

SKRIPSI

**PERBANDINGAN ANALISIS AKURASI ARAH KIBLAT
MENGUNAKAN METODE *SPHERICAL TRIGONOMETRY* DAN
METODE *VINCENTY* BESERTA PENERAPANNYA
DI MASJID GEDHE KAUMAN YOGYAKARTA**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2025

**PERBANDINGAN ANALISIS AKURASI ARAH KIBLAT
MENGUNAKAN METODE *SPHERICAL TRIGONOMETRY* DAN
METODE *VINCENTY* BESERTA PENERAPANNYA
DI MASJID GEDHE KAUMAN YOGYAKARTA**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Matematika



diajukan oleh

AWLIYA AMALI TAZKIYA

NIM. 21106010042

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Kepada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2025



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Awliya Amali Tazkiya

NIM : 21106010042

Judul Skripsi : Perbandingan Analisis Akurasi Arah Kiblat Menggunakan Metode *Spherical Trigonometry* dan Metode *Vincenty* beserta Penerapannya di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 28 Februari 2025

Pembimbing

Noor Saif Muhammad Mussafi, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19820617 200912 1 005



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-441/Un.02/DST/PP.00.9/03/2025

Tugas Akhir dengan judul : Perbandingan Analisis Akurasi Arah Kiblat Menggunakan Metode Spherical Trigonometry dan Metode Vincenty beserta Penerapannya di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AWLIYA AMALI TAZKIYA
Nomor Induk Mahasiswa : 21106010042
Telah diujikan pada : Jumat, 07 Maret 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Noor Saif Muhammad Mussafi, S.Si., M.Sc., Ph.D.

SIGNED

Valid ID: 67d122301af45



Penguji I

Pipit Pratiwi Rahayu, S.Si., M.Sc.

SIGNED

Valid ID: 67ce53aet051e1



Penguji II

Deddy Rahmadi, M.Sc.

SIGNED

Valid ID: 67cefas4628da



Yogyakarta, 07 Maret 2025

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 67d156eb98a0f

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Awliya Amali Tazkiya

NIM : 21106010042

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 28 Februari 2025



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Awliya Amali Tazkiya

HALAMAN MOTTO

Segala sesuatu yang telah Allah gariskan untukmu, akan tetap menjadi milikmu

Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka
mengubah apa yang ada pada diri mereka (QS Ar Ra'd:11)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini saya persembahkan untuk kedua orang tua terbaik yang tiada
henti mendo'akan kebaikan putrinya



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil 'alamiin, puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Analisis Akurasi Arah Kiblat Menggunakan Metode *Spherical Trigonometry* dan Metode *Vincenty* beserta Penerapannya di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw, beserta keluarga dan sahabatnya. Semoga kita kelak mendapatkan syafaatnya hingga akhir nanti.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai tantangan dan hambatan. Namun, berkat bimbingan, dukungan, serta do'a dari berbagai pihak, *Alhamdulillah* skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur dan hormat, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Noorhaidi Hasan, M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Prof. Dr. Hj Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Noor Saif Muhammad Mussafi, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran serta dengan sabar membimbing saya dalam setiap tahapan penelitian, memberikan masukan, arahan, dan motivasi hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

5. Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing, memberikan dukungan penuh, dan saran selama menjalani masa studi.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen pengajar Program Studi Matematika yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan wawasan berharga selama saya menempuh studi.
7. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi yang memberikan pelayanan, baik administrasi maupun fasilitas dengan sepenuh hati.
8. Kedua orang tua tercinta, hormat dan ta'dzim kepada Ayah M. Fajrul Munawir M.Ag. dan Ibu Siti Rohmah A'yuni S.P. yang tiada henti memberikan do'a, dukungan, motivasi, kasih sayang, dan kepercayaan serta kepada dua adik terbaik Rafi' Kahirani Sanabil dan Syifa Ilma Luthfia yang memberikan dukungan penuh untuk dapat menyelesaikan penelitian ini.
9. Segenap Pengurus Takmir Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta, kepada Bapak Drs, Muhammad Chawari, M. Hum. dan Bapak Azman Latif yang meluangkan waktu dan memberikan arahan selama masa pengumpulan data di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
10. Para kakak alumni UIN Walisongo, Lailatus Shofiyah, Hamas, dan Fika Afhmul yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, dan membantu dalam masa-masa sulit untuk dapat menyelesaikan penelitian ini.
11. Kakak alumni UIN Sunan Ampel, Nurizzah Churotin yang telah membimbing, memberikan arahan dan membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Sahabat-sahabat terbaik dari matematika terapan yang tiada henti memberikan semangat, dukungan, do'a dan saling menguatkan untuk dapat menyelesaikan penelitian ini.
13. Sahabat-sahabat dari Matematika Angkatan 2021 dan keluarga besar HMPS Matematika serta Departemen Kewirausahaan yang selalu memberikan motivasi dan dukungan selama menjalani masa studi.

14. Sahabat-sahabat KKN 114 Desa Sumbersari dan kolega Kerja Praktik dari IAIN Kediri yang memberikan dukungan dan do'a untuk dapat menyelesaikan penelitian ini.
15. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini.

Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan menjadi referensi yang berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 26 Februari 2025

Penulis



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xviii
INTISARI	xix
ABSTRACT	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Tinjauan Pustaka	5
1.7 Metodologi Penelitian	11
1.8 Sistematika Penulisan	14

BAB II DASAR TEORI PENENTUAN ARAH KIBLAT	15
2.1 Arah Kiblat.....	15
2.1.1 Pengertian Arah Kiblat	15
2.1.2 Hukum Arah Kiblat	16
2.1.3 Arah Kiblat dalam Prespektif Sains	18
2.2 Dasar-Dasar Trigonometri.....	19
2.2.1 Sudut dan Sisi	19
2.2.2 Radian dan Derajat	20
2.2.3 Hubungan Radian dan Derajat.....	21
2.2.4 Aturan Trigonometri pada Segitiga Datar	21
2.2.5 Aturan Sinus pada Segitiga Datar.....	23
2.2.6 Aturan Cosinus pada Segitiga Datar.....	23
2.2.7 Aturan Tangen pada Segitiga Datar	23
2.3 Metode Pengamatan Ilmu Hisab dalam Penentuan Arah Kiblat	24
2.3.1 Peta Satelit.....	24
2.3.2 <i>Rashdu Al-Qiblah</i>	25
2.4 Metode Pengukuran Ilmu Hisab dalam Penentuan Arah Kiblat.....	26
2.4.1 Theodolit.....	26
2.4.2 GPS (<i>Global Positioning System</i>)	28
2.4.3 Kompas.....	28
2.4.4 Bayangan matahari kepada segitiga siku-siku.....	29
2.4.5 Busur derajat.....	29
2.4.6 <i>Rubu' Mujayyab</i>	29
2.4.7 Istiwa'aini	30
2.5 Metode Perhitungan Ilmu Hisab dalam Penentuan Arah Kiblat	30

