

**ANALISIS PENGGUNAAN THEODOLIT NIKON NE-102 DENGAN
METODE DUA TITIK SEBAGAI PENENTU ARAH KIBLAT**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi tugas dan melengkapi syarat guna memperoleh gelar Sarjana
Program Strata 1 (S.1) dalam Ilmu Syariah



Disusun oleh:

SUWANDI

NIM: 112 111 095

PROGRAM STUDI ILMU FALAK

FAKULTAS SYARI'AH

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2015

Drs. H. Maksun, M.Ag.
Perum Griya Indah Permai A/22
Tambak Aji Ngaliyan
Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Suwandi

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syariah UIN Walisongo
Di Semarang

Assalamu'alaikum. Wr.Wb

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

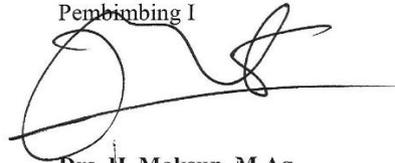
Nama : Suwandi
NIM : 112111095
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : ANALISIS PENGGUNAAN THEODOLIT NIKON NE-102
DENGAN METODE DUA TITIK SEBAGAI PENENTU ARAH
KIBLAT

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqosyahkan, Atas Perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, 24 Juni 2015

Pembimbing I



Drs. H. Maksun, M.Ag.

NIP : 196805151 99303 1 002

Ahmad Syifaul Anam, SHI., MH.
Perum Kopri No.28
Jl. Tugurejo Timur T 27 RT 05/ RW 05
Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks
Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Suwandi

Assalamu'alaikum. Wr.Wb

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

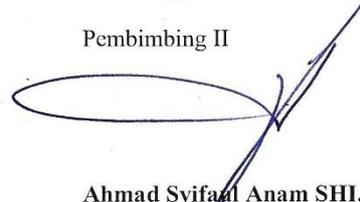
Nama : Suwandi
NIM : 112111095
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : ANALISIS PENGGUNAAN THEODOLIT DENGAN METODE
DUA TITIK SEBAGAI PENENTU ARAH KIBLAT

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi saudara tersebut dapat segera dimunaqsyahkan, Atas Perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, 25 Juni 2015

Pembimbing II



Ahmad Syifaul Anam SHI., MH.
NIP : 198001202 00312 1 001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARI'AH

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

PENGESAHAN

Skripsi saudara : Suwandi
NIM : 112111095
Fakultas : Syari'ah
Jurusan : Ilmu Falak
Judul : **ANALISIS PENGGUNAAN THEODOLIT NIKON NE-102
DENGAN METODE DUA TITIK SEBAGAI PENENTU ARAH
KIBLAT**

Telah dimunaqasahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syari'ah Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan dinyatakan lulus, pada tanggal:

09 Juli 2015

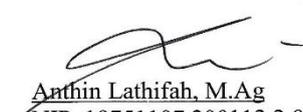
Dan dapat diterima sebagai kelengkapan ujian akhir dalam rangka menyelesaikan Studi Program Sarjana Strata 1 (S.1) tahun akademik 2014/2015 guna memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Syari'ah.

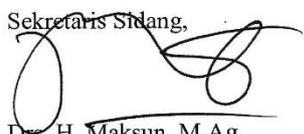
Semarang, 06 Agustus 2015

Dewan Penguji,

Ketua Sidang,

Sekretaris Sidang,

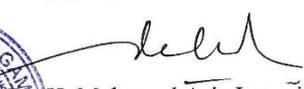

Anthin Lathifah, M.Ag
NIP. 19751107 200112 2 002


Drs. H. Maksun, M.Ag
NIP. 19590606 198903 1 002

Penguji I,

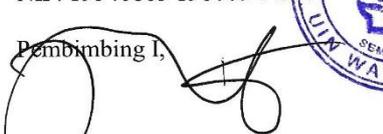
Penguji II,

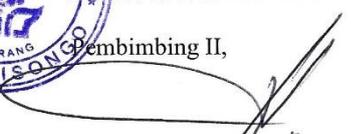

Drs. H. Slamet Hambali, M.Si
NIP. 19540805 198003 1 004


Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag
NIP. 19690709 199703 1 001

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Drs. H. Maksun, M.Ag
NIP. 19680515 199303 1 002


Ahmad Syifa'ul Anam, SHI, MH
NIP. 1980120 200312 1 001

MOTTO

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ^{١٤٩}

وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ

Dan dari mana saja kamu keluar (datang), Maka Palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil haram, Sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan.¹

¹Departemen Agama RI, *al-Qur'an Tajwid dan Terjemahnya*, Bandung: jabal Raudhotul Jannah, 2009, hlm. 22

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk :

1. Orang tua tercinta, : Ayah Sarto (alm) dan Ayah Masrukin, Ibu Khotimah dan Ibu Zulikah. Yang dengan ikhlas rela merawat, mendidik, serta mendoakan anaknya dengan kasih sayang penuh.
2. Para Kyai, Dosen, Guru, dan Ustadz
Yang telah mengajarkan ilmu untuk menuju kemuliaan di sisi Allah SWT.
3. Kakakku (Istiqomah, Abdur Rasyid, Rohmatul Ummah, Sukadi, Aris Taningsih, Syakirin, Zuana Ekawati, Romdhon)
4. Seluruh keluarga tercintaku, Yang selalu memberi motivasi serta semangat untuk menuju suksesanku.

DEKLARASI

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

Semarang, 25 Juni 2015.

Deklarator



Handwritten signature of Suwandi in black ink.

Suwandi

112 111 095

ABSTRAK

Metode dua titik merupakan penentuan arah kiblat dengan rumus perhitungan vincenty yang mengandalkan dua koordinat geografis tempat pengamatan. Dengan dua koordinat ini, dapat diolah dengan rumus vincenty untuk mengetahui azimuth dari posisi satu (koordinat pertama) terhadap posisi dua (koordinat kedua). Dengan diketahui nilai azimuth ini, arah utara sejati akan dengan otomatis didapat. Maka dari itu, penentuan koordinat ini membutuhkan GPS geodetik dengan akurasi milimeter. Berdasarkan hal inilah perlu dilakukan penelitian terhadap metode ini, karena mempunyai perbedaan konsep maupun rumus dengan metode segitiga bola yang selama ini digunakan oleh para praktisi falak dalam penentuan arah kiblat. Adapun media pengukuran metode ini penulis menggunakan theodolit yang memang sampai saat ini terbukti secara empiris sebagai alat paling akurat dalam pengukuran arah kiblat.

Dalam penelitian ini penulis mempunyai beberapa rumusan masalah yaitu : *Pertama*, bagaimana konsep penggunaan theodolit dengan metode dua titik dalam menentukan arah kiblat? *Kedua*, Bagaimana komparasi penggunaan theodolit dengan metode vincenty dua titik dan metode segitiga bola dalam menentukan arah kiblat?

Jenis dari penelitian ini adalah jenis penelitian kualitatif dengan penelitian lapangan (*field research*). Sumber data yang penulis gunakan dalam penelitian ini yaitu sumber data primer yaitu hasil obsevasi lapangan dengan alat bantu theodolit Nikon serta GPS Geodetik akurasi milimeter. Sedangkan data sekunder diambil dari buku-buku, ensiklopedi, artikel maupun tulisan-tulisan yang berkaitan dengan penelitian ini. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik dokumentasi (*documentation*), wawancara, serta observasi lapangan. Sedangkan analisis data menggunakan metode deskriptif analisis dan metode komparatif.

Penelitian ini menghasilkan beberapa temuan yaitu : *Pertama*, perbedaan konsep metode dua titik dengan metode segitiga bola pada intinya terdapat pada *pointing* arah utara sejati yang mana pada metode dua titik berpatokan pada azimuth posisi satu terhadap posisi kedua. Sedangkan pada metode segitiga bola berpatokan pada posisi Matahari. Mengenai penggunaan theodolit pada metode ini pada dasarnya sama dengan metode-metode lain, diawali dengan kalibrasi yang tepat hingga pembidikan terhadap titik koordinat tempat posisi kedua sebagai acuan utaranya. Dan dari berbagai jenis theodolit, bahwa untuk menentukan arah kiblat dengan akurat, lebih cepat, serta lebih mudah, penulis menggunakan jenis theodolit Nikon NE-102/NE-201. *Kedua*, berdasarkan kategori akurat yang disampaikan oleh Slamet Hambali, setelah dilakukan pengukuran terhadap kedua metode, terdapat selisih antara 0^0 sampai $0^0 41' 15,06''$ yang masih masuk dalam kategori akurat.

Kata kunci : Metode Vincenty Dua Titik, Penggunaan Theodolit dalam Penentuan Arah

Kiblat.

PEDOMAN TRANSLITERASI HURUF ARAB KE HURUF LATIN¹

A. Konsonan

Huruf Arab	Huruf Latin
ا	-
ب	B
ت	T
ث	Ts
ج	J
ح	H
خ	Kh
د	D
ذ	Dz
ر	R
ز	Z
س	S
ش	Sy
ص	Sh
ض	Dl
ط	Th
ظ	Zh
ع	'a
غ	Gh
ف	F
ق	Q
ك	K
ل	L

¹ Pedoman Penulisan Skripsi Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang Tahun 2012.

م	M
ن	N
و	W
ه	H
ء	'
ي	Y

B. Vokal

Tanda	Nama	Ditulis
◌َ	Fathah	A
◌ِ	Kasrah	I
◌ُ	Dammah	U

C. Diftong

Tanda	Nama	Ditulis
◌َ+ي	Fathah + ya' mati	Ai
◌ُ+و	Fathah + wawu	Au

D. Syaddah

Syaddah(◌ّ) dilambangkan dengan konsonan ganda, misalnya مجّدد (*mujaddid*).

E. Kata Sandang

Kata Sandang (ال) ditulis dengan *al*-... misalnya الشمس (*al-Syamsu*). Al- ditulis dengan huruf kecil kecuali jika terletak pada permulaan kalimat.

F. Ta' Marbutah

Setiap *ta' marbutah* ditulis dengan "h" misalnya إمكان الرؤية (*imkan ar-rukyah*).

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Atas hidayah yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis masih berkesempatan untuk mempelajari sedikit Ilmu-Nya agar bisa mengetahui keagungan-Nya. *Alhamdulillah 'ala kulli hal wa 'ala kulli ni'amah*, penulis sangat bersyukur atas semua karunia yang telah diberikan kepada penulis, sehingga *bi'aunillah* penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dengan judul **“Analisis Penggunaan Theodolit Nikon NE-102 dengan Metode Dua Titik sebagai Penentu Arah Kiblat.”**

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Pemimpin umat seluruh alam, Maulana Muhammad SAW kekasih Allah sekaligus sang Nabi pemberi syafa'at di yaumul qiyamah kelak. Demikian pula kepada para alim dan ulama yang telah memberikan warna dalam perkembangan keilmuan Islam yang selalu menjadi motivasi bagi sang penikmat ilmu.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil “jerih payah” penulis sendiri. Akan tetapi semua itu merupakan wujud dari usaha dan bantuan, pertolongan serta do'a dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi tersebut. Maka dari itu melalui untaian kata ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Keempat orang tua penulis, beserta segenap keluarga atas segala curahan do'a, perhatian, dukungan dan kasih sayang yang tidak dapat penulis ungkapkan dalam untaian kata-kata.
2. Kementerian Agama RI cq Ditjen Pendidikan Diniyah dan Pondok Pesantren atas Program Beasiswa Santri Berprestasi (PBSB) dalam menempuh S1 Jurusan Ilmu Falak di Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Semarang.
3. Drs. H. Maksun, M.Ag, selaku pembimbing I, atas bimbingan dan pengarahan serta memberikan saran-saran yang konstruktif bagi penulis selama penulisan skripsi ini hingga selesai.
4. Ahmad Syifaul Anam, SHI, MH., selaku pembimbing II yang selalu meluangkan waktu untuk memberi pengarahan serta memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan penulisan skripsi ini.

5. Dekan Fakultas Syari'ah UIN Walisongo Semarang, Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag, dan para wakil dekan, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menulis skripsi tersebut dan memberikan fasilitas belajar hingga akhir.
6. Drs. H. Maksun, M.Ag, selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak periode sekarang, Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag, selaku Kaprodi sebelumnya, serta Sekretaris Jurusan Ilmu Falak Ahmad Syifa'ul Anam, SHI, MH, atas bimbingan, motivasi, serta nasihatnya kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Drs. H. Abdul Ghofur, M.Ag , selaku dosen wali penulis, yang selalu memberikan masukan dan arahan untuk kebaikan kedepannya.
8. Guru saya Bapak Abdul Halim, Bapak Arif Setiawan, Bapak Muhajir, serta guru-guru saya di Madrasah, Pondok, yang telah dan selalu memberikan ilmu, nasihat, juga motivasi demi kebaikan penulis.
9. Keluarga besar Pondok Pesantren Al-Firdaus Ngaliyan Semarang. Khususnya untuk Drs. KH. Ahmad Ali Munir beserta keluarga yang senantiasa sabar, ikhlas dalam membina para santri, Pak Muktasit, Ust. Zumroni, Ust. Amir Tajrid, Ust. Saefuddin, yang telah memberi nasihat agar menjadi santri yang sukses, sholeh dan selamat di dunia dan di akhirat.
10. Keluarga Besar MA Safinatul Huda Jepara dan Pondok Pesantren Mansyaul Huda Jepara, khususnya pengasuh pondok KH. Masduki Ridlwan, para ustadz atas pengajaran ilmu dan didikan yang diberikan kepada penulis selama penulis menjadi siswa dan santri.
11. Keluarga besar CSS MoRa UIN Walisongo Semarang yang senantiasa mengajarkan makna kebersamaan.
12. Teman-teman sanlat Jepara, khususnya angkatan 2011 kelas IPA-kelas IPS. Semoga silaturrahhmi tetap terjaga.
13. Angkatan 2011 PBSB UIN Walisongo " FoReVeR" (Hadi, Oval, Syarief, Sholah, Andi, Anik, Dede, Erik, Evi, Fatih, Fidia, Firdos, Hanik, Ichan, Ayin, Lisa, Izun, Ma'ruf, Najib, Sofyan, Shobar, Adin, Shodiq, Tari, Nurul, Zabid) beserta teman-teman Forever reguler (Dessy, Laili, Mulky dan Rif'an) yang telah memberikan coretan tinta terindah dalam hidupku, berbagi akan kebersamaan, keceriaan, suka maupun duka.

14. Untuk Almarhumah Nafidatus Syafa'ah, sahabat baik ku. Terimakasih telah menjadi sebagian cerita dalam hidupku. Semoga kamu mendapatkan tempat terindah di sisi-Nya.
15. Bapak Arif Laela Nugraha beserta teman-teman UNDIP Semarang yang telah membantu penulis dalam proses penelitian skripsi ini.
16. Semua pihak yang telah memberi semangat serta motivasi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna yang disebabkan dari keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif dari pembaca demi upaya penyempurnaan tulisan ini kedepannya.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberi manfaat serta pengetahuan baru bagi bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semarang, 25 Juni 2015

Suwandi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN NOTA PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN DEKLARASI.....	vii
HALAMAN ABSTRAK	viii
HALAMAN KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN DAFTAR ISI.....	xiii
HALAMAN PEDOMAN TRANSLITERASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Telaah Pustaka	6
F. Metode Penelitian	11
G. Sistematika Penulisan.....	14
BAB II PENGGUNAAN ALAT BANTU METODE PENENTUAN ARAH KIBLAT	
A. Pengertian Arah Kiblat.....	16
B. Metode Penentuan Arah Kiblat.....	18
C. Instrument Penentuan Arah Kiblat.....	21
BAB III KONSEP PENGGUNAAN THEODOLIT NIKON NE-102 DENGAN METODE DUA TITIK SEBAGAI PENENTU ARAH KIBLAT	
A. Sekilas tentang Ilmu Geodesi	43
1. Pengertian Geodesi	43
2. Sejarah Ilmu Geodesi.....	44
3. Ruang Lingkup Ilmu Geodesi	48

B. Aplikasi Teori Geodesi dalam Perhitungan Arah Kiblat dengan Metode Dua Titik.....	49
C. Penggunaan Theodolit dalam Menentukan Arah Kiblat dengan Metode Dua Titik	55
1. Theodolit dan Aplikasinya.....	55
2. Bagian-bagian Theodolit.....	57
3. Prinsip Kerja Theodolit.....	57
4. Sifat-sifat Theodolit.....	58
5. Kalibrasi Theodolit.....	60
6. Macam-macam Theodolit.....	63
D. Praktik Metode Dua Titik Menggunakan Theodolit.....	65

**BAB IV ANALISIS PENGGUNAAN THEODOLIT NIKON NE-102
DENGAN METODE DUA TITIK SEBAGAI PENENTU ARAH
KIBLAT**

A. Analisis Penggunaan Theodolit dengan Metode Dua Titik sebagai Penentu Arah Kiblat	69
B. Komparasi Metode Vincenty Dua Titik dengan Metode Segitiga Bola.....	74

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	86
B. Saran-saran	87
C. Penutup	87

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT PENDIDIKAN

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Shalat yang merupakan salah satu rukun Islam, tidak ada beda pendapat bahwa menghadap kiblat menjadi syarat sahnya shalat kita. Namun dalam praktiknya, bagi orang yang berada di kota Mekah dan sekitarnya dalam menghadap kiblat ini tidak menjadi masalah. Akan tetapi bagi mereka yang berada jauh di luar kota Mekah, hal ini menjadi problem tersendiri. Maka dari itu, semestinya kita berijtihad dengan petunjuk-petunjuk yang ada untuk mengetahui posisi kita dari ka'bah. Mengingat dalam konsep ibadah, keyakinan akan lebih mantap bila dibangun atas dasar keilmuan yang dapat mengantarkan ke arah yang lebih tepat dalam hal menghadap kiblat.¹

Permasalahan arah kiblat mencuat saat awal tahun 2010 dengan adanya isu bergesernya arah kiblat akibat gempa Bumi dan pergeseran lempeng Bumi. Banyak masjid diukur kembali dan hasilnya melenceng dari arah yang dikehendaki (kiblat). Namun dalam beberapa referensi disebutkan bahwa kemelencengan tersebut bukan karena adanya gempa Bumi melainkan metode pengukuran arah kiblat yang belum akurat.² Saat masjid-masjid itu dibangun, kemungkinan hanya menggunakan perkiraan saja dengan metode sederhana, sehingga ketika dicek kembali arah kiblatnya tidak akurat.

¹Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia Direktorat jenderal Pendidikan Islam Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, 2012, hlm. 6.

²Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode* ,,Ibid, hlm. xii

Metode penentuan arah kiblat dari masa ke masa tentu mengalami perkembangan, dari mulai metode tradisional hingga modern. Baik dalam hal perhitungan (hisab) ataupun alat ukur. Di Indonesia sendiri, sistem hisab dapat digolongkan menjadi beberapa generasi diantaranya³:

1. Hisab Hakiki Taribi, seperti perhitungan dalam kitab *Sullam al-Nayyirain* karya Manshur bin Abdul Hamid bin Muhammad Damiri el-Betawi dan kitab *Fathu al-Rauf al-Mannan* karya Abu Hamdan Abdul Jalil.
2. Hisab Hakiki Tahkiki, seperti perhitungan dalam kitab *al-Khulashah al-Wafiyah* karya KH. Zubaer Umar Jaelany Salatiga, kitab *Badi'ah al-Mitsal* karya KH. Ma'shum Jombang dan Hisab Hakiki karya KRT. Wardan Dipodiningrat.⁴
3. Hisab Kontemporer, seperti perhitungan pada *The New Comb, Astronomical Almanac, Astronomical Algorithm, Mawaqit*, dan lain sebagainya.

Dalam hal peralatan ukurnya pun mengalami perkembangan. Seperti penentuan arah kiblat menggunakan alat tongkat istiwa'⁵, rubu'mujayyab⁶,

³ Purkon Nur Ramdhan, *Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghazali dalam Kitab Irsyad al-Murid*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2012.

⁴Merupakan tokoh yang dikenal sebagai pelopor kriteria wujudul hilal. Lihat Muhyidin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm. 117.

⁵ Istiwa ialah fenomena astronomis saat posisi Matahari melintasi meridian langit. Fenomena ini digolongkan dalam dua versi metode yakni rashdul kiblat harian dan tahunan (rashdul kiblat sendiri merupakan waktu dimana bayangan matahari mengarah ke arah kiblat), untuk rashdul kiblat tahunan terjadi pada sekitar 27-28 Mei pukul 16:00 WIB, dan 15-16 Juli pukul 16:25. Dan untuk rashdul kiblat harian dapat ditentukan dengan perhitungan. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008, hlm. 105.

