

**ANALISIS PENERAPAN LINTANG GEODETIK DAN  
GEOGRAFIS DALAM PENENTUAN ARAH KIBLAT  
MENGUNAKAN TEORI *VINCENTY***

**SKRIPSI**

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



Disusun oleh :

**STANIA SASQIYATUS SALMA**

**1902046092**

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

**2023**

# PERSETUJUAN PEMBIMBING



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

*Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 30183 Telp/Fax: (024) 760403 Website: foh.walisongo.ac.id*

Ahmad Syifa'ul Anam, S.H.I., M.H.  
Dian Ika Aryani, S.T., M.T.

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi

An. Stania Sasqiyatus Salma

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Stania Sasqiyatus Salma

NIM : 1902046092

Prodi : Ilmu Falak

Judul : Analisis Penerapan Lintang Geodetik dan Geografis dalam Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Teori *Vincenty*

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan. Demikian harap menjadikan maklum.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Pembimbing I

Ahmad Syifa'ul Anam, S.H.I., M.H.  
NIP. 198011202003121001

Pembimbing II

Dian Ika Aryani, S.T., M.T.  
NIP. 199112312019032033

# PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM  
Jalan Prof. Dr. Hamka Semarang 50185 Telp/Fax: (024) 760405 Website:  
fsh.walisongo.ac.id

## PENGESAHAN

Naskah Skripsi Saudara:

Nama : Stania Sasqiyatus Salma  
NIM : 1902046092  
Jurusan/Prodi : Ilmu Falak  
Judul : Analisis Penerapan Lintang Geodetik dan Geografis dalam Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Teori *Finecut*

Telah diujikan dalam sidang Munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan dinyatakan **Lulus** pada tanggal:

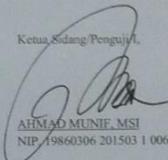
27 September 2023

dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I pada tahun akademik 2023/2024

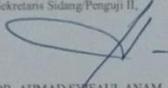
Semarang, 22 September 2023

## DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji I,

  
AHMAD MUNIF, MSI  
NIP. 19860306 201503 1 006

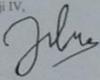
Sekretaris Sidang/Penguji II,

  
DR. AHMAD SYIFAUL ANAM, SHI, MH  
NIP. 19800120 200312 1 001

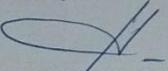
Penguji III,

  
AHMAD FUAD AL-ANSHARY, MS  
NIP. 198809162016011901

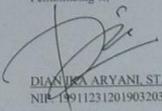
Penguji IV,

  
M. IHTIROZUN N'AM, SHI, MH  
NIP. 199307102019031008

Pembimbing I,

  
DR. AHMAD SYIFAUL ANAM, SHI, MH  
NIP. 198001202 003121 001

Pembimbing II,

  
DIANJIRA ARYANI ST, MT  
NIP. 199112312019032033

## MOTTO

فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا  
وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ

*Maka palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan  
di mana saja kamu berada palingkanlah ke arahnya.*

(QS. Al-Baqarah (02) : 150).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tim Penyusun, *Al-Qur'an Al-Karim dan Terjemah Bahasa Indonesia (Ayat Pojok)*, (Kudus: Menara Kudus, 2006)

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

Bapak dan Ibu tercinta

*Bapak Muchammad Surur dan ibu Noryanah*

Beliau berdua adalah pahlawan dan teladan dalam hidup penulis. Orang tua yang membesarkan anaknya dengan keringat dan air mata kasih sayang serta doa-doa beliau yang menjadikan penulis seperti ini, terimakasih bapak dan ibu.

Kakakku tersayang

*Rizqa Aulia Rokhmah*

Yang telah memotivasi dan memberikan energi positif kepada penulis untuk terus berkarya.

Penulis

Yang telah berjuang dan berusaha untuk bisa berada di titik ini.

# DEKLARASI

## Deklarasi

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

Semarang, 03 September 2023

Deklarator



Stania Sasqiyatus Salma

1902046092

## PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi yang digunakan adalah Sistem Transliterasi Arab Latin SKB Menteri Agama RI No. 158/1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 0543b/1987 tertanggal 22 Januari 1998. Pedoman transliterasi tersebut adalah sebagai berikut :

### A. Konsonan Tunggal

Fonem konsonan Bahasa Arab yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf, sedangkan dalam transliterasi ini sebagian dilambangkan dengan tanda dan sebagian lagi dilambangkan dengan huruf latin sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ا	Alif	-	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Sa	Š	Es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ha	ħ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Ž	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er

ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan Ye
ص	Sad	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	Dad	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	Ta	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	Za	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	‘ain	‘	Koma terbalik (di atas)
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qaf	Q	Qa
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wawu	W	Wa
ه	Ha	H	Ha
ء	Hamzah	'	Apostrof
ي	Ya	Y	Ya

## B. Vokal

Vokal bahasa Arab seperti vokal bahasa Indonesia yang terdiri dari vokal tunggal atau monoftong dan vokal rangkap atau diftong.

### 1. Vokal Tunggal

Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
َ	Fathah	A	A
ِ	Kasrah	I	I
ُ	Dammah	U	U

Contoh :

No	Kata Bahasa Arab	Transliterasi
1	كَتَبَ	Kataba
2	مَلِكٍ	Maliki
3	يَذْهَبُ	Yadzhabu

### 2. Vokal Rangkap

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf maka transliterasinya gabungan huruf, yaitu :

Tanda dan Huruf	Nama	Gabungan Huruf	Nama
-----------------	------	----------------	------

أ...ي	Fathah dan ya	Ai	a dan i
أ...و	Fathah dan wawu	Au	a dan u

Contoh :

No	Kata Bahasa Arab	Transliterasi
1	كَيْفَ	Kaifa
2	أَعُوذُ	Audzhu

### C. Maddah

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda sebagai berikut :

Harakat dan Huruf	Nama	Huruf dan tanda	Nama
أ...يَ	Fathah dan alif atau ya	ā	a dan garis di atas
ي...ي	Kasrah dan ya	ī	i dan garis di atas
ي...وِ	Dammah dan Wawu	ū	u dan garis di atas

Contoh :

No	Kata Bahasa Arab	Transliterasi
----	------------------	---------------

1	قَالَ	Qāla
2	قِيلَ	Qīla
3	يُقُولُ	Yaqūlu

#### D. Ta Marbutah

Transliterasi untuk Ta Marbutah ada tiga (3), yaitu :

1. Ta Marbutah hidup atau mendapat harakat fathah, kasrah atau dammah transliterasinya adalah /t/.
2. Ta Marbutah mati atau mendapat harakat sukun transliterasinya adalah /h/.
3. Apabila pada suatu kata yang di akhir katanya Ta Marbutah diikuti oleh kata yang menggunakan sandang /al/ serta bacaan kedua kata itu terpisah maka Ta Marbutah ditransliterasikan dengan /h/.

Contoh :

No	Kata Bahasa Arab	Transliterasi
1	زَكَاةَ الْمَالِ	Zakāh al-Māl/Zakātul Māl
2	طَيِّبَةٌ	Ṭayyibah

#### E. Syaddah (Tasydid)

Syaddah atau Tasydid yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda yaitu tanda Syaddah atau Tasydid. Dalam transliterasi ini tanda Syaddah tersebut dilambangkan dengan huruf, yaitu huruf yang sama dengan huruf yang diberi tanda Syaddah itu.

Contoh :

No	Kata Bahasa Arab	Transliterasi
1	فَعِدَّتْ	Fa'iddatu
2	رَبَّنَا	Rabbana

#### F. Kata Sandang

Kata sandang dalam bahasa Arab dilambangkan dengan huruf yaitu ال. Namun dalam transliterasinya kata sandang itu dibedakan antara kata sandang yang diikuti oleh huruf Syamsiyyah dan kata sandang yang diikuti oleh huruf Qamariyyah.

Kata sandang yang diikuti oleh huruf Syamsiyyah ditransliterasikan sesuai dengan bunyinya yaitu huruf /l/ diganti dengan huruf yang sama dengan huruf yang langsung mengikuti kata sandang itu. Sedangkan kata sandang yang diikuti oleh huruf Qamariyyah ditransliterasikan sesuai dengan aturan yang digariskan di depan sesuai dengan bunyinya. Baik diikuti oleh huruf Syamsiyyah atau Qamariyyah, kata sandang ditulis dari kata yang mengikuti dan dihubungkan dengan kata sambung.

Contoh :

No	Kata Bahasa Arab	Transliterasi
1	النَّاسِ	An-Nas
2	الْفَلَقِ	Al-Falaq

#### G. Hamzah

Sebagaimana yang telah disebutkan di atas bahwa Hamzah ditransliterasikan dengan apostrof, namun itu hanya

jika terletak di tengah dan di akhir kata. Apabila terletak di awal kata maka tidak dilambangkan karena dalam tulisan Arab berupa huruf alif. Perhatikan contoh berikut ini :

No	Kata Bahasa Arab	Transliterasi
1	إِذَا	Idzā
2	مُؤْمِنِينَ	Mu'minīna
3	إِمْرَأًا	Imra'a

## H. Huruf Kapital

Walaupun dalam sistem bahasa Arab tidak mengenal huruf kapital, tetapi dalam transliterasinya huruf kapital itu digunakan seperti yang berlaku dalam EYD yaitu digunakan untuk menuliskan huruf awal, nama diri dan permulaan kalimat. Bila nama diri itu didahului oleh kata sandangan maka yang ditulis dengan huruf kapital adalah nama diri tersebut, bukan hukum awal atau kata sandangnya.

Penggunaan huruf awal kapital untuk Allah hanya berlaku bila dalam tulisan Arabnya memang lengkap demikian dan jika penulisan tersebut disatukan dengan kata lain. Sehingga jika ada huruf dan harakat yang dihilangkan, maka huruf kapital tidak digunakan.

Contoh :

No	Kata Bahasa Arab	Transliterasi
1	وَمَا مُحَمَّدٌ إِلَّا رَسُولٌ	Wa mā muḥammadun illā rasūl
2	الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ	Al-hamdu lillahi rabbil 'ālamīna

## ABSTRAK

Koordinat yang umum diketahui dan digunakan dalam perhitungan arah kiblat adalah koordinat geografis. Namun dalam perhitungan arah kiblat metode *vincenty* yang mengasumsikan bentuk Bumi sebagai ellips koordinat yang digunakan adalah koordinat geodetik yang diperoleh dari GPS tipe geodetik. Sehingga persoalan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana metode dan akurasi perhitungan arah kiblat dengan lintang geodetik dan geografis menggunakan teori *vincenty*.

Penelitian ini bersifat kualitatif dengan jenis kajian penelitian kepustakaan (*library research*), dimana data primernya adalah jurnal online lama tahun 1975 karya Theddaus Vincenty dengan judul *Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid with Application of Nestes Equations* dan *Geodetic Inverse Solution Between Antipodal Points* sementara data sekundernya adalah data koordinat tempat geodetik dan geografis serta koordinat Ka'bah geografis. Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif-komparatif.

Penelitian ini menghasilkan dua temuan. *Pertama*, dalam metode perhitungan arah kiblat *vincenty*, nilai koordinat lintang baik tempat maupun Ka'bah harus dilakukan koreksi ellipsoid terlebih dahulu. Selain itu juga dilakukan *iterasi* (pengulangan perhitungan) sampai selisih nilai L (beda bujur) memperoleh hasil 0.00000. Kemudian berdasarkan *iterasi* terakhir dimana selisih nilai L memperoleh hasil 0.00000 tersebut digunakan sebagai data dalam perhitungan jarak, azimuth dan sudut arah kiblat. *Kedua*, perhitungan *vincenty* dengan lintang geodetik dan geografis pada titik Masjid Kampus 3 UIN Walisongo memiliki selisih 1.7" busur dan pada titik Planetarium UIN Walisongo memiliki selisih 1.5" busur. Hasil perhitungan ini dipengaruhi oleh faktor penggunaan data koordinat Ka'bah geografis, sehingga tidak menutup kemungkinan apabila hasil perhitungan akan memperoleh hasil

yang berbeda jika data koordinat Ka'bah yang digunakan geodetik. Sehingga penerapan penggunaan lintang geodetik dan geografis dalam perhitungan *vincenty* ini belum dapat dikatakan akurat sepenuhnya karena adanya ketimpangan data.

**Kata Kunci** : Arah Kiblat, Metode *Vincenty*, GPS Geodetik, GPS Navigasi, Lintang Geodetik, Lintang Geografis.

## **ABSTRACT**

*The coordinates that are commonly known and used in the calculation of Qibla direction are geographical coordinates. However, in the calculation of Qibla direction, the vincenty method that assumes the shape of the Earth as an ellipse, the coordinates used are geodetic coordinates obtained from geodetic type GPS. So that the problem to be discussed in this study is how the method and accuracy of calculating the direction of Qibla with geodetic and geographical latitude using vincenty theory.*

*This research is qualitative with the type of library research study, where the primary data is an old online journal in 1975 by Theddaus Vincenty entitled Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid with Application of Nestes Equations and Geodetic Inverse Solution Between Antipodal Points while the secondary data is geodetic and geographical place coordinate data and geographical Kaaba coordinates. The data analysis technique used is descriptive-comparative.*

*The study yielded two findings. First, in the method of calculating the direction of Qibla vincenty, the coordinate value of the latitude of both the place and the Kaaba must be corrected ellipsoid first. In addition, iterations (repetition of calculations) are also carried out until the difference in the value of L (difference in longitude) results to obtain 0.00000. Then based on the last iteration where the difference in L values obtained a result of 0.00000 was used as data in the calculation of distance, azimuth and Qibla direction angle. Second, vincenty calculations with geodetic and geographical latitude at the point of the Campus 3 Mosque UIN Walisongo have a difference of 1.7" arc and at the point of the UIN Walisongo Planetarium have a difference of 1.5" arc. The results of this calculation are influenced by the factor of using geographical Kaaba coordinate data, so it does not rule out the possibility that the calculation results will get different results*

*if the Kaaba coordinate data is used geodetic. So that the application of the use of geodetic and geographical latitude in vincenty calculations cannot be said to be completely accurate due to data inequality.*

***Keywords:*** *Qibla direction, Vincenty method, geodetic GPS, navigation GPS, geodetic latitude, geographical latitude.*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang, atas limpahan rahmat, taufiq, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad saw kekasih Allah yang memberi syafaat di hari akhir nanti sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Analisis Penerapan Lintang Geodetik dan Geografis dalam Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Teori *Vincenty*** ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil jerih payah penulis sendiri. Akan tetapi semua itu merupakan wujud dari akumulasi usaha, bantuan, pertolongan dan do'a dari berbagai pihak yang telah bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, terutama kepada :

1. Ahmad Syifaul Anam, S.H.I., M.H selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga Allah memberikan rida dan keberkahan kepada beliau.
2. Dian Ika Aryani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membantu, meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing, mengoreksi dan mengarahkan penulis

hingga skripsi ini selesai dengan lancar. Semoga Allah memberikan rida dan keberkahan kepada beliau.

3. Kedua orang tua penulis, bapak Muchammad Surur dan ibu Noryanah. Mereka adalah kunci dari setiap langkah penulis dalam menyelesaikan studi ini. Tanpa keduanya, tidak mungkin penulis bisa sampai pada titik ini.
4. Civitas akademik UIN Walisongo Semarang, Rektor UIN Walisongo Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag, Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum Dr. H. Mohamad Arja Imroni, M.Ag, Kepala Jurusan Ilmu Falak Ahmad Munif, M.S.I, Sekretaris Jurusan Ilmu Falak Fakhruddin Aziz, Lc., M.A dan jajaran staf terkait atas segala didikan, bantuan dan kerjasamanya.
5. Karis Lusdianto, M.S.I.A, selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menempuh studi di UIN Walisongo Semarang.
6. Seluruh Dosen Fakultas Syariah dan Hukum yang telah memberikan ilmu-ilmunya. Semoga segala ilmu yang telah diberikan dapat bermanfaat di kehidupan yang akan datang.
7. Ketua Departemen Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin peminjaman fasilitasnya kepada penulis guna keperluan skripsi ini.
8. Budi Nur Rohman, Fatkhanatun Munawaroh, Mustika Putri Setyawan, Juwita Yuli Andini, Nafik Nur Azizah, Rahma Dwi Mumtazah, Wilda Lutfia Irfania, Ibanez Sofadella Agil Aswindana dan Ariba Khoirunnisa yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Nurul Malikhah, Fajriyatul Muflikhah, Ika Nur Aini, Fatkhanatun Munawaroh dan Ivanov Zavina Zahra yang senantiasa menemani, membantu, mensupport dan mengisi keseharian penulis selama masa perkuliahan.

10. ORION'19 yang telah membagikan banyak ilmu baru kepada penulis selama masa perkuliahan.
11. Keluarga Besar UKMU An-Niswa yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah penulis anggap sebagai teman, keluarga, sahabat senasib dan seperjuangan dalam menuntut ilmu yang mengajarkan arti persahabatan, perjuangan dan kekompakan serta menjadi tempat berbagi canda-tawa dan tangis.
12. Teman-teman seperjuangan, terima kasih untuk ilmu, pengalaman dan motivasinya.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu secara langsung maupun tidak langsung yang selalu memberi bantuan, dorongan dan do'a kepada penulis selama melaksanakan studi di UIN Walisongo Semarang

Atas semua kebaikannya, penulis hanya mampu berdo'a semoga Allah SWT menerima segala amal kebaikannya dan membalasnya dengan lebih baik dan berlipat.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan kemampuan penulis. Untuk itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca demi sempurnanya skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Semarang, 29 Juni 2023  
Penulis

Stania Sasqiyatus Salma

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
MOTTO .....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
DEKLARASI .....	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI.....	vii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
KATA PENGANTAR .....	xviii
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxiv
DAFTAR TABEL .....	xxvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian .....	7
E. Telaah Pustaka .....	8
F. Metodologi Penelitian .....	18
1. Jenis Penelitian dan Pendekatan Penelitian.....	18
2. Sumber Data.....	19

3.	Metode Pengumpulan Data .....	21
4.	Analisis Data .....	21
G.	Sistematika Penulisan .....	22
BAB II	PENENTUAN ARAH KIBLAT .....	24
A.	Definisi Arah Kiblat .....	24
B.	Dasar Hukum Menghadap Kiblat .....	26
1.	Ayat Al-Qur'an yang memerintah untuk menghadap ke arah kiblat .....	27
2.	Hadits yang memerintahkan untuk menghadap ke arah kiblat .....	34
C.	Teori Penentuan Arah Kiblat .....	40
1.	Teori Trigonometri Bola ( <i>Spherical Trigonometry</i> ) .....	40
2.	Teori Geodesi .....	45
3.	Teori Navigasi .....	51
D.	Metode Penentuan Arah Kiblat .....	53
1.	Metode Penentuan Arah Kiblat Klasik .....	54
2.	Metode Penentuan Arah Kiblat Modern .....	57
E.	Macam-Macam Koordinat .....	65
F.	Tingkat Keakurasian Arah Kiblat .....	68
BAB III	PENERAPAN LINTANG GEODETIK DAN GEOGRAFIS DALAM PERHITUNGAN ARAH KIBLAT .....	74
A.	Algoritma Perhitungan Teori <i>Vincenty</i> .....	74
B.	Proses Pengolahan Nilai Koordinat .....	77
1.	Pengolahan Koordinat Geodetik .....	77
2.	Pengolahan Koordinat Geografis .....	89

3.	Pengolahan Koordinat Ka'bah .....	93
C.	Perhitungan Teori <i>Vincenty</i> dengan Lintang Geografis...94	
1.	Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang .....	94
2.	Planetarium UIN Walisongo Semarang .....	103
D.	Perhitungan Teori <i>Vincenty</i> dengan Lintang Geodetik..112	
1.	Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang .....	112
2.	Planetarium UIN Walisongo Semarang .....	121
<b>BAB IV ANALISIS PENERAPAN LINTANG GEODETIK DAN GEOGRAFIS DALAM PERHITUNGAN ARAH KIBLAT....</b>		<b>129</b>
A.	Analisis Metode Perhitungan Arah Kiblat dengan Teori <i>Vincenty</i> Menggunakan Lintang Geodetik dan Geografis.....	129
B.	Analisis Keakuratan Data Lintang yang Digunakan dalam Perhitungan <i>Vincenty</i> .....	138
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>144</b>
A.	Kesimpulan .....	144
B.	Saran.....	145
C.	Penutup.....	146
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>147</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>156</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>		<b>158</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Segitiga Bola</i> .....	43
Gambar 2. 2 <i>Bumi Ellipsoid</i> .....	48
Gambar 2. 3 Tongkat Istiwa' .....	55
Gambar 2. 4 Rubu' Mujayyab.....	56
Gambar 2. 5 Kompas Bidik.....	57
Gambar 2. 6 Theodolite .....	58
Gambar 2. 7 GPS Navigasi Garmin.....	61
Gambar 2. 8 GPS Geodetik Topcon .....	62
Gambar 2. 9 GPS Geodetik Tipe Topcon .....	64
Gambar 2. 10 Tribach .....	64
Gambar 2. 11 Baterai GPS Geodetik .....	64
Gambar 2. 12 Tripod.....	65
Gambar 3. 1 File Data Perekaman dan Software TPS2RIN.....	80
Gambar 3. 2 File Raw Data Perekaman .....	80
Gambar 3. 3 Tampilan Software Leica Geo Office 8.4 .....	81
Gambar 3. 4 Tampilan Fitur Icon New Project .....	81
Gambar 3. 5 Tampilan Pengaturan Jendela General dan Coordinates .....	82
Gambar 3. 6 Tampilan Fitur Icon Import Raw Data.....	82
Gambar 3. 7 Tahapan Proses Import Raw Data .....	83
Gambar 3. 8 Tampilan Fitur Icon Pengaturan Base dan Rover...84	
Gambar 3. 9 Tampilan Pengaturan Titik CORS sebagai Base ....85	
Gambar 3. 10 Tampilan Pengaturan Jendela Point Properties ....86	

Gambar 3. 11 Tampilan Pengaturan Edit Satelit .....	87
Gambar 3. 12 Tampilan Hasil Pengaturan Edit Satelit .....	87
Gambar 3. 13 Tampilan Fitur Icon GPS Processing Parameter ..	87
Gambar 3. 14 Tampilan Pengaturan Jendela GPS Processing Parameter .....	88
Gambar 3. 15 Tampilan Fitur Icon Process Baseline.....	88
Gambar 3. 16 Tampilan Pengaturan Tipe Koordinat .....	89
Gambar 3. 17 Tampilan Hasil Pengolahan Koordinat .....	89
Gambar 3. 18 Nilai Koordinat Ka'bah yang diperoleh dari software Google Earth Pro .....	94
Gambar 4. 1 Perbedaan Bumi Bola dan Ellipsoid .....	129
Gambar 4. 2 Konstelasi Satelit GPS Mengitari Bumi.....	139
Gambar 4. 3 Pengamatan Menggunakan GPS Geodetik pada 21 Maret 2023 di Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang ....	140
Gambar 4. 4 Pengamatan Menggunakan GPS Geodetik pada 21 Maret 2023 di Planetarium UIN Walisongo Semarang .....	140

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbedaan Nilai Lintang Geodetik dan Geografis.....	92
Tabel 3. 2 Tabel Iterasi Perhitungan Vincenty Menggunakan Lintang Geografis pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang.....	95
Tabel 3. 3 Tabel Perhitungan Jarak dengan Lintang Geografis pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang .....	101
Tabel 3. 4 Tabel Perhitungan Azimuth dengan Lintang Geografis pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang .....	102
Tabel 3. 5 Tabel Kesimpulan Hasil Perhitungan Vincenty dengan Lintang Geografis pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang.....	103
Tabel 3. 6 Tabel Iterasi Perhitungan Vincenty Menggunakan Lintang Geografis pada Planetarium UIN Walisongo Semarang .....	104
Tabel 3. 7 Tabel Perhitungan Jarak dengan Lintang Geografis pada Planetarium UIN Walisongo Semarang .....	110
Tabel 3. 8 Tabel Perhitungan Azimuth dengan Lintang Geografis pada Planetarium UIN Walisongo Semarang.....	110
Tabel 3. 9 Tabel Kesimpulan Hasil Perhitungan Vincenty dengan Lintang Geografis pada Planetarium UIN Walisongo .....	111
Tabel 3. 10 Tabel Iterasi Perhitungan Vincenty Menggunakan Lintang Geodetik pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang.....	113

Tabel 3. 11 Tabel Perhitungan Jarak dengan Lintang Geodetik pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang .....	118
Tabel 3. 12 Tabel Perhitungan Azimuth dengan Lintang Geodetik pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang .....	119
Tabel 3. 13 Tabel Kesimpulan Hasil Perhitungan Vincenty dengan Lintang Geodetik pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang.....	120
Tabel 3. 14 Tabel Iterasi Perhitungan Vincenty Menggunakan Lintang Geodetik pada Planetarium UIN Walisongo .....	122
Tabel 3. 15 Tabel Perhitungan Jarak dengan Lintang Geodetik pada Planetarium UIN Walisongo Semarang.....	126
Tabel 3. 16 Tabel Perhitungan Azimuth dengan Lintang Geodetik pada Planetarium UIN Walisongo Semarang.....	127
Tabel 3. 17 Tabel Hasil Perhitungan Vincenty dengan Lintang Geodetik pada Planetarium UIN Walisongo Semarang.....	127
Tabel 4.1 Tabel Hasil Perhitungan Vincenty Titik Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang.....	131
Tabel 4.2 Tabel Hasil Perhitungan Vincenty Titik Planetarium UIN Walisongo Semarang .....	132
Tabel 4.3 Koordinat Hasil Pengamatan .....	141
Tabel 4.4 Selisih Azimuth Arah Kiblat Menggunakan Koordinat dari GPS Navigasi dan Geodetik.....	143

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

Menghadap kiblat merupakan masalah yang vital dalam syariat Islam. Hal ini diterangkan dalam Al-Qur'an Surah Al-Baqarah (02) ayat 150 yang berbunyi sebagai berikut:

فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا  
وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ

“Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu berada palingkanlah ke arahnya” (QS. Al-Baqarah (02): 150).<sup>1</sup>

Menurut Madzhab Syafi'i, terdapat tiga kaidah yang dapat digunakan untuk memenuhi syarat menghadap kiblat, diantaranya sebagai berikut:<sup>2</sup>

1. *'Ainul Ka'bah*, yaitu bagi seseorang yang berada di dalam Masjidil Haram dan melihat langsung Ka'bah, maka ia wajib menghadapkan dirinya ke kiblat dengan penuh keyakinan karena kewajiban itu dapat dipastikan terlebih dahulu dengan melihat atau menyentuhnya.

---

<sup>1</sup> Tim Penyusun, *Al-Qur'an Al-Karim dan Terjemah Bahasa Indonesia (Ayat Pojok)*, (Kudus: Menara Kudus, 2006), 23.

<sup>2</sup> Ahmad Izzudin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012), 38.

2. *Jihatul Ka'bah*, yaitu bagi seseorang yang berada di luar Masjidil Haram atau di sekitar tanah suci Makkah dan tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung, maka ia wajib menghadap ke arah Masjidil Haram sebagai maksud menghadap ke arah kiblat secara *dhanni*.
3. *Jihatul Kiblat*, yaitu bagi seseorang yang berada di luar tanah suci Makkah atau bahkan di luar Arab Saudi, maka kiblatnya adalah menghadap ke arah Arab Saudi dengan suatu perkiraan. Akan tetapi bagi yang mampu untuk memperkirakan arah kiblat, maka ia wajib untuk berjihad menghadap kiblat.

