

**RANCANG BANGUN SISTEM DATA BEDA AZIMUT
BERBASIS ANDROID
UNTUK PENENTUAN ARAH KIBLAT**

Tesis

Disusun Untuk Sebagian Persyaratan
dalam memperoleh gelar Magister



Oleh :

Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad

NIM : 1902048002

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

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad

NIM : 1902048002

Judul Penelitian : Rancang Bangun Data Beda Azimut Berbasis
Android Untuk Penentuan Arah Kiblat

Program Studi : Ilmu Falak

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

RANCANG BANGUN DATA BEDA AZIMUT BERBASIS ANDROID UNTUK PENENTUAN ARAH KIBLAT

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri kecuali bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya.

Semarang, 22 Juni 2022

Pembuat Pernyataan



Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad
NIM : 1902048002



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

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185
Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website : <http://fs.walisongo.ac.id>

FTM-07

PENGESAHAN PERBAIKAN
OLEH MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

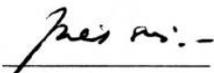
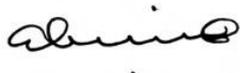
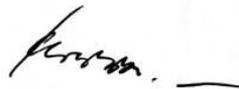
Nama : Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad

NIM : 1902048002

Prodi : S2 Ilmu Falak

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM DATA BEDA AZIMUT BERBASIS ANDROID UNTUK
PENENTUAN ARAH KIBLAT

telah diujikan pada tanggal 29 Juni 2022 dan dinyatakan **LULUS** oleh majelis penguji :

NAMA	TANGGAL	TANDA TANGAN
<u>Prof. Dr. Muslich Shabir, MA.</u> Ketua Majelis	<u>20 Juli 2022</u>	<u></u>
<u>Dr. Junaidi Abdillah, M.SI.</u> Sekretaris	<u>21/07/22</u>	<u></u>
<u>Dr. Tolkah, MA.</u> Penguji 1	<u>20 Juli 2022</u>	<u></u>
<u>Dr. Nur Khoirin, M.Ag.</u> Penguji 2	<u>20 Juli 2022</u>	<u></u>

NOTA PEMBIMBING 1

Semarang, 4 Juni 2022

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb

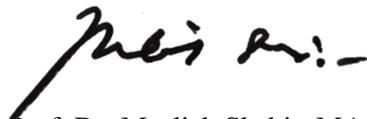
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh :

Nama Lengkap : Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad
NIM : 1902048002
Judul Penelitian : Rancang Bangun Data Beda Azimut
Berbasis Android Untuk Penentuan Arah Kiblat
Program Studi : S2 Ilmu Falak

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang ujian Tesis.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing 1



Prof. Dr. Muslich Shabir, MA
NIP. 19560630 198103 1 003

NOTA PEMBIMBING 2

Semarang, 4 Juni 2022

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh :

Nama Lengkap : Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad
NIM : 1902048002
Judul Penelitian : Rancang Bangun Data Beda Azimut
Berbasis Android Untuk Penentuan Arah Kiblat
Program Studi : S2 Ilmu Falak

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang ujian Tesis.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing 2



Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag.
NIP. 197205121999031003

ABSTRAK

Diantara instrumen yang dimanfaatkan dalam menentukan arah kiblat adalah istiwaaini. Prinsipnya sama dengan theodolite. Dalam penentuan arah kiblat, istiwaaini menggunakan konsep beda azimut, yaitu selisih azimut kiblat dan azimut matahari. Istiwaaini dianggap cukup akurat, namun memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah istiwaaini belum bisa membaca angka hingga tingkat ketelitian detik busur. Jika pengukuran kiblat dilakukan setiap saat di siang hari, nilai beda azimut cenderung sampai pada ketelitian detik busur. Untuk menambah akurasi istiwaaini diperlukan data beda azimut yang efektif, yaitu nilai derajat tanpa kelebihan menit busur dan detik busur, atau hanya kelebihan 30 menit busur, sehingga beda azimut mudah untuk di observasi. Oleh karena terdapat algoritma tambahan, dibutuhkan suatu aplikasi penunjang untuk memudahkan sistem operasi data beda azimut tersebut.

Dari pernyataan tersebut, muncul pertanyaan Bagaimana formulasi mengefektifkan beda azimut untuk penentuan arah kiblat dan bagaimana merancang sistem data beda azimut berbasis android .

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (R&D) dengan teknik analisis deskriptif kualitatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui rancangan aplikasi android yang berisikan data beda azimut efektif.

Beda azimut dapat diefektifkan dari nilai awal berupa derajat dengan kelebihan menit dan detik busur menjadi bernilai derajat tanpa kelebihan menit dan detik busur. Aplikasi azimut ini dirancang untuk menentukan nilai beda azimut efektif untuk penentuan arah kiblat.

Kata Kunci : Azimut, Rancang, Android

ABSTRACT

Among the instruments used in determining the direction of Qibla is istiwaaini. The principle is the same as the theodolite. In determining the Qibla direction, this istiwaa uses the concept of azimuth difference, namely the difference between the Qibla azimuth and the sun's azimuth. This istiwaain is considered to be quite accurate, but it has several drawbacks, one of which is that it has not been able to read numbers to the level of arcsecond accuracy. If the Qibla measurement is carried out at any time during the day, the value of the azimuth difference tends to reach the accuracy of arcseconds. To increase the accuracy of this special, an effective azimuth difference data is needed, namely the degree value without excess arc minutes and arc seconds, or only 30 arc minutes excess, so that the azimuth difference is easy to observe. Because there are additional algorithms, a supporting application is needed to facilitate the operating system for the azimuth difference data.

From this statement, the question arises: How does the formulation make the azimuth difference effective for determining the Qibla direction and how to design an android-based azimuth difference data system.

This type of research is research and development (R&D) with qualitative descriptive analysis techniques. The purpose of this study was to determine the design of an android application that contains effective azimuth difference data.

