

UJI AKURASI *I-ZUN DIAL* DALAM PENENTUAN TITIK KOORDINAT SUATU TEMPAT

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Tugas Dan Melengkapi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Program Strata S.1
dalam Ilmu Syari'ah dan Hukum



Oleh :

UMUL MAGHFUROH

NIM : 122 111 128

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2016**

Drs. H. Slamet Hambali, MSI.
Jl. Candi Permata II/180 Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdri. Umul Maghfuroh

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

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

Nama : Umul Maghfuroh

NIM : 122111128

Judul Skripsi : **UJI AKURASI I-ZUN DIAL DALAM PENENTUAN
TITIK KOORDINAT SUATU TEMPAT.**

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

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 18 Mei 2016

Pembimbing I



Drs. H. Slamet Hambali, M.S.I
NIP. 19680515 199303 1002

Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I
Jl. Kampung Kebon Arum No. 73
Semarang 50123

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdri. Umul Maghfuroh

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

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

Nama : Umul Maghfuroh

NIM : 122111128

Judul Skripsi: **UJI AKURASI I-ZUN DIAL DALAM PENENTUAN
TITIK KOORDINAT SUATU TEMPAT.**

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

Demikian harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I
NIP. 19650909 199403 2 002



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM**

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

PENGESAHAN

Nama : Umul Maghfuroh
NIM : 122111128
Fakultas/Jurusan : Syari'ah dan Hukum/ Ilmu Falak
Judul : **'Uji Akurasi *I-zun Dial* Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat'.**

Telah dimunaqosahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, dan dinyatakan lulus dengan predikat cumlaud / baik / cukup, pada tanggal :

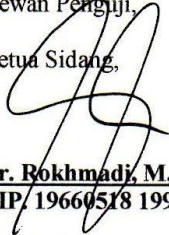
10 Juni 2016

dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 tahun akademik 2015 / 2016.

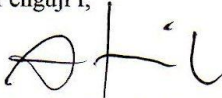
Semarang, 10 Juni 2016

Dewan Penguji,

Ketua Sidang,


Dr. Rokhmadij, M. Ag
NIP. 19660518 199403 1 002

Penguji I,


Moh. Arifin, S. Ag, M. Hum
NIP. 19711012 199703 1 002

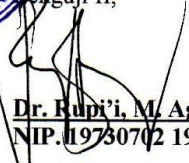
Pembimbing I,


Drs. H. Slamet Hambali, MSI
NIP. 19540805 198003 1 004


Sekretaris Sidang,


Drs. H. Slamet Hambali, MSI
NIP. 19540805 198003 1 004

Penguji II,


Dr. Rupi'i, M. Ag,
NIP. 19730702 199803 1 002

Pembimbing II,


Dra. Hj. Noor Rosvidah, M. S. I
NIP. 19650909 199403 2 002



MOTTO

اللَّهُ الَّذِي رَفَعَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ
وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي لِأَجَلٍ مُّسَمًّى يُدِيرُ الْأَمْرَ
يَفْصَلُ الْآيَاتِ لَعَلَّكُمْ بِلِقَاءِ رَبِّكُمْ تُوقِنُونَ

Artina: Allah-lah yang meninggikan langit tanpa tiang (sebagaimana) yang kamu lihat, kemudian Dia bersemayam di atas 'Arasy, dan menundukkan Matahari dan Bulan. Masing-masing beredar hingga waktu yang ditentukan. Allah mengatur urusan (makhluk-Nya), menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya), supaya kamu meyakini pertemuan (mu) dengan Tuhanmu.¹(QS. Ar-Rad: 2)

¹ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya Special for Women*, Bandung: Sygma, 2007, hlm. 249.

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan untuk:

kedua orang tuaku tercinta, terutama ibuku yang tak henti-hentinya memberikan doanya untuk kesuksesanku.

Untuk kakak-kakakku,
Mbak Umi, Mas Sibaweh, Mbak Nurul, dan Mas Syakir yang selalu memotivasi dan memberikan arahan saat saya banyak mengeluh.

Keponakan-keponakanku tercinta,
Luna, Nala, Nafa, Zahra, Ataka, Atabik, Atania, Lavia, Nabila.

Muhammad Ihtirozun Ni'am yang dengan sabar memberikan waktunya untuk berdiskusi, wawancara dan praktek sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Seseorang yang saya cintai yang selalu memberi motivasi di setiap langkahku.

Teman-teman (Blaster, Rempongers dan Kos Solekhah) yang selalu mendukung atas tercapainya cita-citaku.

Sahabatku Ulya Rosyida dan Masykur Rozi yang selalu saya rindukan.

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 satu pun pikiran-pikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan.

Semarang, 10 Juni 2016

Deklarator.



Umul Maghfuroh
NIM. 122 111 128

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi yang digunakan adalah Sistem Transliterasi Arab-Latin Berdasarkan SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI no. 158/1987 dan No. 0543 b/U/1987 tertanggal 22 Januari 1988.

1. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama	Latin	Keterangan
ا	Āfif	-	Tidak dilambangkan
ب	Bā'	B	-
ت	Tā'	T	-
ث	Šā'	š	“s” dengan titik di atasnya
ج	Ĵim	J	-
ح	Hā'	h	“h” dengan titik dibawahnya
خ	Khā'	Kh	-
د	Dāl	D	-
ذ	Žal	ž	“z” dengan titik di atasnya
ر	Rā'	R	-
ز	Zay	Z	-
س	Sīn	S	-
ش	Syīn	Sy	-
ص	Šād	š	“s” sengan titik di bawahnya
ض	Dād	ḍ	“d” dengan titik di bawahnya
ط	Ṭā'	ṭ	“t” dengan titik di bawahnya
ظ	Žā'	ž	“z” dengan titik di bawahnya
ع	‘Aīn	‘	Koma terbalik di atas
غ	Ghīn	Gh	-

ف	Fā'	F	-
ق	Qāf	Q	-
ك	Kāf	K	-
ل	Lām	L	-
م	Mīm	M	-
ن	Nūn	N	-
و	Wāwu	W	-
ه	Hā'	H	-
ء	Hamzah	'	Apostrof, tidak berlaku jika di depan, harus menggunakan "A"
ي	Yā'	Y	-

2. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap, termasuk *Syiddah* ditulis rangkap.

Contoh: *ابن تيمية* *Ibnu Taimiyyah*

3. *Tā' Marbūṭah*

- a. Bila dimatikan ditulis *h*, kecuali untuk kata-kata Arab yang sudah terserap menjadi bahasa Indonesia, seperti salat, zakat, dan sebagainya.

Contoh: *الرسالة* *ar-Risālah*

- b. Bila dihidupkan ditulis *t*.

Contoh: *مؤسسة الرسالة* *Mu'assasaṭ ar-Risālah*

4. Vokal pendek

Fathah ditulis *a*, *kasrah* ditulis *i*, dan *ḍammah* ditulis *u*.

5. Vokal Panjang (Diftongisasi – *Mādd*)

- a. A panjang ditulis *ā*.

Contoh: اسلام *Islām*

- b. I panjang ditulis *ī*.

Contoh: مسلمين *Muslimīn*

- c. U panjang ditulis *ū*.

Contoh: مسلمون *Muslimūn*

6. Vokal Rangkap

- a. Fathah + *yā'* tanpa dua titik yang dimatikan ditulis *ai*.

Contoh: اين *aina*

- b. fathah + *wāwu* mati ditulis *au*.

Contoh: الكون *al-Kaun*

7. Vokal-Vokal Pendek yang Berurutan dalam Satu Kata Dipisahkan dengan apostrof (')

Contoh: انذرتهم *a'anzartahum*

مؤنث *mu'annaś*

8. Kata Sandang Alif+ Lam

- a. Al-Qamariah, ditulis *al*.

Contoh: الوفاء *al-wafā'*

- b. Asy-Syamsiyyah, huruf l diganti dengan huruf pertama huruf syamsiyah.

Contoh: الشهر *asy-syahr*

ABSTRAK

I-zun Dial merupakan instrumen falak non optik yang terbuat dari bahan akrilik dan terdiri atas dua komponen yaitu bidang dial berbentuk persegi dan satu tongkat (*gnomon*) sebagai penangkap bayang-bayang Matahari. Alat ini mempunyai fungsi yaitu untuk penentuan koordinat bumi (lintang dan bujur). Oleh karena itu, penulis tertarik untuk menjadikan *I-zun Dial* sebagai kajian penelitian skripsi, mengingat titik koordinat lintang dan bujur tempat penting untuk penentuan arah kiblat, rukyah awal bulan, dan waktu salat.

Berdasarkan pemaparan di atas timbul dua pertanyaan, yaitu: “Bagaimana penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat serta penerapannya dengan *I-zun Dial* ? dan Bagaimana akurasi *I-zun Dial* dalam menentukan koordinat lintang dan bujur ?

Metode yang penulis gunakan dalam penelitian ini bersifat kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Sedangkan jenis datanya adalah penelitian lapangan (*field research*). Adapun dalam menganalisa data, penulis menggunakan metode deskriptif analitis, di mana penulis akan memberikan deskripsi mengenai hasil analisis yang penulis lakukan dan menjadikan sistem *GPS Handheld* sebagai standard keakurasian *I-zun Dial*. Berkaitan dengan sumber data, penulis menggunakan *I-zun Dial* sebagai sumber data primer sekaligus menjadi patokan dalam observasi. Sedangkan data sekundernya adalah seluruh dokumen berupa buku, tulisan, wawancara, dan makalah yang berkaitan dengan obyek penelitian.

Dari hasil penelitian yang penulis lakukan menunjukkan bahwa *pertama*, *I-zun Dial* sebagai alat bantu penentu titik koordinat tempat membutuhkan bayangan Matahari dalam penggunaannya dan terdapat konsep baru yaitu rumus dalam penentuan lintang tempat yang digunakan *I-zun Dial* lebih praktis, untuk mengetahui posisi observasi berada di lintang selatan atau di lintang utara. *Kedua*, hasil perhitungan lintang dan bujur tempat

menggunakan *I-zun Dial* cukup akurat karena data yang ditampilkan oleh *I-zun Dial* mendekati data yang ditampilkan oleh GPS, ketika data koordinat tersebut diaplikasikan dalam perhitungan arah kiblat, selisih nilai azimuth kiblatnya masih dalam batasan toleransi. Oleh karena itu dalam pengamatan lintang dan bujur tempat menggunakan *I-zun Dial* perlu dievaluasi agar hasil yang ditampilkan sama dengan data GPS.

keyword : Bayangan Matahari, *I-zun Dial*, titik koordinat.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang telah memberi pemahaman manusia hal yang tidak diketahuinya dari alam ciptaan-Nya. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada baginda Nabi agung Muhammad Saw sebagai Rasul Allah yang diutus kedunia untuk membawa rahmat di seluruh alam semesta. Demikian juga shalawat dan salam semoga dilimpahkan kepada para sahabat Nabi saw yang pemikiran mereka banyak dijadikan rujukan oleh para generasi selanjutnya hingga hari akhir.

Rasa syukur tak terhingga penulis panjatkan juga ke hadirat Allah swt yang telah memberikan inayah kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan lancar tanpa ada halangan yang betul-betul mengganggu selama dalam proses penulisan.

Sehubungan dengan ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulis adalah makhluk biasa yang masih banyak kekurangan dan kekhilafan, sehingga kegiatan ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa adanya bantuan dari pihak lain. Oleh karena itu, melalui kata pengantar ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Pendidikan Diniyyah dan Pontren Kementerian Agama RI, yang telah memberi kepercayaan untuk mendapat Beasiswa Santri berprestasi.
2. Prof. Dr. H. Muhibbin, M. Ag, selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
3. Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M. Ag, selaku Dekan Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Semarang.
4. Drs. H. Maksun, M. Ag, selaku kepala jurusan periode 2014-sekarang beserta staf-stafnya (pak Suwanto, Bu Rofi) yang telah bersusah payah memberikan arahan dan bimbingan sepenuhnya kepada penulis dan teman-teman IF lainnya selama belajar di Semarang.
5. Drs. H. Slamet Hambali, MSI, untuk beliau penulis ucapkan beribu-ribu maaf karena dengan sengaja maupun tidak sengaja mengecewakan beliau dan terima kasih tiada terkira karena telah membimbing penulis dalam mengerjakan skripsi.
6. Dra. Hj. Noor Rosyidah, M.S.I, untuk beliau tiada kata yang patut diucapkan melainkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya atas kesabaran beliau membimbing penulis.
7. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M. Ag dan KH. Sirodj Chudlori selaku Kyai serta pembimbing penulis di dalam dan luar perkuliahan.

8. Keluarga besar Perguruan Islam Pondok Tremas Pacitan yaitu KH. Fu'ad Habib Dimiyati, KH. Lukman Haris Dimiyati, KH. Akhid Turmudzi, Nyai HJ. Masnu'ah selaku pengasuh pondok yang tiada lelah memberikan motivasi menuju kesuksesan.
9. Teman-teman seperjuangan *Babarblast 2012* (Rima, I'a, Liza, Desy, Riza, Rijal, Shidqon, May, Omah, Fitri, Munir, Ruwaidah, Chica, Ilmi, Dewi, Ghozali, Zen, Ishom, Zul, Imam Baihaqi, Qustholani).

Akhirnya penulis berdoa dan berharap semoga amal dan jasa baik semua pihak mendapat balasan yang tak terhingga dari Allah swt., amin.

Semarang, 10 Juni 2016

Penulis,

Umul Maghfuroh
NIM. 122111128

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL SKRIPSI	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN DEKLARASI	vii
HALAMAN TRANSLITERASI	viii
HALAMAN ABSTRAK	xi
HALAMAN KATA PENGANTAR	xiii
HALAMAN DAFTAR ISI	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Signifikasi Penelitian	8
E. Telaah Pustaka	10
F. Metode Penelitian	15
G. Sistematika Penulisan	18

BAB II KONSEP TENTANG TITIK KOORDINAT DAN GPS

A. TITIK KOORDINAT	21
1. Pengertian Sistem Koordinat	21
2. Klasifikasi Sistem Koordinat	24
3. Urgensifitas Titik Koordinat Dalam Ilmu Falak	37
4. Sistem Penentuan Titik Koordinat Bumi	39
B. GPS (<i>Global Positioning System</i>).....	45
1. Segmen Penyusun GPS	46
2. Error Source Pada GPS	48
3. Macam-macam GPS	49

BAB III PENGGUNAAN I-ZUN DIAL DALAM PENENTUAN TITIK KOORDINAT TEMPAT

A. Biografi Muhammad Ihtirozun Ni'am	55
B. Gambaran Umum tentang <i>I-zun Dial</i>	67
C. Metode dalam Menentukan Titik Koordinat Tempat dengan <i>I-zun Dial</i>	73

**BAB IV ANALISIS UJI AKURASI I-ZUN DIAL
DALAM PENENTUAN TITIK KOORDINAT
TEMPAT**

A. Analisis Penerapan <i>I-zun Dial</i> dalam Penentuan Titik Koordinat Tempat	81
B. Analisis Akurasi <i>I-zun Dial</i> dalam Penentuan Titik Koordinat Tempat	91

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	111
B. Saran-Saran	112
C. Penutup	113

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dalam pembahasan ilmu falak, mengetahui koordinat lintang dan bujur adalah hal yang urgen,¹karena ini akan berpengaruh pada penentuan arah kiblat, awal waktu shalat, posisi hilal ketika dirukyah, terjadinya gerhana Matahari dan Bulan. Dalam praktek penentuan arah kiblat, data ini penting untuk diketahui sebelum menentukan besarnya sudut kiblat, di samping itu tiap tempat memiliki arah kiblat sendiri-sendiri dan untuk menghitungnya yang diperlukan ialah mengetahui besarnya bujur dan lintang tempat yang bersangkutan.² 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 shalat daripada daerah yang berada di sebelah barat.

Menurut Anisah Budiwati dalam tesisnya dikatakan bahwa dalam penentuan awal bulan *qamariyah*, data titik koordinat lokasi pengamat di permukaan Bumi merupakan input

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

²Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, *Almanak Hisab Rukyat*, 2010, h. 139.

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 dalam penentuan gerhana Matahari maupun Bulan, data titik koordinat Bumi diperlukan untuk diketahui daerah mana saja yang dapat melihat terjadinya gerhana.³ Maka dari itu, data koordinat Bumi sangatlah penting guna input data dalam menentukan hal-hal tersebut.

Data ini (lintang dan bujur) dapat kita peroleh dari beberapa cara yaitu *Pertama*, 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 berlaku. *Kedua*,

³Anisah Budiwati, “*Kajian Tongkat Istiwa’ dalam Penentuan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth)*”, Tesis, Semarang: UIN Walisongo Semarang, 2013, h.1.

menggunakan peta, namun cara ini sulit untuk bisa dikatakan akurat, karena sulit untuk menunjukkan dengan tepat tempat yang akan kita maksud, sifatnya hanya kira-kira. *Ketiga* menggunakan *Theodolite*, cara ini merupakan cara yang lebih teliti untuk menentukan lintang dan bujur. Namun alat ini sulit dijangkau karena harganya yang mahal, biasanya hanya dimiliki oleh lembaga-lembaga tertentu. *Keempat* menggunakan GPS (*Global Positioning System*), cara ini merupakan cara yang akurat, namun kendalanya sama dengan theodolite, tidak semua kalangan memiliki alat tersebut. *Kelima* menggunakan *Tongkat Istiwa'*, dengan menggunakan tongkat *istiwa'* dapat dikatakan cara ini lebih teliti daripada cara pertama dan kedua,⁴ namun tongkat *Istiwa'* saja tidak cukup untuk bisa menentukan koordinat lintang dan bujur suatu tempat, masih dibutuhkan alat-alat lain untuk menunjang penentuan koordinat lintang dan bujurnya, yakni penggaris untuk menghitung panjang bayangannya. Di sini tampak perlu modifikasi dari tongkat *Istiwa'* itu sendiri agar penentuan koordinat lintang dan bujur suatu tempat menjadi lebih praktis.

Cara penentuan titik koordinat Bumi di Indonesia mengalami perkembangan sesuai dengan kualitas dan kapasitas

⁴Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya*, Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012, h. 31-38.

intelektual kaum muslim. Perkembangan penentuan titik koordinat dapat dilihat dari alat-alat yang dipergunakan untuk mengukurnya, seperti yang tersebut di atas sampai pada yang baru ini yaitu *I-zun Dial*. *I-zun Dial* merupakan instrumen rancangan mahasiswa Falak Program Pascasarjana UIN Walisongo, yaitu M. Ihtirozun Ni'am. Izun mencetuskannya pada tahun 2015 saat masih duduk di bangku S1. Alat tersebut *dilaunching* dan dipresentasikan untuk umum di masjid Al-Fikrah Kampus II Fakultas Tarbiyah UIN Walisongo Semarang pada tanggal 27 Maret 2015.⁵ Selain harga alat tersebut terjangkau, penggunaannya juga mudah, berbeda dengan alat untuk menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat yang lainnya seperti *GPS*⁶, *Theodolit*, dan lain sebagainya, *I-zun Dial* lebih praktis untuk digunakan dan dikemas dalam bentuk yang sederhana. Data perhitungan yang telah disusun dalam sebuah program komputerisasi ini menjadikannya efisien dan penggunaannya pun mudah dipahami dan digunakan oleh

⁵M. Ihtirozun Ni'am, "Mengetahui Lintang dan Bujur Tempat Tanpa GPS" <http://amanat-online.com/2015/09/15/m-ihtirozun-niam-ciptakan-i-zun-dial-untuk-ilmu-falak/> di akses tanggal 23 Januari 2016.

⁶*Global Positioning System (GPS)* adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS, singkatan dari *Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*. Lihat Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*, Jakarta : PT. Pradnya Paramita, 2001, h. 171.

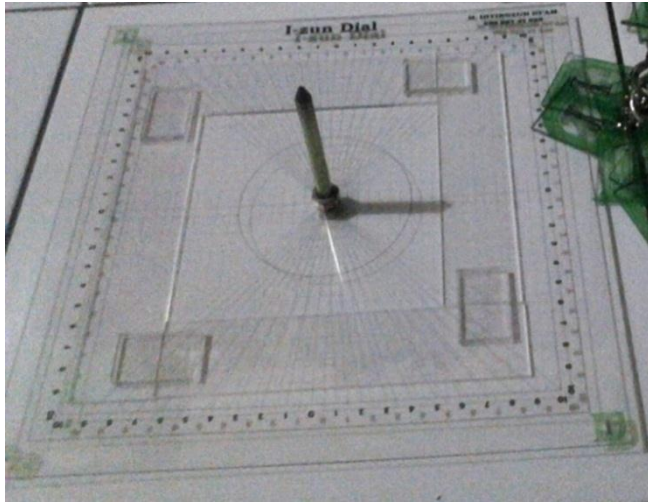
masyarakat, bahkan masyarakat yang belum paham mengenai ilmu falak dapat dengan mudah mempelajarinya. Alat yang sederhana ini dapat digunakan semua kalangan, khususnya bagi masyarakat yang tidak dapat menjangkau GPS (*Global Positioning System*).

Dalam sejarahnya, instrumen falak banyak mengalami perkembangan, mulai dari instrumen falak optik sampai pada instrumen falak non optik. *I-zun Dial* merupakan instrumen falak non optik yang terbuat dari bahan akrilik dan terdiri dari dua komponen yaitu bidang dial⁷ berbentuk persegi dan satu tongkat (*gnomon*) sebagai penangkap bayang-bayang Matahari. Alat ini mempunyai beberapa fungsi yaitu untuk penentuan arah kiblat, pelaksanaan rukyah awal bulan *qamariyah*, penentuan koordinat Bumi (lintang dan bujur), mengetahui deklinasi Matahari, mengetahui ketinggian benda langit, mengukur ketinggian suatu benda (menara, gedung), penentuan awal waktu shalat, dan sebagai penanda peralihan musim kemarau dan hujan.⁸ Maka dari itu, karena alat ini berbentuk piringan kotak maka dalam penamaannya diberi istilah dial. Adapun *Izun*

⁷Menurut John M. Echols dan Hassan Shadily dalam kamus Inggris-Indonesia, dial sebagai kata benda mempunyai 3 arti; 1. Lempeng Jam, muka arloji, 2. Cakra angka, 3. Piringan, tombol penjetel.

⁸Muhamad Ihtirozun Ni'am, *Buku Panduan I-zun Dial: Arah Kiblat*, Jilid 1, Semarang: tp, 2015, h.2.

adalah nama pendek dari pembuat alat ini. Alat ini mempunyai dua bidang dial yang bisa dimanfaatkan, salah satunya merupakan penyempurnaan dari konsep *rubu' mujayyab*. Berikut gambaran *I-zun Dial*.



Gambar 1.1 Alat *I-zun Dial*

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti ingin menguji keakuratan *I-zun Dial* dengan menggunakan parameter GPS (*Global Positioning System*), karena metode inilah yang sering dipakai pada saat ini untuk menentukan koordinat suatu tempat. GPS dapat memberikan informasi posisi, ketinggian dan waktu dengan ketelitian yang tinggi. GPS adalah sistem navigasi dan penentuan posisi berbasis satelit yang dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca, serta didesain untuk

memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti dan juga informasi waktu, secara kontinyu di seluruh dunia. Dan keakuratan koordinat lokasi tergantung pada tipe GPS *receiver*.⁹

Dalam klasifikasinya GPS memiliki berbagai jenis dan generasi, salah satunya adalah Garmin GPS 76 CSX (tipe *handheld*).GPS inilah yang nantinya akan digunakan oleh peneliti guna memberikan koreksi agar hasil lintang dan bujur yang di peroleh dari *I-zun Dial* dapat akurat atau hampir menyamai hasil yang disajikan oleh GPS. Di samping GPS mampu memberikan informasi posisi secara akurat, alat ini juga memiliki fitur yang lengkap.¹⁰Oleh karena itu, peneliti ingin menguji keakuratan *I-zun Dial* dengan GPS.