Arah kiblat bagi orang yang berada di sekitar kota Makkah tentu tidaklah ada masalah, namun bagi orang yang jauh dari Makkah hal ini menjadi permasalahan yang serius karena tidak pasti bisa mengarah ke Ka'bah secara tepat. Fatwa MUI Nomor 05 Tahun 2010 tentang arah kiblat menyatakan bahwa letak negara Indonesia tidak tepat di timur namun sedikit serong ke selatan, sehingga arah kiblatnya pun tidak tepat di barat, namun sedikit serong ke arah barat laut dengan posisi yang variasi sesuai dengan letak kawasannya.<sup>3</sup>

Permasalahan mengenai ketepatan seberapa jauh nilai angka kemiringan arah kiblat inilah yang masih mengakar di

---

<sup>3</sup> [https://mui.or.id/wp-content/uploads/files/fatwa/Fatwa-Kiblat\\_PDF](https://mui.or.id/wp-content/uploads/files/fatwa/Fatwa-Kiblat_PDF), diakses 25 November 2022.

masyarakat. Oleh karena itu diperlukanlah suatu perhitungan yang tepat untuk menentukan arah kiblat secara akurat. Dalam permasalahan ini, terdapat banyak konsep perhitungan maupun penentuan yang dapat dijadikan acuan sehingga dengan adanya perbedaan metode perhitungan tersebut maka akan mengakibatkan munculnya perbedaan dalam hasil perhitungan.<sup>4</sup>

Perhitungan yang digunakan dalam penentuan arah kiblat ini tidak lepas dari disiplin ilmu Matematika, yaitu dengan menggunakan konsep atau rumus trigonometri. Rumus trigonometri ini sangat berperan pada aplikasi ilmu Falak, salah satunya dalam hal penentuan arah kiblat. Hal ini dikarenakan trigonometri membahas mengenai sudut-sudut, yang mana dalam perhitungan arah kiblat diperlukan perhitungan sudut tempat dan sudut kiblat. Sehingga disinilah korelasi antara ilmu Matematika (bidang trigonometri) dan ilmu Falak (teori penentuan arah kiblat). Teori umum yang biasa digunakan dalam penentuan arah kiblat diantaranya adalah teori trigonometri bola (*spherical trigonometry*), teori geodesi dan teori navigasi. Berdasarkan ketiga teori diatas, dua diantaranya yaitu teori trigonometri bola dan geodesi mengacu pada tipologi makna arah yang mengikuti garis dengan arah

---

<sup>4</sup> Sakirman, "Spirit Budaya Islam Nusantara dalam Kontruks Rubu' Mujayyab", *Jurnal Ilmiah Kajian Antropologi*, E-ISSN : 2599-1078, 116.

sudut tidak tetap (*orthodrom*) dengan jarak tempuh terdekat, sedangkan teori navigasi mengacu pada tipologi makna arah yang mengikuti garis dengan arah sudut tetap (*loxodrom*) dengan jarak tempuh yang jauh. Meskipun acuan pada teori trigonometri bola dan geodesi sama, namun keduanya memiliki perbedaan dalam hal perhitungannya dimana masing-masing dari teori tersebut memiliki kriteria yang sesuai dengan dasar teorinya.<sup>5</sup>

Perhitungan yang digunakan dalam teori geodesi menggunakan metode *vincenty* yang dalam perhitungannya menggunakan data geodetik, yaitu data hasil pengukuran jarak dan perbedaan elevasi dari berbagai stasiun atau titik pengukuran secara terus menerus dengan hasil berupa data koordinat (lintang dan bujur), dan data kedalaman maupun ketinggian.<sup>6</sup> Sehingga data koordinat geodetik ini terdiri dari X (lintang), Y (bujur) dan Z (ketinggian).

Metode *vincenty* ditemukan oleh Theodorus Vincenty, seorang ahli geologi dari Polandia-Amerika yang meyakini bahwa bentuk bumi adalah ellipsoid (ellips yang berputar)<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> Mohamad Taufik Hikayat, dkk, "Analisis Rumus Trigonometri dalam Penentuan Arah Kiblat", *EduMa: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika*, ISSN 2086-3918, vol. 7, no. 1 (2018), 1-11.

<sup>6</sup> Dian Ika Aryani, *Pengantar Ilmu Geodesi*, (Semarang: CV. Rafi Sarana Perkasa, 2022), 28.

<sup>7</sup> A. Solikin, *Matematika Falak*, (Cirebon: LovRinz Publishing, 2017), 61-64.

Metode ini dinyatakan lebih akurat dibandingkan dengan metode perhitungan lainnya karena didasarkan pada bentuk bumi yang sebenarnya yaitu ellipsoid atau bulat namun tidak beraturan dengan banyak benjolan-benjolan di permukaan bumi yang disebut geoid.<sup>8</sup> Adapun karena bentuk geoid ini yang tidak beraturan maka tidak mungkin dapat dilakukan perhitungan matematis. Sehingga digunakanlah ellipsoid sebagai representasi matematis dari bentuk fisik Bumi.

Penentuan titik dalam metode *vincenty* disesuaikan dengan koordinat yang mengacu pada sistem koordinat WGS 84 (*World Geodetic System 1984*). WGS 84 adalah standar yang digunakan dalam geodesi, kartografi dan navigasi satelit termasuk GPS (*Global Positioning System*). WGS 84 ini didirikan dan dikelola oleh *United States National Geospatial Intelligence Agency* pada tahun 1984.<sup>9</sup>

Dalam suatu perhitungan arah kiblat, tentu memerlukan data lintang dan bujur tempat yang digunakan sebagai markas perhitungan arah kiblat. Data lintang tempat biasanya banyak ditemukan dalam lampiran buku-buku ilmu Falak seperti yang ada di dalam buku *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab-Rukyat*

---

<sup>8</sup> Eddy Prahasta, *Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar Perspektif Geodesi & Geomatika*, (Bandung: Informatika, 2019), 216.

<sup>9</sup> Muneendra Kumar, "World Geodetic System 1984: A Modern and Accurate Global Reference Frame", *Marine Geodesy: Tandfonline Journal*, vol. 12, no. 2 (2009); <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15210608809379580>.

*Praktis dan Solusi Permasalahannya* karya Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik* karya Muhyiddin Khazin dan masih banyak lagi. Selain itu *software Google Earth* juga dapat digunakan untuk mencari data lintang dan bujur. Namun data lintang yang ada tersebut kebanyakan adalah data lintang geografis, sementara asumsi dari teori *vincenty* adalah bumi yang berbentuk ellips sehingga koordinat yang seharusnya digunakan adalah koordinat geodetik sesuai dengan asumsi teori *vincenty* ini.

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis tertarik untuk mengkaji dan meneliti lebih dalam mengenai perhitungan *vincenty* dan membandingkan hasil perhitungan dengan data lintang manakah yang paling akurat dan berapakah nilai kemelencengannya serta menganalisis bagaimana penerapan lintang geodetik dan geografis dalam teori *vincenty*. Oleh karena itulah penulis menyusun penelitian dalam bentuk skripsi ini dengan judul : **Analisis Penerapan Lintang Geodetik dan Geografis dalam Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Teori Vincenty.**

## **B. Rumusan Masalah**

Agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah, maka batasan masalah dalam kajian penelitian ini adalah :

1. Bagaimana metode perhitungan arah kiblat dengan lintang geodetik dan geografis menggunakan teori *vincenty*?

2. Bagaimana akurasi perhitungan arah kiblat dengan lintang geodetik dan geografis menggunakan teori *vincenty*?

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dengan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui metode perhitungan arah kiblat dengan lintang geodetik dan geografis menggunakan teori *vincenty*.
2. Untuk mengetahui akurasi perhitungan arah kiblat dengan lintang geodetik dan geografis menggunakan teori *vincenty*.

### **D. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Teoritis
  - a. Ikut berkontribusi pada khazanah keilmuan dalam bidang ilmu falak, khususnya dalam permasalahan penentuan arah kiblat.
  - b. Menjadi bahan referensi penelitian selanjutnya.
2. Manfaat Praktis
  1. Memberikan pemahaman kepada masyarakat pentingnya akurasi arah kiblat.
  2. Memberikan pemahaman kepada masyarakat umum mengenai data lintang yang tepat dalam perhitungan arah kiblat.

3. Sebagai sumbangan pemikiran dalam menentukan arah kiblat menggunakan data lintang yang tepat.

## **E. Telaah Pustaka**

Sejauh pengamatan dan penelusuran penulis, belum diketahui tulisan maupun penelitian yang secara detail membahas tentang “Analisis Penerapan Lintang Geodetik dan Geografis dalam Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Teori *Vincenty*” Namun berdasarkan penelusuran penulis pada kepustakaan maupun penelitian-penelitian sebelumnya, belum banyak ditemukan tulisan maupun penelitian terkait studi analisis penerapan lintang geodetik dan geografis dalam penentuan arah kiblat di Indonesia.

Penelitian Jurnal dari Universitas Diponegoro pada 2016 oleh Moehammad Awaluddin, dkk dengan judul “Kajian Penentuan Arah Kiblat Secara *Geodetic*”. Penelitian tersebut mengkaji besarnya perbedaan arah kiblat dalam bidang ellipsoid, bola dan peta merkator dan memperoleh hasil bahwa hasil perhitungan arah kiblat di atas ellipsoid yang sudah dikoreksi dengan hitungan di atas bola mempunyai perbedaan yang jauh lebih kecil yaitu sebesar  $45,7''$  jika dibandingkan dengan arah kiblat pada peta merkator. Perbedaan arah kiblat di atas ellipsoid yang sudah dikoreksi dengan arah kiblat hasil *rashdul* kiblat di lapangan sebesar  $0^{\circ} 7' 58,24''$ . Sedangkan

selisih arah kiblat di atas bidang bola dengan azimuth hasil *rashdul* kiblat sebesar  $0^{\circ} 2' 49,94''$ . Secara umum penelitian Awaluddin, dkk ini sama dengan penelitian yang penulis lakukan. Hanya saja dalam penelitian Awaluddin ini mengkaji perbedaan besarnya penentuan arah kiblat pada bidang ellipsoid, bola dan peta merkator. Hal ini berbeda dengan penelitian yang penulis lakukan dimana penulis mengkaji lebih mendalam mengenai nilai koordinat manakah yang sesuai dalam perhitungan *vincenty*.<sup>10</sup>

Penelitian Artikel dari STAIN Purwokerto pada 2014 oleh Marwardi dengan judul “Aplikasi Teori Geodesi dalam Perhitungan Arah Kiblat: Studi untuk Kota Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, dan Kebumen”. Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa teori geodesi dengan rumus *vincenty* menjadi teori yang lebih akurat untuk digunakan dalam menghitung arah kiblat daripada teori *spherical trigonometri*. Hal ini dibuktikan dengan beberapa hasil perhitungan arah kiblat berikut :  $294^{\circ} 40' 01.042''$  untuk kota Banjarnegara,  $294^{\circ} 44' 11.376''$  untuk kota Purbalingga,  $294^{\circ} 45' 25.582''$  untuk kota Banyumas,  $294^{\circ} 54' 21.568''$  untuk kota Cilacap, dan  $294^{\circ} 44' 16.752''$  untuk kota Kebumen. Arah

---

<sup>10</sup> Moehammad Awaluddin, dkk, “Kajian Penentuan Arah Kiblat Secara Geodetis”, *Jurnal Teknik*, vol. 37, no. 2, (2016); <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>, 84.

kiblat tersebut memiliki selisih rata-rata  $0^{\circ} 7' 32.74''$  dengan arah kiblat yang selama ini dipedomani. Penelitian Marwardi ini mengkaji mengenai aplikasi perhitungan *vincenty* di beberapa kota di Jawa Tengah. Hal ini berbeda dengan penelitian yang penulis lakukan, dimana penelitian penulis ini mengambil dua koordinat di suatu tempat dengan dua alat yang berbeda kemudian membandingkannya.<sup>11</sup>

Penelitian Skripsi dari UIN Sunan Ampel pada 2019 oleh Nurizzah Churotin dengan judul “Akurasi Arah Kiblat Masjid Agung Sidoarjo (Studi Analisis dengan Acuan Metode Hisab *Vincenty*)”. Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa metode penentuan arah kiblat Masjid Agung Sidoarjo tidak diketahui karena tidak terdokumentasi dan belum pernah dilakukan pengukuran ulang sejak penyempurnaan bangunan hingga sekarang. Selain itu azimuth arah kiblat masjid dalam praktiknya adalah sebesar  $284^{\circ} 19' 39,88''$ , padahal arah kiblat yang seharusnya adalah  $293^{\circ} 57' 35,4''$ . Apabila dihitung menggunakan teori *vincenty* arah kiblat yang sebenarnya adalah  $294^{\circ} 37' 15,79''$ . Sehingga selisih kedua metode tersebut adalah sebesar 09 sampai 10 derajat ke Utara. Penelitian ini mengkaji mengenai teori perhitungan arah kiblat

---

<sup>11</sup> Marwardi, “Aplikasi Teori Geodesi dalam Perhitungan Arah Kiblat : Studi untuk Kota Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen”, *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam*, vol. 08, no. 2 (2014); <https://doi.org/10.24090/mnh.v8i2.416>, 329.

yang sama dengan penulis, yaitu *vincenty*. Hanya saja objek dan metode dalam penelitian Nurizzah ini berbeda dengan penelitian penulis. Nurizzah mengkaji tentang akurasi arah kiblat di Masjid Agung Sidoarjo dengan teori *vincenty*, sementara penulis membandingkan penggunaan dua koordinat yang berbeda yaitu geodetik dan geografis dalam perhitungan *vincenty* kemudian menganalisisnya.<sup>12</sup>

Penelitian Tesis dari IAIN Walisongo Semarang pada 2013 oleh Siti Tatmainul Qulub dengan judul “Analisis Metode *Rasd Al-Qiblat* dalam Teori Astronomi dan Geodesi”. Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa metode *Rasd Al-Qiblat* dalam teori trigonometri bola menggunakan data lintang dan deklinasi geosentrik, sedangkan metode *Rasd Al-Qiblat* dalam teori *vincenty* menggunakan data lintang dan deklinasi geodetik. Hasil perhitungan dari kedua teori tersebut terdapat selisih sebesar 1 sampai 2 menit, sehingga dapat dinyatakan bahwa teori *vincenty* (geodesi) lebih akurat daripada teori trigonometri bola (astronomi). Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian penulis yang juga mengkaji mengenai perhitungan geodesi (*vincenty*). Hanya saja penelitian Siti Tatmainul Qulub ini menganalisis mengenai teori perhitungan astronomi dan geodesi. Hal ini

---

<sup>12</sup> Nurizzah Churotin, “Akurasi Arah Kiblat Masjid Agung Sidoarjo (Studi Analisis dengan Acuan Metode Hisab *Vincenty*)”, *Skripsi* UIN Sunan Ampel, (Surabaya, 2019), 97.

berbeda dengan penelitian penulis yang lebih berfokus pada teori perhitungan *vincenty*.<sup>13</sup>

Penelitian Skripsi dari UIN Walisongo Semarang pada 2022 oleh Lailatus Shofiyah dengan judul “Pemrograman Arah Kiblat Metode *Vincenty* Menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*” Penelitian ini membahas mengenai perancangan program arah kiblat metode *vincenty* dengan menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0* dan menguji keakurasian program tersebut. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa program arah kiblat ini dibuat dan dirancang dengan menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0* dan untuk menghubungkan *database* koordinat tempatnya harus menggunakan *Microsoft Acces*. Selain itu program ini hanya dapat digunakan pada operasi sistem *Windows*. Adapun tingkat keakurasian program ini hanya memiliki selisih detik jika dibandingkan dengan *Islamic Times* sehingga program ini layak untuk dijadikan pedoman perhitungan arah kiblat. Penelitian ini memiliki fokus kajian yang sama dengan penulis, yaitu penentuan arah kiblat dengan metode *vincenty*. Hanya saja penelitian Lailatus ini merancang program arah kiblat metode *vincenty* dan menguji keakurasiannya, sedangkan penulis membandingkan perhitungan dengan menggunakan dua koordinat yang

---

<sup>13</sup> Siti Tatmainul Qulub, “Analisis Metode *Rasd al-Qiblat* dalam Teori Astronomi dan Geodesi”, *Tesis IAIN Walisongo* (Semarang, 2013), 30.

berbeda, yaitu geodetik dan geografis kemudian menganalisis keakurasiannya.<sup>14</sup>

Penelitian Jurnal dari Institut Teknologi Bandung pada 2019 oleh Irwan Gumilar, dkk dengan judul “Algoritma Penentuan dan Rekonstruksi Arah Kiblat Teliti Menggunakan Data GNSS”. Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa penentuan arah kiblat dapat menggunakan metode statik, RTK (*Real Time Kinematic*) dan RTPPP (*Real Time Precise Point Positioning*) GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Penerapan metode *vincenty* di atas bidang ellipsoid untuk penentuan azimuth dapat memperlihatkan arah yang tepat ke Ka’bah. Adapun untuk mendapatkan ketelitian yang tinggi dalam pengukuran ke arah kiblat yang secara tepat maka harus menggunakan metode penentuan posisi statik, menggunakan metode *vincenty* di atas ellipsoid untuk pengukuran azimuthnya serta menerapkan koreksi irisan normal geodesik, koreksi *skew normal* dan koreksi *defleksi vertikal* untuk rekonstruksinya. Penelitian Irwan Gumilar, dkk ini menganalisis mengenai metode manakah yang sesuai dalam pengambilan koordinat menggunakan GPS (*Global Positioning System*) tipe geodetik. Hal ini memiliki kesamaan dengan metode pengambilan titik koordinat yang digunakan

---

<sup>14</sup> Lailatus Shofiyah, “Pemrograman Arah Kiblat Metode *Vincenty* Menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*”, *Skripsi UIN Walisongo*, (Semarang, 2022), 84-85.

oleh penulis yaitu metode statik. Namun metode pengolahan data dan juga titik pengambilan koordinat dalam penelitian penulis dan penelitian Irwan berbeda. Selain itu pokok bahasan penelitian penulis dan Irwan juga berbeda.<sup>15</sup>

Penelitian Jurnal Universitas Diponegoro pada 2018 oleh Moehammad Awaluddin, dkk dengan judul “Analisis *Setting Out* Arah Kiblat dengan Menggunakan Metode GPS *Real Time Kinematic*”. Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa azimuth kiblat hasil *setting out* dengan GPS RTK jika dibandingkan dengan hasil hitungan metode *vincenty* berbeda sebesar  $17^{\circ} 43.6516''$  pada titik jarak 25 meter dan  $6^{\circ} 28.2974''$  pada titik jarak 40 meter dan azimuth kiblat hasil *setting out* dengan GPS RTK (*Real Time Kinematic*) memiliki perbedaan dengan arah kiblat metode *rashdul* kiblat sebesar  $2^{\circ} 18''$  pada titik yang berjarak 25 meter dari titik pengamatan kiblat. Sedangkan pada titik yang berjarak 40 meter memiliki perbedaan sebesar  $6^{\circ} 34''$ . Penelitian Awaluddin ini membandingkan mengenai azimuth kiblat metode *vincenty* hasil GPS RTK dengan azimuth kiblat metode *rashdul* kiblat hasil GPS RTK yang ternyata berbeda. Hal ini berbeda dengan penelitian penulis yang membandingkan dua koordinat yang berbeda dalam perhitungan *vincenty*. Selain itu metode

---

<sup>15</sup> Irwan Gumilar, dkk, “Algoritma Penentuan dan Rekonstruksi Arah Kiblat Teliti Menggunakan Data GNSS”, *Geomatika*, vol. 25, no. 2, (2019); <http://dx.doi.org/10.24985/JIG.25-2.974>, 73.

pengambilan titik GPS geodetik dalam penelitian penulis dan Awaluddin berbeda, dimana pengambilan titik GPS geodetik penulis menggunakan metode statik, sementara dalam penelitian Awaluddin menggunakan metode RTK (*Real Time Kinematik*).<sup>16</sup>

Penelitian Disertasi yang dijadikan Jurnal oleh Ahmad Izzuddin dengan judul “Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya”. Penelitian ini menganalisis keakurasian teori penentuan arah kiblat yang telah ada seperti teori trigonometri bola, teori geodesi dan teori navigasi dan memperoleh hasil bahwa jika didasarkan pada pendekatan bentuk bumi, maka secara nyata teori geodesi lebih akurat karena memperhitungkan bentuk bumi yang sesungguhnya yaitu ellipsoid. Penelitian ini memiliki objek pembahasan yang sama dengan penelitian penulis, yaitu mengenai metode penentuan arah kiblat. Namun dalam penelitian penulis hanya membahas salah satu metode saja yang dibahas lebih mendalam, yaitu metode *vincenty*.<sup>17</sup>

Penelitian Skripsi dari UIN Walisongo Semarang pada 2016 oleh Ruwaidah dengan judul “Analisis Perbedaan

---

<sup>16</sup> Moehammad Awaluddin, dkk, “Analisis *Setting Out* Arah Kiblat dengan Menggunakan Metode GPS *Real Time Kinematic*”, *Ellipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika*, vol. 01, no. 01, (2018), 7, ISSN 2621-9883.

<sup>17</sup> Ahmad Izzuddin, “Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya”, *Conference Proceedings*, Surabaya: IAIN Sunan Ampel, 2012.

Lintang dan Bujur Ka'bah terhadap Penentuan Arah Kiblat dengan Menggunakan *Global Positioning System* dan *Google Earth*". Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa alat yang digunakanlah penyebab terjadinya perbedaan data lintang dan bujur Ka'bah. Dalam GPS beberapa faktor yang mempengaruhi adalah geometri satelit, pengamatan *receiver*, keadaan alam, *users* sampai dengan titik tempat pengamatan. Sementara *Google Earth* faktor yang mempengaruhi adalah citra yang tidak begitu jelas sehingga pengambilan titik koordinatnya berbeda. Oleh karena itu dalam penggunaan *Google Earth users* harus teliti. Selain itu selisih antara GPS dan *Google Earth* hanya terletak pada detiknya saja, sehingga masih diperkenankan. Penelitian Ruwaidah menggunakan variabel lintang dan bujur Ka'bah yang diperoleh dari *Global Positioning System* (GPS) dan *Google Earth*, sedangkan penulis menggunakan variabel lintang dan bujur tempat yang diperoleh dari GPS tipe geodetik dan navigasi. Selain itu, perhitungan yang digunakanpun berbeda. Ruwaidah menggunakan teori segitiga bola sementara penulis menggunakan teori *vincenty*.<sup>18</sup>

Penelitian Skripsi dari UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta pada 2014 oleh Nurdiansyah Maulana dengan judul "Dampak

---

<sup>18</sup> Ruwaidah, "Analisis Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat dengan Menggunakan *Global Positioning System* dan *Google Earth*", *Skripsi* UIN Walisongo, (Semarang, 2016), 96.

Perbedaan Data Lintang dan Bujur Ka'bah dalam Penentuan Arah Kiblat di Indonesia". Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa perbedaan lintang dan bujur Ka'bah di Indonesia memberikan dampak pada hasil azimuth kiblat yang bervariasi sehingga perlu diadakan penyatuan data secara universal oleh Kementerian Agama. Perbedaan data ini muncul dikarenakan beberapa faktor, yaitu faktor alat yang digunakan, faktor sinyal satelit dan faktor keadaan tempat. Penelitian ini mengkaji tentang dampak dari perbedaan lintang dan bujur Ka'bah yang digunakan dalam perhitungan arah kiblat. Hal ini berbeda dengan penelitian penulis yang mengkaji mengenai penggunaan dua koordinat yang berbeda dalam perhitungan arah kiblat.<sup>19</sup>

Dari beberapa penelitian di atas, penulis belum menemukan substansi yang sama dengan penelitian yang penulis lakukan. Penulis hanya menemukan penelitian Moehammad Awaluddin, dkk yang mengkaji penentuan arah kiblat pada bidang ellipsoid, bola dan peta merkator dimana penelitian tersebut membandingkan hasil dari perhitungan arah kiblat pada ketiga bidang tersebut. Hal ini jelas berbeda dengan penelitian penulis yang lebih berfokus untuk mengkaji di salah satu bidang yaitu ellipsoid, dimana dalam penelitian ini

---

<sup>19</sup> Nurdiansyah Maulana, "Dampak Perbedaan Data Lintang dan Bujur Ka'bah dalam Penentuan Arah Kiblat di Indonesia", *Skripsi* UIN Sunan Kalijaga, (Yogyakarta, 2014), 80.

menganalisis penentuan arah kiblat menggunakan lintang geodetik dan geografis dalam perhitungan *vincenty*.

## F. Metodologi Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menggunakan beberapa metode untuk memperoleh data dengan cara pendekatan ilmiah. Metode yang digunakan dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 1. Jenis Penelitian dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif dengan jenis kajian penelitian kepustakaan (*library research*).<sup>20</sup> Penelitian kualitatif adalah penelitian yang menggunakan latar alamiah dengan maksud menafsirkan fenomena yang terjadi dan dilakukan dengan cara melibatkan berbagai metode yang ada.<sup>21</sup> Pendekatan yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah pendekatan deskriptif.<sup>22</sup>

Dalam penelitian ini penulis akan membandingkan metode perhitungan *vincenty* dengan menggunakan data

---

<sup>20</sup> M. Iqbal Hasan, *Pokok-Pokok Metode Penelitian dan Aplikasinya*, (Bogor: Ghalia Indonesia, 2002), 11.

<sup>21</sup> Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004), cet-5, 5.

<sup>22</sup> Cholid Nabuka dan Abu Achmadi, *Metodologi Penelitian*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2008), 65.

lintang geodetik dan geografis kemudian menganalisis keakurasian dari hasil kedua perhitungan tersebut.

## 2. Sumber Data

Peneliti menggunakan dua jenis sumber data dalam penelitian ini, yaitu berupa sumber data primer dan sumber data sekunder.<sup>23</sup>

### a. Sumber Data Primer

Dalam penelitian ini data primer diambil dari jurnal online lama tahun 1975 karya Theddaus Vincenty dengan judul *Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid with Application of Nestes Equations*<sup>24</sup> yang diterbitkan oleh *Directorate of Overseas Surveys of the Ministry of Overseas Development* pada halaman 88 – 93 yang menjelaskan mengenai notasi-notasi yang digunakan dalam perhitungan *vincenty*, rumus-rumus yang digunakan, cara perhitungan dan cara untuk mengoreksi keakurasiannya dan jurnal online dengan judul *Geodetic Inverse Solution Between Antipodal Points*<sup>25</sup>

---

<sup>23</sup> Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, 91.

<sup>24</sup> T. Vincenty, “Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid with Application of Nested Equations”, *Survey Review*, vol. XXIII, no. 176, (1975), 88-93.

<sup>25</sup> T. Vincenty, “Geodetic Inverse Solution Between Antipodal Points”, *Richard Rapp Geodetic Science Ohio State University*, (1975), 1-10.

karya Theodorus Vincenty yang diterbitkan pada tahun 1975 oleh *Richard Rapp Geodetic Science Ohio State University* yang menjelaskan secara lengkap mengenai notasi-notasi dalam perhitungan dan algoritmanya.

b. Sumber Data Sekunder

Adapun sumber data sekunder penelitian ini penulis akan menggunakan alat bantu GPS untuk memperoleh data titik koordinat lintang dan bujur tempat, yaitu menggunakan GPS tipe Geodetik untuk memperoleh data koordinat geodetik dan GPS tipe Navigasi untuk memperoleh data koordinat geografis. Mengenai pengolahan data dari kedua alat bantu GPS diatas, penulis menggunakan *software TPS2RIN* dan *software Leica Geo Office 8.4* untuk pengolahan data GPS Geodetik. Sementara pengolahan data GPS Navigasi penulis menggunakan *software Google Earth*. Adapun titik yang akan diamati oleh penulis, yaitu Masjid Kampus 3 dan Planetarium UIN Walisongo Semarang. Data koordinat Ka'bah dalam penelitian ini penulis menggunakan koordinat geografis yang diperoleh dari *software Google Earth* karena tidak ditemukannya data koordinat geodetik Ka'bah dan keterbatasan penelitian penulis.

### 3. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian ini adalah dokumentasi, yaitu dengan cara menghimpun data-data koordinat yang telah diperoleh dari alat bantu GPS. Sehingga langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data yang telah diperoleh dari sumber data primer dan sekunder dengan cara melakukan perhitungan *vincenty* menggunakan data koordinat tempat dan Ka'bah.