The azimuth difference can be made effective from the initial value in the form of degrees with excess minutes and arc seconds to be in degrees without excess minutes and arc seconds. This azimuth application is designed to determine the value of the effective azimuth difference for determining the Qibla direction

Keywords: Azimuth, Design, Android

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB LATIN
KEPUTUSAN BERSAMA
MENTERI AGAMA DAN MENTERI PENDIDIKAN DAN
KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA

Nomor: 158 Tahun 1987

Nomor: 0543b//U/1987

Transliterasi dimaksudkan sebagai pengalih-hurufan dari abjad yang satu ke abjad yang lain. Transliterasi Arab-Latin di sini ialah penyalinan huruf-huruf Arab dengan huruf-huruf Latin beserta perangkatnya.

A. Konsonan

Fonem konsonan bahasa Arab yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf. Dalam transliterasi ini sebagian dilambangkan dengan huruf dan sebagian dilambangkan dengan tanda, dan sebagian lagi dilambangkan dengan huruf dan tanda sekaligus.

Berikut ini daftar huruf Arab yang dimaksud dan transliterasinya dengan huruf latin:

Tabel 0.1: Tabel Transliterasi Konsonan

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
أ	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Ša	š	es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je

ح	Ḥa	ḥ	ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	ka dan ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Ẓ	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	es dan ye
ص	Ṣad	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	Ḍad	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	Ṭa	ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	Ẓa	ẓ	zet (dengan titik di bawah)
ع	`ain	`	koma terbalik (di atas)
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qaf	Q	Ki
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We
ه	Ha	H	Ha
ء	Hamzah	‘	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia, 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:

Tabel 0.2: Tabel Transliterasi Vokal Tunggal

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

2. Vokal Rangkap

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf sebagai berikut:

Tabel 0.3: Tabel Transliterasi Vokal Rangkap

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
َئِ	Fathah dan ya	Ai	a dan u
َؤِ	Fathah dan wau	Au	a dan u

Contoh:

- كَتَبَ kataba
- فَعَلَ fa`ala
- سئِلَ suila
- كَيْفَ kaifa
- حَوْلَ haula

C. Maddah

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

Tabel 0.4: Tabel Transliterasi *Maddah*

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا...ى...	Fathah dan alif atau ya	Ā	a dan garis di atas
ى...	Kasrah dan ya	Ī	i dan garis di atas
و...	Dammah dan wau	Ū	u dan garis di atas

Contoh:

- قَالَ qāla
- رَمَى ramā
- قِيلَ qīla

- يَقُولُ yaqūlu

D. Ta' Marbutah

Transliterasi untuk ta' marbutah ada dua, yaitu:

1. Ta' marbutah hidup
Ta' marbutah hidup atau yang mendapat harakat fathah, kasrah, dan dammah, transliterasinya adalah "t".
2. Ta' marbutah mati
Ta' marbutah mati atau yang mendapat harakat sukun, transliterasinya adalah "h".
3. Kalau pada kata terakhir dengan ta' marbutah diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang *al* serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka ta' marbutah itu ditransliterasikan dengan "h".

Contoh:

- رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ raudah al-atfāl/raudahtul atfāl
- الْمَدِينَةُ الْمُنَوَّرَةُ al-madīnah al-munawwarah/al-madīnatul munawwarah
- طَلْحَةَ talhah

E. Syaddah (Tasydid)

Syaddah atau tasydid yang dalam tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda, tanda syaddah atau tanda tasydid, ditransliterasikan dengan huruf, yaitu huruf yang sama dengan huruf yang diberi tanda syaddah itu.

Contoh:

- نَزَّلَ nazzala

- البرُّ al-birr

F. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf, yaitu ال, namun dalam transliterasi ini kata sandang itu dibedakan atas:

1. Kata sandang yang diikuti huruf syamsiyah

Kata sandang yang diikuti oleh huruf syamsiyah ditransliterasikan sesuai dengan bunyinya, yaitu huruf “l” diganti dengan huruf yang langsung mengikuti kata sandang itu.

2. Kata sandang yang diikuti huruf qamariyah

Kata sandang yang diikuti oleh huruf qamariyah ditransliterasikan dengan sesuai dengan aturan yang digariskan di depan dan sesuai dengan bunyinya.

Baik diikuti oleh huruf syamsiyah maupun qamariyah, kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikuti dan dihubungkan dengan tanpa sempang.

Contoh:

- الرَّجُلُ ar-rajulu
- الْقَلَمُ al-qalamu
- الشَّمْسُ asy-syamsu
- الْجَلَالُ al-jalālu

G. Hamzah

Hamzah ditransliterasikan sebagai apostrof. Namun hal itu hanya berlaku bagi hamzah yang terletak di tengah dan di akhir kata. Sementara hamzah yang terletak di awal kata dilambangkan, karena dalam tulisan Arab berupa alif.

Contoh:

- تَأْخُذُ ta'khuẓu
- سَيِّئٌ syai'un
- النَّوْءُ an-nau'u
- إِنَّ inna

H. Penulisan Kata

Pada dasarnya setiap kata, baik fail, isim maupun huruf ditulis terpisah. Hanya kata-kata tertentu yang penulisannya dengan huruf Arab sudah lazim dirangkaikan dengan kata lain karena ada huruf atau harkat yang dihilangkan, maka penulisan kata tersebut dirangkaikan juga dengan kata lain yang mengikutinya.

Contoh:

- وَ إِنَّ اللَّهَ فَهُوَ خَيْرُ الرَّازِقِينَ / Wa innallāha lahuwa khair ar-rāziqīn/
Wa innallāha lahuwa khairurrāziqīn
- بِسْمِ اللَّهِ مَجْرَاهَا وَ مُرْسَاهَا / Bismillāhi majrehā wa mursāhā

I. Huruf Kapital

Meskipun dalam sistem tulisan Arab huruf kapital tidak dikenal, dalam transliterasi ini huruf tersebut digunakan juga. Penggunaan huruf kapital seperti apa yang berlaku dalam EYD, di antaranya: huruf kapital digunakan untuk menuliskan huruf awal nama diri dan permulaan kalimat. Bilamana nama diri itu didahului oleh kata sandang, maka yang ditulis dengan huruf kapital tetap huruf awal nama diri tersebut, bukan huruf awal kata sandangnya.

