istiwaaini* dan GPS Garmin 76 SCX dalam penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat:

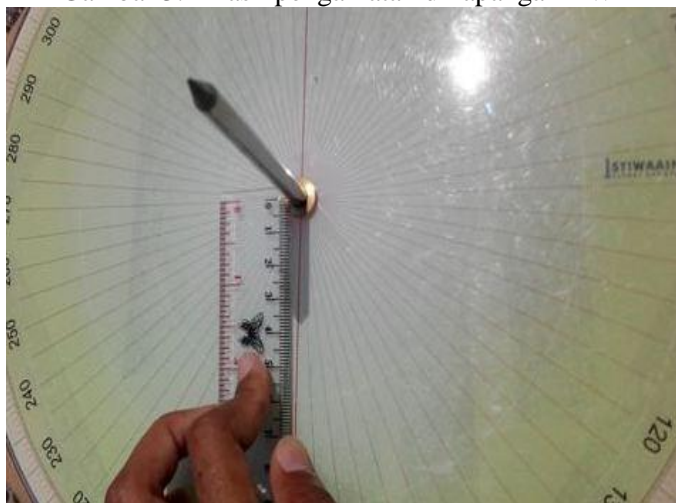
---

<sup>6</sup> *Equation of time* adalah Ta'dilul Waqti.

<sup>7</sup> M. Dahlan Y. Al-Barry dan L. Lya Sofyan Yacub, Kamus Istilah Populer, Surabaya: Target Press, 2003., h. 26.

1. Hasil perhitungan lintang dan bujur tempat dengan *Istiwaaini* dan GPS Garmin 76 CSX pada tanggal 26 April 2017, pukul 11:37:00 WIB<sup>8</sup> di Lapangan RW 14 Beringin Lestari Kel. Wonosari Kec. Ngaliyan Semarang. Data yang dihasilkan sebagai berikut:

Gambar 3.1 Hasil pengamatan di lapangan RW 14



Sumber : Penulis

---

<sup>8</sup> Selisih antara kulminasi Matahari hakiki dengan waktu kulminasi Matahari rata-rata (pk. 12:00) dinamakan *equation of time*, yang dalam bahasa Indonesia dinamakan perata waktu, dan dalam bahasa arab mempunyai beberapa nama antara lain: *تعدیل الزمان* ، *تعدیل الوقت* dan *دقائق التفاوت* (Kementrian Agama, 2013: 2).

Tabel 3.1  
Data yang dihasilkan

Data	Nilai
Panjang Tongkat	10 cm
Panjang Bayangan	3,73 cm
Deklinasi Matahari	$13^{\circ} 33' 56,21''$ <sup>9</sup>
Equation Of Time	$0^{\circ} 2' 11,87''$ <sup>10</sup>

Adapun perhitungan lintang dan bujurnya dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Mencari Lintang

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Tan ZM} &= \text{Panjang Bayangan} \div \text{Panjang Tongkat} \\
 &= 3,73 \text{ cm} \div 10 \text{ cm} \\
 &= 20^{\circ} 27' 19,86''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Lintang Tempat} &= \text{ZM} - \text{Deklinasi Matahari} \\
 &= 20^{\circ} 27' 19,86'' - 13^{\circ} 33' 56,21'' \\
 &= - 6^{\circ} 53' 23,65''
 \end{aligned}$$

b. Mencari Bujur

$$\begin{aligned}
 1) \text{ MP} &= 12 - e \\
 &= 12 - 0^{\circ} 2' 11,87'' \\
 &= 11^{\circ} 57' 48,13''
 \end{aligned}$$

---

<sup>9</sup> Deklinasi ini di ambil dari *Ephemeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 26 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 132.

<sup>10</sup> *Equation of Time* ini di ambil dari *Ephemeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 26 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 132.

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Bayangan Terpendek} &= 11^0 37' 00'' - 11^0 57' 48,13'' \\
 &= - 0^0 20' 48,13'' \times 15 \\
 &= - 5^0 12' 01,95'' \\
 3) \text{ Bujur Tempat} &= 105^0 - (- 5^0 12' 01,95'') \\
 &= 110^0 12' 01,95''
 \end{aligned}$$

Atau dengan rumus dibawah ini:

$$\text{Bujur Tempat} = (12 - e - \text{WD} \times 15 + \text{BD})$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bujur Tempat} &= (12 - 0^0 2' 11,87'' - 11^0 37' 00'' \times 15 + 105) \\
 &= 110^0 12' 01,95''
 \end{aligned}$$

Tabel 3.2

Selisih koordinat lintang dan bujur di lapangan RW 14

<b>Lampangan RW 14 Bringin Lestari</b>			
<b>Nama</b>	<b><i>Istiwaaini</i></b>	<b>GPS</b>	<b>Selisih</b>
Lintang Tempat	-6 <sup>0</sup> 53' 23.65''	-6 <sup>0</sup> 59' 22.23''	00 <sup>0</sup> 05' 58.58''
Bujur Tempat	110 <sup>0</sup> 12' 01.95''	110 <sup>0</sup> 19' 25.60''	00 <sup>0</sup> 07' 23.65''

2. Hasil perhitungan lintang dan bujur tempat dengan *Istiwaaini* dan GPS Garmin 76 CSX pada tanggal 28 April 2017, pukul 11:36:15 WIB di Bhakti Persada Indah (BPI) Ngaliyan Semarang. Data yang dihasilkan sebagai berikut:

Gambar 3.2 Hasil pengamatan di BPI



Sumber : Penulis

Tabel 3.3  
Data yang dihasilkan

Data	Nilai
Panjang Tongkat	10 cm
Panjang Bayangan	3,85 cm
Deklinasi Matahari	$14^{\circ} 12' 4,35''$ <sup>11</sup>
Equation Of Time	$0^{\circ} 2' 30,2''$ <sup>12</sup>

Adapun perhitungan lintang dan bujurnya dapat diuraikan sebagai berikut:

<sup>11</sup> Deklinasi ini di ambil dari *Ephimeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 28 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 134.

<sup>12</sup> *Equation of Time* ini di ambil dari *Ephimeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 28 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 134.

## a. Mencari Lintang

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Tan ZM} &= \text{Panjang Bayangan} \div \text{Panjang Tongkat} \\
 &= 3,85 \text{ cm} \div 10 \text{ cm} \\
 &= 21^{\circ} 03' 24,14''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Lintang Tempat} &= \text{ZM} - \text{Deklinasi Matahari} \\
 &= 21^{\circ} 03' 24,14'' - 14^{\circ} 12' \\
 &\quad 4,35'' \\
 &= - 6^{\circ} 51' 19,79''
 \end{aligned}$$

## b. Mencari Bujur

$$\begin{aligned}
 1) \text{ MP} &= 12 - e \\
 &= 12 - 0^{\circ} 2' 30,2'' \\
 &= 11^{\circ} 57' 29,8''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Bayangan Terpendek} &= 11^{\circ} 36' 15'' - 11^{\circ} 57' 29,8'' \\
 &= - 0^{\circ} 21' 14,8'' \times 15 \\
 &= - 5^{\circ} 18' 42''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Bujur Tempat} &= 105^{\circ} - (- 5^{\circ} 18' 42'') \\
 &= 110^{\circ} 18' 42''
 \end{aligned}$$

Atau dengan rumus dibawah ini:

$\text{Bujur Tempat} = (12 - e - \text{WD} \times 15 + \text{BD})$
--

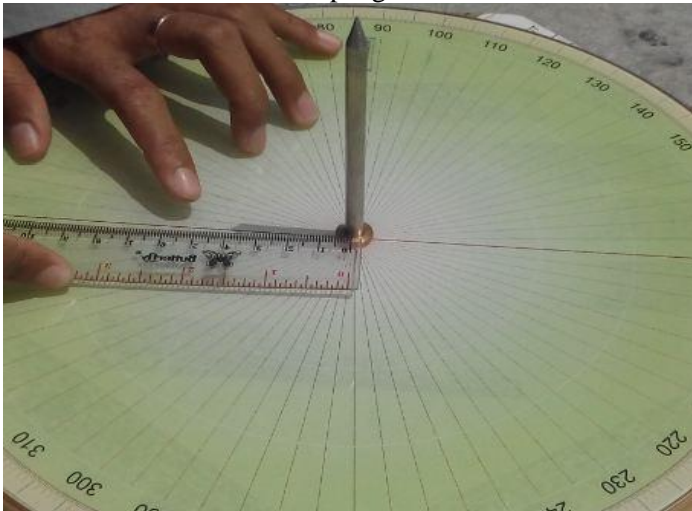
$$\begin{aligned} \text{Bujur Tempat} &= (12 - 0^0 2' 30,2'' - 11^0 36' 15'' \times 15 + 105) \\ &= 110^0 18' 42'' \end{aligned}$$