Dari penjelasan tersebut, penulis sangat tertarik untuk mengkaji dan meneliti lebih dalam mengenai *I-zun Dial* sebagai penentu titik koordinat lintang dan bujur tempat. Maka dari itu penulis menyusun penelitian dalam bentuk skripsi ini dengan judul: **Uji Akurasi *I-zun Dial* Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat.**

⁹Hasanuddin Z. Abidin, “ *GPS Positioning dan Surveying* “, Geodesy Reseach Division, Institute of Technology Bandung. (5 Februari 2007)

¹⁰Ahmad Faisal Fahmi, *Komparasi GPS Garmin 60 dan Google Earth*, Makalah, Semarang: UIN Walisongo, 2015, h. 3.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan beberapa permasalahan yang dipaparkan diatas, terdapat beberapa permasalahan pokok yang akan menjadi pembahasan penulis, agar permasalahan yang dibahas dalam tulisan ini lebih spesifik, fokus, dan sampai pada tujuan yang diharapkan. Rumusan masalah skripsi ini diantaranya :

1. Bagaimana penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat serta penerapannya dengan *I-zun Dial* ?
2. Bagaimana akurasi *I-zun Dial* dalam menentukan koordinat lintang dan bujur tempat?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dan manfaat yang hendak penulis capai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat serta penerapannya dengan *I-zun Dial*.
2. Mengetahui keakuratan *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat dengan parameter GPS.

D. Signifikansi Penelitian

Sejalan dengan perumusan dan tujuan penelitian diatas, maka penelitian ini di harapkan memiliki manfaat yang signifikan baik secara teoritis maupun praktis.

1. Secara Teoritis

- a. Memberikan kontribusi akademis terhadap pengembangan ilmu falak khususnya mengenai penggunaan *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat suatu tempat yang sejalan dengan perkembangan teknologi dan komunikasi pada saat ini.
- b. Dapat menjadi landasan ilmiah sebagai referensi peneliti selanjutnya.

2. Secara Praktis

- a. Memberikan penjelasan mengenai data *Global Positioning System* (GPS) dan *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat suatu tempat berupa lintang dan bujur tempat.
- b. Dengan perkembangan teknologi yang sudah maju dapat memberikan kontribusi yang lebih baik dan akurat dalam menentukan titik koordinat tempat.
- c. Meningkatkan pemahaman tentang struktur dan sistem kerja dalam pengembangan ilmu falak.
- d. Memberikan gambaran sejauh mana keakuratan *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat tempat.

E. Telaah Pustaka

Dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penulis menemukan beberapa penelitian yang membahas mengenai penentuan titik koordinat lintang dan bujur tempat menggunakan *Tongkat Istiwa'* dan GPS (*Global Positioning System*). Namun sejauh ini penulis belum pernah menjumpai adanya penelitian mengenai 'Uji Akurasi *I-zun Dial* untuk menentukan titik koordinat suatu tempat dengan parameter GPS (*Global Positioning System*)'.

Diantara penelitian-penelitian mengenai penentuan titik koordinat suatu tempat berupa tongkat *istiwa'* adalah Tesis Anisah Budiwati tentang "*Kajian Tongkat Istiwa' dalam Penentuan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth*",¹¹ ia mengemukakan bahwasanya Metode penentuan titik koordinat bumi menggunakan tongkat *istiwa'* 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

¹¹Anisah Budiawati, "*Kajian Tongkat Istiwa' dalam Penentuan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth*"), Tesis, Semarang: UIN Walisongo, 2013.

Bumi pada bola langit. Sedangkan penentuan lintang dan bujur menggunakan *GPS handheld* adalah metode penentuan dengan memanfaatkan sinyal satelit, di mana kerangka bentuk Bumi yang digunakan adalah *ellipsoida*. Penentuan lintang dan bujur menggunakan *google earth* adalah penentuan lintang dan bujur melalui software yang sumber datanya berasal dari kumpulan foto citra satelit.

Skripsi Ade Mukhlas yang berjudul “*Analisis Penentuan Arah Kiblat dengan MizwalaQibla Finder Karya HendroSetyanto*”¹², ia mengemukakan Penentuan arah kiblat dengan *MizwalaQibla Finder* berpatokan pada nilai azimuth *gnomon* yang memiliki selisih 180° dengan hasil perhitungan azimuth Matahari. Bayangan yang dihasilkan dari *gnomon* pada bidang dial akan membentuk sebuah sudut yang berlawanan dengan azimuth Matahari. Sudut tersebut dinamakan dengan *azimuth gnomon* atau azimuth bayangan (*mizwala*).

Skripsi Nur Amri Ma’ruf yang berjudul “*Uji Akurasi True North Berbagai Kompas dengan Tongkat Istiwa*”¹³. Dalam penelitian ini dibahas tongkat *istiwa*’ sebagai alat untuk menguji akurasi kompas dalam menentukan utara sejati. Hal ini

¹²Ade Mukhlas, *Analisis Penentuan Arah kiblat dengan Mizwala Qibla Finder karya Hendro Setyanto*, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2012.

¹³Nur Amri Ma’ruf, “*Uji Akurasi True North Berbagai Kompas dengan Tongkat Istiwa*”, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2010.

menunjukkan adanya asumsi bahwa tongkat *istiwa*' adalah cara yang paling akurat dalam menentukan titik utara sejati, namun belum ada pembahasan tentang tongkat *istiwa*' sebagai alat yang akurat dalam menentukan lintang dan bujur tempat.

Skripsi Muhammad Adieb yang berjudul “*Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini karya Slamet Hambali dengan Theodolite.*”¹⁴. Dalam penelitian ini dibahas *Istiwaaini* sebagai alat bantu penentu arah kiblat membutuhkan Matahari dalam penggunaannya. Cara menentukan arah kiblat dengan menggunakan *Istiwaaini* adalah dengan meluruskan bayangan tongkat *istiwa*' pada titik pusat dengan tongkat *istiwa*' pada titik nol bidang dial, yang kemudian menarik benang sebesar beda azimuth kiblat dan azimuth Matahari pada saat pembidikan. Hal ini menunjukan adanya asumsi bahwa *Istiwaaini* adalah alat yang paling akurat dalam menentukan *Istiwaaini*, namun belum ada pembahasan tentang *Istiwaaini* sebagai alat yang akurat dalam menentukan lintang dan bujur tempat.

Penelitian terkait GPS yakni Skripsi Mindasari dengan judul “Uji Akurasi Data *Global Positioning System* (GPS) dan

¹⁴Muhammad Adieb, “*Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini karya Slamet Hambali dengan Theodolite.*”, Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2014.

Azimuth Matahari pada *Smartphone* Berbasis Android Untuk Hisab Arah Kiblat (Studi Analisis Aplikasi GPS Status dan *Qibla Compass Sundial Lite*)”¹⁵, 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 *sun azimuth* yang terletak di pojok kanan bawah aplikasi.

Tesis 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*”.¹⁶ Penelitian ini fokus membahas hasil hisab arah kiblat menggunakan GPS dan hitungan azimuth *True North*

¹⁵Mindasari, “*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, Semarang:IAIN Walisongo, 2013.

¹⁶Imroatul Munfaridah, “*Aplikasi Global Positioning System (GPS) dan Hitungan Azimuth True North untuk Verifikasi Terhadap Deviasi Arah Kiblat Masjid-Masjid di Kecamatan Mlarak Kabupaten Ponorogo*”, Tesis, Ponorogo: STAIN Ponorogo, 2010.

yang pengukurannya menggunakan theodolite dan diperoleh deviasi rata-rata arah kiblat masjid-masjid di Kecamatan Mlarak Kabupaten Ponorogo.

Sehingga dari kajian yang telah penulis sebutkan di atas, belum ditemukan tulisan yang secara mendetail membahas tentang konsep teori, akurasi dan program *I-zun Dial* dengan parameter GPS *Handheld* Seperti *GPS Garmin 76 CSX*. Menurut penulis, skripsi yang diusung ini menarik, selain yang telah dipaparkan di atas, *I-zun Dial* merupakan alat baru hasil rancangan Mahasiswa Falak Program Pascasarjana UIN Walisongo Semarang yang bernama Mohammad Ihtirozun Ni'am belum ditemukan pembahasan detail perbandingannya dengan sistem GPS (*Global Positioning System*) khususnya yang berjenis *Handheld* tersebut. Meskipun kajian GPS dalam menentukan titik koordinat telah banyak dibahas, namun kajiannya belum dibahas lebih mendalam terkait *I-zun Dial*. Dengan demikian, dari beberapa literatur di atas belum ada yang membahas teori tongkat *istiwa'* praktis dan akurasinya sebagai alat penentu titik koordinat tempat disandingkan dengan GPS, hal inilah yang menarik bagi penulis untuk meneliti lebih dalam terkait penggunaan *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat suatu tempat jika disandingkan dengan *GPS Garmin 76 CSX*.

F. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini jenis penelitian yang digunakan oleh penulis untuk menganalisis data yang telah diperoleh adalah memakai metode penelitian yang bersifat deskriptif¹⁷. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis sejauh mana akurasi data *I-zun Dial* untuk menentukan titik koordinat suatu tempat, maka pendekatan yang dianggap cocok dalam penelitian ini adalah penelitian lapangan (*field research*)¹⁸, yaitu dengan cara mengambil data *I-zun Dial* untuk menentukan titik koordinat suatu tempat di beberapa lokasi yang berbeda-beda. Dilanjutkan dengan mengumpulkan data yang menggambarkan tingkat akurasi data tersebut serta memaparkan hasil penelitian kemudian dituangkan dalam bentuk tulisan dengan menggunakan *GPS*

¹⁷Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat postpositivisme, digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah, dimana peneliti adalah instrumen kunci, hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna dari pada generalisasi. Lihat Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*, Bandung: Alfabeta, Cet 5, 2008, h. 207.

¹⁸Penelitian lapangan merupakan salah satu metode pengumpulan data dalam penelitian kualitatif yang tidak memerlukan pengetahuan mendalam akan literatur yang digunakan dan kemampuan tertentu dari pihak peneliti. Penelitian lapangan biasa dilakukan untuk memutuskan ke arah mana penelitiannya berdasarkan konteks. Lihat GW Harrison, JA List, "Field Experiments" *Journal of Economic Literature*. Vol. XLII, 2004.

Map 76 CSX sebagai parameter perhitungan titik koordinat Bumi. Kemudian dianalisis untuk diketahui sejauh mana tingkat akurasi datanya.

2. Sumber Data

Menurut sumbernya, data penelitian digolongkan menjadi data primer dan data sekunder. Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data, yang penulis dapatkan langsung dari *I-zun Dial* itu sendiri yang dijadikan patokan dalam observasi. Sedangkan data sekunder adalah data yang tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari subjek penelitiannya.¹⁹ Data sekunder ini akan penulis dapatkan dari hasil wawancara²⁰ terhadap pencipta *I-zun Dial*, serta dokumen-dokumen yaitu berupa buku-buku yang membahas tentang titik koordinat, majalah ilmiah, sumber dari arsip, kamus, ensiklopedi dan buku yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai tambahan atau pelengkap.

¹⁹Tim Penyusun Fakultas Syari'ah UIN Walisongo, *Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang: Fakultas Syari'ah UIN Walisongo, 2012, h. 21.

²⁰Wawancara adalah 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, 2004, Cet IV, h. 180.

3. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian tersebut, maka teknik pengumpulan data yang dipergunakan oleh penulis adalah:

- a. *Interview* (wawancara), berupa pengumpulan informasi tentang penelitian. Metode ini sangat penting dalam mengumpulkan data. Dalam wawancara ini yang menjadi informan sekaligus sumber primer adalah M. Ihtirozun Ni'am selaku pembuat *I-zun Dial*. Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara terstruktur, yakni wawancara yang pertanyaannya disusun terlebih dahulu sebelum ditanyakan kepada informan.
- b. Dokumentasi, metode dokumentasi yaitu mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, lengger, agenda dan sebagainya.²¹ Adapun yang dimaksud dengan dokumen di sini adalah data atau dokumen tertulis. Teknik ini digunakan untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan obyek penelitian.

²¹ Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta : PT. Rineka Cipta, 2002, cet. XII, h. 206.

4. Metode Analisis Data

Data mentah yang penulis kumpulkan akan dianalisis dengan metode deskriptif analitis²² yang mana penulis akan memberikan deskripsi mengenai hasil analisis yang penulis lakukan dan menjadikan sistem GPS selain android (GPS tipe navigasi / *GPS Handheld*) sebagai parameter keakurasian *I-zun Dial*.

Proses analisis data dimulai dengan pengumpulan data-data yang berkaitan dengan *I-zun Dial* yaitu rumus atau cara yang digunakan untuk menentukan titik koordinat suatu tempat serta data hasil dari *Global Positioning System* (GPS). Selanjutnya penulis menganalisis keseluruhan data yang diperoleh termasuk hasil observasi. Tahap terakhir penulis melakukan uji akurasi terhadap data yang ada.

G. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan penelitian ini terdiri dari lima bab, dan disetiap bab terdapat sub-sub pembahasan. Di antaranya:

²²Analisis deskriptif merupakan prosedur statistik untuk menguji generalisasi hasil penelitian yang didasarkan atas satu variabel. Lihat Iqbal Hasan, *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Bogor: Ghalia Indonesia, 2002, h. 136.

Bab I berisi pendahuluan yang akan membahas tentang: latar belakang masalah penelitian, rumusan masalah, tujuan dan signifikan penelitian, telaah pustaka, metode penelitian, sistematika penulisan.

Bab II berisi tentang tinjauan umum mengenai titik koordinat dan GPS. Dalam bab ini terdapat beberapa sub pembahasan meliputi teori dasar titik koordinat yaitu pengertian titik koordinat, klasifikasi titik koordinat, urgentifitas titik koordinat dan sistem dalam penentuan titik koordinat dalam praktek ilmu falak. Sub pembahasan yang kedua tentang teori GPS meliputi segmen penyusun GPS, error source pada GPS dan macam-macam GPS.

Bab III berisi tentang penggunaan *I-zun Dial* dalam penentuan titik koordinat. Dalam bab ini mencakup beberapa hal diantaranya biografi intelektual Muhammad Ihtirozun Ni'am beserta karya-karyanya, gambaran umum *I-zun Dial*, dan kajian penggunaan *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat meliputi data yang dibutuhkan, perhitungan, langkah-langkah dan penerapannya di lapangan.

Bab IV berisi tentang analisis uji akurasi *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat lintang dan bujur tempat. Dalam Bab ini merupakan pokok dari pembahasan penulisan

skripsi ini yakni meliputi; analisis penerapan *I-zun Dial* dalam penentuan titik koordinat tempat dan analisis keakurasian *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat tempat berupa Lintang Tempat dan Bujur Tempat.

Bab V penutup yang didalamnya meliputi kesimpulan dan saran-saran.

BAB II

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

A. Titik Koordinat

1. Pengertian Sistem Koordinat

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.²³

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.

²³ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta : Lab FMIPA UGM Yogyakarta, 2012, h. 47.

Sistem tersebut adalah sistem referensi koordinat dan realisasinya umum disebut *kerangka referensi koordinat*.²⁴

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.²⁵

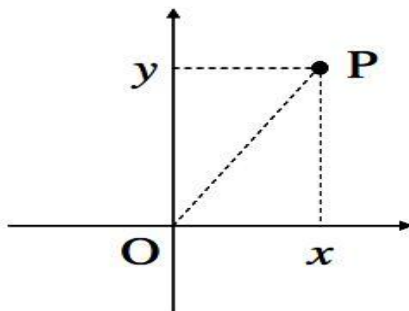
Nilai posisi benda langit seperti Matahari dapat diubah ke dalam sistem koordinat melalui suatu transformasi koordinat. Untuk menyatakan posisi sebuah benda di dalam ruang, dibutuhkan suatu sistem koordinat yang memiliki pusat koordinat (*Origin*) dan sumbu koordinat (*axis*). Sistem koordinat yang paling dasar atau sederhana adalah kartesian (*cartesian*). Jika kita berbicara ruang 2 dimensi, maka koordinat kartesian 2 dimensi memiliki pusat di O dan 2 sumbu koordinat yang saling tegak lurus, yaitu x dan y. Dalam gambar 2.1, titik P dinyatakan dalam koordinat x dan y. Selanjutnya koordinat kartesian 2 dimensi dapat diperluas menjadi kartesian 3 dimensi yang berpusat di O dan memiliki sumbu x, y dan z.

²⁴ Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi....*, h.15.

²⁵ *Ibid.*

Gambar 2.2, titik P dapat dinyatakan dalam x , y dan z . OP adalah jarak titik P ke pusat O.²⁶

Gambar 2.1. koordinat 2 dimensi

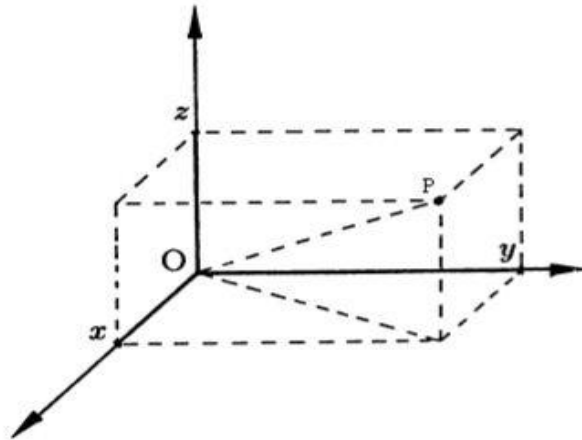


Koordinat kartesian 3 dimensi (x , y , z) pada Gambar 2.2 dapat diubah menjadi Koordinat Bola (Spherical Coordinate) 3 dimensi (r , α , β) seperti pada Gambar 2.3. Dalam koordinat Kartesian 3 dimensi, seluruh koordinat berdimensi panjang (yaitu r) dan dua koordinat lainnya berdimensi sudut (yaitu α dan β). Titik P masih tetap menyatakan titik yang sama dengan titik P pada Gambar 2.2.²⁷

²⁶ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda.....*, h. 48.

²⁷ *Ibid*, h. 49.

Gambar 2.2. Koordinat 3 Dimensi



2. Klasifikasi Sistem Koordinat

Untuk memudahkan pemahaman terhadap posisi benda-benda langit, diperkenalkan beberapa sistem koordinat. Setiap sistem koordinat 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. Menurut Anisah Budiwati klasifikasi titik koordinat dibagi menjadi dua yaitu titik koordinat astronomi dan titik koordinat geodesi, pembagian ini didasarkan adanya perkembangan keilmuan

yang mengkaji penentuan titik koordinat,²⁸ sebagaimana penjelasan berikut ini:

a. Tata Koordinat Astronomi

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*).²⁹

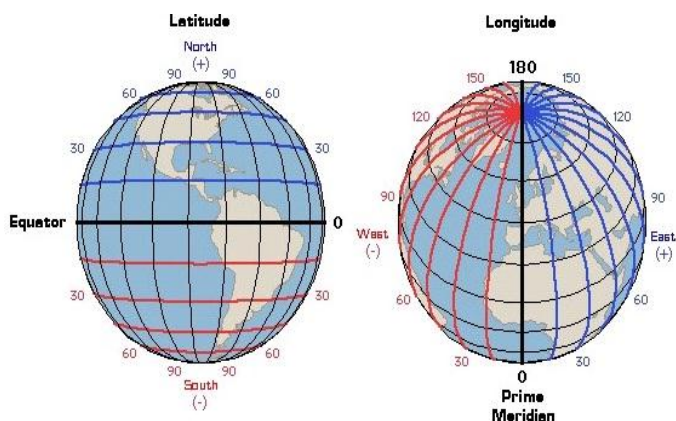
Penentuan titik koordinat Bumi atau dalam bahasa Inggris dinamakan *Terrestrial* dinyatakan dalam bentuk sudut yang terdiri dari satuan derajat, menit, dan

²⁸ Anisah Budiwati, *Kajian Tongkat Istiwa'...*, h. 18.

²⁹ *Ibid.*

detik. Lintang dan bujur dijelaskan dalam konsep yang telah lama diperkenalkan melalui sebuah ilustrasi referensi Bumi.³⁰ Dalam Geografi dijelaskan terdapat garis-garis yang bersinggungan yang dinamakan garis lintang dan garis bujur.³¹

Gambar 2.3. Lintang dan Bujur



Menurut Susiknan Azhari, *Lintang Tempat* adalah jarak sepanjang meridian Bumi diukur dari khatulistiwa sampai suatu tempat yang dimaksud. Lintang tempat minimal 0° dan maksimal 90° . Tempat-tempat yang berada di sebelah utara garis khatulistiwa bernilai positif (+). Sedangkan tempat-tempat yang berada di sebelah

³⁰ W. M Smart, *Textbook on Spherical Astronomy*, New York : Cambridge University Press, 1977, h. 15.

³¹ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak*, Semarang: Etose Digital Publishing, 2012, h. 298.

selatan garis khatulistiwa bernilai negatif (-).³²Lintang tempat (ϕ) 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° .³³ Dan untuk mengetahui lintang tempat yaitu dengan mengetahui jarak zenith Matahari dan deklinasi Matahari, seperti contoh berikut.³⁴

Pada tanggal 26 Februari 1960, tatkala Matahari berkulminasi yaitu pukul 12.45 WIB, suatu tempat di Sumatera Utara diukur panjang tongkat 120 cm, panjang bayang-bayang 28,5 cm.

Jalannya: pukul 12.45 WIB = pukul 05,45 GMT

Dari petikan almanak :

³² Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012, h. 134.

³³ Abdurrachim dan Marwazi. NZ, *Ikhtisar Ilmu Falak*, Yogyakarta : Fakultas Syari'ah IAIN Sunan Kalijaga, 1981, h. 56.

³⁴ M. Sayuthi Ali, *Ilmu Falak*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 1997, h. 98.

Decl d

26 Februari, pukul 05.45 GMT= - 9° 05',2 0'9

$$\text{Koreksi 45 menit} = + \frac{0',7}{- 9^\circ 04',5}$$

$$\begin{aligned} \text{Tg}Z_m &= 28,5 : 120 = 0,2375 \\ Z_m &= 13^\circ 21' 7'' \end{aligned}$$

$$\text{Refraksi} = + 0',2$$

$$Z_m = 13^\circ 21' 9''$$

Menurut rumus ada dua kemungkinan:

$$\{\text{i}\} \emptyset - d = + 13^\circ 21' 9'' \quad \{\text{ii}\} \emptyset - d = - 13^\circ 21' 9''$$

$$\begin{aligned} \frac{d = - 9^\circ 04',5 +}{\emptyset = +4^\circ 17',4} & \quad \frac{d = - 9^\circ 04',5 +}{\emptyset = - 22^\circ 26',4} \end{aligned}$$

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 λ (lamda). Nilai Bujur Tempat adalah 0° sampai 180° , baik positif maupun negatif.

Bujur Tempat $+180^\circ$ dan -180° bertemu di lautan Atlantik yang kemudian dijadikan sebagai *Batas Tanggal (International Date Line)*.³⁵

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.³⁶

a. Koordinat Horizon

Dalam menentukan koordinat horison posisi sebuah benda langit dengan sistem ini yang diperlukan adalah azimuth dan tinggi benda langit. Jadi azimuth adalah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan proyeksi bintang sepanjang horison searah dengan

³⁵Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana pustaka, 2008, h. 41.