### 4. Analisis Data

Untuk memperoleh data penelitian yang valid, analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Deskriptif, yaitu mendeskripsikan metode perhitungan *vincenty* dengan kedua data lintang yang telah didapatkan sebelumnya dari GPS Geodetik dan Navigasi yang telah diolah menggunakan software *Leica Geo Office 8.4* dan *Google Earth* dan menghasilkan nilai koordinat tempat. Sehingga dengan nilai koordinat tempat yang telah didapatkan tersebut dapat dilakukan perhitungan arah kiblat menggunakan metode *vincenty* yang kemudian akan menghasilkan nilai azimuth, jarak, dan sudut arah kiblat.

2. Komparatif yaitu membandingkan hasil perhitungan arah kiblat dengan data lintang geografis dan geodetik menggunakan teori *vincenty* yang berupa nilai azimuth arah kiblat untuk memperoleh kesimpulan nilai lintang manakah yang akurat untuk digunakan.

## **G. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan skripsi ini meliputi lima bab, yang secara garis besarnya adalah sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan. Bab ini menerangkan latar belakang masalah penelitian ini dilakukan. Kemudian mengemukakan rumusan masalah yang berisi rumusan masalah dari penelitian ini. Selanjutnya dibahas mengenai tujuan penelitian yang memaparkan tujuan dari dilakukannya penelitian ini. Berikutnya dikemukakan manfaat penelitian ini dilakukan baik maanfaat teoritis ataupun praktis. Kemudian dikemukakan telaah pustaka yang berisi penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan dengan objek yang dikaji dalam penelitian ini. Selanjutnya pemaparan tentang metode penelitian yang menjelaskan prosedur atau cara dan teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini dan yang terakhir, dikemukakan juga tentang sistematika penulisan yang menjelaskan garis besar penulisan penelitian ini.

Bab II Penentuan Arah Kiblat. Bab ini membahas mengenai definisi arah kiblat, dasar hukum menghadap kiblat,

teori perhitungan arah kiblat, metode penentuan arah kiblat, macam-macam koordinat dan tingkat keakurasian arah kiblat.

Bab III Penerapan Lintang Geodetik dan Geografis dalam Perhitungan Arah Kiblat. Bab ini membahas mengenai algoritma perhitungan teori *vincenty*, proses pengolahan nilai koordinat geodetik dan geografis, perhitungan teori *vincenty* dengan lintang geografis dan perhitungan teori *vincenty* dengan lintang geodetik.

Bab IV Analisis Penerapan Lintang Geodetik dan Geografis dalam Perhitungan Arah Kiblat. Bab ini membahas mengenai analisis penulis terhadap perhitungan arah kiblat dengan teori *vincenty* menggunakan lintang geografis dan lintang geodetik dan analisis keakuratan data lintang yang digunakan dalam perhitungan *vincenty*.

Bab V Penutup, yang berisi kesimpulan, saran dan penutup.

## **BAB II**

### **PENENTUAN ARAH KIBLAT**

#### **A. Definisi Arah Kiblat**

Arah dalam bahasa Arab sering disebut sebagai *Jihah* atau *Syatrath* atau *Qiblah*. Secara Bahasa *Syatrath* berarti setengah dari sesuatu atau dapat juga diartikan sebagai arah atau maksud.<sup>1</sup> Dalam bahasa latin, *Jihah* atau *Syatrath* dapat diartikan sebagai arah menghadap yang disebut dengan azimuth. Menurut Robert Baker, azimuth adalah jarak sudut yang diukur dari titik utara ke arah timur sepanjang horizon yang dimulai dari titik 0° sampai 360°. Begitu pula Departemen Agama RI yang mendefinisikan bahwa azimuth kiblat diukur dari titik utara sesuai dengan putaran arah jarum jam.<sup>2</sup>

Kata kiblat berasal dari bahasa Arah *Qiblah* turunan dari kata *Qabala*, *Yaqbalu*, *Qiblitan* yang berarti menghadap.<sup>3</sup> Ensiklopedia Hukum Islam mendefinisikan kiblat sebagai bangunan Ka'bah atau arah yang dituju kaum muslimin dalam melaksanakan ibadah.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Ahmad Izzuddin, *Kajian*, 26.

<sup>2</sup> Ahmad Izzuddin, *Kajian*, 27.

<sup>3</sup> Ahmad Warson Munawwir, *Kamus Arab-Indonesia*, (Surabaya: Pustaka Progressif, 1997), 1087-1088.

<sup>4</sup> Abdul Azis Dahlan, *Ensiklopedia Hukum Islam*, (Jakarta: Ichtisar Baru Van Hoeve, 1997), cet. I, 944.

Definisi kiblat dalam Ensiklopedia Al-Qur'an adalah satu arah yang dituju oleh kaum muslimin dimanapun mereka berada ketika mengerjakan salat fardu atau sunah. Kiblat yang dituju kaum muslimin adalah Ka'bah yang terletak di tengah-tengah Masjidil Haram di Kota Makkah yang dibangun oleh Nabi Ibrahim dan Nabi Ismail.<sup>5</sup>

Muhyiddin Khazin mendefinisikan kiblat sebagai arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati Ka'bah (Makkah) dengan kota yang bersangkutan.<sup>6</sup> Ahmad Izzuddin menyebutkan bahwa kiblat adalah Ka'bah atau paling tidak Masjidil Haram dengan mempertimbangkan posisi lintang dan bujur Ka'bah.<sup>7</sup> A. Jamil menjelaskan bahwa kiblat adalah jarak dari titik utara ke lingkaran vertikal melalui suatu tempat yang diukur sepanjang lingkaran horizon menurut arah perputaran jarum jam.<sup>8</sup>

Slamet Hambali mendefinisikan kiblat sebagai arah terdekat menuju Ka'bah yang melalui jalur terdekat dan

---

<sup>5</sup> Fachruddin Hs., *Ensiklopedia Al-Qur'an, jilid I*, (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 1992), cet. I, 608-609.

<sup>6</sup> Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), cet. I, 50.

<sup>7</sup> Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, (Yogyakarta: Logung Pustaka, 2010), cet. I, 3.

<sup>8</sup> A. Jamil, *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*, (Jakarta: Amzah, 2009), 109.

menjadi keharusan bagi orang muslim untuk menghadap ke arahnya ketika melaksanakan shalat.<sup>9</sup>

Kementerian Agama Republik Indonesia mendefinisikan kiblat sebagai suatu arah tertentu kaum muslimin mengarahkan wajahnya dalam ibadah shalat.<sup>10</sup>

Berdasarkan beberapa definisi para ahli diatas, dapat disimpulkan bahwa kiblat adalah arah atau jarak terdekat menuju Ka'bah melalui lingkaran besar (*great circle*) yang harus dituju setiap umat muslim ketika melaksanakan ibadah shalat karena menghadap ke kiblat adalah salah satu syarat sah shalat.

## **B. Dasar Hukum Menghadap Kiblat**

Salah satu Kaidah Fiqhiyyah berbunyi “*Al-Ashl Fi Al-Ibadah Al-Buthlan Hatta Yaquma Al-Dalil ‘Ala Al-Amr*”<sup>11</sup> yang berarti “hukum pokok dalam ibadah adalah batal sampai adanya dalil yang memerintahkannya”. Hal ini menunjukkan dengan jelas bahwa segala perbuatan dalam hal ibadah harus menunggu dan mengikuti perintah yang datang dari Allah dan Rasul-Nya melalui Al-Qur’an dan

---

<sup>9</sup> Slamet Hambali, *Ilmu Falak I (Tentang Penentuan Awal Waktu Salat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*, Semarang: Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), 167.

<sup>10</sup> Departemen Agama RI, *Ensiklopedia Islam*, (Jakarta: CV. Anda Utama, 1993), 629.

<sup>11</sup> Asjmundi A. Rahman, *Qaidah-Qaidah Fiqih (Qawa'idul Fiqhiyyah)*, (Jakarta: Bulan Bintang, 1976), 128.

Hadits. Dalam hal ini terdapat beberapa ayat Al-Qur'an dan Hadits yang menegaskan tentang perintah menghadap ke arah kiblat, diantaranya yaitu sebagai berikut :

1. Ayat Al-Qur'an yang memerintah untuk menghadap ke arah kiblat

a. Al-Qur'an Surah Al-Baqarah (02): 142

سَيَقُولُ السُّفَهَاءُ مِنَ النَّاسِ مَا وَلَّهُمْ عَن قِبَلَتِهِمُ  
الَّتِي كَانُوا عَلَيْهَا قُلْ لِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ  
يَهْدِي مَنْ يَشَاءُ إِلَى صِرَاطٍ مُسْتَقِيمٍ

*“Orang-orang yang kurang akalnya di antara manusia akan berkata: “Apakah yang memalingkan mereka (umat Islam) dari kiblatnya (Baitul Maqdis) yang dahulu mereka telah berkiblat kepadanya?” Katakanlah: “Kepunyaan Allah-lah timur dan barat; Dia memberi petunjuk kepada siapa yang dikehendaki-Nya ke jalan yang lurus” (QS. Al-Baqarah (02): 142).<sup>12</sup>*

Ayat di atas menjelaskan mengenai pertanyaan yang akan diajukan oleh para *sufaha'* dan jawaban yang harus diberikan mengenai perubahan arah kiblat. Perubahan kiblat pada waktu itu menjadi isu besar dan mengundang polemik. Sebagian Ahli Kitab, kaum Yahudi Madinah yang tidak mau mengerti (*as-sufaha'*) menanyakan apa yang membuat Nabi dan para

---

<sup>12</sup> Tim Penyusun, *Al-Qur'an*, 22.

pengikutnya beralih kiblat. Mereka mencela padahal tidak mengetahui persoalan-persoalan pokok dalam masalah perpindahan itu. Dalam hal ini Nabi disarankan untuk menjawab pertanyaan itu dengan mengatakan bahwa barat dan timur merupakan milik Allah dan orang yang menghadap ke arah manapun dapat mendapatkan petunjuk-Nya untuk menempuh jalan yang lurus. Hal ini ditegaskan pada akhir ayat ini bahwa siapa saja yang patuh dan mentaati perintah Allah tentulah akan memperoleh petunjuk-Nya untuk mendapatkan kebahagiaan dunia dan akhirat. Sebaliknya orang yang ingkar dan kufur terhadap agama-Nya tentulah tidak akan memperoleh petunjuk atau hidayah-Nya.<sup>13</sup>

- b. Al-Qur'an Surah Al-Baqarah (02): 144

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

<sup>13</sup> Muhammad Rawas dan Hamid Shadiq Qunaibi, *Terjemah Mu'jam Lughah al-Fuqaha'*, (Beirut: Dar an-Nafais, 1985), 356.

*“Sungguh Kami (sering) melihat mukamu menengadahkan ke langit, maka sungguh Kami akan memalingkan kamu ke kiblat yang kamu sukai. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya. Dan sesungguhnya orang-orang (Yahudi dan Nasrani) yang diberi Al-Kitab (Taurat dan Injil) memang mengetahui, bahwa berpaling ke Masjidil Haram itu adalah benar dari Tuhannya; dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang mereka kerjakan” (QS. Al-Baqarah (02): 144).<sup>14</sup>*

Ayat di atas menjelaskan bahwa kiblat umat Islam sebelum ke Ka’bah adalah ke Baitul Maqdis yang berlangsung selama enam belas bulan. Perpindahan ke Ka’bah ini dilakukan karena cacian dan olokan dari kaum Yahudi terhadap umat Islam. Rasulullah kemudian sering melihat ke langit dengan menengadahkan tangannya sambil berdoa menunggu perintah Allah agar mengarahkan kiblat ke Ka’bah atau Masjidil Haram. Kemudian turunlah ayat di atas yang menunjukkan bahwa kiblat kaum muslimin tidak

---

<sup>14</sup> Tim Penyusun, *Al-Qur’an*, 22.

lagi menghadap ke Baitul Maqdis tapi ke Masjidil Haram.<sup>15</sup>

- c. Al-Qur'an Surah Al-Baqarah (02): 149

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

“Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram; sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang haq dari Tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan” (QS. Al-Baqarah (02): 149).<sup>16</sup>

Ayat ini mengandung pengarahan untuk menghadap ke arah Masjidil Haram dimana saja Nabi SAW keluar dan dimana saja beliau berada, disertai dengan penegasan bahwa ketentuan ini benar-benar datang dari Tuhannya. Selain itu disertai juga dengan ancaman halus agar tidak terjadi kecenderungan untuk menyimpang dari kebenaran.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> Amir Musthofa, “Realisasi Pelaksanaan Fatwa MUI No. 5 Tahun 2020 Tentang Arah Kiblat Masjid di Kecamatan Medan Tembung”, *Skripsi* (Medan: UIN Sumatera Utara, 2019), 40-41.

<sup>16</sup> Tim Penyusun, *Al-Qur'an*, 23.

<sup>17</sup> As'ad Yasin, *Tafsir Fi Zhilalil-Qur'an*, (Jakarta: Gema Insani Press, 2014), 165.

d. Al-Qur'an Surah Al-Baqarah (02): 150

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

*“Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu (sekalian) berada, maka palingkanlah wajahmu ke arahnya, agar tidak ada hujjah bagi manusia atas kamu, kecuali orang-orang yang zalim di antara mereka. Maka janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku. Dan agar Kusempurnakan nikmat-Ku atasmu, dan supaya kamu mendapat petunjuk”* (QS. Al-Baqarah (02): 150).<sup>18</sup>

Dalam suatu riwayat, dikemukakan turunnya ayat ini berkaitan dengan peristiwa ketika Rasulullah memindahkan arah kiblat dari Baitul Maqdis ke Ka’bah. Pada saat itu kaum musyrikin berkata bahwa “Muhammad dibingungkan oleh agamanya, ia memindahkan arah kiblatnya ke arah kiblat kita. Ia mengetahui

---

<sup>18</sup> Tim Penyusun, *Al-Qur'an*, 23.

bahwa jalan kita benar daripada jalannya dan ia sudah hampir masuk agama kita”.<sup>19</sup>

e. Al-Qur'an Surah Al-Baqarah (02): 177

لَيْسَ الْبِرَّ أَنْ تُوَلُّوا وُجُوهَكُمْ قِبَلَ الْمَشْرِقِ  
وَالْمَغْرِبِ وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنْ آمَنَ بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ  
الْآخِرِ وَالْمَلَائِكَةِ وَالْكِتَابِ وَالنَّبِيِّينَ وَآتَى الْمَالَ  
عَلَى حُبِّهِ ذَوِي الْقُرْبَىٰ وَالْيَتَامَىٰ وَالْمَسْكِينِ  
وَابْنَ السَّبِيلِ وَالسَّائِلِينَ وَفِي الرِّقَابِ وَأَقَامَ  
الصَّلَاةَ وَآتَى الزَّكَاةَ وَالْمُوفُونَ بِعَهْدِهِمْ إِذَا  
عَاهَدُوا وَالصَّابِرِينَ فِي الْبَأْسَاءِ وَالضَّرَّاءِ  
وَحِينَ الْبَأْسِ أُولَئِكَ الَّذِينَ صَدَقُوا وَأُولَئِكَ هُمُ  
الْمُتَّقُونَ

“Bukanlah menghadapkan wajahmu ke arah timur dan barat itu suatu kebajikan, akan tetapi sesungguhnya kebajikan itu ialah beriman kepada Allah, hari kemudian, malaikat-malaikat, kitab-kitab, nabi-nabi dan memberikan harta yang dicintainya kepada kerabatnya, anak-anak yatim, orang-orang miskin, musafir (yang memerlukan pertolongan) dan orang-orang yang meminta-minta; dan (memerdekakan) hamba sahaya, mendirikan shalat dan menunaikan zakat; dan orang-orang yang menepati janjinya apabila ia berjanji, dan orang-orang yang sabar dalam kesempitan, penderitaan dan dalam peperangan. Mereka itulah orang-orang yang benar

<sup>19</sup> Qomaruddin Shaleh, *Asbabun Nuzul, Latar Belakang Historis Turunnya Ayat-Ayat Al-Qur'an*, (Bandung: Diponegoro, 1983), cet. 7, 48.

*(imannya); dan mereka itulah orang-orang yang bertakwa”.* (QS. Al-Baqarah (02): 177).<sup>20</sup>

Ayat diatas mencakup sendi yang agung, kaidah yang umum dan akidah yang lurus. Asbabun Nuzul ayat ini adalah ketika Allah Swt. memerintahkan orang-orang mukmin menghadap ke Baitul Maqdis dan kemudian Dia mengalihkan ke Ka’bah. Terkait perpindahan arah kiblat ini sebagian Ahlul Kitab dan kaum muslimin merasa keberatan. Oleh karena itulah Allah Swt. memberikan penjelasan terkait hikmah pengalihan arah kiblat tersebut, yaitu taat kepada Allah Swt., patuh pada semua perintah-Nya, menghadap ke mana saja yang diperintahkan dan mengikuti apa yang telah disyari’atkan itulah yang disebut dengan kebaikan, ketakwaan dan keimanan yang sempurna.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> Tim Penyusun, *Al-Qur’an*, 27.

<sup>21</sup> <http://baitsyariah.blogspot.com/2019/01/surah-al-baqarah-ayat-177-tafsir-ibnu.html>, diakses 24 Desember 2022.

2. Hadits yang memerintahkan untuk menghadap ke arah kiblat

a. Hadits dari Anas bin Malik ra. Riwayat Imam Bukhari Muslim

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ حَدَّثَنَا عَفَّانُ حَدَّثَنَا حَمَّادُ بْنُ سَلَمَةَ عَنْ ثَابِتٍ عَنْ أَنَسٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ يُصَلِّي نَحْوَ بَيْتِ الْمَقْدِسِ فَنَزَلَتْ { قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ } فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ وَقَدْ صَلَّوْا رُكْعَةً فَنَادَى أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حُوِّلَتْ فَمَا لَوْ كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ

“Ber cerita Abu Bakar bin Abi Syaibah, bercerita Affan, bercerita Hammad bin Salamah, dari Tsabit dari Anas : “Bahwa sesungguhnya Rasulullah SAW (pada suatu hari) sedang salat dengan menghadap Baitul Maqdis, kemudian turunlah ayat “Sesungguhnya Aku melihat mukamu sering menengadah ke langit, maka sungguh Kami palingkan mukamu ke kiblat yang kamu kehendaki. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram”. Kemudian ada seseorang dari Bani Salamah bepergian, menjumpai sekelompok sahabat sedang ruku’ pada salat fajar. Lalu ia menyeru, “Sesungguhnya kiblat telah berubah”. Lalu mereka berpaling seperti kelompok nabi yakni ke arah kiblat” (HR. Bukhari Muslim).<sup>22</sup>

<sup>22</sup> <https://hadeethenc.com/id/browse/hadith/10642>, diakses 23 Desember 2022.

Hadits ini adalah hadits riwayat Malik dengan matan yang hampir sama dengan riwayat al-Barra' bin 'Azib. Namun dalam riwayat ini disebutkan bahwa salat pertama yang dilakukan Nabi dengan menghadap ke Ka'bah adalah salat subuh. Asbabul wurud hadits ini senada dengan asbabun nuzul ayat-ayat Al-Qur'an tentang perubahan arah kiblat.<sup>23</sup>

b. Hadits Riwayat Imam Bukhari

حَدَّثَنَا مُسْلِمٌ بْنُ أَبِإِبْرَاهِيمَ قَالَ حَدَّثَنَا هِشَامُ بْنُ أَبِي  
عَبْدِ اللَّهِ قَالَ حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ أَبِي كَثِيرٍ عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ  
الرَّحْمَنِ عَنْ جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ قَالَ كَانَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ  
عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يُصَلِّي عَلَى رَاحِلَتِهِ حَيْثُ تَوَجَّهَتْ فَإِذَا أَرَادَ  
الْفَرِيضَةَ نَزَلَ فَاسْتَقْبَلَ الْقِبْلَةَ

*“Bercerita Muslim, bercerita Hisyam, bercerita Yahya bin Abi Katsir dari Muhammad bin Abdurrahman dari Jabir berkata: Ketika Rasulullah SAW salat di atas kendaraan (tunggangannya) beliau menghadap ke arah sekehendak tunggangannya, dan ketika beliau hendak melakukan salat fardu beliau turun kemudian menghadap kiblat”* (HR. Bukhari).<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> Muhammad bin Ali bin Muhammad al-Syaukani, *Nail al-Author Juz II*, (Mesir: Musthofa al-Halabi, tth), 186-187.

<sup>24</sup> <https://hadeethenc.com/id/browse/hadith/10642>, diakses 23 Desember 2022.

Hadits ini menjelaskan bahwasanya Nabi Saw. ketika salat sunah di atas tunggangannya menghadap ke arah sekehendak tunggangannya dan beliau tidak akan salat fardu kecuali dengan turun dan menghadap kiblat. Sedangkan ketika dalam keadaan takut (dalam perang), beliau membolehkan menghadap kiblat ataupun tidak. Sehingga hal ini memberikan penjelasan bahwa bila dalam perjalanan dan ingin melaksanakan salat sunah, maka boleh menghadap ke arah mana saja mengikuti kendaraan. Akan tetapi bila akan melaksanakan salat fardu, maka wajah dan badan harus benar-benar menghadap kiblat karena menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sah salat.<sup>25</sup>

c. Hadits dari Malik ra. Riwayat Bukhari Muslim

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ دِينَارٍ عَنْ ابْنِ عُمَرَ قَالَ بَيْنَمَا النَّاسُ فِي صَلَاةِ الصُّبْحِ بُعِثَ إِذْ جَاءَهُمْ آتٍ فَقَالَ إِنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَدْ أَنْزَلَ عَلَيْهِ اللَّيْلَةَ ، وَقَدْ أُمِرَ أَنْ يَسْتَقْبِلَ الْكَعْبَةَ فَاسْتَقْبَلُوهَا ، وَكَانَتْ وُجُوهُهُمْ إِلَى الشَّامِ ، فَاسْتَدَارُوا إِلَى الْكَعْبَةِ

<sup>25</sup> Maktabah Syamilah, *Hadis 196 Imam Syafi'i Juz I*, (Ar-Risalah), 126.

*“Dari Abdullah bin Dinar dari Ibnu Umar ra. ia berkata, ketika para sahabat tengah melakukan salat subuh di masjid Quba’ tiba-tiba datang seseorang kemudian berkata bahwa Rasulullah tadi malam telah diberi wahyu dan beliau diperintahkan untuk menghadap kiblat maka menghadaplah kalian semua ke kiblat. Ketika itu sahabat sedangkan melakukan salat menghadap Syam maka mereka berputar menghadap Ka’bah”* (HR. Bukhari Muslim).<sup>26</sup>

Dari riwayat tersebut dapat diketahui bahwa berita tentang berpindahnya kiblat ke Ka’bah baru sampai ke kaum muslimin di Quba’ pada saat salat fajar pada hari kedua. Mereka tidak diwajibkan untuk mengulang salat yang mereka lakukan dengan tidak menghadap ke Ka’bah. Sehingga dapat dikatakan bahwa hukum baru tidak dapat menghapuskan hukum lama sampai hukum tersebut sampai kepada yang berhak menerimanya. Yaitu kewajiban menjalankan tuntutan hukum ialah ketika hukum itu sampai kepada *mukhattab* (yang diberi perintah) bukan sejak keluarnya perintah. Sebelum hukum yang baru itu sampai kepada *mukhattab*, mereka masih tunduk kepada ketentuan hukum yang lama.

---

<sup>26</sup> <https://hadeethenc.com/id/browse/hadith/10642>, diakses 08 Juni 2023.

d. Hadits dari Abu Hurairah ra. Riwayat Tirmidzi

مَا بَيْنَ { ( قَالَ : قَالَ رَسُولُ اللَّهِ ) وَعَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ  
الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ قِبْلَةٌ } رَوَاهُ التِّرْمِذِيُّ , وَقَوَاهُ الْبُخَارِيُّ  
“Dari Abu Hurairah ra., ia berkata bahwa Rasulullah SAW bersabda, “Antara timur dan barat adalah kiblat.” Diriwayatkan oleh Tirmidzi dan dikuatkan oleh Al-Bukhari” (HR. Tirmidzi).<sup>27</sup>

Hadits di atas menyatakan bahwa apa yang ada di antara timur dan barat adalah kiblat, yaitu arah selatan. Ini adalah kiblat untuk daerah Madinah, Syam dan daerah-daerah di sebelah timur dan barat kota Madinah dan Syam. Kota-kota itu berada di sebelah utara kota Makkah, sehingga kiblat mereka menghadap ke selatan. Hadits ini adalah hadits yang shahih.<sup>28</sup> Akan tetapi yang perlu diperhatikan adalah bahwa kiblat yang dimaksud disini sebenarnya bukanlah arah selatan, akan tetapi letak Ka’bah itu sendiri.

e. Hadits dari Amir bin Rabiah Riwayat Tirmudzi

عَنْ أَسَامَةَ بْنِ زَيْدٍ، قَالَ : دَخَلْتُ مَعَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ  
عَلَيْهِ وَسَلَّمَ الْبَيْتَ، فَجَلَسَ، فَحَمِدَ اللَّهَ وَأَثْنَى عَلَيْهِ، وَكَبَّرَ

---

<sup>27</sup> <https://hadeethenc.com/id/browse/hadith/10642>, diakses 08 Juni 2023.

<sup>28</sup> Maktabah Syamilah, Muhammad bin Abdul Hadi Al-Madani, *Hasyisyah Sanad 'Ala Shahih Al-Bukhari*, Juz 1, 82.

وَهَلَّلَ، ثُمَّ مَالَ إِلَى مَا بَيْنَ يَدَيْهِ مِنَ الْبَيْتِ، فَوَضَعَ صَدْرَهُ  
عَلَيْهِ، وَخَذَهُ وَيَدَيْهِ، ثُمَّ خَرَجَ فَأَقْبَلَ عَلَى الْقِبْلَةِ وَهُوَ عَلَى  
الْبَابِ، فَقَالَ : هَذِهِ الْقِبْلَةُ، هَذِهِ الْقِبْلَةُ

*“Dari Usamah bin Zaid, ia berkata: Saya pernah bersama Rasulullah saw. memasuki Ka’bah, lalu beliau duduk dan memuji serta menyanjung Allah, lalu bertakbir dan bertahlil, kemudian beliau melangkah ke depan bagian Ka’bah lalu meletakkan dadanya, pipinya dan dua tangannya (pada Ka’bah), lalu beliau keluar dan menghadap ke arah kiblat sedang waktu itu beliau berada di pintu, lalu beliau bersabda : Ini adalah kiblat, ini adalah kiblat” (HR. Tirmudzi).<sup>29</sup>*

Hadits di atas menjelaskan bahwa orang yang berada di Makkah wajib untuk mengarahkan pandangannya ke Ka’bah. Hal ini seperti yang dijelaskan dalam hadits di atas bahwasanya Nabi pernah masuk ke dalam Ka’bah, namun hanya untuk berdoa dan Nabi melakukan salat dua rakaat di depan Ka’bah dan berkata “inilah kiblat”. Sehingga yang dimaksud dengan kiblat adalah bangunan Ka’bah itu sendiri.

Berdasarkan ayat dan hadits di atas, dapat disimpulkan bahwa menghadap kiblat merupakan

---

<sup>29</sup> <https://hadeethenc.com/id/browse/hadith/10642>, diakses 08 Juni 2023.

salah satu syarat sah salat yang harus dilakukan. Karena begitu pentingnya menghadap kiblat dengan tepat sehingga orang yang berada dalam perjalanan pun wajib salat menghadap kiblat.

### **C. Teori Penentuan Arah Kiblat**

Dalam hal ini terdapat tiga teori yang dapat digunakan dalam penentuan arah kiblat, diantaranya yaitu:

#### **1. Teori Trigonometri Bola (*Spherical Trigonometry*)**

Trigonometri adalah ilmu yang berhubungan dengan pengukuran sisi dan sudut segitiga dengan menggunakan fungsi *sinus*, *cosinus*, *tangen* dan turunannya. Ilmu ini merupakan cabang dari ilmu Matematika.