Tabel 3.4  
Selisih koordinat lintang dan bujur di BPI

<b>Bhakti Persada Indah ( BPI )</b>			
<b>Nama</b>	<b><i>Istiwaaini</i></b>	<b>GPS</b>	<b>Selisih</b>
Lintang Tempat	-6 <sup>0</sup> 51' 19.79''	-6 <sup>0</sup> 59' 32.24''	00 <sup>0</sup> 08' 12.45''
Bujur Tempat	110 <sup>0</sup> 18' 42''	110 <sup>0</sup> 21' 26.08''	00 <sup>0</sup> 02' 44.08''

3. Hasil perhitungan lintang dan bujur tempat dengan *Istiwaaini* dan GPS Garmin 76 CSX pada tanggal 29 April 2017, pukul 11:35:10 WIB di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) Semarang. Data yang dihasilkan sebagai berikut:

Gambar 3.3 Hasil pengamatan di MAJT



Sumber : Penulis

Tabel 3.5  
Data yang dihasilkan

Data	Nilai
Panjang Tongkat	10 cm
Panjang Bayangan	3,92 cm
Deklinasi Matahari	$14^{\circ} 30' 46,98''$ <sup>13</sup>
Equation Of Time	$0^{\circ} 2' 38,61''$ <sup>14</sup>

Adapun perhitungan lintang dan bujurnya dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Mencari Lintang

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Tan ZM} &= \text{Panjang Bayangan} \div \text{Panjang Tongkat} \\
 &= 3,92 \text{ cm} \div 10 \text{ cm} \\
 &= 21^{\circ} 24' 18,65''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Lintang Tempat} &= \text{ZM} - \text{Deklinasi Matahari} \\
 &= 21^{\circ} 24' 18,65'' - 14^{\circ} 30' 46,98'' \\
 &= - 6^{\circ} 53' 31,67''
 \end{aligned}$$

b. Mencari Bujur

$$\begin{aligned}
 1) \text{ MP} &= 12 - e \\
 &= 12 - 0^{\circ} 2' 38,61'' \\
 &= 11^{\circ} 57' 21,39''
 \end{aligned}$$

---

<sup>13</sup> Deklinasi ini di ambil dari *Ephimeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 29 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 135.

<sup>14</sup> *Equation of Time* ini di ambil dari *Ephimeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 29 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 135.



$$\begin{aligned}
 2) \text{ Bayangan Terpendek} &= 11^{\circ} 35' 10'' - 11^{\circ} 57' 21,39'' \\
 &= - 0^{\circ} 22' 11,39'' \times 15 \\
 &= - 5^{\circ} 32' 50,85'' \\
 3) \text{ Bujur Tempat} &= 105^{\circ} - (- 5^{\circ} 32' 50,85'') \\
 &= 110^{\circ} 32' 50,85''
 \end{aligned}$$

Atau dengan rumus dibawah ini:

$$\text{Bujur Tempat} = (12 - e - \text{WD} \times 15 + \text{BD})$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bujur Tempat} &= (12 - 0^{\circ} 2' 38,61'' - 11^{\circ} 35' 10'' \times 15 + 105) \\
 &= 110^{\circ} 32' 50,85''
 \end{aligned}$$

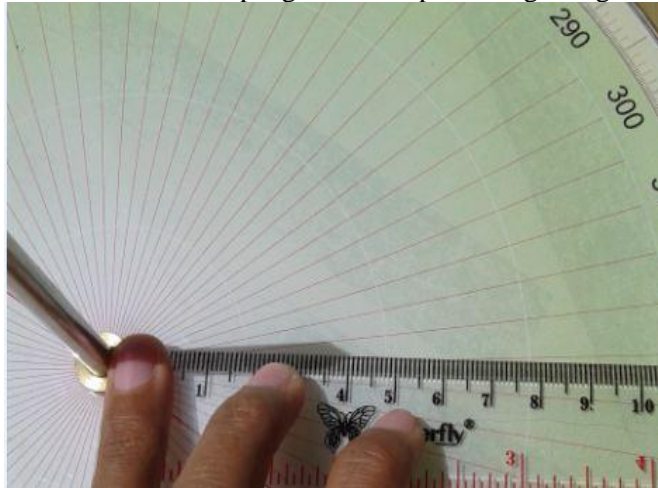
Tabel 3.6  
Selisih koordinat lintang dan bujur di MAJT

<b>Masjid Agung Jawa Tengah Semarang</b>			
<b>Nama</b>	<b><i>Istiwaaini</i></b>	<b>GPS</b>	<b>Selisih</b>
Lintang Tempat	-6 <sup>0</sup> 53' 31.67''	-6 <sup>0</sup> 59' 00.66''	00 <sup>0</sup> 05' 28.99''
Bujur Tempat	110 <sup>0</sup> 32' 50.85''	110 <sup>0</sup> 26' 49.63''	00 <sup>0</sup> 06' 01.22''

4. Hasil perhitungan lintang dan bujur tempat dengan *Istiwaaini* dan GPS Garmin 76 CSX pada tanggal 30 April 2017, pukul 11:35:55 WIB di Parkiran Gedung G Kampus 3 UIN Walisongo Semarang. Data yang dihasilkan sebagai berikut:

5.

Gambar 3.4 Hasil pengamatan di parkir gedung G



Sumber : Penulis

Tabel 3.7  
Data yang dihasilkan

Data	Nilai
Panjang Tongkat	10 cm
Panjang Bayangan	4 cm
Deklinasi Matahari	$14^{\circ} 49' 16,64''^{15}$
Equation Of Time	$0^{\circ} 2' 46,51''^{16}$

Adapun perhitungan lintang dan bujurnya dapat diuraikan sebagai berikut:

---

<sup>15</sup> Deklinasi ini di ambil dari *Ephimeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 30 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 136.

<sup>16</sup> *Equation of Time* ini di ambil dari *Ephimeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 30 April 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 136.

## a. Mencari Lintang

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Tan ZM} &= \text{Panjang Bayangan} \div \text{Panjang Tongkat} \\
 &= 4 \text{ cm} \div 10 \text{ cm} \\
 &= 21^{\circ} 48' 05,07''
 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Lintang Tempat} = \text{ZM} - \text{Deklinasi Matahari}$$

$$\begin{aligned}
 &= 21^{\circ} 48' 05,07'' - 14^{\circ} 49' 16,64'' \\
 &= - 6^{\circ} 58' 48,43''
 \end{aligned}$$

## b. Mencari Bujur

$$\begin{aligned}
 1) \text{ MP} &= 12 - e \\
 &= 12 - 0^{\circ} 2' 46,51'' \\
 &= 11^{\circ} 57' 13,49''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Bayangan Terpendek} &= 11^{\circ} 35' 55'' - 11^{\circ} 57' 13,49'' \\
 &= - 0^{\circ} 21' 18,49'' \times 15 \\
 &= - 5^{\circ} 19' 37,35''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Bujur Tempat} &= 105^{\circ} - (- 5^{\circ} 19' 37,35'') \\
 &= 110^{\circ} 19' 37,35''
 \end{aligned}$$

Atau dengan rumus dibawah ini:

$\text{Bujur Tempat} = (12 - e - \text{WD} \times 15 + \text{BD})$
--

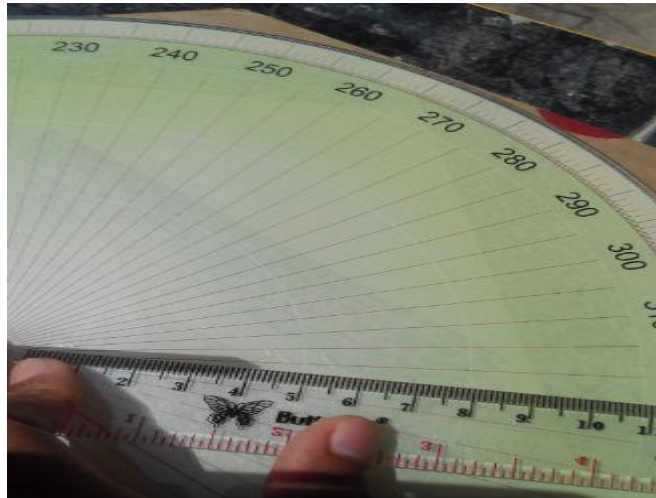
$$\begin{aligned}
 \text{Bujur Tempat} &= (12 - 0^{\circ} 2' 46,51'' - 11^{\circ} 35' 55'' \times 15 + 105) \\
 &= 110^{\circ} 19' 37,35''
 \end{aligned}$$