2.5.1 Metode Navigasi.....	30
2.5.2 Perangkat Lunak <i>Stellarium</i>	31
2.5.3 Metode <i>Vincenty</i>	31
2.5.4 Metode <i>Spherical Trigonometry</i>	32
2.6 Profil dan Sejarah Arah Kiblat Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta	39
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN PENENTUAN ARAH KIBLAT	43
3.1 Konsep dan Akurasi Perhitungan Arah Kiblat	43
3.1.1 Konsep dan Akurasi Perhitungan Arah Kiblat Menggunakan Metode <i>Spherical Trigonometry</i> beserta Pembuktiannya.....	43
3.1.2 Konsep dan Akurasi Perhitungan Arah Kiblat Menggunakan Metode <i>Vincenty</i>	59
3.2 Perhitungan Arah Kiblat dalam Studi Kasus	61
3.2.1 Penerapan Metode <i>Spherical Trigonometry</i>	61
3.2.2 Penerapan Metode <i>Vincenty</i> dalam Studi Kasus	78
3.3 Analisis Akurasi dan Perbandingan Hasil Penelitian.....	104
3.3.1 Pengukuran Acuan Titik Letak Arah Kiblat dengan Kompas.....	104
3.3.2 Analisis Akurasi dan Perbandingan Hasil Penelitian dari Metode <i>Spherical Trigonometry</i> dan <i>Vincenty</i> terhadap Arah Kiblat Acuan	107
3.4 Pemrograman Arah Kiblat Metode <i>Vincenty</i> dan Metode <i>Spherical</i> <i>Trigonometry</i> Menggunakan <i>Software</i> Microsoft Visual Basic 6.0	112
3.4.1 <i>Flowchart</i> Program.....	112
3.4.2 Spesifikasi.....	113
3.4.3 Perancangan Program	113
3.4.4 Implementasi Program.....	116

3.4.5 Pengujian Program	123
BAB IV PENUTUP	129
1. Kesimpulan	129
2. Saran	132
DAFTAR PUSTAKA	133
LAMPIRAN.....	136



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian	13
Gambar 2.1 Sudut dan Sisi 1	20
Gambar 2.2 Sudut dan Sisi 2	20
Gambar 2.3 Sudut dan Sisi 3	20
Gambar 2.4 Segitiga Siku-Siku ABC	22
Gambar 2.5 Segitiga ABC Sembarang	23
Gambar 2.6 Theodolit	26
Gambar 2.7 Kompas	28
Gambar 2.8 <i>Rubu' Mujayyab</i>	29
Gambar 2.9 Bidang Bola	33
Gambar 2.10 Sudut Bola	33
Gambar 2.11 Segitiga Bola	34
Gambar 2.12 Segitiga Bola Siku-Siku	35
Gambar 2.13 Napier 1	35
Gambar 2.14 Napier 2	35
Gambar 2.15 Aturan Sinus 1	37
Gambar 2.16 Aturan Sinus 2	37
Gambar 2.17 Aturan Sinus 3	37
Gambar 2.18 Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta	39
Gambar 3.1 Bola Bumi	43
Gambar 3.2 <i>True North</i> 1	43
Gambar 3.3 <i>True North</i> 2	43
Gambar 3.4 Segitiga Miring	55

Gambar 3.5 Dua Segitiga Bola.....	55
Gambar 3.6 Segitiga Bola ABC	56
Gambar 3.7 Aturan Napier	56
Gambar 3.8 Sketsa Arah Kiblat Masjid Gedhe Kauman	105
Gambar 3.9 Sketsa Arah Kiblat Masjid UIN Sunan Kalijaga.....	106
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Program Arah Kiblat	112
Gambar 3.11 Rancangan Program	113
Gambar 3.12 <i>Form</i> Program Arah Kiblat	115
Gambar 3.13 <i>Coding</i> Fungsi	116
Gambar 3.14 <i>Coding</i> Hitung Jarak A.....	117
Gambar 3.15 <i>Coding</i> Hitung Jarak B	118
Gambar 3.16 <i>Coding</i> Hitung Kiblat1 A	119
Gambar 3.17 <i>Coding</i> Hitung Kiblat1 B	120
Gambar 3.18 <i>Coding</i> Selisih 1	121
Gambar 3.19 <i>Coding</i> Hitung Kiblat2.....	121
Gambar 3.20 <i>Coding</i> Selisih 2	122
Gambar 3.21 <i>Coding</i> Hapus.....	122
Gambar 3.22 <i>Coding</i> Keluar	123
Gambar 3.23 Pengujian Program	123
Gambar 3.24 Tampilan <i>Input</i> Pengujian 1	124
Gambar 3.25 Tampilan <i>Input</i> Pengujian 2	125
Gambar 3.26 Tampilan <i>Output</i> Pengujian 1	126
Gambar 3.27 Tampilan <i>Output</i> Pengujian 2	127

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka.....	7
Tabel 3.1 Perbandingan Hasil Penelitian	107
Tabel 3.2 Perbandingan Selisih Sudut	109
Tabel 3.3 Spesifikasi Perangkat	113
Tabel 4.1 Perbandingan Perhitungan Manual dan Program.....	131



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Iterasi Metode <i>Vincenty</i> (Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta).....	136
Lampiran 2 Iterasi Metode <i>Vincenty</i> (Masjid UIN Sunan Kalijaga).....	147
Lampiran 3 <i>Coding</i> Program Arah Kiblat.....	158



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Π	: pi/phi/3.141592653...
$^{\circ}$: Derajat
'	: Menit
"	: Detik
Rad	: Radian
Tan	: Tangen
Sin	: Sinus
Cos	: Cosinus
GPS	: <i>Global Positioning System</i>
φ_t	: Lintang tempat
λ_t	: Bujur tempat
φ_k	: Lintang Ka'bah
λ_k	: Bujur Ka'bah
f	: Penggepengan
S	: Panjang <i>geodesic</i>
U	: Lintang tereduksi
a (Vincenty)	: Panjang mayor axis
b (Vincenty)	: Panjang minor axis
L_0 (Vincenty)	: Selisih bujur pada bola bantu
a (Spherical Trigonometry)	: Jarak bujur Ka'bah dan bujur tempat
b (Spherical Trigonometry)	: Jarak garis lintang tempat dengan kutub utara
C (Spherical Trigonometry)	: Jarak garis lintang Ka'bah dengan kutub utara