³⁶Nyomas Suwitra, *Astronomi Dasar*, Singaraja : Jurusan Fisika, tt, h. 7.

perputaran arah jarum jam (berkisar antara 0^0 sampai 360^0).³⁷

Yang dimaksud dengan tinggi bintang ialah sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan proyeksi bintang dengan garis yang menghubungkan antara titik pusat dengan bintang. Tinggi bintang di atas ufuk nilainya positif dari 0^0 sampai $+90^0$, dan dibawah ufuk nilainya negatif antara 0^0 sampai -90^0 .³⁸

b. 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 sebenarnya tidak bernilai

³⁷ Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak...*, h. 300.

³⁸ *Ibid.*

konstan sepanjang waktu. Nilainya semakin lama semakin mengecil.³⁹

c. Koordinat Ekliptika

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). Gambar 2. Memperlihatkan perpotongan bidang ekuator langit dengan bintang ekliptika.⁴⁰

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 oleh kedudukan benda

³⁹Rinto Anugraha, *Mekanika Benda...*, h.52.

⁴⁰Nyomas Suwitra, *Astronomi...*, h. 11.

ini terhadap bidang ekliptika langit dan titik aries sebagai titik asal.⁴¹

b. Titik Koordinat Geodesi

Sebelum lebih jauh membahas tentang koordinat geodesi penulis jelaskan terkait 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*).⁴²

Dalam ilmu geodesi dan geomatika⁴³, posisi suatu titik dinyatakan dengan koordinat (dua dimensi atau tiga dimensi) yang mengacu pada suatu sistem koordinat

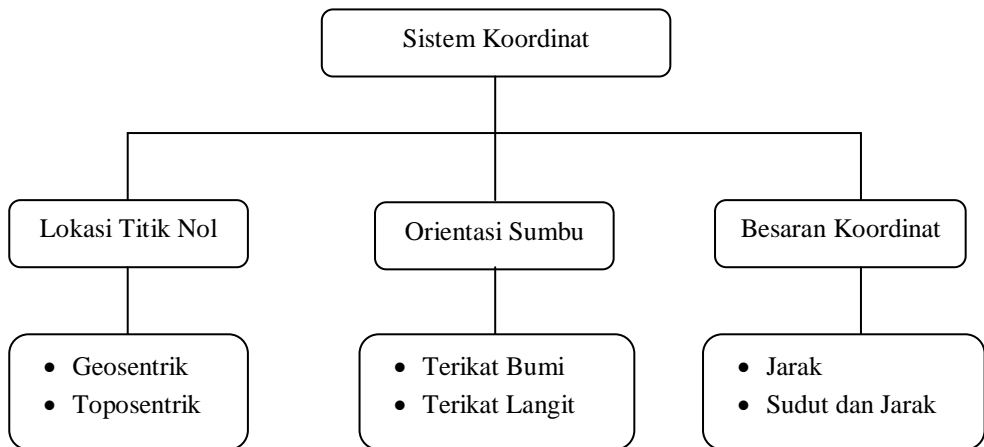
⁴¹*Ibid.*

⁴²Kemenag RI, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, Cet. I, Jakarta: Direktorat Jenderal Pendis dan Diktis, 2012, h. 105.

⁴³ Secara umum geomatika adalah kegiatan hunter and gatherer yang dapat diterjemahkan sebagai mengumpulkan dan mengabungkan 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.

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.⁴⁴ Sebagaimana digambarkan dalam bagan sebagai berikut:



Setiap parameter dari sistem koordinat tersebut dapat dispesifikasikan lebih lanjut dan bergantung pada spesifikasi parameter yang digunakan sehingga dikenal beberapa sistem koordinat yang dikategorikan dalam tiga kelompok besar yaitu:

⁴⁴ Hasanudin Z. Abidin, *Geodesi...*, h. 29.

1. Sistem Koordinat *Terrestrial*

Sistem ini mendefinisikan titik-titik yang berada di permukaan Bumi.⁴⁵ Sistem ini terbagi menjadi tiga jenis yaitu, sebagaimana yang akan dijelaskan berikut ini :⁴⁶

a. Sistem koordinat geosentrik

Dalam penentuan posisi suatu titik di permukaan 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-terrestris⁴⁷ yang menggunakan satelit dan benda-benda langit lainnya, dan sistem koordinat toposentrik banyak digunakan oleh metode-metode penentuan posisi terrestris.⁴⁸

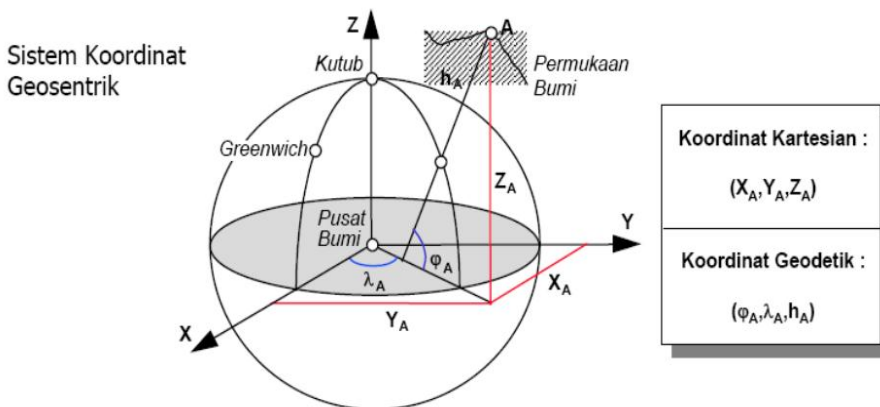
⁴⁵ Anisah Budiwati, *Kajian Tongkat Istiwa'....*, h. 23.

⁴⁶ *Ibid.*

⁴⁷ 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.

⁴⁸ Hasanudin Z. Abidin, *Geodesi...*, h. 30.

Gambar 2.4. Sistem Koordinat Geosentrik



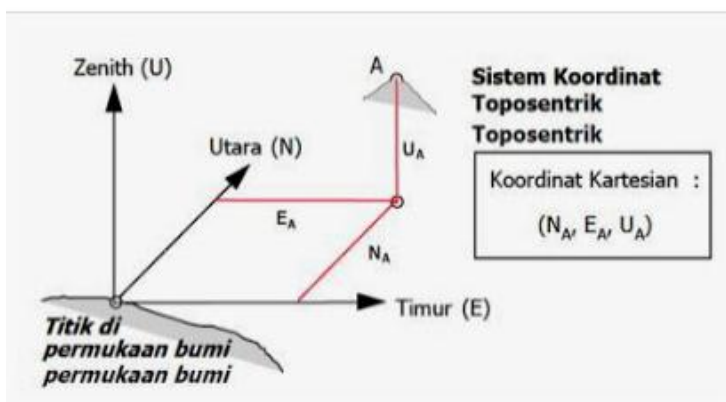
Berdasarkan gambar di atas, sistem geosentrik dapat dinyatakan dengan dua koordinat kartesian dan koordinat geodetik. Hal ini sebagaimana klasifikasi dari besaran koordinat yang digunakan, di mana posisi suatu titik dalam sistem koordinat kartesian dan besaran-besaran sudut dan jarak seperti pada sistem koordinat elipsoid atau geodetik. Dilihat dari orientasi sumbunya, ada sistem koordinat yang sumbu-sumbunya ikut berotasi dengan Bumi (terikat Bumi) dan ada yang tidak (terikat Langit).⁴⁹

⁴⁹ *Ibid.*

b. Sistem koordinat toposentrik

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

Gambar 2.5. 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.⁵⁰

⁵⁰Anisah Budiwati, *Kajian Tongkat Istiwa'*..., 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.⁵¹

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.⁵²

3. Urgentifitas titik koordinat dalam praktek ilmu falak

Dalam praktek ilmu falak, nilai koordinat suatu tempat sangat diperlukan dalam beberapa hal di antaranya yaitu :

⁵¹*Ibid*, h. 26.

⁵²*Ibid*,h. 28.

1) Perhitungan arah kiblat

Persoalan kiblat adalah persoalan azimut, yaitu jarak dari titik utara ke lingkaran vertikal melalui benda langit atau melalui suatu jarak diukur sepanjang lingkaran horizon menurut arah perputaran jarum jam. Dengan demikian, persoalan arah kiblat erat kaitannya dengan letak geografis suatu tempat, yakni berapa derajat jarak suatu tempat dari khatulistiwa dan berapa derajat letak suatu tempat dari garis bujur kota Mekah.

Dalam hubungannya dengan penentuan arah kiblat, mengingat arah kiblat ini berkaitan dengan lintang dan bujur Mekah, maka untuk keseragaman digunakan pedoman keputusan Badan Hisab dan Rukyat Departemen Agama RI, yang menetapkan lintang kota Mekah $21^{\circ}25'$ utara dan bujurnya adalah $39^{\circ}50'$ timur.⁵³

2) Perhitungan posisi dan ketinggian hilal saat penentuan awal bulan *qamariyah*

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

⁵³ Abdurrachim dan Marwazi. NZ, *Ikhtisar Ilmu Falak...*, h. 56.

bulan pada saat bersamaan berada pada kedudukan yang berbeda pula. Kedudukan itu dinyatakan oleh azimuth dan ketinggian bulan.⁵⁴

Azimuth ditentukan biasanya dari arah utara atau selatan sejajar dengan horizon, sampai pada posisi benda langit itu. Pengukurannya biasanya sesuai dengan gerakan jarum jam. Sehubungan dengan penentuan azimuth itu, maka pada setiap lokasi pengamatan kedua arah itu harus diketahui dengan pasti.⁵⁵

3) Perhitungan awal waktu salat

Dalam 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.⁵⁶

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

⁵⁴ Kemenag RI (Direktorat Jenderal Pembinaan Kelembagaan Agama Islam, Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama), Cet II, 2012, h.23.

⁵⁵*Ibid.*

⁵⁶Dimsiki Hadi, *Sains Untuk Kesempurnaan Ibadah (Penerapan Sains dalam Peribadatan)*, Yogyakarta: Primapustaka, 2009, h. 6.

dari alat-alat yang dipergunakan untuk mengukurnya, seperti *Tongkat Istiwa*, *GPS*, dan *Google Earth*. Secara umum, sistem yang digunakan dalam penentuan titik koordinat yaitu :

a. Tongkat *Istiwa*'

Tongkat *Istiwa*' adalah sebuah tongkat yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar dan diletakkan pada tempat terbuka, sehingga Matahari dapat menyinarinya dengan bebas dan terdiri dari dua kata, tongkat dan *Istiwa*'. 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 *Istiwa*' sebagai tongkat yang dipergunakan untuk mengetahui ketinggian Matahari, khususnya pada penentuan bayangan tongkat ketika kulminasi (dalam menentukan waktu zuhur).⁵⁷ Tongkat *Istiwa*' terdiri dari dua bagian yaitu tiang (*gnomon*) dan bidang atau piringan horizontal untuk menangkap bayangan dalam memberikan informasi waktu dan posisi bayangan.

⁵⁷ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis...*, h. 65.

Tongkat *Istiwa*’ dikenal pula dengan sundial, alat yang terbuat dari sepotong kayu yang tegak lurus pada bidang horizontal.⁵⁸

Sistem kerja tongkat *istiwa*’ hampir sama dengan *sundial*, di mana fungsi dari tongkat (disebut pula gnomon) adalah untuk menangkap bayangan Matahari. Namun hal yang membedakan keduanya adalah bidang dial tempat jatuhnya sinar Matahari. Jika bidang dial pada tongkat *istiwa*’ 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 *istiwa*’ hanya bisa mengetahui waktu salat Zuhur dan Asar saja.

b. Menggunakan *Global Positioning System*(GPS)

GPS (*Global Positioning System*) adalah sebuah sistem navigasi berbasis radio yang menyediakan informasi koordinat posisi, kecepatan, dan waktu kepada pengguna di seluruh dunia. Jasa penggunaan satelit GPS (*Global Positioning System*) tidak dikenakan biaya. Pengguna hanya membutuhkan GPS

⁵⁸ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori...*, h.27.

receiver untuk dapat mengetahui koordinat lokasi. Keakuratan koordinat lokasi tergantung pada tipe GPS receiver.⁵⁹

GPS(*Global Positioning System*) terdiri dari tiga bagian yaitu satelit yang mengorbit Bumi (Satelit GPS mengelilingi Bumi 2x sehari)⁶⁰, stasiun pengendali dan pemantau di Bumi, dan GPS *receiver* (alat penerima GPS). Satelit *Global Positioning System* dikelola oleh Amerika Serikat. Alat penerima GPS inilah yang dipakai oleh pengguna untuk melihat koordinat posisi.

Cara menentukan koordinat tempat dengan menggunakan GPS Receiver:⁶¹

⁵⁹Boedhenk, 'Cara Kerja GPS', <http://myboedhenk.blogspot.co.id/2008/04/pengertian-gps.html> diakses pada tanggal 22 Desember 2015 pukul 14.43 WIB. Lihat Mindasari, *Uji Akurasi Data Global Positioning System (GPS)*..., h. 88.

⁶⁰Sebuah penerima GPS harus mengunci sinyal satelit setidaknya tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (garis lintang dan bujur) dan penelusuran pergerakan GPS unit (tracking). Dengan empat atau lebih satelit di tampilan, receiver dapat menentukan posisi 3D ke pengguna (lintang, bujur, dan ketinggian). Setelah pengguna posisi telah ditentukan, unit GPS dapat menghitung informasi lain, seperti kecepatan, arah, track, atau jalur perjalanan, jarak perjalanan, jarak ke tujuan, waktu Matahari terbit dan terbenam dan banyak lagi.

⁶¹ Muh. Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat Dan Cara Pengukurannya)*, Solo: Tinta Medina, 2011, h.108.

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

c. Menggunakan *Google Earth*

Cara lain yang lebih populer dalam menentukan titik koordinat tempat adalah dengan menggunakan software *Google Earth*⁶² atau laman *Wikimapia*⁶³. Penggunaan *wikimapia* ataupun *Google Earth* meski lebih murah dibanding GPS *receiver*, membutuhkan kemampuan

⁶² Software Google Earth adalah perangkat lunak gratis (freeware) yang disediakan oleh Google Inc. Dan khusus digunakan sebagai alat bantu guna memahami rupa bumi (topografi) berdasarkan citra-citra visual beresolusi tinggi yang dihasilkan bidikan satelit-satelit penginderaan jauh.

⁶³ Laman Wikimapia adalah situs yang beralamatkan di <http://www.wikimapia.org>. Kegunaan laman ini hampir sama dengan software Google Earth, dengan beberapa keterbatasan.

mengenali penanda-penanda umum di seputar lokasi yang hendak kita tentukan koordinatnya. Di sini hendak ditentukan koordinat Islamic Centre Kabupaten Kebumen. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.⁶⁴

- 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 iri bawah dan pastikan kotak kecil di depan *Border and Labels* dan *Roads* telah dicentang.
- 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.

⁶⁴*Ibid.*

- 5) Double klik di Kebumen hingga citra kota muncul secara cukup jelas. Cari nama Jalan Tentara Pelajar dan susuri 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 sphere.⁶⁵

Keistimewaan GPS adalah mampu bekerja dalam berbagai kondisi cuaca, siang atau malam. Keakuratan sebuah perangkat GPS bisa mencapai 15 meter, bahkan model terbaru

⁶⁵ Wisnhu, EW, *Asyiknya Bernavigasi dengan Ponsel GPS*, Yogyakarta : Andi Offset, 2012, h. 2.

yang dilengkapi teknologi *Wide Area Augmentation System* (WAAS) keakuratannya sampai 3 meter.⁶⁶

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

a. Segmen Angkasa

Segmen angkasa terdiri dari 24 buah satelit GPS (*Global Positioning System*) yang secara kontinyu memancarkan sinyal-sinyal yang membawa data kode dan pesan navigasi yang berguna untuk penentuan posisi, kecepatan dan waktu. satelit-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° terhadap ekuator dengan masing-masing orbit ditempati oleh empat buah satelit dengan jarak antar satelit yang tidak sama.⁶⁷

b. Segmen Sistem Kontrol

Secara umum segmen sistem kontrol berfungsi mengontrol dan memantau operasional satelit dan memastikan bahwa satelit berfungsi

⁶⁶ Mindasari, *Uji Akurasi Data Global Positioning System (GPS)*..., h.89.

⁶⁷ *Ibid*, h.90.

sebagaimana mestinya.⁶⁸ 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.⁶⁹

c. Segmen Pengguna

Segmen pengguna terdiri dari para pengguna satelit GPS di manapun berada. Dalam hal ini alat penerima sinyal GPS 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 antena dengan *pre-amplifier*, bagian RF dengan pengidentifikasi sinyal dan pemroses sinyal, pemroses mikro untuk pengontrolan *receiver*, data sampling dan pemroses data (solusi navigasi), *isolator presisi*, catu daya,

⁶⁸*Ibid*, h. 91.

⁶⁹ Taryudi, *Teknologi pada Sistem Pemantauan Posisi dan Tingkat Pencemaran Udara Bergerak*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik: Universitas Indonesia, 2009, h.10.

unit perintah dan tampilan, dan memori serta perekam data.⁷⁰

2. Error Source pada GPS (*Global Positioning System*)

Pada 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 antena, dan *multipath*. Hal-hal lainnya juga ada yang mengiringi kesalahan sistem seperti efek *imaging*, dan *noise*. Kesalahan ini dapat dieliminir salah satunya dengan menggunakan teknik *differencing* data.⁷¹

Dari 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

⁷⁰Hasanuddin Z. Abidin, <http://www.geodesy.gd.itb.ac.id> , diakses pada tanggal 20 Maret 2016 pukul 15.00 WIB.

⁷¹ *Ibid.*

berbasis satelit ini tidak dapat bekerja maksimal ketika ada gangguan pada sinyal satelit. Ada banyak hal yang dapat mengurangi kekuatan sinyal satelit:

- 1) Kondisi geografis, selama masih bisa melihat langit yang cukup luas, alat ini masih dapat berfungsi.
- 2) Hutan, semakin lebat hutannya, maka semakin berkurang sinyal yang dapat diterima.
- 3) Alat-alat elektronik yang dapat mengeluarkan gelombang elektromagnetik.
- 4) Gedung-gedung, tidak hanya ketika di dalam gedung, berada di antara 2 buah gedung tinggi juga akan menyebabkan efek seperti berada di dalam lembah.⁷²

3. Macam-macam *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

⁷² B. W. Parkinson, *Global Positioning System : Theory and Applications*, chap 1: Introduction and Heritage of NAFSTAR, the Global Positioning System. Pp. 3-28, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Washington, D. C. 1996.

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*.

Gambar 2.7. 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) gambaran dari bagian-bagian dari GPS tipe navigasi ini⁷³ adalah:

⁷³<http://garmin.co.id/search/membaca-lintang-dan-bujur-di-gps>, diakses pada tanggal 29 Desember 2015 jam 22.51 WIB.

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

Gambar 2.8. Bagian Depan dan Belakang GPS

Garmin 76 CSX



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.

2) Tombol *Garmin GPS 76 CSX*

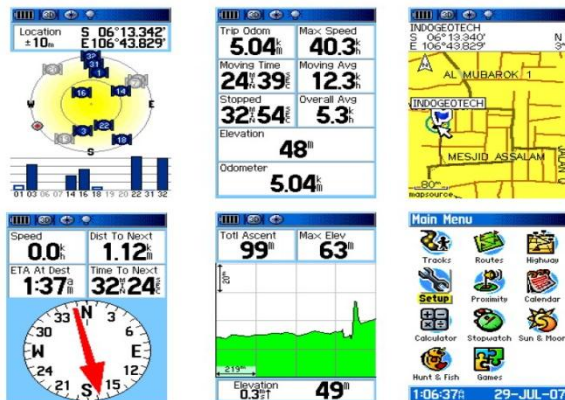
Gambar 2.9. Tombol-tombol GPS Garmin 76 CSX



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.

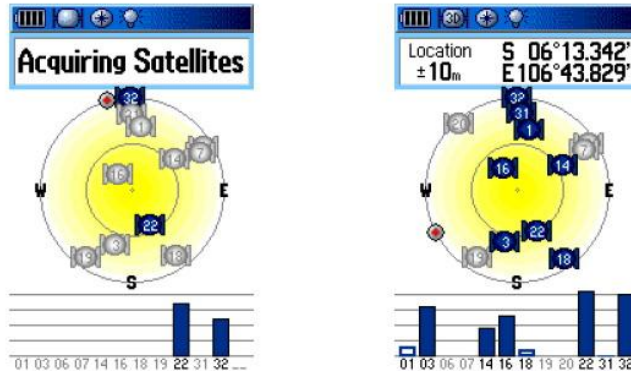
3) Menu-menu dalam GPS *Garmin GPS 76 CSX*

Gambar 2.10. 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.

4) Inisialisasi penerima GPS (Pencarian Sinyal GPS)

Gambar 2.11. 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/koordinat pengguna GPS.

BAB III
PENGGUNAAN *I-ZUN DIAL* DALAM PENENTUAN TITIK
KOORDINAT TEMPAT

A. Biografi Muhammad Ihtirozun Ni'am

1. Keluarga Muhammad Ihtirozun Ni'am

Muhammad Ihtirozun Ni'am adalah salah satu Mahasiswa Program Pascasarjana UIN Walisongo yang merancang alat baru yaitu *I-zun Dial*, biasanya dipanggil dengan sapaan Izun. Alat ini mulai diproduksi pada 21 April 2015. Izun lahir pada 10 Juli 1993 di Desa Sendang Kecamatan Senori Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Izun hidup dalam keluarga yang sederhana. Ia tumbuh menjadi pribadi yang pandai dan aktif. Hal ini tak lepas dari peranan kedua orang tuanya Bapak Anshori dan Ibu Na'imah, yang senantiasa memberikan perhatian dan mendidiknya sejak dini. Dari Ayahandanya inilah Izun termotivasi untuk selalu *Nyantri* hingga tertarik dengan Ilmu Falak. Alasan Izun tertarik dengan ilmu ini karena sejak kecil hobi dalam soal berhitung terutama mata pelajaran Matematika, sedang Ilmu Falak sendiri banyak melibatkan kaitannya dengan perhitungan. Kemampuan hitung menghitung sudah

dimilikinya sejak duduk di bangku Sekolah Dasar, terbukti ketika Ujian Nasional Izun mendapatkan predikat nilai danum terbaik Se-kecamatan Senori dengan nilai sempurna.⁷⁴

Dari tiga bersaudara, Izun merupakan anak yang ketiga (terakhir). Kakaknya pertama yaitu Roihanatun, ia tinggal di Pekalongan dan sekarang masih merintis sebuah pesantren. Sedang kakaknya yang kedua yaitu Wafiq Khoiri, ia tak mau melanjutkan pendidikannya dan hanya sampai Madrasah Tsanawiyah (MTs), lepas itu Wafiq memilih bekerja di kota perantauan (Jakarta).⁷⁵

Kegiatan rutinitas kuliah Izun di program Pascasarjana di UIN Walisongo Semarang yang menjadi alasan Izun untuk tetap tinggal di Semarang, tepatnya di YPMI Al-Firdaus (Jl. Honggowongso Ringinwok Ngaliyan). Di YPMI Al-Firdaus yang ditempati sekarang, peranan Muhammad Ihtirozun Ni'am cukup berpengaruh. Izun dipercaya pimpinan Yayasan AL-Firdaus sebagai kepala di pesantrennya dan mengajar kitab kepada santri-santri Al-

⁷⁴Wawancara penulis dengan Muhammad Ihtirozun Ni'am, merupakan penemu *I-zun dial* pukul 09.45 WIB di Audit kampus 1 UIN Walisongo Semarang, 24 Desember 2015.