⁶ Rubu' Mujayyab ialah alat hitung yang berbentuk seperempat lingkaran dikenal pula dengan kuadrant. Dalam menentukan arah kiblat menggunakan alat ini, kita cukup meletakkan rubu' ke posisi arah kiblat dari hasil perhitungan (proses perhitungan juga bisa dilakukan pada alat rubu' ini). Misalkan sekitar 24 derajat 30 menit, maka benang diarahkan sesuai dengan data yang ada pada rubu' tersebut. Hanya saja data yang disajikan dalam rubu' ini tidak mencapai satuan detik, sehingga data yang dihasilkan dinilai masih kasar dan kurang akurat. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat...* hlm. 182-183.

segitiga siku⁷, software-software arah kiblat, hingga theodolit⁸. Dan sejauh ini theodolit dianggap sebagai alat yang paling akurat diantara metode-metode yang sudah ada dalam menentukan arah kiblat. Dengan berpedoman pada posisi dan pergerakan benda-benda langit (seperti Matahari dan Bulan) dan bantuan satelit GPS⁹. Theodolit juga dapat menunjukkan suatu posisi hingga satuan detik busur.¹⁰

Theodolit, dalam penggunaannya untuk menentukan arah kiblat selama ini ketika praktik lapangan harus mencari waktu yang tepat agar proses pengukuran akurat. Dalam artian cuaca cerah menjadi faktor penting agar theodolit dapat membidik posisi Matahari dengan baik. Dengan demikian theodolit tidak dapat dioperasikan setiap saat manakala cuaca mendung dan lain sebagainya.

Tentunya pengembangan analisis selalu diusahakan oleh para aktivis keilmuan, seperti halnya munculnya ide baru kemungkinan atau probabilitas penggunaan “Metode Dua Titik pada theodolit dalam menentukan arah kiblat” sebagai tawaran atas theodolit yang pada umumnya selalu terpaku pada bayang Matahari.

⁷ Cara lain dalam menentukan arah kiblat ialah menggunakan rumus trigonometri dalam segitiga siku-siku. Dasar yang digunakan dalam pemakaiannya adalah perbandingan trigonometri segitiga siku-siku.

⁸ Alat yang digunakan untuk mengukur sudut horisontal dan sudut vertikal, dilengkapi dengan teropong. Lihat Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia)* hlm. 231

⁹ Global Positioning System adalah suatu sistem navigasi atau penentu posisi berbasis satelit yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Lihat Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1...*, hlm. 230

¹⁰ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, Semarang: Walisongo Press, 2010, Cet.1, hlm. 55

Dikatakan demikian karena metode ini merupakan metode penentuan arah kiblat yang tidak membutuhkan nilai harga azimuth Matahari, melainkan dua titik koordinat sebagai acuan. Pada dasarnya kedua metode ini mempunyai proses perhitungan yang hampir sama, yakni untuk mengetahui harga azimuth¹¹ tempat yang dikehendaki. Namun untuk metode dua titik, membutuhkan dua titik koordinat yang diperoleh dari GPS (Global Position System) secara akurat.

Metode ini menganggap bahwa Bumi berbentuk elipsoid¹², sehingga teori perhitungan arah kiblat ialah teori vincenty (geodesi). Berbeda dengan teori trigonometri bola (astronomi) menggunakan asumsi Bumi berbentuk bulat bola. Dalam penelitian ini, akan dicoba mengkomparasikan hasil dari metode vincenty dua titik (dua koordinat) dengan azimuth Matahari

Untuk proses praktik lapangan juga berbeda dalam pengukuran, misal ketika dalam ruangan tertutup metode ini dapat digunakan. Berbeda dengan metode bayang Matahari yang cukup rumit karena memang Matahari menjadi unsur penting dalam pengukuran.

¹¹ Sudut antara sasaran terhadap kutub utara Bumi, dihitung menurut putaran jarum jam. Dari Utara-Timur-Selatan-Barat. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi...* hlm. 38.

¹² Ellips adalah bentuk lingkaran yang tidak bundar, melainkan bulat seperti telur. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hlm. 23.

Metode Proses	Metode Bayang Matahari	Metode Dua Titik
Azimuth Matahari	Ada	Tidak Ada
Data Koordinat	1 (Satu) Titik	2 (Dua) Titik
Waktu pelaksanaan	Cuaca cerah (adanya sinar Matahari)	Kapan pun dapat dilaksanakan

Maka dari itu, hal ini perlu diteliti untuk mengetahui keakurasian daripada metode dua titik ini, sehingga memang benar-benar layak digunakan ataukah belum. Dari sekilas penjelasan di atas, penulis tertarik untuk mengkaji lebih lanjut dan mengangkat penelitian ini dalam sebuah skripsi yang berjudul “Analisis Penggunaan Theodolit dengan Metode Dua Titik sebagai Penentu Arah Kiblat”.

B. Rumusan Masalah

Agar pembahasan dalam karya tulis ini tidak melebar dari apa yang dikehendaki, maka perlu dibuat rumusan masalah yang benar-benar fokus. Dari latar belakang di atas, maka penulis mengangkat permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana konsep penggunaan theodolit dengan metode dua titik dalam menentukan arah kiblat ?

2. Bagaimana komparasi penggunaan theodolit dengan metode vincenty dua titik dan azimuth Matahari (konsep geosentrik) dalam menentukan arah kiblat ?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui dan menganalisa bagaimana konsep penggunaan theodolit dengan metode dua titik dalam penentuan arah kiblat.
2. Untuk mengetahui dan menganalisa bagaimana komparasi metode dua titik dengan metode azimuth Matahari dengan konsep geosentrik.

Dari permasalahan di atas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa sumbangsih dan wacana pembelajaran khususnya dalam hal penentuan arah kiblat. Dengan adanya tambahan wawasan (metode dua titik) ini, bisa menjadi acuan untuk terus menggali ide-ide baru guna menambah khazanah keilmuan khususnya dalam bidang ilmu falak.

D. Telaah Pustaka

Sejauh penelusuran penulis, sudah ada penelitian terkait perhitungan arah kiblat dengan metode vincenty, yakni tesis saudara Misbah Khusurur “Perhitungan Arah Kiblat Akurasi Tinggi (Studi Analisis dengan Menggunakan Metode Vincenty), hanya saja dalam tesis tersebut hanya menjelaskan perbedaan hasil perhitungan dari metode vincenty, segitiga bola,

dan segitiga bola koreksi ellipsoid.¹³ Sedangkan dalam skripsi ini akan dijelaskan metode vincenty dengan bantuan dua koordinat, yakni tanpa azimuth Matahari yang nantinya akan dikomparasikan hasilnya dengan metode yang menggunakan azimuth Matahari yakni segitiga bola. Selain itu juga terdapat beberapa penelitian yang menyinggung seputar arah kiblat, diantaranya:

Disertasi Ahmad Izzuddin dengan judul *Kajian terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*¹⁴. Disertasi tersebut meneliti tentang beberapa metode dalam penentuan arah kiblat yang ada di masa sekarang. Hasil dari penelitiannya itu, belum ada rumusan baku tentang definisi menghadap arah kiblat pada masa para ulama madzhab. Selain itu juga aplikasi teori perhitungan arah yang sesuai dengan definisi arah dalam penentuan arah kiblat adalah arah yang memiliki acuan lingkaran besar (*great circle*) yang dipakai dalam teori trigonometri bola dan teori geodesi, karena arah yang dikehendaki dalam arah menghadap kiblat ialah arah menghadap, bukan arah perjalanan bergerak menuju Mekah sebagaimana yang dihasilkan oleh teori navigasi. Hasil terakhirnya ialah kerangka teoritik yang akurat dalam metode penentuan arah kiblat ialah teori geodesi karena mempertimbangkan bentuk Bumi yang sebenarnya dan teori trigonometri bola dengan koreksi dari lintang geografik ke geocentris.

¹³Misbah Khusurur, *Perhitungan Arah Kiblat Akurasi Tinggi (Studi Analisis dengan Menggunakan Metode Vincenty)*, Tesis Program Magister UIN Walisongo Semarang, 2011.

¹⁴ Ahmad Izzuddin, *Kajian terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, Disertasi Fakultas Syariah IAIN Walisongo, Semarang, 2010, td.

Skripsi Anisah Budiwati¹⁵, *Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid dalam Program Mawaqit*, yang menerangkan bahwa sistem hisab program tersebut menggunakan teori *spherical trigonometri*. Serta corak fiqih arah kiblat Dr. Ing. Khafid dalam program ini condong pada pendapat Imam Syafii yang menjadi rujukan, wajib menghadap Ka'bah baik dekat maupun jauh. Serta untuk keakuratan dari program ini memiliki perbedaan atau selisih sekitar 5 menit busur yang dapat diperhitungkan atau dikonversikan dalam satuan jarak yaitu sekitar 12.062 km. Sehingga setidaknya program mawaqit ini mengarah ke kiblat.

Skripsi Ihwan Muttaqin¹⁶, *Studi Analisis Metode Penentuan Arah Kiblat dengan Menggunakan Equatorial Sundial*, yang memaparkan bahwa bagaimana langkah-langkah menentukan arah kiblat menggunakan *Equatorial Sundial*. Kemudian hasil pengukuran menggunakan alat ini dinilai masih kurang akurat, dalam empat kali pengukuran diperoleh hasil dengan selisih yang berbeda-beda.

Skripsi Purkon Nur Ramdhani¹⁷ dengan judul *Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghazali dalam Kitab Irsyad al-Murid*. Skripsi ini menyimpulkan bahwa metode kitab tersebut tergolong metode hisab kontemporer, karena data-data yang digunakan sama dengan data kontemporer ephemeris dan juga rumusnya merupakan bentuk dari turunan

¹⁵ Anisah Budiwati, *Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid dalam Program Mawaqit*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2011.

¹⁶ Ihwan Muttaqin, *Studi Analisis Metode Penentuan Arah Kiblat dengan Menggunakan Equatorial Sundial*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2012.

¹⁷ Purkon Nur Ramdhani, op.cit

segitiga bola. Serta tingkat akurasi metode hisab arah kiblat nya tergolong cukup akurat.

Skripsi Alvian Meydiananda¹⁸ tentang Penggunaan Azimuth Bulan sebagai salah satu metode dalam penentuan arah kiblat, menyimpulkan bahwa perhitungan arah kiblat menggunakan metode azimuth Bulan dapat dipakai sebagai acuan untuk mengukur arah kiblat. Karena tidak ada selisih atau kemelencengan yang terjadi pada setiap pengukuran yang dilakukan.

Skripsi Ahmad Ridhani¹⁹ yang berjudul *Studi Evaluasi Formula Arah Kiblat dengan Theodolit dalam Buku Ephemeris Hisab Rukyah 2013*. Dalam skripsi ini dijelaskan bahwa konsep yang digunakan dalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013* penentuan arah kiblat pada theodolit pada dasarnya menggunakan prinsip-prinsip perhitungan pada metode-metode lain yang menggunakan bayangan Matahari. Hanya saja ada beberapa rumus yang berbeda dalam perhitungannya seperti rumus dalam menghitung sudut waktu Matahari dan azimuth Matahari. Kedua, dijelaskan lagi bahwa keakuratan metode arah kiblat dengan theodolit dalam buku *Ephemeris Hisab Rukyat 2013* hanya pada waktu tertentu. Hal ini karena terdapat kesalahan pada formula. Maka dalam skripsi tersebut disertakan rumus atau formula yang ideal dari hasil evaluasi pada buku ephemeris tersebut.

¹⁸ Alvian Meydiananda, *Azimuth Bulan sebagai salah satu metode dalam penentuan Arah Kiblat*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2012.

¹⁹ Ahmad Ridhani, *Studi Evaluasi Formula Arah Kiblat dengan Theodolit pada Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2013*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2013.

Skripsi Muhammad Rasyid²⁰, *Posibilitas Penentuan Arah Kiblat dengan Lingkaran Jam Tangan Analog*. Skripsi ini menjelaskan bahwa prinsip yang digunakan pada dasarnya sama dengan prinsip arah kiblat pada theodolit, namun ada beberapa perbedaan mendasar pada teknis pengukuran, diantaranya pada pembidikan Matahari dengan lingkaran jam tangan analog menggunakan angka 12 yang tertera pada jam, pembidikan dan pembuatan garis kiblat, kemudian arah kiblat yang dihasilkan berupa satuan menit pada jam tangan. Dari beberapa hasil pengukuran, hasil arah kiblat yang dihasilkan sudah cukup akurat. Tingkat presisinya hanya berkisar dari 0° sampai 0° 27', angka tersebut masih berada pada kemelencengan atau simpangan arah kiblat yang diperkenankan untuk wilayah Indonesia.

Skripsi M. Ali Romdhon²¹, *Studi Analisis Penggunaan Bintang sebagai Penunjuk Arah Kiblat Nelayan (Studi Kasus Kelompok Nelayan "Mina Kencana" Desa Jambu Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara)*. Menjelaskan bahwa kelompok nelayan tersebut menggunakan *Bintang Panjer Sore* untuk digunakan sebagai petunjuk arah kiblat ketika berada di laut, dengan melihat langsung tanpa alat bantu teropong dan sebagainya. Ketika mengerjakan shalat, dengan menghadap bintang tersebut lalu serong ke kanan berarti menghadap kiblat.

²⁰ Muhammad Rasyid, *Posibilitas Penentuan Arah Kiblat dengan Lingkaran Jam Tangan Analog*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2013.

²¹ M. Ali Romdhon, *Studi Analisis Penggunaan Bintang sebagai Penunjuk Arah Kiblat Nelayan (Studi Kasus Kelompok Nelayan "Mina Kencana" Desa Jambu Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara)*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2012.

Skripsi Barokatul Laili²², *Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*, yang menjelaskan bahwa metode yang dibangun oleh Slamet Hambali yang dilatarbelakangi oleh sulitnya masyarakat untuk mendapatkan theodolit ini mempunyai corak fikih yang condong pada pendapat Imam Syafi'i. Konsep perhitungan yang digunakan yaitu konsep trigonometri bola yang mengasumsikan Bumi seperti bola bukan bidang datar. Berdasarkan perbandingan dengan metode lain seperti *rashdul kiblat lokal*, keakuratan metode Slamet Hambali bisa dikatakan cukup tinggi dan tidak ada perbedaan yang signifikan. Sehingga metode ini dapat dijadikan pedoman dalam penentuan arah kiblat.

Berbagai kepustakaan di atas menunjukkan bahwa penelitian terdahulu berbeda dengan permasalahan yang akan diangkat oleh penulis. Penelitian-penelitian yang sudah ada secara umum memang membahas tentang kiblat dan berbagai analisis terhadap metode penentuan arah kiblat, namun belum ada secara spesifik menganalisis lebih lanjut tentang “Analisis Penggunaan Theodolit Nikon NE-102 dengan Metode Dua Titik sebagai Penentu Arah Kiblat”.

E. Metode Penelitian

Dalam penelitian skripsi ini, metode yang penulis gunakan adalah sebagai berikut :

1. Jenis Penelitian

²² Barokatul Laili, *Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2013.

Penelitian ini termasuk penelitian lapangan (*field research*) karena mencoba membuktikan teori yang sudah ada dengan kenyataan dalam hasil praktik lapangannya, guna mengetahui komparasi metode dua titik dengan metode segitiga bola menggunakan theodolit yang selama ini selalu digunakan dalam penentuan arah kiblat. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif²³ dan tergolong dalam penelitian diskriptif²⁴.

Dalam penelitian ini mencoba memaparkan metode dua titik agar dapat dipahami lebih jelas bagaimana deskripsinya.

2. Sumber Data

a. Sumber Primer

Sumber primer adalah sumber-sumber yang memberikan data secara langsung dari tangan pertama atau merupakan sumber asli.²⁵ Yakni yang diperoleh langsung dari objek penelitian. Data primer dalam penelitian ini, penulis dapatkan melalui berbagai sumber seperti data hasil obserasi lapangan (praktik arah kiblat dua titik) dengan alat bantu Theodolit Nikon serta GPS Geodetik akurasi milimeter²⁶. Dengan observasi ini akan didapatkan data-data azimuth kiblat masing-masing metode.

²³ Metode Penelitian Kualitatif berlandaskan pada filsafat postpositiisme (memandang realitas sosial sebagai sesuatu yang holistik, kompleks, dinamis) atau yang disebut sebagai metode interpretive karena data hasil penelitian lebih berkenaan dengan interpretasi terhadap data yang ditemukan di lapangan. Penelitian dilakukan pada objek yang alamiah (objek yang berkembang apa adanya, tidak dimanipulasi). Lihat Sugiyono, *Metode Penelitian pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*, Alfabeta; Bandung, 2013, Cet. Ke-13, hlm. 13-14.

²⁴ Penelitian deskriptif yaitu penelitian yang menuturkan permasalahan yang ada sekarang berdasarkan data-data. Jadi ia juga menyajikan data, menganalisis, dan menginterpretasi. Lihat Narbuka, Chalid dan Abu Achmadi, *Metodologi Penelitian*, Bumi Aksara; Jakarta, 2008.

²⁵ Nasution, *Metode Research Penelitian Ilmiah*, Edisi 1, Jakarta; Bumi Aksara, cet. Ke-1, 2001, hlm. 150.

²⁶ Disarankan menggunakan GPS Geodetik dengan akurasi milimeter, agar dapat menentukan posisi (titik koordinat) dengan lebih akurat.

b. Sumber Sekunder

Sumber sekunder ialah sumber-sumber yang diambil dari sumber lain yang tidak diperoleh dari sumber primer.²⁷ Dalam penulisan ini, data sekunder diperoleh dari dokumentasi berupa buku-buku seperti Buku Hasanuddin Z. Abidin tentang Geodesi Satelit, Joenil Kahar, Buku-Buku seputar arah kiblat seperti karya Ahmad Izzuddin yakni Kajian-kajian Metode Arah Kiblat, Slamet Hambali, Muhyiddin Khazin, juga jurnal, website yang ada kaitannya dengan objek penelitian ini.

3. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam skripsi ini, penulis melakukan beberapa metode pengumpulan data, diantaranya :

a. Dokumentasi²⁸

Penulis menggunakan telaah referensi yaitu analisis terhadap sumber data berupa tulisan-tulisan, buku-buku, artikel, internet, serta data lain yang bersangkutan dengan penelitian.

b. Observasi

Metode observasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk memperoleh suatu data lapangan, yaitu dengan pengamatan atau praktik langsung terhadap pengukuran arah kiblat menggunakan alat theodolit dengan kedua metode yang akan dikomparasikan.

c. Wawancara

²⁷Nasution, Ibid

²⁸ Metode dokumentasi adalah metode mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, dan sebagainya.

Wawancara atau interiew²⁹ dilakukan kepada pihak yang terkait, dalam hal ini yakni, Arif Laela³⁰.

4. Metode Analisis Data

Setelah data terkumpul, data diolah dengan metode deskriptif analisis dan metode komparatif. Deskriptif yakni menggambarkan metode penentuan arah kiblat baik dengan segitiga bola (Azimuth Matahari) maupun vincenty dua titik. Metode deskriptif ini digunakan untuk menjelaskan kebenaran dan kesalahan dari suatu analisis yang dikembangkan secara berimbang dengan melihat kelebihan dan kekurangan objek yang diteliti. Teknik analisis deskriptif merupakan prosedur statistik untuk menguji generalisasi hasil penelitian yang didasarkan atas satu variabel.³¹ Kemudian metode komparatif yang mana penulis akan memberikan deskripsi mengenai hasil analisis yang penulis lakukan kemudian membandingkannya keduanya (kedua metode yang sudah dideskripsikan).

Proses analisis data dimulai dengan pengumpulan data-data yang berkaitan dengan metode penentuan arah kiblat khususnya metode dua titik. Hal yang pertama kali dilakukan penulis ialah menggali metode tersebut, selanjutnya penulis menganalisisnya. Tahap terakhir penulis menggunakan metode induktif komparatif untuk melakukan evaluasi terhadap metode dua titik ini, dengan metode Azimuth Matahari.

F. Sistematika Penulisan

²⁹ Tanya jawab lisan antara dua orang atau lebih secara langsung. Lihat Husaini Usman dan Purnomo Setiady Akbar, *Metodologi Penelitian Sosial*, Edisi Kedua, Jakarta; Bumi Aksara, 2009, Cet.ke-3.

³⁰ Dosen Pakar Ilmu Geodesi Univesirtas Diponegoro Semarang

³¹Husaini Usman, *Metodologo Penelitian Sosial,,* op.cit, Hlm. 136

Untuk memudahkan dalam mempelajari dan memahami skripsi ini, maka di sini akan dijelaskan mengenai sistematika atau urutan penulisan penelitian, dimana penelitian ini terdiri dari lima bab yang dijelaskan dalam sub-sub bab yang ada, yakni :

Bab I merupakan bab pendahuluan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, telaah pustaka, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II merupakan bab pembahasan tinjauan umum arah kiblat, diantaranya meliputi pengertian umum arah kiblat, dasar hukum menghadap kiblat, pendapat ulama tentang menghadap kiblat, berbagai metode penentuan arah kiblat.