INTISARI

PERBANDINGAN ANALISIS AKURASI ARAH KIBLAT MENGUNAKAN METODE *SPHERICAL TRIGONOMETRY* DAN METODE *VINCENTY* BESERTA PENERAPANNYA PADA ARAH KIBLAT

Oleh
AWLIYA AMALI TAZKIYA
NIM. 21106010042

Arah kiblat adalah arah yang menentukan posisi umat muslim dalam melaksanakan sholat. Ketidakhati-hatian dalam pengukuran arah kiblat dapat berdampak pada pembelokan arah kiblat yang sebenarnya. Oleh karena itu, perlu adanya perbandingan antara metode-metode penentuan arah kiblat. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan metode terbaik dan arah kiblat yang akurat. Penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu metode *Spherical Trigonometry* dan metode *Vincenty*. Metode *Spherical Trigonometry* menggunakan konsep segitiga bola yang terbentuk dari tiga lingkaran besar dengan perpotongan pada titik koordinat Ka'bah, titik koordinat tempat dan titik kutub utara, sedangkan Metode *Vincenty* menggunakan konsep *ellipsoid* bumi untuk menentukan jarak dan azimuth dengan solusi bersifat iteratif. Dua metode tersebut dihitung akurasi arah kiblatnya dengan menghasilkan sudut azimuth kiblat. Studi kasus yang diangkat dalam penelitian ini adalah di Masjid Gedhe kauman Yogyakarta. Perhitungan arah kiblat dilakukan dengan hitung manual dan pemrograman komputer. Hasil perhitungan dari dua metode tersebut menunjukkan, bahwa akurasi tertinggi adalah metode *Spherical Trigonometry*. Dalam metode ini, menghasilkan azimuth kiblat sebesar $294,714930349531^\circ$ dan selisih sudut $0,000030349531^\circ$ dengan acuan titik letak arah kiblat.

Kata kunci: Arah Kiblat, Metode *Spherical Trigonometry*, Metode *Vincenty*

ABSTRACT

COMPARISON OF QIBLA DIRECTION ACCURACY ANALYSIS USING *SPHERICAL TRIGONOMETRY* METHOD AND *VINCENTY* METHOD AND ITS APPLICATION ON QIBLA DIRECTION

by

AWLIYA AMALI TAZKIYA

NIM. 21106010042

Qibla direction is the direction that determines the position of Muslims in performing prayers. Carelessness in measuring the Qibla direction can result in deflection of the actual Qibla direction. Therefore, it is necessary to compare the methods of determining the Qibla direction. This research aims to produce the best method and accurate Qibla direction. This research uses two methods, namely the Spherical Trigonometry method and the Vincenty method. The Spherical Trigonometry method uses the concept of a spherical triangle formed from three large circles with intersections at the coordinate point of the Kaaba, the coordinate point of the place and the north pole point, while the Vincenty Method uses the concept of the earth's ellipsoid to determine the distance and azimuth with an iterative solution. The two methods are calculated for the accuracy of the Qibla direction by producing the Qibla azimuth angle. The case study raised in this research is at the Gedhe Kauman Mosque, Yogyakarta. Calculation of Qibla direction is done by manual calculation and computer programming. The calculation results of the two methods show that the highest accuracy is the Spherical Trigonometry method. In this method, it produces a Qibla azimuth of $294,714930349531^\circ$ and an angle difference of $0,000030349531^\circ$ with reference to the location point of the Qibla direction.

Keywords: Qibla Direction, *Spherical Trigonometry* Method, *Vincenty* Method

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Arah Kiblat merupakan kesatuan arah yang digunakan umat islam sebagai posisi dalam melaksanakan ibadah sholat. Arah dalam hal ini adalah tujuan, sebagaimana tujuan umat islam dalam menentukan posisi dalam beribadah. Sedangkan kiblat adalah Ka'bah, sebagai bentuk perwujudan pemersatu umat islam dalam melaksanakan ibadah sholat. Keberadaan arah kiblat menjadi hal yang wajib dalam syarat sah sholat, sehingga sebagai umat islam harus mengetahui secara pasti letak arah kiblat itu berada.

Dalam QS. Al-Baqarah/2; 115:

وَلِلَّهِ الْمَشْرِقُ وَالْمَغْرِبُ ۚ فَأَيْنَمَا تُولُوْا فَتَمَّ وَجْهُ اللَّهِ ۚ إِنَّ اللَّهَ وَسِيعُ عَلِيمٍ ﴿١١٥﴾

Artinya: Dan kepunyaan Allah-lah timur dan barat, maka kemanapun kamu menghadap di situlah wajah Allah. Sesungguhnya Allah Maha Luas (Rahmat-Nya) lagi Maha Mengetahui. (QS. Al-Baqarah/2; 115)

Ayat di atas menjelaskan bahwa dalam pencarian arah kiblat dapat ditentukan berdasarkan kemampuan dari masing-masing individu menurut keterbatasan tempat dan kondisi. Di mana pada ayat tersebut terdapat timur dan barat. Pada Kitab Tafsir Al-Mishbah karya M. Quraish Shihab (2006) dinyatakan bahwa arah timur dan barat sebagai perwakilan dari seluruh penjuru dunia yang menggambarkan terbit dan tenggelamnya matahari. Menurut kitab tersebut juga dijelaskan sebab-sebab turunnya ayat ini karena keberadaan kaum muslimin setelah hijrah ke Madinah yang mengakibatkan mereka tidak dapat beribadah ke Masjidil Haram. Oleh karena, itu turunlah ayat ini sebagai penghibur mereka atas keinginan tersebut dan menegaskan bahwa seluruh penjuru adalah milik Allah, sedangkan arah timur dan barat sebagai akibat posisi mereka berada.

Ayat ini kembali menegaskan bahwa adanya hukum *rukhsah* atau keringanan kepada setiap individu dalam melaksanakan ibadah sholat. Hal ini hanya diperuntukkan bagi mereka yang terhalang tempat dan kondisi, sehingga tidak memungkinkan mereka mengetahui secara pasti dan konstan arah kiblat berada, seperti sedang menempuh perjalanan di kereta, pesawat, atau kapal. Dalam praktiknya, penentuan arah kiblat tidak hanya berlandaskan pada kajian fiqh sebagai syarat sah sholat. Lebih dari itu, penentuan arah kiblat juga merupakan media pemersatu umat. Oleh karena itu, keberadaan arah kiblat tersebut harus ditelusuri dan diketahui secara pasti, terlebih di zaman globalisasi saat ini ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat.