Contoh:

- الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ Alhamdu lillāhi rabbi al-`ālamīn/
Alhamdu lillāhi rabbil `ālamīn
- الرَّحْمَنُ الرَّحِيمُ Ar-rahmānir rahīm/Ar-rahmān ar-rahīm

Penggunaan huruf awal kapital untuk Allah hanya berlaku bila dalam tulisan Arabnya memang lengkap demikian dan kalau penulisan itu disatukan dengan kata lain sehingga ada huruf atau harakat yang dihilangkan, huruf kapital tidak dipergunakan.

Contoh:

- اللَّهُ غَفُورٌ رَحِيمٌ Allaāhu gafūrun rahīm
- لِلَّهِ الْأُمُورُ جَمِيعًا Lillāhi al-amru jamī`an/Lillāhil-amru jamī`an

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis haturkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas segala limpahan nikmat-Nya, khususnya nikmat iman, Islam serta sehat wa al-'afiah sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul, "Rancang Bangun sistem data beda azimut berbasis android untuk penentuan arah kiblat" dengan segala kemudahan yang diberikan-Nya.

Salawat dan salam semoga selalu terlalntunkan kepada junjungan kita Baginda Nabi Agung Nabi Akhir zaman Rasulullah Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam serta keluarga beliau, sahabat beliau serta seluruh umat beliau. Semoga kita diakui sebagai umat beliau kelak di akhirat.

Penulis sangat menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna dan tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Muslich Shabir,MA. Sebagai pembimbing 1 dan bapak Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag. sebagai pembimbing 2, yang mana beliau berdua selalu memberi arahan dalam penyelesaian penelitian tesis ini.
2. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberi motivasi dan dorongan serta doa yang terbaik untuk penulis.
3. Ketua Jurusan Pascasarjana S2 Ilmu Falak, bapak Dr. KH. Mahsun, M.Ag. yang selalu memberikan arahan yang membangun.

4. Sekretaris Jurusan Pascasarjana S2 Ilmu Falak, bapak Dr. Adib Rofiudin, M.H.I., yang sangat membantu dalam hal pemberkasan akademis.
5. Seluruh bapak dosen yang telah menularkan ilmunya selama masa perkuliahan pascasarjana S2 Ilmu Falak ini.
6. Keluarga besar pondok pesantren Tasyiquth-Thullab (TBS) Kudus.
7. Keluarga besar MTs Tasyiquth-Thullab Salafiyah (TBS) Kudus
8. Keluarga besar pengurus dan remaja Masjid Al-Mubarak Demaan Kudus.
9. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penulis selama proses penyelesaian penelitian ini.

Penulis tidak dapat membalas jasa-jasa mereka yang telah disebutkan di atas melainkan doa penulis semoga pihak-pihak tersebut senantiasa mendapat limpahan dan anugerah dari Allah Subhanahu Wata'ala.

Demikian yang dapat penulis sampaikan. Harapan penulis semoga tesis ini dapat memberikan manfaat kepada masyarakat secara umum dan semoga menjadi sumbangan akademik untuk perbendaharaan khazanah keilmuan falak di Nusantara ini.

Semarang, 30 Juni 2022

Penulis



Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad
NIM: 1902048002

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
NOTA PEMBIMBING 1	iii
NOTA PEMBIMBING 2	iv
ABSTRAK.....	v
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB LATIN	viii
KATA PENGANTAR.....	xvi
DAFTAR ISI.....	xviii
BAB 1: PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Pertanyaan Penelitian	5
C. Metode Penelitian	5
1. Jenis Penelitian	5
2. Spesifikasi Produk.....	7
D. Tujuan dan Manfaat Penelitian	8
E. Kajian Pustaka	9
F. Kerangka Teori.....	13
G. Sistematika Penulisan	25
BAB II : DEFINISI, DASAR HUKUM DAN METODE PENENTUAN KIBLAT	28
A. Definisi Kiblat.....	28
B. Landasan Hukum Kiblat	31
C. Metode Penentuan Arah Kiblat	35

D. Toleransi Kiblat	52
BAB III : ALGORITMA BEDA AZIMUT KIBLAT DAN DAN AZIMUT MATAHARI.....	58
A. Data Matahari	58
B. Algoritma Beda Azimut.....	65
C. Algoritma Beda Azimut Efektif.....	66
BAB IV : PERANCANGAN DAN PENGUJIAN APLIKASI	72
A. Perancangan Aplikasi.....	72
1. Perancangan Tampilan (<i>User interface</i>) Aplikasi.....	73
2. Pemrograman Aplikasi.....	77
B. Pengujian Aplikasi.....	81
BAB V : PENUTUP	92
A. Kesimpulan	92
B. Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....	94
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	98
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Ilustrasi Segitiga Bola	36
Gambar 2 : Ilustrasi Segitiga Kiblat 1	39
Gambar 3 : Ilustrasi Segitiga Kiblat 2	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Data Posisi Matahari	45
Tabel 2 : Data Rasdul Kiblat Semarang	48

BAB 1: PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diantara syarat sah salat adalah menghadap kiblat baik salat wajib atau sunah. Hal ini berarti jika ada seseorang menjalankan salat tapi tidak menghadap ke arah kiblat, salatnya menjadi tidak sah. Oleh karena itu, kiblat merupakan hal yang harus diperhatikan. Kiblat yang dimaksud adalah arah menuju kubah yang ada di dalam Masjidil Haram kota Mekah. Ulama fiqih, mempunyai pandangan yang variatif mengenai definisi menghadap kiblat, apakah menghadap Kakbah secara fisik atau cukup dengan arah.¹

Manusia memiliki fitrah sejak lahir sebagai makhluk yang berpikir dan berbudaya juga diberikan amanah oleh Allah sebagai pemimpin di bumi. Sebagai bentuk tanggung jawab-Nya, Allah mengkaruniai dua alat untuk mengarahkan manusia menuju jalan kebenaran. Dua alat tersebut adalah akal dan wahyu. Keduanya diharapkan dapat saling menyempurnakan sesuai dengan peran masing-masing secara proporsional.² Oleh karena itu, ilmu falak selalu berkembang menyesuaikan dengan zaman, termasuk dalam hal penentuan arah kiblat.