Bab III merupakan bab pembahasan mengenai metode terbaru, yakni pembahasan diskursus mengenai metode vincenty dua titik. Dalam bab ini juga disinggung seputar alat theodolit.

Bab IV merupakan bab analisis penulis terhadap metode dua titik. Bab ini merupakan pokok dari pembahasan penulisan penelitian yang dilakukan. Juga membahas keakurasian metode dua titik ini dengan mengkomparasikan dengan metode segitiga bola (azimuth Matahari).

Bab V merupakan bab penutup yang meliputi kesimpulan, saran-saran, dan penutup.

BAB II

PENGUNAAN ALAT BANTU METODE PENENTUAN ARAH KIBLAT

A. Pengertian Arah Kiblat

Terlebih dahulu perlu dijelaskan secara singkat terkait pengertian daripada arah kiblat itu sendiri.

Ada beberapa definisi yang dikemukakan oleh para ahli untuk membatasi definisi kiblat. Definisi-definisi tersebut ialah :

Secara etimologi, kata kiblat berasal dari bahasa Arab *قبلة* yang merupakan bentuk mashdar dari kata kerja *قبل – يقبل – قبلة* yang berarti menghadap.¹ Kata ini memiliki ma'na yang sama dengan kata *jihah* atau *syatrah* yang berarti arah menghadap pula.² Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, kiblat diartikan arah ke Ka'bah di Mekah (pada waktu shalat).³

Sementara secara terminologi, dalam Ensiklopedi Hukum Islam, kiblat diartikan sebagai bangunan Ka'bah atau arah yang dituju kaum muslimin dalam melaksanakan sebagian ibadah.⁴ Sedangkan para pakar falak mempunyai definisi terhadap kiblat, diantaranya:

- Slamet Hambali, mempunyai definisi bahwa arah kiblat yaitu arah menuju Ka'bah (Mekah) lewat jalur terdekat yang mana setiap

¹ Ahmad Warson Munawir, *Al Munawir Kamus Arab-Indonesia*, Surabaya: Pustaka Progressif, 1997, hlm. 1087-1088.

² Departemen Agama RI, *Pedoman Penentuan Arah Kiblat*, 1995, hlm. 10

³ Departemen P&K, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Cet. II, Jakarta: Balai Pustaka, 1989, hlm. 438

⁴ Abdul Aziz Dahlan, dkk, *Ensiklopedi Hukum Islam*, Cet. I, Jakarta: Ichtiar Baru Van Hoeve, 1997, hlm. 944

muslim dalam melaksanakan shalat harus menghadap arah tersebut.⁵ Dengan dipertegas bahwa arah kiblat tiada lain melewati lingkaran besar (*great circle*) dengan jalur terdekat menuju Ka'bah.

- Muhyiddin Khazin, mengatakan bahwa arah kiblat ialah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati ke Ka'bah (Mekah) dengan tempat kota yang bersangkutan.⁶
- Suksinan Azhari, berpendapat bahwa arah kiblat merupakan arah yang dihadapi oleh muslim ketika melaksanakan shalat, yakni arah menuju ke Ka'bah di Mekah.⁷
- Ahmad Izzuddin mendefinisikan kiblat ialah Ka'bah atau paling tidak Masjidil Haram dengan mempertimbangkan posisi lintang bujur Ka'bah. Dengan demikian pendefinisian menghadap kiblat adalah menghadap ke arah Ka'bah atau paling tidak Masjidil Haram dengan mempertimbangkan posisi arah dan posisi terdekat dihitung dari daerah yang kita kehendaki.⁸

Dari beberapa definisi tersebut penulis mengambil kesimpulan bahwa menghadap arah kiblat ialah menghadap arah Ka'bah (Mekah) dengan jarak terdekat lewat jalur linkaran besar (*great circle*) berdasarkan tempat tertentu yang dikehendaki terhadap Ka'bah.

⁵ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Tentang Penentuan Waktu Shalat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*, tp, 1998, hlm. 84

⁶ Muhyiddin Khazin, *Cara Mudah Mengukur Arah Kiblat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet. II, 2006. hlm. 24

⁷ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008, hlm. 174.

⁸ Ahmad Izzudin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, Semarang: Walisongo Press, 2010, hlm. 4

B. Metode Penentuan Arah Kiblat

Hal penting yang harus diperhatikan perihal arah kiblat, salah satunya ialah mengerti bagaimana metode atau cara bagaimana kita dapat menentukan posisi kita terhadap kiblat (Ka'bah). Sejauh ini, dari awal sejarah kiblat hingga sekarang, telah dihasilkan berbagai macam metode. Pada awal perkembangan Islam tidak ada masalah tentang penentuan arah kiblat, karena Nabi Muhammad SAW selalu ada bersama-sama shahabat dan beliau sendiri yang menunjukkan arah kiblat apabila berada di luar kota Mekah.

Lalu para shahabat mulai berijtihad dengan merujuk pada pengamatan benda langit yang dapat menunjukkan arah kiblat. Di tanah arab, Bintang utama yang dijadikan rujukan dalam penentuan arah ialah Bintang *Qutbi* / *Polaris* (Bintang Utara), yaitu satu-satunya Bintang yang menunjukkan tepat ke arah utara Bumi. Pada perkembangan masa selanjutnya muncul berbagai metode dengan berbagai alat pula, hingga sampai sekarang semakin canggih alat yang digunakan untuk menentukan arah kiblat. Diantaranya, *Rubu' Mujayyab*, Tongkat Istiwa', Mizwala, Theodolit, GPS, dan Istiwa'aini. Untuk pengaplikasian atau pengukuran alat-alat tersebut, perlu dilakukan adanya perhitungan terlebih dahulu. Metode perhitungan yang sering digunakan ialah azimuth kiblat dan *rashdul kiblat*.⁹

Sebelum membahas instrume-instrumen di atas, akan dipaparkan terlebih dahulu metode rumus penentuan arah kiblat, yakni :

⁹ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, 2012, hlm. 6

- a. Perhitungan arah kiblat dengan metode segitiga bola murni (tanpa koreksi lintang)

Pada metode ini, Bumi dikonsepsikan berbentuk bola (bulat), oleh karenanya maka rumus yang dipergunakan untuk menentukan azimuth kiblat atau arah kiblat adalah rumus segitiga bola atau yang sering disebut trigonometri bola.

Untuk perhitungan, hanya diperlukan koordinat geografis dari tempat yang akan diukur dan koordinat Ka'bah saja. Selanjutnya, arah kiblat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Azimuth kiblat merupakan busur pada lingkaran horizon diukur mulai dari titik Utara ke arah Timur (Utara ke Ka'bah) berdasarkan posisi pengamat. Untuk menentukan nilai azimuth kiblat, diperlukan data-data astronomis seperti¹⁰ :

1. Lintang tempat / *'Ardhul Balad*

Yaitu jarak sepanjang meridian Bumi diukur dari khatulistiwa sampai suatu tempat yang dimaksud. Lintang tempat minimal 0 dan maksimal 90. Bagi tempat-tempat di belahan Bumi selatan diberi tanda negatif, sedang si belahan Bumi utara diberi tanda positif. Dalam dunia astronomi lintang tempat diberi tanda dengan huruf Yunani phi (π).

2. Bujur tempat / *Thulul Balad*

¹⁰ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, *op.cit*, hlm. 32-33.

Yaitu jarak yang diukur sepanjang busur ekuator dari bujur yang melalui kota Greenwich sampai bujur yang melalui tempat yang dimaksud. Tanda astronominya lambda (λ).

3. Koordinat Mekah

Lintang kota Mekah ialah $21^{\circ} 25' 21,04''$ LU serta bujur Mekah diperoleh $39^{\circ} 49' 34,33''$

Sedangkan rumus untuk menentukan azimuth kiblat ialah :

$$\text{Cotan (AQ)} = \tan \varphi^m \times \cos \varphi^x : \sin \text{SBMD} - \sin \varphi^x : \tan \text{SBMD}$$

(Arah kiblat diukur dari Utara ke Barat (UB), maka azimuth kiblat = $360 - \text{AQ}$). Atau dengan :

$$\text{Tan (AQ)} = \tan \varphi^m \times \cos \varphi^x : \sin \text{SBMD} - \sin \varphi^x : \tan \text{SBMD}$$

(Arah kiblat diukur dari Barat ke Utara (BU), maka azimuth kiblat = $270 + \text{AQ}$).

Keterangan :

AQ = Arah Kiblat

φ^m = Lintang Mekah

φ^x = Lintang Tempat

SBMD = Selisih bujur Mekah dengan bujur tempat.

b. Perhitungan Arah Kiblat dengan Metode Seitiga Bola dengan Koreksi Ellipsoid

Rumus segitiga ini berlaku pada titik-titik di bidang permukaan bola. Sedangkan kenyataannya, koordinat tempat biasanya pada bidang ellipsoid Bumi, dengan melakukan koreksi terhadap lintang geografik ke

lintang geosentrik. Adapun lintang geografik atau geodetik adalah lintang yang menggunakan ellipsoid sebagai permukaan acuan. Sedangkan lintang geosentrik ialah lintang yang menggunakan bola Bumi sebagai permukaan acuan. Dengan rumus konversi sebagai berikut :

$$\tan \phi^1 = (b^2/a^2) \tan \phi$$

a = jari-jari panjang Bumi (6378137 m)

b = jari jari pendek Bumi (6356752,314 m)

untuk rumus azimuth kiblat, sama halnya dengan segitiga bola murni.

c. Perhitungan Arah Kiblat dengan Metode Vincenty

Rumus perhitungan vincenty ini berpatokan pada permukaan ellipsoid Bumi, metode ini belum dipakai sebagai sebuah metode untuk perhitungan arah kiblat, padahal metode tersebut diklaim oleh penggagasnya mempunyai tingkat ketelitian yang sangat tinggi, yakni sampai 0,5 mm. Untuk sementara ini, metode vincenty baru dipakai oleh para ahli geodesi dunia untuk penentuan arah jarak dua tempat yang sangat akurat. Untuk proses perhitungannya, akan diuraikan pada BAB III, karena metode ini yang akan menjadi sorotan utama dalam skripsi ini.

C. Instrumen Penentuan Arah Kiblat

Berikut beberapa instrumen yang menjadi alat bantu penentuan arah kiblat, diantaranya :

- Kompas

Kompas merupakan alat penunjuk arah mata angin. Lebih lengkapnya secara definisi ialah alat navigasi untuk menentukan arah berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet secara akurat. Diantara kegunaan lain dari kompas ialah mengukur besarnya sudut, menentukan letak orientasi.

Pada awal perkembangannya, kompas mempunyai pembagian arah mata angin sebanyak 32 buah dengan garis pembagian 0° sampai 360° . Pembagian ini dinamakan *compass rose*, dimana pada tanda arah-arahnya memiliki nama-nama tersendiri. Seiring bergantinya waktu, arah mata angin kompas pada umumnya digunakan hanya 8 tanda arah. Salah satu jenis kompas yang beredar di masyarakat yaitu kompas magnetik, kompas yang paling banyak digunakan untuk keperluan memandu arah mata angin. Kompas magnetik ini bekerja berdasarkan kekuatan magnet Bumi.¹¹

Dari fungsi kompas yang dapat menunjukkan arah, dengan demikian kompas juga dapat digunakan sebagai alat bantu untuk menunjukkan arah kiblat. Tidak lain metode yang dipakai ialah Azimuth Kiblat sebagaimana perhitungannya yang telah dijelaskan di atas. Perlu diketahui bahwasanya arah utara yang ditunjukkan oleh kompas tersebut, bukanlah arah utara sejati, melainkan arah utara magnetik. Sedangkan yang dikehendaki dalam azimuth kiblat ialah arah utara sejati. Maka dari itu perlu adanya koreksi deklinasi magnet.¹²

¹¹Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, *op.cit.*, hlm.68.

¹²Dapat diakses di www.magnetic-declination.com

Model kompas kiblat yang beredar di masyarakat, seperti kompas yang terdapat di sajadah gantungan kunci, dan lain sebagainya diragukan dan sangat riskan karena jarum magnetisnya bergerak dalam waktu yang cukup lama menandakan kurang akurat. Sehingga tidak menunjukkan arah kiblat yang sebenarnya. Karena banyak faktor yang mempengaruhi alat kompas ini dikatakan kurang akurat, diantaranya pengaruh medan magnet, juga kisaran (interval) sudut lingkaran magnet yang masih kasar.¹³

➤ Busur Derajat

Busur derajat atau sering disebut dengan nama busur, merupakan alat pengukur sudut yang berbentuk setengah lingkaran (sebesar 180°) atau bisa berbentuk lingkaran (sebesar 360°).¹⁴ Cara penggunaan busur ini hampir sama dengan Rubu' Mujayyab. Cukup meletakkan pusat busur pada titik perpotongan garis utara-selatan dan Barat-Timur. Kemudian tandai berapa derajat sudut kiblat tempat yang dicari. Tarik garis dari titik pusat menuju tanda dan itulah arah kiblat.

➤ Segitiga Kiblat

Secara aplikatif, penerapan metode segitiga kiblat dapat dilakukan setelah pengguna mengetahui harga azimuth kiblat suatu tempat melalui perhitungan. Cara ini digunakan untuk memudahkan penerapan sudut kiblat di lapangan. Dasar yang digunakan pada segitiga kiblat ini adalah perbandingan rumus trigonometri. Ketika diketahui panjang salah satu sisi

¹³Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode...*, *op.cit*, hlm. 70

¹⁴Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, Semarang: Pustaka Al-Hilal, 2012, hlm. 69.

segitiga, yaitu sisi a, maka sisi b dihitung sebesar sudut kiblat (U-B), kemudian ujung kedua sisi ditarik membentuk garis kiblat.¹⁵

➤ Segitiga Siku-Siku dari bayangan Matahari setiap Saat

Metode ini merupakan teori baru dari Guru Besar Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, Slamet Hambali. Bentuk segitiga siku-siku yang diambil dari bayangan Matahari oleh penulis memperkenalkan dua model, model pertama dengan satu segitiga siku-siku, dan model kedua dengan dua segitiga siku-siku. Keduanya telah dilakukan pengujian dan hasil dari dua model menunjukkan kesamaan.

Metode ini mempunyai prinsip yang sama dengan metode pengukuran arah kiblat menggunakan alat bantu theodolit, sehingga dapat menjadi alternatif pengukuran arah kiblat yang akurat, secara sederhana dan berbiaya murah. Metode ini amat praktis selama Matahari tampak, dapat dilakukan setiap saat sejak Matahari terbit hingga terbenam, kecuali pada saat Matahari berdekatan dengan titik zenith (jarak zenith kurang dari 30^0).¹⁶

Tingkat akurasi metode ini cukup tinggi, bisa sama dengan metode pengukuran arah kiblat menggunakan *rashdul kiblat*, bisa dengan metode arah kiblat menggunakan theodolit. Metode ini tidak hanya bisa dipakai di

¹⁵Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasa,,ibid.*

¹⁶ Slamet Hambali, *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*, Yogyakarta: Pustaka Ilmu Yogyakarta, 2013, hlm. Viii.

Indonesia saja, akan tetapi bisa digunakan juga di seluruh dunia yang dapat melihat Matahari.¹⁷

➤ *Rubu' Mujayyab*

Sebagaimana dijelaskan rubu' atau dalam istilah astronomi disebut dengan kuadran merupakan salah satu instrumen pengembangan dari alat yang berupa Astrolabe¹⁸. Sebelum dikenal daftar logaritma, perhitungan ilmu falak dilakukan dengan rubu' ini. Sehingga buku-buku ilmu falak yang ditulis tahun 1930-an seperti *Badiatul Misal*, dan *At-Taqribul Magshad*, sistem perhitungannya masih menggunakan rubu'.

Pada abad ke-11, para astronom Mesir mulai mengembangkan alat ini. Perputaran harian yang terlihat pada ruang angkasa disimulasikan dengan gerak benang tegang yang terletak pada pusat rubu', dengan sebuah manik-manik yang bergerak pada benang ke posisi yang berhubungan dengan Matahari atau Bintang tertentu, posisi tersebut dibaca pada tanda-tanda dalam rubu'. Maka, benang dan manik-manik menggantikan rantai pada astrolabe. Jauh lebih mudah menggunakan rubu' dibanding dengan menggunakan astrolabe. Rubu' pada saat itu dipergunakan untuk memecahkan masalah-masalah standar pada astronomi ruang untuk garis lintang tertentu.

¹⁷Slamet Hambali, *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*,, *ibid*

¹⁸ Kata astrolabe berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari kata astro dan labio. Astro berarti Bintang, sedangkan labio berarti pengukur jarak. Dalam istilah ilmu falak, astrolabe adalah perkakas kuno yang biasa digunakan untuk mengukur benda langit pada bola langit. Perkakas ini pertama dirakit oleh orang Arab. Bentuk yang paling sederhana terdiri dari piringan dengan skala pembagian derajat, dengan sebuah alat pengintai. Lihat Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap metode-Metode...*, hlm. 71.

Secara fungsional, rubu' memiliki tiga fungsi utama, yakni, sebagai alat hitung, karena secara konsep matematis fungsi utama rubu' adalah alat hitung yang dikenal sebagai orthogonal grid. Kemudian sebagai alat ukur, yakni untuk mengumpulkan data fisik yang dapat diolah lagi dengan menggunakan persamaan tertentu yang sesuai dengan kebutuhan pemakai. Rubu' juga dapat menjadi tabel astronomi, dimana penggunaan rubu' dimulai sekitar abad ke-8, konsepsi kosmos yang digunakan saat itu adalah geosentris. Dalam pandangan geosentris, Bumi dalam orbit yang berbentuk lingkaran sempurna. Hal ini yang menjadikan rubu' sebagai sebuah tabel astronomi (posisi Matahari) yang akurat pada masa itu.¹⁹

Pada abad ke-14 sebuah rubu' yang halus dan unik dibuat dari gading, bukan kuningan atau kayu. Rubu' ini memiliki dua garis lintang. Bagian dalam, perangkat tanda standar di bagian depan berguna untuk lintang Kairo. Sedangkan pada bagian luar, perangkat nonstandart berguna untuk garis lintang Damaskus. Bagian belakang alat ini memiliki kisi-kisi standar yang digunakan untuk memecah masalah-masalah geometri secara numerik. Jenis rubu' seperti ini pada saat itu dinamakan rubu' Mesir.

Pada abad ke-16 di Afrika Utara terdapat sebuah rubu' terbuat dari kuningan yang diukir dengan sangat indah. Mengikuti jalan perkembangannya, rubu' telah menyebar ke penjuru dunia, salah satunya Indonesia. Penyebaran tersebut salah satunya berkat para astronom muslim yang giat melakukan pengamatan-pengamatan. Beberapa tokoh yang

¹⁹Ahmad Izzuddin, *Kajian-Kajian,, op.cit*, hlm. 72

berperan dalam perkembangan rubu' diantaranya al-Khawarizmi²⁰ (770 – 840 H), ahli falak Syiria bernama Ibn Asy-Syatir²¹ (abad ke-11 H). Rubu' Mujayyab yang berkembang di Indonesia adalah jenis Rubu' yang telah dikembangkan oleh Ibu Syatir.