Di Indonesia, arah kiblat tidak dapat dipandang dengan hanya menghadap ke barat, namun perlu perhitungan dan pengamatan yang teliti untuk mendeteksi arah kiblat yang sebenarnya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan umat islam, yaitu berjihad meyakinkan arah kiblat adalah dengan melakukan perhitungan yang akurat dalam penentuan arah kiblat. Permasalahan terjadi ketika arah kiblat di setiap daerah/negara memiliki derajat kemiringan yang tidak sama. Perbedaan kemiringan itu dipengaruhi oleh perbedaan letak, jarak dan sudut tempat terhadap letak Ka'bah. Ketidakhati-hatian dalam perhitungan dan pengamatan arah kiblat yang benar di setiap daerah, akan mengakibatkan pembelokan arah kiblat. Bahkan selisih $0,1^\circ$ pun dapat memengaruhi arah kiblat itu sendiri.

Kewaspadaan penentuan arah kiblat dapat diantisipasi dengan memaksimalkan metode penentuan arah kiblat. Dalam hal ini, telah muncul berbagai cara/metode dari masa ke masa mulai dari tradisional sampai modern untuk mengukur arah kiblat guna menentukan kemiringan derajat yang akurat. Menurut Izzuddin (2012), metode-metode tersebut teridentifikasi melalui, (1) metode pengamatan seperti yang pernah dilakukan Rasulullah SAW yaitu *rashdul kiblat*, (2) metode pengukuran arah menggunakan alat ukur seperti, theodolit, kompas magnetik, matahari, busur derajat, *rubu' mujayyab* dan bintang, (3) metode perhitungan secara astronomis, seperti *spherical*

trigonometry, metode *Vincenty*, perangkat lunak *Stellarium* dan navigasi. Meskipun demikian, tak jarang terjadi ketidakakuratan dalam penentuan arah kiblat. Sehingga perlu adanya perbandingan atas beberapa metode yang dapat dilakukan dalam penentuan arah kiblat.

Dalam penelitian ini akan dibandingkan dua metode melalui proses hisab yaitu metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty*. Kedua metode ini sama-sama menggunakan prinsip lingkaran besar (*great circle*) dan masih menggunakan rumus trigonometri. Metode *spherical trigonometry* adalah metode yang menggambarkan segitiga bola dengan letak tiga titik yaitu letak Ka'bah, letak tempat dan kutub utara. Secara khusus metode tersebut bertumpu pada arah utara sejati. Sedangkan metode *Vincenty* adalah metode yang diambil dari teori Geodesi dengan menggunakan prinsip bumi *ellipsoid* sebagai rumus trigonometri yang melewati pengulangan iterasi hingga iterasi memiliki selisih nilai 0. Kedua metode sama-sama berdasar pada penggunaan lingkaran besar. Menurut Izzuddin (2012) dijelaskan bahwa perbedaan dari kedua metode ini terletak pada acuan bumi, metode *spherical trigonometry* menggunakan acuan bola bulat dan metode *vincenty* menggunakan acuan ellips putar. Meskipun demikian, keduanya masing menggunakan prinsip-prinsip dasar trigonometri.

Studi kasus yang diangkat dari penelitian ini menggunakan data tempat dari letak Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta. Hal-hal tersebut telah melatarbelakangi penelitian ini dengan judul “Perbandingan Analisis Akurasi Arah Kiblat Menggunakan Metode *Spherical Trigonometry* dan Metode *Vincenty* beserta Penerapannya pada Arah Kiblat”. Data yang diambil dari Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta akan diimplementasikan ke dalam metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty*. Sebelum itu, akan diukur acuan titik letak dengan metode pengamatan arah kiblat menggunakan metode *Rashdul Kiblat*. Hasil perhitungan akan dibandingkan besar azimuth dan selisihnya antara metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty*. Sehingga, dihasilkan analisis perbandingan dari dua metode tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana konsep dan akurasi perhitungan arah kiblat menggunakan metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty*?
2. Bagaimana penerapan metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty* dalam studi kasus?
3. Bagaimana perbandingan keakuratan metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty* dengan acuan titik letak arah kiblat dan selisih hasil sudutnya?
4. Bagaimana pemrograman arah kiblat menggunakan metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty* sebagai pembanding perhitungan manual?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui konsep dan akurasi perhitungan arah kiblat menggunakan metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty*.
2. Mengetahui penerapan metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty* dalam studi kasus.
3. Menganalisis perbandingan keakuratan metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty* dengan acuan titik letak arah kiblat dan selisih hasil sudutnya.
4. Mengembangkan pemrograman arah kiblat menggunakan metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty* sebagai pembanding perhitungan manual.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat, antara lain:

1. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada perkembangan keilmuan matematika terkait penelitian hisab rukyat yang berfokus pada perbandingan dua metode penentuan arah kiblat serta dapat menambah kajian dalam studi kasus yang berbeda, sehingga

dapat menjadi acuan/bahan referensi peneliti lain dalam pembaharuan penelitian selanjutnya.

2. Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang sistematis kepada beberapa pihak, yaitu pengurus masjid yang berwenang atas penentuan arah kiblat masjid, masyarakat, dan pelaksana lapangan lainnya sebagai pedoman bagi penentuan arah kiblat.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghasilkan lingkup pembahasan yang berfokus pada tema, penelitian ini memiliki batasan-batasan masalah, antara lain:

1. Metode *spherical trigonometry* ini meliputi lima formula, yaitu rumus gabungan aturan cosinus untuk sisi, rumus analogi Gauss, rumus analogi Napier, rumus segitiga bola siku-siku, dan rumus fungsi Haversine.
2. Metode *Vincenty* dibatasi dengan nilai L_n mencapai 13 angka di belakang koma.
3. Studi kasus yang digunakan sebagai penerapan kedua metode adalah dari tempat yang sama yaitu Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta untuk diambil data-data penelitian.
4. Analisis perbandingan keakuratan melalui selisih derajat kemiringan antara kedua metode dengan acuan titik letak arah kiblat menggunakan *Rashdul Kiblat*.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka disusun untuk memberikan dasar teoretis yang relevan dengan penelitian ini. Dalam hal ini akan dibahas berbagai konsep dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian ini, sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Izzuddin (2012) yang berjudul "*Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*". Jurnal ini membahas tentang empat hal, yaitu definisi arah yang dalam istilah fiqh tentang arah menghadap kiblat, aplikasi teori penentuan arah kiblat menggunakan

trigonometri bola, teori geodesi, dan teori navigasi, bangunan kerangka teoritik, dan perhitungannya.