Teori trigonometri bola dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat dengan cara menggunakan rumus segitiga bola untuk menentukan sudut yang dibentuk dari dua titik yang ada di atas permukaan bumi. Dengan teori ini bentuk bumi yang hampir berbentuk bulat seperti bentuk bola diasumsikan sebagai bola bulat sehingga dapat memudahkan dalam perhitungan arah atau jarak suatu tempat jika dihitung dari tempat lain. Oleh karena itulah, teori ini dapat digunakan dalam penentuan arah kiblat.

Teori trigonometri bola berbeda dengan trigonometri bidang datar. Apabila trigonometri bola membahas sudut-sudut segitiga yang diaplikasikan dalam bidang bola maka trigonometri bidang datar membahas sudut-sudut segitiga yang diaplikasikan dalam bidang datar. Selain itu objek perhitungan dalam trigonometri bidang datar terbatas hanya pada segitiga siku-siku bidang datar, sedangkan objek perhitungan dalam trigonometri bola lebih kompleks karena berkaitan dengan posisi bumi, bulan, matahari dan sebagainya.

Penggunaan trigonometri bola untuk menentukan kiblat baru muncul sekitar abad ke-10 dan ke-11 M. Salah satu tokoh yang mencetuskan penggunaan teori ini adalah Abu Raihan Al-Biruni.<sup>30</sup> Sebelumnya pada abad ke-13 SM sudah ada Filosof Yunani yang bernama Aristarchus yang mengutarakan bahwa Bumi dan planet-planet berputar mengelilingi matahari. Namun ketika itu masih sebatas hipotesa yang belum dituangkan dalam bentuk karya tulis.<sup>31</sup>

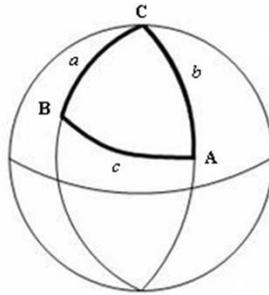
---

<sup>30</sup> Ahmad Izzuddin, *Kajian*, 94.

<sup>31</sup> Slamet Hambali, "Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus", *Jurnal Al-Ahkam*, vol. 23, no. 2, (Oktober 2013), 228.

Segitiga bola (*spherical trigonometri*) menggunakan rumus segitiga dengan tiga titik sudut yang diaplikasikan pada bentuk Bumi yang diasumsikan sebagai bentuk bulat. Maka apabila tiga buah sudut pada permukaan sebuah bola saling berpotong-potongan, terbentuklah segitiga bola. Ketiga titik potong tersebut terdiri dari titik A yaitu titik tempat yang akan dihitung arah kiblatnya, titik B yaitu Ka'bah, dan titik C yaitu Kutub Utara. Sudut yang dibentuk oleh garis tempat yang terhubung dengan Ka'bah dan Kutub Utara disebut sebagai sudut kiblat atau arah kiblat.

Segitiga bola (*Spherical Trigonometri*) mengasumsikan Bumi sebagai bentuk bola bulat sempurna. Teori trigonometri sekarang ini berkembang dengan sangat pesat karena selain digunakan dalam perhitungan arah kiblat juga banyak digunakan dalam perhitungan waktu salat, awal bulan qamariyah, gerhana dan sebagainya.



Gambar 2. 1 *Segitiga Bola*<sup>32</sup>

Berdasarkan gambar segitiga bola diatas, maka terdapat aturan umum kaidah cosinus dalam segitiga siku-siku yang dapat digunakan, yaitu

$$\cos B = \cos a \cos c + \sin a \sin c \times \cos B \dots (1)$$

$$\cos C = \cos a \cos b + \sin a \sin b \times \cos C \dots (2)$$

$$\begin{aligned} \cos B &= \cos a (\cos a \cos b + \sin a \sin b \times \cos C) + \sin a \sin c \times \cos B \\ &= \cos^2 a \cos b + \cos a \sin a \sin b \times \cos C + \sin a \sin c \times \cos B \\ &= (1 - \sin^2 a) \cos b + \cos a \sin a \sin b \times \cos C + \sin a \sin c \times \cos B \\ &= \cos b - \sin^2 a \cos b + \cos a \sin a \sin b \times \cos C + \sin a \sin c \times \cos B \end{aligned}$$

---

<sup>32</sup> <https://www.erasuslim.com/peradaban/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arrah-kiblat.htm#.Y-iT0nZBzIU>, diakses 11 Februari 2023.

$$\begin{aligned}
\cancel{\cos b} + \sin^2 a \cos b &= \cancel{\cos b} + \cos a \sin a \sin b \times \\
&\quad \cos C + \sin a \sin c \times \cos B \\
\sin^2 a \cos b &= \cos a \sin a \sin b \times \cos C + \\
&\quad \sin a \sin c \times \cos B
\end{aligned}$$

$$\frac{\sin 2 a \cos b}{\sin a \cos b} = \frac{\cos a \sin a \sin b \times \cos C + \sin a \sin c \times \cos B}{\sin a \sin b}$$

$$\sin a \cotan B = \frac{\cancel{\cos a \sin a \sin b \times \cos C}}{\cancel{\sin a \sin b}}$$

$$\begin{aligned}
&+ \frac{\cancel{\sin a \sin c \times \cos B}}{\cancel{\sin a \sin b}} \\
&= \cos a \times \cos C + \frac{\sin c}{\sin b} \times \cos B
\end{aligned}$$

$$= \cos a \times \cos C + \frac{\sin C}{\sin B} \times \cos B$$

$$\sin a \cotan B = \cos a \times \cos C + \sin C \times \cotan B$$

$$\sin C \times \cotan B = \sin a \cotan B - \cos a \times \cos C$$

$$\cotan B = \frac{\sin a \cotan B - \cos a \times \cos C}{\sin c}$$

$$= \frac{\sin a \cotan B}{\sin C} - \frac{\cos a \times \cos C}{\sin C}$$

$$= \frac{\sin a \cotan B}{\sin c} - \cos a \cotan C$$

$$= \sin (90 - \varphi^x) \cotan (90 - \varphi^k) /$$

$$\sin SB - \cos (90 - \varphi^x) \times \cotan SB$$

$$= \cos \varphi^x \tan \varphi^k / \sin SB - \sin \varphi^x$$

$$/ \tan SB$$

$$\cotan AK = \tan \varphi^k \cos \varphi^x / \sin SB - \sin \varphi^x$$

$$/ \tan SB$$

## 2. Teori Geodesi

Selain teori trigonometri di atas, teori geodesi juga dapat digunakan dalam penentuan arah kiblat. Konsep perhitungan dari teori geodesi ini juga hampir serupa dengan konsep dari teori trigonometri bola. Hanya saja, jika dalam trigonometri bola bumi diasumsikan seperti bola, maka dalam teori geodesi ini bumi diasumsikan seperti bentuk ellips.<sup>33</sup>

Secara klasik dan modern definisi geodesi adalah sebagai berikut.<sup>34</sup>

### a. Definisi klasik

- Helmert (1880), geodesi adalah ilmu tentang pengukuran dan pemetaan permukaan bumi.
- Torge (1980), geodesi tak hanya mencakup permukaan bumi saja tetapi juga mencakup permukaan dasar laut.

### b. Definisi modern

- OSU (2001)<sup>35</sup>, geodesi adalah bidang ilmu inter-disipliner yang melakukan pengukuran permukaan bumi baik dari wahana pesawat

---

<sup>33</sup> Ahmad Izzuddin, *Kajian*, 48.

<sup>34</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*, (Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2001), 1.

<sup>35</sup> *Ohio State University* (OSU) adalah suatu universitas riset publik di Columbus, Ohio. Lihat <https://www.osu.edu/> dikutip pada 12 Februari 2023.

maupun wahana angkasa untuk mempelajari bentuk dan ukuran bumi, planet-planet dan satelitnya serta perubahan-perubahannya, menentukan secara teliti posisi dan kecepatan titik-titik ataupun objek-objek dari permukaan bumi atau yang mengorbit bumi dari planet-planet lain dalam suatu sistem referensi tertentu serta mengaplikasikan pengetahuan tersebut untuk berbagai aplikasi ilmiah dan rekayasa dengan menggunakan disiplin ilmu Matematika, Fisika, Astronomi dan ilmu Komputer.

- IAG (1997)<sup>36</sup>, geodesi adalah disiplin ilmu yang mempelajari tentang pengukuran dan perepresentasian bumi dan benda-benda langit lainnya termasuk medan gaya beratnya masing-masing dalam ruang tiga dimensi yang berubah seiring waktu.

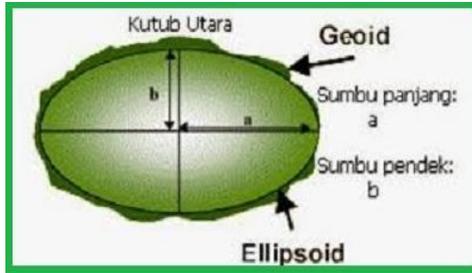
Berdasarkan beberapa definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya geodesi adalah ilmu ukur bumi atau tanah. Namun dalam

---

<sup>36</sup> *International Association of Geodesy* (IAG) adalah organisasi ilmiah internasional di bidang geodesi. Lihat <https://www.iag-aig.org/index.php> dikutip pada 12 Februari 2023.

perkembangannya, geodesi tidak hanya berfokus pada permukaan bumi saja tetapi juga permukaan laut bahkan planet-planet dan satelitnya. Selain itu geodesi juga dapat menentukan secara teliti posisi dan ketepatan titik-titik ataupun objek dari permukaan bumi atau yang mengorbit bumi dari planet-planet dalam suatu sistem referensi tertentu serta mengaplikasikan pengetahuan tersebut untuk berbagai ilmu ilmiah dan rekayasa dengan menggunakan disiplin ilmu Matematika, Fisika, Astronomi dan ilmu Komputer.

Perhitungan yang digunakan untuk menentukan arah kiblat menggunakan teori geodesi adalah metode *vincenty*, yaitu perhitungan dengan mengasumsikan bentuk Bumi sebagai ellipsoid (ellips yang berputar). Bumi mengalami pengepungan ( $f$ ) pada kedua kutubnya sehingga jari-jari ke arah ekuator lebih panjang ( $a$ ) daripada jari-jari ke arah kutub ( $b$ ), sehingga hubungan antara ketiganya adalah  $f = \frac{(a-b)}{a}$ . Koordinat yang digunakan dalam teori ini berpedoman pada koordinat *World Geodetic System* 1984 (WGS 84) yang merupakan sistem koordinat kartesian tangan kanan.



Gambar 2. 2 Bumi Ellipsoid<sup>37</sup>

Berdasarkan teori diatas, apabila diadopsi dalam perhitungan arah kiblat dengan mengasumsikan bentuk Bumi ellipsoid, maka disebut hisab metode *vincenty*.<sup>38</sup>

Penentuan azimuth pada perhitungan *vincenty* menggunakan prinsip *inverse problem*, yang mana memerlukan dua set koordinat yang dinotasikan dalam bentuk sistem koordinat geodetik ( $\phi, \lambda$ ).  $U_1$  dan  $U_2$  adalah lintang reduksi dan  $\lambda$  atau  $L$  adalah inisiasi awal nilai perbedaan dua bujur yang didefinisikan sebagai berikut :<sup>39</sup>

$$U_1 = \arctan [(1 - f) \times \tan \phi^k]$$

$$U_2 = \arctan [(1 - f) \times \tan \phi^x]$$

<sup>37</sup> <https://www.ilmupustaka.my.id/2016/11/elipsoida-bumi-sebagai-bidang-hitungan.html>, diakses 11 Februari 2023.

<sup>38</sup> Mochammad Bambang Awwaluddin, dkk, “Kajian Penentuan Arah Kiblat secara Geodetis”, *Jurnal Teknik*, vol. 37, no. 2, (Desember 2016); <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>, 86.

<sup>39</sup> T. Vincenty, “Direct, 89-90.

$$\lambda / L = \lambda^x - \lambda^k$$

Adapun formulasi langsung rumus *vincenty* yang digunakan dalam menghitung arah kiblat adalah sebagai berikut:

$$\text{Tan } \sigma = \frac{\sin \sigma}{\cos \sigma} \quad (1)$$

$$\text{Sin } \alpha = \frac{\sin U1 \cos U2 \sin L}{\sin \sigma} \quad (2)$$

$$A = 1 + \frac{u^2}{16384} (4096 + u^2 [-768 + u^2 (320 - 175 \times u^2)]) \quad (3)$$

$$B = \frac{u^2}{1024} [256 + u^2 (-128 + u^2 \times (74 - 47 \times u^2))] \quad (4)$$

$$2\sigma_m = \frac{\cos \sigma - 2 \sin U1 \sin U2}{\cos 2\alpha} \quad (5)$$

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

$$\sigma = \frac{s}{bA} + \Delta\sigma \quad (7)$$

Persamaan (5), (6), dan (7) diulangi atau *iterasi* sampai ada perubahan pada nilai  $\sigma$ . Hasil perhitungan pertama  $\sigma$  adalah ketentuan dari (7).

$$\text{Tan } \varphi^x = \frac{\sin U1 \cos \sigma + \cos U1 \sin \sigma \alpha 1}{(1-f)[\sin 2\alpha + (\sin U1 \cos \sigma - \cos U1 \cos \sigma \cos \alpha 1)2]^{\frac{1}{2}}} \quad (8)$$

$$\text{Tan } \lambda = \frac{\sin \sigma \sin \alpha 1}{\cos U1 \cos \sigma - \sin U1 \sin \sigma \cos \alpha 1} \quad (9)$$

$$C = \frac{f}{16} \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \cos^2 \alpha)] \quad (10)$$

$$L = \lambda - (1 - C) f \sin \alpha \{ \sigma + C \sin \sigma [\cos 2\sigma_m + C \cos \sigma (-1 + 2 \cos^2 2\sigma_m)] \} \quad (11)$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{\sin \alpha}{-\sin u_1 \sin \sigma + \cos U_1 \cos \sigma \cos \alpha_1} \quad (12)$$

Persamaan berikut ini dapat digunakan untuk mengurangi akurasi :

$$A = 1 + \frac{u^2}{256} [64 + u^2(-12 + 5 u^2)] \quad (3a)$$

$$B = \frac{u^2}{512} [128 + u^2(-64 + 37 u^2)] \quad (4a)$$

$$\Delta \sigma = B \sin \sigma [\cos 2\sigma_m + \frac{1}{4} B \cos \sigma (-1 + 2 \cos^2 2\sigma_m)] \quad (6a)$$

Sehingga berdasarkan formulasi rumus di atas, maka turunan dari rumus *vincenty* yang dapat digunakan dalam perhitungan arah kiblat adalah sebagai berikut :

$$\lambda = L \text{ (perhitungan pertama)}$$

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

$$\cos \sigma = \sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L$$

$$\tan \sigma = \frac{\sin \sigma}{\cos \sigma}$$

$$\sin \alpha = (\cos U_1 \cos U_2 \sin L) / \sin \sigma$$

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

$\lambda$  diperoleh dari persamaan (10) dan (11). Cara ini diiterasi ulang mulai dari perhitungan nilai  $\sin \sigma$  sampai memperoleh selisih nilai  $\lambda$  (0,0000000).

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

dimana nilai  $\Delta\sigma$  diperoleh dari persamaan (3), (4) dan (6)

$$\tan a_1 = \frac{\cos U_2 \sin \lambda}{\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda}$$

$$\tan a_2 = \frac{\cos U_1 \sin \lambda}{-\sin U_1 \cos U_2 + \cos U_1 \sin U_2 \cos \lambda}$$

Meskipun perhitungan menggunakan teori *vincenty* ini sangat rumit namun tingkat akurasinya cukup tinggi karena harus melakukan iterasi (pengulangan hisab) hingga selisih  $L$  sama dengan 0.

### 3. Teori Navigasi

Navigasi (*navigation*) berasal dari kata *navis* yang berarti kapal dan *agire* yang berarti pemandu. Sehingga navigasi dapat diartikan sebagai seni dan ilmu yang menuntut kapal laut dalam berlayar.<sup>40</sup>

Teori navigasi yang berkaitan dengan penentuan arah kiblat pada dasarnya difokuskan pada konsep peta yang ada dalam navigasi. Hal ini dapat diketahui dari peta khusus buatan umat Islam untuk mencari

---

<sup>40</sup> Muhammad Yunus Hutasuhut, *Mengenal Dunia Penerbangan*, (Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana, 2005), 112.

sudut kiblat. Salah satunya dapat ditemukan dalam salinan sebuah risalah astronomi rakyat oleh *Siraj Al-Dunya Al-Din* yang disusun pada tahun 607 H. Peta ini menghubungkan lokalitas seseorang ke Makkah dan ukuran kecenderungan untuk meridian lokal seseorang. Meskipun masih sederhana, sistem kerja ini masih cukup baik untuk daerah seperti Mesir dan Iran. Namun arah peta di sekitar Horizon terlihat lebih kasar karena terkait dengan terbitnya matahari. Peta tersebut merupakan contoh kombinasi unik antara Kartografi, Matematika dan Astronomi.

Teori navigasi pada aplikasinya juga digunakan untuk perjalanan menuju suatu tempat. Beberapa istilah yang erat dengan teori ini adalah navigasi *loxodromoc (mercator navigation)* yang memiliki arti jalur serong yang mengikuti arah tetap misalnya merujuk pada utara sebenarnya, sehingga di peta mercator (peta datar) tampak jalurnya lurus, meskipun jalur sebenarnya di permukaan bumi itu melengkung.

Istilah lainnya yaitu *navigasi orthodromic* yang memiliki arti jalur lurus yang mengikuti arah lurus di permukaan bumi walaupun sudut arahnya relatif selalu berubah terhadap garis bujur. Dalam trigonometri bola, jalur tersebut mengikuti lingkaran

besar (lingkaran yang titik pusatnya di pusat bola atau bumi).<sup>41</sup>

Berdasarkan ketiga teori penentuan diatas, penulis lebih berfokus untuk mengupas lebih mendalam pada teori geodesi saja, karena teori ini mengasumsikan bentuk bumi yang sebenarnya yaitu ellipsoid (ellips yang berputar) dengan pengepengan di kutub-kutubnya. Teori trigonometri bola hanyalah tepat pada definisi arah kiblatnya saja namun dalam hal keakuratan masih kalah jika dibandingkan dengan teori geodesi. Selain itu teori navigasi dalam penentuan arah kiblat tidak dapat digunakan karena arah dalam teori navigasi adalah arah perjalanan. Hal ini dikarenakan teori navigasi menggunakan panduan sudut arah yang tetap dan memposisikan Bumi dalam bentuk datar.<sup>42</sup>

#### **D. Metode Penentuan Arah Kiblat**

Dewasa ini metode dalam menentukan arah kiblat mengalami peningkatan yang semakin signifikan. Peningkatan ini terlihat baik dari sisi teknologi maupun akurasi. Dalam perkembangannya, alat yang umum

---

<sup>41</sup> Ahmad Izzuddin, *Kajian*, 166-167.

<sup>42</sup> Ahmad Izzuddin, *Kajian*, 124.

digunakan pada masa dahulu adalah tongkat *istiwa*<sup>43</sup>, kompas<sup>44</sup> ataupun *rubu' mujayyab*<sup>45</sup>. Namun sekarang ini terdapat alat bantu yang lebih canggih dan praktis dalam mencari data koordinat yaitu GPS (*Global Positioning System*)<sup>46</sup>.

## 1. Metode Penentuan Arah Kiblat Klasik

Metode penentuan arah kiblat klasik adalah metode yang digunakan dalam menentukan arah kiblat dengan menggunakan instrumen yang klasik atau sederhana. Instrumen-instrumen tersebut adalah sebagai berikut:

---

<sup>43</sup> Tongkat *Istiwa'* adalah tongkat biasa yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar ditempat terbuka sehingga matahari dapat menyinari tongkat tersebut dari pagi sampai sore. Kegunaan tongkat *istiwa'* ini adalah untuk menentukan arah mata angin secara tepat dengan cara menghubungkan dua buah titik yang dihasilkan bayang-bayang tongkat yang disinari matahari. Pada zaman dahulu tongkat ini disebut dengan *Gnomon*. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat*, Cet. II (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 105.

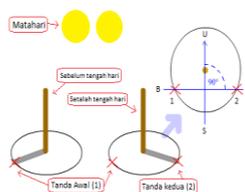
<sup>44</sup> Kompas adalah alat penunjuk mata angin. Kompas merupakan salah satu alat penting dalam hal hisab rukyat karena alat ini dapat membantu dalam penentuan *true north* pada saat pengukuran arah kiblat dan rukyatul hilal. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedia*, 125-126.

<sup>45</sup> *Rubu'* adalah alat falak yang berbentuk seperempat lingkaran. Dalam ilmu astronomi alat ini disebut dengan *Quadrant* (kuadran), yaitu alat untuk menghitung fungsi geneometris yang berguna untuk memproyeksikan peredaran benda-benda langit pada lingkaran vertikal. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedia*, 181-182.

<sup>46</sup> GPS (*Global Positioning System*) adalah alat ukur koordinat yang menggunakan satelit untuk mengetahui posisi lintang, bujur, ketinggian tempat, jarak dan lainnya. Susiknan Azhari, *Ensiklopedia*, 72.

a. Tongkat *Istiwa*'

Tongkat *Istiwa*' merupakan sebuah tongkat biasa yang cara kerjanya ditancapkan secara tegak lurus pada bidang datar dan terbuka agar matahari dapat menyinarinya dengan bebas. Pada zaman dahulu tongkat ini dikenal dengan nama "gnomon"<sup>47</sup>.



Gambar 2. 3 Tongkat *Istiwa*<sup>48</sup>

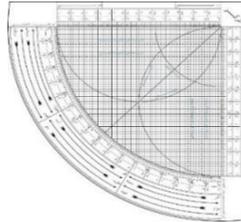
b. *Rubu' Mujayyab*

*Rubu' Mujayyab* merupakan suatu alat yang berguna untuk menghitung fungsi geometris, yaitu untuk memproyeksikan peredaran suatu benda langit pada lingkaran vertikal. Alat ini terbuat dari kayu atau papan yang berbentuk seperempat lingkaran (*quadrant*). Salah satu mukanya biasanya ditemplei kertas yang sudah

<sup>47</sup> Moh. Murtadho, *Ilmu Falak Praktis*, (Malang: UIN Malang Press, 2008), 65.

<sup>48</sup> <http://mathclub.blogspot.com/2017/02/pemetaan-menentukan-kiblat-di-era.html>, diakses 14 Februari 2023.

diberi gambar seperempat lingkaran dan garis-garis derajat serta garis-garis lainnya<sup>49</sup>.



Gambar 2. 4 *Rubu' Mujayyab*<sup>50</sup>

### c. Kompas

Kompas adalah suatu alat navigasi yang berupa panah petunjuk magnetis yang menyesuaikan dirinya dengan medan magnet bumi untuk menunjuk arah mata angin. Pada prinsipnya, kompas bekerja berdasarkan medan magnet. Kompas dapat menunjukkan kutub-kutub magnet bumi. Karena sifat magnetnya, jarum kompas akan selalu menunjuk arah utara-selatan magnetis. Dalam penggunaannya, kompas perlu dijauhkan dari benda-benda yang mengandung logam seperti pisau, karabiner, jam tangan dan lainnya karena logam dapat

---

<sup>49</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis Hisab-Rukyat dan Solusi Permasalahannya*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), cet. II, 61.

<sup>50</sup> <http://rumpunilmu25.blogspot.com/2016/06/rubu-dan-fungsinya.html>, diakses 14 Februari 2023.

mempengaruhi jarum kompas sehingga tidak menunjukkan utara sejati bumi.<sup>51</sup>



Gambar 2. 5 Kompas Bidik<sup>52</sup>

## 2. Metode Penentuan Arah Kiblat Modern

Metode penentuan arah kiblat modern adalah metode yang digunakan dalam penentuan arah kiblat dengan menggunakan instrumen yang lebih modern dan canggih. Instrumen-instrumen tersebut adalah sebagai berikut:

### a. Theodolite

Theodolite merupakan instrument optik survey yang digunakan untuk mengukur sudut dan arah dengan cara dipasang pada tripod. Theodolite dianggap sebagai alat yang paling akurat diantara metode-metode yang sudah ada dalam penentuan arah kiblat. Dengan bantuan pergerakan matahari, theodolite dapat

---

<sup>51</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu*, 65.

<sup>52</sup> <https://www.fikriamiruddin.com/2020/03/kompas-bidik.html>, diakses 14 Februari 2023.

menunjukkan sudut hingga satuan detik busur. Dengan mengetahui posisi matahari yaitu memperhitungkan azimuth matahari, maka utara sejati ataupun azimuth kiblat dari suatu tempat dapat ditentukan secara akurat.<sup>53</sup>



Gambar 2. 6 *Theodolite*<sup>54</sup>

b. GPS (*Global Positioning System*)

GPS (*Global Positioning System*)

merupakan sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat yang pada awalnya digunakan untuk keperluan militer maupun sipil.<sup>55</sup> Satelit GPS dapat dianalogikan sebagai stasiun radio angkasa yang dilengkapi dengan antena-antena untuk mengirim dan menerima sinyal gelombang yang selanjutnya

---

<sup>53</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu*, 54.

<sup>54</sup> <https://www.belajarsipil.com/2014/01/14/pengertian-dan-fungsi-theodolit/>, diakses 14 Februari 2023.

<sup>55</sup> Dian Ika Aryani, *Pengantar*, 10.

diterima oleh receiver GPS di dekat permukaan bumi yang digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan maupun waktu. Segmen pengguna ini terdiri dari pengguna satelit GPS di manapun berada.

Sistem GPS mempunyai tiga segmen, yaitu satelit, pengontrol dan penerima. GPS yang mengorbit bumi seluruhnya berjumlah 24 buah, dimana 21 buah aktif bekerja dan 3 sisanya sebagai cadangan.<sup>56</sup>

a. Satelit

Satelit bertugas untuk menerima dan menyimpan data yang ditransmisikan oleh stasiun-stasiun pengontrol, menyimpan dan menjaga informasi waktu berketelitian tinggi (ditentukan dengan jam atomic di satelit) dan memancarkan sinyal dan informasi secara kontinyu ke pesawat penerima (receiver) dari pengguna.

b. Pengontrol

---

<sup>56</sup> Petrisly Perkasa, "Penggunaan Global Positioning System (GPS) untuk Dasar Survey pada Mahasiswa", *Balanga: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, ISSN 2338-426X, vol. 7, no. 1, (Januari-Juni 2019); <https://e-journal.upr.ac.id/index.php/JBL/article/view/553>, 24.

Pengontrol bertugas untuk mengendalikan dan mengontrol satelit dari bumi, terdiri dari mengecek kesehatan satelit, penentuan dan prediksi orbit dan waktu, sinkronisasi waktu antar satelit dan mengirim data ke satelit.

c. Penerima

Penerima bertugas untuk menerima data dari satelit dan memprosesnya untuk menentukan posisi (tiga dimensi yaitu koordinat bumi dan ketinggian), arah, jarak dan waktu yang diperlukan oleh pengguna.

Berdasarkan fungsinya receiver GPS dibagi menjadi 3 tipe, yaitu :<sup>57</sup>

1) Tipe Navigasi (*Handheld* GPS)

Tipe navigasi atau *handheld* pada umumnya digunakan pada bidang militer atau untuk keperluan navigasi. GPS tipe navigasi ini memiliki kekurangan seperti tingkat ketelitian yang sangat rendah yaitu hanya mencapai 3-6 meter, artinya titik yang ditunjuk oleh alat berada sekitar 3 sampai 6 meter disekitarnya. Sehingga alat ini

---

<sup>57</sup> Petrisly Perkasa, "Use, 25.

digolongkan belum presisi. Adapun kelebihan dari GPS tipe ini adalah alatnya yang ringan dan mudah dibawa, penggunaannya mudah dan harga alatnya tergolong murah. Macam-macam GPS tipe navigasi yaitu Trimble, Pathfinder, Trimble Ensign, Magellan, Sony, Garmin, dll).