Dalam menentukan arah kiblat menggunakan rubu' ini, kita cukup meletakkan rubu' ke posisi arah kiblat dari hasil perhitungan. Misalnya sekitar 24° 30', maka benang diarahkan sesuai dengan data yang ada pada rubu' tersebut. Hanya saja data yang disajikan dalam rubu' ini tidak mencapai satuan detik, sehingga data yang dihasilkan dinilai masih kasar dan kurang akurat.²²

➤ Mizwala

Mizwala yang diartikan sebagai jam dengan bayang-bayang sinar Matahari atau lebih dikenal dengan sebutan *sundial* merupakan instrumen paling kuno dan sudah digunakan semenjak 100 TU. Pada zaman dahulu, manusia hanya berpedoman pada perubahan bayangan pohon yang pendek di waktu pagi dan selanjutnya semakin memanjang, alat ini digunakan

²⁰ Beliau ialah Abu Abdullah Mohammad Ibnu Musa dan lebih dikenali dengan Al-Khawarizmi. Dilahirkan di Khawarizm (Kheva), selatan Laut Aral, Uzbekistan. Beliau telah berjasa dalam bidang falak pada zaman pemerintahan Khalifah al-Ma'mun, Bani Abbasiyah di Baghdad. Beliau telah dinobatkan sebagai Ahli Falak Diraja atas sumbangan dan kajian beliau. Al-Khawarizmi adalah seorang ahli falak yang agung. Diantara karangan Alkhawarizmi ialah Kitab at-Tarikh (falak), Kitab al-Rukhmat (falak), Istikhraj Tarikh al-Yahudi (falak), Kitab Surat al-Ard (falak-geografi), Hisab al-Jabr wal Muqabalah (matematik), dan Kitab al-Jam'a bil Hisab al-Hindi (arithmetic). Baca buku M. Natsir Arsyad, *Ilmuwan Muslim Sepanjang Sejarah*, Bandung: Mizan, 1989, hlm. 33-35

²¹ Menurut hasil penelitian Mehdi Nakosteen Ibnu Syatir lahir pada tahun 1306 TU dan meninggal pada tahun 1375 TU. Menurutnyanya pula, karya-karya tulis Ibnu Syatir yang berkaitan dengan ilmu falak kemungkinan besar ditulis dalam bahasa Arab. Karya-karya Ibnu Syatir diantaranya Rasd Ibnu Syatir, Nuzhat as-Sam fil Amal Mughayyab fil 'Amal bil Rub' al-Mujayyab, az-Zij al-Jadid Taqlif al-Arsad, dan Nihayat al-Ghayat fil "Amal al-Falakiyah. Baca buku M. Natsir Arsyad, *Ilmuwan Muslim Sepanjang Sejarah*,

²² Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia, op.cit*, Hlm. 239

sebagai penghitung waktu dengan cara menandai bayangan benda dan menghitung sudut lintasan benda langit untuk mengetahui berlalunya waktu dan bergantinya musim.²³ Pengertian mizwala atau *sundial* secara luas yakni alat yang menggunakan gerakan Matahari yang menyebabkan sebuah bayangan jatuh pada sebuah benda yang menunjukkan berlalunya waktu.²⁴

Mizwala atau *sundial* dapat digunakan untuk menentukan arah secara tepat dengan menghubungkan dua titik (jarak kedua titik ke tongkat harus sama) ujung bayangan tongkat saat Matahari di sebelah Timur dengan ujung bayangan tongkat setelah Matahari bergeser ke Barat. Kegunaan lain untuk mengetahui secara persis waktu dhuhur, tinggi Matahari.²⁵

Dengan fungsi mizwala yang dapat menentukan arah, seorang pakar falak Hendro Setyanto²⁶ memodifikasinya dengan diprioritaskan untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan azimuth Matahari, Sesuai dengan penamaannya *Mizwala Qibla Finder*. Meskipun komponen-komponen *Mizwala Qibla Finder* telah dimodifikasi dan menjadi sebuah alat khusus pencari arah kiblat, namun tidak mengurangi fungsi *mizwala* lainnya, bahkan *Mizwala Qibla Finder* telah dirancang agar lebih efisien dan mudah untuk digunakan.

²³ Sara Schechner, *The Material Culture of Astronomy in Daily Life*, Science History Publication, Harvard University, 2001, hlm. 19

²⁴ Lawrence E. Jones, *The Sundial and Geometry*, Edisi Ke-2, Glastonbury: North American Sundial Society, 2005, hlm. 1.

²⁵ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, op.cit, hlm. 105

²⁶ Beliau lahir tahun 1973 di Semarang, ahli astronomi di Institut Teknologi Bandung (ITB)

Mizwala Qibla Finder terdiri dari beberapa komponen yang berfungsi sebagai penentu kiblat secara cepat, akurat dan efisien. Bagian ini terdiri dari beberapa komponen penting yaitu bidang level, bidang dial putar dan *gnomon*. Selain itu juga ada paket CD *Mizwala Qibla Finder* sebagai perangkat tambahan yang berisikan Program perhitungan *Mizwala Qibla Finder*, tutorial penggunaan dan film dokumenter.

Adapun cara kerja dari *Mizwala Qibla Finder* perlu ditentukan hasil perhitungan terlebih dahulu, sebagai berikut :

- Menentukan azimuth kiblat, sebagaimana perhitungan yang telah dicantumkan di atas.
- Menentukan Utara sejati, dimana dalam mizwala ini Utara sejati dapat diketahui dengan mencari nilai azimuth bayangan Matahari, dengan langkah sebagai berikut :

Tentukan waktu hakiki (WH), dengan rumus :

$$\text{WH} = \text{Waktu Bidik} + e - (\text{BD} - \text{BT}) : 15$$

Kemudian tentukan sudut waktu Matahari, dengan rumus :

$$t = (\text{WH} - 12) \times 15$$

Kemudian tentukan arah Matahari (AM), dengan rumus :

$$\text{Cotan (AM)} = \tan \delta \times \cos \phi^x : \sin t - \sin \phi^x : \tan t$$

Keterangan :

e = Equation of time.

t = sudut waktu Matahari.

δ = Deklinasi Matahari.

- Untuk pengukuran arah Matahari, perlu diperhatikan hal sebagai berikut :
 1. Apabila nilai sudut waktu Matahari bernilai positif (+) dan hasil cotan (AM) bernilai positif (+), maka arah Matahari diukur dari Utara ke Barat => UB.
 2. Apabila nilai sudut waktu Matahari bernilai positif (+) dan hasil cotan (AM) bernilai negatif (-), maka arah Matahari diukur dari Selatan ke Barat => SB.
 3. Apabila nilai sudut waktu Matahari bernilai negatif (-) dan hasil cotan (AM) bernilai positif (+), maka arah Matahari diukur dari Utara ke Timur => UT.
 4. Apabila nilai sudut waktu Matahari bernilai negatif (-) dan hasil cotan (AM) bernilai negatif (-), maka arah Matahari diukur dari Selatan ke Timur => ST.
- Menentukan azimuth Matahari (AZ_M), dengan rumus :

Agar lebih memudahkan penulis dalam perhitungan, maka terlebih dahulu nilai arah Matahari diabsolutkan.

 1. Jika arah Matahari ialah UT, maka $AZ_M = UT$.
 2. Jika arah Matahari ialah UB, maka $AZ_M = 360^0 - UB$.
 3. Jika arah Matahari ialah ST, maka $AZ_M = 180^0 - ST$.
 4. Jika arah Matahari ialah SB, maka $AZ_M = 180^0 + SB$.
- Menentukan azimuth bayangan Matahari (AB), dengan rumus :

Azimuth bayangan Matahari (AB) berselisih 180^0 dengan azimuth Matahari (AZ_M).

1. Apabila $AZ_M > 180^0$, maka $AB = AZ_M - 180^0$.
2. Apabila $AZ_M < 180^0$, maka $AB = AZ_M - 180^0$.²⁷

- Sehingga, Utara sejati dapat diketahui dengan nilai 0^0 dari posisi azimuth Bayangan Matahari.

Setelah diperoleh nilai azimuth kiblat dan nilai azimuth Bayangan Matahari, maka dapat dilakukan langkah pengukuran sebagai berikut:

Setelah menunjukkan waktu yang ditentukan dalam perhitungan (waktu bidik), letakkan mizwala di tempat yang benar-benar datar dan terkena sinar Matahari. Sehingga terbentuklah bayangan dari gnomon, dan bayangan tersebut ialah posisi azimuth bayangan Matahari. Lalu putar dial sehingga bayangan gnomon sesuai dengan nilai (hasil perhitungan) azimuth bayangan Matahari. Maka posisi 0^0 ialah arah Utara sejati, dengan diketahui Utara sejatinya maka tinggal menyesuaikan berapa azimuth kiblatnya.

Mengenai kelebihan ataupun kekurangan alat ini, dari segi kelebihannya alat ini sangat sederhana (*simple*) atau praktis. Hanya saja ketelitian busur (derajat, menit, detik) dalam bidang dialnya hanya mencapai $0,25^0$ atau $15'$. Meski demikian, alat ini cukup dikatakan akurat karena telah memanfaatkan Matahari sebagai acuan utama.

➤ Istiwa'aini

Istiwa'aini adalah tasniyah dari kata istiwa'. Yaitu sebuah alat sederhana yang terdiri dari dua buah tongkat istiwa', dimana satu tongkat

²⁷ Slamet Hambali, *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*,, *op.cit*, hlm. 84-85.

berada di titik pusat lingkaran dan satunya lagi berada di titik 0^0 lingkaran. Alat ini didesain oleh Slamet Hambali²⁸ untuk mendapatkan arah kiblat, arah *true north* dan sebagainya yang akurat dengan biaya murah, walaupun penggunaannya sama dengan theodolite yang harganya sangat mahal.²⁹

Adapun tongkat istiwa' yang di titik pusat lingkaran mempunyai fungsi sebagai acuan sudut dalam lingkaran dan acuan benang sebagai petunjuk arah kiblat, arah *true north* dan sebagainya. Kemudian tongkat istiwa' yang di titik 0^0 lingkaran berfungsi sebagai pembidik posisi Matahari sertasebagai start pengukur arah kiblat, arah *true north* dan sebagainya dari posisi Matahari.

➤ Theodolit dan GPS

Theodolit merupakan instrumen optik yang mempunyai fungsi altazimuth sehingga dapat digunakan untuk mengukur sudut dan arah (horizontal angle dan vertical angle). Sampai saat ini theodolit dianggap sebagai alat yang paling akurat diantara metode-metode yang sudah ada dalam penentuan arah kiblat. Dengan bantuan pergerakan benda-benda langit yaitu Matahari atau Bulan, theodolit dapat menunjukkan sudut hingga satuan detik busur.³⁰

²⁸ Ahli Falak berkaliber nasional, lahir tahun 1954 M. Merupakan guru besar Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.

²⁹ Disampaikan saat seminar nasional "*Uji Kelayakan Istiwa'aini sebagai alat bantu menentukan arah kiblat yang akurat*" oleh Prodi Ilmu Falak Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, Kamis 5 Desember 2013, bertempat di Audit 1 Kampus 1 UIN Walisongo Semarang.

³⁰Kementerian Agama, *Ilmu alak Praktis*, Jakarta: Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Direktorat Urusan Agama dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia, 2013, hlm. 55.

Penggunaan teodolit tidak lepas dari adanya GPS dan waterpass. GPS (Global Positioning Sistem) digunakan untuk menampilkan data lintang, bujur dan waktu secara akurat, karena GPS menggunakan bantuan satelit. Dalam peralatan GPS, posisi pengamat (bujur, lintang, ketinggian) dapat ditentukan dengan akurasi sangat tinggi. Sedangkan waterpass digunakan untuk mempermudah memposisikan teodolit agar datar, rata, dan tegak lurus terhadap titik pusat bumi.³¹

Global Positioning System (GPS) merupakan suatu sistem pemandu arah (navigasi) yang memanfaatkan teknologi satelit. Penerima GPS memperoleh sinyal dari beberapa satelit yang mengorbit bumi. Satelit yang mengitari bumi pada orbit pendek ini terdiri dari 24 susunan satelit, dengan 21 satelit aktif dan 3 buah satelit sebagai cadangan. Dengan posisi orbit tertentu dari satelit-satelit ini maka satelit yang melayani GPS bisa diterima di seluruh permukaan bumi dengan penampakan antara 4 sampai 8 buah satelit. GPS dapat memberikan informasi posisi, ketinggian dan waktu dengan ketelitian sangat tinggi diantaranya NAVSTAR GPS (Navigational Satellite Timing and Ranging Global Positioning System, ada juga yang mengartikan "Navigation System Using Timing and Ranging"). Dari perbedaan singkatan itu, orang lebih mengenal cukup dengan nama GPS dan mulai diaktifkan untuk umum tahun 1995.³²

Saat ini, telah banyak *merk* GPS yang beredar di pasaran. Diantaranya yang cukup dikenal adalah GPS Garmin, Magellan, Navman, Trimble,

³¹ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis, op.cit*, hlm. 56.

³² Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1...op.cit*, hlm. 230.

Leica, Topcon dan Sokkia. GPS Garmin seri Vista Cx memiliki banyak fitur, ia mampu memberikan informasi posisi secara akurat termasuk ketinggian di atas muka air laut alat ini memiliki fitur kompas yang juga sangat akurat. Kelebihan dari kompas yang dimiliki oleh GPS ini adalah ia tidak dipengaruhi oleh medan magnetik baik deklinasi magnetik bumi maupun medan magnet lokal serta dapat memandu arah secara akurat karena dipandu oleh sinyal dari satelit. Alat ini tentunya sangat membantu saat dilakukan pengukuran arah kiblat. Namun untuk sekarang harga alat ini masih tergolong mahal.³³

Adapun prosedur penggunaan theodolit, yakni :

Persiapan

- a. Menentukan kota yang akan diukur arah kiblatnya.
- b. Menyiapkan data lintang tempat (Φ) dan bujur tempat (λ) dengan GPS.
- c. Melakukan perhitungan azimuth kiblat untuk tempat yang bersangkutan.
- d. Menyiapkan data astronomis “Ephemeris Hisab Rukyat” pada hari atau tanggal dan jam pengukuran.
- e. Membawa GPS sebagai penunjuk waktu yang akurat.
- f. Menyiapkan waterpass dan teodolit.

Pelaksanaan

- a. Pasang teodolit pada *tripot* (penyangga).

³³Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1...op.cit*, Hlm. 231.

- b. Periksa waterpas yang ada padanya agar teodholit benar-benar rata dan datar. Pemasangan teodholit harus dilakukan di tempat yang datar dan tidak terlindung dari sinar matahari.
- c. Lakukanlah *centering* sebagai pengecekan posisi yang sudah tepat dengan tempat pembidikan. Titik yang sudah tepat dapat dilihat pada lensa samping teodholit.
- d. Pasanglah *pendulum* atau *lot* di bawah teodholit tersebut.
- e. Berilah tanda atau titik pada tempat berdirinya teodholit (misalnya T)
- f. Nyalakan teodholit dengan menekan tombol “On/Off”.
- g. Bidik Matahari dengan teodholit kemudian catat waktu pembidikan.
Perlu diperhatikan bahwa sinar matahari sangat kuat, sehingga dapat merusak mata. Oleh karena itu, pasanglah *filter* pada lensa teodholit sebelum digunakan untuk membidik matahari. Atau kita bisa tidak langsung membidik dengan mata, tapi dengan bantuan kertas.
- h. Kuncilah teodholit dengan sekrup horizontal agar tidak bergerak.
- i. Matikan teodholit kemudian nyalakan kembali untuk me-nol-kan HA (Horizontal Angle) pada layar teodholit.
- j. Konversikan waktu yang dipakai dengan GMT (WIB-7 jam, WITA-8 jam dan WIT-9 jam).
- k. Mencari nilai Deklinasi Matahari (δ_0) pada waktu hasil konversi tersebut (GMT) dan nilai Equation of Time (e) saat matahari berkulminasi (misalnya pada jam 5 GMT) dari Ephemeris.

- l. Menghitung sudut waktu matahari dengan rumus³⁴:

$$t_o = \text{Waktu Daerah} + e - (BD - BT) : 15 + 12 = \dots \times 15$$

Ket: t_o = Sudut Waktu Matahari BT = Bujur tempat
 WD = Waktu Bidik BD = Bujur daerah
 e = equation of time

- m. Menghitung Azimuth Matahari (A_o) dengan rumus :

$$\text{Cotg } A_o = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \Phi \times \text{Sec } t_o - \text{Sin } \Phi \times \text{Cotg } t_o$$

- n. Bukalah kunci horizontal tadi (kendurkan skrup *horizontal clamp*)
- o. Putar teodolit hingga layarnya menampilkan angka senilai hasil perhitungan AK (Azimuth Kiblat) tersebut. Apabila teodolit diputar ke kanan (searah jarum jam) maka angkanya akan semakin membesar (bertambah). Sebaliknya jika teodolit diputar ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam) maka angkanya akan semakin mengecil (berkurang).
- p. Turunkan sasaran teodolit sampai menyentuh tanah pada jarak sekitar 5 meter dari theodolit. Kemudian berilah tanda atau titik pada sasaran itu (misalnya titik Q).
- q. Hubungkan antar titik sasaran (Q) tersebut dengan tempat berdirinya teodolit (T) dengan garis lurus atau benang.
- r. Garis atau benang itulah arah kiblat untuk tempat yang bersangkutan.

³⁴Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1...op.cit*, hlm. 57.

BAB III

KONSEP PENGGUNAAN THEODOLIT DENGAN METODE DUA TITIK SEBAGAI PENENTU ARAH KIBLAT

A. Sekilas tentang Ilmu Geodesi

1. Pengertian Geodesi

Geodesi diambil dari bahasa Yunani, (geo) yang berarti Bumi dan (daisia) yang berarti membagi, sehingga kata geodaisia atau geodeien berarti membagi Bumi.¹ Definisi klasik geodesi menurut Helmert adalah ilmu tentang pengukuran dan pemetaan permukaan Bumi. Menurut Torge, definisi di atas mencakup pula permukaan dasar laut. Walaupun definisi klasik tersebut sampai batas tertentu masih dapat dipakai, tetapi definisi tersebut tidak dapat menampung perkembangan ilmu geodesi yang terus mengalami perkembangan dari waktu ke waktu.²

Definisi modern tentang geodesi disampaikan oleh International Association of Geodesy (IAG) yaitu bahwa geodesi adalah disiplin ilmu yang mempelajari tentang pengukuran dan pereprestasian dari Bumi dan benda-benda langit lainnya, termasuk medan gaya beratnya masing-masing dalam ruang tiga dimensi yang berubah dengan waktu. Definisi lainnya yang bersifat modern diberikan oleh Ohio State University (OSU) bahwa geodesi adalah bidang ilmu interdisiplin yang menggunakan pengukuran-pengukuran pada permukaan Bumi serta dari wahana pesawat dan wahana

¹ Joenil Kahar, *Geodesi*, Bandung: ITB, 2008, hlm. 6.

² Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*, Jakarta: Pradnya Paramita, 2001, hlm. 1.

angkasa untuk mempelajari bentuk dan ukuran Bumi, planet-planet dan satelitnya, serta perubahan-perubahannya, menentukan secara teliti posisi serta kecepatan dari titik-titik ataupun obyek-obyek pada permukaan Bumi atau yang mengorbit Bumi dan planet-planet dalam suatu sistem referensi tertentu, serta mengaplikasikan pengetahuan tersebut untuk berbagai aplikasi ilmiah dan rekayasa dengan menggunakan matematika, fisika, astronomi, dan ilmu komputer.³

2. Sejarah Ilmu Geodesi

Dalam sejarah keberadaan manusia, Bumi merupakan satu-satunya tempat tinggal baginya. Perkembangan sejarah manusia mencatat bahwa dalam proses interaksi antar kelompok, setiap kelompok selain mengetahui lingkungan sekelilingnya perlu juga mengetahui lingkungan lain yang lebih luas yang pada ujungnya, para ilmuwan merasa perlu mempelajari dan mengetahui Bumi secara global sebagai tempat kediaman manusia.⁴

Pertama, Bumi dikenal sebagai sebuah bidang datar. Bagi manusia yang hidup di wilayah daratan dan tidak mengenal lautan, bidang datar yang dimaksud dapat saja merupakan bidang horizon di wilayah tersebut, sedangkan bagi manusia yang hidup di wilayah pesisir, bidang datar yang dimaksud tentu saja permukaan laut. Perumusan Bumi sebagai bidang datar dikenal dengan model Bumi datar. Pengenalan teori bahwa Bumi berbentuk seperti bola disampaikan oleh Pythagoras (sekitar 500 SM), seorang ahli matematika berkebangsaan Yunani, yang kemudian didukung

³ Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi...*, *Ibid.*

⁴ Joenil Kahar, *Geodesi Joenil Kahar, Geodesi, op.cit*, hlm.1.

oleh Aristoteles (384-322 SM) seorang ahli filsafat Yunani yang menyatakan bahwa Tuhan menciptakan Bumi dalam bentuk yang sempurna, yaitu bola.⁵

Eratosthenes (276-195 SM), seorang ahli astronomi Mesir berasal dari Yunani menggunakan suatu cara yang sederhana untuk menentukan besar bola Bumi. Eratosthenes menentukan besar bola Bumi dengan menentukan radius dari model bola Bumi. Dia mengamati bahwa sekali dalam setiap tahun, Matahari tepat berada di atas sebuah sumur di Aswan (Syena). Pada saat yang sama dia mengukur panjang bayang-bayang dari sebuah menara di Aleksandria yang terletak kira-kira di utara Aswan untuk menentukan koordinat bujur. Karena jarak dS antara Aswan dan Aleksandria diketahui, maka radius bola Bumi R dapat ditentukan. Satuan pengukuran yang dilakukan pada waktu itu adalah "stadia", dan jarak antara Aswan dan Aleksandria adalah 5000 stadia. Konversi yang tepat dari stadia menjadi satuan meter tidaklah diketahui secara pasti, namun diperkirakan sama dengan 185 meter. Dengan menggunakan konversi ini, radius bola Bumi yang dihasilkan cara Erathostenes hanya 15,5% lebih panjang dari radius Bumi yang dihasilkan dari cara teknologi satelit yang digunakan saat ini yang memberikan data seluruh permukaan Bumi.