2. Jurnal karya Marwadi (2014) yang berjudul “*Aplikasi Teori Geodesi dalam Perhitungan Arah Kiblat: Studi Untuk Kota Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen*”. Jurnal ini membahas mengenai penjelasan teori perhitungan arah kiblat dengan metode *spherical trigonometry* dan teori geodesi di setiap studi kasus.
3. Jurnal karya Awaluddin et al. (2016) yang berjudul “*Kajian Penentuan Arah Kiblat Secara Geodetis*”. Jurnal ini membahas mengenai penentuan arah kiblat berdasarkan tiga bidang, yaitu *ellipsoid*, Peta Mercator dan bola secara geodetic yang membandingkan dengan hasil metode *rashdul kiblat*.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Arifuzzaky (2017) yang berjudul “*Telaah Matematis Penentuan Arah Kiblat dengan Metode Spherical Trigonometry dan Metode Navigasi*”. Penelitian ini membahas tentang penentuan arah kiblat dengan dua metode yaitu metode *spherical trigonometry* dan navigasi yang keduanya diaplikasikan dalam struktur control pada GUI (*Graphical User Interface*) MATLAB. Kedua metode tersebut dibandingkan dengan hasil arah kiblat menggunakan metode *rashdul kiblat* dan GPS pada suatu studi kasus.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Nurizzah Churotin (2019) yang berjudul “*Akurasi Arah Kiblat Masjid Agung Sidoarjo (Studi Analisis dengan Acuan Metode Hisab Vincenty)*”. Penelitian ini membahas mengenai teori fikih arah kiblat dan penentuan arah kiblat serta mengukur akurasinya menggunakan metode *Hisab Vincenty* pada suatu studi kasus.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Lailatus Shofiyah (2022) yang berjudul “*Pemrograman Arah Kiblat Metode Vincenty menggunakan Microsoft*”.

Visual Basic 6.0". Penelitian ini membahas mengenai perhitungan arah kiblat dengan menggunakan metode *Vincenty* beserta perancangan programnya menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*.

Uraian tentang perbedaan dan persamaan penelitian ini dengan penelitian lain disajikan dalam bentuk tabel, sebagai berikut:

Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
Ahmad Izzuddin (2012)	<i>Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya</i>	Persamaannya berada pada metode yang dipakai di penelitian ini dimana sama-sama menggunakan metode <i>spherical trigonometry</i> /trigonometri bola dan teori <i>Vincenty</i> /geodesi. Perbedaannya ada terletak pada fokus metode jika yang dilakukan oleh Ahmad Izzuddin (2012) berfokus pada tiga metode tanpa ada perhitungan matematis penentuan arah kiblat, sedangkan penelitian ini dengan menggunakan perbandingan dua metode dan perhitungan matematis baik itu metode <i>spherical trigonometry</i> maupun metode <i>Vincenty</i> dengan lima formula.
Marwadi (2014)	<i>Aplikasi Teori Geodesi dalam</i>	Persamaannya berada pada metode yang dipakai di

	<p><i>Perhitungan Arah Kiblat: Studi Untuk Kota Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen</i></p>	<p>penelitian ini dimana sama-sama menggunakan metode <i>spherical trigonometry</i> dan teori <i>Vincenty</i>.</p> <p>Perbedaannya terletak pada uraian perhitungan masing-masing metode dimana pada penelitian oleh Marwadi (2014) hanya mengulas rumus umum <i>Vincenty</i> dan satu formula <i>spherical trigonometry</i>. Sedangkan pada penelitian ini menguraikan baik itu rumus umum maupun perhitungan <i>Vincenty</i> beserta iterasinya dan menggunakan lima formula <i>spherical trigonometry</i>. Perbedaan lainnya ada berada pada studi kasus yang diambil.</p>
<p>Moehammad Awaluddin, Bambang Darmo Yuwono, H. Hani'ah, & Satrio Wicaksono (2016)</p>	<p><i>Kajian Penentuan Arah Kiblat Secara Geodetis</i></p>	<p>Persamaannya berada pada metode yang dipakai di penelitian ini dimana sama-sama menggunakan metode <i>Vincenty</i>.</p> <p>Perbedaannya adalah berfokus pada metode yang digunakan dimana pada penelitian oleh Awaluddin et al. (2016) yang menggunakan satu metode tanpa perhitungan arah kiblat. Sedangkan pada penelitian ini</p>

		menggunakan perbandingan dua metode dengan perhitungan arah kiblat.
Muhammad Arifuzzaky (2017)	<i>Telaah Matematis Penentuan Arah Kiblat dengan Metode Spherical Trigonometry dan Metode Navigasi</i>	<p>Persamaannya berada pada metode yang dipakai di penelitian ini dimana sama-sama menggunakan metode <i>spherical trigonometry</i>.</p> <p>Perbedaannya adalah terletak pada fokus perbandingan metode yang digunakan dimana pada penelitian oleh Muhammad Arifuzzaky (2017) metode <i>spherical trigonometry</i> dibandingkan dengan metode navigasi dan menggunakan empat formula <i>spherical trigonometry</i>. Sedangkan pada penelitian ini, metode <i>spherical trigonometry</i> dibandingkan dengan metode <i>Vincenty</i> dan menggunakan lima formula <i>spherical trigonometry</i>. Perbedaan lainnya ada berada pada studi kasus yang diambil.</p>
Nurizzah Churotin (2019)	<i>Akurasi Arah Kiblat Masjid Agung Sidoarjo (Studi Analisis dengan</i>	<p>Persamaannya berada pada metode yang dipakai di penelitian ini dimana sama-sama menggunakan metode <i>Vincenty</i>.</p>

	<i>Acuan Metode Hisab Vincenty)</i>	Perbedaannya adalah berfokus pada metode yang digunakan dimana pada penelitian oleh Nurizzah Churotin (2019) yang menggunakan satu metode yaitu metode <i>Vincenty</i> . Sedangkan pada penelitian ini menggunakan perbandingan dua metode yaitu dengan metode <i>spherical trigonometry</i> .
Lailatus Shofiyah (2022)	<i>Pemrograman Arah Kiblat Metode Vincenty menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0</i>	<p>Persamaannya berada pada metode yang dipakai di penelitian ini dimana sama-sama menggunakan metode <i>Vincenty</i>, baik perhitungan manual maupun programnya menggunakan <i>Microsoft Visual Basic 6.0</i>.</p> <p>Perbedaannya adalah berfokus pada metode yang digunakan dimana pada penelitian oleh Lailatus Shofiyah (2022) menggunakan satu metode yaitu metode <i>Vincenty</i>. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan perbandingan dua metode yaitu dengan metode <i>spherical trigonometry</i> baik itu dalam perhitungan manual maupun programnya.</p>

Adapun dari tiga penelitian sebelumnya yaitu yang ditulis oleh Awaluddin et al. (2016), Nurizzah Churotin (2019), dan Lailatus Shofiyah (2022) sama-sama berfokus pada satu metode yaitu metode *Vincenty*. Bahkan pada penelitian Awaluddin et al. (2016) belum diuraikan perhitungan penentuan arah kiblatnya. Sedangkan pada penelitian ini, akan dibandingkan metode tersebut dengan metode *spherical trigonometry* beserta perhitungannya secara sistematis dan perancangannya.