Metode penentuan arah kiblat, di era ini sangat beragam. Diantaranya adalah perhitungan azimuth kiblat dengan konsep trigonometri bola dipadukan dengan acuan azimuth matahari. Metode ini banyak dipakai oleh para praktisi

¹ Sayful Mujab, "Kiblat Dalam Perspektif Madzhab-Madzhab Fiqh," *YUDISIA: Jurnal Pemikiran Hukum Dan Hukum Islam* 5 (2016). 326

² Mahsun, "Rekonstruksi Pemikiran Hukum Islam Melalui Integrasi Metode Klasik Dengan Metode Sainifik Modern," *AL-AHKAM: Jurnal Hukum & Pranata Sosial*, 2015. 4

falak di Indonesia, termasuk di dalam organisasi masyarakat yang ada di Indonesia, seperti Nahdhatul Ulama dan Muhammadiyah. Dalam menentukan azimut matahari, dibutuhkan data matahari seperti deklinasi matahari dan ketinggian matahari. Data ini bisa diperoleh melalui tabel buku hisab rukyah ephemeris Kementerian Agama Republik Indonesia, dan almanak Nautika.

Data matahari yang dibutuhkan untuk mencari azimut matahari diantaranya adalah data deklinasi matahari.³ Data deklinasi matahari bisa diambil dari data ephemerisnya Kemenag RI. Selain itu, deklinasi matahari juga dapat dihitung menggunakan algoritma meuss dalam bukunya yang berjudul *Astronomical Algorithm*. Dalam algoritma meuss, deklinasi matahari dicari berdasarkan tanggal dan waktu yang ditentukan. Waktu yang dimaksud bisa sampai tingkatan detik, bahkan sepersekian detik. Maka waktu yang berbeda, menghasilkan nilai deklinasi matahari yang berbeda pula.

Diantara instrumen yang dimanfaatkan dalam menentukan arah kiblat adalah istiwaaini. Prinsipnya sama dengan *theodolite*. Dalam penentuan arah kiblat, istiwaaini menggunakan konsep beda azimut, yaitu selisih azimut kiblat dan azimut matahari. Istiwaaini dianggap cukup akurat, namun memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah istiwaaini belum bisa membaca angka hingga tingkat ketelitian detik busur. Jika pengukuran kiblat dilakukan setiap saat di siang hari, nilai beda azimut cenderung sampai pada ketelitian detik busur. Untuk menambah akurasi istiwaaini diperlukan data beda azimut yang efektif, yaitu nilai derajat tanpa kelebihan menit busur dan detik busur, atau

³ Ahmad Fadholi, "Istiwaaini 'Slamet Hambali' (Solusi Alternatif Menentukan Arah Qiblat Mudah Dan Akurat)," *AL-AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi* 1 (2019). 110

hanya kelebihan 30 menit busur, sehingga beda azimut mudah untuk di observasi.

Penentuan beda azimut yang efektif (tanpa kelebihan menit dan detik busur), sudah digagas terlebih dahulu oleh Slamet Hambali yang dijelaskan di dalam penelitian dari Ana Nur Afifah yang berjudul *Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari* Karya Slamet Hambali. Konsep utama perhitungan rumus beda azimut tanpa menit dan detik adalah membuat beda azimut baru dengan angka yang dikehendaki yang mana angka tersebut berupa derajat tanpa kelebihan menit busur dan detik busur.

Perhitungan didahului dengan menentukan azimut kiblat dan azimut matahari pada jam yang dikehendaki. Azimut dimaknai sebagai busur pada lingkaran horizon diukur mulai dari utara ke arah timur.⁴ Kemudian akan menghasilkan nilai beda azimut yang memiliki ketelitian hingga detik busur. Setelah nilai beda azimut diketahui, selanjutnya ditentukan nilai beda azimut baru tanpa menit dan detik. Dari nilai beda azimut yang baru ini, kemudian dicarilah nilai azimut matahari yang baru, mengacu pada beda azimut yang baru. Nilai beda azimut didefinisikan sebagai hasil pengurangan dari azimut kiblat dengan azimut matahari.⁵

Nilai azimut matahari yang baru, didefinisikan sebagai hasil pengurangan dari azimut kiblat dengan beda azimut yang baru. Dari perhitungan ini, menghasilkan waktu pengukuran baru yang sesuai dengan beda azimut yang

⁴ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012). 38

⁵ Slamet Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaini Karya Slamet Hambali" (Semarang, 2014). 99-100

ditentukan tersebut. Jam pengukuran yang baru, biasanya sampai tingkat ketelitian detik. Hal ini akan menyulitkan praktisi untuk menentukan arah kiblat, sebab jika menggunakan metode beda azimuth tersebut, harus tepat dalam menentukan waktu pengukuran yang ketelitiannya sampai detik, bahkan sepersekian detik. Oleh karena itu dibutuhkan pembulatan yang masih di dalam batas aman menurut kriteria para ahli Falak.

Untuk menyelesaikan pembulatan waktu pada permasalahan tersebut, perlu adanya sistem operasi data beda azimuth efektif. Salah satu basis sistem operasi data yang banyak digunakan saat ini adalah android. Android merupakan salah satu sistem operasi telepon yang populer dan mudah digunakan. Pertumbuhan sistem android relatif cepat, terlebih setelah dibeli oleh Google. Android merupakan *open source* sehingga semua orang bisa membuat aplikasi android⁶, termasuk dalam pembuatan aplikasi beda azimuth ini. dalam pembuatan aplikasi android, dibutuhkan algoritma dan bahasa pemrograman tertentu, salah satunya adalah bahasa pemrograman java.