Tabel 3.8  
Selisih koordinat lintang dan bujur di parkirán gedung G

<b>Parkiran Gedung G Kampus 3</b>			
<b>Nama</b>	<b><i>Istiwaaini</i></b>	<b>GPS</b>	<b>Selisih</b>
Lintang Tempat	-6 <sup>0</sup> 58' 48.43''	-6 <sup>0</sup> 59' 29.52''	00 <sup>0</sup> 00' 41.09''
Bujur Tempat	110 <sup>0</sup> 19' 37.35''	110 <sup>0</sup> 20' 55.90''	00 <sup>0</sup> 01' 18.55''

6. Hasil perhitungan lintang dan bujur tempat dengan *Istiwaaini* dan GPS Garmin 76 CSX pada tanggal 1 Mei 2017, pukul 11:35:22 WIB di Parkiran Makam Hasan Munadi Ungaran Semarang. Data yang dihasilkan sebagai berikut:

Gambar 3.5 Hasil pengamatan di parkirán makam Hasan Munadi



Sumber : Penulis

Tabel 3.9  
Data yang dihasilkan

Data	Nilai
Panjang Tongkat	10 cm
Panjang Bayangan	4,1 cm
Deklinasi Matahari	$15^{\circ} 7' 30,56''^{17}$
Equation Of Time	$0^{\circ} 2' 53,9''^{18}$

Adapun perhitungan lintang dan bujurnya dapat

diuraikan sebagai berikut:

a. Mencari Lintang

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Tan ZM} &= \text{Panjang Bayangan} \div \text{Panjang Tongkat} \\
 &= 4,1 \text{ cm} \div 10 \text{ cm} \\
 &= 22^{\circ} 17' 37,06''
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Lintang Tempat} &= \text{ZM} - \text{Deklinasi Matahari} \\
 &= 22^{\circ} 17' 37,06'' - 15^{\circ} 7' 30,56'' \\
 &= - 7^{\circ} 10' 06,5''
 \end{aligned}$$

b. Mencari Bujur

$$\begin{aligned}
 1) \text{ MP} &= 12 - e \\
 &= 12 - 0^{\circ} 2' 53,9'' \\
 &= 11^{\circ} 57' 06,1''
 \end{aligned}$$

---

<sup>17</sup> Deklinasi ini di ambil dari *Ephemeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 1 Mei 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 137.

<sup>18</sup> *Equation of Time* ini di ambil dari *Ephemeris Hisab Rukyat 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian Agama RI. Data Matahari pada tanggal 1 Mei 2017, jam 11 :37 00 WIB atau 04 :37 :00 GMT, h. 137.

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Bayangan Terpendek} &= 11^{\circ} 35' 22'' - 11^{\circ} 57' 06,1'' \\
 &= - 0^{\circ} 21' 44,1'' \times 15 \\
 &= - 5^{\circ} 26' 01,5'' \\
 3) \text{ Bujur Tempat} &= 105^{\circ} - (- 5^{\circ} 26' 01,5'') \\
 &= 110^{\circ} 26' 01,5''
 \end{aligned}$$

Atau dengan rumus dibawah ini:

$$\text{Bujur Tempat} = (12 - e - \text{WD} \times 15 + \text{BD})$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bujur Tempat} &= (12 - 0^{\circ} 2' 53,9'' - 11^{\circ} 35' 55'' \times 15 + 105) \\
 &= 110^{\circ} 26' 01,5''
 \end{aligned}$$

Tabel 3.10  
Selisih koordinat lintang dan bujur di parkirana makam  
Hasan Munadi

<b>Parkiran Makam Hasan Munadi Ungaran</b>			
<b>Nama</b>	<b><i>Istiwaaini</i></b>	<b>GPS</b>	<b>Selisih</b>
Lintang Tempat	-7 <sup>0</sup> 10' 06.5''	-7 <sup>0</sup> 08' 59.15''	00 <sup>0</sup> 01' 07.35''
Bujur Tempat	110 <sup>0</sup> 26' 01.5''	110 <sup>0</sup> 22' 56.17''	00 <sup>0</sup> 03' 05.33''

Kemudian dari beberapa tempat pengamatan koordinat lintang dan bujur diatas yaitu lapangan RW 14 Beringin Ngaliyan Semarang, Bhakti Persada Indah (BPI), Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT), parkirana gedung G

kampus 3 UIN Walisongo Semarang dan parkir makam Hasan Munadi Ungaran Semarang semuanya menunjukkan selisih di satuan menitnya antara hasil lintang dan bujur yang dihasilkan *Istiwaaini* dengan GPS Garmin 76 CSX.

Adapun dalam ibadah *muwaqqat* adalah ibadah yang berhubungan dengan waktu yang telah ditentukan, salah satunya salat. Salat sendiri yaitu ibadah yang sangat fundamental dalam Islam, karena salat merupakan tiangnya agama. Dalam kesempurnaan pelaksanaannya, harus mengutamakan serta memperhatikan segala aspek, baik dari segi badan, pakaian, tempat, dan syarat-syaratnya. Salah satu diantaranya adalah menghadap Kiblat.<sup>19</sup> Maka dipenelitian ini dicari juga azimuth kiblatnya, terdapat selisih yang signifikan apa masih dalam kategori wajar. Adapun hasilnya dapat dilihat tabel dibawah ini:

---

<sup>19</sup> Kiblat yang mempunyai pengertian arah, yang identik dengan kata jihat dan syathrah dalam bahasa latin dikenal dengan istilah azimuth. Dalam Astronomi, azimuth sebagai sudut yang diukur sepanjang horizon dari utara ke selatan sampai perpotongan lingkaran vertical dengan bidang horizon, searah dengan arah jarum jam. (Depag RI, 1994/1995: 10)

Tabel 3.11  
 Hasil selisih azimuth kiblat antara *Istiwaaini* dengan GPS

<b>Nama Tempat</b>	<b><i>Istiwaaini</i></b>	<b>GPS</b>	<b>Selisih</b>
Lampangan RW 14 Beringin	294 <sup>0</sup> 31' 40.77''	294 <sup>0</sup> 31' 26.63''	00 <sup>0</sup> 00' 14.14''
BPI Ngaliyan	294 <sup>0</sup> 29' 36.38''	294 <sup>0</sup> 31' 00.89''	00 <sup>0</sup> 01' 24.51''
MAJT Semarang	294 <sup>0</sup> 26' 52.83''	294 <sup>0</sup> 29' 37.41''	00 <sup>0</sup> 02' 44.58''
Parkiran Gedung G	294 <sup>0</sup> 31' 15.46''	294 <sup>0</sup> 31' 07.28''	00 <sup>0</sup> 00' 08.18''
Parkiran Makam Hasan Munadi Ungaran	294 <sup>0</sup> 32' 32.94''	294 <sup>0</sup> 33' 00.14''	00 <sup>0</sup> 00' 27.2''

Dari analisis *Istiwaaini* dan GPS secara eksperimen di atas, data yang ditampilkan dari keduanya hanya berbeda pada nilai menitnya saja dan data azimuth kiblat *Istiwaaini* dan GPS yang dihasilkan masih dalam batasan wajar.

Berdasarkan perhitungan Ing. Khafid, apabila pinggiran paling utara atau paling selatan kota Makkah berjarak 6 km dari kakbah, maka untuk mengarahkan masjid-masjid di Indonesia ke arah Makkah dibutuhkan ketelitian maksimal 3 menit busur.<sup>20</sup> Oleh karena itu, penggunaan *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat cukup mendekati hasil arah kiblat yang tidak keluar dari kota Makkah.

---

<sup>20</sup> Ing. Khafid, *Telaah Pedoman Buku Hisab Arah Kiblat*, Cibinong: Badan Informasi Geospasial, 2013, h. 16.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

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

1. Metode penentuan titik koordinat Bumi menggunakan *Istiwaaini* adalah metode penentuan lintang dan bujur Bumi dengan kaidah metode trigonometri bola, memanfaatkan posisi Matahari pada saat kulminasi, dengan melihat garis-garis yang ada pada *Istiwaaini* untuk memastikan di tempat itu benar-benar merpass apa tidak dengan memperhatikan panjang bayangan terpendek, yang ada dibidang dial dan berhimbitan dengan sudut utara selatan sebagai sudut posisi Matahari terhadap nilai lintang dan bujur tempat.
2. *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur merupakan alat non optik yang akurat. Nilai yang dihasilkan *Istiwaaini* dengan GPS hanya selisih pada nilai menitnya saja. Adapun selisih yang dihasilkan sekitar  $00^0 00' 41,09'' - 00^0 08' 12,45''$  untuk lintang dan bujur  $00^0 01' 18,55'' - 00^0 07' 23,65''$ . Kemudian jika diaplikasikan dalam perhitungan arah

kiblat data koordinat yang dihasilkan *Istiwaaini* dan GPS selisih nilai azimuth kiblatnya masih dalam batasan yang wajar, karena nilai yang dihasilkan mendekati nilai arah kiblat yang tidak keluar dari kota Makkah.