Berbeda dari tiga penelitian di atas, tiga penelitian lain yaitu Ahmad Izzuddin (2012), Marwadi (2014), dan Muhammad Arifuzzaky (2017) memiliki perbedaan pada uraian perhitungan metode *spherical trigonometry*. Pada penelitian ini dijelaskan formula lebih banyak dari penelitian-penelitian sebelumnya, dimana akan diuraikan lima formula dalam perhitungan arah kiblat. Perbedaan lain dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah terletak pada metode pembandingan terhadap metode *spherical trigonometry* yang digunakan. Seperti penelitian yang ditulis oleh Ahmad Izzuddin (2012) dan Muhammad Arifuzzaky (2017) yang sama-sama memilih metode navigasi sebagai metode pembandingan, sedangkan pada penelitian ini memilih metode *Vincenty*.

Secara garis besar, lima penelitian sebelumnya memiliki perbedaan dalam hal formula *spherical trigonometry* dan metode pembandingan. Namun, dapat disimpulkan pada penelitian sebelumnya berfokus pada perbandingan seluruh/hanya salah satu metode dengan deskripsi teori. Dalam hal ini dijelaskan perhitungan yang singkat atau hanya sebagai pemaparan *review*.

1.7 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Secara garis besar, metode kuantitatif menjelaskan hubungan antara variabel pengujian teori dengan menggunakan instrument/alat ukur tertentu. Oleh karena itu, metode kuantitatif relevan dengan penelitian ini yang bertujuan untuk menguji hubungan antara variabel independen terhadap variabel dependen. Dalam hal

ini, perhitungan metode *spherical trigonometry* dan *Vincenty* sebagai variabel independen terhadap pengambilan metode terbaik yang digunakan dalam penentuan arah kiblat sebagai variabel dependen. Sehingga, pada penelitian ini dapat ditempuh langkah-langkah sebagai berikut:

1. Peninjauan Literatur

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur dari masalah yang diangkat. Dilakukan kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya melalui berbagai media literatur, baik itu jurnal penelitian, artikel, buku, dan skripsi terdahulu terkait topik Penentuan Arah Kiblat. Dalam peninjauan literatur, akan dikaji berdasarkan permasalahan penentuan arah kiblat yang akan dibahas untuk memahami konsep dan temuan yang ada. Hasil dari studi tersebut dapat digunakan dalam penyusunan hipotesis penelitian yang menjadi fokus penelitian, sehingga dapat menentukan metode yang tepat guna menyelesaikan masalah penelitian yang diangkat.

2. Pengumpulan Data Observasi

Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu titik koordinat dan sejarah serta penentuan arah kiblat di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta. Untuk mendapatkan data tersebut, maka dilakukan observasi letak masjid dan wawancara kepada pihak takmir Masjid. Dalam pengumpulan data observasi ini juga diperlukan membawa kompas dan GPS.

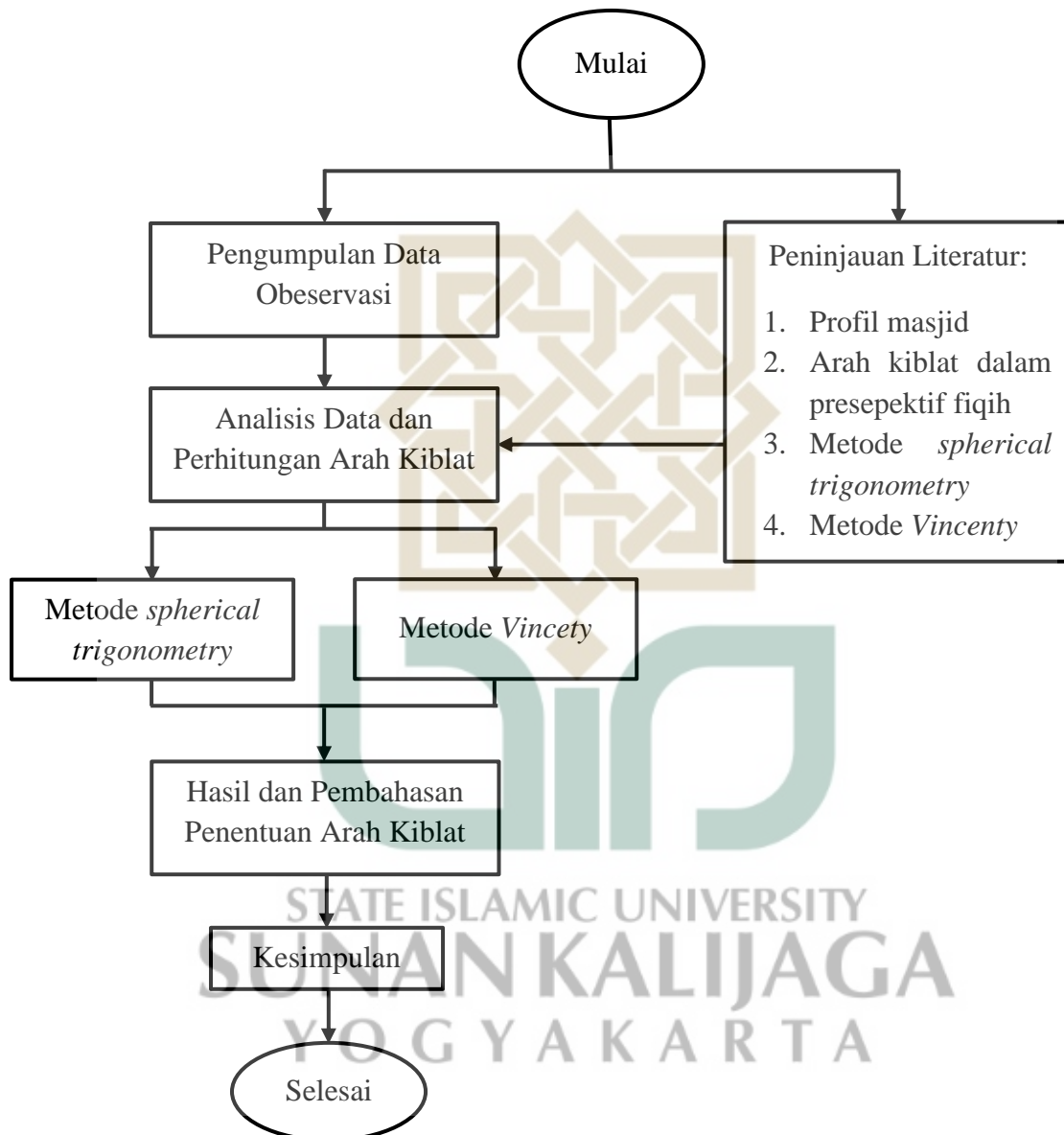
3. Perhitungan Arah Kiblat

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, dapat diaplikasikan ke dalam dua metode perhitungan arah kiblat, yaitu *Vincenty* dan *spherical trigonometry* yang diturunkan pada beberapa formula. Perhitungan kedua metode tersebut berdasarkan acuan titik letak arah kiblat yang diukur menggunakan kompas.