Gambar 2. 7 GPS Navigasi Garmin<sup>58</sup>

## 2) Tipe Mapping

GPS tipe mapping biasanya digunakan untuk menghitung luas dan membuat rute penting dalam perjalanan. GPS tipe ini mempunyai tingkat akurasi antara 1-3 meter dan biasanya membutuhkan *base station* yang berfungsi untuk menerima sinyal satelit dan mengirimnya ke receiver GPS. Tipe ini

---

<sup>58</sup> [https://www.garmin.co.id/products/discontinued/gpsmap\\_62s/](https://www.garmin.co.id/products/discontinued/gpsmap_62s/), diakses 15 April 2023.

umumnya digunakan untuk survey dan pemetaan.

### 3) Tipe Geodetik

Tipe geodetik adalah tipe GPS yang paling teliti dan canggih dibandingkan tipe navigasi maupun tipe mapping karena mempunyai tingkat akurasi dibawah 1 milimeter sehingga harganya pun paling mahal. GPS Geodetik ini dapat digunakan untuk menentukan posisi suatu tempat di permukaan bumi, pengukuran luas tanah, pengukuran hutan, perkebunan, jalan dan masih banyak lagi. Macam-macam GPS tipe geodetik yaitu Trimble 4000 series, Astech, Topcon, Leica, Sokkia, dll).



Gambar 2. 8 *GPS Geodetik Topcon*<sup>59</sup>

---

<sup>59</sup> <https://www.hiclipart.com/free-transparent-background-png-clipart-zlmnu>, diakses 15 April 2023.

Komponen-komponen GPS Tipe Geodetik terdiri dari beberapa bagian, diantaranya sebagai berikut:<sup>60</sup>

- a. Base
- b. Rover
- c. Tribach (Penyangga Base)
- d. Handle Data Collector
- e. Meteran
- f. Baterai
- g. Booster
- h. Antena Internal
- i. Antena Eksternal
- j. Kabel Antena
- k. Kabel Power Booster
- l. Tiang Antena
- m. Tiang Rover
- n. Aki
- o. Tripod

Namun dalam pengambilan nilai koordinat, komponen yang digunakan hanya terdiri dari:

- a) Base dan Rover

---

<sup>60</sup> [https://mining.ft.ulm.ac.id/opencourseware/NHK\\_SHGPS\\_14.pdf](https://mining.ft.ulm.ac.id/opencourseware/NHK_SHGPS_14.pdf), diakses 29 September 2023.



Gambar 2. 9 *GPS Geodetik Tipe Topcon*<sup>61</sup>

b) Tribach



Gambar 2. 10 *Tribach*<sup>62</sup>

c) Baterai



Gambar 2. 11 *Baterai GPS Geodetik*<sup>63</sup>

---

<sup>61</sup> <https://www.kucari.com/product/topcon-hiper-v-gnss-base-and-rover-gps-geodetic/>, diakses 30 September 2023.

<sup>62</sup> <https://loja.allcomp.com.br/produto/base-nivelante-com-adaptador-para-gps-rtk-2021-10-19-16-30-57.html>, diakses 30 September 2023.

<sup>63</sup> <https://javasurvayindo.com/product/baterai-gps-chc/>, diakses 30 September 2023.

#### d) Tripod



Gambar 2. 12 *Tripod*<sup>64</sup>

### E. Macam-Macam Koordinat

Posisi suatu titik di permukaan Bumi dapat didefinisikan secara relatif dan absolut. Penentuan posisi secara relatif ditentukan berdasarkan letaknya terhadap posisi titik lain yang dijadikan sebagai acuan. Sedangkan secara absolut posisi suatu titik dinyatakan dengan koordinat baik dalam ruang 1, 2, 3, ataupun 4 dimensi.<sup>65</sup> Sehingga dalam hal ini diperlukan suatu sistem yang disebut sebagai sistem referensi koordinat atau sistem koordinat untuk menyatakan koordinat suatu titik. Berikut ini 3 parameter yang mendefinisikan mengenai sistem koordinat:<sup>66</sup>

- Lokasi titik asal (titik nol) dari sistem koordinat
- Orientasi dari sumbu-sumbu koordinat, dan

---

<sup>64</sup> <https://certifiedmtp.com/nedo-200100-185-heavy-duty-wooden-tripod-with-quick-clamps/>, diakses 30 September 2023.

<sup>65</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi*, 15.

<sup>66</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi*, 29.

- Besaran (kartesian, curvalinier) yang digunakan untuk mendefinisikan posisi suatu titik dalam sistem koordinat tersebut.

Setiap parameter dari sistem koordinat tertentu dapat dispesifikasikan lebih lanjut. Berdasarkan spesifikasi parameter yang digunakan, maka berikut ini beberapa jenis sistem koordinat:<sup>67</sup>

1) Sistem Koordinat Lokal

- a) Sistem Koordinat Polar
- b) Sistem Koordinat Kartesian

2) Sistem Koordinat Global

- a) Sistem Koordinat Astronomis (Lintang dan Bujur Astronomis) bidang terhadap Geoid. Posisi suatu titik pada sistem koordinat astronomis ditentukan oleh:<sup>68</sup>

- Lintang Tempat ( $\phi$ ) yaitu jarak suatu garis khayal yang dihitung dari garis khatulistiwa ke suatu tempat dan ditarik sampai ke kutub. Daerah yang berada di sebelah utara garis khatulistiwa disebut sebagai Lintang Utara

---

<sup>67</sup> [https://eprints.undip.ac.id/43973/3/BAB\\_II.pdf](https://eprints.undip.ac.id/43973/3/BAB_II.pdf), diakses pada 29 September 2023

<sup>68</sup> Abd. Haji Amahoru dan Sri Rahmadani Pulu, “Analisis Posisi Astronomis (Lintang dan Bujur) Terhadap Perbedaan Awal Waktu Shalat di Provinsi Maluku”, *JPM: Jurnal Pendidikan MIPA*, vol. 12, no. 01 (Maret 2022); <http://ejournal.tsb.ac.id/index.php/jpm/index>, 49.

(LU) yang bernilai positif (+), sedangkan daerah yang berada di sebelah selatan garis khatulistiwa disebut sebagai Lintang Selatan (LS) yang bernilai negatif (-).

- Bujur Tempat ( $\lambda$ ) yaitu sudut yang dibentuk oleh meridian tempat dan meridian Greenwich di Inggris. Daerah yang berada di sebelah timur Greenwich sampai  $180^\circ$  memiliki bujur positif yang disebut sebagai Bujur Timur (BT), sedangkan daerah yang terletak di sebelah barat Greenwich sampai  $180^\circ$  memiliki bujur negatif yang disebut sebagai Bujur Barat (BB).

b) Sistem Koordinat Geodetik (Lintang dan Bujur Geodetik) bidang terhadap Ellipsoid. Posisi suatu titik pada sistem koordinat geodetik ditentukan oleh:

- Lintang Geodetik (L) dari suatu titik adalah sudut lancip yang dibentuk oleh normal ellipsoida yang melalui titik tersebut pada bidang ekuator.
- Bujur Geodetik (B) adalah sudut yang dibentuk antara meridian lokal dengan

meredian referensi, yaitu meredian Greenwich.

- Tinggi suatu titik di atas ellipsoida ( $h$ ) dihitung sepanjang normal ellipsoida yang melalui titik tersebut.

### 3) Sistem Koordinat Kartesian Tiga Dimensi

Sistem koordiant kartesian tiga dimensi terdiri dari tiga sumbu pada arah X, Y dan Z yang mempunyai ketentuan sebagai berikut:

- Titik pusat sistem koordinat kartesian tiga dimensi terletak pada pusat bumi.
- Sumbu Z adalah garis dalam arah *Conventional Terrestrial Pole (CTP)*.
- Sumbu X adalah arah perpotongan meredian Greenwich atau meredian nol CZM (*Conventional Zero Meridian*) yang ditetapkan oleh BIH (*Bureau International de l'Heure*) dan bidang equator.
- Sumbu Y adalah garis pada bidang ekuator yang tegak lurus pada sumbu X dan Z dengan mengikuti kaidah tangan kanan.

## F. Tingkat Keakurasian Arah Kiblat

Dalam hal menghadap ke arah kiblat, ketepatan arah merupakan suatu hal yang penting karena kemelencengan yang terjadi dapat berakibat fatal. Pada hakikatnya arah

kiblat adalah arah menuju Ka'bah, namun karena terjadi kemelencengan sekian derajat maka arah menghadap sudah tidak lagi menuju Ka'bah melainkan ke wilayah lain seperti berikut (khusus wilayah Indonesia).<sup>69</sup>

1. Apabila arah *syathr* kiblatnya +/- 0° maka mengarah ke Tanzania, Angola (dihitung dari titik Barat ke Utara).
2. Apabila arah *syathr* kiblatnya +/- 5° ke Utara maka mengarah ke Kenya, Kamerun (dihitung dari titik Barat ke Utara).
3. Apabila arah *syathr* kiblatnya +/- 10° ke Utara maka mengarah ke Somalia, Ethiopia (dihitung dari titik Barat ke Utara).
4. Apabila arah *syathr* kiblatnya +/- 15° ke Utara maka mengarah ke Sudan (dihitung dari titik Barat ke Utara).
5. Apabila arah *syathr* kiblatnya +/- 20° ke Utara maka mengarah ke Yaman (dihitung dari titik Barat ke Utara).

---

<sup>69</sup> Hosen, *Zenit Panduan Perhitungan Azimuth Syathr Kiblat dan Awal Waktu Shalat*, (Pamekasan: Duta Media Publishing, 2016), 156 dan 161.

Slamet Hambali membedakan tingkatan atau tolak ukur ketepatan arah kiblat menjadi empat macam, yaitu sebagai berikut :<sup>70</sup>

- a. Sangat akurat, yaitu jika hasil pengukuran arah kiblat tepat mengarah ke Ka'bah (Masjidil Haram)
- b. Akurat, yaitu jika hasil pengukuran arah kiblat memiliki penyimpangan yang tidak keluar dari kriteria yang telah ditentukan oleh Prof. Dr. Thomas Djamaludin, yaitu bila pelencengan arah kiblat di bawah 4° busur selama belum terlihat adanya pergeseran badan orang yang salat.<sup>71</sup> Adapun untuk daerah yang mengalami siang bersamaan dengan Makkah (Indonesia bagian Barat, Asia Tengah, Eropa, Afrika) dapat menentukan arah kiblat menggunakan jadwal pada tanggal 26 – 30 Mei pada pukul 16:18 WIB (09:18 UT/GMT) dan tanggal 14 – 18 Juli pada pukul 16:27 WIB (09:27 UT/GMT). Rentang waktu +/- 5 menit masih cukup akurat.
- c. Kurang akurat, yaitu jika hasil pengukuran arah kiblat terjadi kemelencengan antara 00° 42' 46.63" sampai

---

<sup>70</sup> Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta: Rizki Putra, 2012), 86.

<sup>71</sup> Thomas Djamaluddin, "Tidak Ada Perubahan Arah Kiblat", (17 Juli 2010), <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/07/17tidak-ada-perubahan-arrah-kiblat/>, diakses 28 Juli 2023.

dengan  $22^{\circ} 30' 00''$ . Karena jika kemelencengan mencapai  $22^{\circ} 30' 00''$  lebih, maka arah kiblat akan cenderung ke arah Barat tepat.

- d. Tidak akurat, yaitu jika hasil pengukuran arah kiblat terjadi kemelencengan di atas  $22^{\circ} 30' 00''$ , karena arah kiblat akan cenderung ke arah Selatan dari titik Utara.

Toleransi merupakan dua batasan ukuran penyimpangan yang diperbolehkan. Yang dimaksud dengan dua batasan ini adalah ukuran penambahan dan pengurangan yang masih diperbolehkan. Sehingga dengan adanya toleransi ini diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam pengukuran arah kiblat.<sup>72</sup> Toleransi dimaksudkan untuk mengetahui akibat dari adanya penyimpangan dan memberikan batasan atau rekomendasi dalam pengukuran arah kiblat. Sehingga semua gerakan salat baik ketika berdiri, ruku' maupun sujud selalu berimpit dengan arah yang menuju Ka'bah.

Besarnya penyimpangan penambahan dan pengurangan yang dapat ditoleransi adalah sebesar  $0^{\circ} 6' 36''$  dan  $-0^{\circ} 10' 12''$  dari azimuth Ka'bah.<sup>73</sup> Menurut

---

<sup>72</sup> Ismail Ismail, Dikson T. Yasin dan Zulfiah, "Toleransi Pelencengan Arah Kiblat di Indonesia Perspektif Ilmu Falak dan Hukum Islam", *Al-Mizan*, vol. 17, no. 01, (2021); <https://Doi.Org/10.30603/Am.V17i1.2070>, 115-138.

<sup>73</sup> Dewi Rahayu dan Laiyina Ukhti, "Uji Akurasi Arah Kiblat Menggunakan Azimuth Bulan Purnama", *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy*, vol. 01, no. 01, (2022); <https://Doi.Org/10.47766/Astroislamica.V1i1.681>, 01-20.

Ahmad Izzudin dalam “Typology Jihatul Ka’bah on Qibla Direction of Mosques In Semarang” menyimpulkan bahwa batas toleransi kemelencengan arah kiblat masjid adalah sebesar 2° busur dari arah Ka’bah<sup>74</sup> dimana 1° busur jika dikonversi ke kilometer adalah sebesar 140 kilometer.<sup>75</sup> Sementara Anisa Budiwati dalam jurnalnya “Akurasi Arah Kiblat di Ruang Publik” menyebutkan bahwa apabila arah kiblat masjid memiliki kemelencengan sebesar 6’ busur, maka arah kiblat tersebut masih tergolong akurat karena masih mengarah ke kota Makkah.<sup>76</sup>

Menurut Abu Mustafa Purpok, toleransi pelencengan arah kiblat terjadi selama tidak terlihat pergeseran arah saf dalam salat atau terlihat pergeseran badan orang yang salat. Bila pelencengan arah kiblat di bawah 2 derajat belum terlihat pergeseran barisan saf salat atas pergeseran badan orang yang salat. Artinya pergeseran badan orang yang salat dalam rentang di bawah 2 derajat ke kiri atau ke kanan saat salat belum terlihat secara kasat mata

---

<sup>74</sup> Ahmad Izzudin, “Typology Jihatul Ka’bah on Qibla Direction of Mosques in Semarang”, *Ulul Albab: Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam*, Vol 04, No 01, 2020; <https://doi.org/10.30659/jua.v4i1.12186>, 1-15.

<sup>75</sup> <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/07/14/problematika-arrah-kiblat/>, diakses pada 28 Juli 2023 pukul 21.08 WIB.

<sup>76</sup> Anisah Budiwati, “Akurasi Arah Kiblat Masjid di Ruang Publik”, *JSSH (Jurnal Sains Sosial dan Humaniora)*, Vol 2, No 1, 2018; <https://doi.org/10.30595/jssh.v2i1.2275>, 59-73.

pergeseran badan orang yang salat dari arah sajadah yang diasumsikan pas mengarah ke Ka'bah. Sehingga pergeseran 2 derajat dari arah kiblat ke kiri atau kanan saat melaksanakan salat tidak dapat dihindari dan ini dapat dijadikan standar toleransi pelencengan arah kiblat.<sup>77</sup>

---

<sup>77</sup> Zut Nazar Mutia Hanum dan Ismail, "Pandangan Tokoh Agama Jungka Gajah Terhadap Arah Kiblat Bagi Orang yang Jauh dari Ka'bah" *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy*, vol. 1, no. 2, (Desember 2022), <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v1i2.934>, 183.

### **BAB III**

## **PENERAPAN LINTANG GEODETIK DAN GEOGRAFIS DALAM PERHITUNGAN ARAH KIBLAT**

#### **A. Algoritma Perhitungan Teori *Vincenty***

Rumus *vincenty* merupakan ilmu yang biasanya digunakan dalam perhitungan ilmu geodesi, namun dalam praktiknya dapat juga digunakan dalam perhitungan azimuth kiblat. Hal ini dikarenakan rumus *vincenty* dapat digunakan untuk menentukan jarak dan arah suatu tempat di suatu permukaan Bumi. Adapun algoritma rumus *vincenty* ini adalah sebagai berikut :<sup>1</sup>

1. Tentukan lintang tempat dan Ka'bah terlebih dahulu. Jika lintang berada di selatan, maka lintang bernilai (-) dan jika lintang berada di utara, maka lintang bernilai (+).
2. Tentukan bujur tempat dan Ka'bah terlebih dahulu. Jika bujur berada di barat, maka bujur bernilai (-) dan jika bujur berada di timur, maka bujur bernilai (+).
3.  $a$  = sumbu panjang pada ellipsoid (6378137).  
 $b$  = sumbu pendek pada ellipsoid (6356752.314).  
 $f$  = nilai pengepengan ellips menggunakan data WGS 84  
atau  $1/298.257223563 = 0.003352810665$ .

---

<sup>1</sup> T. Vincenty, "Direct, 88-90.

4. Masukkan data-data diatas ke dalam rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 L0^2 &= \lambda^x - \lambda^k \\
 U_1^3 &= \text{arc tan} [(1-f) \times \tan \phi^k] \\
 U_2 &= \text{arc tan} [(1-f) \times \tan \phi^x] \\
 \sin \sigma &= \sqrt{[(\cos U_2 \sin L)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L)^2]} \\
 \cos \sigma &= \sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L \\
 \sigma^4 &= \tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma) \\
 \sin \alpha^5 &= (\cos U_1 \cos U_2 \sin L) / \sin \sigma \\
 \cos^2 \alpha &= 1 - \sin^2 \alpha \\
 \cos (2\sigma_m)^6 &= \cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha) \\
 C &= f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f(4-3 \times \cos^2 \alpha)] \\
 L1^7 &= L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]
 \end{aligned}$$

Ulangi perhitungan (L) sampai mendapatkan selisih hasil nilai L dengan nilai L sebelumnya memperoleh hasil (0.0000000000).

---

<sup>2</sup> L0 adalah nilai selisih bujur Makkah-daerah (SBMD) yang mana nilainya selalu positif.

<sup>3</sup> Nilai U<sub>1</sub> dan U<sub>2</sub> adalah nilai lintang reduksi, dimana U<sub>1</sub> adalah lintang reduksi Ka'bah sementara U<sub>2</sub> adalah lintang reduksi tempat.

<sup>4</sup> σ adalah nilai jarak sudut dari titik tempat perhitungan ke Ka'bah pada bola.

<sup>5</sup> α adalah nilai azimuth geodesi di equator.

<sup>6</sup> σ<sub>m</sub> adalah nilai jarak sudut bola dari titik tengah garis sampai berpotongan dengan equator.

<sup>7</sup> L1 adalah nilai bujur hasil *iterasi* (pengulangan perhitungan).

5. Menghitung jarak antara tempat dan Ka'bah<sup>8</sup> dengan rumus sebagai berikut :

$$u^{29} = \cos^2 \alpha (\alpha^2 - b^2) / b^2$$

$$A^{10} = 1 + (u^2 / 16384) \times (4096 + u^2 [-768 + u^2 (320 - 175 \times u^2)])$$

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

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

$$s^{11} (M) = b \times A ((\sigma \times \pi / 180) - \Delta\sigma)$$

$$s (KM) = s (M) / 1000$$

6. Menghitung nilai azimuth tempat dan Ka'bah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$x^{12} = \cos U_1 \times \sin U_2 - \sin U_1 \times \cos U_2 \times \cos L_{\text{terakhir}}$$

---

<sup>8</sup> Langkah perhitungan jarak dalam perhitungan arah kiblat menggunakan teori *vincenty* ini dapat di lewati karena data perhitungan yang digunakan tidak memiliki pengaruh terhadap perhitungan selanjutnya. Selain itu karena dalam melakukan perhitungan arah kiblat hasil yang dicari adalah azimuth dan nilai jarak tidak memiliki pengaruh apapun terhadap hasil nilai azimuth maka perhitungan jarak dalam perhitungan arah kiblat menggunakan teori *vincenty* bersifat opsional. <sup>9</sup>  $u^2$  adalah nilai dari derajat eksentrisitas kedua.

<sup>10</sup> Nilai A, B dan  $\Delta\sigma$  dalam perhitungan jarak ini dimaksudkan untuk memberikan nilai maksimum kesalahan untuk perhitungan yang memiliki akurasi yang lebih rendah.

<sup>11</sup> s adalah nilai dari jarak atau panjang geodesi.

<sup>12</sup> Perhitungan nilai x ini jika memperoleh hasil negatif, maka azimuth kiblatnya ditambah 180°, sedangkan jika hasil azimuthnya positif, maka azimuth kiblatnya ditambah 360°.

$$\begin{aligned}
y &= \cos U_2 \times \sin L_{\text{terakhir}}^{13} \\
a_1^{14} &= \tan^{-1}(y/x) + 180 \\
x &= -\sin U_1 \times \cos U_2 + \cos U_1 \times \sin U_2 \times \cos L_{\text{terakhir}} \\
y &= \cos U_1 \times \sin L_{\text{terakhir}} \\
a_2^{15} &= \tan^{-1}(y/x) + 180
\end{aligned}$$

## B. Proses Pengolahan Nilai Koordinat

Metode dalam penentuan arah kiblat ada beragam jenisnya. Sehingga dalam hal pengambilan koordinat tempat ataupun Ka'bah dapat menghasilkan nilai yang bervariasi. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa koordinat tempat dan Ka'bah adalah data utama yang harus diketahui sebelum melakukan perhitungan arah kiblat, maka data koordinat tersebut harus dipenuhi terlebih dahulu. Dalam hal ini koordinat tersebut penulis peroleh dari pengamatan lapangan menggunakan GPS tipe Geodetik dan GPS tipe Navigasi.

### 1. Pengolahan Koordinat Geodetik

Untuk menentukan koordinat di suatu titik di permukaan bumi, receiver GPS setidaknya membutuhkan 4 satelit yang dapat ditangkap dengan baik. Secara *default*, posisi atau koordinat yang diperoleh didasarkan pada

---

<sup>13</sup> Maksud nilai  $L_{\text{terakhir}}$  adalah nilai selisih L dengan nilai L sebelumnya dari perhitungan *iterasi* dimana selisih L tersebut memperoleh hasil 0.

<sup>14</sup>  $a_1$  dan  $a_2$  adalah nilai azimuth geodesi yang searah jarum jam dihitung dari Utara;  $a_2$  azimuth dari Ka'bah ke tempat perhitungan.

<sup>15</sup> Hasil perhitungan azimuth kiblat  $a_2$  harus ditambah  $180^\circ$  lagi jika nilai x pada perhitungan ini memperoleh hasil negatif.

datum IGS (*International GNSS Service*) yaitu *World Geodetic System* 1984 atau WGS 84.<sup>16</sup>

Adapun bentuk Bumi dalam tipe GPS Geodetik adalah ellipsoid dengan bentuk 3D atau 3 dimensi yang mengacu pada sumbu-sumbu ellipsoid yang bersangkutan,<sup>17</sup> sehingga nilai koordinatnya berupa X, Y dan Z dimana X adalah nilai lintang, Y adalah nilai bujur dan Z adalah nilai tinggi.

Nilai lintang geodetik diperoleh dari alat bantu GPS tipe Geodetik, yang cara pengoperasiannya adalah sebagai berikut :

- a. Langkah pertama pasang *Tripod* pada lokasi yang datar dan rata. Untuk memastikan kerataan alat dapat menggunakan bantuan *Waterpass*.
- b. Pasang *Tribach* pada *Tripod* dan kunci *Tribach* agar tidak dapat bergerak. Pastikan titik bidik *Tribach* tepat pada titik lokasi yang akan kita ukur
- c. Pasang GPS Geodetik pada *Tribach*
- d. Tekan tombol power pada GPS selama beberapa detik sampai lampu indikasi menyala. Tunggu beberapa saat sampai lampu indikasi (merah, hijau dan biru)

---

<sup>16</sup> Muhammad Chairul Ikkal, dkk, “Analisis Strategi Pengolahan Baseline GPS Berdasarkan Jumlah Titik Ikat dan Variasi Waktu Pengamatan”, *Jurnal Geodesi*, vol. 06, no. 01, (Januari 2017), 230.

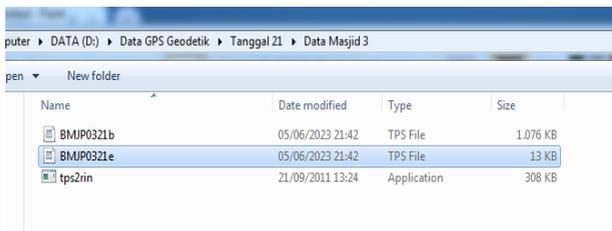
<sup>17</sup> Dian Ika Aryani, *Pengantar*, 29.

tersebut menyala semua secara berurutan sebagai tanda bahwa GPS siap untuk digunakan

- e. Tekan tombol power 3 kali yang disesuaikan dengan ketukan lampu indikator warna biru pada GPS
- f. GPS akan berbunyi "*Power On*" apabila proses perekaman sudah dimulai. Waktu minimal perekaman data ini adalah 3 jam agar data yang dihasilkan akurat
- g. Untuk menghentikan proses perekaman GPS ini lakukan cara yang sama ketika memulai proses perekaman GPS, yaitu dengan menyesuaikan 3 ketukan lampu indikator dan GPS akan berbunyi "*Power Off*"
- h. Tekan tombol power selama beberapa detik untuk mematikan GPS.
- i. Lepas rangkaian alat satu persatu mulai dari GPS, *Tribach*, *Tripod* dan lepas baterai dari GPS.