⁷⁵*Ibid.*

Firdaus. Selain itu ia juga sering mendapatkan panggilan untuk mengukur arah kiblat di beberapa tempat.⁷⁶

2. Latar Belakang Pendidikan Muhammad Ihtirozun Ni'am

a. Pendidikan Formal

Riwayat pendidikan Muhammad Ihtirozun Ni'am di mulai dari Sekolah Dasar dilalui dengan lancar di SDN Sendang 1 Tuban dan selesai pada tahun 2005. Selanjutnya Muhammad Ihtirozun Ni'am melanjutkan pendidikannya di Sekolah Menengah Pertama (SMP)Negeri1 Bangilan. Pada tahun 2008, ia lulus dari SMP Negeri kemudian melanjutkan di MA Mambaus Sholihin Gresik pada tahun 2008-2011.⁷⁷

Pada tahun 2011, Izun melanjutkan pendidikannya di Madrasah Aliyah Mambaus Sholihin dengan prestasi yang sangat membanggakan. Ketertarikan Muhammad Ihtirozun Ni'am terhadap Ilmu Falak mulai terlihat sejak duduk di kelas 3 Aliyah, Izun belajar Ilmu Falak kepada wali kelasnya bernama Kyai Humaidi, penulis kitab *al-Khulasah fi Awqat Al-Syar'iyah Bi al-Lugharitmiiyyah*, salah satu Asatidz Pondok Pesantren Mamba'us Sholihin Gresik. Selepas belajar kepada Kyai Humaidi, Izun

⁷⁶*Ibid.*

⁷⁷*Ibid.*

melanjutkan pendalaman Ilmu Falaknya di UIN Walisongo kepada guru besar Ilmu Falak yaitu KH. Slamet Hambali dengan bekal beasiswa Program Beasiswa Santri Berprestasi (PBSB) Kementerian Agama RI. Izun juga melakukan pendalaman sendiri secara otodidak mulai dari sistem kontemporer hingga klasik. Sembari mengabdikan dirinya di YPMI Al-Firdaus, Muhammad Ihtirozun Ni'am melanjutkan pendidikan Magister di Pascasarjana UIN Walisongo Semarang hingga sekarang.⁷⁸

Tabel 3.1. Riwayat Pendidikan Formal Muhammad Ihtirozun Ni'am

No	Pendidikan Formal	Tahun
1.	SD Negeri Sendang 1 Tuban	1999-2005
2.	SMPN 1 Bangilan Tuban	2005-2008
3.	MA Mambaus Sholihin Gresik	2008-2011
4.	S1 UIN Walisongo Semarang	2011-2015
5.	S2 UIN Walisongo Semarang	2015- Sekarang

b. Pendidikan Nonformal

Sejak Muhammad Ihtirozun Ni'am duduk di bangku Sekolah Dasar, Izun tidak hanya mendapatkan pendidikan formal saja, namun Izun juga mendapatkan pendidikan tambahan. Di saat yang bersamaan, Izun juga

⁷⁸*Ibid.*

Ngaji di Madrasah Ibtidaiyah (MI) Miftahul Falah. Kemudian Izun melanjutkan di SMP (Sekolah Menengah Pertama) Negeri Bangilan 1 Tuban, kedua orang tuanya memberikan syarat jikalau Izun tetap bersekolah di SMP (Sekolah Menengah Pertama), yaitu Izun harus *Ngaji* atau sekolah di Madrasah Diniyah Darut Tauhid Al-Hasaniyah pada malam harinya. Jadi, meskipun pukul 13.30 Izun pulang sekolah SMP (Sekolah Menengah Pertama), setelah Maghrib (pukul 18.00) Izun harus berangkat *Ngaji* sampai pukul 22.00. Rutinitas tersebut berjalan sampai Izun lulus SMP (Sekolah Menengah Pertama).⁷⁹

Tabel 3.2. Pendidikan Non Formal Muhammad Ihtirozun Ni'am

No	Pendidikan Non Formal
1.	MI Miftahul Falah Tuban
2.	Madrasah Diniyyah Darut Tauhid Al-Hasaniyyah Tuban
3.	Madrasah Diniyyah Wustha Mamba'us Sholihin Gresik
4.	Pondok Pesantren Mamba'us Sholihin Gresik
5.	Kursus Bahasa Inggris di ABAH English Course Tuban
6.	Kursus Bahasa Inggris di Pyramid English Course Kediri

⁷⁹*Ibid.*

c. Karya-karya Muhammad Ihtirozun Ni'am

Muhammad Ihtirozun Ni'am sangat aktif dalam Ilmu Falak terbukti dengan beberapa kegiatan yang Izun ikuti baik menjadi narasumber, moderator atau hanya sekedar menjadi anggota di berbagai acara dan mengadakan pelatihan-pelatihan falak di pesantren-pesantren baik modern maupun salafiyah. Dari kegiatannya sebagai narasumber inilah ide cerdas muncul yaitu merancang alat falak yang dinamai *I-zun Dial*.⁸⁰

1) Karya Alat

Karya Muhammad Ihtirozun Ni'am yang berupa alat adalah *I-zun Dial*. *I-zun Dial* merupakan alat yang mempunyai banyak fungsi. Di antara fungsi *I-zun Dial* yaitu untuk menentukan titik koordinat suatu tempat, untuk perhitungan trigonometri, mengukur ketinggian suatu benda, menentukan arah kiblat, menentukan awal waktu salat, dan menentukan arah (Utara, Selatan, Timur, Barat). Karyanya yang satu ini telah dipublikasikan untuk keperluan pelatihan falak di sebagian wilayah Jawa Tengah diantaranya: Kudus, Kendal, Semarang. Di Jawa Timur di antaranya:

⁸⁰*Ibid.*

Lamongan, Gresik, dan Tuban. Luar jawa yaitu Medan hingga dipesan di luar Negeri yaitu Malaysia.⁸¹ Alasan Izun menciptakan instrumen ini adalah balas budi, seperti yang diungkapkan Izun dalam berita MetroSemarang.com perihal *I-zun Dial* alat hasil ciptaannya ‘ ini adalah hal kecil yang bisa saya lakukan untuk membalas jasa Kemenag dalam proses studi saya.’⁸²

2) Karya Tulis

Di antara karya tulis yang pernah di muat di media massa yaitu:

- a) Artikel dengan judul ‘Berbeda Tidak Harus Bermusuhan’, dimuat di portal media massa on-line dakwatuna.com edisi Senin, 17 Juni 2013.
- b) Artikel dengan judul ‘Memahami Bahasa, Menangkal Tipu Daya’, dimuat di portal media massa on-line eramadina.com edisi Sabtu, 15 Juni 2013.

⁸¹Wawancara penulis dengan Muhammad Ihtirozun Ni’am, merupakan penemu *I-zun dial* pukul 09.45 WIB di Pascasarjana 1 UIN Walisongo Semarang, 25 Desember 2015.

⁸² Yulikha Elvitri, “Ciptakan *I-zun Dial* sebagai Balas Budi”, <http://metrosemarang.com/ ihtirozun- niam- ciptakan-i-zun-dial-balas-budi>, diakses pada tanggal 2 Mei 2016 pukul 10.20 WIB.

- c) Artikel dengan judul ‘Aplikasi Ushul Fiqh Untuk Menjawab Problematika Kontemporer’ dimuat di portal media massa on-line ‘dakwatuna.com’ edisi Kamis, 18 Juli 2013.
- d) Artikel dengan judul ‘Unifikasi Kalender Hijriah: Upaya Penyatuan Kalender Hijriah untuk Jangka yang Panjang’, dimuat di portal media massa on-line dakwatuna.com edisi Sabtu, 27 Juli 2013.
- e) Artikel dengan judul ‘Mengenal dan Mengenang Ahli Falak’, dimuat di portal media massa on-line dakwatuna.com edisi Jumat, 21 Juni 2013.
- f) Artikel dengan judul ‘Bermadzhab, Jalan Memahami Al-Qur’an dan As-Sunnah’, dimuat di portal media massa NU on-line edisi Senin, 16 September 2013 dan dimuat juga di portal media massa Suara Muslim edisi Senin, edisi 21 September 2013.

3) Penelitian

No	Judul Penelitian	Penyelenggara	Tahun
1.	Arah Kiblat Di Planet Mars	LP2M UIN Walisongo	2014
2	Kolaborasi <i>Wujūd Al-Hilal</i> Dan <i>ImkĀn Al-</i>	Fakultas Syari’ah UIN Walisongo	2015

	<p><i>Ru'yah</i>Mabims (Studi Pemikiran Slamet Hambali Tentang Penyatuan Penentuan Awal Bulan <i>Qamariyah</i> Di Indonesia)</p>		
--	--	--	--

4) Organisasi

Muhammad Ihtirozun Ni'am juga aktif dalam berorganisasi antara lain di Asosiasi Maestro Astronomi dan Ilmu Falak Indonesia Merdeka (ASTROFISIKA), sebagai koordinator di Himpunan Astronomi Amatir Semarang (HAAS), sebagai redaktur pelaksana di Koran Mambas Post, sebagai Ketua *Tashwirul Afkar Connetion* (TAC), Redaktur Pelaksana di Majalah Zenith, Pengurus Departemen Kominfo HMJ Ilmu Falak UIN Walisongo, Pengurus P3M Css Mora UIN Walisongo, Ketua ALMAPABA jurusan Ilmu Falak di PMIIUIN Walisongo Semarang, Anggota PUSKALAFALAK (Pusat Kajian dan Layanan Falakiyyah), Anggota FARABI INSTITUTE, dan

sebagai Kepala Pondok Pesantren YPMI Al-Firdaus Semarang.⁸³

5) Seminar-seminar

No	Acara	Penyelenggara	Sebagai	Tahun
1.	Diskusi Ilmiah Dalam Rangka Menyambut Hari Rashdul Kiblat & Launching I-zun Dial	CSS Mora UIN Walisongo & HMJ Ilmu Falak	Narasumber	2015
2.	Workshop Ilmu Falak Se-Kab. Jepara	MA. Hasyim Asy'ari, Bangsri	Narasumber	2013
3.	Siaran Radio dengan tema "Sejarah Penamaan Hari"	Divisi P3M CSS MORA UIN Walisongo	Narasumber	2014
4.	Halaqoh Pondok Pesantren AL-Firdaus dengan tema "Menciptakan Arah Kiblat yang Akurat Sebagai Upaya Lebih Guna Memantapkan Shalat"	Kementerian Agama Kanwil Jawa Tengah & Pondok Al-Firdaus	Narasumber	2014

⁸³Wawancara penulis dengan Muhammad Ihtirozun Ni'am, merupakan penemu *I-zun dial* pukul 09.45 WIB di Pascasarjana 1 UIN Walisongo Semarang, 24 Desember 2015.

5.	Pelatihan Falak Di Pondok Pesantren MISK, Kendal	CSS MORA UIN Walisongo	Narasumber	2014
6.	Pelatihan Falak Di Pondok Pesantren Al-Itqon, Semarang	CSS MORA UIN Walisongo & Pondok Pesantren Al-Itqon	Narasumber	2013
7.	Pelatihan Falak Di Pondok Pesantren Amanatul Ummah, Surabaya	FARABI INSTITUT	Pendamping	2012
8.	Pelatihan Falak Di Pondok Pesantren NurulUmmah, Mojokerto	FARABI INSTITUT	Pendamping	2012
9.	Pelatihan Falak ; Awal Bulan Kamariyah & Rukyah Dzulhijjah di Pondok Pesantren Mambaus Sholihin	CSS MORA UIN Walisongo & Pondok Mambaus Sholihin	Narasumber	2013
10.	Seminar & Observasi Gerhana Bulan	CSS MORA UIN Walisongo	Moderator	2013
11.	Mengapa Awal Ramadhan Dan	Himpunan Astronomi	Narasumber	2014

	Idul Fitri Kita Sering Berbeda	Amatir Semarang & Kosmik UNESS		
12.	Pelatihan Falak Di Pondok Pesantren Nurul Huda Batang	Tim KKN UIN Walisongo	Narasumber	2014
13.	Pengukuran Arah Kiblat Polsek Ngaliyan	Polsek Ngaliyan	Pengukur	2014
14.	Sharing Masalah Kepenulisan	CSS MORA UIN Walisongo	Narasumber	2014
15.	Pelatihan Instrumen RukyatulHilal	CSS MORA UIN Walisongo &HMJ Ilmu Falak	Narasumber	2014
16.	Pelatihan Ilmu Falak Kemenag Kanwil Jawa Tengah	Kemenag Kanwil Prov. Jateng	Narasumber	2015
17.	Pelatihan Peningkatan Kualitas Pondok Pesantren	Kemenag Kanwil Prov. Jateng	Moderator & Narasumber	2015
18.	Juri Lomba “Kreasi Alat Falak”	CSS MORA UIN Walisongo &HMJ Ilmu Falak	Juri	2015
19.	Pelatihan Falak Se-Kota Semarang	CSS MORA UIN Walisongo &HMJ Ilmu Falak	Narasumber	2015

B. Gambaran Umum *I-zun Dial*

Terlepas dari metode penentuan titik koordinat Bumi secara umum, seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, penentuan posisi koordinat Bumi semakin mudah diketahui dengan alat yang baru. Alat tersebut dinamakan *I-zun Dial*.

1. Pengertian *I-zun Dial*

I-zun Dial merupakan alat falak ciptaan M. Ihtirozun Ni'am yang bisa dipakai untuk menentukan titik koordinat tempat (lintang dan bujur).⁸⁴ Menurut John M. Echols dan Hassan Shadily dalam kamus Inggris-Indonesia, *Dial* sebagai kata benda mempunyai 3 arti; 1. Lempeng jam, muka arloji, 2. Cakra angka, 3. Piringan, tombol penjetel (radio, telephone, TV). Maka dari itu, karena alat ini berbentuk piringan kotak maka dalam namanya, diberi istilah dial. Adapun *Izun* adalah nama pendek dari Pembuat alat ini.⁸⁵

Ada dua jenis *I-zun Dial* ini. Pertama, terbuat dari kayu dan Kedua, terbuat dari akrilik (bahan transparan). *I-zun Dial* yang terbuat dari kayu ini mempunyai dua bidang dial. Bidang dial pertama merupakan bidang *I-zun Dial*.

⁸⁴ M. Ihtirozun Ni'am, disampaikan saat acara “*Diskusi Ilmiah Menyambut Istiwa'ul A'dham dan Launching I-zun Dial*“, Masjid Al-Fitrah Kampus 2 UIN Walisongo Semarang, 27 Mei 2015.

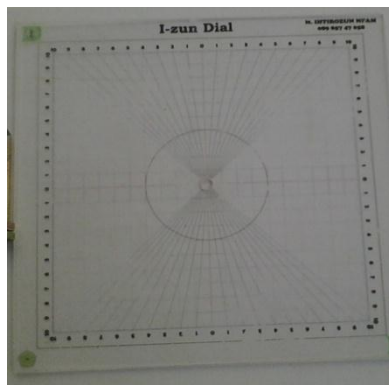
⁸⁵*Ibid.*

Sedangkan bidang dial yang kedua merupakan kolaborasi dari rubu' Mujayyab. Saat ini tampilan *I-zun Dial* yang berbahan kayu masih terus diperbaiki agar tampilannya lebih menarik.⁸⁶

Adapun *I-zun Dial* yang terbuat dari akrilik hanya mempunyai satu bidang dial. Hanya saja karena transparan, *I-zun Dial* dari akrilik ini bisa dipakai untuk rukyah awal bulan *qamariyah*, dan kegiatan-kegiatan observasi lainnya. Maka dari itu alat yang kedua ini dinamai *I-zun Dial Observer*.⁸⁷ Seperti gambar di bawah ini:



I-zun Dial Bahan Kayu



I-zun Dial Bahan Akrilik

⁸⁶Rizal Mubit dalam Majalah Al-Fikrah, “Alumni Mambaus Shalihin Temukan Perangkat Falak”, Gresik: Yayasan Mambaus Sholihin, 2016, h. 93.

⁸⁷*Ibid.*

Perbedaan *I-zun Dial* dengan *Tongkat Istiwa'*, *Mizwala* atau *Istiwa'aini* adalah alat ini berbentuk kotak (persegi) dengan *gnomon* di titik pusatnya, antara titik pusat sampai ke tepi diberi garis-garis yang diberi tanda setiap 1 milimeter-nya. Sehingga mudah untuk mengukur panjang bayangan yang muncul dalam observasi, tidak perlu repot lagi untuk menggunakan penggaris. Karena skala pengukurannya sudah dicantumkan di situ dengan panjang sisi 20 x 20 cm. Di bagian tengah dari setiap sisinya terdapat angka 0 kemudian angka urut dari 1-10 ke kanan dan ke kiri, sehingga alat ini bisa digunakan dari sisi manapun.⁸⁸

I-zun Dial sendiri memiliki beberapa perbedaan dengan tongkat *istiwa'*. Pertama, dari segi konstruksinya. Tongkat *istiwa'* hanyalah sebuah tongkat yang ditancapkan pada satu bidang tertentu. Sementara *I-zun Dial*, di samping ada *gnomon* (tongkat) yang bisa dipasang dan dilepas, juga mempunyai bidang dial yang membuat observasi atau pengambilan data menjadi lebih mudah, tanpa membutuhkan instrumen lainnya. Katakan dalam mengukur panjang bayangan yang muncul. Dengan memakai *I-zun Dial* tidak

⁸⁸Berdasarkan hasil wawancara penulis dengan M. Ihtirozun Ni'am tanggal 25 Desember 2015 pukul 8.45 WIB, di Pascasarjana UIN Walisongo Semarang.

lagi membutuhkan penggaris, karena dalam bidang dialnya sudah disediakan garis-garis untuk mengukur bayangannya. Ini berbeda dengan tongkat *istiwa'*. *Observer* (pengamat) masih membutuhkan instrumen lain, yakni penggaris untuk mengukur panjang bayangan yang muncul.⁸⁹

I-zun Dial juga memiliki beberapa fungsi yang tidak bisa dipraktekkan dengan tongkat *istiwa'*. Observasi benda langit misalnya, dengan *I-zun Dial* kita bisa menentukan ketinggian suatu benda langit yang dilihat atau melihat benda langit pada ketinggian yang telah ditentukan. Keduanya bisa dilakukan karena bidang dialnya terbuat dari bahan yang transparan.⁹⁰

2. Manfaat *I-zun Dial*

Secara keseluruhan, *I-zun Dial* mempunyai manfaat-manfaat sebagai berikut:⁹¹

- a. Menentukan arah kiblat
- b. Menentukan awal waktu salat (dhuhur, asar)
- c. Membantu rukyah awal bulan *qamariyah*
- d. Menentukan ketinggian Matahari, Bulan, dan benda-benda langit lainnya, seperti: venus ataupun jupiter.

⁸⁹ M. Ihtirozun Ni'am, *Buku Panduan I-zun Dial : Titik Koordinat Lintang dan Bujur Tempat*, tp, 2016, hlm. 2

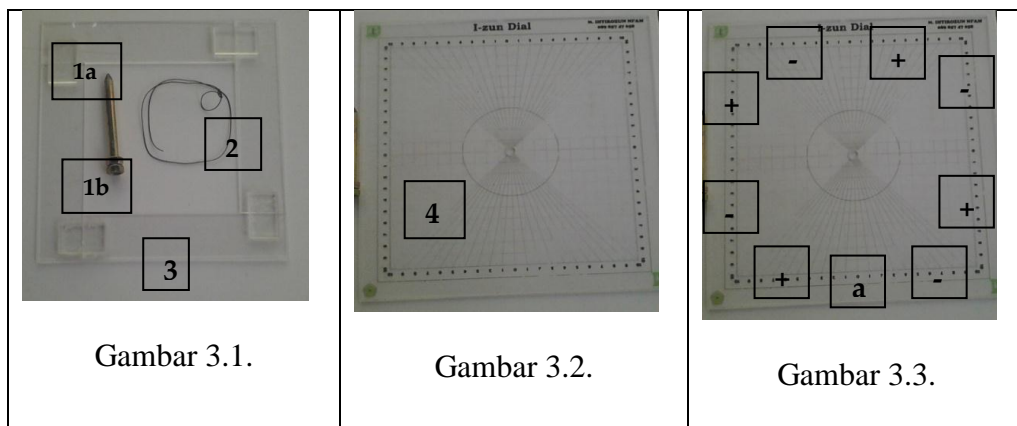
⁹⁰ *Ibid*

⁹¹ Majalah Al-Fikrah, "Alumni Mambaus Sholihin...", hlm.93

- e. Menentukan titik koordinat tempat (Lintang dan Bujur tempat)
- f. Menentukan arah mata angin (utara sejati, dsb)
- g. Perhitungan trigonometri (sin, cos, tan)
- h. Menentukan Deklinasi matahari dan Equation of time
- i. Menentukan ketinggian suatu benda (gedung, menara, dll)

3. Bagian-bagian *I-zun Dial*

Di bawah ini merupakan bagian-bagian dari *I-zun Dial* serta fungsinya:⁹²



Fungsi-fungsi *I-zun Dial*⁹³, yaitu:

⁹²Wawancara dengan M. Ihtirozun Ni'am tanggal 25 Desember 2015 pukul 8.45 WIB, di Pascasarjana UIN Walisongo.

⁹³*Ibid*

- a. 1a (*Gnomon atas*) & 1b (*Gnomon bawah*) : Membentuk bayangan pada bidang dial. Caranya yakni dengan melepas 1b terlebih dahulu kemudian memasukkan 1a pada lubang di tengah bidang dial dan mengunci 1a dengan 1b dari bawah.
- b. 2 (*Khoit*) : untuk menyesuaikan ujung bayangan pada angka yang tertera dalam bidang dial bila panjang bayangan belum mengenai angka pada bidang dial atau melebihinya. Ini juga bisa dipakai untuk menghubungkan 2 titik yang mengenai lingkaran saat penentuan arah utara sejati dengan metode sebelum dan sesudah kulminasi.
- c. 3 (*Penyangga*) : Menjaga agar bidang dial senantiasa stabil, tidak bergerak-gerak saat tertiup angin.
- d. 4 (*Bidang Dial*) : Mengambil data dari observasi
 - 1) (*angka bidang dial*): tempat pemosisian bayangan, arah kiblat, arah hilal, atau arah objek observasi lainnya. Terdapat 4 titik 0. Angka yang berada di sebelah kiri 0 bernilai negatif (-), sedangkan yang berada di sebelah kanan 0 bernilai positif (+). Angka bidang dial ini mempunyai ketelitian sampai pada milimeter (mm)
 - 2) (*pusat bidang dial*): tempat memasang gnomon

- 3) (*lingkaran bidang dial*): menentukan arah utara sejati dengan metode observasi sebelum dan sesudah kulminasi.

C. Metode dalam Menentukan Titik Koordinat Tempat dengan menggunakan *I-zun Dial*

I-zun Dial merupakan alat yang berfungsi pada siang hari ketika Matahari telah terbit dan sebelum terbenam. Sistem kerja *I-zun Dial* pada dasarnya memanfaatkan bayangan sinar Matahari yang dihasilkan oleh Gnomon, sehingga saat malam hari alat ini tidak bisa digunakan.

Kaitannya dalam menentukan lintang dan bujur tempat dengan *I-zun Dial*, di sini akan dipaparkan langkah praktis dengan perhitungan program excel atau langkah manual dengan memakai kalkulator.⁹⁴

1. Langkah Praktis dengan Perhitungan Excel

- a. Arahkan angka 0 pada *I-zun Dial* ke arah utara sejati.