Java adalah bahasa pemrograman yang berorientasi pada objek dan dapat dijalankan pada berbagai objek platform sistem operasi. Perkembangan java tidak terfokus pada satu sistem operasi, namun dapat dikembangkan untuk berbagai sistem operasi, termasuk sistem operasi android.⁷ Java merupakan bahasa pemrograman yang populer di kalangan milenial. Salah satu penggunaan terbesar java adalah native untuk android. Bahasa pemrograman ini bersifat

⁶ Efmi Maiyana, "PEMANFAATAN ANDROID DALAM PERANCANGAN APLIKASI KUMPULAN DOA," *Sains Dan Informatika* 4.11 (2018), doi:<http://doi.org/10.22216/jsi.v4i1.3409.56>

⁷ Joyce Avestro, "Pengenalan Pemrograman 1," 1.2, 2007. 3

multiplatform, yaitu dapat digunakan pada berbagai platform seperti desktop, android, bahkan sistem operasi linux.⁸

Dari beberapa permasalahan di atas, penulis mengambil judul penelitian “Rancang bangun beda azimuth berbasis android untuk penentuan arah kiblat”, yang berfokus pada perancangan data beda azimuth efektif dalam bentuk program android untuk keperluan pengukuran arah kiblat, terutama untuk membantu dalam penggunaan instrumen tradisional yang memiliki sistem kerja beda azimuth seperti istiwaaini.

B. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana formulasi mengefektifkan beda azimuth untuk penentuan arah kiblat?
2. Bagaimana merancang sistem data beda azimuth berbasis android?

C. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini metode penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R&D). Metode *research and development* menurut Sugiyono adalah penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu serta menguji keefektifan produk

⁸ Niko Sumanda Sibarani, Ghifari Munawar, and Bambang Wisnuadhi, “Analisis Performa Aplikasi Android Pada Bahasa Pemrograman Java Dan Kotlin,” in *Industrial Research Workshop and National Seminar* (Bandung: POLBAN, 2018), <https://www.researchgate.net/publication/329525878>. 320

tersebut.⁹ Pendekatan R&D ini sesuai dengan penelitian ini karena penelitian ini memiliki fokus perancangan produk aplikasi android, yaitu perancangan sistem perhitungan data beda azimut menggunakan rumus Slamet Hambali berbasis android.

Sumber data primer yang digunakan adalah data beda azimut pada beberapa tanggal tertentu sebagai sampel yang dihasilkan dari rumus beda azimut Slamet Hambali. Adapun yang menjadi sumber sekunder adalah buku-buku, ensiklopedia Falak, dan jurnal-jurnal yang relevan dengan topik pada kajian penelitian ini serta wawancara kepada beberapa tokoh pakar falak dan astronomi, antara lain Drs. Slamet Hambali, M.S.I., Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag.

Adapun teknik analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif kualitatif. Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis, data yang diperoleh dari wawancara, catatan lapangan, atau bahan-bahan lain, sehingga dapat mudah dipahami dan temuan tersebut dapat diinformasikan kepada orang lain.¹⁰ , yaitu dengan menentukan konsep perhitungan data beda azimut kiblat dan matahari, dimulai dari perhitungan kiblat menggunakan rumus trigonometri bola, dilanjutkan kajian tentang perhitungan deklinasi matahari yang menjadi elemen penting dalam menentukan data azimut matahari. Data beda azimut ini dihitung dengan rumus Slamet Hambali sehingga menghasilkan nilai beda azimut yang mendekati nilai derajat

⁹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2013). 297

¹⁰ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. 244

tanpa menit dan detik sehingga ketika pengukuran kiblat menggunakan instrumen klasik seperti istiwaaini, akurasinya menjadi lebih baik.

Fokus masalah pada penelitian ini adalah perancangan sistem data beda azimut yang berbasis operasi sistem android menggunakan perangkat lunak android studio dengan java sebagai bahasa pemrograman. Obyek dari perancangan aplikasi ini adalah nilai beda azimut yang efektif, serta formulasi data beda azimut untuk diterapkan dalam penentuan arah kiblat menggunakan instrumen tradisional seperti istiwaaini.

Instrumen yang digunakan di dalam perancangan sistem data beda azimut berbasis android ini, diantaranya adalah laptop dengan *processor core i3 64 bit* serta memiliki kapasitas ram 4 gb. Adapun perangkat lunak penunjang yang digunakan adalah android studio dengan bahasa pemrograman java sebagai bahasa utama.

2. Spesifikasi Produk

Dalam penelitian pengembangan ini, output akhirnya adalah menghasilkan produk berupa aplikasi android. Aplikasi ini diperuntukan bagi masyarakat umum atau praktisi yang menghendaki melakukan pengukuran arah kiblat dengan instrumen tradisional seperti istiwaaini. Aplikasi ini berfungsi untuk menentukan waktu yang tepat sehingga menghasilkan data beda azimut dengan nilai yang efektif, yaitu nilai derajat tanpa kelebihan menit dan detik busur atau hanya kelebihan setengah derajat (30 menit busur).

Aplikasi ini dirancang dengan tampilan yang sederhana dan mudah untuk digunakan. Selain itu tersedia menu panduan supaya memudahkan dalam penggunaan aplikasi ini. Panduan tertata dengan tata letak yang disesuaikan dengan lebar android. Selain itu ukuran dan jenis huruf dalam panduan dibuat secara proporsional, yaitu tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil.

Tampilan awal dalam aplikasi ini, menampilkan 2 (dua) menu utama, yaitu menu beda azimuth dan menu panduan. Pengguna cukup memilih salah satu tombol menu yang tersedia. Adapun menu beda azimuth berisi tampilan input yang diperlukan, yaitu terdiri dari tanggal, bulan, tahun pembidikan serta jam bidik yang dikehendaki. Untuk tanggal, bulan, dan tahun yang diinput, merupakan penanggalan Miladi atau tahun umum. Adapun jam yang diinput adalah jam waktu setempat. Jika di Indonesia, maka menggunakan waktu sesuai pembagian waktu daerah, yaitu WIB (waktu Indonesia barat), WITA (waktu Indonesia tengah), dan WIT (waktu Indonesia timur).

D. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui rancangan aplikasi android yang berisikan data beda azimuth serta menganalisis algoritma data beda azimuth kiblat dan matahari dalam penentuan arah kiblat secara praktis dengan berbasis android. Algoritma yang dimaksud, menggunakan bahasa pemrograman java yang mudah dipahami. Selanjutnya, hasil analisis ini, diwujudkan dalam bentuk software aplikasi android tentang beda azimuth efektif. Selain itu, dalam penelitian ini juga menganalisis keakurasian data beda

azimuth yang dihasilkan dari algoritma berbasis android yang dikomparasikan dengan program excel menggunakan rumus yang sama.

Data beda azimuth ini dikemas dalam produk aplikasi berbasis android dalam penerapannya. Pengoperasian aplikasi ini lebih dikhususkan untuk praktisi falak yang menggunakan instrumen tradisional seperti istiwaaini.

Adapun manfaat penelitian ini ialah untuk menjadikan mudah dalam pengecekan atau pengukuran arah kiblat menggunakan data beda azimuth, terutama untuk masyarakat pegiat falak yang gemar menggunakan instrumen klasik sebagai pegangan utama. Program android dipilih karena tergolong mudah dan memasyarakat sehingga dapat digunakan oleh berbagai lapisan masyarakat, seperti masyarakat yang berhubungan erat dengan masjid atau mushala.

E. Kajian Pustaka

Sayful Mujab (2014) dalam kajiannya tentang "*Kiblat Dalam Perspektif Madzhab-Madzhab Fiqh*" menjelaskan bahwa arah kiblat merupakan salah satu kajian di dalam Fikih. Kajian fikih merupakan ranah di mana banyak muncul perbedaan pendapat, tak terkecuali permasalahan kiblat. Menurut Imam Mazhab selain Syafi'i, diharuskan menghadap ke fisik Kakbah bagi yang bisa melihatnya, atau cukup menghadap ke arah Kakbah bagi yang tidak bisa melihatnya. Berdasarkan hal tersebut, menurut Imam Syafi'i, ada 2 (dua) opsi, pertama, sama dengan pendapat sebelumnya, kedua, harus menghadap ke fisik Kakbah.

Arimo Bemi Sado (2019), tentang "Pengaruh Deklinasi Magnetik Pada Kompas Dan Koordinat Geografis Bumi Terhadap Akurasi Arah Kiblat".

Dalam artikel tersebut dijelaskan bahwa kompas merupakan instrumen penunjuk arah yang biasa digunakan khalayak umum. Kompas bisa difungsikan sebagai penunjuk arah kiblat, namun memiliki kelemahan jika berdekatan dengan benda magnetik. Kompas sebagai penunjuk arah kiblat bisa menjadi akurat jika dikoreksi dengan koreksi deklinasi magnetik.

Sebagaimana dijelaskan dalam penelitiannya Ahmad Fadholi tentang “Istiwaain Slamet Hambali, Solusi Alternatif Menentukan Arah Kiblat Mudah Dan Akurat” (2019). Pada dasarnya, penentuan arah kiblat bisa menggunakan acuan benda-benda langit. Namun yang paling sering digunakan menjadi acuan adalah matahari, sebab matahari adalah benda langit yang paling mudah terlihat dari permukaan bumi. Selain matahari, bintang yang letaknya jauh, namun masih bisa dilihat dari bumi, juga dapat dijadikan acuan dalam penentuan arah kiblat di alam bebas, sebagaimana dijelaskan Samsudin, Ubaidilah dan Masri’ah (2019) dalam penelitiannya tentang penggunaan navigasi bintang di alam bebas pada malam hari dalam penentuan arah kiblat.

Sampulawa dalam skripsinya tentang “Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Planet” (2016). Ditinjau dari jarak ke bumi, bintang di luar tata surya, lebih sulit untuk dilihat. Oleh karena itu, penentuan arah kiblat dengan acuan bintang di luar tata surya juga menjadi lebih sulit. Ada alternatif lain, yaitu menggunakan acuan azimut planet tata surya. Planet yang dimaksud antara lain Merkurius, Venus, Mars, Yupiter, dan Saturnus. Akurasinya lebih bagus daripada menggunakan acuan matahari, sebab dengan mengacu planet tata surya, pengamatannya lebih terfokus ke titik pusat planet. Pembahasan di dalam kajian ini masih general, yaitu kajian azimut planet secara umum, serta sumber data planet juga masih belum terperinci.

Slamet Hambali yang merupakan inisiator istiwaain, dalam tulisannya yang berjudul “Menguji Keakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali” yang diterbitkan LP2M IAIN Walisongo, (2014). melakukan pengujian akurasi istiwaaini di masjid agung Jawa Tengah. Hasilnya cukup akurat dan bisa dipertanggungjawabkan. hal ini sebagaimana dijelaskan

Muh. Adieb dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali Dengan Theodolit”, IAIN Walisongo, (2014) menjelaskan bahwa istiwaaini dapat digunakan dengan meluruskan bayangan dari pembidikan matahari dengan tongkat istiwa' serta beda zimum kiblat dan azimuth matahari saat pembidikan. dalam penelitian ini menunjukkan bahwa selisih yang dihasilkan istiwaaini dengan theodolit dalam penentuan arah kiblat, masih dalam batas toleransi, artinya tidak terlalu signifikan perbedaan diantara keduanya.

Rini listyaningsih, dalam penelitiannya yang berjudul “Uji Akurasi Istiwaaini Karya Slamet Hambali Dalam Penentuan Titik Koordinat Suatu Tempat, Semarang: UIN Walisongo Semarang, (2017)” menjelaskan bahwa sinar matahari dapat dimanfaatkan sebagai penentuan titik koordinat suatu tempat. Dia menjelaskan bahwa peristiwa ini merupakan metode alternatif untuk menentukan titik koordinat bumi yang terdiri dari lintang dan bujur tempat dengan menggunakan bayangan tongkat istiwa'. Hasil pengukuran koordinat tempat menggunakan istiwaaini, tidak jauh berbeda dengan koordinat yang ditunjukkan oleh GPS. Selisih antara keduanya hanya pada orde menit, yaitu antara 0 derajat 0 menit 41,09 detik hingga 0 derajat 8 menit 12,45 detik.