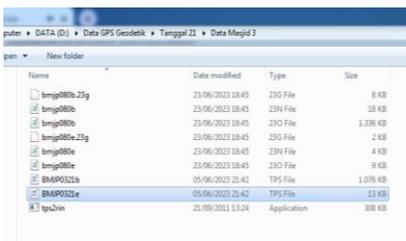
Adapun pengolahan data dari GPS Geodetik ini dapat dilakukan dengan beragam *software* tergantung dengan jenis GPS yang digunakan dalam pengamatan. Dalam hal ini jenis GPS yang digunakan oleh penulis adalah GPS Geodetik tipe TOPCON Hiper II dengan metode statik. Sehingga data dari hasil pengamatan ini dapat diolah dengan *software TPS2RIN* dan *Leica Geo Office 8.4* sebagai berikut :

- a) Letakkan file *software TPS2RIN* yang telah di *ekstrak* di folder yang sama dengan file data hasil perekaman di *Windows Explorer*



Gambar 3. 1 File Data Perekaman dan Software *TPS2RIN*

- b) Untuk mengolah data hasil pengolahan ini cukup dengan *drag* file data hasil perekaman berekstensi *.tps* ke *software TPS2RIN*, maka akan muncul 3 file *raw* dengan ekstensi *.yyn*, *.yyo*, dan *.yyg*



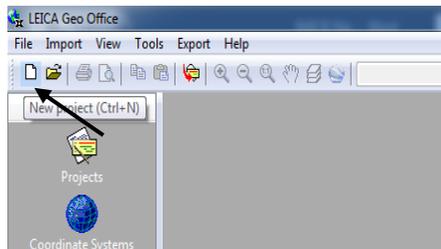
Gambar 3. 2 File Raw Data Perekaman

- c) 3 file *raw* tersebut akan digunakan dalam proses selanjutnya
- d) Buka software *Leica Geo Office 8.4*. Kemudian akan muncul jendela tips pengoperasian pada layar



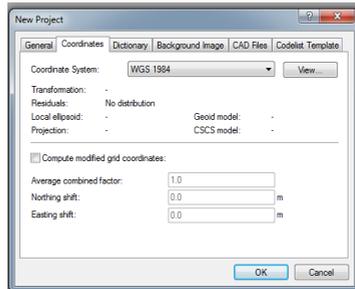
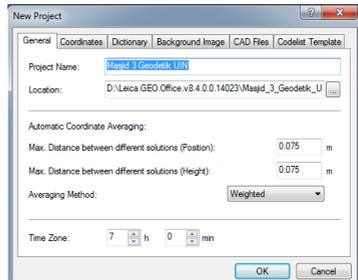
Gambar 3. 3 Tampilan Software Leica Geo Office 8.4

e) Klik *icon New Project*



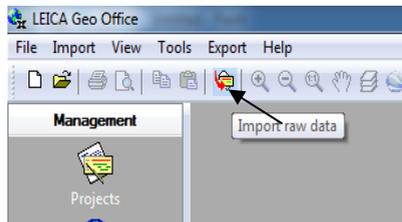
Gambar 3. 4 Tampilan Fitur Icon New Project

f) Pada jendela General ini atur nama project, lokasi penyimpanan project dan *time zone* pengukuran. Selain itu pada jendela Coordinates atur Coordinate System menjadi WGS 1984 kemudian klik OK



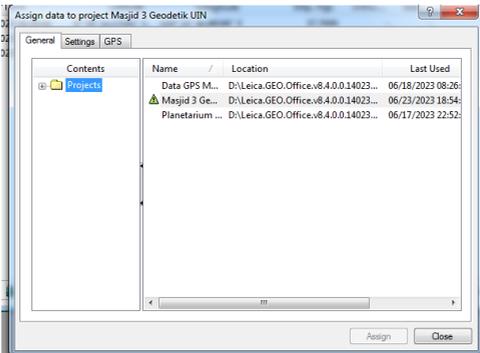
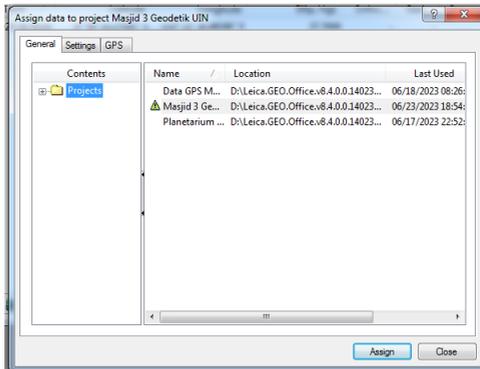
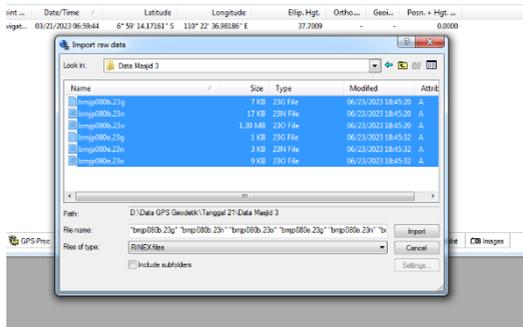
Gambar 3. 5 Tampilan Pengaturan Jendela General dan Coordinates

g) Klik icon *Import Raw Data*



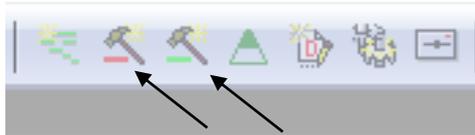
Gambar 3. 6 Tampilan Fitur Icon *Import Raw Data*

h) Pilih data RINEX GPS, file berekstensi *.yyo*, *.yyN*, dan *.yyg*. Kemudian klik *Import* → *Assign* → *Close*



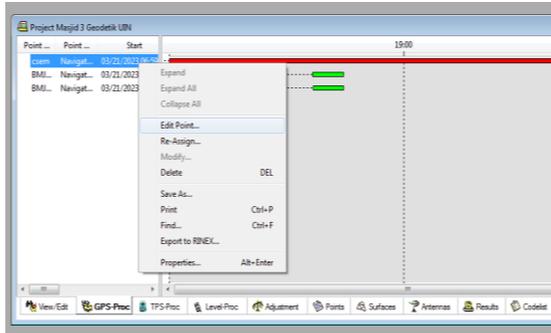
Gambar 3. 7 Tahapan Proses Import Raw Data

- i) Ulangi langkah g) dan h) untuk *import* data CORS CSEM milik BIG (Badan Informasi Geospasial) sesuai dengan DOY (*day of year*) sebagai titik ikat pengukuran.
- j) Klik icon berikut untuk menentukan mana yang *rover* dan *base*. Jadikan data stasiun CORS sebagai *base* (merah) dan hasil pengamatan sebagai *rover* (hijau)



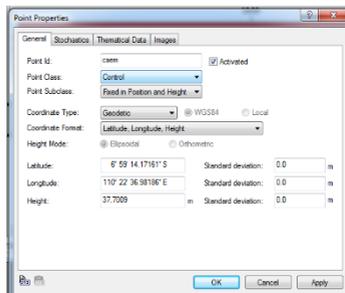
Gambar 3. 8 *Tampilan Fitur Icon Pengaturan Base dan Rover*

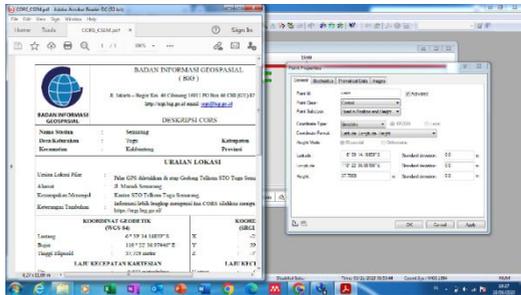
- k) Karena titik stasiun CORS CSEM dijadikan *Base*, maka harus diatur agar menjadi *Control* terlebih dahulu. Klik kanan titik CSEM kemudian pilih *Edit Point*



Gambar 3. 9 Tampilan Pengaturan Titik CORS sebagai Base

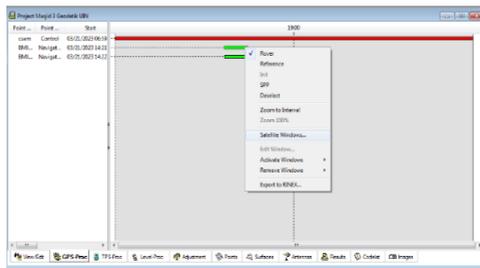
- 1) Pada jendela *Point Properties*, atur *Point Class* agar menjadi *Control* kemudian sesuaikan nilai *Latitude*, *Longitude* dan *Height* di jendela tersebut dengan nilai yang diperoleh dari stasiun CORS CSEM. Kemudian klik *Apply*.

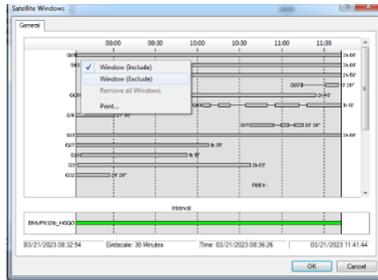




Gambar 3. 10 Tampilan Pengaturan Jendela Point Properties

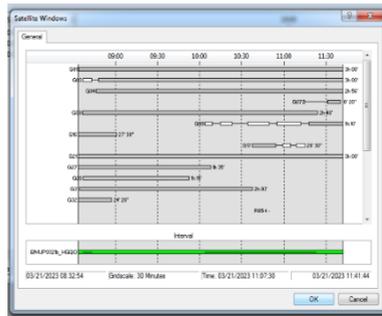
- m) Agar memperoleh hasil perhitungan yang baik, maka data satelit yang terputus harus dihapus. Klik kanan pada titik yang akan diedit satelitnya. Kemudian pilih *Satellite Windows* maka akan muncul data satelitnya. Klik kanan pada sembarang tempat dan pilih *Window (Exclude)* untuk menghapus satelit





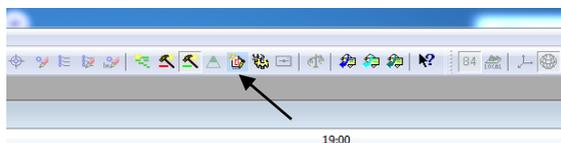
Gambar 3. 11 *Tampilan Pengaturan Edit Satelit*

- n) Untuk menghapus data satelit blok satelit hingga berubah warna menjadi putih seperti gambar berikut. Lakukan di ketiga titik tersebut



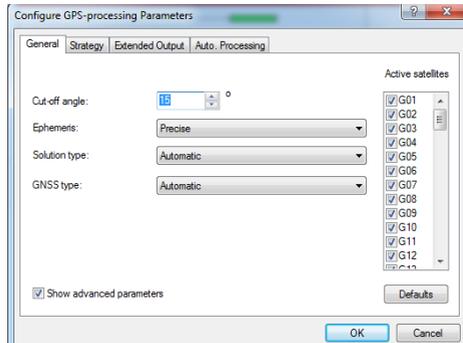
Gambar 3. 12 *Tampilan Hasil Pengaturan Edit Satelit*

- o) Klik icon *GPS Processing Parameter*



Gambar 3. 13 *Tampilan Fitur Icon GPS Processing Parameter*

- p) Pada jendela *General* atur *Cut-off angle* menjadi  $15^\circ$  atau bisa disesuaikan keinginan pengamat. Atur Ephemeris menjadi *Precise* dan *checklist Show advance Parameter*. Kemudian klik OK



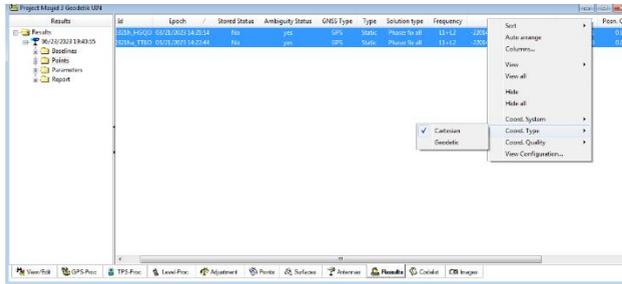
Gambar 3. 14 Tampilan Pengaturan Jendela GPS Processing Parameter

- q) Klik *icon Process* untuk memproses *Baseline*



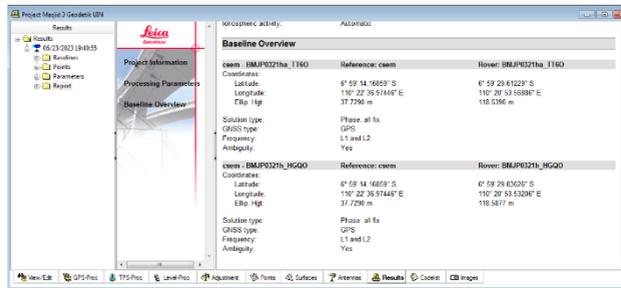
Gambar 3. 15 Tampilan Fitur Icon Process Baseline

- r) Klik *Point* → Klik kanan → *Coord. Type* pilih Geodetik



Gambar 3. 16 Tampilan Pengaturan Tipe Koordinat

- s) Untuk melihat hasil *Report* perhitungan *Baseline*, maka klik *Report* kemudian pilih nama *Baselinenya*. *Report* juga dapat dilakukan untuk 2 titik secara bersamaan atau terpisah.



Gambar 3. 17 Tampilan Hasil Pengolahan Koordinat

## 2. Pengolahan Koordinat Geografis

Penentuan titik koordinat geografis yang mengasumsikan bentuk Bumi sebagai bola bulat sempurna dengan titik koordinatnya berupa Lintang dan Bujur dapat diperoleh dengan menggunakan alat bantu berupa GPS Navigasi. Dalam hal ini, GPS Navigasi yang penulis

gunakan adalah GPS tipe Garmin 64s. Adapun cara pengoperasian GPS Navigasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Pastikan pengguna berdiri di tempat yang lapang dan tidak terhalang oleh bangunan ataupun pepohonan. Hal ini karena bangunan dan pepohonan yang berada di atas pengguna dapat mempengaruhi sinyal satelit GPS
- b. Tekan tombol *Power Key* selama beberapa detik sampai layar GPS menyala.
- c. Setelah layar GPS menyala maka layar akan menampilkan tampilan *Satelit Page* yang terdiri dari Koordinat, *Heading Bug* (arah pergerakan GPS), Jumlah Satelit dan Diagram Batang Satelit
- d. Tunggu beberapa saat sampai muncul beberapa diagram batang satelit yang tersisir sebagai tanda bahwa satelit tersebut sudah tersambung dengan GPS. Umumnya jumlah minimal diagram batang satelit yang tersisir ini berjumlah 3 dan maksimalnya tidak terbatas. Pada saat ini tampilan koordinat pada status bar GPS yang paling atas akan menunjukkan koordinat dan ketinggian lokasi secara akurat
- e. Tekan tombol *Mark* untuk menandai dan menyimpan koordinat lokasi tersebut di GPS

- f. GPS akan menampilkan *keyboard* yang bisa digunakan untuk menamai lokasi yang telah kita simpan sesuai keinginan kita. Caranya arahkan kursor ke huruf yang kita inginkan dan tekan tombol OK. Dalam hal ini juga bisa kita sisipkan angka dalam penamaan lokasi ini. Selain nama lokasi, GPS juga akan menampilkan koordinat dan tinggi tempat. Kemudian arahkan kursor di layar pada pilihan OK dan setelah itu klik *Enter* pada tombol GPS.
- g. Untuk memeriksa apakah lokasi yang kita simpan sudah tersimpan dalam GPS atau belum, klik tombol *Find* pada GPS dan cari berdasarkan huruf awal penamaan yang kita simpan
- h. Untuk mematikan GPS cukup tekan tombol *Quit* pada GPS agar kembali pada tampilan *Satelit Page* dan tekan tombol *Power Key* pada GPS beberapa detik sampai layar GPS mati.

Setelah proses pengambilan koordinat selesai, maka tahap selanjutnya adalah pengolahan data. Pengolahan data GPS tipe Navigasi ini lebih mudah daripada tipe Geodetik karena hanya membutuhkan *software Google Earth*, yaitu sebagai berikut :

- a) Nyalakan GPS dan hubungkan dengan laptop menggunakan kabel data USB

- b) Buka *device* GPS di *Windows Explorer*
- c) Buka folder Garmin. Cari folder GPX kemudian cari file waypoint atau titik terbaru dengan ekstensi *.gpx*
- d) *Copy* dan *paste* ke folder laptop
- e) Buka *software Google Earth*
- f) *Drag* file *waypoint* atau titik dengan ekstensi *.gpx* yang telah *dicopy* ke *Places Google Earth*
- g) *Waypoint* tersebut telah berpindah ke *Google Earth* dan dapat dilihat posisi beserta koordinatnya
- h) Sesuaikan kursor agar tepat berada di titik pengamatan
- i) Nilai koordinat dari GPS Navigasi sudah bisa digunakan.

Seperti yang diketahui bahwa nilai koordinat yang dihasilkan dari pengamatan menggunakan GPS tipe geodetik dan navigasi tentu akan berbeda. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan dalam acuan bentuk Bumi. Acuan yang digunakan dalam GPS geodetik adalah Bumi yang berbentuk ellipsoid. Sedangkan acuan yang digunakan dalam GPS navigasi adalah Bumi yang berbentuk bulat sempurna. Sehingga acuan bentuk Bumi ini mempengaruhi nilai dari koordinat dari suatu tempat di Bumi. Berikut ini adalah nilai lintang yang diperoleh penulis dari pengamatan di lapangan.

Tabel 3.1 *Perbedaan Nilai Lintang Geodetik dan Geografis*

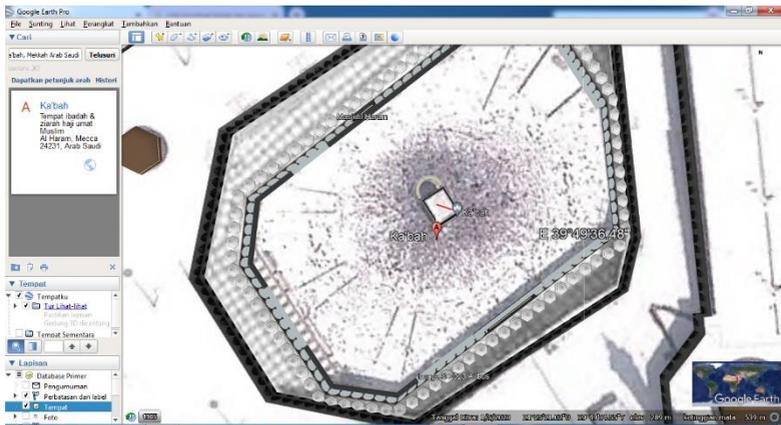
No	Tipe GPS	Lokasi Objek	
		Masjid Kampus 3	Planetarium
1	Navigasi	-06° 59' 31.72"	-06° 59' 29.69"
2	Geodetik	-06° 59' 29.83"	-06° 59' 31.86"

### 3. Pengolahan Koordinat Ka'bah

Dalam penelitian ini, koordinat Ka'bah yang digunakan dalam perhitungan *vincenty* menggunakan jenis koordinat geografis baik dalam perhitungan arah kiblat dengan lintang tempat geodetik maupun geografis. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan penulis yang belum menemukan informasi ataupun melakukan pengukuran nilai koordinat Ka'bah secara geodetik . Sehingga dalam perhitungan *vincenty* yang akan dilakukan oleh penulis ini, koordinat Ka'bah yang digunakan adalah koordinat geografis yang diperoleh dari software Google Earth. Adapun cara penulis memperoleh nilai koordinat ini adalah sebagai berikut:

- a. Buka *software Google Earth Pro*
- b. Pastikan laptop terhubung pada jaringan internet

- c. Pada kolom penelusuran tulis “Ka’bah, Makkah”, maka secara otomatis *software* akan mengarahkan kita pada posisi Ka’bah di Makkah.
- d. Arahkan kursor pada bangunan Ka’bah
- e. Pada layar beranda bagian pojok kanan bawah akan menampilkan nilai koordinat Ka’bah.



Gambar 3. 18 Nilai Koordinat Ka'bah yang diperoleh dari *software Google Earth Pro*

Berdasarkan pengolahan koordinat geodetik, geografis dan Ka’bah di atas, nilai koordinat yang diperoleh tersebut kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan arah kiblat *vincenty*.

### C. Perhitungan Teori *Vincenty* dengan Lintang Geografis

1. Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang

$$\varphi^k = 21^{\circ} 25' 21.02'' \text{ LU (Lintang Ka'bah)}$$

$$\begin{aligned}
\lambda^k &= 39^\circ 49' 34.55'' \text{ BT (Bujur Ka'bah)} \\
\varphi^x &= 06^\circ 59' 31.72'' \text{ LS (Lintang Tempat)} \\
\lambda^x &= 110^\circ 21' 02.85'' \text{ BT (Bujur Tempat)} \\
a &= 6378137 \text{ (sumbu panjang pada ellipsoid)} \\
b &= 6356752.314 \text{ (sumbu pendek pada ellipsoid)} \\
f &= 0.003352810665 \text{ (nilai pengepengan ellips} \\
&\text{ menggunakan data WGS 84 atau} \\
&\text{ 1/298.257223563)} \\
\lambda &= \lambda^x - \lambda^k \\
&= 110^\circ 21' 02.85'' - 39^\circ 49' 34.55'' \\
&= 70^\circ 31' 28.30'' \text{ atau } 70.52452778 \\
\lambda &= L \text{ (iterasi pertama)} \\
U_1 &= \arctan [(1 - f) \times \tan \varphi^k] \\
&= \arctan [(1 - 0.003352810665) \times \tan 21^\circ 25' \\
&\quad 21.02''] \\
&= 21.35716003 \\
U_2 &= \arctan [(1 - f) \times \tan \varphi^x] \\
&= \arctan [(1 - 0.003352810665) \times \tan -06^\circ 59' \\
&\quad 31.72''] \\
&= -6.968932021
\end{aligned}$$

Kemudian data-data di atas dihisab sebagai berikut:

*Tabel 3. 2 Tabel Iterasi Perhitungan Vincenty  
Menggunakan Lintang Geografis pada Masjid Kampus 3  
UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L)^2]}$	0.96451515
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L$	0.264027505
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.69082498
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L) / \sin \sigma$	0.903619708
$\text{Cos}^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.183471423
Cos ( $2 \sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.74569854
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001542309015
L1	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.75078145

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L_1)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L_1)^2]}$	0.965451326
Cos $\sigma$	$\frac{\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L_1}{\sin \sigma}$	0.260583453
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.895315
Sin $\alpha$	$\frac{(\cos U_1 \cos U_2 \sin L_1)}{\sin \sigma}$	0.903997075
Cos <sup>2</sup> $\alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182789288
Cos (2 $\sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744051993
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536577436
L2	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.75149577
Selisih L	$L_2 - L_1$	0.00071432

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L_2)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L_2)^2]}$	0.965454262
Cos $\sigma$	$\frac{\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L_2}{\sin \sigma}$	0.260572572
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89596073
Sin $\alpha$	$\frac{(\cos U_1 \cos U_2 \sin L_2)}{\sin \sigma}$	0.903998261
Cos <sup>2</sup> $\alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182787144
Cos (2 $\sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744046783
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536559422
L3	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.75149802
Selisih L	$L_3 - L_2$	0.00000225

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L_3)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L_3)^2]}$	0.965454271
Cos $\sigma$	$\frac{\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L_3}{\cos U_2 \cos L_3}$	0.260572538
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89596275
Sin $\alpha$	$\frac{(\cos U_1 \cos U_2 \sin L_3)}{\sin \sigma}$	0.903998273
$\cos^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182787122
Cos ( $2 \sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744046807
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536559237
L4	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.75149803

Selisih L	L4 – L3	0.00000001
-----------	---------	------------

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L4)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L4)^2]}$	0.965454271
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L4$	0.260572538
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89596275
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L4) / \sin \sigma$	0.903998265
Cos <sup>2</sup> $\alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182787136
Cos (2 $\sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.74404677
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536559355
L5	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m))]$	70.75149803

	$+ C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	
Selisih L	$L5 - L4$	0

Menghitung jarak antara tempat dan Ka'bah:

Tabel 3. 3 *Tabel Perhitungan Jarak dengan Lintang Geografis pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
$u^2$	$\cos^2 \alpha (a^2 - b^2) / b^2$	0.001231893322
A	$1 + (u^2 / 16384) \times (4096 + u^2 [-768 + u^2 (320-175 \times u^2)])$	1.000307902
B	$u^2/1024 [256 + u^2 (-128 + u^2 \times 74 - 47 \times u^2)]$	0.0003078316289
$\Delta\sigma$	$B \times \sin \sigma [\cos (2\sigma_m) + \frac{1}{4} \times B (\cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)) - \frac{1}{6} \times B \times \cos (2\sigma_m) (-3 + 4 \times \sin^2 \sigma) (-3 + 4 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	0.00022328

s (M)	$b \times A ((\sigma \times \pi / 180) - \Delta\sigma)$	8306351.672
s (KM)	s (M) / 1000	8306.351672

Nilai azimuth tempat dan Ka'bah:

Tabel 3. 4 *Tabel Perhitungan Azimuth dengan Lintang Geografis pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
x	$\cos U_1 \times \sin U_2 - \sin U_1 \times \cos U_2 \times \cos L5$	-0.232170071
y	$\cos U_2 \times \sin L5$	0.937122729
a <sub>1</sub>	$\tan^{-1} (y/x) + 180$	103.914727
x	$-\sin U_1 \times \cos U_2 + \cos U_1 \times \sin U_2 \times \cos L5$	-0.398741964
y	$\cos U_1 \times \sin L5$	0.879264919
a <sub>2</sub>	$\tan^{-1} (y/x) + 360$	294.3940392

Kesimpulan

Tabel 3. 5 *Tabel Kesimpulan Hasil Perhitungan Vincenty dengan Lintang Geografis pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang*

103° 54' 53.0"	U-T-S-B	Azimuth Masjid Kampus 3 UIN Walisongo dari Ka'bah
294° 23' 38.5"	U-T-S-B	Azimuth Ka'bah dari Masjid Kampus 3 UIN Walisongo
8306.351672	KM	Jarak antara Masjid Kampus 3 UIN Walisongo dan Ka'bah

## 2. Planetarium UIN Walisongo Semarang

$$\varphi^k = 21^\circ 25' 21.02'' \text{ LU (Lintang Ka'bah)}$$

$$\lambda^k = 39^\circ 49' 34.55'' \text{ BT (Bujur Ka'bah)}$$

$$\varphi^x = 06^\circ 59' 29.69'' \text{ LS (Lintang Tempat)}$$

$$\lambda^x = 110^\circ 20' 53.78'' \text{ BT (Bujur Tempat)}$$

$$a = 6378137 \text{ (sumbu panjang pada ellipsoid)}$$

$$b = 6356752.314 \text{ (sumbu pendek pada ellipsoid)}$$

$$f = 0.003352810665 \text{ (nilai pengepengan ellips menggunakan data WGS 84 atau } 1/298.257223563)$$

$$\lambda = \lambda^x - \lambda^k$$

$$= 110^{\circ} 20' 53.78'' - 39^{\circ} 49' 34.55''$$

$$= 70^{\circ} 31' 19.23'' \text{ atau } 70.52200833$$

$$\lambda = L \text{ (iterasi pertama)}$$

$$U_1 = \arctan [(1 - f) \times \tan \phi^k]$$

$$= \arctan [(1 - 0.003352810665) \times \tan 21^{\circ} 25' 21.02'']$$

$$= 21.35716003$$

$$U_2 = \arctan [(1 - f) \times \tan \phi^x]$$

$$= \arctan [(1 - 0.003352810665) \times \tan -06^{\circ} 59' 29.69'']$$

$$= -6.968369967$$

Kemudian data-data di atas dihisab sebagai berikut:

Tabel 3. 6 *Tabel Iterasi Perhitungan Vincenty Menggunakan Lintang Geografis pada Planetarium UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L)^2]}$	0.964503586
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L$	0.264069745
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.68831575

$\sin \alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L) / \sin \sigma$	0.90361755
$\cos^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.183475323
$\cos (2 \sigma_m)$	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.745691887
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001542341784
L1	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.74825386

	Rumus	Hasil
$\sin \sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L1)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L1)^2]}$	0.965439877
$\cos \sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L1$	0.260625866
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89279794

Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L1) / \sin \sigma$	0.903994952
$\text{Cos}^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182793126
$\text{Cos} (2 \sigma_m)$	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744045456
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536609685
L2	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.74896816
Selisih L	$L2 - L1$	0.0007143

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L2)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L2)^2]}$	0.965442814
$\text{Cos} \sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L2$	0.260614986

$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89344363
$\sin \alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L_2) / \sin \sigma$	0.903996138
$\cos^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182790982
$\cos (2 \sigma_m)$	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744040246
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.000153659167
L3	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.74897041
Selisih L	$L_3 - L_2$	0.00000225

	Rumus	Hasil
$\sin \sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L_3)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L_3)^2]}$	0.965442823

$\text{Cos } \sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L_3$	0.260614951
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.8934457
$\text{Sin } \alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L_3) / \sin \sigma$	0.903996142
$\text{Cos}^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182790975
$\text{Cos} (2 \sigma_m)$	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.74404023
$C$	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536591611
$L_4$	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.74897042
$\text{Selisih } L$	$L_4 - L_3$	0.00000001

	Rumus	Hasil
--	-------	-------

Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L_4)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L_4)^2]}$	0.965442823
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L_4$	0.260614951
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.8934457
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L_4) / \sin \sigma$	0.903996142
Cos <sup>2</sup> $\alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182790975
Cos ( $2 \sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.74404023
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536591611
L5	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.74897042
Selisih L	$L5 - L4$	0

Menghitung jarak antara tempat dan Ka'bah:

Tabel 3. 7 *Tabel Perhitungan Jarak dengan Lintang Geografis pada Planetarium UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
$u^2$	$\cos^2 \alpha (a^2 - b^2) / b^2$	0.001231919195
A	$1 + (u^2 / 16384) \times (4096 + u^2 [-768 + u^2 (320-175 \times u^2)])$	1.000307909
B	$u^2/1024 [256 + u^2 (-128 + u^2 \times 74 - 47 \times u^2)]$	0.0003077901449
$\Delta\sigma$	$B \times \sin \sigma [\cos (2\sigma_m) + \frac{1}{4} \times B (\cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)) - \frac{1}{6} \times B \times \cos (2\sigma_m) (-3 + 4 \times \sin^2 \sigma) (-3 + 4 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	0.000295385
s (M)	$b \times A ((\sigma \times \pi / 180) - \Delta\sigma)$	8305614.033
s (KM)	$s (M) / 1000$	8305.614033