## **B. Saran**

1. Dalam perguruan tinggi dan civitas akademik agar dapat mensosialisasikan alat sederhana non optik yang bernama *Istiwaaini* sebagai alat klasik yang dapat digunakan untuk menentukan titik koordinat lintang dan bujur suatu tempat.
2. Bahan yang dibuat untuk *Istiwaaini* ini adalah akrilik, tebal dan bayangan yang dihasilkan saat melakukan pembidikan dapat dibaca dengan jelas.
3. Penelitian tentang panjang bayangan dengan menggunakan *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur ini dapat dilakukan dimana saja, asalkan terdapat sinar Matahari.

## **C. Penutup**

*Alhamdulillah*, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah senantiasa 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 Syari'ah 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.

Atas saran dan kritik yang konstruktif untuk kemaslahatan dan kesempurnaan tulisan ini, penulis mengucapkan terimakasih.  
*Wallahu a'lam bi al shawab.*

## DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, Susiknan, 2008, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka
- Hambali, Slamet, 2007, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah
- \_\_\_\_\_, 2011, *Metode Pengukuran Arah Kiblat Dengan Segitiga Siku-Siku Dari Bayangan Matahari Setiap Saat*, Thesis, Semarang: IAIN Walisongo
- \_\_\_\_\_, 2012, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Izzuddin, Ahmad, 2012, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, Disertasi, Jakarta: Kementerian Agama RI, Direktorat Jenderal Pendidikan Islam, Direktorat Pendidikan Tinggi Islam
- \_\_\_\_\_, 2012, *Pengantar Ilmu Falak Menyimak Proses Pembuatan Alam Semesta*, Yogyakarta: Bismillah Publisher
- \_\_\_\_\_, 2012, *Pengantar Ilmu Falak*, Semarang: Etose Digital Publishing
- \_\_\_\_\_, 2013, *Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus*, Vol. 23, No. 2, Jurnal al-Ahkam Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo
- \_\_\_\_\_, 2013, makalah disampaikan dalam seminar Nasional *Uji Kelayakan Istiwaaini Sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat yang Akurat*, diselenggarakan oleh Prodi Falak Fakultas Syariah IAIN Walisongo
- \_\_\_\_\_, 2014, *Laporan Penelitian Individual Menguji Tingkat Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali*, Semarang: IAIN Walisongo

- Khazin, Muhyiddin, 2015, *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta: Buana Pustaka
- \_\_\_\_\_, 2011, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo
- Abidin, Hasanuddin, 2001, *Geodesi Satelit*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Adieb, Muhammad, 2014, *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Theodolite*, Skripsi Strata 1 IAIN Walisongo Semarang
- al-Bukhari, Ismail ibn, Abi Abdillah Muhammad, 1992, *Shahih al-Bukhari*, Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyyah
- Anugraha, Rinto, 2012, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Lab. FMIPA UGM
- Baz bin Abdul Aziz Abdullah, 2013, *Fathul Baari*, terjemahan Amiruddin, Jakarta: Pustaka Azzam
- Budiwati, Anisah, 2013, *Kajian Tongkat Istiwa' dalam Penentuan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth)*”, Thesis, Semarang: UIN Walisongo Semarang
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi, 2016, *Waktu Salat Menurut Fikih dan Astronomi*, Medan: LPPM UISU
- Departemen Agama RI, 2007, *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*, Jakarta: CV Darus Sunnah
- Departemen Agama RI, 2010, *Almanak Hisab Rukyat*, Jakarta: Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam

Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Ephimeris Hisab Rukyat 2017*

EW, Wisnuh, 2012, *Asyiknya Bernavigasi dengan Ponsel GPS*, Yogyakarta: Andi Offset

Fahrin, 2014, *Qibla Laser Sebagai Alat Penentu Arah Kiblat Setiap Saat Dengan Menggunakan Matahari Dan Bulan*, Skripsi Strata 1 IAIN Walisongo Semarang

Hadi, Dimsiki, 2009, *Sains Untuk Kesempurnaan Ibadah (Penerapan Sains dalam Peribadatan)*, Yogyakarta: Prima pustaka

\_\_\_\_\_, 2013, *Modul Uji Kelayakan Istiwa'ain sebagai Alat Bantu Menentukan Arah Kiblat yang Akurat*, Semarang: Prodi Ilmu Falak Fakultas Syari'ah UIN Walisongo

\_\_\_\_\_, 2012, *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra

Kahar, Joenil, 2008, *Geodesi*, Bandung: ITB

Kemenag RI, 2012, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, Cet. 1, Jakarta: Direktorat Jenderal Pendis dan Diktis

\_\_\_\_\_, 2011, *Al- Qur'an Dan Tafsirnya*, Jakarta: Widya Cahaya

Kementrian Agama RI, 2012, *Al-quran dan Tafsirnya*, Jilid 1, Jakarta: Sinergi Pustaka Indonesia

Khafid, Ing., 2013, *Telaah Pedoman Buku Hisab Arah Kiblat*, Cibinong: Badan Informasi Geospasial

Khazin, Muhyiddin, 2008, *Ilmu Falak Dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka

- Ma'ruf, Nur Amri, 2010, *Uji Akurasi True North Berbagai Kompas Dengan Tongkat Istiwa'*, Skripsi Strata 1 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
- Maftukin, Ali, 2013 *Teleskop Rukyatul Hilal dan Theodolite*, Jakarta: Sub Direktorat Pembinaan Tim Hisab Rukyat
- Maghfuroh, Umul, 2016, *Uji Akurasi I-Zun Dial Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat*, Skripsi Strata 1 UIN Walisongo Semarang
- Mindasari, 2013, *Uji Akurasi Data Global Positioning System (GPS) dan Azimuth Matahari pada Smartphone Berbasis Android Untuk Hisab Arah Kiblat (Studi Analisis Aplikasi GPS Status dan Qibla Compass Sundial Lite)*, Skripsi Strata 1 IAIN Walisongo Semarang
- Moleong, Lexy J., 2006, *Metedologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Remaja Rosdakarya
- Mukhlas, Ade, 2012, *Analisis Penentuan Arah Kiblat Dengan Mizwala Qibla Finder Karya Hendro Setyanto*, Skripsi Strata 1 IAIN Walisongo Semarang
- Mulyana, Deddy, 2004, *Metode Penelitian Kualitatif Paradigma Baru Ilmu Komunikasi dan Ilmu Sosial Lainnya*, Bandung: Remaja Rosdakarya, Cet IV.
- Munawir, Ahmad Warson, 1997, *Al-Munawwir Kamus Arab Indonesia*, Yogyakarta: Edisi Kedua
- Munfaridah, Imroatul, 2010, *Aplikasi Global Positioning System (GPS) dan Hitungan Azimuth True North untuk Verifikasi Terhadap Deviasi Arah Kiblat Masjid-Masjid di Kecamatan Mlarak Kabupaten Ponorogo*, Thesis, Ponorogo: STAIN Ponorogo

- Musonnif, Ahmad, 2011, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan*, Yogyakarta: Teras
- Nawawi, Abd Salam, 2010, *Ilmu Falak : Cara Praktis Menghitung Waktu Salat, Arah Kiblat, dan Awal Bulan*, Sidoarjo: Aqaba
- Ni'am, Muhamad Ihtirozun, 2015, *Buku Panduan I-zun Dial: Arah Kiblat*.
- Noor, Juliansyah, 2011, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Kencana.
- NZ, Marwazi dan Abdurrachim, 1981, *Ikhtisar Ilmu Falak*, Yogyakarta: Fakultas Syari'ah IAIN Sunan Kalijaga
- Parkinson, B. W., 1996, *Global Positioning System : Theory and Applications*, American: NAFSTAR
- Pedoman Penulisan Skripsi, 2012, Semarang: Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo
- Prastowo, Andi, 2012, *Metode Penelitian Kualitatif, Dalam Prespektif Rancangan Penelitian*, Yogyakarta: ar-Ruzz Media
- Smart, W.M, 1977, *Textbook on Spherical Astronomy*, London : Cambridge University Press.
- Soewadji, Jusuf, 2012, *Pengantar Metodologi Penelitian*, Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Sudibyoy, Muh. Ma'rufin, 2011, *Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat Dan Cara Pengukurannya)*, Solo: Tinta Medina.
- Sugiyono, 2012, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta
- Sukadarrumidi, 2012, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Suwitra, Nyomas, *Astronomi Dasar*, Singaraja: Jurusan Fisika



Taryudi, 2009, *Teknologi Pada Sistem Pemantauan Posisi dan Tingkat Pencemaran Udara Bergerak*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik: Universitas Indonesia

Wells, D. E dan Krakiwsky, W.J, 1971, *Coordinate System in Geodesi*, Canada: Departement of Geodesy and Geomatics Engineering University of New Brunswick Fredericton

Yacub, L. Lya Sofyan dan M. Dahlan Y. Al-Barry, 2003, *Kamus dan Istilah Populer*, Surabaya: Target Press.