Ana Nur Afifah dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat dan Azimut Matahari karya Slamet Hambali” (2019) menjelaskan terkait penggunaan istiwaaini, konsepnya sama dengan theodolite yaitu menggunakan metode beda azimut. Apabila dalam pengukuran arah kiblat menggunakan konsep beda azimut, dilaksanakan dengan waktu yang acak, kemungkinan besar menghasilkan angka hingga ketelitian detik busur, sehingga jika diterapkan pada istiwaaini, akurasi bisa berkurang. Oleh karena itu, Slamet Hambali membuat rumus beda azimut tanpa menit dan detik. Hal inilah yang penulis teliti, yaitu menentukan beda azimut yang efektif dengan rumusnya Slamet Hambali berbasis Android..

Salah satu aplikasi android yang di dalamnya berisi perhitungan yang terkait dengan kalender Hijriah dan waktu salat, adalah Digital Falak karya Tholhah Ma’ruf, salah satu pegiat falak dari Jawa Timur. Ada beberapa penelitian yang membahas tentang penggunaan aplikasi ini, diantaranya penelitian dari Bangkit Riyanto, 2016, yang berjudul Analisis Algoritma Waktu Salat Di Dalam Aplikasi Digital Falak. Dalam penelitian ini dikupas mengenai algoritma waktu salat di dalam Digital Falak, yang mana dijelaskan bahwa aplikasi ini menggunakan metode kitab Irsyadul Murid karya Ahmad Ghozali Muhammad Fathullah.

Digital Falak juga dibahas di dalam skripsi Zahrotun Niswah, UIN Walisongo (2016), dalam hal akurasi kompas arah kiblat Digital Falak versi 2.0.8. Kompas kiblat merupakan salah satu fitur yang ditawarkan di dalam Digital Falak. Kompas tersebut mengacu pada magnet bumi sehingga penggunaannya harus ideal di lokasi tertentu yang jauh dari benda magnetis. Dalam penelitian ini juga dilakukan komparasi atau perbandingan antara

kompas Digital Falak dengan kompas magnetic serta theodolite untuk menguji akurasi arah kiblat. Hasilnya cukup akurat dan relevan dengan metode navigasi yang ada. Adapun rumus arah kiblat dalam kompas Digital Falak, mengacu pada kitab *Durus al-Falakiyah*.

F. Kerangka Teori

Perkembangan perangkat lunak pada zaman ini telah berkembang pesat, khususnya perkembangan perangkat mobile seperti android yang banyak digunakan masyarakat umum, mulai dari golongan dewasa hingga anak-anak. Banyak aktivitas dilakukan secara mobile. Alasannya dengan aktivitas berbasis mobile, dapat dilakukan dengan cepat, mudah, dan dimana saja orang berada. Menurut penelitian, dikutip dari Irons¹¹, perkembangan penggunaan smartphone, selalu meningkat dari tahun ke tahun, dan diprediksi selalu meningkat seiring bertambahnya waktu. Dalam hal keilmuan, banyak yang masuk ke dalam dunia mobile. Substansi keilmuan falak juga sudah banyak yang merambah ke dunia mobile, terutama android. Contohnya adanya aplikasi *Islamicastro* karya Faishol Amin yang berisikan data posisi matahari bulan, waktu salat, dan kompas kiblat. Ahmad Tholhah dengan Digital Falaknya yang lebih menekankan dari sisi kalender Hijriah dan Syamsiah selain adanya kompas kiblat di dalamnya

Salah satu pembahasan di dalam ilmu falak adalah penentuan arah kiblat. Kata kiblat berasal dari bahasa arab, yaitu *qiblah* yang merupakan bentuk

¹¹ Niko Sumanda Sibarani dkk, *Analisis Performa Aplikasi Android Pada Bahasa Pemrograman Java dan Kotlin*, disampaikan dalam worksop dan seminar Nasional Industrial Research ke-9 oleh POLBAN

masdar dari kata *qabila-yaqbalu-qiblitan* yang memiliki arti menghadap, acuan untuk menghadap.¹² Kiblat secara bahasa berarti arah dan segala sesuatu yang dijadikan acuan untuk menghadap. Adapun secara istilah, kiblat adalah arah yang mana orang yang salat menghadap ke arah tersebut baik menghadap ke fisik Kakbah maupun hanya sebatas arah Kakbah.¹³ Hadi Bashori menjelaskan, secara spesifik, qiblah berarti *nahiyah as-shalah*, yaitu arah yang dituju ketika salat, juga bisa diartikan sebagai tempat yang dijadikan arah. Adapun keterangan dalam Ensiklopedi Hukum Islam karya Abdul Aziz Dahlan, dijelaskan bahwa kiblat diartikan sebagai bangunan Kakbah atau arah yang dituju kaum muslimin dalam melaksanakan sebagian ibadah.¹⁴

Di dalam riwayat sejarah dan peradaban agama yang telah dulu, terdapat dua bangunan suci yang pernah dijadikan sebagai kiblat dalam salat, yaitu Baitul Maqdis (*Bait al-Muqaddas*) di Palestina dan Baitullah atau Kakbah di Masjidil Haram Mekah. Baitul Maqdis masih menjadi kiblatnya kaum Yahudi sampai masa sekarang. Nabi Muhammad saw. sendiri pernah menghadap ke arah Baitul Maqdis sebagai kiblat ketika beliau masih di Mekah dan di Madinah dalam kurun waktu 16 (enam belas) bulan (atau 17 bulan). Setelah itu, datang wahyu dari Allah mengenai perubahan kiblat menjadi ke arah Kakbah Masjidil Haram, dan Kiblat yang terakhir inilah yang dijadikan kiblat dalam Perspektif Madzhab-Madzhab Fiqh.¹⁵