4. Analisis Data dalam Penentuan Arah Kiblat

Hasil perhitungan metode *Vincenty* dan metode *spherical trigonometry* dapat dianalisis dengan menghasilkan data sudut kemiringan arah kiblat. Kedua metode akan dibandingkan dan dihitung selisih azimuth

kiblatnya. Adapun *flowchart* dari metode penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1.1 *Flowchart* Metode Penelitian

1.8 Sistematika Penulisan

Berdasarkan uraian dari sub bab di atas, maka dapat disusun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

BAB II. DASAR TEORI PENENTUAN ARAH KIBLAT

Pada bab ini berisi tentang Arah Kiblat, Dasar-Dasar Trigonometri, Metode Pengamatan Ilmu Hisab dalam Penentuan Arah Kiblat, Metode Pengukuran Ilmu Hisab dalam Penentuan Arah Kiblat, Metode Perhitungan Ilmu Hisab dalam Penentuan Arah Kiblat, serta Profil dan Sejarah Arah Kiblat Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta

BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN PENENTUAN ARAH KIBLAT

Pada bab ini berisi tentang Konsep dan Akurasi Perhitungan Arah Kiblat Menggunakan Metode *Spherical Trigonometry* beserta Pembuktiannya, Konsep dan Akurasi Perhitungan Arah Kiblat Menggunakan Metode *Vincenty*, Penerapan Metode *Spherical Trigonometry* dalam Studi Kasus, Penerapan Metode *Vincenty* dalam Studi Kasus, Pengukuran Acuan Titik Letak Arah Kiblat dengan Kompas, Analisis Akurasi dan Perbandingan Hasil Penelitian, serta Pemrograman Arah Kiblat Metode *Spherical Trigonometry* dan *Vincenty*.

BAB IV. PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang Kesimpulan dan Saran.

BAB IV

PENUTUP

1. Kesimpulan

Hasil penelitian Perbandingan Analisis Akurasi Arah Kiblat Menggunakan Metode *Spherical Trigonometry* dan Metode *Vincenty* beserta Penerapannya pada Arah Kiblat dapat disimpulkan dalam poin-poin sebagai berikut:

- 1) Konsep penelitian pada metode *Spherical Trigonometry* terbagi atas lima formula, yaitu gabungan aturan cosinus untuk sisi, analogi *Gauss/Delambr*, analogi *Napier*, dibawa ke segitiga bola siku-siku, dan fungsi *Haversine*. Akurasi Perhitungan metode *Spherical Trigonometry* berdasarkan pada konsep segitiga bola yang terbentuk dari tiga lingkaran besar dengan perpotongan pada titik koordinat Ka'bah, titik koordinat tempat dan titik kutub utara. Adapun akurasi perhitungan metode *Vincenty* menggunakan konsep *ellipsoid* bumi untuk menentukan jarak dan azimuth dengan solusi bersifat iteratif. Baik itu metode *Spherical Trigonometry* maupun metode *Vincenty* sama-sama melibatkan letak lintang dan bujur pada suatu tempat dan Ka'bah.
- 2) Penerapan dua metode pada penelitian ini terbagi atas dua studi kasus, yaitu Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta dan Masjid UIN Sunan Kalijaga. Hasil azimuth kiblat dari penerapan metode *Spherical Trigonometry* (Formula Gabungan Aturan Cosinus untuk Sisi) di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta adalah $294,714930349531^\circ$, sedangkan hasil azimuth kiblat di masjid UIN Sunan Kalijaga sebesar $294,702320951151^\circ$. Adapun hasil azimuth kiblat dari penerapan metode *Vincenty* di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta adalah $294,587626111573^\circ$, sedangkan hasil azimuth kiblat di masjid UIN Sunan Kalijaga sebesar $294,575055897019^\circ$. Perhitungan arah kiblat dengan metode *Vincenty*

pada dua studi kasus tersebut sama-sama melewati tujuh iterasi untuk mencapai hasil akurasi arah kiblat.

- 3) Perbandingan keakuratan antara metode *Spherical Trigonometry* dan metode *Vincenty* dapat dianalisis dengan perhitungan selisih terkecil hasil sudutnya terhadap metode *Rashdul Kiblat* sebagai acuan titik letak arah kiblat. Selisih hasil sudut dari metode *Spherical Trigonometry* terhadap *Rashdul Kiblat* di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta adalah $0,000030349531^\circ$. Selisih tersebut merupakan hasil dari Formula Gabungan Aturan Cosinus untuk Sisi sebagai formula yang memiliki selisih terkecil dibandingkan dengan formula *Spherical Trigonometry* lainnya. Adapun selisih hasil sudut dari metode *Vincenty* terhadap *Rashdul Kiblat* di Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta adalah $0,127273888427^\circ$. Hasil perbandingan dari dua metode yang diuji pada penelitian ini, metode *Spherical Trigonometry* dengan Formula Gabungan Aturan Cosinus untuk Sisi memiliki selisih sudut lebih kecil dibandingkan metode *Vincenty*. Hasil analisis ini konsisten sama dengan studi kasus di Masjid UIN Sunan Kalijaga. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi paling tinggi untuk menentukan arah kiblat terbaik pada penelitian ini adalah dengan metode *Spherical Trigonometry*.
- 4) Pemrograman Arah Kiblat metode *spherical trigonometry* dan metode *Vincenty* dirancang menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*. Adapun hasil perhitungan program komputer dan perhitungan manual pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Studi Kasus	Metode		Program Komputer	Perhitungan Manual
Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta	Metode <i>Vincenty</i>	Jarak		
		Lokasi - Ka'bah	8.348 km	8.348,93067 km
		Azimut Kiblat	294,6°	294,587626111573°
	Metode <i>Spherical Trigonometry</i>	Azimut Kiblat	294,7°	294,714930349531°
Masjid UIN Sunan Kalijaga	Metode <i>Vincenty</i>	Jarak		
		Lokasi - Ka'bah	8.350 km	8.351,32731 km
		Azimut Kiblat	294,6°	294,575055897019°
	Metode <i>Spherical Trigonometry</i>	Azimut Kiblat	294,7°	294,702320951151°

Tabel 4.1 Perbandingan Perhitungan Manual dan Program

Perbandingan dari perhitungan program komputer dan perhitungan manual menghasilkan azimuth kiblat yang sama. Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai dari azimuth kiblat tersebut telah memberikan hasil yang konsisten dengan dikembangkan metodenya dalam program komputer.