Poseidonius (135 - 50 SM) menentukan radius Bumi dengan mengukur panjang busur dari Rhodes dan Aleksandria dengan hasil 11% lebih besar. Pada tahun 827 M. Khalifah Abdullah bin Makmun

⁵ Joenil Kahar, *Geodesi* Joenil Kahar, *Geodesi, op.cit*, hlm. 2.

menentukan besar bola Bumi dekat Baghdad dengan radius hanya 3,6% lebih besar. Setelah perkembangan kalkulus, pengetahuan gayaberat, kuadrat terkecil, kegiatan penentuan besar Bumi mulai berlangsung di Eropa dan dikenal sebagai pekerjaan geodesi seperti dilakukan oleh Willebrord Snel van Koien (1580-1626), seorang Belanda yang lebih dikenal dengan Snellius. Dia melakukan penentuan panjang busur melalui pengukuran dan hitungan jaringan triangulasi, dikenal dengan triangulasi Snellius yang menghasilkan 3,4% lebih kecil. Seorang ahli astronomi Perancis, Jean Picard (1620 - 1682), melakukan pengukuran panjang busur meridian yang teliti melalui Paris dan menghasilkan 0,7% lebih besar.⁶ Dengan mempertimbangkan bahwa Bumi berputar pada sumbu putarnya, maka pengetahuan akan bentuk Bumi jadi berubah dan bertambah. Bentuk Bumi menjadi ellipsoid Bumi (*earth ellipsoid*), yaitu suatu ellipsoid putaran yang dibentuk oleh ellips yang berputar pada sumbu pendeknya. Ahli geodesi menggunakan model ellipsoid Bumi ini sebagai permukaan acuan (*reference surface*) untuk penentuan posisi geodetik. Ada dua parameter yang menentukan bentuk dan besar ellipsoid Bumi ini, yaitu radius lingkaran ekuator yang merupakan setengah sumbu panjang ellipsoid (a) dan setengah sumbu pendek ellipsoid (b) atau pegepengan ellipsoid (f). Hubungan antara a , b , dan f ditunjukkan dengan rumus $f = (a - b) : a$.⁷

⁶ Joenil Kahar, *Geodesi* Joenil Kahar, *Geodesi, Op.cit*, hlm.2.

⁷ Joenil Kahar, *Geodesi* Joenil Kahar, *Geodesi, Op.cit*, hlm.5.

Dengan adanya pegepengan pada kedua kutubnya (sehingga menyebabkan besar jari-jari ke arah ekuator lebih panjang dari pada yang ke arah kutub), maka nilai-nilai pengamatan bentuk Bumi menghasilkan perbedaan-perbedaan nilai (panjang) sekilar 20 km antara panjang jari-jari rata-rata Bumi (ke arah ekuator) dengan jarak dari pusat Bumi ke kutub (perhatikan selisih antara nilai-nilai setengah sumbu panjang (a) dengan setengah sumbu pendek (b) ellipsoid referensi). Hasil-hasil pengamatan yang terakhir ini membuktikan bahwa model geometrik yang paling tepat untuk merepresentasikan bentuk Bumi adalah ellipsoid (ellips putar); fakta-fakta yang mulai banyak terkuak sejak abad ke 19 hingga abad 20 oleh Everest, Bessel, Clarke, Hayford, hingga U.S Army Map Service (walaupun baru pertama kali ditemukan pada abad ke 17). Model-model bentuk Bumi ellipsoid ini sangat diperlukan untuk hitungan-hitungan jarak dan arah (terkadang beberapa pihak menyebutnya sebagai: sudut jurusan, *arah*, *bearing*, atau *heading*) yang akurat dengan jangkauan yang sangat jauh. Sebagai contoh, *receivers* GPS (juga sistem atau perangkat Loran-C sebagai pendahulunya) untuk memenuhi kebutuhan navigasi menggunakan model Bumi ellipsoid dalam menentukan posisi-posisi pengguna atau target-target yang kemudian ditentukan.⁸

3. Ruang Lingkup Ilmu Geodesi

Geodesi pada awalnya adalah suatu ilmu yang mempunyai tujuan utama menentukan bentuk dan besar Bumi termasuk medan gaya berat

⁸ Eddy Prahasta, *Sistem Informasi Geografis Konsep-konsep Dasar Perspektif Geodesi & Geomatika*, Bandung: Informatika, 2009, hlm. 215.

Bumi. Dalam perkembangannya sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, studi tentang fenomena geodinamika, seperti rotasi Bumi, gerakan kerak Bumi, pasang surut laut, dan Bumi padat juga merupakan bagian dari geodesi. Sesuai dengan tuntutan perkembangan ilmu pengetahuan alam semesta, pada saat ini studi tentang bentuk dan besar planet lain yang menggunakan teknik geodesi juga merupakan salah satu kegiatan dalam ilmu geodesi. Menurut Joenil Kahar Ruang lingkup geodesi terdiri dari: a. Penentuan posisi, b. Kajian medan gayaberat Bumi, c. Kajian fenomena geodinamika, d. Kajian hasil pemanfaatan teknologi satelit dan antariksa, e. Pengembangan teori dan metodologi kegiatan geodesi.⁹

Kemudian karena dalam ilmu geodesi dapat menentukan arah atau azimuth dengan rumus vincenty-nya, maka arah kiblat menjadi ruang lingkup kajian dalam ilmu geodesi. Dari sudut pandang ilmu geodesi, arah kiblat di suatu tempat akan dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan koordinat (lintang dan bujur) dari tempat tersebut serta koordinat dari Masjidil Haram, atau lebih tepatnya Kakbah di Mekah. Dalam aplikasinya, dapat digunakan beberapa software, seperti *Qiblalocator*, *Mawaqit*, dan lain-lain. Namun, hampir semua aplikasi perhitungan arah kiblat yang ada saat ini masih menggunakan prinsip perhitungan pada bidang bola.

⁹ Joenil Kahar, *Geodesi, Op.cit*, hlm. 6-8.

Seperti diketahui, bentuk Bumi tidaklah bulat sempurna, melainkan tidak beraturan. Dalam perhitungan geodesi, dapat digunakan pendekatan perhitungan dengan menggunakan bidang referensi *spheroid* dan *ellipsoid*. Pada bidang referensi *spheroid*, Bumi dianggap sebagai suatu bidang bola yang memiliki panjang jari-jari yang sama, sehingga jarak dari pusat Bumi ke seluruh permukaannya bernilai sama. Sedangkan pada bidang referensi *ellipsoid*, Bumi dianggap sebagai suatu bidang *elips* yang diputar pada sumbu pendeknya. Pada bidang ini, jarak dari pusat Bumi ke permukaan Bumi tidaklah sama di semua tempat. Oleh karena itu, perhitungan arah kiblat pada kedua bidang sangat dimungkinkan akan menghasilkan nilai yang berbeda pula.¹⁰

B. Aplikasi Teori Geodesi dalam Perhitungan Arah Kiblat dengan Metode Dua Titik

Dalam perhitungan menentukan arah kiblat, data hasil (*output*) yang dicari ialah azimuth kiblat dan azimuth Matahari. Dengan diketahui nilai azimuth Matahari, maka Utara sejati akan diperoleh karena harga (nilai) azimuth diukur bermula dari *true north* atau Utara sejati. Kemudian dari Utara sejati itulah posisi kiblat dapat ditentukan.

Namun untuk metode dua titik ini berbeda, tidak ada data azimuth Matahari dalam proses perhitungannya. Sehingga bisa dikatakan metode ini tanpa acuan benda langit, baik Matahari ataupun Bulan. Di sinilah hal

¹⁰ Andhika Prastyadi Nugroho dan Khomsin, *Analisis Perbedaan Perhitungan Arah Kiblat pada Bidang Spheroid dan Ellipsoid dengan Menggunakan Data Koordinat GPS*, Jurnal Teknik Pomits, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2013.

menarik dari metode ini, yakni tanpa memanfaatkan benda langit (pengamatan) sehingga pelaksanaannya dapat dikerjakan kapan saja.

Dalam teori geodesi dengan rumus vincenty-nya juga dapat digunakan untuk penentuan arah kiblat. Prinsip yang digunakan dalam teori geodesi mirip dengan prinsip yang digunakan dalam teori trigonometri bola yaitu menggunakan lingkaran besar (*great circle*)¹¹ sehingga menghasilkan sudut arah yang tidak konstan atau tetap. Hanya saja teori geodesi menggunakan referensi Bumi berbentuk ellipsoid.

Teori geodesi dengan rumus vincenty-nya untuk menghitung arah kiblat ditawarkan oleh Ing. Khafid seorang ahli geodesi dan astronomi dari Bakosurtanal. Formula Vincenty ini ditemukan oleh pakar geodesi Thaddeus Vincenty yang lahir 27 Oktober 1920 di Grodzisko Propinsi Lwów Polandia, dan meninggal 6 Maret 2002 di Washington Grove, Maryland, AS. Ia bekerja di US Air Force dan National Geodetic Survey dan terkenal karena formula Vincenty sebagai sebuah teknik perhitungan geodesi yang diterbitkan pada tahun 1975 yang dikenal sangat akurat.¹²

Dalam menentukan koordinat-koordinat titik-titik, jarak, dan arah unsur-unsur spasial di permukaan Bumi diperlukan adanya suatu bidang sebagai referensi hitungan. Bidang tersebut tentu harus mempunyai keteraturan dan konsistensi, walaupun pada kenyataannya fisik permukaan Bumi tidak teratur. Untuk memenuhi keperluan (referensi) hitungan terkait

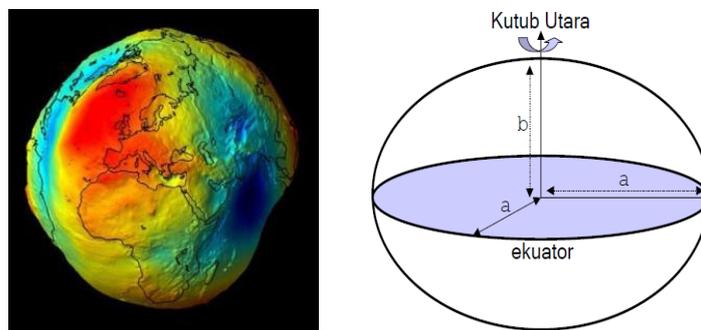
¹¹ Lingkaran besar biasanya sebutan untuk lingkaran pada permukaan bola langit atau bola Bumi yang berlawanan dan bertitik pusat pada titik pusat bola langit atau bola Bumi. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005, hlm. 94

¹²https://en.wikipedia.org/wiki/Thaddeus_Vincenty, diakses 10 Mei 2015.

kegeodesian, maka permukaan fisik Bumi yang tidak teratur ‘diganti’ dengan suatu permukaan yang teratur dengan bentuk dan ukuran yang sangat mendekati Bumi. Permukaan yang dipilih adalah bidang permukaan yang mendekati bentuk dan ukuran geoid. Permukaan geoid memiliki bentuk yang sangat mendekati geometri ellips-putar dengan sumbu pendek sebagai sumbu putar yang berimpit dengan sumbu putar Bumi. Kemudian, geometri ellipsoid ini digunakan sebagai bidang referensi hitungan-hitungan terkait disiplin atau ilmu geodesi, oleh karena itu akhirnya disebut sebagai ellipsoid referensi (permukaan referensi geometrik).¹³

Sebagaimana penjelasan pada paragraf di atas, bahwa rumus vincenty berangkat dari pemahaman bahwa secara tiga dimensi bentuk Bumi sebenarnya tidak beraturan dengan benjolan-benjolan di permukaannya. Bentuk Bumi ini disebut dengan *geoid*. Geoid kemudian didekati lagi menjadi *ellipsoid biaksial* di mana penampang ekuatorialnya berupa lingkaran dan penampang meridiannya berupa ellips.¹⁴

Gambar. Bentuk Geoid (kiri) dan Ellipsoid (kanan) Bumi¹⁵



¹³ Eddy Prahasta, *Sistem Informasi Geografis Konsep-konsep Dasar Perspektif Geodesi & Geomatika*, Bandung: Informatika, 2009, hlm. 216.

¹⁴ Siti Tathmainnul Qulub, *Analisis Metode Rasd al-Qiblat dalam Teori Astronomi dan Geodesi*, Thesis Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, 2013

¹⁵ Siti Tathmainnul Qulub, *Analisis.. ibid*

Dalam ilmu geodesi, penentuan titiknya dinyatakan dengan koordinat yang mengacu pada sistem koordinat World Geodetic System 1984 (WGS 84). Dalam sistem koordinat WGS 84 yang merupakan sistem koordinat kartesian tangan kanan, ellipsoid referensi yang dipakai adalah ellipsoid geosentrik WGS 84 yang didefinisikan oleh empat parameter utama yaitu; sumbu panjang (a) = 6378137. 0 m, pegepengan ($1/f$) = 298.257223563, kecepatan sudut Bumi (ω) = $7292115.0 \times 10^{-11}$ rad s⁻¹ dan konstanta gravitasi Bumi (termasuk massa atmosfer) (GM) = 3986004.418×10^8 m³ s⁻².¹⁶ Koordinat WGS, huruf G menyatakan bahwa sistem ini diturunkan menggunakan data GPS.

Selanjutnya dengan mengacu pada kerangka di atas, vincenty merumuskan persamaan untuk menentukan hubungan dua titik di permukaan Bumi yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung arah kiblat (dalam hal ini arah kiblat dua posisi/titik). Adapun rumus yang digunakan ialah sebagai berikut :

$$\sin \sigma = \sqrt{[(\cos U_2 \cdot \sin \lambda)^2 + (\cos U_1 \cdot \sin U_2 - \sin U_1 \cdot \cos U_2 \cdot \cos \lambda)^2]}$$

$$\cos \sigma = \sin U_1 \cdot \sin U_2 + \cos U_1 \cdot \cos U_2 \cdot \cos \lambda$$

$$\sigma = \text{atan2}(\sin \sigma, \cos \sigma)$$

$$\sin \alpha = \cos U_1 \cdot \cos U_2 \cdot \sin \lambda / \sin \sigma$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\cos (2\sigma_m) = \cos \sigma - 2 \sin U_1 \cdot \sin U_2 / \cos^2 \alpha$$

$$C = f/16 \cdot \cos^2 \alpha \cdot [4 + f \cdot 4(4 - 3 \cdot \cos^2 \alpha)]$$

¹⁶ Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*, Jakarta: Pradnya Paramita, 2001, hlm. 47.

$$\lambda = L + (1-C). f . \sin \alpha . \{ \sigma + C. \sin \sigma . [\cos 2\sigma_m + C. \cos \sigma (-1+2.\cos^2 2\sigma_m)] \}$$

→ Diperoleh melalui proses iterasi

$$u^2 = \cos^2 \alpha (a^2 - b^2)/b^2$$

$$A = 1 + u^2/16384. \{ 4096 + u^2[-768 + u^2. (320 - 175.u^2)] \}$$

$$B = u^2/1024. \{ 256 + u^2. [-128 + u^2. (74 - 47. u^2)] \}$$

$$\Delta\sigma = B . \sin \sigma \{ \cos 2\sigma_m + B/4 [\cos \sigma (-1+2 \cos^2 2\sigma_m) - B/6 \cos 2\sigma_m (-3+4 \sin^2 \sigma). (-3+4.\cos^2 2\sigma_m)] \}$$

$$s = b.A (\sigma - \Delta\sigma)$$

$$\alpha_1 = \text{atan2} (\cos U_2 . \sin \lambda. \cos U_1. \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda)$$

$$\alpha_2 = \text{atan2} (\cos U_1 \sin \lambda . - \sin U_1 \cos U_2 + \cos U_1 \sin U_2 \cos \lambda)$$

Untuk mengetahui azimuth Posisi satu ke posisi Ka'bah maka U_1 ialah lintang posisi satu (pusat theodolit), dan U_2 ialah lintang Ka'bah.

Untuk mengetahui azimuth Posisi satu ke posisi dua maka U_1 ialah lintang posisi satu (pusat theodolit), dan U_2 ialah lintang posisi dua.

Keterangan :

a,b = Major and Minor semiaxis of the ellipsoid atau jari-jari panjang dan jari-jari pendek ellipsoid. Dalam perhitungan ini menggunakan ellipsoid referensi WGS 84, sehingga nilai a = 6378137 m, dan b = 6356752,3142 m.

f = (a - b) / a = penggepangan. (1/ 298.257223563 dalam WGS-84).

ϕ_1, ϕ_2 = lintang geodetik, bernilai positif bila di utara khatulistiwa, dan bernilai negatif bila di Selatan khatulistiwa.

- $\lambda_1 \lambda_2$ = koordinat bujur geografis
- L = perbedaan garis bujur (*diferent in longitude*). ($\lambda_2 - \lambda_1$)
- s = panjang geodesik.
- α_1, α_2 = azimuth geodesi, dihitung dari utara dari posisi 1 (Tempat) ke posisi 2 (Ka'bah) dan sebaliknya.
- α = azimuth geodesi di equator.
- U ($U_1 U_2$) = lintang reduksi, didefinisikan dengan $\tan U = (1 - f) \tan \phi$.
- λ = perbedaan garis bujur pada bola tambahan.
- σ = jarak sudut posisi 1 ke posisi 2 pada bola.
- σ_1 = jarak sudut pada bola dari khatulistiwa ke posisi 1.
- σ_m = jarak sudut pada bola dari ekuator ke titik tengah garis.
- s = jarak di atas ellipsoid.

Untuk menghitung arah kiblat metode dua titik dengan teori perhitungan vincenty ini, penulis menggunakan *Microsot Office Excel*. Hal ini karena dalam perhitungan vincenty terdapat proses iterasi.

C. Penggunaan Theodolit dalam Menentukan Arah Kiblat dengan Metode Dua Titik.

1. Theodolit dan Aplikasinya

Theodolit adalah salah satu alat ukur tanah yang digunakan untuk menentukan tinggi tanah dengan sudut mendatar (horizontal angel) dan sudut tegak (vertikal angel). Berbeda dengan waterpass yang hanya

memiliki sudut mendatar saja. Di dalam theodolit sudut yang dapat dibaca bisa sampai satuan sekon (detik).¹⁷

Theodolit merupakan alat yang paling canggih di antara peralatan lain yang digunakan dalam survei. Dengan berpedoman pada posisi dan pergerakan benda-benda langit misalnya Matahari sebagai acuan atau dengan bantuan satelit-satelit GPS maka theodolit akan menjadi alat yang dapat mengetahui arah secara presisi hingga skala detik busur. Pada dasarnya alat ini berupa sebuah teleskop yang ditempatkan pada suatu dasar berbentuk membulat (piringan) yang dapat diputar-putar mengelilingi sumbu vertikal, sehingga memungkinkan sudut horizontal untuk dibaca. Kedua sudut tersebut dapat dibaca dengan tingkat ketelitian sangat tinggi (Farrington 1997). Dengan menggunakan alat ini, bila situs yang akan dipetakan luas dan atau cukup sulit untuk diukur, dan terutama bila situs tersebut memiliki relief atau perbedaan ketinggian yang besar, keseluruhan kenampakan atau gejala akan dapat dipetakan dengan cepat dan efisien.¹⁸ Dengan catatan harus diperhatikan kondisi theodolit tersebut, bahwa fungsi elektroniknya harus benar-benar normal.

Di dalam pekerjaan – pekerjaan yang berhubungan dengan ukur tanah, theodolit sering digunakan dalam bentuk pengukuran polygon, pemetaan situasi, maupun pengamatan Matahari. Theodolit juga bisa berubah fungsinya menjadi seperti Pesawat Penyipat Datar bila sudut verticalnya dibuat 90°. Dengan adanya teropong pada theodolit, maka

¹⁷ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Jogjakarta : Buana Pustaka, cet-1, 2005, hlm. 3

¹⁸ Mansur Muhamadi, *Pendidikan Dan Pelatihan (DIKLAT) Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota*, Makalah disampaikan di Surabaya 9-24 Agustus 2004.

theodolit dapat dibidikkan kesegala arah. Di dalam pekerjaan bangunan gedung, theodolit sering digunakan untuk menentukan sudut siku-siku pada perencanaan / pekerjaan pondasi, theodolit juga dapat digunakan untuk mengukur ketinggian suatu bangunan bertingkat. Karena fungsi altazimuth (sudut vertikal dan sudut horizontal) dari theodolit itulah, proses pengukuran arah kiblat dapat dilakukan dengan media alat ini.¹⁹



(Gambar 3.1. diambil dari www.picturetheodolite.com)

2. Bagian-bagian Theodolit²⁰

Bagian-bagian penting yang terdapat pada theodolit :

- a). Teropong yang dilengkapi garis bidik.
- b). Lingkaran skala vertikal.
- c). Sumbu mendatar.
- d). Indeks pembaca lingkaran skala tegak.
- e). Penyangga sumbu mendatar
- f). Indeks pembaca lingkaran skala mendatar.