Sumber Internet:

[http:// garmin.co.id/search/membaca-lintang-dan-bujur-di-gps](http://garmin.co.id/search/membaca-lintang-dan-bujur-di-gps)

Sumber Wawancara:

Hasil wawancara dengan Slamet Hambali pada hari Rabu tanggal 10 Mei 2017 di Ruang Dosen Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang pukul 16.48 WIB.

LAMPIRAN 1

26 APRIL 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	35° 57' 44"	-0.88'	33° 38' 35"	13° 30' 12"	1.0062579	15' 53.66"	23° 26' 06"	2 m 09 s
1	36° 00' 10"	-0.89'	33° 40' 56"	13° 31' 00"	1.0062690	15' 53.65"	23° 26' 06"	2 m 10 s
2	36° 02' 36"	-0.89'	33° 43' 18"	13° 31' 49"	1.0062800	15' 53.64"	23° 26' 06"	2 m 10 s
3	36° 05' 02"	-0.89'	33° 45' 40"	13° 32' 37"	1.0062911	15' 53.63"	23° 26' 06"	2 m 10 s
4	36° 07' 28"	-0.89'	33° 48' 02"	13° 33' 25"	1.0063021	15' 53.62"	23° 26' 06"	2 m 11 s
5	36° 09' 54"	-0.90'	33° 50' 24"	13° 34' 13"	1.0063131	15' 53.61"	23° 26' 06"	2 m 11 s
6	36° 12' 20"	-0.90'	33° 52' 45"	13° 35' 02"	1.0063242	15' 53.60"	23° 26' 06"	2 m 12 s
7	36° 14' 46"	-0.90'	33° 55' 07"	13° 35' 50"	1.0063352	15' 53.59"	23° 26' 06"	2 m 12 s
8	36° 17' 12"	-0.90'	33° 57' 29"	13° 36' 38"	1.0063462	15' 53.58"	23° 26' 06"	2 m 12 s
9	36° 19' 38"	-0.91'	33° 59' 51"	13° 37' 26"	1.0063572	15' 53.57"	23° 26' 06"	2 m 13 s
10	36° 22' 04"	-0.91'	34° 02' 13"	13° 38' 14"	1.0063682	15' 53.56"	23° 26' 06"	2 m 13 s
11	36° 24' 30"	-0.91'	34° 04' 35"	13° 39' 02"	1.0063792	15' 53.55"	23° 26' 06"	2 m 14 s
12	36° 26' 56"	-0.91'	34° 06' 57"	13° 39' 50"	1.0063902	15' 53.54"	23° 26' 06"	2 m 14 s
13	36° 29' 22"	-0.91'	34° 09' 18"	13° 40' 39"	1.0064012	15' 53.53"	23° 26' 06"	2 m 14 s
14	36° 31' 48"	-0.92'	34° 11' 40"	13° 41' 27"	1.0064122	15' 53.52"	23° 26' 05"	2 m 15 s
15	36° 34' 14"	-0.92'	34° 14' 02"	13° 42' 15"	1.0064231	15' 53.51"	23° 26' 05"	2 m 15 s
16	36° 36' 40"	-0.92'	34° 16' 24"	13° 43' 03"	1.0064341	15' 53.50"	23° 26' 05"	2 m 16 s
17	36° 39' 06"	-0.92'	34° 18' 46"	13° 43' 51"	1.0064450	15' 53.48"	23° 26' 05"	2 m 16 s
18	36° 41' 32"	-0.92'	34° 21' 08"	13° 44' 39"	1.0064560	15' 53.47"	23° 26' 05"	2 m 16 s
19	36° 43' 58"	-0.92'	34° 23' 30"	13° 45' 26"	1.0064669	15' 53.46"	23° 26' 05"	2 m 17 s
20	36° 46' 24"	-0.93'	34° 25' 52"	13° 46' 14"	1.0064779	15' 53.45"	23° 26' 05"	2 m 17 s
21	36° 48' 50"	-0.93'	34° 28' 14"	13° 47' 02"	1.0064888	15' 53.44"	23° 26' 05"	2 m 18 s
22	36° 51' 16"	-0.93'	34° 30' 36"	13° 47' 50"	1.0064998	15' 53.43"	23° 26' 05"	2 m 18 s
23	36° 53' 42"	-0.93'	34° 32' 58"	13° 48' 38"	1.0065107	15' 53.42"	23° 26' 05"	2 m 18 s
24	36° 56' 08"	-0.93'	34° 35' 20"	13° 49' 26"	1.0065216	15' 53.41"	23° 26' 05"	2 m 19 s

\*) for mean equinox of date

28 APRIL 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	37° 54' 31"	-0.95°	35° 32' 13"	14° 08' 26"	1.0067818	15' 53.17"	23° 26' 05"	2 m 28 s
1	37° 56' 57"	-0.95°	35° 34' 36"	14° 09' 13"	1.0067925	15' 53.16"	23° 26' 05"	2 m 28 s
2	37° 59' 23"	-0.95°	35° 36' 58"	14° 10' 00"	1.0068033	15' 53.15"	23° 26' 05"	2 m 29 s
3	38° 01' 49"	-0.95°	35° 39' 21"	14° 10' 47"	1.0068141	15' 53.14"	23° 26' 05"	2 m 29 s
4	38° 04' 14"	-0.95°	35° 41' 43"	14° 11' 35"	1.0068248	15' 53.13"	23° 26' 05"	2 m 29 s
5	38° 06' 40"	-0.95°	35° 44' 05"	14° 12' 22"	1.0068355	15' 53.11"	23° 26' 05"	2 m 30 s
6	38° 09' 06"	-0.95°	35° 46' 28"	14° 13' 09"	1.0068463	15' 53.10"	23° 26' 05"	2 m 30 s
7	38° 11' 32"	-0.95°	35° 48' 50"	14° 13' 56"	1.0068570	15' 53.09"	23° 26' 05"	2 m 30 s
8	38° 13' 58"	-0.95°	35° 51' 13"	14° 14' 43"	1.0068677	15' 53.08"	23° 26' 05"	2 m 31 s
9	38° 16' 24"	-0.95°	35° 53' 35"	14° 15' 30"	1.0068784	15' 53.07"	23° 26' 05"	2 m 31 s
10	38° 18' 50"	-0.95°	35° 55' 58"	14° 16' 17"	1.0068892	15' 53.06"	23° 26' 05"	2 m 31 s
11	38° 21' 16"	-0.95°	35° 58' 20"	14° 17' 04"	1.0068999	15' 53.05"	23° 26' 05"	2 m 32 s
12	38° 23' 41"	-0.95°	36° 00' 43"	14° 17' 51"	1.0069106	15' 53.04"	23° 26' 05"	2 m 32 s
13	38° 26' 07"	-0.95°	36° 03' 05"	14° 18' 38"	1.0069212	15' 53.03"	23° 26' 05"	2 m 33 s
14	38° 28' 33"	-0.95°	36° 05' 28"	14° 19' 25"	1.0069319	15' 53.02"	23° 26' 05"	2 m 33 s
15	38° 30' 59"	-0.95°	36° 07' 50"	14° 20' 11"	1.0069426	15' 53.01"	23° 26' 05"	2 m 33 s
16	38° 33' 25"	-0.95°	36° 10' 13"	14° 20' 58"	1.0069533	15' 53.00"	23° 26' 05"	2 m 34 s
17	38° 35' 51"	-0.95°	36° 12' 36"	14° 21' 45"	1.0069640	15' 52.99"	23° 26' 05"	2 m 34 s
18	38° 38' 17"	-0.94°	36° 14' 58"	14° 22' 32"	1.0069746	15' 52.98"	23° 26' 05"	2 m 34 s
19	38° 40' 42"	-0.94°	36° 17' 21"	14° 23' 19"	1.0069853	15' 52.97"	23° 26' 05"	2 m 35 s
20	38° 43' 08"	-0.94°	36° 19' 43"	14° 24' 05"	1.0069959	15' 52.96"	23° 26' 05"	2 m 35 s
21	38° 45' 34"	-0.94°	36° 22' 06"	14° 24' 52"	1.0070066	15' 52.95"	23° 26' 05"	2 m 35 s
22	38° 47' 60"	-0.94°	36° 24' 29"	14° 25' 39"	1.0070172	15' 52.94"	23° 26' 05"	2 m 36 s
23	38° 50' 26"	-0.94°	36° 26' 51"	14° 26' 25"	1.0070278	15' 52.93"	23° 26' 05"	2 m 36 s
24	38° 52' 52"	-0.94°	36° 29' 14"	14° 27' 12"	1.0070385	15' 52.92"	23° 26' 05"	2 m 36 s