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penentuan arah kiblat lebih lanjut sebagai berikut:

- 1) Pada penelitian ini masih menggunakan kompas dan aplikasi *Luna Sol Cal* sebagai alat bantu penentuan utara sejati dan titik koordinat tempat, sehingga sebagai pengembangan penelitian berikutnya dapat digunakan alat yang lebih presisi/akurat hingga skala detik busur seperti theodolite.
- 2) Pada penelitian berikutnya dapat diamati secara langsung sudut arah kiblat acuan, yaitu metode *Rashdul Kiblat* di waktu yang telah ditentukan.
- 3) Pembuatan program pada penelitian ini diuji berdasarkan dua metode, sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menyatukan perancangan untuk metode pembanding lainnya seperti metode navigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T. T. M. (2015). *Peranan Hisab Rukyat dan Azimut Qiblat*. Banda Aceh: Penerbit PeNA.
- Anugraha, Rinto. (2017). *Arah Kiblat dengan Metode Vincenty*. Diakses pada 10 Februari 2025, dari <https://rintoanugraha.staff.ugm.ac.id/arrah-kiblat-dengan-metode-vincenty/>.
- Arifuzzaky, Muhammad. (2017). *Telaah Matematis Penentuan Arah Kiblat dengan Metode Spherical Trigonometry dan Metode Navigasi*. (Skripsi Sarjana, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta). <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/27937>.
- Awaludin, M., & Almuhtadi, A. S. (2020). *Arah Kiblat (Dialektika Fiqh, Sains dan Tradisi)*. Mataram: Sanabil.
- Ayres, F., & Moyer, R. E. (1998). *Schaum's Outline of Theory and Problems of Trigonometry Third Edition: with Calculator-Based Solutions*. United State of America: McGraw-Hill.
- Bashori, M. H. (2014). *Kepunyaan Allah Timur dan Barat: Sejarah, Permasalahan, dan Teknik Pengukuran Arah Kiblat*. Jakarta: Penerbit PT Elex Media Komputindo.
- Basuki, A. (2006). *Algoritma Pemrograman 2 Menggunakan Visual Basic 6.0*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya-ITS.
- Dewan Takmir Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta. *Profile Masjid Gedhe Kauman Yogyakarta*.
- European Association of Science Editors. (2018). *EASE Guidelines for Authors and Translators of Scientific Articles to be Published in English*. Diakses pada 14 Februari 2025, dari <https://ease.org.uk/publications/author-guidelines-authors-and-translators/>.
- Gumilar, I. et al. (2019). *QDS-ITB: Qibla Direction Software Institut Teknologi Bandung, Kelompok Keilmuan Geodesi ITB*.
- Izzuddin, A. (2012). Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya. *Conference Proceedings: Annual International Conference on Islamic Studies (AICIS XII)*, 5-8, Hal.

- Izzuddin, A. et al. (2013). *Buku Saku Hisab Rukyat*. Tangerang: Sub Direktorat Pembinaan Syariah dan Hisab Rukyat Direktorat Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam.
- Jamil, A. (2020). *Ilmu Falak: Teori dan Aplikasi Hisab Arah Kiblat, Awal Waktu, dan Awal Bulan (Hisab Kontemporer)*. Jakarta: Amzah.
- Kettle, Simon. (2017). *Distance on an ellipsoid: Vincenty's Formulae*. Diakses pada 10 Februari 2025, dari <https://community.esri.com/t5/coordinate-reference-systems-blog/distance-on-an-ellipsoid-vincenty-s-formulae/ba-p/902053>.
- Marwadi. (2014). Aplikasi Teori Geodesi Dalam Perhitungan Arah Kiblat: Studi Untuk Kota Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen. *Jurnal Al-Manahij*.
- Muhajir. (2024). *Fiqh Arah Kiblat (Teori dan Aplikasinya)*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Mussafi, Noor Saif Muhammad, & Jiddan, Fariduddin. (2020). *Buku Saku Pedoman Praktis Penentuan Arah Kiblat: Tinjauan Fiqih, Matematis, dan Astronomi*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Mussafi, Noor Saif Muhammad. et al. (2007). *Handout Matematika Hisab Rukyat*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga
- Muzamil, L. A. (2015). *Studi Falak dan Trigonometri: Cara Cepat dan Praktis Memahami Trigonometri dalam Ilmu Falak*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu.
- Qulub, S. T. (2017). *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi*. Depok: Rajawali Pers.
- Rich, B., & Thomas, C. (2008). *Geometry: Fourth Edition*. United State of America: McGraw-Hill.
- Sado, A. B. (2020). *Arah Kiblat: Suatu Kajian Syariah dan Sains Astronomi*. Mataram: Sanabil.
- Sayehu. (2023). *Implementasi Rasi Bintang untuk Penentuan Arah Kiblat dengan Aplikasi Stellarium*. Indramayu: Penerbit Adab.
- Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*. Jakarta: Penerbit Lentera Hati.
- Shofiyah, Lailatus. (2022). *Pemrograman Arah Kiblat Metode Vincenty menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0*. (Skripsi Sarjana, UIN Walisongo Semarang). https://eprints.walisongo.ac.id/18039/1/Skripsi_1802046095_-Lailatus_Shofiyah.pdf.

- Sukandarrumidi. et al. (2018). *Pemetaan Geologi: Penuntun Praktis untuk Geologist Pemula*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sulistiyowati, E. (2015). *Dasar-Dasar Geometri untuk Ilmu Falak: Cara Mudah Menentukan Arah Kiblat dan Awal Waktu Shalat*. Bantul: Mitra Pustaka.
- Susanto, H. A., & Prasetyowati, E. R. (2019). *Trigonometri*. Sleman: Penerbit Deepublish.
- Tanjung, D. (2018). *Ilmu Falak: Kajian Akurasi Arah Kiblat Kota Medan, Metode Dan Solusi*. Medan: Perdana Publishing.
- Todhunter, I. (2020). *Spherical Trigonometry*. London: University Press.
- Vincenty, T. (1975). Survey Review. *Directorate of Overseas Surveys of the Ministry of Overseas Development*, 23(176), 88-90.
- Wahidi, A., & Nuroini, E. D. (2014). *Arah Kiblat dan Pergeseran Lempeng Bumi: Prespektif Syariah dan Ilmiah*. Malang: UIN-Maliki Press (Anggota IKAPI).
- Yusuf, M. (2010). *Ilmu Hisab dan Rukyah*. Banda Aceh: Al-Washliyah University Press (AUP).
- Zuhdi, M. H., & AlMuhtadi, A. S. (2021). *Ilmu Falak_Astronomi [Teori & Aplikasi Dasar]*. Mataram: UIN Mataram Press.