¹⁹Ahmad Ridhani, *Studi Evaluasi Formula Arah Kiblat dengan Theodolit dalam Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2013*, Skripsi Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2013.

²⁰<http://www.surveyequipment.com/theodolites/prexiso-t.o.2-digialelectronictheodolite#.Z9d59Kw2So> diakses pada tanggal 24 April 2015. pada jam 21:00 WIB

- g). Sumbu tegak.
- h). Lingkaran skala mendatar.
- i). Nivo kotak.
- j). Nivo tabung.
- k). *Tribrach*.
- l). Skrup kaki tribrach.

3. Prinsip Kerja Theodolit²¹

- a). Pada theodolit terdapat 2 lensa atau 3 lensa yakni lensa objektif, lensa focus, dan lensa pembalik. Biasanya yang memiliki lensa pembalik adalah theodolit dengan sistem digital.
- b). Sinar cahaya masuk melalui line o collimation.
- c). Cahaya akan masuk melalui lensa objektif, lalu ke lensa pembalik (jika ada) dan terakhir ke lensa focus.
- d). Setelah masuk ke lensa focus, cahaya akan terlihat di mata bersamaan dengan diafragma.

Setelah itu baru bisa terbaca untuk menentukan jarak atau ketinggian suatu benda yang dilihat dari theodolit.

4. Sifat-Sifat Theodolit²²

²¹<http://www.surveyequipment.com/theodolites/prexiso-t.o.2-digitalelectronictheodolite#.Z9d59Kw2So>, *ibid*

²² Mansur Muhamadi, *Pendidikan Dan Pelatihan (DIKLAT)*.. *op.cit*, hlm. 5

Terdapat beberapa ciri penting mengenai instrument theodolit, diantaranya sebagai berikut :

- a) Teropongnya pendek, mempunyai benang silang yang digoreskan pada kaca dan dilengkapi dengan kolimator untuk pengarahannya kasar.
- b) Lingkaran horizontal dan vertikal dibuat dari kaca dengan garis-garis pembagian skala dan angka di permukaannya.
- c) Lingkaran vertikal, kebanyakan theodolit diberi petunjuk seksama terhadap arah gaya tarik Bumi dengan satu dari dua cara : (a) Dengan sebuah penampas otomatis, (b) dengan nivo kolimasi atau nivo lingkaran vertikal, biasanya jenis ujung gelembung berimpit dengan sistem pembacaan lingkaran vertikal.
- d) Sistem-sistem pembacaan lingkaran pada dasarnya terdiri atas mikroskop dengan optika di dalam instrument. Sebuah okuler pembacaan biasanya ada di dekat okuler teropong atau ditempatkan di salah satu penopang. Beberapa instrumen memiliki micrometer optis untuk pembacaan pecahan interval lingkaran, sedangkan lainnya bersiat baca "langsung". Pada kebanyakan theodolit, ada sebuah cermin ditempatkan pada satu penopang yang dapat diatur untuk memantulkan sinar ke dalam instrumen dan menerangi lingkaran untuk pemakaian siang hari. Sistem pembacaan lingkaran dapat dilengkapi dengan sistem penerangan memakai baterai untuk pekerjaan malam hari dan di bawah tanah.

- e) Putaran mengelilingi sumbu I terjadi dalam tabung baja atau pada bola-bantalan poros (presicions ball bearings) seksama.
- f) Bidang sekrup penyetel, terdiri atas tiga sekrup atau *roda sisir*.
- g) Dasar atau kerangka bawah theodolit, sering dirancang agar instrumen dapat saling ditukar dengan alat-alat tambahannya tanpa mengganggu pemusatan pada titik pengukuran.
- h) Pemusat optis, terpasang ke dalam dasar kebanyakan theodolit, menggantikan bandul unting-unting dan menyebabkan pemusatan dapat dilakukan dengan ketelitian tinggi.
- i) Kotak pembawa untuk theodolit terbuat dari baja, logam campuran, atau plastik berat. Kotak pembawa biasanya ringkas, kedap air dan dapat dikunci.
- j) Alat-alat ukur jarak dapat bersifat permanen dan terpadu dari theodolit takimeter.
- k) Berbagai alat tambahan meningkatkan kemampuan theodolit, sehingga dapat digunakan secara khusus, misalnya pengamatan astronomis.
- l) Kaki tiganya jenis kerangka lebar. Beberapa diantaranya dari logam dan mempunyai alat untuk mendaftarkan secara kasar bagian atasnya dan pemusatan mekanik sehingga tak perlu bandul unting-unting pada pemusatan optis tetapi pada praktikum kali ini kita memakai bandul unting-unting untuk pemusatan optis.

5. Kalibrasi Theodolit²³

Sebelum theodolit digunakan dalam kerja pengukuran ada baiknya theodolit diperiksa terlebih dahulu. Hal ini untuk memastikan, apakah theodolit berfungsi dengan baik dan benar. Ini penting dalam ketelitian pengambilan data, sehingga kesalahan dan ketidakteelitian dalam pengambilan data dapat diminimalisir. Terdapat dua jenis kalibrasi yang dapat dilakukan, yakni :

a) Kalibrasi Sementara

Kalibrasi ini dilakukan terhadap theodolit setiap kali alat ini akan digunakan. Hal ini berarti di setiap stasiun pengamatan yang ditempati, kalibrasi sementara dijalankan terlebih dahulu sebelum pengukuran dilakukan. Kalibrasi sementara melibatkan tiga proses penting, yakni :

- Memusatkan theodolit.

Dalam pemasangan theodolit harus dilakukan dengan benar tepat di atas tripod. Prinsipnya adalah dengan cara mengatur theodolit supaya berdiri dalam kedudukan kurang lebih berada di atas stasiun. Cara melakukannya adalah sebagai berikut :

- (1) Buka kaki tiga (tripod) kurang lebih dengan sudut 60° .
- (2) Posisikan kaki tiga dengan ketinggian sewajarnya sehingga plat atas kaki tiga berada dalam kedudukan hampir mendatar.

²³Mansur Muhamadi, *Pendidikan Dan Pelatihan (DIKLAT)*.. *op.cit*, hlm.6

- (3) Letakkan theodolit di atas plat kaki tiga. Pastikan semua terkunci pada theodolit dan kencangkan pengunci tribet.
 - (4) Pijakkan satu kaki tiga ke tanah, pegang dan angkat dua kaki tiga lagi sambil mata praktikan melihat melalui sekrop optik.
 - (5) Kemudian letakkan kedua-dua kaki tiga tadi ke tanah. Memastikan gelembung udara yang berada di atas penyilang arah (berbentuk bulat) tepat di tengah-tengah. Caranya dengan menaikkan dan menurunkan kaki tiga yang berkaitan dengan mengikuti kedudukan yang sesuai.
- Mengkalibrasi theodolit

Apabila theodolit sudah berada tepat di atas tanah, proses selanjutnya ialah memastikan theodolit berada dalam keadaan benar. Proses kalibrasinya ialah sebagai berikut :

- (1) Pastikan semua pengunci penyilang atas dan bawah telah dilonggarkan. Gerakkan theodolit supaya kotak gelembung udara (berbentuk memanjang) sesuai dengan sepasang sekrop kaki penyearah.
- (2) Atur kedua sekrop kaki penyearah pada arah yang berlawanan serentak sehingga gelembung udara berada di tengah-tengah kotaknya.

(3) Atur teleskop sehingga kotak gelembung udara berada 90^0 dari kedudukan asal tadi. Kemudian sejajarkan alat menggunakan sekrup kaki penyearah ketiga saja.

Ulangi langkah (2) dan (3) sehingga gelembung udara tetap berada di tengah. Walaupun theodolit diputar ke arah manapun sekalipun. Gelembung udara (berbentuk bulat) akan sendirinya terarah apabila keadaan ini terhasil.

- Menghilangkan beda penglihatan

Beda penglihatan adalah suatu kekaburan yang terjadi pada objek yang terdapat di benang stadia. Keadaan ini berlaku disebabkan teleskop tidak difokuskan terlebih dahulu. Jika ini terjadi pengukuran akan sulit dilakukan.

b) Kalibrasi tetap

Sebuah theodolit dikatakan berada dalam keadaan baik jika komponen-komponen dasarnya berada dalam keadaan berikut

- (1) Pugaknya betul-betul tegak apabila gelembung udara penyilang ufuk berada di tengah-tengah.
- (2) Komponen sangga mestilah bersudut tepat dengan garisan kolimatan dalam satah ufuk dan bersudut tepat dengan paksi pugak dalam satah pugak.
- (3) Apabila teropong berada dalam keadaan mendatar dan gelembung pugak (di atas teleskop) berada di tengah-

tengah, bacaan sudut pугak sepatutnya 0^0 atau 90^0 (bergantung kepada jenis alat).

Walaupun semua theodolit mempunyai mekanisme kerja yang sama, namun pada tingkatan tertentu terdapat perbedaan baik penampilan, bagian dalamnya dan konstruksinya.

6. Macam-Macam Theodolit²⁴

Berdasarkan cara pembacaan sudut, ada dua macam :

(1) Theodolit Digital

Jenis theodolit yang dimana cara pembacaan sudut horizontal dan vertikalnya hanya dibaca dengan otomatis di layar, dan cara penyenteringan alatnya pun berbeda dimana theodolit digital hanya dengan cara sentering laser. Contoh theodolit digital : Nikon Topcon N233, N200, N102.

(2) Theodolit Manual

Jenis theodolit yang dimana cara pembacaan sudut horizontal dan vertikalnya hanya bisa dengan manual, yakni dengan melihat ke mikroskop pembacaan horizontal dan vertikal, dan untuk akurasi theodolit manual sangat kecil. Contoh theodolit manual : Fannel Kessel T0, T1, T11.

Berdasarkan konstruksi dan cara pengukuran, dikenal tiga macam theodolit²⁵ :

²⁴ Mansur Muamadi, Pendidikan dan Pelatihan (Diklat) Teknis Pengukuran... *op.cit*, hlm. 4-7.

(1) Theodolit Reiterasi

Pada theodolit reiterasi, plat lingkaran skala (horizontal) menjadi satu dengan plat lingkaran nonius dan tabung sembu pada kiap, sehingga lingkaran mendatar bersifat tetap. Pada jenis ini, terdapat sekrup pengunci plat nonius. Dalam theodolit ini, lingkaran skala mendatar menjadi satu dengan kiap, sehingga bacaan skala mendatarnya tidak bisa diatur. Theodolit yang dimaksud adalah theodolit type T0 (wild) dan type DKM-2A (Kem).

(2) Theodolit Repetisi

Pada theodolit repetisi, plat lingkaran skala mendatar diatur sedemikian rupa, sehingga plat ini dapat berputar sendiri dengan tabung poros sebagai sumbu putar. Pada jenis ini terdapat sekrup pengunci lingkaran mendatar dan sekrup nonius. Konstruksinya kebalikan dari theodolit reiterasi, yaitu bahwa lingkaran mendatarnya dapat diatur dan dapat mengelilingi sumbu tegak. Akibatnya dari konstruksi ini, maka bacaan skala mendatar 0^0 dapat ditentukan ke arah bidikan atau target yang dikehendaki. Theodolit yang termasuk ke dalam jenis ini adalah theodolit type TM 6 dan TL 60-DP (Sokkisha), TL 6-DE (Topcon), Th-51 (Zeiss).

(3) Theodolit Elektro Optis

Dari konstruksi mekanis sistem susunan lingkaran sudutnya antara theodolit optis dengan theodolit elektro optis sama. Akan tetapi

²⁵ Mansur Muamadi, Pendidikan dan Pelatihan (Diklat) Teknis Pengukuran... *op.cit*, hlm.

mikroskop pada pembacaan skala lingkaran tidak menggunakan sistem lensa dan prisma lagi, melainkan menggunakan sistem sensor. Sensor ini bekerja sebagai elektro optis model (alat penerima gelombang elektromagnetis). Hasil pertama sistem analog dan kemudian harus ditranser ke sistem angka digital. Proses perhitungan secara otomatis akan ditampilkan pada layar (LCD) dalam angka decimal.

D. Praktik Metode Dua Titik Menggunakan Theodolit

Theodolit yang akan digunakan dalam praktik kali ini ialah theodolit jenis repetisi yakni Nikon NE-102, yang juga merupakan jenis theodolit digital. Theodolit jenis ini (Nikon NE-102/NE-201) yang banyak digunakan DEPAG dalam praktik rukyat. Sehingga dalam penelitian ini, akan fokus pada jenis theodolit ini saja. Dengan theodolit digital kita bisa mengukur arah kiblat lebih presisi. Yang paling penting dalam penggunaan theodolit dalam pengukuran arah kiblat ialah pointing arah utaranya terhadap titik utara sejati (*True North*).

Adapun langkah-langkah dalam penentuan arah kiblat dua titik diantaranya :

- Persiapkan alat-alat yang harus digunakan, yakni :
 - Theodolit.
 - GPS.²⁶
 - 2 buah paku (sebagai penanda 2 titik / posisi).

²⁶Dalam penentuan arah kiblat, theodolit tidak akan lepas dari yang namanya GPS. Karena GPS berperan penting dalam penentuan posisi (koordinat). Untuk metode dua titik ini diperlukan GPS geodetik akurasi milimeter agar diperoleh hasil koordinat yang lebih akurat.

- Software aplikasi Arah Kiblat Dua Titik
- Proses input data-data yang digunakan :
 - Tentukan dua titik atau posisi yang akan digunakan sebagai acuan arah kiblat.
 - Mencari koordinat masing-masing titik (titik pertama (A) dan titik kedua (B)) dengan menggunakan GPS. Usahakan seakurat mungkin dalam pencarian koordinat menggunakan GPS ini. Agar akurasi pencarian posisi diperoleh seakurat mungkin, harus menggunakan GPS Geodetik tingkat akurasi milimeter.
 - Setelah diperoleh data koordinat yang akurat, kemudian input data-data tersebut ke dalam program vincenty arah kiblat dua titik berbasis excel.

Sebagai contoh, telah dilakukan praktik di Lapangan Fakultas Teknik, Jurusan Geodesi Universitas Diponegoro Semarang dengan data input sebagai berikut :

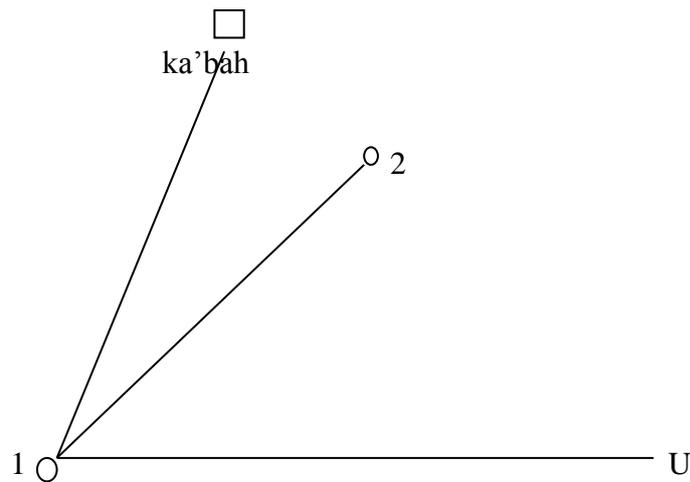
Tempat	Lintang	Bujur
Posisi 1	$-07^{\circ} 03' 03,5''$	$110^{\circ} 26' 23,7''$
Posisi 2	$-07^{\circ} 03' 03,3''$	$110^{\circ} 26' 23,3''$
Ka'bah	$21^{\circ} 25' 20,98''$	$39^{\circ} 49' 34,22''$ ²⁷

²⁷ Varian data titik koordinat Ka'bah sangat variatif. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan data koordinat yang digunakan oleh Slamet Hambali yang diambil dari *Google Earth*.

Setelah data dimasukkan ke dalam program vincenty dua titik, diperoleh hasil sebagai berikut :

Azimuth Posisi 1 ke Posisi 2 = $296^{\circ} 35' 14,65''$

Azimuth Posisi 1 ke ka'bah = $294^{\circ} 23' 15,40''$



Keterangan :

O_1 = posisi satu

O_2 = posisi dua

Azimuth posisi satu ke posisi dua : $U \Rightarrow O_1 \Rightarrow O_2$ ($296^{\circ} 35' 14,65''$)

Azimuth posisi satu ke Ka'bah : $U \Rightarrow O_1 \Rightarrow Ka'bah$ ($294^{\circ} 23' 15,40''$).

Setelah proses perhitungan (hisab) didapat, langkah selanjutnya ialah proses pengukuran pada theodolit. Adapun langkah-langkahnya ialah sebagai berikut :

- (1) Lakukan centering theodolit pada salah satu titik (tanda dengan paku atau semacamnya), kita mengambil titik A.
- (2) Setelah itu membidik titik B dengan theodolit untuk meluruskan satu titik dengan titik lainnya.
- (3) Kemudian hidupkan theodolit pada posisi nilai azimuth titik A dan B, putar ke kanan hingga lingkaran mendatar (horizontal) membaca atau menunjukkan nilai 360^0 , atau putar ke kiri hingga lingkaran mendatar (horizontal) membaca atau menunjukkan nilai 0^0 .²⁸
- (4) Setelah itu kunci theodolit, kemudian restart kembali dalam posisi 0^0 . Arahkan theodolit ke kanan sesuai nilai azimuth titik A dan Mekah.
- (5) Kemudian bidik sesuatu di depan menggunakan theodolit. Ketika sudah tepat, tandai titik tadi. Geser ke belakang atau yang berdekatan, kemudian tandai. Setelah itu, hubungkan kedua tanda titik tadi, dan garis itulah yang menjadi arah kiblat versi dua titik.

²⁸ Apabila theodolit diputar ke kanan (searah jarum jam) maka angkanya semakin membesar (bertambah). Sebaliknya jika theodolit diputar ke kiri (anti jarum jam) maka angkanya semakin kecil (berkurang).

BAB IV

ANALISIS PENGGUNAAN THEODOLIT DENGAN METODE DUA TITIK SEBAGAI PENENTU ARA KIBLAT

A. Analisis Penggunaan Theodolit dengan Metode Dua Titik sebagai Penentu Arah Kiblat

Diantara metode-metode (rumus) penentuan arah kiblat, seperti metode segitiga bola, metode segitiga bola dengan koreksi ellipsoid, dan metode vincenty menandakan bahwa persoalan arah kiblat semakin berkembang untuk mencapai hasil dengan tingkat akurasi tinggi. Dan beragamnya instrumen seperti kompas, rubu' mujayab, mizwala, istiwa'aini, theodolit, merupakan media pelaksana penentuan arah kiblat oleh ketiga kaidah rumus tersebut.

Secara teoritis, untuk mengukur suatu bidang semestinya digunakan rumus yang sesuai dengan bidang itu. Seperti rumus pithagoras digunakan untuk mencari nilai sudut atau sisi yang terdapat dalam bidang segitiga siku-siku, begitu juga rumus segitiga bola digunakan untuk mengukur bidang yang berbentuk segitiga yang berada pada permukaan bola, dan lain sebagainya.¹

Arah kiblat yang selama ini digunakan dalam astronomi yakni besaran sudut suatu tempat yang dihitung sepanjang lingkaran kaki langit dari titik utara hingga titik perpotongan lingkaran vertikal yang menuju ke tempat itu

¹ Misbah Khusurur, *Perhitungan Arah Kiblat Akurasi Tinggi (Studi Analisis dengan Menggunakan Metode Vincenty)*, Tesis Pasca Sarjana UIN Walisongo Semarang, 2011, hlm. 150

dengan lingkaran kaki langit searah jarum jam.² Dan untuk metode yang sering digunakan dalam menentukan arah kiblat oleh kebanyakan ahli falak yaitu metode *Spherical Trigonometry* (Ilmu Ukur Segitiga Bola), yakni ilmu ukur untuk mencari nilai sudut dalam segitiga dengan permukaan yang berbentuk bulat seperti bola. Metode ini yang selama ini dianggap sebagai salah satu cara menentukan arah kiblat yang akurat, namun para ahli astronomi dan geodesi berpendapat bahwa Bumi yang bentuknya bukanlah bulat persis melainkan ellips mestinya membutuhkan ilmu ukur yang sesuai dengan bentuk (bidangnya). Bahkan dalam suatu perkuliahan, Khafid menyampaikan bahwa secara teoritis rumus segitiga bola hanya berlaku di permukaan bola, tidak berlaku untuk selain permukaan bola.³ Hal inilah yang sering diabaikan oleh para praktisi falak, maka metode ilmu ukur segitiga bola memerlukan koreksi ellipsoid. Lebih akurat lagi dengan metode vincenty yang menggunakan perhitungan dengan permukaan ellipsoid. Oleh sebab itulah rumus dari metode vincenty jauh lebih rumit dibanding kedua metode yang lain.