Untuk mencari arah utara sejati, bisa dilakukan dengan mengamati bayangan sebelum dan sesudah kulminasi ketika menyentuh lingkaran dalam *I-zun Dial*. Dua titik persinggungan antara bayangan dan lingkaran tersebut kemudian dihubungkan. Itulah arah barat-timur. Garis

⁹⁴M. Ihtirozun Ni'am, *Buku Panduan I-zun Dial...*, hlm. 5-8

siku dari arah barat-timur tersebut adalah arah utara-selatan sejati.

- b. Isilah cell yang berwarna biru muda.
 - 1) P. Gnomon adalah panjang tongkat yang dipakai dalam praktek
 - 2) P. Bayangan adalah panjang bayangan saat pengamatan
 - 3) Equation of Time adalah perata waktu yang nilainya bisa diperoleh di sheet “Deklinasi Dan Equation”. Dalam bahasa arab disebut dengan *ta'dil al-waqt* atau *ta'dil al-zaman*.⁹⁵
 - 4) Deklinasi Matahari adalah jarak matahari dari ekuator. Dalam bahasa arab disebut *mail al-Syams*. Data ini bisa diperoleh di sheet “Deklinasi Dan Equation”⁹⁶
 - 5) Kulminasi Tempat adalah Kulminasi yang terjadi di tempat pengamatan (berdasarkan bujur tempat). Terjadinya kulminasi tempat ini ditandai dengan jatuhnya bayangan ke arah utara atau selatan sejati. Bayangan mengarah ke arah utara sejati apabila deklinasi Matahari di sebelah selatan tempat

⁹⁵ Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori...*, hlm.67

⁹⁶ Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm.51

pengamatan. Dan bayangan mengarah ke selatan sejati apabila Matahari berada di sebelah utara tempat pengamatan. Contoh :

P. Gnomon	8,3	cm			
P. Bayangan	0,05	cm			
Arah Bayangan	Utara				
Equation of Time	0	11	53	-	-0,1981
Deklinasi Matahari	6	39	42	-	-6,6617
Kul Tempat*	11	50	26		11,8406
Kul Daerah**	12	11	53		12,1981
Jarak Zenit-Matahari	0	20	42,54		0,34515
Lintang Tempat	-6	-18	-59,5		-6,3165
Bujur Tempat	110	21	45		110,363

- c. Nilai yang terdapat dalam cell berwarna hijau adalah nilai lintang dan bujur tempatnya.

Kulminasi daerah = Kulminasi yang didasarkan pada bujur daerah

Kulminasi tempat = Kulminasi yang didasarkan pada bujur tempat

2. Langkah Manual Dengan Perhitungan Memakai Kalkulator

- a. Mengetahui Utara sejati

Sebelum mengetahui lintang dan bujur tempat, seseorang harus mengetahui arah utara sejati. Adapun langkah-langkahnya yaitu:⁹⁷

- 1) Pasang *I-zun Dial* (penyangga, bidang dial, dan gnomon)
- 2) Beri tanda titik saat bayangan menyentuh lingkaran di bidang dial sebelum dan sesudah kulminasi.
- 3) Hubungkan atau tarik kedua titik tersebut dengan benang yang sudah disediakan.
- 4) Arah yang terbentuk adalah arah barat timur.
- 5) Buatlah garis tegak lurus dari garis barat timur, itulah arah utara-selatan sejati.

b. Mengetahui Waktu Kulminasi Setempat

Waktu Kulminasi adalah saat dimana Matahari tepat di atas tempat kita berada. Pada waktu itu bayangan Matahari akan tepat mengarah ke titik utara atau selatan. Mengarah ke titik selatan jikalau nilai lintang tempat kita kurang dari nilai deklinasi Matahari. Dan mengarah ke utara jikalau nilai lintang tempat kita lebih besar dari nilai deklinasi Matahari.

⁹⁷*Ibid.*

Jikalau arah Matahari sudah tepat pada titik utara atau selatan, maka pada waktu itulah waktu kulminasi setempat. Contoh pada hari Sabtu, 23 Mei 2015, kulminasi setempat terjadi pada pukul 11:36 WIB.

- 1) Arahkan angka 0 pada *I-zun Dial* tepat di arah utara atau selatan sejati.
- 2) Ketika bayangan berhimpit pada arah utara atau selatan sejati, catatlah waktunya. Dalam hal ini akan lebih baik jikalau waktunya sampai pada detik.

c. Panjang bayangan saat kulminasi tempat

Ketika bayangan berhimpit dengan arah utara/selatan, berilah tanda pada *I-zun Dial*, itulah panjang bayangan saat kulminasi. Dalam hal ini deklinasi Matahari lebih baik jikalau ketelitiannya sampai pada 0,1 cm.

d. Masukkan data deklinasi dan equation of time

Data deklinasi dan equation of time bisa di ambil dari table yang sudah di sediakan di program *I-zun Dial* atau program Winhisab 98 versi 2007.

e. Mengetahui Lintang Tempat

- 1) Menghitung panjang bayangan ketika kulminasi

- 2) Mencari nilai jarak Zenith Mataharinya dengan rumus:

$$\cotan ZM = \frac{\text{Panjang bayangan} : \text{panjang}}{\text{gnomon}}$$

- 3) Lintang tempat adalah Jarak zenith Matahari dikurangi Deklinasi Matahari atau zenith Matahari ditambah deklinasi Matahari. Contoh :

Ketika bayangan tadi tepat di titik 0^0 (waktu kulminasi), catatlah panjang bayangan yang muncul, panjang *gnomon*/ tongkatnya dan waktu terjadinya kulminasi itu.

Data :

Waktu Kulminasi Tempat: 11:36 WIB⁹⁸

Panjang *gnomon*/Tongkat : 8,7 cm

Panjang Bayangan : 4,5⁹⁹

⁹⁸Sebaiknya agar lebih akurat, waktu yang dipakai sampai ketelitian 0,00 detik.

⁹⁹Sebaiknya agar lebih akurat, skala dalam bidang dial bisa lebih diperjelas lagi dalam skala 0,001 cm kalau memungkinkan.

Deklinasi Matahari : $20^{\circ}30' 32,4''$

$$\begin{aligned}\tan \text{ Zenit Matahari (ZM)} &= P. \text{ Bayangan} : P. \text{ Gnomon} \\ &= 27^{\circ} 20' 59,55''\end{aligned}$$

Apabila bayangan berada di sebelah selatan, maka:

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

Dan apabila bayangan berada di sebelah utara, maka:

$$\text{Lintang Tempat} = \text{Deklinasi Matahari} + \text{ZM}$$

Dalam contoh ini karena bayangan berada di sebelah selatan, maka:

$$\begin{aligned}\text{Lintang Tempat} &= \text{Deklinasi Matahari} - \text{ZM} \\ &= 20^{\circ}30' 32,4'' - 27^{\circ} 20' 59,55'' \\ &= - 6^{\circ} 50' 27,15''\end{aligned}$$

f. Mengetahui Bujur Tempat

1) Mengetahui waktu kulminasi daerah (KD) dengan

rumus :

12 – equation of time

- 2) Mengetahui waktu kulminasi setempat (KT), yakni ketika bayangan tongkat tepat menghadap utara-selatan
- 3) Bujur Tempat adalah bujur daerah ditambah selisih waktu kulminasi Daerah dan Waktu Kulminasi Tempat dikalikan 15

$$\boxed{BT = BD + (KD-KT) \times 15}$$

Data :

Waktu Kulminasi Tempat (WKT) : 11:36 WIB

Equation of time : $0^0 3' 18''$

Waktu Kulminasi Daerah (WKD) = 12- e

$$= 11^0 56' 48''$$

$$BT = BD + ((WKD - WKT) \times 15)$$

$$= 105 + ((11: 56: 48 - 11:36:00) \times 15)$$

$$= 110^0 10' 30'' \text{ BT}$$

BAB IV

ANALISIS UJI AKURASI *I-ZUN DIAL* DALAM PENENTUAN TITIK KOORDINAT TEMPAT

Dalam bab ini penulis akan menganalisa teori-teori yang telah dibahas pada bab sebelumnya untuk mendapatkan beberapa kesimpulan. Analisa tersebut mencakup tentang penerapan dan akurasi *I-zun Dial* dalam penentuan titik koordinat tempat. Adapun uraiannya adalah sebagai berikut :

A. Analisis Penerapan *I-zun Dial* Dalam Penentuan Titik Koordinat Tempat

1. Analisis Perhitungan Lintang dan Bujur Tempat dengan menggunakan *I-zun Dial*

Penentuan titik koordinat Bumi dengan *I-zun Dial* sangat terkait dengan posisi Matahari, karena memang sistem kerja *I-zun Dial* adalah memanfaatkan bayangan Matahari. Dalam peredarannya, Matahari telah membentuk lingkaran dan pengamat sebagai pusatnya. Pada pagi hari Matahari terbit dari ufuk timur sampai akhirnya terbenam kembali di ufuk sebelah barat. Fenomena ini diungkap dalam Surat Al Furqan: 45 yang berbunyi:

أَلَمْ تَرَ إِلَىٰ رَبِّكَ كَيْفَ مَدَّ الظِّلَّ وَلَوْ شَاءَ لَجَعَلَهُ سَاكِنًا ثُمَّ

جَعَلْنَا الشَّمْسَ عَلَيْهِ دَلِيلًا ﴿٤٥﴾

Artinya :”Apakah kamu tidak memperhatikan (penciptaan) Tuhanmu, bagaimana Dia memanjangkan (dan memendekkan) bayang-bayang dan kalau Dia menghendaki niscaya Dia menjadikan tetap bayang-bayang itu, kemudian Kami jadikan matahari sebagai petunjuk atas bayang-bayang itu”¹⁰⁰

Perjalanan Matahari dalam suatu hari menyebabkan perubahan dalam ukuran panjang bayang-bayang. Pagi hari bayang-bayang itu amat panjang, tengah hari ia paling pendek, petang hari ia menjadi amat panjang kembali, tetapi bukan ukuran panjang bayang-bayang saja yang berubah, arah letaknya pun berubah-ubah pula. Jika Matahari di bagian timur, letak bayang-bayang membujur ke arah barat, jika Matahari di sebelah utara, bayang-bayang menunjuk ke arah selatan.

Posisi Matahari pada setiap tahunnya berbeda-beda bergantung pada gerakan semu harian Matahari yang terlihat dari Bumi. Jika setiap harinya kita melihat Matahari terbit

¹⁰⁰ Departemen Agama RI, *Mushaf Al-Qur'an dan Terjemah Spesial For Woman*, Bandung: PT. Sygma Examedia Arkanleema, 2008, h. 364.

dari timur dan tenggelam di barat, maka posisi terbit dan terbenamnya Matahari itu memiliki kecenderungan ke arah utara atau selatan. Posisi Matahari dalam istilah Astronomi disebut deklinasi Matahari.¹⁰¹

Deklinasi Matahari yang selalu berubah mengakibatkan jarak zenith Matahari saat kulminasi juga ikut berubah.¹⁰² Hal ini juga berpengaruh pada panjang bayangan tongkat di setiap harinya. Pada saat menentukan lintang dan bujur ketika zawal (Matahari berkulminasi dan sejajar dengan meridian langit) di masing-masing tempat, bagi daerah yang (sedang berada di sebelah utara Matahari, dalam artian lintang tempat daerah tersebut lebih besar dari nilai deklinasi Matahari), secara otomatis bayangan tongkat akan mengarah pada arah utara. Sebaliknya, bagi daerah yang (sedang berada di sebelah selatan Matahari, dalam artian nilai lintang tempatnya lebih sedikit dari nilai deklinasi Matahari), secara otomatis bayangan tongkat akan mengarah ke arah selatan. Nilai deklinasi Matahari pada saat itu akan membantu mengetahui nilai lintang tempat, yakni dengan mengetahui nilai jarak zenith matahari saat berkulminasi terlebih dahulu,

¹⁰¹ Deklinasi Matahari adalah jarak dari suatu benda langit ke equator langit yang diukur melalui lingkaran waktu. Lihat Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1*, Cet I, Semarang : Program Pascasarjana UIN Walisongo, 2011, h.54.

¹⁰² *Ibid*, h. 56.

kemudian mengurangkan jarak zenith Matahari dengan deklinasi Matahari.

Menurut M. Sayuti Ali, jarak zenit Matahari dapat ditentukan dengan cara yang amat sederhana, yaitu dengan memancangkan sebuah tongkat secara tegak lurus pada suatu bidang yang datar, dan mengukur tinggi tongkat serta panjang bayang-bayangnya, jika tongkat itu disinari Matahari, panjang bayang-bayang dibagi dengan tinggi tongkat menghasilkan contangens tinggi Matahari.¹⁰³ Dalam hal ini, yang agak sulit adalah menentukan secara tepat tempat jatuhnya bayang-bayang ujung tongkat, karena ujung bayang-bayang tidak tajam kelihatannya. Oleh karena itu harus cermat dan teliti dalam membidik panjang bayangan Matahari.

Dengan mengetahui jarak zenith Matahari dan deklinasi Matahari, data tersebut dapat dipergunakan untuk mengetahui lintang tempat. Selanjutnya untuk mengetahui posisi observasi berada di lintang selatan atau di lintang utara dalam konsep *I-zun Dial* ditambahkan suatu ketentuan yang belum diungkapkan dalam kajian sebelumnya, yaitu apabila bayangan mengarah ke selatan, maka untuk mengetahui

¹⁰³M. Sayuthi Ali, *Ilmu Falak...*, h. 94.

lintang tempatnya dengan cara mengurangi deklinasi Matahari dengan zenit Matahari. Sedangkan apabila posisi bayangan Matahari mengarah ke utara, maka mengetahui lintang tempatnya yaitu menambahkan deklinasi Matahari dengan zenit Matahari.¹⁰⁴ Dalam kajian sebelum-sebelumnya hal tersebut belum diungkapkan. Jadi, ini mungkin merupakan konsep baru dalam menentukan lintang dan bujur tempat dengan *I-zun Dial*.

Apabila bayangan berada di sebelah selatan, maka :

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

Dan apabila bayangan berada di sebelah utara, maka :

$$\text{Lintang Tempat} = \text{Deklinasi Matahari} + \text{ZM}$$

Dalam kajian sebelumnya, Abd. Rachim misalnya penjelasan untuk menentukan nilai lintang tempatnya apakah positif (lintang utara) atau negatif (lintang selatan) masih belum tuntas. Dalam bukunya berjudul Ilmu Falak, setelah mengetahui nilai jarak zenith Matahari dia mengungkapkan ada dua kemungkinan yang harus diperhitungkan. Pertama apabila nilai jarak zenith Matahari dianggap negatif, kedua

¹⁰⁴ M. Ihtirozun Ni'am, *Buku Panduan I-zun Dial...*, h. 5.

apabila nilai jarak zenith Matahari dianggap positif. Apabila tempat berada di sebelah selatan equator, maka hasil dari perhitungan yang bernilai negatiflah yang dipakai. Dan apabila tempat berada di sebelah utara equator, maka hasil perhitungan yang bernilai positiflah yang dipakai.¹⁰⁵ Hal ini akan menjadi persoalan apabila seseorang memang sama sekali tidak tahu nilai koordinat lintang tempat tersebut, apakah di lintang utara atau di lintang selatan. Maka dari itu, konsep yang ditawarkan Abd. Rachim ini masih membutuhkan instrumen tambahan untuk memperjelasnya.

Sebagaimana nilai lintang, nilai bujur suatu tempat juga bisa diperoleh dari *Almanak*. Jika di sana tidak ditemukan maka nilai bujur dapat ditentukan dengan mencari selisih waktu lokal tempat itu (*local mean time*) dengan waktu daerah atau zona yang sudah diketahui bujur tempatnya, misalnya Waktu Indonesia Barat harga bujur tempatnya 105° . Selanjutnya kalikan selisih waktu tersebut dengan angka 15 untuk memperoleh konversinya dalam satuan derajat, menit dan detik busur. Jika selisih derajat, menit dan detik ini dikurangkan pada bujur waktu daerah itu tadi, maka akan didapat nilai bujur untuk tempat tersebut.

¹⁰⁵ Abd. Rachim, *Ilmu Falak*, Yogyakarta : Liberty, 1983, h.76.

Berdasarkan perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa penentuan titik koordinat Bumi dengan menggunakan *I-zun Dial* sejatinya menggunakan sistem kerja dari konsep astronomi.

2. Analisis Praktek Pengukuran *I-zun Dial*

Pengukuran merupakan pengamatan terhadap suatu besaran yang dilakukan dengan menggunakan peralatan dalam suatu lokasi dengan beberapa keterbatasan tertentu.¹⁰⁶ Oleh karena itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh peneliti dalam penggunaan dan pengaplikasian *I-zun Dial*, mengingat *I-zun Dial* merupakan instrumen falak non optik yang penggunaannya tidak terlepas dari kesalahan manusia (human eror). Dari hasil pengamatan, faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah :

a. Kedataran Tempat

I-zun Dial yang sudah terpasang dan siap untuk digunakan harus benar-benar dalam posisi datar, sehingga dalam penggunaan *I-zun Dial* membutuhkan alat bantu waterpass atau aplikasi waterpass untuk memverifikasi kedataran tempat. Jika *I-zun Dial* tidak datar maka akan

¹⁰⁶ Aditya Rakhman, “Definisi Pengukuran dan Penilaian Menurut Para Ahli”, <https://mahasiswaupiserang.wordpress.com/2010/09/27/definisi-pengukuran-dan-penilaian-menurut-para-ahli/>, di akses pada tanggal 11 April 2016 pukul 16.00 WIB.

berpengaruh pada posisi dan kemiringan antara *gnomon* sebagai penunjuk panjang bayangan Matahari dan bidang dial sebagai penanda panjang bayangan yang ditunjukkan oleh bayangan Matahari tersebut.

b. Terjangkau sinar Matahari

Tempat untuk melakukan pengamatan adalah di tempat terbuka yang terjangkau oleh sinar Matahari karena *I-zun Dial* sendiri sistem kerja utamanya memanfaatkan bayangan Matahari. misalnya di pelataran dan lapangan.

c. Standar Jam

Sebelum melakukan pengamatan, pengamat perlu menyeting jam terlebih dahulu. Jam yang di pakai sebaiknya sudah standar dan akurat agar waktu yang ditampilkan bisa sampai pada detik. Untuk mendapatkan waktu yang akurat bisa melihat pada *Global Positioning System* (GPS), dapat juga menggunakan internet [http://www. greenwhichmeantime. com](http://www.greenwhichmeantime.com), atau melihat pada Laptob/notebook yang kita gunakan.

d. Panjang bayangan

Penulisan hasil panjang bayangan Matahari harus tepat. Misal 4,3 cm jangan hanya ditulis 4 cm, karena akan berpengaruh terhadap hasil perhitungan.

3. Analisis Konstruksi *I-zun Dial*

I-zun Dial, karya rancangan Izun ini mempunyai beberapa komponen, di antaranya:

a. Bidang Dial

Bidang dial *I-zun Dial* berbentuk persegi dengan panjang sisi 20 x 20 cm dan mempunyai *gnomon* (tongkat) yang bisa dipasang dan dilepas, seperti yang dilansir pada bab sebelumnya *I-zun Dial* juga mempunyai bidang dial yang membuat observasi atau pengambilan data menjadi lebih mudah, tanpa membutuhkan instrumen lainnya. Katakan dalam mengukur panjang bayangan yang muncul, dengan memakai *I-zun Dial* tidak lagi membutuhkan penggaris, karena dalam bidang dialnya sudah disediakan garis-garis untuk mengukur bayangannya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan perancang *I-zun Dial*, alat ini sengaja didesain dengan bentuk persegi, bukan lingkaran dengan tujuan bisa dipakai untuk melokalisir objek rukyah atau benda langit, sehingga menjadikannya berbeda dengan alat-alat sebelumnya.

b. Akrilik

Pemilihan bahan yang digunakan dalam pembuatan *I-zun Dial* terbuat dari bahan dasar akrilik.

Karena akrilik ini merupakan bahan yang tembus pandang, dalam penangkapan bayangan matahari terkadang kurang jelas. Maka sebaiknya dilapisi kertas di bawahnya agar bayangan yang dihasilkan bisa terlihat dengan jelas.

Kelebihan menggunakan bahan dari akrilik ini tidak mudah tergores, jika tergorespun perawatannya mudah dan praktis untuk di bawa. Di samping itu, dengan menggunakan akrilik ini alat ini bisa dipakai untuk mengamati hilal saat rukyah karena tembus pandang.

c. Ukuran satuan

Satuan yang dipakai dalam *I-zun Dial* ini tidak memakai satuan derajat ($^{\circ}$), namun memakai satuan cm. Sehingga apabila dipakai untuk keperluan menghitung azimuth matahari, azimuth kiblat, atau hal-hal lainnya yang memakai satuan derajat perlu dirubah terlebih dahulu nilai dalam derajat itu ke dalam satuan cm dengan konsep perhitungan segitiga. Dengan demikian, penghapusan nilai derajat atau menit bisa lebih diminimalisir.

Dan dalam penulisan panjang bayangan Matahari harus jelas satuan milimeternya, sebisa mungkin tepat melihat berapa panjang bayangannya. Misal panjangnya

4,3 cm, jangan ditulis 4 cm, sebaiknya di tulis sesuai dengan panjang yang ditunjukkan oleh *gnomon*.

B. Analisis Akurasi *I-zun Dial* dalam Penentuan Titik Koordinat Tempat

Ketelitian atau kecermatan *I-zun Dial* dalam penentuan titik koordinat sangat jelas berbeda dengan GPS Garmin Maps76 CSX karena pemanfaatan GPS dalam menentukan titik koordinat merupakan pemanfaatan keilmuan geodesi. Sebagaimana yang dipaparkan oleh Krakiwsky mengklasifikasi ilmu geodesi menjadi 3 yaitu penentuan posisi, penentuan medan gaya berat dan variasi temporal dari posisi medan gaya berat. *GPS Garmin Maps76 CSX* merupakan geodesi satelit.¹⁰⁷ Geodesi satelit termasuk pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bidang-bidang aplikasi baru yang dikenal selain dari geodesi kelautan dan geodesi geofisik. Dalam hal ini fungsi *GPS Garmin Maps76 CSX* sebagai patokan atau parameter hasil perhitungan titik koordinat yang dihasilkan oleh *I-zun Dial*.

Akurasi merupakan ketepatan, kecermatan, ketelitian, kejitian dan keakuratan.¹⁰⁸ Dalam hal ini adalah pengujian

¹⁰⁷Anisah Budiwati, *Kajian Tongkat...*, h. 115.

¹⁰⁸M.dahlan Y. al-Barry dan L. Lya Sofyan Yacub, 2003, *Kamus Istilah Popular*, Surabaya: Target Press, h. 26.