\*) for mean equinox of date

29 APRIL 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	38° 52' 52"	-0.94'	36° 29' 14"	14° 27' 12"	1.0070385	15' 52.92"	23° 26' 05"	2 m 36 s
1	38° 55' 17"	-0.94'	36° 31' 37"	14° 27' 59"	1.0070491	15' 52.91"	23° 26' 05"	2 m 37 s
2	38° 57' 43"	-0.94'	36° 33' 59"	14° 28' 45"	1.0070597	15' 52.90"	23° 26' 05"	2 m 37 s
3	39° 00' 09"	-0.94'	36° 36' 22"	14° 29' 32"	1.0070703	15' 52.89"	23° 26' 05"	2 m 37 s
4	39° 02' 35"	-0.93'	36° 38' 45"	14° 30' 18"	1.0070809	15' 52.88"	23° 26' 05"	2 m 38 s
5	39° 05' 01"	-0.93'	36° 41' 08"	14° 31' 05"	1.0070915	15' 52.87"	23° 26' 05"	2 m 38 s
6	39° 07' 27"	-0.93'	36° 43' 30"	14° 31' 51"	1.0071021	15' 52.86"	23° 26' 05"	2 m 38 s
7	39° 09' 52"	-0.93'	36° 45' 53"	14° 32' 38"	1.0071127	15' 52.85"	23° 26' 05"	2 m 39 s
8	39° 12' 18"	-0.93'	36° 48' 16"	14° 33' 24"	1.0071233	15' 52.84"	23° 26' 05"	2 m 39 s
9	39° 14' 44"	-0.93'	36° 50' 39"	14° 34' 11"	1.0071338	15' 52.83"	23° 26' 05"	2 m 39 s
10	39° 17' 10"	-0.92'	36° 53' 02"	14° 34' 57"	1.0071444	15' 52.82"	23° 26' 05"	2 m 40 s
11	39° 19' 36"	-0.92'	36° 55' 24"	14° 35' 44"	1.0071550	15' 52.81"	23° 26' 05"	2 m 40 s
12	39° 22' 01"	-0.92'	36° 57' 47"	14° 36' 30"	1.0071655	15' 52.80"	23° 26' 05"	2 m 40 s
13	39° 24' 27"	-0.92'	37° 00' 10"	14° 37' 16"	1.0071761	15' 52.79"	23° 26' 05"	2 m 41 s
14	39° 26' 53"	-0.92'	37° 02' 33"	14° 38' 02"	1.0071866	15' 52.78"	23° 26' 05"	2 m 41 s
15	39° 29' 19"	-0.92'	37° 04' 56"	14° 38' 49"	1.0071972	15' 52.77"	23° 26' 05"	2 m 41 s
16	39° 31' 44"	-0.91'	37° 07' 19"	14° 39' 35"	1.0072077	15' 52.76"	23° 26' 05"	2 m 42 s
17	39° 34' 10"	-0.91'	37° 09' 42"	14° 40' 21"	1.0072182	15' 52.75"	23° 26' 05"	2 m 42 s
18	39° 36' 36"	-0.91'	37° 12' 05"	14° 41' 07"	1.0072287	15' 52.74"	23° 26' 05"	2 m 42 s
19	39° 39' 02"	-0.91'	37° 14' 28"	14° 41' 54"	1.0072393	15' 52.73"	23° 26' 05"	2 m 43 s
20	39° 41' 27"	-0.91'	37° 16' 50"	14° 42' 40"	1.0072498	15' 52.72"	23° 26' 05"	2 m 43 s
21	39° 43' 53"	-0.90'	37° 19' 13"	14° 43' 26"	1.0072603	15' 52.71"	23° 26' 05"	2 m 43 s
22	39° 46' 19"	-0.90'	37° 21' 36"	14° 44' 12"	1.0072708	15' 52.70"	23° 26' 05"	2 m 44 s
23	39° 48' 45"	-0.90'	37° 23' 59"	14° 44' 58"	1.0072813	15' 52.69"	23° 26' 05"	2 m 44 s
24	39° 51' 10"	-0.90'	37° 26' 22"	14° 45' 44"	1.0072917	15' 52.68"	23° 26' 05"	2 m 44 s

\*) for mean equinox of date

30 APRIL 2017

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	39° 51' 10"	-0.90°	37° 26' 22"	14° 45' 44"	1.0072917	15' 52.68"	23° 26' 05"	2 m 44 s
1	39° 53' 36"	-0.89°	37° 28' 45"	14° 46' 30"	1.0073022	15' 52.67"	23° 26' 05"	2 m 45 s
2	39° 56' 02"	-0.89°	37° 31' 08"	14° 47' 16"	1.0073127	15' 52.66"	23° 26' 05"	2 m 45 s
3	39° 58' 28"	-0.89°	37° 33' 31"	14° 48' 02"	1.0073232	15' 52.65"	23° 26' 05"	2 m 45 s
4	40° 00' 53"	-0.89°	37° 35' 55"	14° 48' 48"	1.0073336	15' 52.64"	23° 26' 05"	2 m 46 s
5	40° 03' 19"	-0.88°	37° 38' 18"	14° 49' 34"	1.0073441	15' 52.63"	23° 26' 05"	2 m 46 s
6	40° 05' 45"	-0.88°	37° 40' 41"	14° 50' 20"	1.0073546	15' 52.62"	23° 26' 05"	2 m 46 s
7	40° 08' 11"	-0.88°	37° 43' 04"	14° 51' 06"	1.0073650	15' 52.61"	23° 26' 05"	2 m 47 s
8	40° 10' 36"	-0.88°	37° 45' 27"	14° 51' 51"	1.0073754	15' 52.60"	23° 26' 05"	2 m 47 s
9	40° 13' 02"	-0.87°	37° 47' 50"	14° 52' 37"	1.0073859	15' 52.59"	23° 26' 05"	2 m 47 s
10	40° 15' 28"	-0.87°	37° 50' 13"	14° 53' 23"	1.0073963	15' 52.58"	23° 26' 05"	2 m 48 s
11	40° 17' 53"	-0.87°	37° 52' 36"	14° 54' 09"	1.0074067	15' 52.57"	23° 26' 05"	2 m 48 s
12	40° 20' 19"	-0.86°	37° 54' 59"	14° 54' 54"	1.0074172	15' 52.56"	23° 26' 05"	2 m 48 s
13	40° 22' 45"	-0.86°	37° 57' 23"	14° 55' 40"	1.0074276	15' 52.55"	23° 26' 05"	2 m 49 s
14	40° 25' 10"	-0.86°	37° 59' 46"	14° 56' 26"	1.0074380	15' 52.54"	23° 26' 05"	2 m 49 s
15	40° 27' 36"	-0.86°	38° 02' 09"	14° 57' 11"	1.0074484	15' 52.54"	23° 26' 05"	2 m 49 s
16	40° 30' 02"	-0.85°	38° 04' 32"	14° 57' 57"	1.0074588	15' 52.53"	23° 26' 05"	2 m 49 s
17	40° 32' 28"	-0.85°	38° 06' 55"	14° 58' 43"	1.0074692	15' 52.52"	23° 26' 05"	2 m 50 s
18	40° 34' 53"	-0.85°	38° 09' 19"	14° 59' 28"	1.0074796	15' 52.51"	23° 26' 05"	2 m 50 s
19	40° 37' 19"	-0.84°	38° 11' 42"	15° 00' 14"	1.0074900	15' 52.50"	23° 26' 05"	2 m 50 s
20	40° 39' 45"	-0.84°	38° 14' 05"	15° 00' 59"	1.0075003	15' 52.49"	23° 26' 05"	2 m 51 s
21	40° 42' 10"	-0.84°	38° 16' 29"	15° 01' 45"	1.0075107	15' 52.48"	23° 26' 05"	2 m 51 s
22	40° 44' 36"	-0.83°	38° 18' 52"	15° 02' 30"	1.0075211	15' 52.47"	23° 26' 05"	2 m 51 s
23	40° 47' 02"	-0.83°	38° 21' 15"	15° 03' 16"	1.0075314	15' 52.46"	23° 26' 05"	2 m 52 s
24	40° 49' 27"	-0.83°	38° 23' 38"	15° 04' 01"	1.0075418	15' 52.45"	23° 26' 05"	2 m 52 s