Nilai azimuth tempat dan Ka'bah;

Tabel 3. 8 *Tabel Perhitungan Azimuth dengan Lintang Geografis pada Planetarium UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
x	$\cos U_1 \times \sin U_2 - \sin U_1 \times \cos U_2 \times \cos L5$	-0.232176201
y	$\cos U_2 \times \sin L5$	0.937109416
a <sub>1</sub>	$\tan^{-1} (y/x) + 180$	103.9152701
x	$-\sin U_1 \times \cos U_2 + \cos U_1 \times \sin U_2 \times \cos L5$	-0.398744113
y	$\cos U_1 \times \sin L5$	0.879251374
a <sub>2</sub>	$\tan^{-1} (y/x) + 360$	294.3944874

### Kesimpulan

Tabel 3. 9 *Tabel Kesimpulan Hasil Perhitungan Vincenty dengan Lintang Geografis pada Planetarium UIN Walisongo*

103° 54' 54.9"	U-T-S-B	Azimuth Planetarium UIN Walisongo dari Ka'bah
294° 23' 40.1"	U-T-S-B	Azimuth Ka'bah dari Planetarium UIN Walisongo

8305.614033	KM	Jarak antara Planetarium UIN Walisongo dan Ka'bah
-------------	----	---

#### D. Perhitungan Teori *Vincenty* dengan Lintang Geodetik

##### 1. Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang

$$\varphi^k = 21^\circ 25' 21.02'' \text{ LU (Lintang Ka'bah)}$$

$$\lambda^k = 39^\circ 49' 34.55'' \text{ BT (Bujur Ka'bah)}$$

$$\varphi^x = 06^\circ 59' 29.83'' \text{ LS (Lintang Tempat)}$$

$$\lambda^x = 110^\circ 20' 53.53'' \text{ BT (Bujur Tempat)}$$

$$a = 6378137 \text{ (sumbu panjang pada ellipsoid)}$$

$$b = 6356752.314 \text{ (sumbu pendek pada ellipsoid)}$$

$$f = 0.003352810665 \text{ (nilai penggepengan ellips menggunakan data WGS 84 atau } 1/298.257223563)$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \lambda^x - \lambda^k \\ &= 110^\circ 20' 53.53'' - 39^\circ 49' 34.55'' \\ &= 70^\circ 31' 18.98'' \text{ atau } 70.52193889 \end{aligned}$$

$$\lambda = L \text{ (iterasi pertama)}$$

$$\begin{aligned} U_1 &= \arctan [(1 - f) \times \tan \varphi^k] \\ &= \arctan [(1 - 0.003352810665) \times \tan 21^\circ 25' 21.02''] \\ &= 21.35716003 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
U_2 &= \arctan [(1 - f) \times \tan \varphi^x] \\
&= \arctan [(1 - 0.003352810665) \times \tan -06^\circ 59' \\
&\quad 29.83''] \\
&= -6.968408729
\end{aligned}$$

Kemudian data-data di atas dihisab sebagai berikut:

Tabel 3. 10 *Tabel Iterasi Perhitungan Vincenty Menggunakan Lintang Geodetik pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L)^2]}$	0.964503371
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L$	0.264070532
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.68826901
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L) / \sin \sigma$	0.903617289
Cos <sup>2</sup> $\alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.18347595
Cos (2 $\sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.745693694

C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001542347052
L1	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.74818421

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L1)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L1)^2]}$	0.965439663
Cos $\sigma$	$\frac{\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L1}{\sin \sigma}$	0.260626657
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89275099
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L1) / \sin \sigma$	0.903994694
Cos <sup>2</sup> $\alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182793593
Cos (2 $\sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744047688

C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536613609
L2	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.74889851
Selisih L	$L2 - L1$	0.0007143

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{(\cos U_2 \sin L2)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L2)^2}$	0.9654426
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L2$	0.260615777
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89339668
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L2) / \sin \sigma$	0.903995879
Cos <sup>2</sup> $\alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.18279145

$\text{Cos } (2 \sigma_m)$	$\text{cos } \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \text{cos}^2 \alpha)$	0.744042199
C	$f / 16 \times \text{cos}^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \text{cos}^2 \alpha)]$	0.0001536595602
L3	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\text{cos } (2\sigma_m) + C \times \text{cos } \sigma (-1 + 2 \times \text{cos}^2 (2\sigma_m)))]$	70.74890076
Selisih L	L3 - L2	0.00000225

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{(\text{cos } U_2 \sin L3)^2 + (\text{cos } U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \text{cos } U_2 \text{cos } L3)^2}$	0.96544261
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \text{cos } U_1 \text{cos } U_2 \text{cos } L3$	0.260615742
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \text{cos } \sigma)$	74.89339876
Sin $\alpha$	$(\text{cos } U_1 \text{cos } U_2 \sin L3) / \sin \sigma$	0.903995883

$\text{Cos}^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182791443
$\text{Cos} (2 \sigma_m)$	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744042459
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536595544
L4	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.74890077
Selisih L	$L4 - L3$	0.00000001

	Rumus	Hasil
$\text{Sin } \sigma$	$\sqrt{(\cos U_2 \sin L4)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L4)^2}$	0.96544261
$\text{Cos } \sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L4$	0.260615742
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89339876

Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L_4) / \sin \sigma$	0.903995883
$\text{Cos}^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182791443
$\text{Cos} (2 \sigma_m)$	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744042459
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536595544
L5	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.74890077
Selisih L	$L5 - L4$	0

Menghitung jarak antara tempat dan Ka'bah:

Tabel 3. 11 *Tabel Perhitungan Jarak dengan Lintang Geodetik pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
$u^2$	$\cos^2 \alpha (a^2 - b^2) / b^2$	0.001231922349

A	$1 + (u^2 / 16384) \times (4096 + u^2 [-768 + u^2 (320-175 \times u^2)])$	1.000307909
B	$u^2/1024 [256 + u^2 (-128 + u^2 \times 74 - 47 \times u^2)]$	0.0003077909325
$\Delta\sigma$	$B \times \sin \sigma [\cos (2\sigma_m) + 1/4 \times B (\cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)) - 1/6 \times B \times \cos (2\sigma_m) (-3 + 4 \times \sin^2 \sigma) (-3 + 4 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	0.000221096
s (M)	$b \times A ((\sigma \times \pi / 180) - \Delta\sigma)$	8306081.209
s (KM)	$s (M) / 1000$	8306.081209

Nilai azimuth tempat dan Ka'bah:

Tabel 3. 12 *Tabel Perhitungan Azimuth dengan Lintang Geodetik pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
x	$\cos U_1 \times \sin U_2 - \sin U_1 \times \cos U_2 \times \cos L_5$	-0.232177231

y	$\cos U_2 \times \sin L_5$	0.937108941
a <sub>1</sub>	$\tan^{-1} (y/x) + 180$	103.9153363
x	$-\sin U_1 \times \cos U_2 + \cos U_1 \times \sin U_2 \times \cos L_5$	-0.398744419
y	$\cos U_1 \times \sin L_5$	0.879251
a <sub>2</sub>	$\tan^{-1} (y/x) + 360$	294.3945131

### Kesimpulan

*Tabel 3. 13 Tabel Kesimpulan Hasil Perhitungan Vincenty dengan Lintang Geodetik pada Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang*

103° 54' 55.2"	U-T-S-B	Azimuth Masjid Kampus 3 UIN Walisongo dari Ka'bah
294° 23' 40.2"	U-T-S-B	Azimuth Ka'bah dari Masjid Kampus 3 UIN Walisongo
8306.081209	KM	Jarak antara Masjid Kampus 3 UIN Walisongo dan Ka'bah

2. Planetarium UIN Walisongo Semarang

$$\varphi^k = 21^\circ 25' 21.02'' \text{ LU (Lintang Ka'bah)}$$

$$\lambda^k = 39^\circ 49' 34.55'' \text{ BT (Bujur Ka'bah)}$$

$$\varphi^x = 06^\circ 59' 31.86'' \text{ LS (Lintang Tempat)}$$

$$\lambda^x = 110^\circ 21' 02.60'' \text{ BT (Bujur Tempat)}$$

$$a = 6378137 \text{ (sumbu panjang pada ellipsoid)}$$

$$b = 6356752.314 \text{ (sumbu pendek pada ellipsoid)}$$

$$f = 0.003352810665 \text{ (nilai pengepengan ellips menggunakan data WGS 84 atau } 1/298.257223563)$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \lambda^x - \lambda^k \\ &= 110^\circ 21' 02.60'' - 39^\circ 49' 34.55'' \\ &= 70^\circ 31' 28.05'' \text{ atau } 70.52445833 \end{aligned}$$

$$\lambda = L \text{ (iterasi pertama)}$$

$$\begin{aligned} U_1 &= \arctan [(1 - f) \times \tan \varphi^k] \\ &= \arctan [(1 - 0.003352810665) \times \tan 21^\circ 25' 21.02''] \\ &= 21.35716003 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_2 &= \arctan [(1 - f) \times \tan \varphi^x] \\ &= \arctan [(1 - 0.003352810665) \times \tan -06^\circ 59' 31.86''] \\ &= -6.968970783 \end{aligned}$$

Kemudian data-data di atas dihisab sebagai berikut:

*Tabel 3. 14 Tabel Iterasi Perhitungan Vincenty  
Menggunakan Lintang Geodetik pada Planetarium UIN  
Walisongo*

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{[(\cos U_2 \sin L)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L)^2]}$	0.964514935
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L$	0.264028292
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.69077824
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L) / \sin \sigma$	0.903619425
$\text{Cos}^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.183471934
Cos ( $2 \sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.745700652
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001542313308
L1	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.75071179

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{(\cos U_2 \sin L1)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L1)^2}$	0.965451112
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L1$	0.260584244
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89526805
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L1) / \sin \sigma$	0.903996817
$\cos^2 \alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182789754
Cos ( $2 \sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744054228
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536581352
L2	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.75142611

Selisih L	L2 – L1	0.00071432
-----------	---------	------------

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{(\cos U_2 \sin L_2)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L_2)^2}$	0.965454049
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L_2$	0.260573363
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.8959138
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L_2) / \sin \sigma$	0.903998002
Cos <sup>2</sup> $\alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182787612
Cos (2 $\sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744049012
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536563354
L3	$L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m))$	70.75142837

	$+ C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m))]$	
Selisih L	L3 – L2	0.00000226

	Rumus	Hasil
Sin $\sigma$	$\sqrt{(\cos U_2 \sin L3)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L3)^2}$	0.965454058
Cos $\sigma$	$\sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L3$	0.260573329
$\sigma$	$\tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$	74.89591581
Sin $\alpha$	$(\cos U_1 \cos U_2 \sin L3) / \sin \sigma$	0.903998006
Cos <sup>2</sup> $\alpha$	$1 - \sin^2 \alpha$	0.182787605
Cos (2 $\sigma_m$ )	$\cos \sigma - (2 \sin U_1 \sin U_2 / \cos^2 \alpha)$	0.744048997
C	$f / 16 \times \cos^2 \alpha [4 + f (4 - 3 \times \cos^2 \alpha)]$	0.0001536563295

L4	$L + (1 - C) f x \sin \alpha [\sigma + C x \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C x \cos \sigma (-1 + 2 x \cos^2 (2\sigma_m)))]$	70.75142837
Selisih L	L4 – L3	0

Menghitung jarak antara tempat dan Ka'bah:

Tabel 3. 15 *Tabel Perhitungan Jarak dengan Lintang Geodetik pada Planetarium UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
$u^2$	$\cos^2 \alpha (a^2 - b^2) / b^2$	0.001226126206
A	$1 + (u^2 / 16384) x (4096 + u^2 [-768 + u^2 (320 - 175 x u^2)])$	1.000306461
B	$u^2/1024 [256 + u^2 (-128 + u^2 x 74 - 47 x u^2)]$	0.0003063436769
$\Delta\sigma$	$B x \sin \sigma [\cos (2\sigma_m) + \frac{1}{4} x B (\cos \sigma (-1 + 2 x \cos^2 (2\sigma_m)) - \frac{1}{6} x B x \cos (2\sigma_m) (-3 + 4 x \sin^2 \sigma) (-3 + 4 x \cos^2 (2\sigma_m)))]$	0.000220061

s (M)	$b \times A ((\sigma \times \pi / 180) - \Delta\sigma)$	8306354.968
s (KM)	s (M) / 1000	8306.354968

Nilai azimuth tempat dan Ka'bah:

Tabel 3. 16 *Tabel Perhitungan Azimuth dengan Lintang Geodetik pada Planetarium UIN Walisongo Semarang*

	Rumus	Hasil
x	$\cos U_1 \times \sin U_2 - \sin U_1 \times \cos U_2 \times \cos L_4$	-0.232171101
y	$\cos U_2 \times \sin L_4$	0.937122254
a <sub>1</sub>	$\tan^{-1} (y/x) + 180$	103.9147931
x	$-\sin U_1 \times \cos U_2 + \cos U_1 \times \sin U_2 \times \cos L_4$	-0.39874227
y	$\cos U_1 \times \sin L_4$	0.879264546
a <sub>2</sub>	$\tan^{-1} (y/x) + 360$	294.3940649

Kesimpulan

Tabel 3. 17 *Tabel Hasil Perhitungan Vincenty dengan Lintang Geodetik pada Planetarium UIN Walisongo Semarang*

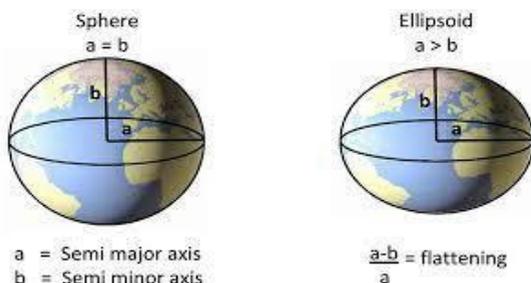
103° 54' 53.2"	U-T-S-B	Azimuth Planetarium UIN Walisongo dari Ka'bah
294° 23' 38.6"	U-T-S-B	Azimuth Ka'bah dari Planetarium UIN Walisongo
8306.354968	KM	Jarak antara Planetarium UIN Walisongo dan Ka'bah

## BAB IV

### ANALISIS PENERAPAN LINTANG GEODETIK DAN GEOGRAFIS DALAM PERHITUNGAN ARAH KIBLAT

#### A. Analisis Metode Perhitungan Arah Kiblat dengan Teori *Vincenty* Menggunakan Lintang Geodetik dan Geografis

Sistem koordinat geografis menggunakan permukaan bumi yang berbentuk bola untuk mendefinisikan sebuah lokasi di Bumi. Dalam ilmu geometri dikenal bangun ruang bola (*sphere*) dan ellipsoid (*spheroid*), dimana bola merupakan transformasi 3D dari lingkaran sementara ellipsoid merupakan transformasi 3D dari ellipsis.



Gambar 4. 1 *Perbedaan Bumi Bola dan Ellipsoid<sup>1</sup>*

Pada dasarnya Bumi berbentuk ellipsoid. Hal ini dikarenakan radius horizontal Bumi lebih panjang daripada radius vertikalnya. Namun untuk memudahkan

---

<sup>1</sup> <https://www.pngegg.com/id/png-ptzcn>, diakses 03 Juli 2023.

perhitungannya, Bumi sering diasumsikan sebagai Bola. Karena dalam rumus *vincenty* Bumi diasumsikan sebagai elips, maka dalam perhitungan arah kiblat harus dilakukan *flattening* (penggepengan) dengan rumus  $f = (a-b)/a$ . Nilai penggepengan ini menunjukkan derajat eliptikal Bumi.

Nilai penggepengan ( $f$ ) = 0, menunjukkan bentuk bola yang sempurna. Hal ini karena panjang sumbu semi-mayor dan sumbu semi-minor sama. Parameter yang digunakan untuk mendefinisikan model ellipsoid Bumi adalah sumbu semi-mayor, sumbu semi-minor dan derajat eliptikal. Model ellipsoid yang digunakan dalam beberapa negara berbeda-beda. Model ellipsoid umumnya dilambangkan dengan nama dan tahun. Contohnya model ellipsoid Clarke 1880, Everest 1830 dan *World Geodetic System* (WGS) 1984 yang sekarang ini digunakan di Indonesia.<sup>2</sup>

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan mengenai algoritma *vincenty* dalam perhitungan arah kiblat dan disertai pula hasil perhitungan baik menggunakan lintang geodetik maupun geografis. Dari perhitungan dengan kedua nilai lintang tersebut diperoleh hasil sebagai berikut :

---

<sup>2</sup> Vini Indriasari, *Sistem Informasi Geografis*, (Yogyakarta: Mobius, 2018), 63-64.

Tabel 4.1 *Tabel Hasil Perhitungan Vincenty Titik Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang*

	Geografis	Geodetik
Lintang	-06° 59' 31.72"	-06° 59' 29.83"
Bujur	110° 21' 02.85"	110° 20' 53.53"
Azimuth Masjid-Ka'bah	103° 54' 53.0"	103° 54' 55.2"
Azimuth Ka'bah-Masjid	294° 23' 38.5"	294° 23' 40.2"
Jarak	8306.351672 KM	8306.081209 KM
Sudut Arah Kiblat (U-B)	-65° 36' 21.46"	-65° 36' 19.75"
Sudut Arah Kiblat (B-U)	24° 23' 38.54"	24° 23' 40.25"

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai koordinat yang dihasilkan oleh GPS Navigasi dan GPS Geodetik terdapat perbedaan selisih kira-kira 2 detik busur pada lintangnya dan 1 menit 51 detik busur pada bujunya. Nilai lintang di atas ini dilakukan koreksi ellipsoid menggunakan rumus  $U = \arctan [(1 - f) \times \tan \phi]$ . Adapun nilai

bujur dilakukan *iterasi* (pengulangan perhitungan) sampai mendapatkan nilai 0.000000.

Dari hasil perhitungan arah kiblat menggunakan rumus *vincenty* yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, didapatkan hasil bahwa perhitungan arah kiblat Masjid Kampus 3 UIN Walisongo dengan menggunakan lintang geografis dan geodetik hanya terdapat perbedaan selisih azimuth Masjid-Ka'bah dan Ka'bah-Masjid sekitar 2 detik busur, begitu juga sudut arah kiblat (U-B) dan (B-U) yang memiliki selisih 2 detik busur. Adapun jarak yang dihasilkan memiliki selisih 0.279463 KM dengan jarak yang dihasilkan dengan menggunakan lintang dan bujur geodetik lebih kecil.

Tabel 4.2 *Tabel Hasil Perhitungan Vincenty Titik Planetarium UIN Walisongo Semarang*

	Geografis	Geodetik
Lintang	-06° 59' 29.69"	-06° 59' 31.86"
Bujur	110° 20' 53.78"	110° 21' 02.60"
Azimuth Planetarium-Ka'bah	103° 54' 54.9"	103° 54' 53.2"
Azimuth Ka'bah-Planetarium	294° 23' 40.1"	294° 23' 38.6"

Jarak	8306. 614033 KM	8306.354968 KM
Sudut Arah Kiblat (U-B)	-65° 36' 19.85"	-65° 36' 21.37"
Sudut Arah Kiblat (B-U)	24° 23' 40.15"	24° 23' 38.63"

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai koordinat yang dihasilkan oleh GPS Navigasi dan GPS Geodetik terdapat perbedaan selisih sekitar 2 detik busur pada nilai lintangnya dan 1 menit 51 detik busur pada bujuranya.

Adapun dari hasil perhitungan arah kiblat Planetarium UIN Walisongo dengan menggunakan metode *vincenty*, didapatkan hasil bahwa nilai azimuth Ka'bah-Planetarium terdapat perbedaan selisih 2 detik busur begitu juga nilai sudut arah kiblat (B-U) dan (U-B) yang memiliki selisih 2 detik busur. Sedangkan selisih jarak Planetarium-Ka'bah adalah sebesar 0.259065 KM.

Dari kedua penjelasan kedua tabel di atas, dapat diketahui bahwa :

#### 1) Data Koordinat

Seperti yang diketahui bahwa dalam perhitungan arah kiblat menggunakan teori *spherical trigonometri* harus terlebih dahulu diketahui koordinat tempat, koordinat ka'bah dan juga selisih bujur Ka'bah-tempat. Kaidah ini

juga berlaku dalam perhitungan arah kiblat menggunakan teori *vincenty*. Namun dalam hal ini terdapat perbedaan yang mendasar antara kedua teori ini, yaitu dimana teori *spherical trigonometri* mengasumsikan Bumi sebagai bola bulat dengan koordinat yang digunakan secara umum yaitu koordinat geografis. Sedangkan teori *vincenty* mengasumsikan Bumi sebagai ellipsoid, sehingga koordinat yang digunakan adalah koordinat geodetik. Selain itu dalam perhitungan *vincenty* ini diperlukan juga data-data lain :

- a. sumbu panjang pada ellipsoid (6378137),
- b. sumbu pendek pada ellipsoid (6356752.314),
- c. *flattering* atau penggepengan ellips berdasarkan data WGS 84 (0.003352810665)

ketiga data di atas, merupakan nilai pasti dan tetap yang digunakan dalam perhitungan *vincenty*.

Data koordinat geografis dan geodetik dari penelitian penulis memiliki perbedaan namun tidak begitu jauh, dimana nilai lintang geodetik dan geografis memiliki selisih 2 detik, sementara nilai bujur geodetik dan geografis memiliki selisih 1 menit. Sehingga dengan adanya perbedaan ini nilai hasil perhitungan azimuth, jarak dan sudut arah kiblat pun juga memiliki perbedaan kurang lebih 2 detik.

## 2) Formulasi Rumus

Rumus *vincenty* lebih rumit daripada rumus *spherical trigonometri*. Hal ini dikarenakan dalam perhitungan *vincenty* nilai lintang tempat dan Ka'bah perlu dilakukan koreksi ellipsoid terlebih dahulu sebelum nilai lintang tersebut digunakan dalam perhitungan *vincenty*. Adapun rumus dari koreksi ellipsoid tersebut adalah :

$U_1 = \arctan [(1-f) \times \tan \phi^k]$ , untuk melakukan koreksi ellipsoid lintang Ka'bah

$U_2 = \arctan [(1-f) \times \tan \phi^x]$ , untuk melakukan koreksi ellipsoid lintang tempat.

Selain itu, dalam perhitungan *vincenty* perlu dilakukan *iterasi* (pengulangan perhitungan) sampai nilai L atau bujur memperoleh nilai 0, dimana nilai L pertama adalah nilai dari selisih bujur tempat dan ka'bah. Nilai hasil selisih antara bujur tempat dan bujur Ka'bah tersebut kemudian digunakan untuk melakukan *iterasi* selanjutnya sampai dengan hasil nilai L atau bujur bernilai 0. Adapun rumus dari *iterasi* tersebut adalah sebagai berikut :

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

$$\cos \sigma = \sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L$$

$$\sigma = \tan^{-1} (\sin \sigma / \cos \sigma)$$

$$\sin \alpha = (\cos U_1 \cos U_2 \sin L) / \sin \sigma$$

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

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

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

$$L1 = L + (1 - C) f \times \sin \alpha [\sigma + C \times \sin \sigma (\cos (2\sigma_m) + C \times \cos \sigma (-1 + 2 \times \cos^2 (2\sigma_m)))]$$

setelah perhitungan L2 selesai dilakukan, maka hasil perhitungan L2 tersebut dilakukan selisih dengan hasil perhitungan L1, hingga memperoleh hasil nilai selisih dari L terakhir dengan L sebelumnya 0.00000.

Setelah pengulangan perhitungan dari nilai bujur memperoleh nilai 0, maka dilanjutkan pada perhitungan jarak antara tempat dan Ka'bah dengan rumus tersendiri yang menggunakan data dari hasil perhitungan  $\cos^2 \alpha$  yang diperoleh dari nilai *iterasi* terakhir, sumbu panjang dan sumbu pendek ellipsoid bumi dengan rumus sebagai berikut :

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

Hasil dari perhitungan menggunakan rumus di atas, akan memperoleh nilai jarak dalam satuan meter. Sehingga perlu dilakukan konversi agar menjadi satuan kilometer dengan rumus :

$$S (\text{jarak dalam satuan meter}) / 1000$$

Langkah terakhir dalam perhitungan *vincenty* adalah perhitungan arah dan azimuth tempat dan Ka'bah yang

menggunakan data lintang tempat dan Ka'bah hasil dari koreksi ellipsoid dan nilai L atau bujur pada *iterasi* terakhir yang memperoleh selisih nilai 0 dengan *iterasi* sebelumnya. Adapun rumus dari perhitungan tersebut adalah sebagai berikut :

$a_1 = \tan^{-1} (y/x) + 180$ , digunakan untuk menghitung arah tempat perhitungan dari Ka'bah.

$a_2 = \tan^{-1} (y/x) + 360$ , digunakan untuk menghitung azimuth Ka'bah dari tempat perhitungan.

### 3) Hasil Perhitungan

Hasil dari perhitungan *vincenty* menggunakan koordinat geografis dan geodetik memiliki perbedaan yang tidak begitu jauh seperti halnya data koordinatnya. Hasil pada perhitungan azimuth memiliki selisih pada detiknya yaitu 2 detik busur, begitu pula dengan sudut arah kiblatnya yang memiliki selisih 2 detik busur. Hal ini salah satunya dipengaruhi oleh nilai koordinat ka'bah yang penulis gunakan dalam perhitungan ini, dimana baik dalam perhitungan dengan koordinat tempat geodetik maupun geografis, koordinat Ka'bah yang penulis gunakan sama yaitu koordinat geografis yang penulis peroleh dari software *Google Earth*. Sehingga hasil dari perhitungan tersebut memperoleh nilai yang tidak begitu jauh. Seperti yang diketahui bahwa dalam perhitungan arah kiblat, data

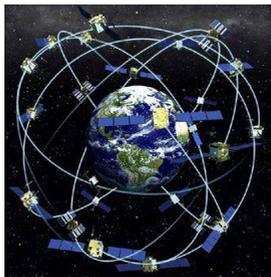
yang digunakan dan harus diketahui sebelumnya adalah lintang dan bujur Ka'bah dan lintang dan bujur tempat. Namun karena adanya keterbatasan penelitian penulis, maka koordinat Ka'bah dalam penelitian ini menggunakan nilai koordinat geografis yang sama.

Berdasarkan tabel dan analisis perhitungan arah kiblat Masjid Kampus 3 dan Planetarium UIN Walisongo Semarang di atas, maka dapat diketahui bahwa dalam perhitungan arah kiblat menggunakan rumus *vincenty* baik menggunakan koordinat geodetik maupun geografis hasil yang didapat tidak begitu jauh, karena selisih paling jauh terdapat di detiknya. Sehingga penggunaan koordinat geografis dalam perhitungan *vincenty* masih diperbolehkan. Hal ini juga dikarenakan nilai lintang akan dilakukan koreksi ellipsoid terlebih dahulu.

## **B. Analisis Keakuratan Data Lintang yang Digunakan dalam Perhitungan *Vincenty***

Salah satu aplikasi dari ilmu geodesi adalah penggunaan GPS dalam menentukan arah kiblat khususnya dalam penyajian titik koordinat Bumi. Hal ini karena tiga kajian utama dari ilmu geodesi adalah penentuan posisi, penentuan medan gaya berat dan variasi temporal dari posisi medan gaya berat dimana domain spasialnya adalah bumi beserta benda langit lainnya. Selain itu, setiap kajian di atas mempunyai

spektrum yang sangat luas baik dari teoritis sampai praktisnya dan mencakup dimensi darat, laut, udara bahkan luar angkasa.<sup>3</sup>



Gambar 4. 2 *Konstelasi Satelit GPS Mengitari Bumi*<sup>4</sup>

Salah satu kajian utama ilmu geodesi yaitu penentuan posisi penulis terapkan ketika melakukan pengamatan titik koordinat menggunakan 2 jenis GPS, yaitu GPS Geodetik dan Navigasi di Masjid Kampus 3 dan Planetarium UIN Walisongo Semarang.