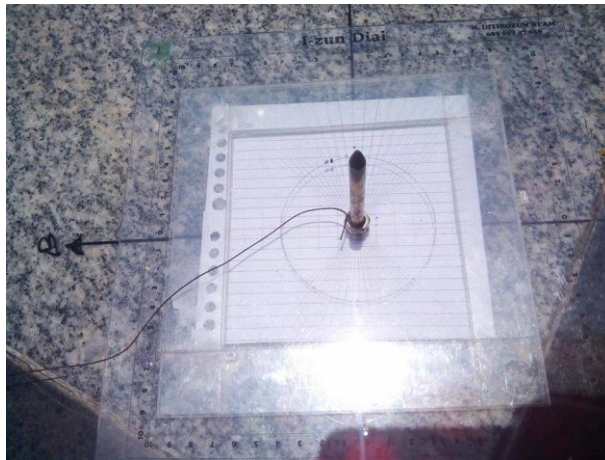
keakuratan, ketelitian, kecermatan *I-zun Dial* sebagai instrumen baru sebagai perangkat aplikatif dan praktis dalam menentukan titik koordinat dibandingkan peralatan lain. Secara fungsional, kegunaan *I-zun Dial* sama dengan GPS yaitu untuk menentukan titik koordinat suatu tempat. Oleh karena itu, penulis mencoba menguji keakuratan *I-zun Dial* dengan instrumen falak modern yang memiliki keakurasian dan ketelitian yang mumpuni yaitu *GPS Garmin Maps76 CSX*. Dalam perhitungan arah kiblat diperlukan perhitungan yang data-datanya akurat untuk menghasilkan hasil perhitungan yang benar-benar akurat pula, sehingga perlu untuk menganalisis terlebih dahulu sejauh mana keakurasian data-data pendukung tersebut, terutama data titik koordinat.

Dalam rangka menguji keakurasian *I-zun Dial* dalam penentuan titik koordinat tempat maka perlu diadakan penelitian di suatu tempat. Penulis melakukan pengamatan di tempat terbuka, yaitu:

1. Hasil perhitungan Lintang dan Bujur tempat dengan *I-zun Dial* dan *GPS Garmin 76 CSX* pada tanggal 20 Maret 2016 di Masjid Agung Jawa Tengah tepatnya di payung ketiga dari sebelah timur. Penelitian pertama ialah mencari *true north* pada lokasi yang kita teliti. Jika arah Matahari sudah

tepat pada titik utara atau selatan, maka pada waktu itu lah waktu kulminasi setempat. Pengamatan dilakukan dengan menandai bayangan dari panjang tongkat sepanjang 8,3 cm.

Gambar 4.1 di bawah ini merupakan hasil pengamatan titik kulminasi tempat pada hari Minggu, 20 Maret 2016 terjadi pada pukul 11: 45: 38 dengan menggunakan *I-zun Dial*. Perhitungan dari pengamatan ini yaitu :



Gambar 4.1. Hasil Pengamatan di MAJT

Tabel 4. 1. Hasil data perhitungan lintang di Masjid Agung Jawa Tengah

Output Data	Perhitungan
Panjang tongkat	8,3 cm
Panjang bayangan	1 cm
ZM (jarak Zenith - Matahari)	$6^{\circ} 52' 11,97''$
Deklinasi	$0^{\circ} 0' 12,79''$
Lintang (<i>I-zun Dial</i>)	$-06^{\circ} 51' 59,18''$

Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini:

Data :

$$\text{Waktu kulminasi tempat} = 11:45:38 \text{ WIB}^{109}$$

$$\text{Panjang } gnomon = 8,3 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang bayangan} = 1 \text{ cm}^{110}$$

$$\text{Deklinasi Matahari} = 0^{\circ} 0' 12,79''$$

$$\text{Tan Zenith (Z-M)} = \text{P. Bayangan} : \text{P. } Gnomon$$

$$= 1 \text{ cm} : 8,3 \text{ cm}$$

$$= 6^{\circ} 52' 11,97''$$

¹⁰⁹Sebaiknya agar lebih akurat, waktu yang dipakai sampai ketelitian 0,00 detik.

¹¹⁰Sebaiknya agar lebih akurat, skala dalam bidang dial bisa lebih diperjelas lagi dalam skala 0,001 cm kalau memungkinkan.

Karena bayangan yang dihasilkan di sebelah selatan, maka :

$$\begin{aligned}\text{Lintang tempat} &= \text{Deklinasi Matahari} - \text{ZM} \\ &= 0^{\circ} 0' 12,79'' - 6^{\circ} 52' 11,97'' \\ &= -6^{\circ} 51' 59,18''\end{aligned}$$

Kemudian penulis melakukan pengamatan untuk memperoleh bujur tempat dengan mengetahui waktu kulminasi tempat.

Tabel 4. 2 Hasil data perhitungan di Masjid Agung Jawa Tengah

Output data	Hasil perhitungan
Equation of time	$-0^{\circ} 7' 24,24''$
Waktu kulminasi daerah	$12^{\circ} 07' 24,24''$
Bujur tempat (<i>I-zun Dial</i>)	$110^{\circ} 27' 48,6''$

Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini :

$$\begin{aligned}\text{Equation of time (e)} &= -0^{\circ} 7' 24,24'' \\ \text{Waktu kulminasi daerah (WKD)} &= 12 - e \\ &= 12 - (-0^{\circ} 7' 24,24'') \\ &= 12^{\circ} 07' 24,24''\end{aligned}$$

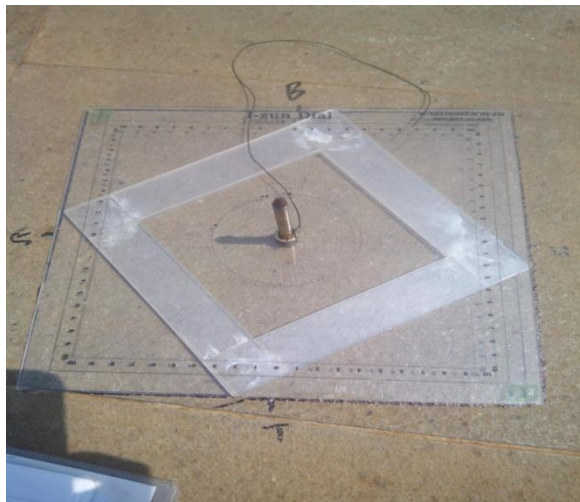
$$\begin{aligned}\text{Bujur tempat} &= \text{BD} + ((\text{WKD} - \text{WKT}) \times 15) \\ &= 105^{\circ} + ((12^{\circ} 07' 24,24'' - 11^{\circ} 45' 33'') \times 15) \\ &= 110^{\circ} 27' 48,6''\end{aligned}$$

Perbedaan tersebut akan lebih jelas sebagaimana tabel berikut ini :

Tabel 4.3. selisih koordinat GPS dan *I-zun Dial* MAJT Semarang

Koordinat Masjid Agung Jawa Tengah			
Nilai	GPS	<i>I-zun Dial</i>	Selisih
Lintang Tempat	-06° 59' 1,8"	-06° 51' 59,18"	00° 7' 2,62"
Bujur Tempat	110° 26' 44,7"	110° 27' 48,6"	00° 01' 3,9"

2. Hasil perhitungan Lintang dan Bujur tempat dengan *GPS Garmin 76 CSX* dan *I-zun Dial* pada tanggal 9 Mei 2016 di BSB Semarang.



Gambar 4.2. Hasil Pengamatan di BSB Semarang

Gambar di atas merupakan hasil pengamatan titik kulminasi tempat pada hari Senin, 9 Mei 2016 terjadi

pada pukul 11: 35: 10 dengan menggunakan *I-zun Dial*.
Perhitungan dari pengamatan ini yaitu :

Tabel 4. 4. Hasil data perhitungan lintang di
BSB Semarang

Output Data	Perhitungan
Panjang tongkat	8,3 cm
Panjang bayangan	3,8 cm
ZM (jarak Zenith - Matahari)	$24^{\circ} 35' 59,25''$
Deklinasi	$17^{\circ} 27' 47,44''$
Lintang (<i>I-zun Dial</i>)	$-07^{\circ} 08' 11,81''$

Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini:

Data :

Waktu kulminasi tempat = 11: 35: 10 WIB

Panjang *gnomon* = 8,3 cm

Panjang bayangan = 3,8 cm

Deklinasi Matahari = $17^{\circ} 27' 47,44''$

Tan Zenith (Z-M) = P. Bayangan : P. *Gnomon*
= 3,8 cm : 8,3 cm
= $24^{\circ} 35' 59,25''$

Karena bayangan yang dihasilkan di sebelah selatan, maka :

Lintang tempat = Deklinasi Matahari – ZM
= $17^{\circ} 27' 47,44'' - 24^{\circ} 35' 59,25''$
= $-7^{\circ} 08' 11,81''$

Kemudian penulis melakukan pengamatan untuk memperoleh bujur tempat dengan mengetahui waktu kulminasi tempat.

Tabel 4. 5. Hasil data perhitungan di BSB Semarang

Output data	Hasil perhitungan
Equation of time	$0^{\circ} 3' 33,59''$
Waktu kulminasi daerah	$11^{\circ} 56' 26,41''$
Bujur tempat (<i>I-zun Dial</i>)	$110^{\circ} 19' 6,15''$

Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini:

$$\text{Equation of time (e)} = 0^{\circ} 3' 33,59''$$

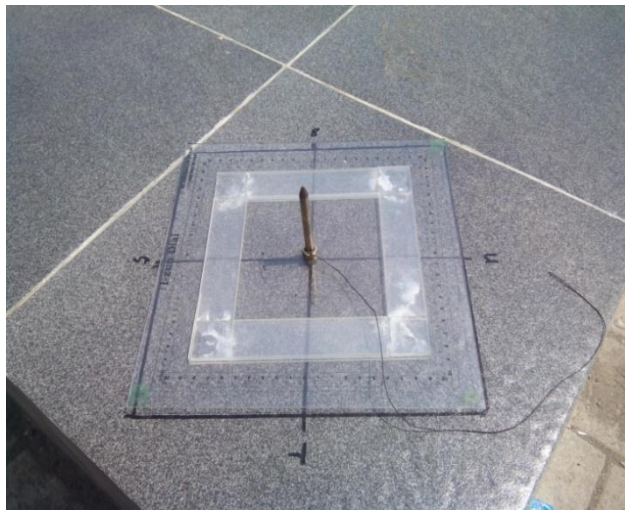
$$\begin{aligned} \text{Waktu kulminasi daerah (WKD)} &= 12 - e \\ &= 12 - 0^{\circ} 3' 33,59'' \\ &= 11^{\circ} 56' 26,41'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bujur tempat} &= \text{BD} + ((\text{WKD} - \text{WKT}) \times 15) \\ &= 105^{\circ} + ((11^{\circ} 56' 26,41'' - 11^{\circ} 35' 10'') \times 15) \\ &= 110^{\circ} 19' 6,15'' \end{aligned}$$

Tabel 4.6. Selisih koordinat GPS dan *I-zun Dial*
BSB Semarang

Koordinat BSB Semarang			
Nilai	GPS	<i>I-zun Dial</i>	Selisih
Lintang Tempat	-07° 01' 35"	-07° 08' 11,81"	00° 06' 36,81"
Bujur Tempat	110° 20' 04,8"	110° 19' 6,15"	00° 00' 58,65"

3. Hasil perhitungan Lintang dan Bujur tempat dengan *GPS Garmin 76 CSX* dan *I-zun Dial* pada tanggal 10 Mei 2016 di samping UKM Kampus 2 UIN Walisongo Semarang.



Gambar 4.3. Hasil Pengamatan di Samping UKM
Kampus 2

Gambar di atas merupakan hasil pengamatan titik kulminasi tempat pada hari Selasa, 10 Mei 2016 terjadi pada pukul 11: 35: 00 dengan menggunakan *I-zun Dial*. Perhitungan dari pengamatan ini yaitu :

Tabel 4. 7. Hasil data perhitungan lintang di samping UKM Kampus 2 UIN Walisongo Semarang.

Output Data	Perhitungan
Panjang tongkat	8,3 cm
Panjang bayangan	3,8 cm
ZM (jarak Zenith - Matahari)	$24^{\circ} 35' 59,25''$
Deklinasi	$17^{\circ} 43' 30,75''$
Lintang (<i>I-zun Dial</i>)	$-06^{\circ} 52' 28,5''$

Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini:

Data :

Waktu kulminasi tempat = 11: 35 WIB

Panjang *gnomon* = 8,3 cm

Panjang bayangan = 3,8 cm

Deklinasi matahari = $17^{\circ} 43' 30,75''$

Tan Zenith (Z-M) = P. Bayangan : P. *Gnomon*

= 3,8 cm : 8,3 cm

= $24^{\circ} 35' 59,25''$

Karena bayangan yang dihasilkan di sebelah selatan,
maka :

$$\begin{aligned}\text{Lintang tempat} &= \text{Deklinasi Matahari} - \text{ZM} \\ &= 17^{\circ} 43' 30,75'' - 24^{\circ} 35' 59,25'' \\ &= -06^{\circ} 52' 28,5''\end{aligned}$$

Kemudian penulis melakukan pengamatan untuk memperoleh bujur tempat dengan mengetahui waktu kulminasi tempat.

Tabel 4. 8. Hasil data perhitungan di samping
Gedung UKM Kampus 2 UIN Walisongo
Semarang.

Output data	Hasil perhitungan
Equation of time	$0^{\circ} 3' 36''$
Waktu kulminasi daerah	$11^{\circ} 56' 24''$
Bujur tempat (<i>I-zun Dial</i>)	$110^{\circ} 20' 60''$

Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini :

$$\begin{aligned}\text{Equation of time (e)} &= 0^{\circ} 3' 36'' \\ \text{Waktu kulminasi daerah (WKD)} &= 12 - e\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 12 - 0^{\circ} 3' 36'' \\
 &= 11^{\circ} 56' 24'' \\
 \text{Bujur tempat} &= \text{BD} + ((\text{WKD} - \text{WKT}) \times 15) \\
 &= 105^{\circ} + ((11^{\circ} 56' 24'' - 11^{\circ} 35') \times 15) \\
 &= 110^{\circ} 20' 60''
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9. Selisih GPS dan *I-zun Dial* Gedung UKM kampus 2 UIN Walisongo Semarang

Koordinat samping Gedung UKM Kampus 2 UIN Walisongo Semarang.			
Nilai	GPS	<i>I-zun Dial</i>	Selisih
Lintang Tempat	-06° 59' 25,1''	-06° 52' 28,5''	00° 06' 56,6''
Bujur Tempat	110° 21' 05,1''	110° 20' 60''	00° 00' 5,1''

4. Hasil perhitungan Lintang dan Bujur tempat dengan *GPS Garmin 76 CSX* dan *I-zun Dial* pada tanggal 11 Mei 2016 di samping Audit I Kampus 1 UIN Walisongo Semarang.



Gambar 4.4. Hasil Pengamatan di Samping Audit I Kampus 1

Gambar di atas merupakan hasil pengamatan titik kulminasi tempat pada hari Rabu, 11 Mei 2016 terjadi pada pukul 11: 34: 45 dengan menggunakan *I-zun Dial*.

Perhitungan dari pengamatan ini yaitu :

Tabel 4.10. Hasil data perhitungan lintang di samping Audit I Kampus 1 UIN Walisongo Semarang.

Output Data	Perhitungan
Panjang tongkat	8,3 cm
Panjang bayangan	3,85 cm
ZM (jarak Zenith - Matahari)	$24^{\circ} 53' 04,14''$
Deklinasi	$17^{\circ} 58' 57''$
Lintang (<i>I-zun Dial</i>)	$-06^{\circ} 54' 07,14''$

Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini

Data :

Waktu kulminasi tempat = 11: 34 WIB

Panjang *gnomon* = 8,3 cm

Panjang bayangan = 3,85 cm

Deklinasi matahari = $17^{\circ}58' 57''$

Tan Zenith (Z-M) = P. Bayangan : P. *Gnomon*
 = 3,8 cm : 8,3 cm
 = $24^{\circ} 53' 04,14''$

Karena bayangan yang dihasilkan di sebelah selatan, maka :

Lintang tempat = Deklinasi Matahari – ZM
 = $17^{\circ}58' 57'' - 24^{\circ}53' 04,14''$
 = $-06^{\circ} 54' 07,14''$

Kemudian penulis melakukan pengamatan untuk memperoleh bujur tempat dengan mengetahui waktu kulminasi tempat.

Tabel 4.11. Hasil data perhitungan di samping Audit I Kampus 1UIN Walisongo Semarang.

Output data	Hasil perhitungan
Equation of time	$0^{\circ} 3' 37''$
Waktu kulminasi daerah	$11^{\circ} 56' 23''$
Bujur tempat (<i>I-zun Dial</i>)	$110^{\circ}24' 30''$

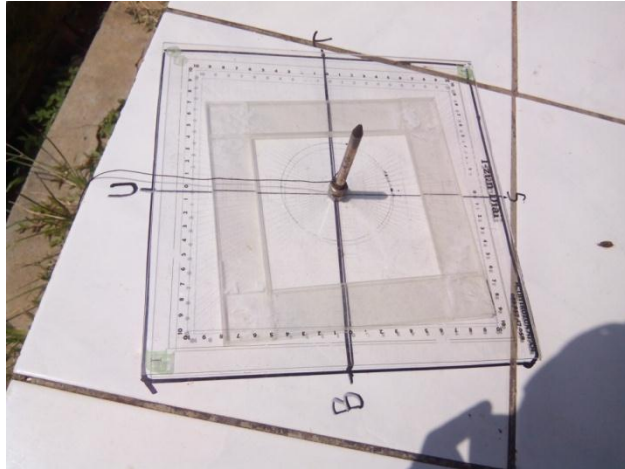
Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini

$$\begin{aligned}
 \text{Equation of time (e)} &= 0^{\circ} 3' 37'' \\
 \text{Waktu kulminasi daerah (WKD)} &= 12 - e \\
 &= 12 - 0^{\circ} 3' 37'' \\
 &= 11^{\circ} 56' 30'' \\
 \text{Bujur tempat} &= \text{BD} + ((\text{WKD} - \text{WKT}) \times 15) \\
 &= 105^{\circ} + ((11^{\circ} 56' 30'' - 11^{\circ} 34') \times 15) \\
 &= 110^{\circ} 24' 30''
 \end{aligned}$$

Tabel 4.12. Selisih koordinat GPS dan *I-zun Dial* Audit I Kampus 1 UIN Walisongo Semarang.

Koordinat samping Audit I Kampus 1 UIN Walisongo Semarang.			
Nilai	GPS	<i>I-zun Dial</i>	Selisih
Lintang Tempat	-06° 59' 14,2''	-06° 54' 7,14''	00° 05' 07,06''
Bujur Tempat	110° 21' 30,8''	110° 24' 30''	00° 02' 59,2''

5. Hasil perhitungan Lintang dan Bujur tempat dengan *GPS Garmin 76 CSX* dan *I-zun Dial* pada tanggal 12 Mei 2016 di samping Perpustakaan Universitas Kampus 3 UIN Walisongo Semarang.



Gambar 4.5 Hasil pengamatan di samping Perpustakaan Kampus 3

Gambar di atas merupakan hasil pengamatan titik kulminasi tempat pada hari Kamis, 12 Mei 2016 terjadi pada pukul 11: 35 dengan menggunakan *I-zun Dial*.

Perhitungan dari pengamatan ini yaitu :

Tabel 4.13. Hasil data perhitungan lintang di samping Perpustakaan Universitas Kampus 3 UIN Walisongo Semarang.

Output Data	Perhitungan
Panjang tongkat	8,3 cm
Panjang bayangan	3,9 cm
ZM (jarak Zenith - Matahari)	$25^{\circ} 10' 4,33''$
Deklinasi	$18^{\circ} 14' 4,58''$
Lintang (<i>I-zun Dial</i>)	$-06^{\circ} 55' 59,75''$

Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini:

Data :

Waktu kulminasi tempat = 11: 35 WIB

Panjang *gnomon* = 8,3 cm

Panjang bayangan = 3,9 cm

Deklinasi Matahari = $18^{\circ} 14' 4,58''$

Tan Zenith (Z-M) = P. Bayangan : P. *Gnomon*
 = 3,9 cm : 8,3 cm
 = $25^{\circ} 10' 4,33''$

Karena bayangan yang dihasilkan di sebelah selatan, maka :

Lintang tempat = Deklinasi Matahari – ZM
 = $18^{\circ} 14' 4,58'' - 25^{\circ} 10' 4,33''$
 = $-06^{\circ} 55' 59,75''$

Kemudian penulis melakukan pengamatan untuk memperoleh bujur tempat dengan mengetahui waktu kulminasi tempat.

Tabel 4.14. Hasil data perhitungan bujur di samping Perpustakaan Universitas Kampus 3 UIN Walisongo Semarang.

Output data	Hasil perhitungan
Equation of time	$0^{\circ} 3' 39''$
Waktu kulminasi daerah	$11^{\circ} 56' 21''$
Bujur tempat (<i>I-zun Dial</i>)	$110^{\circ} 20' 15''$

Hasil tabel pengamatan di atas diperoleh dari perhitungan di bawah ini :

$$\text{Equation of time (e)} = 0^{\circ} 3' 39''$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kulminasi daerah (WKD)} &= 12 - e \\ &= 12 - 0^{\circ} 3' 39'' \\ &= 11^{\circ} 56' 21'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bujur tempat} &= \text{BD} + ((\text{WKD} - \text{WKT}) \times 15) \\ &= 105^{\circ} + ((11^{\circ} 56' 21'' - 11^{\circ} 35') \times 15) \\ &= 110^{\circ} 20' 15'' \end{aligned}$$

Tabel 4.15. Selisih koordinat GPS dan *I-zun Dial* samping Perpustakaan Universitas kampus 3 UIN Walisongo Semarang.

Koordinat samping Perpustakaan Universitas Kampus 3 UINWalisongo Semarang			
Nilai	GPS	<i>I-zun Dial</i>	Selisih
Lintang Tempat	-06° 59' 29,1''	-06° 55' 59,75''	00° 03' 29,35''
Bujur Tempat	110° 20' 57,5''	110° 20' 15''	00° 00' 42,5''

Dari beberapa pengamatan koordinat di atas yaitu di Masjid Agung Jawa Tengah Semarang, BSB Semarang, samping gedung UKM kampus2 UIN Walisongo, samping Audit kampus 1 UIN Walisongo Semarang dan belakang Perpustakaan kampus 3 UIN Walisongo Semarang menunjukkan selisih perbedaan satuan menit lintang tempat dan bujur tempat antara hasil pengamatan *I-zun Dial* dan GPS.

Keakuratan yang dibutuhkan dalam perhitungan tergantung pada tujuannya.¹¹¹ Untuk mengetahui akurasi *I-zun Dial* ini penulis melakukan perhitungan azimuth kiblat seperti hasil yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

¹¹¹ Ing. Khafid, *Terjemahan Astronomical Algorithms Jean Meeus*, modul kuliah Astronomi Pascasarjana, tp, tt, hlm. 19.

Tabel 4.16. Hasil selisih azimuth kiblat GPS dan *I-zun Dial*

Nama Tempat	GPS	<i>I-zun Dial</i>	Selisih
MAJT Semarang	294° 29' 38,08"	294° 28' 33,01"	00° 01' 5,7"
BSB Semarang	294° 31' 50,04"	294° 33' 42,8"	00° 01' 52,43"
Gedung UKM kampus 2	294° 31' 4,03"	294° 29' 21,4"	00° 01' 42,63"
Audit kampus 1	294° 30' 55,3"	294° 28' 57,1"	00° 01' 58,2"
Perpustakaan kampus 3	294° 31' 6,8"	294° 30' 24,6"	00° 00' 42,2"

Dari analisis *I-zun Dial* dan GPS secara eksperimen tersebut di atas, data yang ditampilkan dari keduanya hanya berbeda pada nilai menitnya saja. Ketika data koordinat yang dihasilkan oleh GPS dan *I-zun Dial* diaplikasikan dalam perhitungan arah kiblat seperti tabel 4.16 di atas, selisih nilai azimuth kiblatnya masih dalam batasan toleransi.

Berdasarkan perhitungan Ing. Khafid, apabila pinggiran paling utara atau paling selatan kota Mekah berjarak 6 km dari Ka'bah, maka untuk mengarahkan masjid-masjid di Indonesia ke arah Mekah dibutuhkan ketelitian maksimal 3 menit busur.¹¹² Oleh karena itu, penggunaan *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat tempat cukup mendekati hasil arah kiblat yang tidak keluar dari kota Mekah.