\*) for mean equinox of date

# 1 MEI 2017

## DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude *)	Ecliptic Latitude *)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	40° 49' 27"	-0.83°	38° 23' 38"	15° 04' 01"	1.0075418	15' 52.45"	23° 26' 05"	2 m 52 s
1	40° 51' 53"	-0.82°	38° 26' 02"	15° 04' 47"	1.0075521	15' 52.44"	23° 26' 05"	2 m 52 s
2	40° 54' 19"	-0.82°	38° 28' 25"	15° 05' 32"	1.0075625	15' 52.43"	23° 26' 05"	2 m 53 s
3	40° 56' 44"	-0.82°	38° 30' 49"	15° 06' 17"	1.0075728	15' 52.42"	23° 26' 05"	2 m 53 s
4	40° 59' 10"	-0.81°	38° 33' 12"	15° 07' 03"	1.0075832	15' 52.41"	23° 26' 05"	2 m 53 s
5	41° 01' 35"	-0.81°	38° 35' 35"	15° 07' 48"	1.0075935	15' 52.40"	23° 26' 05"	2 m 53 s
6	41° 04' 01"	-0.81°	38° 37' 59"	15° 08' 33"	1.0076038	15' 52.39"	23° 26' 05"	2 m 54 s
7	41° 06' 27"	-0.80°	38° 40' 22"	15° 09' 18"	1.0076141	15' 52.38"	23° 26' 05"	2 m 54 s
8	41° 08' 52"	-0.80°	38° 42' 46"	15° 10' 04"	1.0076245	15' 52.37"	23° 26' 05"	2 m 54 s
9	41° 11' 18"	-0.79°	38° 45' 09"	15° 10' 49"	1.0076348	15' 52.36"	23° 26' 05"	2 m 55 s
10	41° 13' 44"	-0.79°	38° 47' 32"	15° 11' 34"	1.0076451	15' 52.35"	23° 26' 05"	2 m 55 s
11	41° 16' 09"	-0.79°	38° 49' 56"	15° 12' 19"	1.0076554	15' 52.34"	23° 26' 05"	2 m 55 s
12	41° 18' 35"	-0.78°	38° 52' 19"	15° 13' 04"	1.0076657	15' 52.33"	23° 26' 05"	2 m 55 s
13	41° 21' 01"	-0.78°	38° 54' 43"	15° 13' 49"	1.0076760	15' 52.32"	23° 26' 05"	2 m 56 s
14	41° 23' 26"	-0.77°	38° 57' 06"	15° 14' 34"	1.0076862	15' 52.31"	23° 26' 05"	2 m 56 s
15	41° 25' 52"	-0.77°	38° 59' 30"	15° 15' 19"	1.0076965	15' 52.30"	23° 26' 05"	2 m 56 s
16	41° 28' 17"	-0.77°	39° 01' 53"	15° 16' 04"	1.0077068	15' 52.29"	23° 26' 05"	2 m 57 s
17	41° 30' 43"	-0.76°	39° 04' 17"	15° 16' 49"	1.0077171	15' 52.28"	23° 26' 05"	2 m 57 s
18	41° 33' 09"	-0.76°	39° 06' 41"	15° 17' 34"	1.0077273	15' 52.27"	23° 26' 05"	2 m 57 s
19	41° 35' 34"	-0.75°	39° 09' 04"	15° 18' 19"	1.0077376	15' 52.26"	23° 26' 05"	2 m 57 s
20	41° 37' 60"	-0.75°	39° 11' 28"	15° 19' 04"	1.0077478	15' 52.25"	23° 26' 05"	2 m 58 s
21	41° 40' 25"	-0.75°	39° 13' 51"	15° 19' 49"	1.0077581	15' 52.24"	23° 26' 05"	2 m 58 s
22	41° 42' 51"	-0.74°	39° 16' 15"	15° 20' 34"	1.0077683	15' 52.23"	23° 26' 05"	2 m 58 s
23	41° 45' 16"	-0.74°	39° 18' 39"	15° 21' 19"	1.0077786	15' 52.22"	23° 26' 05"	2 m 59 s
24	41° 47' 42"	-0.73°	39° 21' 02"	15° 22' 03"	1.0077888	15' 52.21"	23° 26' 05"	2 m 59 s

\*) Ex mean equinox of date

## LAMPIRAN 2

### Daftar Pertanyaan Wawancara Kepada Slamet Hambali

1. Bagaimana sejarah *Istiwaaini* ?

Jawaban:

*Istiwaaini* adalah *tasniyah* dari kata *istiwak* yang artinya keadaan lurus yaitu sebuah tongkat yang berdiri tegak lurus. Sedangkan yang dimaksud dengan *Istiwaaini* di sini adalah sebuah alat sederhana yang terdiri dari dua tongkat *istiwak*, dimana satu tongkat berada di titik pusat lingkaran dan satunya lagi berada di titik  $0^0$  lingkaran.

2. Bagaimana metode *Istiwaaini* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur ?

Jawaban:

Metode penentuan titik koordinat Bumi menggunakan *Istiwaaini* adalah metode penentuan lintang dan bujur Bumi dengan kaidah metode trigonometri bola dan memanfaatkan posisi Matahari pada saat kulminasi, dengan melihat garis-garis yang ada pada *Istiwaaini* untuk memastikan di tempat itu benar-benar merpass apa tidak dengan memperhatikan panjang bayangan terpendek yang ada dibidang dial dan berhimbiban

dengan sudut utara selatan sebagai sudut posisi Matahari terhadap nilai lintang dan bujur tempat.

3. Apa perbedaan *Istiwaaini* dengan tongkat Istiwak ?

Jawaban:

*Istiwaaini* adalah *tasniyah* dari kata istiwak yang artinya keadaan lurus yaitu sebuah tongkat yang berdiri tegak lurus. Sedangkan yang dimaksud dengan *Istiwaaini* di sini adalah sebuah alat sederhana yang terdiri dari dua tongkat istiwak, dimana satu tongkat berada di titik pusat lingkaran dan satunya lagi berada di titik  $0^0$  lingkaran, sedangkan tongkat istiwak itu hanya mempunyai satu tongkat saja.

4. Apakah ada perbedaan tempat (dataran tinggi dengan rendah) dalam penentuan titik koordinat ?

Jawaban:

Dalam penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat antara dataran tinggi dengan rendah tidak ada perbedaan atau pengaruhnya, semuanya sama.

5. Apa yang mempengaruhi akurat atau tidaknya alat *Istiwaaini* dalam penentuan titik koordinat ?

Jawaban:

Dalam praktek penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat, yang mempengaruhi akurat dan tidaknya



adalah orang yang menggunakan (*human error*) bukan pada kedataran tinggi atau rendahnya tempat.

6. Biografi Slamet Hambali ?

Jawaban:

Slamet Hambali lahir di Dusun Bajangan Desa Sambirejo Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang pada tanggal 5 Agustus 1954 M, putra dari pasangan KH. Hambali dan Ibu Djuwairiyah.

7. Apa saja karya-karya Slamet Hambali ?

- a. Ilmu Falak I, *Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: PPS IAIN Walisongo, 2011)
- b. Almanak Sepanjang Masa, *Sejarah Sistem Penanggalan Masehi Hijriyah dan Jawa*, (Semarang: Program Sarjana IAIN Walisongo, 2011).
- c. Pengantar Ilmu Falak, *Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, (Banyuwangi: Bismillah Publisier, 2012).
- d. Tahqiq Kitab Al-Futuhiyyah A'mal Al-Hisabiyyah, Penelitian individual 2011.
- e. Melacak Metode Penentuan Poso dan Riyoyo Kalangan Keraton Yogyakarta.
- f. Aplikasi Astronomi Modern dalam Kitab As-Salat Karya Abdul Hakin, Penelitian Individual 2012.