Meski demikian metode vincenty pun juga menggunakan kaidah rumus segitiga bola, hanya saja terdapat banyaknya koreksi atau iterasi dalam perhitungannya.

Setiap metode pasti memiliki kelebihan maupun kekurangan masing-masing. Untuk metode vincenty dua titik ini, menggunakan landasan teoritis yang benar dalam penentuan arah kiblat (pengukuran suatu bidang dengan

²Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, Semarang: Walisongo Press, 2010, hlm. 33

³Misbah Khusurur, *Perhitungan Arah Kiblat akurasi..* hlm. 152.

menggunakan rumus yang sesuai dengan bidang yang diukur). Sebagaimana yang dinyatakan oleh ahli astronomi dan geodesi yakni bentuk Bumi lebih condong ke ellipsoid, maka rumus perhitungan yang digunakan hendaknya menggunakan rumus vincenty yang konsep perhitungannya berdasarkan permukaan ellipsoid dalam penentuan arah kiblat. Yang mana dalam metode vincenty terdapat proses iteratif, yaitu proses menghitung yang berulang-ulang dengan melakukan *loop*, artinya setelah diperoleh hasil perhitungan yang akurat, yakni dengan kesalahan paling minimum, proses perhitungan dihentikan, untuk mendapatkan ketelitian tinggi.⁴

Mengenai metode vincenty dua titik ini, sejatinya yang menjadi pembeda dengan metode lain yakni pada pointing atau penentuan arah utara sejatinya. Yang mana metode dua titik ini menggunakan azimuth dari satu titik (koordinat pertama) terhadap koordinat kedua, sehingga nilai 0^0 dari harga azimuth tersebut menjadi arah utara sejati. Sedangkan untuk metode lain (dalam hal ini azimuth Matahari) memanfaatkan posisi Matahari untuk dijadikan acuan dalam pembidikan arah utara sejati. Dengan metode yang memanfaatkan posisi Matahari, selain tempat pengukuran juga ada faktor waktu yang perlu diperhatikan. Karena benda langit dalam hal ini Matahari selalu bergerak, dan ini berdampak pada Bumi untuk mengetahui keberadaan Matahari. Sedangkan untuk metode dua titik hanya berfaktorkan pada tempat pengukuran saja.

⁴Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*, Jakarta: Pradnya Paramita, 2001, hlm. 48

Mengingat media pencari titik koordinat yaitu menggunakan GPS, yang mana data hasil GPS menunjukkan koordinat geografik atau geodetik. Sehingga nilai azimuth suatu tempat akan lebih tepat jika dihitung menggunakan rumus vincenty. GPS berperan penting dalam metode dua titik ini, karena metode ini hanya mengandalkan posisi atau koordinat Bumi yang dapat dihasilkan oleh GPS. Dari koordinat tersebut dapat diolah dengan rumus vincenty untuk mengetahui harga azimuth dari satu titik ke titik lain.

Dalam pengukuran kali ini, theodolit menjadi media agar perhitungan vincenty dapat diterapkan dengan lebih tepat. Karena permasalahan yang sering terjadi adalah ketika kita sudah mengetahui nilai azimuth kiblat misalkan $294^{\circ} 20' 18''$, nilai ini bagi masyarakat umum tetap menjadi sebuah pertanyaan, “ke arah mana badan kita harus menghadap?”, dan sangat disayangkan ketika kita menggunakan perhitungan yang presisinya sangat tinggi (*high precision*), tetapi kalibrasinya serta alat ukurnya menggunakan alat yang tingkat akurasinya rendah. Hal ini menjadi sangat bias karena alat bantu yang digunakan mayoritas masyarakat lebih mempercayai kompas untuk mencari arah dari sebuah nilai sudut. Sedangkan kita tahu bahwa kompas memiliki deviasi yang tinggi yang disebabkan pengaruh magnetik benda-benda sekitar kompas, baik berupa elektronik, besi, ataupun teori pernyataan bahwa utara magnetik bukanlah utara sejati. Maka dari itu,

theodolit dipilih karena dalam penentuan arah utara sejati, tidak mengalami gangguan penyimpangan.⁵

Pada dasarnya penggunaan theodolit untuk menentukan arah kiblat dengan metode apapun mempunyai proses yang sama. Karena yang dicari tidak lain adalah nilai azimuth kiblat, sehingga bagian theodolit yang dioperasikan ialah sumbu putar horisontal (*horizontal angel*), adapun *vertical angel* (teropong) difungsikan untuk membantu mengetahui posisi azimuth kiblatnya dengan bantuan bidikan terhadap Matahari, hanya saja dalam metode vincenty dua titik ini, teropong membidik koordinat yang menjadi posisi kedua, sebagai acuan untuk pointing arah utara sejati.⁶

Sebagai alat atau media pengukuran, theodolit harus diposisikan dengan benar. Sebagaimana yang sudah dipaparkan pada bab sebelumnya (BAB III) bahwa langkah awal dalam pengoperasian theodolit ialah kalibrasi, menurut penulis bukan hal yang mudah ketika hendak melakukan kalibrasi theodolit, harus dalam posisi datar benar. Penyetingan waterpass harus tepat, baik pada tripod, maupun *plate level* (waterpas tabung).



(Gambar 4.1 proses setting waterpass)

⁵Farid Wajdi, *Penerapan Algoritma Jean Meeus dalam Pengukuran Arah Kiblat dengan Theodolite*, Thesis Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, 2012, hlm. 143

⁶Farid Wajdi, *Penerapan Algoritma Jean Meeus dalam Pengukuran Arah Kiblat dengan Theodolite*, hlm. 145

Langkah awal (penyetingan waterpass) menjadi penentu agar akurasi pada pengukuran selanjutnya benar-benar bisa dipertanggungjawabkan. Sehingga persiapan mesti diperlukan dengan baik. Agar dalam pengukuran lebih mudah, lebih cepat, serta lebih akurat diperlukan jenis theodolit jenis digital karena jenis theodolit ini cara pembacaan sudut horizontal maupun vertikal dapat dibaca secara otomatis di layar. Selain itu juga jenis repetisi, karena jenis theodolit ini lingkaran mendatarnya dapat diatur dan dapat mengelilingi sumbu tegak. Akibatnya dari konstruksi ini, maka bacaan skala mendatar 0^0 dapat ditentukan ke arah bidikan atau target yang dikehendaki. Maka dari itu dipilihlah Nikon NE-102/NE-201, karena memenuhi kriteria sebagai theodolit yang lebih mudah, lebih cepat, serta lebih akurat dalam pengukuran arah kiblat.

B. Komparasi Metode Vincenty Dua Titik dengan Metode Segitiga Bola (Azimuth Matahari).

Pada penelitian ini, metode Vincenty dua titik akan dikomparasikan dengan metode segitiga bola. Meskipun pada analisa sebelumnya menjelaskan terdapat kelemahan pada metode segitiga bola, namun metode ini dipilih sebagai pembandingan karena sampai saat ini diyakini serta digunakan oleh mayoritas praktisi falak dalam penentuan arah kiblat.

Adapun hasil pengukuran dari kedua metode tersebut ialah sebagai berikut :

- 1) Hasil pengukuran pertama pada Hari Rabu, 10 Juni 2015, berlokasi di Halaman Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Metode dua titik, diperoleh data koordinat dari GPS Geodetik akurasi milimeter.

Posisi 1 => Lintang (φ) : $07^{\circ} 03' 03,5''$ LS.

Bujur (λ) : $110^{\circ} 26' 23,7''$ BT.

Posisi 2 => Lintang (φ) : $07^{\circ} 03' 03,7''$ LS.

Bujur (λ) : $110^{\circ} 26' 23,3$ BT.

Ka'bah => Lintang (φ) : $21^{\circ} 25' 20,98''$ LU.

Bujur (λ) : $39^{\circ} 49' 34,22''$ BT.⁷

Setelah data dimasukkan ke dalam program vincenty dua titik⁸, diperoleh hasil sebagai berikut :

Azimuth Posisi 1 ke Posisi 2 = $296^{\circ} 35' 14,65''$

Azimuth Posisi 1 ke ka'bah = $294^{\circ} 23' 15,40''$

Kemudian hasil pengukuran dengan metode segitiga bola, yakni :

Lintang tempat (φ_x) : $07^{\circ} 03' 03,5''$ LS.

Bujur tempat (λ_x) : $110^{\circ} 26' 23,7''$ BT.

Bujur Daerah (BD) : 105°

Lintang Ka'bah (φ_k) : $21^{\circ} 25' 20,98''$ LU.

Bujur Ka'bah (λ_k) : $39^{\circ} 49' 34,22''$ BT.

SBMD : $\lambda_x - \lambda_k$

: $110^{\circ} 26' 23,7'' - 39^{\circ} 49' 34,22''$

: $70^{\circ} 36' 49,48''$

⁷ Varian data titik koordinat Ka'bah sangat variatif. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan data koordinat yang digunakan oleh Slamet Hambali yang diambil dari *Google Earth*.

⁸Program Excel incenty dua titik, oleh Ari Laela Nugraha

Maka, arah kiblat (AQ) tempat ini, dapat ditentukan dengan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Tan (AQ)} &= \tan \varphi_k \times \cos \varphi_x : \sin \text{SBMD} - \sin \varphi_x : \tan \text{SBMD}^9 \\ &= \tan 21^0 25' 20,98'' \times \cos -07^0 03' 03,5'' : \sin 70^0 36' 49,48'' \\ &\quad - \sin -07^0 03' 03,5'' : \tan 70^0 36' 49,48'' \\ &= 24^0 30' 43,38''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka, azimuth Kiblat} &= 270^0 + \text{AQ} \\ &= 270^0 + 24^0 30' 43,38'' \\ &= 294^0 30' 43,38''\end{aligned}$$

Waktu Bidik (WB) : 10:20 WIB

Deklinasi (δ_1) : 22⁰ 58' 29'' (pukul 3 GMT)

Deklinasi (δ_2) : 22⁰ 58' 41'' (pukul 4 GMT)¹⁰

Maka, deklinasi (δ) pukul 10:20 WIB

$$\begin{aligned}&= \delta_1 + \text{selisih waktu (k)} \times (\delta_2 - \delta_1) \\ &= 22^0 58' 29'' + 00^0 20' (22^0 58' 41'' - 22^0 58' 29'') \\ &= 22^0 58' 32,99''\end{aligned}$$

Equation of Time (e_1) : 00^j 00^m 41^d (pukul 3 GMT)

Equation of Time (e_2) : 00^j 00^m 40^d (pukul 4 GMT)

Maka, Equation of Time (e) pukul 10:20 WIB

$$\begin{aligned}&= e_1 + k (e_2 - e_1) \\ &= 00^j 00^m 41^d + 00^j 20^m (00^j 00^m 40^d - 00^j 00^m 41^d) \\ &= 00^j 00^m 40,66^d\end{aligned}$$

Mencari sudut waktu Matahari, dengan rumus ¹¹:

⁹Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis, op.cit*, hlm. 32-33

¹⁰ Data-data Ephemeris Matahari seperti Deklinasi, Equation of Time, diambil dari Winhisab versi 2.0 tahun 2001

$$\begin{aligned}
 \text{Sudut Waktu } (t_0) &= \text{WB} + e - (\text{BD} - \lambda_x) / 15 - 12 \\
 &= 10:20 + 00^j 00^m 40,66^d - (105^0 - 110^0 26' 23,7'') / 15 - 12 \\
 &= -19^0 23' 26,29''
 \end{aligned}$$

Mencari jarak zenith Matahari (z), dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Cos } (z) &= \sin \varphi_x \times \sin \delta + \cos \varphi_x \times \cos \delta \times \cos t_0 \\
 &= \sin -07^0 03' 03,5'' \times \sin 22^0 58' 32,99'' + \cos -07^0 03' 03,5'' \times \\
 &\quad \cos 22^0 58' 32,99'' \times \cos -19^0 23' 26,29'' \\
 &= 35^0 30' 54,12''
 \end{aligned}$$

Mencari arah Matahari (A_0), dengan rumus :

Cotan (A_0) = $\tan \delta \times \cos \varphi_x : \sin t_0 - \sin \varphi_x : \tan t_0 \Rightarrow$ (nilai t_0 diabsolutkan)

$$\begin{aligned}
 &= \tan 22^0 58' 32,99'' \times \cos -07^0 03' 03,5' : \sin 19^0 23' 26,29'' \\
 &\quad - \sin -07^0 03' 03,5' : \tan 19^0 23' 26,29'' \\
 &= 31^0 44' 52,64''
 \end{aligned}$$

Maka, azimuth Matahari = $31^0 44' 52,64''$

¹¹Lihat BAB II, hlm. 35-37.



(Gambar 4.2 proses pengukuran kedua metode)



(Gambar 4.3 hasil pengukuran kedua metode)

- 2) Hasil pengukuran kedua, pada hari Kamis, 11 Juni 2015. Di tempat yang sama, yakni Fakultas Teknik Undip Semarang.

Untuk metode vincenty, penulis sengaja mengambil lintang hampir sejajar, namun bujurnya beda, yakni :

Posisi 1 => Lintang (φ) : $07^{\circ} 04' 00''$ LS.

Bujur (λ) : $110^{\circ} 26' 23,8''$ BT.

Posisi 2 => Lintang (φ) : $07^{\circ} 03' 00,01''$ LS.

Bujur (λ) : $110^0 26' 23,2$ BT.

Ka'bah => Lintang (φ) : $21^0 25' 20,98''$ LU.

Bujur (λ) : $39^0 49' 34,22''$ BT.

Setelah data dimasukkan ke dalam program vincenty dua titik, diperoleh hasil sebagai berikut :

Azimuth Posisi 1 ke Posisi 2 = $269^0 02' 39,06''$

Azimuth Posisi 1 ke ka'bah = $294^0 23' 29,11''$

Kemudian hasil pengukuran dengan metode segitiga bola, yakni :

Lintang tempat (φ_x) : $07^0 04' 00''$ LS.

Bujur tempat (λ_x) : $110^0 26' 23,8''$ BT.

Bujur Daerah (BD) : 105^0

Lintang Ka'bah (φ_k) : $21^0 25' 20,98''$ LU.

Bujur Ka'bah (λ_k) : $39^0 49' 34,22''$ BT.

SBMD : $\lambda_x - \lambda_k$
 : $110^0 26' 23,8'' - 39^0 49' 34,22''$
 : $70^0 36' 49,58''$

Maka, arah kiblat (AQ) tempat ini, dapat ditentukan dengan rumus :

$$\begin{aligned} \tan (AQ) &= \tan \varphi_k \times \cos \varphi_x : \sin \text{SBMD} - \sin \varphi_x : \tan \text{SBMD} \\ &= \tan 21^0 25' 20,98'' \times \cos -07^0 04' 00'' : \sin 70^0 36' 49,58'' - \\ &\quad \sin -07^0 03' 03,5'' : \tan 70^0 36' 49,58'' \\ &= 24^0 30' 57,3'' \end{aligned}$$

Maka, azimuth Kiblat = $270^0 + AQ$

$$= 270^0 + 24^0 30' 43,38''$$

$$= 294^{\circ} 30' 43,38''$$

Waktu Bidik (WB) : 13:40 WIB

Deklinasi (δ_1) : $23^{\circ} 03' 34''$ (pukul 6 GMT)

Deklinasi (δ_2) : $22^{\circ} 03' 45''$ (pukul 7 GMT)

Maka, deklinasi (δ) pukul 13:40 WIB

$$= \delta_1 + \text{selisih waktu (k)} \times (\delta_2 - \delta_1)$$

$$= 23^{\circ} 03' 34'' + 00^{\circ} 40' (23^{\circ} 03' 45'' - 23^{\circ} 03' 34'')$$

$$= 23^{\circ} 03' 41,33''$$

Equation of Time (e_1) : $00^j 00^m 27^d$ (pukul 6 GMT)

Equation of Time (e_2) : $00^j 00^m 27^d$ (pukul 7 GMT)

Maka, Equation of Time (e) pukul 13:40 WIB

$$= e_1 + k (e_2 - e_1)$$

$$= 00^j 00^m 27^d + 00^j 40^m (00^j 00^m 27^d - 00^j 00^m 27^d)$$

$$= 00^j 00^m 27^d$$

Mencari sudut waktu Matahari, dengan rumus :

$$\text{Sudut Waktu (} t_0 \text{)} = \text{WB} + e - (\text{BD} - \lambda) / 15 - 12$$

$$= 13:40 + 00^j 00^m 27^d - (105^{\circ} - 110^{\circ} 26' 23,8'') / 15 - 12$$

$$= 30^{\circ} 33' 08,79''$$

Mencari jarak zenith Matahari (z), dengan rumus :

$$\text{Cos (z)} = \sin \phi_x \times \sin \delta + \cos \phi_x \times \cos \delta \times \cos t_0$$

$$= \sin -07^{\circ} 04' 00'' \times \sin 23^{\circ} 03' 41,33'' + \cos -07^{\circ} 04' 00'' \times \cos$$

$$23^{\circ} 03' 41,33'' \times \cos 30^{\circ} 33' 08,79''$$

$$= 42^{\circ} 25' 38,09''$$

Mencari arah Matahari (A_0), dengan rumus :

Cotan (A_0) = $\tan \delta \times \cos \varphi_x : \sin t_0 - \sin \varphi_x : \tan t_0 \Rightarrow$ (nilai t_0 diabsolutkan)

$$= \tan 23^{\circ} 03' 41,33'' \times \cos -07^{\circ} 04' 00' : \sin 30^{\circ} 33' 08,79'' -$$

$$\sin -07^{\circ} 04' 00' : \tan 30^{\circ} 33' 08,79''$$

$$= 43^{\circ} 53' 16,7''$$

Maka, azimuth Matahari = $360^{\circ} - A_0$

$$= 360^{\circ} - 43^{\circ} 53' 16,7''$$

$$= 316^{\circ} 06' 43,29''$$

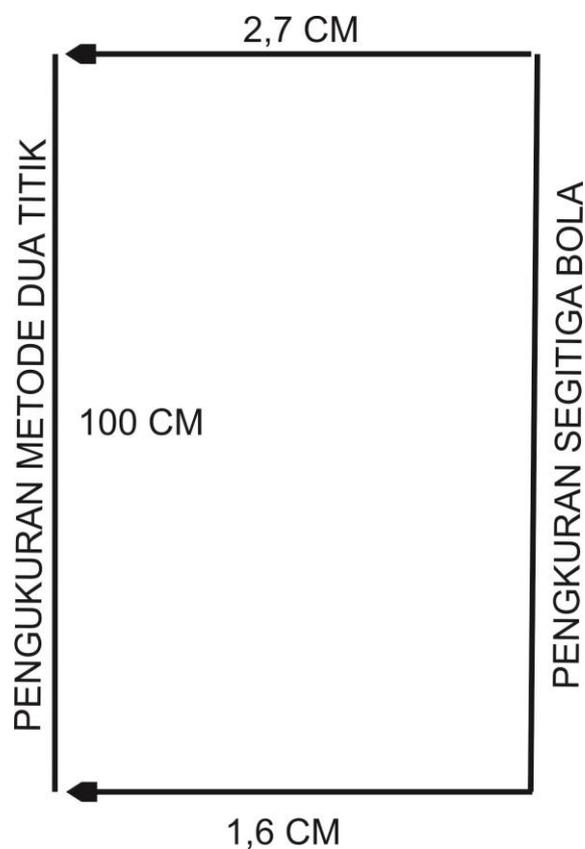


(Gambar 4.4 hasil pengukuran hari kedua)

Proses pengukuran kedua metode ini, dilakukan dengan cukup satu theodolit dan markaz yang sama (koordinat yang sama, yakni koordinat

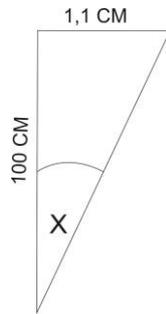
posisi satu pada metode vincenty sama dengan koordinat tempat untuk metode segitiga bola). Sekilas, jika dilihat secara kasat mata arahnya sama. Namun jika dihitung secara matematis, akan nampak perbedaan yang perlu diperhatikan. Dalam beberapa kali pengukuran, diperoleh komparasi hasil yang berbeda-beda, namun tidaklah signifikan. Adapun rincian perhitungan selisih dari dua metode yakni :

*Hasil komparasi pada hari pertama



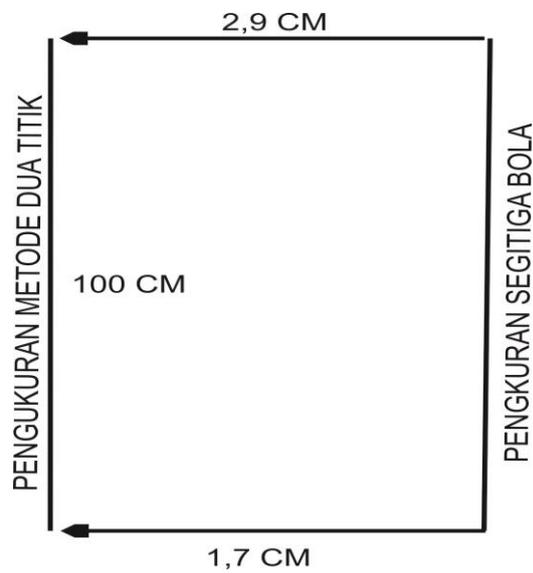
(Gambar 4.4 perbandingan hasil metode vincenty dua titik dan segitiga bola)

Hasil tersebut adalah selisih dalam satuan jarak, apabila dirubah ke satuan busur, maka akan diperoleh hasil :



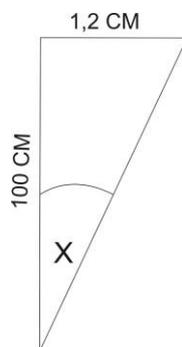
$$\begin{aligned}\tan x &= \text{Depan} : \text{samping} \\ &= 1,1 \text{ cm} : 100\text{cm} \\ &= 0,011 \\ x &= 0^{\circ} 37' 48,02''\end{aligned}$$

*Hasil komparasi para hari kedua :



(Gambar 4.5 hasil komparasi hari kedua)

Untuk selisih dalam satuan busur, yakni :



$$\begin{aligned}\tan x &= \text{Depan} : \text{samping} \\ &= 1,2 \text{ cm} : 100\text{cm} \\ &= 0,012 \\ x &= 0^{\circ} 41' 15,06''\end{aligned}$$

Dari hasil komparasi di atas, bisa diambil benang merah terkait akurasi dari metode dua titik. Mengenai tolok ukurnya sebagaimana penjelasan di atas, bahwa penulis mengambil metode segitiga bola karena yang selama ini diyakini dan digunakan oleh mayoritas praktisi falak.