¹¹²Ing. Khafid, *Telaah Pedoman Baku Hisab Arah Kiblat*, Cibinong: Badan Informasi Geospasial, 2013, hlm. 16.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa pembahasan dan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat peneliti simpulkan sebagai berikut :

1. Dalam penentuan lintang tempat, rumus yang digunakan *I-zun Dial* lebih praktis, untuk mengetahui posisi observasi berada di lintang selatan atau di lintang utara dalam konsep *I-zun Dial* ditambahkan suatu ketentuan baru yang belum diungkapkan dalam kajian sebelumnya. Sedangkan untuk penggunaan *I-zun Dial* perlu adanya ketelitian bagi pengamat mengingat *I-zun Dial* merupakan instrumen falak non optik yang penggunaannya tidak terlepas dari kesalahan manusia (*human error*) yaitu: kedataran tempat, tempat yang terjangkau sinar matahari, jam standar, dan pembidikan panjang bayangan.
2. Secara eksperimen, data koordinat tempat yang ditampilkan *I-zun Dial* dan GPS terbukti selisih di antara keduanya hanya berbeda pada nilai menitnya saja. Selanjutnya data koordinat yang dihasilkan oleh GPS dan *I-zun Dial*

diaplikasikan dalam perhitungan arah kiblat, selisih nilai azimuth kiblatnya masih dalam batasan toleransi. Oleh karena itu, penggunaan *I-zun Dial* dalam menentukan titik koordinat tempat bisa dikatakan akurat, karena data yang ditampilkan mendekati hasil arah kiblat yang tidak keluar dari kota Mekkah.

B. Saran

Ada beberapa hal yang bisa dijadikan masukan, di antaranya:

1. *I-zun Dial* merupakan instrumen falak praktis non optik yang belum dikenal oleh banyak masyarakat awam. Perlu untuk perguruan tinggi dan civitas akademika mensosialisasikan bahwa *I-zun Dial* sebagai alat alternatif menentukan lintang dan bujur suatu tempat yang cukup akurat.
2. Dalam pemilihan bahan pembuatan *I-zun Dial* akan lebih sempurna jika komponen bahan yang dipilih adalah akrilik yang lebih tebal agar bayangan Matahari dapat terlihat dengan jelas, sehingga mempermudah pengamat dalam melakukan pembedikan bayangan Matahari.

C. Penutup

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah swt. Pencipta dan Penguasa alam semesta. Dan dengan rahmat-Nya penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Meskipun berusaha dengan maksimal, penulis yakin masih banyak kekurangan pada skripsi ini. Namun demikian penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya baik dari kalangan falak maupun awam dari ilmu falak.

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

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin Z, *Geodesi Satelit*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2001.
- _____, “ *GPS Positioning dan Surveying* “, Geodesy Reseach Division, Institute of Technology Bandung, 2007.
- Adieb, Muhammad, “*Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini karya Slamet Hambali dengan Theodolite.*”, Skripsi, Semarang: UIN Walisongo, 2014.
- Agama RI, Departemen, *Mushaf Al-Qur'an dan Terjemah Spesial For Woman*, Bandung: PT. Sygma Examedia Arkanleema, 2008.
- Anugraha, Rinto, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Lab FMIPA UGM Yogyakarta, 2012.
- Arikunto, Suharsimi, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta: PT Rineka Cipta, cet. XII, 2002.
- Azhari, Susiknan, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- Azwar, Saifuddin, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet IV, 2004.
- Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama RI, Direktorat Jenderal, *Almanak Hisab Rukyat*, 2010.
- BIMSYAR dan Hisab Rukyat Kemenag RI, Sub Direktorat, *Ilmu Falak Praktik*, Jakarta: Sub Direktorat BIMSYAR dan Hisab Rukyat Kemenag RI, Cet I, 2013.

Budiwati, Anisah, “*Kajian Tongkat Istiwa’ dalam Penentuan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth)*”, Tesis, Semarang: IAIN Walisongo, 2013.

Faisal Fahmi, Ahmad, *Komparasi GPS Garmin 60 dan Google Earth*, Makalah, Semarang: UIN Walisongo, 2015.

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

Hambali, Slamet, *Pengantar Ilmu Falak*, Semarang: Etose Digital Publishing, 2012.

Hasan, Iqbal, *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*, Bogor: Ghalia Indonesia, 2002.

Ihtirozun Ni’am, Muhammad, *Buku Panduan I-zun Dial: Titik Koordinat Lintang dan Bujur Tempat*, tp, 2016.

_____, *Buku Panduan I-zun Dial: Arah Kiblat*, Jilid 1, tp, 2016.

Ing. Khafid, *Terjemahan Astronomical Algorithms Jean Meeus*, modul kuliah Astronomi Pascasarjana, tp, tt.

_____, *Telaah Pedoman Baku Hisab Arah Kiblat*, Cibinong: Badan Informasi Geospasial, 2013.

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

JA List, GW Harrison, "Field Experiments" *Journal of Economic Literature*. Vol. XLII, 2004.

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

Khazin, Muhyiddin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, Yogyakarta: Buana Pustaka. 2005.

_____, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.

M.dahlan Y. al-Barry dan L. Lya Sofyan Yacub, *Kamus Istilah Popular*, Surabaya: Target Press, 2003.

Ma'ruf, Nur Amri, *Uji Akurasi True North Berbagai Kompas dengan Tongkat Istiwa'*, Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2010.

Ma'rufin, Sudiby, Muhammad, *Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat Dan Cara Pengukurannya)*, Solo: Tinta Medina, 2011.

Marwazi. NZ, dan Abdurrachim, *Ikhtisar Ilmu Falak*, Yogyakarta: Fakultas Syari'ah IAIN Sunan Kalijaga, 1981.

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)", Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2013.

Mubit, Rizal, *Alumni Mambaus Shalihin Temukan Perangkat Falak*, Gresik: Yayasan Mambaus Sholihin, 2016.

- Mukhlas, Ade, "*Analisis Penentuan Arah kiblat dengan Mizwala Qibla FINDER karya Hendro Setyanto*", Skripsi, Semarang: IAIN Walisongo, 2012.
- Mulyana, Deddy, *Metode Penelitian Kualitatif Paradigma Baru Ilmu Komunikasi dan Ilmu Sosial Lainnya*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2004, Cet IV.
- Munfaridah, Imroatul, "*Aplikasi Global Positioning System (GPS) dan Hitungan Azimuth True North untuk Verifikasi Terhadap Deviasi Arah Kiblat Masjid-Masjid di Kecamatan Mlarak Kabupaten Ponorogo*", Skripsi, Ponorogo: STAIN Ponorogo, 2010.
- Rachim, Abdul, *Ilmu Falak*, Yogyakarta : Liberty, 1983.
- RI, Kemenag, *Kajian Terhadap Metode-metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, Cet. I, Jakarta: Direktorat Jenderal Pendis dan Diktis, 2012.
- Sayuthi Ali, Muhammad, *Ilmu Falak*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 1997.
- Suwitra, Nyomas, *Astronomi Dasar*, Singaraja: Jurusan Fisika, tt.
- Taryudi, *Teknologi pada Sistem Pemantauan Posisi dan Tingkat Pencemaran Udara Bergerak*, 2010.
- W. M Smart, *Textbook on Spherical Astronomy*, New York: Cambridge University Press, 1977.
- Wisnu, EW, *Asyiknya Bernavigasi dengan Ponsel GPS*, Yogyakarta: Andi Offset, 2012.

Wawancara dengan Muhammad Ihtirozun Ni'am Pada Tanggal 24 Desember 2015 di Audit kampus 1.

Wawancara dengan Muhammad Ihtirozun Ni'am Pada Tanggal 25 Desember 2015 di Pascasarjana UIN Walisongo Semarang.

WEBSITE

<http://garmin.co.id/search/membaca-lintang-dan-bujur-di-gps>
diakses pada tanggal 29 Desember 2015 jam 22.51 WIB.

<http://metrosemarang.com/ihtirozun-niam-ciptakan-i-zun-dial-balas-budi>, diakses pada tanggal 2 Mei 2016 pukul 10.20 WIB.

<http://myboedhenk.blogspot.co.id/2008/04/pengertian-gps.html>
diakses pada tanggal 22 Desember 2015 jam 14.43 WIB.

<https://mahasiswaupiserang.wordpress.com/2010/09/27/definisi-pengukuran-dan-penilaian-menurut-para-ahli/>, di akses pada tanggal 11 April 2016 pukul 16.00 WIB.

<http://amanat-online.com/2015/09/15/m-ihtirozun-niam-ciptakan-i-zun-dial-untuk-ilmu-falak/> di akses tanggal 23 Januari 2016.

LAMPIRAN 1

20 Maret 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude λ)	Ecliptic Latitude β)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	359° 49' 08"	-0.59"	359° 49' 41"	0° -4' 29"	0.9958529	16' 03.63"	23° 26' 05"	-7 m 28 s
1	359° 51' 37"	-0.58"	359° 51' 58"	0° -3' 30"	0.9958644	16' 03.62"	23° 26' 05"	-7 m 27 s
2	359° 54' 06"	-0.58"	359° 54' 14"	0° -2' 30"	0.9958759	16' 03.60"	23° 26' 05"	-7 m 26 s
3	359° 56' 35"	-0.57"	359° 56' 31"	0° -1' 31"	0.9958874	16' 03.59"	23° 26' 05"	-7 m 26 s
4	359° 59' 04"	-0.57"	359° 58' 48"	0° 00' -32"	0.9958989	16' 03.58"	23° 26' 05"	-7 m 25 s
5	0° 01' 33"	0.56"	0° 01' 04"	0° 00' 27"	0.9959104	16' 03.57"	23° 26' 05"	7 m 24 s
6	0° 04' 02"	-0.56"	0° 01' 21"	0° 01' 27"	0.9959219	16' 03.56"	23° 26' 05"	-7 m 23 s
7	0° 06' 31"	-0.55"	0° 05' 38"	0° 02' 26"	0.9959334	16' 03.55"	23° 26' 05"	-7 m 23 s
8	0° 08' 60"	0.55"	0° 07' 54"	0° 03' 25"	0.9959449	16' 03.54"	23° 26' 05"	7 m 22 s
9	0° 11' 29"	-0.54"	0° 10' 11"	0° 04' 24"	0.9959564	16' 03.53"	23° 26' 05"	-7 m 21 s
10	0° 13' 58"	-0.54"	0° 12' 28"	0° 05' 24"	0.9959679	16' 03.51"	23° 26' 05"	-7 m 20 s
11	0° 16' 27"	0.53"	0° 14' 45"	0° 06' 23"	0.9959794	16' 03.50"	23° 26' 05"	7 m 20 s
12	0° 18' 56"	-0.53"	0° 17' 02"	0° 07' 22"	0.9959909	16' 03.49"	23° 26' 05"	-7 m 19 s
13	0° 21' 25"	-0.52"	0° 19' 18"	0° 08' 21"	0.9960023	16' 03.48"	23° 26' 05"	-7 m 18 s
14	0° 23' 54"	-0.52"	0° 21' 35"	0° 09' 21"	0.9960141	16' 03.47"	23° 26' 05"	-7 m 17 s
15	0° 26' 23"	-0.51"	0° 23' 51"	0° 10' 20"	0.9960256	16' 03.46"	23° 26' 05"	-7 m 17 s
16	0° 28' 51"	-0.51"	0° 26' 08"	0° 11' 19"	0.9960372	16' 03.45"	23° 26' 05"	-7 m 16 s
17	0° 31' 20"	-0.50"	0° 28' 25"	0° 12' 18"	0.9960487	16' 03.44"	23° 26' 05"	-7 m 15 s
18	0° 33' 49"	-0.50"	0° 30' 41"	0° 13' 18"	0.9960603	16' 03.43"	23° 26' 05"	-7 m 14 s
19	0° 36' 18"	-0.49"	0° 32' 58"	0° 14' 17"	0.9960718	16' 03.41"	23° 26' 05"	-7 m 14 s
20	0° 38' 47"	-0.49"	0° 35' 14"	0° 15' 16"	0.9960834	16' 03.40"	23° 26' 05"	-7 m 13 s
21	0° 41' 16"	-0.48"	0° 37' 31"	0° 16' 15"	0.9960949	16' 03.39"	23° 26' 05"	7 m 12 s
22	0° 43' 45"	-0.48"	0° 39' 48"	0° 17' 14"	0.9961065	16' 03.38"	23° 26' 05"	-7 m 11 s
23	0° 46' 14"	-0.47"	0° 42' 04"	0° 18' 14"	0.9961181	16' 03.37"	23° 26' 05"	-7 m 11 s
24	0° 48' 43"	-0.47"	0° 44' 21"	0° 19' 13"	0.9961297	16' 03.36"	23° 26' 05"	7 m 10 s

9 Mei 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude λ)	Ecliptic Latitude β)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	48° 48' 37"	-0.64"	46° 20' 52"	17° 24' 45"	1.0095884	15' 50.52"	23° 26' 05"	3 m 33 s
1	48° 51' 02"	-0.64"	46° 23' 18"	17° 25' 25"	1.0095980	15' 50.51"	23° 26' 05"	3 m 33 s
2	48° 53' 27"	-0.64"	46° 25' 45"	17° 26' 05"	1.0096076	15' 50.50"	23° 26' 05"	3 m 33 s
3	48° 55' 52"	-0.64"	46° 28' 11"	17° 26' 44"	1.0096172	15' 50.49"	23° 26' 05"	3 m 33 s
4	48° 58' 17"	-0.64"	46° 30' 37"	17° 27' 24"	1.0096268	15' 50.48"	23° 26' 05"	3 m 33 s
5	49° 00' 42"	-0.64"	46° 33' 03"	17° 28' 04"	1.0096364	15' 50.47"	23° 26' 05"	3 m 34 s
6	49° 03' 07"	-0.64"	46° 35' 30"	17° 28' 43"	1.0096460	15' 50.46"	23° 26' 05"	3 m 34 s
7	49° 05' 32"	-0.64"	46° 37' 56"	17° 29' 23"	1.0096555	15' 50.45"	23° 26' 05"	3 m 34 s
8	49° 07' 57"	-0.64"	46° 40' 22"	17° 30' 03"	1.0096651	15' 50.44"	23° 26' 05"	3 m 34 s
9	49° 10' 22"	-0.64"	46° 42' 49"	17° 30' 42"	1.0096746	15' 50.43"	23° 26' 05"	3 m 34 s
10	49° 12' 47"	-0.64"	46° 45' 15"	17° 31' 22"	1.0096842	15' 50.43"	23° 26' 05"	3 m 34 s
11	49° 15' 13"	-0.64"	46° 47' 41"	17° 32' 01"	1.0096937	15' 50.42"	23° 26' 05"	3 m 34 s
12	49° 17' 38"	-0.64"	46° 50' 08"	17° 32' 41"	1.0097033	15' 50.41"	23° 26' 05"	3 m 34 s
13	49° 20' 03"	-0.64"	46° 52' 34"	17° 33' 20"	1.0097128	15' 50.40"	23° 26' 05"	3 m 34 s
14	49° 22' 28"	-0.64"	46° 55' 01"	17° 33' 60"	1.0097223	15' 50.39"	23° 26' 05"	3 m 34 s
15	49° 24' 53"	-0.64"	46° 57' 27"	17° 34' 39"	1.0097318	15' 50.38"	23° 26' 05"	3 m 35 s
16	49° 27' 18"	-0.64"	46° 59' 54"	17° 35' 18"	1.0097413	15' 50.37"	23° 26' 05"	3 m 35 s
17	49° 29' 43"	-0.64"	47° 02' 20"	17° 35' 58"	1.0097508	15' 50.36"	23° 26' 05"	3 m 35 s
18	49° 32' 08"	-0.64"	47° 04' 46"	17° 36' 37"	1.0097603	15' 50.35"	23° 26' 05"	3 m 35 s
19	49° 34' 33"	-0.64"	47° 07' 13"	17° 37' 16"	1.0097698	15' 50.35"	23° 26' 05"	3 m 35 s
20	49° 36' 58"	-0.64"	47° 09' 39"	17° 37' 55"	1.0097793	15' 50.34"	23° 26' 05"	3 m 35 s
21	49° 39' 23"	-0.64"	47° 12' 06"	17° 38' 35"	1.0097887	15' 50.33"	23° 26' 05"	3 m 35 s
22	49° 41' 48"	-0.64"	47° 14' 33"	17° 39' 14"	1.0097982	15' 50.32"	23° 26' 05"	3 m 35 s
23	49° 44' 13"	-0.64"	47° 16' 59"	17° 39' 53"	1.0098076	15' 50.31"	23° 26' 05"	3 m 35 s
24	49° 46' 38"	-0.63"	47° 19' 26"	17° 40' 32"	1.0098171	15' 50.30"	23° 26' 05"	3 m 35 s

10 Mei 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude (°)	Ecliptic Latitude (°)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	49° 46' 38"	-0.63°	47° 19' 26"	17° 40' 32"	1.0098171	15° 50 30"	23° 26' 05"	3 m 33 s
1	49° 49' 01"	-0.63°	47° 21' 52"	17° 41' 31"	1.0098265	15° 50 29"	23° 26' 05"	3 m 35 s
2	49° 51' 26"	-0.63°	47° 24' 16"	17° 41' 30"	1.0098360	15° 50 28"	23° 26' 05"	3 m 36 s
3	49° 53' 53"	-0.63°	47° 26' 45"	17° 42' 29"	1.0098454	15° 50 27"	23° 26' 05"	3 m 36 s
4	49° 56' 18"	-0.63°	47° 29' 12"	17° 43' 08"	1.0098548	15° 50 27"	23° 26' 05"	3 m 36 s
5	49° 58' 43"	-0.63°	47° 31' 39"	17° 43' 47"	1.0098642	15° 50 26"	23° 26' 05"	3 m 36 s
6	50° 01' 08"	-0.63°	47° 34' 05"	17° 44' 26"	1.0098736	15° 50 25"	23° 26' 05"	3 m 36 s
7	50° 03' 33"	-0.63°	47° 36' 32"	17° 45' 05"	1.0098830	15° 50 24"	23° 26' 04"	3 m 36 s
8	50° 05' 58"	-0.63°	47° 38' 59"	17° 45' 44"	1.0098924	15° 50 23"	23° 26' 04"	3 m 36 s
9	50° 08' 23"	-0.62°	47° 41' 25"	17° 46' 23"	1.0099018	15° 50 22"	23° 26' 04"	3 m 36 s
10	50° 10' 48"	-0.62°	47° 43' 52"	17° 47' 02"	1.0099112	15° 50 21"	23° 26' 04"	3 m 36 s
11	50° 13' 13"	-0.62°	47° 46' 19"	17° 47' 40"	1.0099205	15° 50 20"	23° 26' 04"	3 m 36 s
12	50° 15' 38"	-0.62°	47° 48' 46"	17° 48' 19"	1.0099299	15° 50 19"	23° 26' 04"	3 m 36 s
13	50° 18' 03"	-0.62°	47° 51' 12"	17° 48' 38"	1.0099393	15° 50 19"	23° 26' 04"	3 m 36 s
14	50° 20' 28"	-0.62°	47° 53' 39"	17° 49' 36"	1.0099486	15° 50 18"	23° 26' 04"	3 m 36 s
15	50° 22' 53"	-0.61°	47° 56' 06"	17° 50' 35"	1.0099580	15° 50 17"	23° 26' 04"	3 m 37 s
16	50° 25' 18"	-0.61°	47° 58' 33"	17° 50' 54"	1.0099673	15° 50 16"	23° 26' 04"	3 m 37 s
17	50° 27' 43"	-0.61°	48° 00' 59"	17° 51' 32"	1.0099766	15° 50 15"	23° 26' 04"	3 m 37 s
18	50° 30' 08"	-0.61°	48° 03' 26"	17° 52' 31"	1.0099860	15° 50 14"	23° 26' 04"	3 m 37 s
19	50° 32' 33"	-0.61°	48° 05' 53"	17° 52' 48"	1.0099953	15° 50 13"	23° 26' 04"	3 m 37 s
20	50° 34' 58"	-0.60°	48° 08' 20"	17° 53' 28"	1.0100046	15° 50 12"	23° 26' 04"	3 m 37 s
21	50° 37' 23"	-0.60°	48° 10' 47"	17° 54' 06"	1.0100139	15° 50 12"	23° 26' 04"	3 m 37 s
22	50° 39' 48"	-0.60°	48° 13' 14"	17° 54' 45"	1.0100232	15° 50 11"	23° 26' 04"	3 m 37 s
23	50° 42' 13"	-0.60°	48° 15' 41"	17° 55' 23"	1.0100325	15° 50 10"	23° 26' 04"	3 m 37 s
24	50° 44' 37"	-0.60°	48° 18' 08"	17° 56' 01"	1.0100418	15° 50 09"	23° 26' 04"	3 m 37 s

11 Mei 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude (°)	Ecliptic Latitude (°)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	50° 44' 37"	-0.60°	48° 18' 08"	17° 56' 01"	1.0100418	15° 50 09"	23° 26' 04"	3 m 37 s
1	50° 47' 02"	-0.59°	48° 20' 34"	17° 56' 40"	1.0100511	15° 50 08"	23° 26' 04"	3 m 37 s
2	50° 49' 27"	-0.59°	48° 23' 01"	17° 57' 18"	1.0100603	15° 50 07"	23° 26' 04"	3 m 37 s
3	50° 51' 52"	-0.59°	48° 25' 28"	17° 57' 56"	1.0100696	15° 50 06"	23° 26' 04"	3 m 37 s
4	50° 54' 17"	-0.59°	48° 27' 55"	17° 58' 35"	1.0100788	15° 50 05"	23° 26' 04"	3 m 37 s
5	50° 56' 42"	-0.58°	48° 30' 22"	17° 59' 13"	1.0100881	15° 50 05"	23° 26' 04"	3 m 37 s
6	50° 59' 07"	-0.58°	48° 32' 49"	17° 59' 51"	1.0100973	15° 50 04"	23° 26' 04"	3 m 38 s
7	51° 01' 32"	-0.58°	48° 35' 16"	18° 00' 29"	1.0101066	15° 50 03"	23° 26' 04"	3 m 38 s
8	51° 03' 57"	-0.58°	48° 37' 43"	18° 01' 07"	1.0101158	15° 50 02"	23° 26' 04"	3 m 38 s
9	51° 06' 22"	-0.57°	48° 40' 10"	18° 01' 45"	1.0101250	15° 50 01"	23° 26' 04"	3 m 38 s
10	51° 08' 47"	-0.57°	48° 42' 37"	18° 02' 23"	1.0101343	15° 50 00"	23° 26' 04"	3 m 38 s
11	51° 11' 12"	-0.57°	48° 45' 04"	18° 03' 01"	1.0101435	15° 49 99"	23° 26' 04"	3 m 38 s
12	51° 13' 37"	-0.57°	48° 47' 32"	18° 03' 39"	1.0101527	15° 49 99"	23° 26' 04"	3 m 38 s
13	51° 16' 01"	-0.56°	48° 49' 59"	18° 04' 17"	1.0101619	15° 49 98"	23° 26' 04"	3 m 38 s
14	51° 18' 26"	-0.56°	48° 52' 26"	18° 04' 55"	1.0101711	15° 49 97"	23° 26' 04"	3 m 38 s
15	51° 20' 51"	-0.56°	48° 54' 53"	18° 05' 33"	1.0101803	15° 49 96"	23° 26' 04"	3 m 38 s
16	51° 23' 16"	-0.55°	48° 57' 20"	18° 06' 11"	1.0101895	15° 49 95"	23° 26' 04"	3 m 38 s
17	51° 25' 41"	-0.55°	48° 59' 47"	18° 06' 49"	1.0101986	15° 49 94"	23° 26' 04"	3 m 38 s
18	51° 28' 06"	-0.55°	49° 02' 14"	18° 07' 27"	1.0102078	15° 49 93"	23° 26' 04"	3 m 38 s
19	51° 30' 31"	-0.54°	49° 04' 42"	18° 08' 04"	1.0102170	15° 49 92"	23° 26' 04"	3 m 38 s
20	51° 32' 56"	-0.54°	49° 07' 09"	18° 08' 42"	1.0102261	15° 49 92"	23° 26' 04"	3 m 38 s
21	51° 35' 21"	-0.54°	49° 09' 36"	18° 09' 20"	1.0102353	15° 49 91"	23° 26' 04"	3 m 38 s
22	51° 37' 45"	-0.53°	49° 12' 03"	18° 09' 57"	1.0102444	15° 49 90"	23° 26' 05"	3 m 38 s
23	51° 40' 10"	-0.53°	49° 14' 30"	18° 10' 35"	1.0102536	15° 49 89"	23° 26' 05"	3 m 38 s
24	51° 42' 35"	-0.53°	49° 16' 58"	18° 11' 13"	1.0102627	15° 49 88"	23° 26' 05"	3 m 38 s