- g. Metode Pengukuran Arah Kiblat yang Dikembangkan di Pondok Pesantren Al-Hikmah II Benda Sirampok Kabupan Brebes, Penelitian Individual 2010.
- h. Penemuan tentang Metode Penentuan Arah Kiblat dengan Segitiga Siku-siku dari Bayangan Matahari Setiap saat, (tesis 2011). Karya ini sudah diterbitkan menjadi sebuah buku yang berjudul “ Ilmu Falak, Kiblat Setiap saat”

### LAMPIRAN 3

Perhitungan Selisih Azimuth Kiblat antara Koordinat *Istiwaaini*  
dengan GPS

#### 1. Lapangan RW 14 Bringin Lestari

##### a. Data *Istiwaaini*

$$\text{Lintang tempat} = -6^{\circ} 53' 23,65''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^{\circ} 12' 01,95''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^{\circ} 12' 01,95'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 22' 27,62'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -6^{\circ} 53' 23,65'' \\ &\div \sin 70^{\circ} 22' 27,62'' - \sin -6^{\circ} 53' 23,65'' \\ &\div \tan 70^{\circ} 22' 27,62'' \\ &= 65^{\circ} 28' 19,23'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^0 - 65^0 28' 19,23'' \\ &= 294^0 31' 40,77'' \end{aligned}$$

b. Data GPS

$$\text{Lintang tempat} = - 6^0 59' 22,23''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^0 19' 25,60''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^0 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^0 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^0 19' 25,60'' - 39^0 49' 34,33'' \\ &= 70^0 29' 51,27'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan 21^0 25' 21,04'' \times \cos - 6^0 59' 22,23'' \\ &\div \sin 70^0 29' 51,27'' - \sin - 6^0 59' 22,23'' \\ &\div \tan 70^0 29' 51,27'' \\ &= 65^0 28' 33,37'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^0 - 65^0 28' 33,37'' \\ &= 294^0 31' 26,63'' \end{aligned}$$

## 2. Bhakti Persada Indah (BPI) Ngaliyan Semarang

### a. Data *Istiwaaini*

$$\text{Lintang tempat} = -6^{\circ} 51' 19,79''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^{\circ} 18' 42''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^{\circ} 18' 42'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 29' 07,67'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -6^{\circ} 51' 19,79'' \\ &\div \sin 70^{\circ} 29' 07,67'' - \sin -6^{\circ} 51' 19,79'' \\ &\div \tan 70^{\circ} 29' 07,67'' \\ &= 65^{\circ} 31' 17,29'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 31' 17,29'' \\ &= 294^{\circ} 29' 36,38'' \end{aligned}$$

b. Data GPS

$$\text{Lintang tempat} = -6^{\circ} 59' 32,24''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^{\circ} 21' 26,08''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^{\circ} 21' 26,08'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 31' 51,75'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\text{Cotan Q} = \tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -6^{\circ} 59' 32,24''$$

$$\div \sin 70^{\circ} 31' 51,75'' - \sin -6^{\circ} 59' 32,24''$$

$$\div \tan 70^{\circ} 31' 51,75''$$

$$= 65^{\circ} 28' 59,11''$$

$$\text{Azimuth Kiblat} = 360^{\circ} - 65^{\circ} 28' 59,11''$$

$$= 294^{\circ} 31' 00,89''$$

### 3. Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) Semarang

#### a. Data *Istiwaaini*

$$\text{Lintang tempat} = -6^{\circ} 53' 31,67''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^{\circ} 32' 50,85''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^{\circ} 32' 50,85'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 43' 16,52'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -6^{\circ} 53' 31,67'' \\ &\div \sin 70^{\circ} 43' 16,52'' - \sin -6^{\circ} 53' 31,67'' \\ &\div \tan 70^{\circ} 43' 16,52'' \\ &= 65^{\circ} 33' 07,71'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 33' 07,71'' \\ &= 294^{\circ} 26' 52,29'' \end{aligned}$$

b. Data GPS

$$\text{Lintang tempat} = -6^{\circ} 59' 00,66''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^{\circ} 26' 49,63''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^{\circ} 26' 49,63'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 37' 15,3'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -6^{\circ} 59' 00,66'' \\ &\div \sin 70^{\circ} 37' 15,3'' - \sin -6^{\circ} 59' 00,66'' \div \\ &\tan 70^{\circ} 37' 15,3'' \\ &= 65^{\circ} 30' 22,59'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 30' 22,59'' \\ &= 294^{\circ} 29' 37,41'' \end{aligned}$$



4. Parkiran Gedung G kampus 3 UIN Walisongo Semarang

a. Data *Istiwaaini*

$$\text{Lintang tempat} = -6^{\circ} 58' 48,43''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^{\circ} 19' 37,35''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^{\circ} 19' 37,35'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 30' 03,02'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -6^{\circ} 58' 37,35'' \\ &\div \sin 70^{\circ} 30' 03,02'' - \sin -6^{\circ} 58' 37,35'' \\ &\div \tan 70^{\circ} 30' 03,02'' \\ &= 65^{\circ} 28' 44,54'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 28' 44,54'' \\ &= 294^{\circ} 31' 15,46'' \end{aligned}$$

b. Data GPS

$$\text{Lintang tempat} = -6^{\circ} 59' 29,52''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^{\circ} 20' 55,90''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^{\circ} 20' 55,90'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 31' 21,57'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -6^{\circ} 59' 29,52'' \\ &\div \sin 70^{\circ} 31' 21,57'' - \sin -6^{\circ} 59' 29,52'' \\ &\div \tan 70^{\circ} 31' 21,57'' \\ &= 65^{\circ} 28' 52,72'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 28' 52,72'' \\ &= 294^{\circ} 31' 07,28'' \end{aligned}$$

## 5. Parkiran Makam Hasan Munadi Ungaran

### a. Data *Istiwaaini*

$$\text{Lintang tempat} = -7^{\circ} 10' 06,5''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^{\circ} 26' 01,5''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^{\circ} 26' 01,5'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 36' 27,17'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -7^{\circ} 10' 06,5'' \div \\ &\quad \sin 70^{\circ} 36' 27,17'' - \sin -7^{\circ} 10' 06,5'' \div \\ &\quad \tan 70^{\circ} 36' 27,17'' \\ &= 65^{\circ} 27' 27,06'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 27' 27,06'' \\ &= 294^{\circ} 32' 32,94'' \end{aligned}$$

b. Data GPS

$$\text{Lintang tempat} = -7^{\circ} 08' 59,15''$$

$$\text{Bujur tempat} = 110^{\circ} 22' 56,17''$$

$$\text{Lintang makkah} = 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur makkah} = 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &= 110^{\circ} 22' 56,17'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &= 70^{\circ} 33' 21,84'' \end{aligned}$$

Masukan Rumus:

$$\text{Cotan Q} = \tan \text{LM} \times \cos \text{LT} \div \sin \text{SBMD} - \sin \text{LT} \div \tan \text{SBMD}$$

$$\begin{aligned} \text{Cotan Q} &= \tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -7^{\circ} 08' 59,15'' \\ &\div \sin 70^{\circ} 33' 21,84'' - \sin -7^{\circ} 08' 59,15'' \\ &\div \tan 70^{\circ} 33' 21,84'' \\ &= 65^{\circ} 26' 59,86'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat} &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 26' 59,86'' \\ &= 294^{\circ} 33' 00,14'' \end{aligned}$$

## Dokumentasi



**SURAT KETERANGAN**  
**TELAH MELAKUKAN WAWANCARA**

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dr. H. Slamet Hambali, M.Si  
Jabatan : Dosen

Menyatakan bahwa saudara

Nama : Rini Listianingsih  
NIM : 132611045  
Jurusan : Ilmu Falak

Judul Skripsi : Uji Akurasi *Istiwaaini* Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat

Benar-benar telah melakukan wawancara dengan saya sebagai responden penelitian.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 10 Mei 2017



(Slamet Hambali)

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Rini Listianingsih  
Tempat Tgl Lahir : Demak, 20 Agustus 1995  
NIM : 132611045  
Fakultas : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang  
Alamat Asal : Blerong RT 004/ RW 001, Kec. Guntur, Kab. Demak  
Alamat Sekarang : Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah, Bringin Lestari, Wonosari Ngaliyan Semarang

Riwayat Pendidikan :

### A. Pendidikan Formal

1. TK Nurul Huda Blerong Guntur (tahun 2000 – 2001)
2. Sekolah Dasar Negeri Blerong 02 Guntur (tahun 2001 – 2007)
3. Madrasah Tsanawiyah Negeri 01 Mranggen (2007 – 2010)
4. Madrasah Aliyah Al-Ma'ruf Candisari Mranggen (2010 – 2013)

### B. Pendidikan Non Formal

1. Taman Pendidikan Qur'an Nurul Huda (tahun 2002 – 2007)
2. Pondok Pesantren Al-Ma'ruf Candisari Mranggen (tahun 2008 – 2013)
3. Pondok Pesantren Life Skill Daarun Najaah Bringin (2014 – sekarang)

### C. Pengalaman Organisasi

1. Bendahara Pondok Pesantren Al-Ma'ruf (tahun 2009 – 2013)
2. Anggota OSIS Madrasah Aliyah Al-Ma'ruf (2010 – 2013)
3. Anggota BI (Bank Indonesia) Semarang (tahun 2016)
4. Anggota ASTROFISIKA (Asosiasi Maestro Astronomi dan Ilmu Falak Indonesia Merdeka (tahun 2014 – sekarang)
5. Anggota KFPI (Komunitas Falak Perempuan Indonesia)
6. Anggota THR MAJT (Tim Hisab Rukyat Masjid Agung Jawa Tengah) (tahun 2014 – sekarang).

Semarang, 30 Mei 2017

Rini Listianingsih

NIM: 132611045