---

<sup>3</sup> Anisah Budiwati, Tesis : *Kajian Tongkat Istiwa' dalam Menentukan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan dengan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth)*, (Semarang: IAIN Walisongo, 2013), 114.

<sup>4</sup> <https://diskominfo.tanjatimkab.go.id/artikel/detail/1/apa-itu-gps-dan-cara-kerjanya/>, diakses pada tanggal 03 Juli 2023 pukul 09.01 WIB.



*Gambar 4. 3 Pengamatan Menggunakan GPS Geodetik pada 21 Maret 2023 di Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang*



*Gambar 4. 4 Pengamatan Menggunakan GPS Geodetik pada 21 Maret 2023 di Planetarium UIN Walisongo Semarang*

Dari kedua pengamatan tersebut dapat dilihat masing-masing hasil koordinat yang diperoleh penulis pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.3 *Koordinat Hasil Pengamatan*

Lokasi	Tipe GPS	
	Navigasi	Geodetik
Masjid Kampus 3	-06° 59' 31.72"	-06° 59' 29.83"
Planetarium	-06° 59' 29.69"	-06° 59' 31.86"

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa koordinat geodetik yang dihasilkan oleh GPS Geodetik dan koordinat geografis yang dihasilkan oleh GPS Navigasi sebenarnya memiliki selisih yang sangat dekat. Hal ini juga didasarkan pada hasil perhitungan yang telah dijelaskan di atas bahwa hasil perhitungan *vincenty* dengan koordinat geodetik dan geografis hanya memiliki 2 detik. Sehingga penggunaan koordinat baik geodetik maupun geografis dalam perhitungan arah kiblat menggunakan metode *vincenty* masih diperbolehkan.

Namun untuk keakuratan perhitungan, tentu lebih baik menggunakan koordinat geodetik yang sesuai dengan asumsi teori *vincenty*. Namun tidak masalah juga apabila dalam perhitungan arah kiblat *vincenty* menggunakan koordinat geografis karena didasarkan pada hasil perhitungan dalam penelitian penulis baik dengan menggunakan koordinat

geodetik maupun geografis memperoleh hasil yang tidak begitu jauh.

Dalam perhitungan *vincenty* yang dilakukan oleh penulis ini, koordinat Ka'bah yang digunakan baik dalam perhitungan dengan koordinat tempat geodetik maupun geografis menggunakan koordinat Ka'bah geografis. Hal ini dapat menjadi salah satu alasan dari tidak begitu jauhnya hasil perhitungan antara keduanya. Selain itu tidak menutup kemungkinan apabila hasil perhitungan akan memperoleh hasil yang berbeda dengan hasil perhitungan yang dilakukan penulis apabila koordinat Ka'bah yang digunakan adalah geodetik. Sehingga hal ini perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam lagi oleh peneliti selanjutnya agar memperoleh hasil perhitungan yang lebih akurat.

Dala hal ini penentuan arah kiblat dapat didasarkan pada suatu hadits Nabi Muhammad saw. yang diriwayatkan oleh al-Baihaqi dari Abu Hurairah yang artinya sebagai berikut :

*“Baitullah adalah kiblat bagi orang-orang di Masjidil Haram. Masjidil Haram adalah kiblat bagi penduduk Tanah Haram (Makkah). Dan Tanah Haram adalah kiblat bagi semua umatku di bumi, baik di Barat maupun di Timur”.*

Meskipun sebenarnya fiqh memperbolehkan penerapan konsep kiblat secara *dzanni*, namun tetap mengusahakan agar dapat menghadap kiblat lebih utama.

Tabel 4.4 *Selisih Azimuth Arah Kiblat Menggunakan Koordinat dari GPS Navigasi dan Geodetik*

No	Lokasi	GPS Navigasi	GPS Geodetik	Selisih
1	Masjid Kampus 3	294° 23' 38.5"	294° 23' 40.2"	1.7"
2	Planetarium	294° 23' 40.1"	294° 23' 38.6"	1.5"

Toleransi penyimpangan penambahan dan pengurangan azimuth arah kiblat maksimal adalah  $0^{\circ} 6' 36''$  dan  $-0^{\circ} 10' 12''$  dari azimuth Ka'bah. Berdasarkan tabel selisih azimuth arah kiblat di atas, dapat diketahui bahwa selisih azimuth arah kiblat menggunakan data koordinat dari GPS Navigasi dan Geodetik hanya selisih 1.7" busur untuk lokasi Masjid Kampus 3 UIN Walisongo Semarang dan 1.5" busur untuk lokasi Planetarium UIN Walisongo Semarang.

Berdasarkan tabel selisih azimuth arah kiblat di atas, maka penerapan penggunaan lintang geodetik dan geografis dalam penentuan arah kiblat menggunakan teori *vincenty* berdasarkan penelitian ini belum dapat dikatakan akurat sepenuhnya karena masih adanya ketimpangan dalam hal penggunaan koordinat Ka'bah.

## **BAB V PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Metode perhitungan arah kiblat dengan lintang geodetik dan geografis menggunakan metode *vincenty* harus melalui serangkaian proses yang rumit namun hasil dari perhitungan tersebut terbilang akurat. Hal ini dikarenakan dalam perhitungan *vincenty*, koordinat lintang baik tempat maupun Ka'bah harus dilakukan koreksi ellipsoid terlebih dahulu. Selain itu juga dilakukan *iterasi* (pengulangan perhitungan) sampai selisih nilai  $L$  (beda bujur) memperoleh hasil 0.00000. Kemudian berdasarkan *iterasi* terakhir dimana selisih nilai  $L$  memperoleh hasil 0.00000 tersebut digunakan sebagai data dalam perhitungan jarak azimuth dan sudut arah kiblat.
2. Perhitungan arah kiblat *vincenty* dengan menggunakan lintang geodetik dan geografis memperoleh selisih hasil azimuth yang sangat dekat, yaitu 1.7" busur untuk lokasi Masjid Kampus 3 UIN Walisongo dan 1.5" busur untuk lokasi Planetarium UIN Walisongo. Hasil perhitungan ini dipengaruhi oleh faktor data koordinat Ka'bah geografis

yang digunakan oleh penulis dalam perhitungan *vincenty* baik dalam perhitungan arah kiblat menggunakan data koordinat tempat geografis maupun geodetik. Apabila perhitungan dilakukan dengan menggunakan koordinat Ka'bah geodetik tidak menutup kemungkinan dapat memperoleh hasil yang berbeda. Sehingga dalam hal ini penerapan penggunaan lintang geodetik dan geografis dalam penentuan arah kiblat menggunakan teori *vincenty* berdasarkan penelitian ini belum dapat dikatakan akurat sepenuhnya karena masih adanya ketimpangan dalam hal penggunaan koordinat Ka'bah.

## **B. Saran**

Dari kesimpulan di atas, penulis memberikan beberapa saran bahwa perhitungan *vincenty* merupakan perhitungan arah kiblat yang cukup akurat dibandingkan dengan perhitungan segitiga bola yang sudah umum digunakan oleh para ahli falak dalam menentukan arah kiblat. Untuk itu alangkah lebih baiknya jika perhitungan *vincenty* ini juga bisa diperhitungkan sebagai salah satu teori perhitungan arah kiblat di samping teori segitiga bola untuk digunakan dalam menentukan arah kiblat baik oleh para ahli falak ataupun mahasiswa ilmu falak. Selain itu, dalam perhitungan *vincenty* ini data koordinat yang digunakan adalah koordinat geodetik, baik koordinat tempat maupun Ka'bah. Namun sepanjang penelusuran penulis,

koordinat Ka'bah yang banyak ditemukan adalah koordinat geografis. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahasan tersebut.

### **C. Penutup**

Penulis mengucapkan syukur *Alhamdulillah* kepada Allah Swt sebagai ungkapan syukur karena telah memberikan rahmat, kenikmatan dan hidayah kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tahapan akhir perjalanan penulis dalam menempuh pendidikan dengan melakukan penelitian ini.

Meskipun dalam proses penyusunan dan pengerjaannya penulis telah berupaya semaksimal mungkin, tentu masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan di dalamnya. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Karena sesungguhnya kesempurnaan hanyalah milik Allah Swt.

Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, para pegiat ilmu Falak dan dunia keilmuan pada umumnya. *Aamin.*

## DAFTAR PUSTAKA

### BUKU

- Abidin, Hasanuddin Z. 2001. *Geodesi Satelit*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Al-Syaukani, Muhammad bin Ali bin Muhammad. *Nail al-Author Juz II*. Mesir: Musthofa al-Halabi.
- Aryani, Dian Ika. 2022. *Pengantar Ilmu Geodesi*. Semarang: CV. Rafi Sarana Perkasa.
- Azhari, Susiknan. 2008. *Ensiklopedia Hisab Rukyat*. Cet. II. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Azwar. Saifuddin. 2004. *Metode Penelitian*. Cet 5. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dahlan, Abdul Azis, et. al. 1997. *Ensiklopedia Hukum Islam*. Cet. I. Jakarta: Ichtiar Baru Van Hoeve.
- Departemen Agama RI. 1993. *Ensiklopedia Islam*. Jakarta: CV. Anda Utama.
- Hambali, Slamet. 2012. *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*. Yogyakarta: Rizki Putra.
- , 2011. *Ilmu Falak I (Tentang Penentuan Awal Waktu Salat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*. Semarang: IAIN Walisongo Semarang.
- Hasan, M. Iqbal. 2002. *Pokok-Pokok Metode Penelitian dan Aplikasinya*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Hosen. 2016. *Zenit Panduan Perhitungan Azimuth Syathr Kiblat dan Awal Waktu Shalat*. Pamekasan: Duta Media Publishing.

- Hs, Fachruddin. 1992. *Ensiklopedia Al-Qur'an Jilid I*. Cet. I. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Hutasuhut, Muhammad Yunus. 2005. *Mengenal Dunia Penerbangan*. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana.
- Indriasari, Vini. 2018. *Sistem Informasi Geografis*. Yogyakarta: Mobius.
- Izzudin, Ahmad. 2012. *Ilmu Falak Praktis Hisab-Rukyat dan Solusi Permasalahannya*. Cet. II. Semarang: Pustaka Rizki Putra.
- , 2012. *Kajian terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*. Jakarta: Kementerian Agama RI.
- , 2012. *Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*. Conference Procesings. Surabaya: IAIN Sunan Ampel.
- , 2010. *Menentukan Arah Kiblat Praktis*. Cet. I. Yogyakarta: Logung Pustaka.
- Jamil, A. 2009. *Ilmu Falak (Teori dan Aplikasi)*. Jakarta: Amzah.
- Khazin, Muhyiddin. 2004. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Cet. I. Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Maktabah Syamilah. *Hadis 196 Imam Syafi'i Juz I*. (Ar-Risalah).
- , Muhammad bin Abdul Hadi Al-Madani. *Hasyisyah Sanad 'Ala Shahih Al-Bukhari, Juz 1*.
- Murtadho, Moh. 2008. *Ilmu Falak Praktis*. Malang: UIN Malang Press.
- Munawwir, Ahmad Warson. 1997. *Kamus Arab-Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progressif.

- Nabuka, Cholid dan Abu Achmadi. 2008. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Prahasta, Eddy. 2019. *Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar Perspektif Geodesi & Geomatika*. Bandung: Informatika.
- Rahman, Asjmuni A. 1976. *Qaidah-Qaidah Fiqih (Qawa'idul Fiqhiyyah)*. Jakarta: Bulan Bintang.
- Rawas, Muhammad dan Hamid Shadiq Qunaibi. 1985. *Terjemah Mu'jam Lughah al-Fuqaha'*. Beirut: Dar an-Nafais.
- Shaleh, Qomaruddin. 1983. *Asbabun Nuzul, Latar Belakang Historis Turunnya Ayat-Ayat Al-Qur'an*. Cet.7. Bandung: Diponegoro.
- Solikin, A. 2017. *Matematika Falak*. Cirebon: LovRinz Publishing.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Cet-23. Bandung: CV. Alfabeta.
- Tim Penyusun. 2006. *Al-Qur'an Al-Karim Terjemah Bahasa Indonesia (Ayat Pojok)*. Kudus: Menara Kudus.
- Yasin, As'ad. 2014. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an*. Jakarta: Gema Insani Press.

## JURNAL

- Amahoru, Abd. Haji dan Sri Rahmadani Pulu. 2022. "Analisis Posisi Astronomis (Lintang dan Bujur) Terhadap Perbedaan Awal Waktu Shalat di Provinsi Maluku". JPM: Jurnal Pendidikan MIPA. Vol 12, No. 1. <https://ejournal.tsb.ac.id/index.php/jpm/index>

- Arifin, Zainul. 2018. *“Toleransi Penyimpangan Pengukuran Arah Kiblat”*. Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak. Vol 2, No. 1.
- Awwaluddin, Mochammad Bambang, dkk. 2016. *“Kajian Penentuan Arah Kiblat secara Geodetis”*. Jurnal Teknik. Vol 37, No. 2. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>.
- , 2018. *“Analisis Setting Out Arah Kiblat dengan Menggunakan Metode GPS Real Time Kinematic”*. Ellipsoida : Jurnal Geodesi dan Geomatika. Vol 01, No. 01. ISSN 2621-9883.
- Budiwati, Anisah. 2018. *“Akurasi Arah Kiblat Masjid di Ruang Publik”*. JSSH (Jurnal Sains Sosial dan Humaniora). Vol 2. No 1.
- Gumilar, Irwan. dkk. 2019. *“Algoritma Penentuan dan Rekonstruksi Arah Kiblat Teliti Menggunakan Data GNSS”*. Geomatika. Vol 25, No. 2.
- Hambali, Slamet. Oktober 2013. *“Astronomi Islam dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus”*. Jurnal Al-Ahkam. Vol 23, No. 2.
- Hanum, Zut Nazar Mutia dan Ismail. 2022. *“Pandangan Tokoh Agama Jungka Gajah Terhadap Arah Kiblat Bagi Orang yang Jauh dari Ka’bah”*. Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy. Vol 01, No 2.
- Hidayat, Mohammad Taufik, dkk. 2018. *“Analisis Rumus Trigonometri dalam Penentuan Arah Kiblat”*. EduMa : Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika. ISSN 2086-3918 Vol 7, No. 1.
- Ikkal, Muhammad Chairul, dkk. 2017. *“Analisis Strategi Pengolahan Baseline GPS Berdasarkan Jumlah Titik Ikat dan Variasi Waktu Pengamatan”*. Jurnal Geodesi. Vol 06, No. 01.

- Ismail, Ismail, Dikson T. Yasin dan Zulfiah. 2021. “*Toleransi Pelencengan Arah Kiblat di Indonesia Perspektif Ilmu Falak dan Hukum Islam*”. Al-Mizan. Vol 17. No 01.
- Izzudin, Ahmad. 2020. “*Typology Jihatul Ka’bah on Qibla Direction of Mosques in Semarang*”. Ulul Albab: Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam. Vol 04. No 01.
- Kumar, Muneendra. 2009. “*World Geodetic System 1984: A Modern and Accurate Global Reference Frame*”. Marine Geodesy: Tandfonline Journal. Vol 12, No. 2. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15210608809379580>.
- Marwardi, “Aplikasi Teori Geodesi dalam Perhitungan Arah Kiblat : Studi untuk Kota Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen”, *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam*, Vol 08, No 2, 2014, <https://doi.org/10.24090/mnh.v8i2.416>
- Perkasa, Petrisly. 2019. “*Penggunaan Global Positioning System (GPS) untuk Dasar Survey pada Mahasiswa*”. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Balanga. ISSN 2338-426X Vol 7. No. 1.
- Rahayu, Dewi dan Laiyina Ukhti. 2022. “*Uji Akurasi Arah Kiblat Menggunakan Azimuth Bulan Purnama*”. *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy*. Vol 01. No 01.
- Sakirman. “*Spirit Budaya Islam Nusantara dalam Kontruks Rubu’ Mujayyab*”. Jurnal Ilmiah Kajian Antropologi. E-ISSN : 2599-1078.
- T. Vincenty. 1975. “*Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid of Nested Equations*”. *Survey Review XXII*, 176.

## KARYA ILMIAH

- Budiwati, Anisah. 2013. Tesis : Kajian Tingkat Istiwa' dalam Menentukan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan dengan GPS (*Global Positioning System*) dan *Google Earth*). Semarang: IAIN Walisongo.
- Churotin, Nurizzah. 2019. Skripsi : Akurasi Arah Kiblat Masjid Agung Sidoarjo (Studi Analisis dengan Acuan Metode Hisab *Vincenty*). Surabaya: UIN Sunan Ampel.
- Maulana, Nurdiansyah. 2014. Skripsi : Dampak Perbedaan Data Lintang dan Bujur Ka'bah dalam Penentuan Arah Kiblat di Indonesia. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Musthofa, Amir. 2019. Skripsi : Realisasi Pelaksanaan Fatwa MUI No. 5 Tahun 2020 Tentang Arah Kiblat Masjid di Kecamatan Medan Tembung. Medan: UIN Sumatera Utara.
- Qulub, Siti Tatmainul. 2013. Tesis : Analisis Metode Rasd al-Qiblat dalam Teori Astronomi dan Geodesi. Semarang: IAIN Walisongo.
- Ristanto, Wahyu. 2018. Tesis : *Analysis Positioning Accuracy with Hi Target V30 Receiver Based On the Use of GPS, GLONASS, and BEIDOU Satellite*. (Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ruwaidah. 2016. Skripsi : Analisis Perbedaan Lintang dan Bujur Kakbah Terhadap Penentuan Arah Kiblat dengan Menggunakan *Global Positioning System* dan *Google Earth*. (Semarang: UIN Walisongo).
- Shofiyah, Lailatus. 2022. Skripsi : Pemrograman Arah Kiblat Metode Vincenty Menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*. Semarang: UIN Walisongo.

## WEBSITE

<http://baitsyariah.blogspot.com/2019/01/surah-al-baqarah-ayat-177-tafsir-ibnu.html>, diakses pada tanggal 24 Desember 2022 pukul 10.15 WIB.

<http://mathclub.blogspot.com/2017/02/pemetaan-menentukan-kiblat-di-era.html>, diakses pada tanggal 14 Februari 2023 pukul 10.15 WIB.

<http://rumpunilmu25.blogspot.com/2016/06/rubu-dan-fungsinya.html>, diakses pada tanggal 14 Februari 2023 pukul 10.45 WIB.

<https://certifiedmtp.com/nedo-200100-185-heavy-duty-wooden-tripod-with-quick-clamps/>, diakses 30 September 2023.

<https://diskominfo.tanjabtimkab.go.id/artikel/detail/1/apa-itu-gps-dan-cara-kerjanya/>, diakses pada tanggal 03 Juli 2023 pukul 09.01 WIB.

[https://eprints.undip.ac.id/43973/3/BAB\\_II.pdf](https://eprints.undip.ac.id/43973/3/BAB_II.pdf), diakses pada tanggal 29 September 2023 pukul 00.56 WIB.

<https://hadeethenc.com/id/browse/hadith/10642>, diakses pada tanggal 23 Desember 2022 pukul 11.20 WIB.

<https://javasurvayindo.com/product/baterai-gps-chc/>, diakses 30 September 2023.

<https://loja.allcomp.com.br/produto/base-nivelante-com-adaptador-para-gps-rtk-2021-10-19-16-30-57.html>, diakses 30 September 2023.

[https://mining.ft.ulm.ac.id/opencourseware/NHK\\_SHGPS\\_14.pdf](https://mining.ft.ulm.ac.id/opencourseware/NHK_SHGPS_14.pdf), diakses pada tanggal 29 September 2023 pukul 01.15 WIB.

[https://mui.or.id/wp-content/uploads/files/fatwa/Fatwa-Kiblat\\_PDF](https://mui.or.id/wp-content/uploads/files/fatwa/Fatwa-Kiblat_PDF), diakses pada tanggal 25 November 2022 pukul 22.25 WIB.

<https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/07.14/problematika-arrah-kiblat/>, diakses pada 28 Juli 2023 pukul 21.08 WIB.

<https://www.belajarsipil.com/2014/01/14/pengertian-dan-fungsi-theodolit/>, diakses pada tanggal 14 Februari 2023 pukul 11.30 WIB.

<https://www.eramuslim.com/peradaban/ilmu-hisab/segitiga-bola-dan-arrah-kiblat.htm#.Y-iT0nZBzIU>, diakses pada tanggal 11 Februari 2023 pukul 14.27 WIB.

<http://www.fikriamiruddin.com/2020/03/kompas-bidik.html>, diakses pada tanggal 14 Februari 2023 pukul 10.50 WIB.

[https://www.garmin.co.id/products/discontinued/gpmap\\_62s/](https://www.garmin.co.id/products/discontinued/gpmap_62s/), diakses pada tanggal 15 April 2023 pukul 12.50 WIB.

[https://www.google.com/search?q=ilustrasi+metode+triangulasi+kupper+2005&tbm=isch&ved=2ahUKEwiwn4T55ff\\_AhVkh2MGHceyDmgQ2-cCegQIABAA&ooq=ilustrasi+metode+triangulasi+kupper+2005&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJ1DIBViTJWChJ2gAcAB4AIABcYgBxQmSAQM5LjSYAQCgAOGqAQtnD3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=tICIZLD1GeSOjuMPx-W6wAY&bih=568&biw=1349&hl=id#imgrc=QCHbgcLvXbed-M](https://www.google.com/search?q=ilustrasi+metode+triangulasi+kupper+2005&tbm=isch&ved=2ahUKEwiwn4T55ff_AhVkh2MGHceyDmgQ2-cCegQIABAA&ooq=ilustrasi+metode+triangulasi+kupper+2005&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJ1DIBViTJWChJ2gAcAB4AIABcYgBxQmSAQM5LjSYAQCgAOGqAQtnD3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=tICIZLD1GeSOjuMPx-W6wAY&bih=568&biw=1349&hl=id#imgrc=QCHbgcLvXbed-M), diakses pada tanggal 03 Juli 2023 pukul 09.30 WIB.

<https://www.hiclipart.com/free-transparent-background-png-clipart-zlmu>, diakses pada tanggal 15 April 2023 pukul 13.00 WIB.

<https://www.ilmupustaka.my.id/2016/11/ellipsoida-bumi-sebagai-bidang-hitungan.html>, diakses pada tanggal 11 Februari 2023 pukul 15.02 WIB.

<https://www.kucari.com/product/topcon-hiper-v-gnss-base-and-rover-gps-geodetic/>, diakses 30 September 2023.

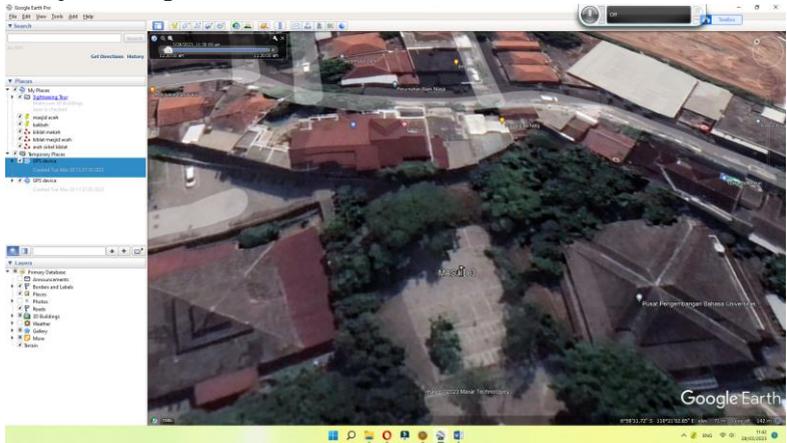
<https://www.pngegg.com/id/png-ptzcn>, diakses pada tanggal 03 Juli 2023 pukul 08.40 WIB.

Thomas Djamaluddin, “Tidak Ada Perubahan Arah Kiblat”, 17 Juli 2010,  
<https://tdjamaluddin.wordpress.com/2010/07/17/tidak-ada-perubahan-arrah-kiblat/>, diakses pada tanggal 28 Juli 2023 pukul 21.05 WIB.

# LAMPIRAN

## Data Koodinat Geografis

### 1. Masjid Kampus 3



### 2. Planetarium



# Data Koordinat Geodetik

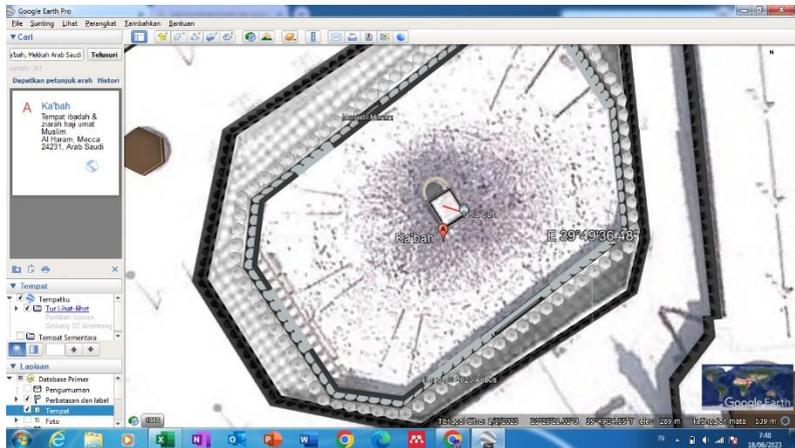
## 1. Masjid Kampus 3

Baseline Overview		Reference: osm	Rover: BMF0211a_HQGO
osm - BMF0211a_HQGO			
Coordinates			
Latitude:	0° 59' 14.16039" S	0° 59' 20.62297" S	
Longitude:	110° 22' 36.97448" E	110° 22' 33.85888" E	
Ellip. hgt:	37,7263 m	116.8377 m	
Solution type			
GNSS type:	GPS	Phase shift:	
Frequency:	L1 and L2		
Antiquity:	Yes		
osm - BMF0211a_TBDO			
Reference: osm			
Rover: BMF0211a_TBDO			
Coordinates			
Latitude:	0° 59' 14.16039" S	0° 59' 20.62297" S	
Longitude:	110° 22' 36.97448" E	110° 22' 33.85888" E	
Ellip. hgt:	37,7263 m	116.8388 m	
Solution type			
GNSS type:	GPS	Phase shift:	

## 2. Planetarium

Baseline Overview		Reference: osm	Rover: BMF0211a_HQGO
osm - BMF0211a_HQGO			
Coordinates			
Latitude:	0° 59' 14.16039" S	0° 59' 21.86647" S	
Longitude:	110° 22' 36.97448" E	110° 21' 02.62629" E	
Ellip. hgt:	37,7263 m	99.2169 m	
Solution type			
GNSS type:	GPS	Phase:	
Frequency:	L1 and L2		
Antiquity:	No		
osm - BMF0211a_HQGO			
Reference: osm			
Rover: BMF0211a_HQGO			
Coordinates			
Latitude:	0° 59' 14.16039" S	0° 59' 21.82209" S	
Longitude:	110° 22' 36.97448" E	110° 21' 02.79268" E	
Ellip. hgt:	37,7263 m	99.2047 m	
Solution type			
GNSS type:	Code	Code	
Frequency:	GPS	GPS	
Antiquity:	No	L1 and L2	
		No	

## Data Koordinat Ka'bah



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Stania Sasqiyatus Salma  
Tempat, Tanggal lahir : Demak, 01 Januari 2002  
Agama : Islam  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Alamat Asal : Desa Banjarsari 04/02, Gajah, Demak  
No. HP : 085875636614  
Email : [staniasalma02@gmail.com](mailto:staniasalma02@gmail.com)  
Riwayat Pendidikan : a. SD N 01 Banjarsari (2008-2013)  
b. MTs Al-Irsyad Gajah (2013-2016)  
c. SMA N 2 Demak (2016-2019)  
Riwayat Organisasi : a. UKMU An-Niswa UIN Walisongo  
b. PMII Rayon Syariah UIN Walisongo