12 Mei 2016

DATA MATAHARI

Jam	Ecliptic Longitude (λ)	Ecliptic Latitude (β)	Apparent Right Ascension	Apparent Declination	True Geocentric Distance	Semi Diameter	True Obliquity	Equation Of Time
0	51° 42' 35"	-0.53"	19° 16' 58"	18° 11' 13"	1.0102627	15' 49.88"	23° 26' 05"	3 m 38 s
1	51° 45' 00"	-0.52"	49° 19' 25"	18° 11' 50"	1.0102718	15' 49.87"	23° 26' 05"	3 m 38 s
2	51° 47' 25"	-0.52"	49° 21' 52"	18° 12' 28"	1.0102809	15' 49.86"	23° 26' 05"	3 m 38 s
3	51° 49' 50"	-0.52"	49° 24' 20"	18° 13' 05"	1.0102901	15' 49.86"	23° 26' 05"	3 m 39 s
4	51° 52' 15"	-0.51"	49° 26' 47"	18° 13' 43"	1.0102992	15' 49.85"	23° 26' 05"	3 m 39 s
5	51° 54' 39"	-0.51"	49° 29' 14"	18° 14' 20"	1.0103083	15' 49.84"	23° 26' 05"	3 m 39 s
6	51° 57' 04"	-0.51"	49° 31' 41"	18° 14' 58"	1.0103174	15' 49.83"	23° 26' 05"	3 m 39 s
7	51° 59' 29"	-0.50"	49° 34' 09"	18° 15' 35"	1.0103264	15' 49.82"	23° 26' 05"	3 m 39 s
8	52° 01' 54"	-0.50"	49° 36' 36"	18° 16' 12"	1.0103355	15' 49.81"	23° 26' 05"	3 m 39 s
9	52° 04' 19"	-0.50"	49° 39' 04"	18° 16' 50"	1.0103446	15' 49.80"	23° 26' 05"	3 m 39 s
10	52° 06' 44"	-0.49"	49° 41' 31"	18° 17' 27"	1.0103537	15' 49.80"	23° 26' 05"	3 m 39 s
11	52° 09' 08"	-0.49"	49° 43' 58"	18° 18' 04"	1.0103627	15' 49.79"	23° 26' 05"	3 m 39 s
12	52° 11' 33"	-0.48"	49° 46' 26"	18° 18' 41"	1.0103718	15' 49.78"	23° 26' 05"	3 m 39 s
13	52° 13' 58"	-0.48"	49° 48' 53"	18° 19' 19"	1.0103809	15' 49.77"	23° 26' 05"	3 m 39 s
14	52° 16' 23"	-0.48"	49° 51' 21"	18° 19' 56"	1.0103899	15' 49.76"	23° 26' 05"	3 m 39 s
15	52° 18' 48"	-0.47"	49° 53' 48"	18° 20' 33"	1.0103990	15' 49.75"	23° 26' 05"	3 m 39 s
16	52° 21' 13"	-0.47"	49° 56' 16"	18° 21' 10"	1.0104080	15' 49.75"	23° 26' 05"	3 m 39 s
17	52° 23' 37"	-0.46"	49° 58' 43"	18° 21' 47"	1.0104170	15' 49.74"	23° 26' 05"	3 m 39 s
18	52° 26' 02"	-0.46"	50° 01' 11"	18° 22' 24"	1.0104260	15' 49.73"	23° 26' 05"	3 m 39 s
19	52° 28' 27"	-0.46"	50° 03' 38"	18° 23' 01"	1.0104351	15' 49.72"	23° 26' 05"	3 m 39 s
20	52° 30' 52"	-0.45"	50° 06' 06"	18° 23' 38"	1.0104441	15' 49.71"	23° 26' 05"	3 m 39 s
21	52° 33' 17"	-0.45"	50° 08' 33"	18° 24' 15"	1.0104531	15' 49.70"	23° 26' 05"	3 m 39 s
22	52° 35' 41"	-0.44"	50° 11' 01"	18° 24' 52"	1.0104621	15' 49.69"	23° 26' 05"	3 m 39 s
23	52° 38' 06"	-0.44"	50° 13' 28"	18° 25' 29"	1.0104711	15' 49.69"	23° 26' 05"	3 m 39 s
24	52° 40' 31"	-0.44"	50° 15' 56"	18° 26' 06"	1.0104801	15' 49.68"	23° 26' 05"	3 m 39 s

LAMPIRAN 2

Daftar Pertanyaan Wawancara Kepada Muhammad Ihtirozun Ni'am

1. Siapakah nama lengkap Anda?

Jawaban: Nama saya Muhammad Ihtirozun Ni'am

2. Dimana dan kapan Anda lahir?

Jawaban: Saya lahir pada 10 Juli 1993 di Desa Sendang Kecamatan Senori Kabupaten Tuban, Jawa Timur.

3. Siapakah nama orangtua Anda?

Jawaban: Orang tua saya Bapak Anshori dan Ibu Na'imah

4. Apakah orangtua Anda juga menguasai ilmu falak?

Jawaban: Tidak, tetapi dari Bapak saya termotivasi untuk selalu *Nyantri* hingga saya tertarik dengan Ilmu Falak.

5. Apa saja jenjang pendidikan yang telah Anda lalui?

Jawaban :

- SDN Sendang 1 Tuban tahun 2005.
- SMP Negeri 1 Bangilan tahun 2008
- MA Mambaus Sholihin Gresik pada tahun 2008-2011.

- S1 Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang tahun 2011-2015.
- Program Pascasarjana S2 Ilmu Falak 2015-sekarang.

6. Apakah Anda pernah mondok? Dimana?

Jawaban: Pernah, Ponpes Mambaus Sholihin Gresik

7. Ilmu apa saja yang Anda tekuni?

Jawaban: Bahasa Arab, Ilmu Falak dan lain-lain

8. Kepada siapa saja Anda menuntut ilmu? Khususnya ilmu falak?

Jawaban: Kyai Humaidi, penulis kitab *al-Khulasah fi Awqat Al-Syar'iyah Bi al-Lugharitmīyah*, salah satu Asatidz Pondok Pesantren Mamba'us Sholihin Gresik. KH. Slamet Hambali, Msi, Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M. Ag

9. Apa saja karya-karya Anda? Baik yang dicetak atau tidak.?

Jawaban: Karya alat adalah *I-zun Dial*. Penelitian: Arah Kiblat Di Planet Mars dan Kolaborasi *Wujūd Al-Hilal Dan ImkĀn Al-Ru'yah* Mabims (Studi Pemikiran Slamet Hambali Tentang Penyatuan Penentuan Awal Bulan Qamariyah Di Indonesia). Sedangkan karya tulis di antaranya:

- a. Artikel dengan judul “Berbeda Tidak Harus Bermusuhan”, dimuat di portal media massa on-line “dakwatuna.com” edisi Senin, 17 Juni 2013
- b. Artikel dengan judul “Memahami Bahasa, Menangkal Tipu Daya”, dimuat di portal media massa on-line “eramadina.com” edisi Sabtu, 15 Juni 2013
- c. Artikel dengan judul “Aplikasi Ushul Fiqh Untuk Menjawab Problematika Kontemporer” dimuat di portal media massa on-line “dakwatuna.com” edisi Kamis, 18 Juli 2013
- d. Artikel dengan judul “Univikasi Kalender Hijriah: Upaya Penyatuan Kalender Hijriah untuk Jangka yang Panjang”, dimuat di portal media massa on-line “dakwatuna.com” edisi Sabtu, 27 Juli 2013
- e. Artikel dengan judul “Mengenal dan Mengenang Ahli Falak” , dimuat di portal media massa on-line “dakwatuna.com” edisi Jumat, 21 Juni 2013
- f. Artikel dengan judul “Bermadzhab, Jalan Memahami Al-Qur’an dan As-Sunnah” dimuat di portal media massa “NU on-line” edisi Senin, 16 September 2013 dan dimuat juga di portal media

massa “Suara Muslim” edisi Senin, edisi 21 September 2013.

10. Bagaimanakah latar belakang pembuatan *I-zun Dial*?

Jawaban: Alasan saya menciptakan instrumen ini adalah balas budi, seperti yang diulas dalam berita MetroSemarang.com perihal *I-zun Dial* alat hasil ciptaannya “ ini adalah hal kecil yang bisa saya lakukan untuk membalas jasa Kemenag dalam proses studi saya.”

11. Apakah ada data/tabel yang menjadi rujukan dalam Pembuatan *I-zun Dial*?

Jawaban: ya, Data Ephemeris terkait Deklinasi Matahari dan *Equation Of Time*.

12. Apakah alat yang Anda rancang ini seperti *Tongkat Istiwa'*, *Mizwala* dan *Istiwa'aini* ?

Jawaban: Dalam buku panduan *I-zun Dial* saya telah membahas perbedaan alat saya ini dengan ketiga alat yang kamu sebutkan tadi.

13. Bagaimana publikasi alat *I-zun Dial*?

Jawaban: *I-zun Dial* telah dipublikasikan untuk keperluan pelatihan falak di sebagian wilayah jawa tengah diantaranya kudus, Kendal dan Semarang sendiri,

alat ini juga sudah banyak dipesan mulai dari luar Jawa maupun negara lain seperti Malaysia.

14. Apa alasan anda tertarik dengan ilmu falak?

Jawaban: Alasan saya tertarik dengan ilmu ini karena sejak kecil saya hobi dalam soal berhitung terutama mata pelajaran Matematika, sedang Ilmu Falak sendiri banyak melibatkan kaitannya dengan perhitungan.

15. Kenapa anda menamai alat tersebut dengan *I-zun Dial*?

Jawaban: Karena nama alat tersebut diambil dari nama pendek/panggilan saya yaitu Izun.

16. Dalam *I-zun dial* terdapat beberapa bagian, apa saja fungsinya?

Jawaban:

- ✚ *Gnomon* : Membentuk bayangan pada bidang dial.
- ✚ *Khoit* : untuk menyesuaikan ujung bayangan pada angka yang tertera dalam bidang dial bila panjang bayangan belum mengenai angka pada bidang dial atau melebihinya.
- ✚ *Penyangga*: Menjaga agar bidang dial senantiasa stabil, tidak bergerak-gerak saat tertup angin.
- ✚ *Bidang Dial*: Mengambil data dari observasi.

✚ *Angka bidang dial* : tempat pemosisian bayangan, arah kiblat, arah hilal, atau arah objek observasi lainnya.

✚ *pusat bidang dial*: tempat memasang gnomon.

✚ *lingkaran bidang dial* : menentukan arah utara sejati dengan metode observasi sebelum dan sesudah kulminasi.

17. Apakah anda sengaja mendesain alat ini berbentuk persegi?

Jawaban:

Ya, karena supaya mempermudah dalam melokalisir rukyah awal bulan.

LAMPIRAN 3

Perhitungan Selisih Azimuth Kiblat antara Koordinat GPS dan *I-zun Dial*

1. Masjid Agung Jawa Tengah Semarang

Data GPS:

Lintang Tempat	: $-06^{\circ} 59' 1,8''$
Bujur Tempat	: $110^{\circ} 26' 44,07''$
Lintang Ka'bah	: $21^{\circ} 25' 21,04''$
Bujur Ka'bah	: $39^{\circ} 49' 34,33''$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} &: 110^{\circ} 26' 44,07'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ &: 70^{\circ} 37' 10,37'' \text{ (Kiblat = Barat)} \end{aligned}$$

Masukan rumus :

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

$$\begin{aligned} &= (\tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -06^{\circ} 59' 1,8'' : \sin \\ & \quad 70^{\circ} 37' 10,37'' - \sin -06^{\circ} 59' 1,8'' : \tan 70^{\circ} \\ & \quad 37' 10,37'') \\ &= 65^{\circ} 30' 21,16'' \end{aligned}$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 360^{\circ} - 65^{\circ} 30' 21,16''$$

$$= 294^{\circ} 29' 38,8''$$

Data *I-Zun Dial* :

Lintang Tempat	: $-06^{\circ} 51' 59,18''$
Bujur Tempat	: $110^{\circ} 23' 56,04''$
Lintang Ka'bah	: $21^{\circ} 25' 21,04''$
Bujur Ka'bah	: $39^{\circ} 49' 34,33''$

$$\begin{aligned} \text{SBMD} & : 110^{\circ} 23' 56,04'' - 39^{\circ} 49' 34,33'' \\ & : 70^{\circ} 34' 22,07'' \text{ (Kiblat = Barat)} \end{aligned}$$

Masukan rumus :

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

$$\begin{aligned} & = (\tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -06^{\circ} 51' 59,18'' : \sin 70^{\circ} 34' 22,07'' - \sin -06^{\circ} 51' 59,18'' : \tan 70^{\circ} 34' 22,07'') \\ & = 65^{\circ} 31' 26,83'' \end{aligned}$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 360^{\circ} - 65^{\circ} 31' 26,83''$$

$$= 294^{\circ} 28' 33,1''$$

2. BSB Patung Kuda Semarang

Data GPS:

$$\text{Lintang Tempat} : -07^{\circ} 01' 35''$$

$$\text{Bujur Tempat} : 110^{\circ} 20' 04,8''$$

$$\text{Lintang Ka'bah} : 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur Ka'bah} : 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\text{SBMD} : 110^{\circ} 20' 04,8'' - 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$: 70^{\circ} 30' 30,47'' \text{ (Kiblat = Barat)}$$

Masukan rumus :

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

$$\begin{aligned} & = (\tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -07^{\circ} 01' 35'' : \sin 70^{\circ} 30' 30,47'' - \sin -07^{\circ} 01' 35'' : \tan 70^{\circ} 30' 30,47'') \\ & = 65^{\circ} 28' 9,53'' \end{aligned}$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 360^{\circ} - 65^{\circ} 28' 9,53''$$

$$= 294^{\circ} 31' 50,4''$$

Data I-Zun Dial :

Lintang Tempat : $-07^{\circ} 8' 11,81''$
Bujur Tempat : $110^{\circ} 19' 6,15''$
Lintang Ka'bah : $21^{\circ} 25' 21,04''$
Bujur Ka'bah : $39^{\circ} 49' 34,33''$
SBMD : $110^{\circ} 19' 6,15'' - 39^{\circ} 49' 34,33''$
: $70^{\circ} 29' 31,82''$ (Kiblat = Barat)

Masukan rumus :

Cotan Q = $\tan LM \times \cos LT : \sin SBMD - \sin LT$:
tan SBMD

$$= (\tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -07^{\circ} 8' 11,81'' : \sin 70^{\circ} 29' 31,82'' - \sin -07^{\circ} 8' 11,81'' : \tan 70^{\circ} 29' 31,82'')$$

$$= 65^{\circ} 26' 17,17''$$

Azimuth kiblat = $360^{\circ} - 65^{\circ} 26' 17,17''$

$$= 294^{\circ} 33' 42,8''$$

3. Samping Gedung UKM kampus 2 UIN Walisongo Semarang

Data GPS:

Lintang Tempat : $-06^{\circ} 59' 25,1''$
Bujur Tempat : $110^{\circ} 21' 05,1''$
Lintang Ka'bah : $21^{\circ} 25' 21,04''$
Bujur Ka'bah : $39^{\circ} 49' 34,33''$
SBMD : $110^{\circ} 21' 05,1'' - 39^{\circ} 49' 34,33''$
: $70^{\circ} 31' 30,77''$ (Kiblat = Barat)

Masukan rumus :

Cotan Q = $\tan LM \times \cos LT : \sin SBMD - \sin LT$:
tan SBMD

$$\begin{aligned}
&= (\tan 21^\circ 25' 21,04'' \times \cos -06^\circ 59' 25,1'' : \\
&\quad \sin 70^\circ 31' 30,77'' - \sin -06^\circ 59' 25,1'' : \tan \\
&\quad 70^\circ 31' 30,77'') \\
&= 65^\circ 28' 55,97'' \\
\text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 28' 55,97'' \\
&= 294^\circ 31' 4,03''
\end{aligned}$$

Data I-Zun Dial :

Lintang Tempat	: -06° 52' 28,5''
Bujur Tempat	: 110° 20' 60''
Lintang Ka'bah	: 21° 25' 21,04''
Bujur Ka'bah	: 39° 49' 34,33''
SBMD	: 110° 20' 60'' - 39° 49' 34,33''
	: 70° 31' 25,67'' (Kiblat = Barat)

Masukan rumus :

Cotan Q	= $\tan LM \times \cos LT : \sin SBMD - \sin LT :$
tan SBMD	

$$\begin{aligned}
&= (\tan 21^\circ 25' 21,04'' \times \cos -06^\circ 52' 28,5'' : \\
&\quad \sin 70^\circ 31' 25,67'' - \sin -06^\circ 52' 28,5'' : \tan \\
&\quad 70^\circ 31' 25,67'') \\
&= 65^\circ 30' 38,55'' \\
\text{Azimuth kiblat} &= 360^\circ - 65^\circ 30' 38,55'' \\
&= 294^\circ 29' 21,4''
\end{aligned}$$

4. Sampung Audit kampus 1 UIN Walisongo Semarang

Data GPS:

Lintang Tempat	: -06° 59' 14,2''
Bujur Tempat	: 110° 21' 30,8''
Lintang Ka'bah	: 21° 25' 21,04''
Bujur Ka'bah	: 39° 49' 34,33''
SBMD	: 110° 21' 30,8'' - 39° 49' 34,33''
	: 70° 31' 56,47'' (Kiblat = Barat)

Masukan rumus :

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

$$= \frac{(\tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -06^{\circ} 59' 14,2'')}{\sin 70^{\circ} 31' 56,47'' - \sin -06^{\circ} 59' 14,2''} : \tan 70^{\circ} 31' 56,47''}$$
$$= 65^{\circ} 29' 4,7''$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 360^{\circ} - 65^{\circ} 29' 4,7''$$

$$= 294^{\circ} 30' 55,3''$$

Data I-Zun Dial :

$$\text{Lintang Tempat} : -06^{\circ} 54' 7,14''$$

$$\text{Bujur Tempat} : 110^{\circ} 24' 30''$$

$$\text{Lintang Ka'bah} : 21^{\circ} 25' 21,04''$$

$$\text{Bujur Ka'bah} : 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$\text{SBMD} : 110^{\circ} 24' 30'' - 39^{\circ} 49' 34,33''$$

$$: 70^{\circ} 34' 55,67'' \text{ (Kiblat = Barat)}$$

Masukan rumus :

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

$$= \frac{(\tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -06^{\circ} 54' 7,14'')}{\sin 70^{\circ} 34' 55,67'' - \sin -06^{\circ} 54' 7,14''} : \tan 70^{\circ} 34' 55,67''}$$
$$= 65^{\circ} 31' 2,81''$$

$$\text{Azimuth kiblat} = 360^{\circ} - 65^{\circ} 31' 2,81''$$

$$= 294^{\circ} 28' 57,1''$$

5. Belakang Perpustakaan kampus 3 UIN Walisongo Semarang

Data GPS:

Lintang Tempat : $-06^{\circ} 59' 29,1''$
Bujur Tempat : $110^{\circ} 20' 57,5''$
Lintang Ka'bah : $21^{\circ} 25' 21,04''$
Bujur Ka'bah : $39^{\circ} 49' 34,33''$
SBMD : $110^{\circ} 20' 57,5'' - 39^{\circ} 49' 34,33''$
: $70^{\circ} 31' 23,17''$ (Kiblat = Barat)

Masukan rumus :

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

$$= (\tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -06^{\circ} 59' 29,1'' : \sin 70^{\circ} 31' 23,17'' - \sin -06^{\circ} 59' 29,1'' : \tan 70^{\circ} 31' 23,17'')$$
$$= 65^{\circ} 28' 53,2''$$

Azimuth kiblat = $360^{\circ} - 65^{\circ} 28' 53,2''$

$$= 294^{\circ} 31' 6,8''$$

Data I-Zun Dial :

Lintang Tempat : $-06^{\circ} 55' 59,75''$
Bujur Tempat : $110^{\circ} 20' 15''$
Lintang Ka'bah : $21^{\circ} 25' 21,04''$
Bujur Ka'bah : $39^{\circ} 49' 34,33''$
SBMD : $110^{\circ} 20' 15'' - 39^{\circ} 49' 34,33''$
: $70^{\circ} 30' 40,67''$ (Kiblat = Barat)

Masukan rumus :

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

$$= \frac{(\tan 21^{\circ} 25' 21,04'' \times \cos -06^{\circ} 55' 59,75'' : \sin 70^{\circ} 30' 40,67'' - \sin -06^{\circ} 55' 59,75'' : \tan 70^{\circ} 30' 40,67'')}{\tan 70^{\circ} 30' 40,67''}$$

$$= 65^{\circ} 29' 35,37''$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth kiblat} &= 360^{\circ} - 65^{\circ} 29' 35,37'' \\ &= 294^{\circ} 30' 24,6'' \end{aligned}$$

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Umul Maghfuroh
Tempat Tanggal Lahir : Batang, 29 April 1992
NIM : 122111128
Fakultas : Universitas Islam Negeri Walisongo
Semarang
Alamat Asal : Jln. Walisinongko, Terban RT. 004/RW.
002, Warungasem, Batang.
Alamat Sekarang : Ponpes Daarun Najaah Jl. Stasiun No
275 Jarakah Tugu Semarang 50151.
Riwayat Pendidikan :

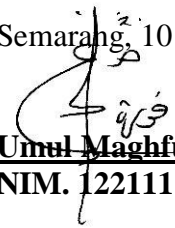
A. Pendidikan formal

1. MI Roudlotul Huda Terban Warungasem Batang lulus tahun 2004.
2. MTs Tholabuddin Masin Warungasem Batang lulus tahun 2007.
3. MTs Salafiyah Pondok Tremas Pacitan lulus tahun 2009.
4. MA Salafiyah Mu'adalah Pondok Tremas Pacitan lulus tahun 2012.

B. Pendidikan Informal

1. Madrasah Diniyah Ribatul Mubtadiin Terban Batang 2000-2006.
2. Perguruan Islam Pondok Tremas Pacitan Jawa Timur 2007-2012.
3. Pondok Pesantren "Daarun Najaah" Jerakah Tugu Semarang 2012-2014.

Semarang, 10 Juni 2016


Umul Maghfuroh
NIM. 122111128