Sebelum membahas akurasi dari metode dua titik, mesti dipaparkan yang dimaksud dengan akurasi itu sendiri. Kata akurat yang sering dipakai dalam hasil perhitungan hisab mempunyai arti : teliti, seksama, cermat, tepat benar.¹² Bilamana kata akurat itu digunakan untuk arah kiblat maka dapat dimaknai bahwa arah kiblat yang dimaksud ialah tepat benar, yaitu benar-benar mengarah ke arah Ka'bah (*al-Masjidil Haram*).¹³

Adapun tingkat akurat dalam pengukuran arah kiblat, penulis berpedoman pada pendapatnya Guru Besar Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang, Slamet Hambali yang cenderung membagi tingkatan akurat menjadi 4 (empat) kategori :

- a) Sangat akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat berhasil memperoleh arah kiblat yang benar-benar tepat ke arah Ka'bah (*al-Masjidil Haram*).
- b) Akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat selisih atau perbedaan tidak keluar dari kriteria Thomas Djamaluddin yang

¹² <http://kbbi.web.id/akurat>, diakses pada 19 juni 2015.

¹³ Slamet Hambali, *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa'aini Karya Slamet Hambali*, Penelitian Individual UIN Walisongo Semarang, 2014, hlm. 58

menjelaskan bahwa masih masuk dalam kategori akurat selama kemelencengan tidak lebih dari $0^{\circ} 42' 46,43''$.

- c) Kurang akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat terjadi kemelencengan antara $0^{\circ} 42' 46,43''$ sampai dengan $22^{\circ} 30'$, karena jika kemelencengan arah kiblat mencapai $22^{\circ} 30'$ maka arah kiblat untuk wilayah Indonesia akan cenderung ke arah barat lurus.
- d) Tidak akurat, bilamana hasil pengukuran arah kiblat terjadi di atas $22^{\circ} 30'$, karena jika kemelencengan terjadi lebih dari $22^{\circ} 30'$, maka arah kiblat untuk wilayah Indonesia akan cenderung condong ke arah selatan dari titik barat.¹⁴

Terlepas dari *human error*, melihat dari hasil komparasi kedua metode ini dan berdasarkan kriteria keakurasian di atas, dapat disimpulkan bahwa metode dua titik dikatakan akurat. Karena selisih antara metode dua titik dengan segitiga bola berkisar antara 0° sampai $0^{\circ} 41' 15,06''$ dan ini tidak lebih dari $0^{\circ} 42' 46,43''$.

¹⁴ Slamet Hambali, *Menguji Keakurasian,, ibid*, hlm. 59-63.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis, maka selanjutnya penulis akan mengambil kesimpulan sebagai jawaban dari berbagai pokok permasalahan sebagai berikut :

1. Metode dua titik merupakan salah satu metode penentuan arah kiblat yang berdasarkan anggapan Bumi ellipsoid atau referensi permukaan ellipsoid, sehingga rumus perhitungan menggunakan vincenty. Penentuan arah kiblat dengan metode dua titik mengandalkan dua posisi (koordinat), dengan posisi kedua sebagai acuan *pointing* arah utara sejati. Karena metode dua titik hanya mengandalkan posisi koordinat, maka penentuan posisi menjadi hal yang urgen sehingga diperlukan GPS jenis geodetik dengan akurasi milimeter agar diperoleh hasil yang lebih akurat. Kemudian dalam penggunaan theodolit, pada dasarnya sama penggunaannya terhadap metode-metode lain, yakni diawali dengan kalibrasi yang tepat hingga pembidikan terhadap acuan utara sejati, kalau segitiga bola teropong membidik Matahari, sedangkan vincenty dua titik membidik koordinat tempat posisi kedua. Dari berbagai jenis theodolit, bahwa tidak semua jenis theodolit dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat dengan lebih akurat, lebih cepat, serta lebih mudah. Adapun jenis theodolit

yang memenuhi kriteria tersebut yakni salah satunya Nikon NE-102/NE-201.

2. Mengenai komparasi penggunaan theodolit dengan metode vincenty dua titik dan metode segitiga bola dalam pengukuran arah kiblat, setelah dilakukan pengukuran ternyata terdapat selisih yang berkisar 0^0 sampai $0^0 41' 15,06''$. Dan berdasarkan kriteria akurat yang dikategorikan oleh Slamet Hambali, selisih tersebut masih dalam kategori akurat.

B. Saran-saran

1. Perlu adanya sosialisasi lebih terkait metode vincenty dalam penentuan arah kiblat, mengingat metode segitiga bola yang sekarang dipakai oleh mayoritas praktisi falak di Indonesia, bahkan oleh Kemenag RI. Sedangkan metode vincenty belum dipakai sebagai sebuah metode untuk perhitungan arah kiblat, padahal metode vincenty diklaim oleh pengagasnya mempunyai tingkat akurasi yang tinggi.
2. Hendaknya metode vincenty dengan acuan dua titik/posisi dapat disosialisasikan kepada masyarakat luas agar mereka dapat memahami dan menaplikasikannya di lapangan sebagai pembangun paradigma bahwa metode ini tidaklah sulit.

C. Penutup

Syukur alhamdulillah kepada Allah SWT penulis ucapkan sebagai ungkapan rasa syukur karena telah menyelesaikan skripsi ini. Meskipun

telah berupaya dengan optimal, penulis yakin masih ada kekurangan dan kelemahan dari berbagai sisi. Namun demikian, penulis berdo'a dan berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya. Atas saran dan kritik konstruktif untuk kebaikan dan kesempurnaan tulisan ini, penulis ucapkan terima kasih. *Wallahu A'lam bi as Shawab.*

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin Z., *Geodesi Satelit*, Jakarta: Pradnya Paramita, 2001.
- Arsyad, M. Natsir, *Ilmuwan Muslim Sepanjang Sejarah*, Bandung: Mizan, 1989.
- Azhari, Susiknan, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- Budiwati, Anisah *Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid dalam Program Mawaqit*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2011.
- Dahlan, Abdul Aziz, dkk, *Ensiklopedi Hukum Islam*, Cet. I, Jakarta: Ichtiar Baru Van Hoeve, 1997.
- Departemen P&K, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Cet. II, Jakarta: Balai Pustaka, 1989.
- Departemen Agama RI, *Alqur'an Tajwid dan Terjemahnya*, Bandung: Jabal Raudhotul Jannah, 2009.
- _____, *Pedoman Penentuan Arah Kiblat*, 1995.
- Ghani, Muhammad Ilyas Abdul *Sejarah Makkah Dulu dan Kini*, Madinah: Al Rasheed Printers, 2004.
- Hambali, Slamet *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*, Yogyakarta: Pustaka Ilmu Yogyakarta, 2013.
- _____, *Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwa'aini Karya Slamet Hambali*, Penelitian Individual UIN Walisongo Semarang, 2014.
- _____, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia)*, tp, 1998.
- Izzuddin, Ahmad *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab Rukyat Praktis dan Solusi Permasalahannya)*, Semarang: Pustaka Al-Hilal, 2012.
- _____, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, Jakarta: Kementerian Agama Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, 2012.
- _____, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, Semarang: Walisongo Press, Cet.1, 2010.

- Jaziry, Abdurrahman bin Muhammad Awwad, *Kitabul Fiqh 'Ala Madzahibil Arba'ah*, Beirut: Dar Ihya' At Turats Al Araby, 1699.
- Jones, Lawrence E., *The Sundial and Geometry*, Edisi Ke-2, Glastonbury: North American Sundial Society, 2005.
- Kahar, Joenil *Geodesi*, Bandung: Penerbit ITB, 2008.
- Kementerian Agama, *Ilmu Falak Praktis*, Jakarta: Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Direktorat Urusan Agama dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Kementerian Agama Republik Indonesia, 2013.
- Khazin, Muhyidin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- _____, *Cara Mudah Mengukur Arah Kiblat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, Cet. II, 2006.
- Khusurur, Misbah *Perhitungan Arah Kiblat Akurasi Tinggi (Studi Analisis dengan Menggunakan Metode Vincenty)*, Tesis Program Magister UIN Walisongo Semarang, 2011.
- Laili, Barokatul, *Analisis Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2013.
- Makalah “*Uji Kelayakan Istiwa'aini sebagai alat bantu menentukan arah kiblat yang akurat*” oleh Prodi Ilmu Falak Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, Kamis 5 Desember bertempat di Audit 1 Kampus 1 UIN Walisongo Semarang, 2013.
- Maktabah Syamilah, Imam Bukhari, *Shahih Bukhari*, hadis no.399, juz 1.
- _____, Imam Muslim, *Shahih Bukhari*, hadis no.1208, juz 2.
- Meydiananda, Alvian, *Azimuth Bulan sebagai salah satu metode dalam penentuan Arah Kiblat*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2012.
- Muhamadi, Mansur, *Pendidikan Dan Pelatihan (DIKLAT) Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota*, Makalah disampaikan di Surabaya 9-24 Agustus 2004.
- Munawir, Ahmad Warson, *Al Munawir Kamus Arab-Indonesia*, Surabaya: Pustaka Progressif, 1997.

- Muttaqin, Ihwan, *Studi Analisis Metode Penentuan Arah Kiblat dengan Menggunakan Equatorial Sundial*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2012.
- Narbuka, Chalid dan Abu Achmadi, *Metodologi Penelitian*, Bumi Aksara; Jakarta, 2008.
- Nasution, *Metode Research Penelitian Ilmiah*, Edisi 1, Jakarta; Bumi Aksara, cet. Ke-1, 2001.
- Nugroho, Andhika Prastyadi dan Khomsin, *Analisis Perbedaan Perhitungan Arah Kiblat pada Bidang Spheroid dan Ellipsoid dengan Menggunakan Data Koordinat GPS*, Jurnal Teknik Pomits, Institut Teknologi Sepuluh November, 2013.
- Prahasta, Eddy, *Sistem Informasi Geografis Konsep-konsep Dasar Perspektif Geodesi & Geomatika*, Bandung: Informatika, 2009.
- Qulub, Siti Tathmainnul, *Analisis Metode Rasd al-Qiblat dalam Teori Astronomi dan Geodesi*, Thesis Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, 2013.
- Ramdhan, Purkon Nur, *Studi Analisis Metode Hisab Arah Kiblat KH. Ahmad Ghazali dalam Kitab Irsyad al-Murid*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang 2012.
- Rasyid, Muhammad, *Posibilitas Penentuan Arah Kiblat dengan Lingkaran Jam Tangan Analog*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2013.
- Ridhani, Ahmad, *Studi Evaluasi Formula Arah Kiblat dengan Theodolit pada Buku Ephemeris Hisab Rukyat 2013*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2013.
- Romdhon, M. Ali, *Studi Analisis Penggunaan Bintang sebagai Penunjuk Arah Kiblat Nelayan (Studi Kasus Kelompok Nelayan "Mina Kencana" Desa Jambu Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara*, Skripsi Sarjana Fakultas Syariah UIN Walisongo Semarang, 2012.
- Schechner, Sara, *The Material Culture of Astronomy in Daily Life*, Science History Publication, Hardard Uniersity, 2001.
- Shabuni, Muhammad Ali *Tafsir Ayat Ahkam As Shabuni*, Terj. Mu'amal Hamidy, Imran A. Manan, Surabaya: Bina Ilmu, 1983.
- Sudibyoy, Ma'rufin, *Sang Nabi pun Berputar*, Solo: Tiga Serangkai, Cet.1, 2011.

Sugiyono, *Metode Penelitian pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*, Alfabeta; Bandung, Cet. Ke-13, 2013.

Usman, Husaini dan Purnomo Setiady Akbar, *Metodologi Penelitian Sosial*, Edisi Kedua, Jakarta; Bumi Aksara, Cet.ke-3, 2009.

Wajdi, Farid, *Penerapan Algoritma Jean Meeus dalam Pengukuran Arah Kiblat dengan Theodolite*, Thesis Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, 2012.

www.magnetic-declination.com

<http://kbbi.web.id/akurat>, diakses pada 19 juni 2015

<http://www.surveyequipment.com/theodolites/prexiso-t.o.2-digitalelectronictheodolite#.Z9d59Kw2So> diakses pada tanggal 24 April 2015 M. pada jam 21:00 WIB.

https://en.wikipedia.org/wiki/Thaddeus_Vincenty, diakses 10 Mei 2015.

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arif laela Nugraha

Selaku dosen Ilmu Teknik geodesi Universitas Diponegoro Semarang,
menerangkan bahwa :

Nama : Suwandi

NIM : 112111095

Jurusan : Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang

Telah melakukan wawancara dengan saya terkait penelitian skripsi “Penentuan Arah Kiblat dengan Metode Dua Titik/Posisi rumus vincenty menggunakan Theodolit”

Demikian surat keterangan ini dibuat dan disampaikan kepada yang bersangkutan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 10 Juni 2015



Arif Laela Nugraha

No	Description	Latitude					Longitude					Geodesic Distance		Azimuth Distance deg-men-sec	
		deg	min	Sec	N/S	deg	min	sec	E/W	Lat	Long	λ	meter		
1	From	POSISI 1	7	4	0,00000	S	110	26	23,80000	E	-7,067	110,4			269-02-39,06
	To	POSISI 2	7	4	0,01000	S	110	26	23,20000	E	-7,067	110,4	-0	18,416	
2	From	POSISI 1	7	4	0,00000	S	110	26	23,80000	E	-7,067	110,4			294-23-29,11
	To	Al Kaba-Saudi Arabia	21	25	20,98000	N	39	49	34,22000	E	21,422	39,83	-1,24	8.322.964,913	

(Tampilan Program Vincenty)

No	Description	DefineName	ReferTo
1	major semiaxes of the ellipsoid	a	=6378137
2	minor semiaxes of the ellipsoid	b	=6356752.314245
3	flattening (a-b)/a	f	=1/298.257223563
4	Geodetic Latitude (Positive North)-Start	LatSt	=RADIANS(SpreadSheet!\$L3)
5	Geodetic Latitude (Positive North)-To	LatTo	=RADIANS(SpreadSheet!\$L4)
6	Geodetic Longitude (Positive East)-Start	LgSt	=RADIANS(SpreadSheet!\$M3)
7	Geodetic Longitude (Positive East)-To	LgTo	=RADIANS(SpreadSheet!\$M4)
8	Dummy Cell for Iteration	Gm	=SpreadSheet!\$N9
9	Difference in Longitude (LgTo-LgSt)	L	=LgTo-LgSt
10	Reduced Latitude-Start	U_1	=ATAN((1-f)*TAN(LatSt))
11	Reduced Latitude-To	U_2	=ATAN((1-f)*TAN(LatTo))
12	λ : difference in longitude on auxiliary sphere		=L+(1-Ce)*f*SinA*(D+Ce*SinD*(Cos2Dm+Ce*CosD*(-1+2*Cos2Dm*Cos2Dm)))
13	$\sin\sigma$	SinD	=SQRT((COS(U_2)*SIN(Gm))^2+(COS(U_1)*SIN(U_2)-SIN(U_1)*COS(U_2)*COS(Gm))^2)
14	$\cos\sigma$	CosD	=SIN(U_1)*SIN(U_2)+COS(U_1)*COS(U_2)*COS(Gm)
15	σ	D	=ATAN2(CosD,SinD)
16	$\sin\alpha$	SinA	=COS(U_1)*COS(U_2)*SIN(Gm)/SinD
17	$\cos^2\alpha$	Cos2A	=1-SinA^2
18	$\cos2\sigma_m$	Cos2Dm	=CosD-2*SIN(U_1)*SIN(U_2)/Cos2A
19	C	Ce	=f/16*Cos2A*(4+f*(4-3*Cos2A))
20	u^2	uP_2	=Cos2A*(a^2-b^2)/(b^2)
21	A	AA	=1+uP_2/16384*(4096+uP_2*(-768+uP_2*(320-175*uP_2)))
22	B	BB	=uP_2/1024*(256+uP_2*(-128+uP_2*(74-47*uP_2)))
23	$\Delta\sigma$	deltaD	=BB*SinD*(Cos2Dm+BB/4*(CosD*(-1+2*Cos2Dm*Cos2Dm))-BB/6*Cos2Dm*(-3+4*SinD*SinD)*(-3+4*Cos2Dm*Cos2Dm))
24	s	s	=b*AA*(D-deltaD)
25	α_1	Alpha1	=ATAN2(COS(U_1)*SIN(U_2)-SIN(U_1)*COS(U_2)*COS(Gm),COS(U_2)*SIN(Gm))
26	GeodesicDistance	GeodesicDistance	=ROUND(s,3)
27	GeodesicAzimuth	GeodesicAzimuth	=DEGREES(IF(Alpha1<0,2*PI()+Alpha1))

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Suwandi
NIM : 112111095
Fakultas/Jurusan : Syariah/Ilmu Falak
Alamat Asal :Jl. Masjid Baiturrahman Rt. 003/Rw. 001 , Ds. Sowan Kidul, Kec. Kedung, Kab. Jepara
Alamat Sekarang :Jl. Honggowongso No. 6 Pondok Pesantren Al-Firdaus, Ds. Ringinwok. Kec. Ngaliyan, Kab. Semarang
Tempat, Tanggal Lahir: Jepara, 04 April 1993
Email : suwandi4121f@gmail.com
No HP : 085642669765

Pendidikan Formal :

- Tahun 2008 – 2011 MA Safinatul Huda, Kedung Jepara
- Tahun 2005 – 2008 MTs Safinatul Huda, Kedung Jepara
- Tahun 1999 – 2005 SDN 01 Kedung Jepara

Pendidikan Non Formal :

- Tahun 2000-2004 TPQ Masjid Baiturrahman Jepara
- Tahun 2004-2006 Madrasah Diniyyah Mansyaul Huda
- Tahun 2006-2008 Madrasah Diniyyah Wustha Mansyaul Huda
- Tahun 2008-2011 PP. Mansyaul Huda Jepara
- Tahun 2011-2015 YPMI Al-Firdaus Ngaliyan Semarang.
- Tahun 2012 Kursus Bahasa Inggris di Pyramid English Course, Pare

Pengalaman Organisasi :

1. Pengurus Divisi P3M CSS MoRA (Community of Santri Scholar of Ministry of Religious Affairs).
2. Pengurus Divisi Litbang HMJ Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang.
3. Pengurus LPM Zenith CSS MoRA UIN Walisongo Semarang.
4. Anggota KMJS (Kumpulan Mahasiswa Jepara Semarang) UIN Walisongo Semarang.
5. Tim Puskalafalak UIN Walisongo Semarang.
6. Anggota Al-Khidmah Kampus UIN Walisongo Semarang.