¹² Mujab, "Kiblat Dalam Perspektif Madzhab-Madzhab Fiqh." 318

¹³ Ahmad Ghazali Muhammad Fathullah, *Irsyad Al-Murid: Ila Ma'rifat Ilm Al-Falak 'Ala Al-Rashd Al-Jadid* (LanBulan: Al-Mubarak, 2005). 10

¹⁴ Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015). 103

¹⁵ Mujab, "Kiblat Dalam Perspektif Madzhab-Madzhab Fiqh." 318

Di dalam tulisan Ahmad Izzuddin yang berjudul Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya, yang dikutip dari *Glossary of the Mapping Sciences*, (t.th.: 153), menjelaskan bahwa yang dimaksud arah adalah sebuah garis yang menunjukkan atau mengantarkan ke suatu tempat tanpa informasi jarak. Penjelasan arah dalam definisi di atas, bisa diterapkan jika obyeknya adalah bidang datar, namun penjelasan tersebut sulit diterapkan dalam bidang lengkung atau bola seperti di bumi. Perlu definisi tambahan terkait arah jika disandingkan dengan kiblat yang notabene ada di bumi yang berbentuk mendekati seperti bola. Arah kiblat didefinisikan sebagai jarak terdekat dari suatu lokasi menuju Kakbah melalui lingkaran besar (great circle).¹⁶

Arah kiblat pada dasarnya adalah arah mata angin. Menurut Ma'rufin Sudiby, secara tradisional, telah dikenal empat arah mata angin utama, yaitu utara, timur, selatan, dan barat. Selain itu juga terdapat empat arah mata angin sekunder, yaitu timur laut (terletak diantara utara dan timur), tenggara (terletak diantara timur dan selatan), barat daya (terletak diantara selatan dan barat), dan barat laut (terletak diantara barat dan utara). Lebih lanjut lagi, ada yang menambahkan tingkatan arah mata angin berikutnya, mata angin tersier yang terdiri dari delapan arah, antara lain, utara timur laut (terletak diantara utara dan timur laut), timur timur laut (terletak diantara timur dan timur laut), timur tenggara (terletak diantara timur dan tenggara), selatan tenggara (terletak diantara selatan dan tenggara), selatan barat daya (terletak diantara selatan dan barat daya), barat barat daya (terletak diantara barat dan barat daya), barat barat

¹⁶ Ahmad Izzuddin, "Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya," in *Annual International Conference on Islamic Studies)AISIS XII* (Surabaya: UIN Sunan Ampel, 2012), 764.

laut (terletak diantara barat dan barat laut), dan utara barat laut (terletak diantara utara dan barat laut).¹⁷

Salah satu komponen untuk menentukann azimuth matahari adalah data deklinasi matahari (*sun declination*). Deklinasi matahari didefinisikan sebagai busur pada lingkaran waktu yang dihitung mulai dari titik perpotongan antara lingkaran waktu dengan lingkaran ekuator ke arah utara atau ke arah selatan sampai ke titik pusat matahari.¹⁸ Ketika berada di utara ekuator, deklinasi matahari mempunyai nilai positif, dan ketika berada di selatan ekuator, deklinasi matahari mempunyai nilai negatif. Deklinasi matahari bernilai 0 derajat sampai 23,5 derajat.

Nilai deklinasi matahari dapat dicari pada tabel-tabel astronomi seperti buku ephemeris hisab rukyat Kemenag RI, atau almanak nautika. Selain itu, data deklinasi matahari juga bisa dicari lewat perhitungan astronomis dengan mengacu pada Julian Day. Rinto Anugraha menjelaskan bahwa nilai deklinasi matahari dicari melalui rumus transformasi koordinat ekliptika geosentris ke koordinat ekuator geosentris.¹⁹

Adapun *Julian day* (JD) didefinisikan sebagai banyaknya hari yang telah dilalui sejak hari Senin 1 Januari 4713 SM (sebelum Masehi) pada pertengahan hari, yaitu pukul 12.00 UT. Istilah Sebelum Masehi biasa digunakan oleh sejarawan dalam meyebutkan waktu suatu peristiwa sejarah. Namun di dalam perhitungan waktu menurut istilah astronomi, dalam menyebut tahun sebelum

¹⁷ Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabipun Berputar* (Solo: Tinta Medina, 2011). 111

¹⁸ Encup Supriatna, *Hisab Rukyat Dan Aplikasinya* (Bandung: Refika Aditama, 2007). xii

¹⁹ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: UGM, 2012). 56

masehi dengan menambah tanda negatif sebelum tahun. Jadi tahun 4713 SM sama dengan tahun -4712.²⁰ Biasanya dalam menentukan Julian day, input yang diperlukan adalah jam, menit, detik, tanggal, bulan miladi dan tahun miladi. Adapun *JD* bisa dihitung melalui beberapa langkah²¹, *pertama*, menentukan nilai tahun (*Y*). Apabila bulan yang dicari adalah Januari atau Februari, nilai *Y* adalah tahun Miladi dikurangi 1, sedangkan apabila bulan yang dicari adalah selain Januari dan Februari, nilai *Y* sama dengan tahun Miladi.

Kedua, mencari nilai *M*. Apabila bulan yang dicari adalah Januari atau Februari, nilai *M* adalah bulan ditambah 12. Misal bulan yang dicari adalah Januari, nilai *M* adalah 1 ditambah 12, menghasilkan nilai 13. Sedangkan apabila bulan yang dicari adalah selain Januari dan Februari, nilai *M* sama dengan nomor bulan. Misal bulan yang dicari adalah April, maka nilai *M* adalah 4 (empat).²²

Ketiga, mencari nilai *A* dan *B*. Apabila tahun yang adalah tahun Gregorian, maka nilai *A* adalah integer dari tahun dibagi 100 dan nilai *B* adalah $2 - A + \text{int}(A/4)$. Apabila tahun yang dicari adalah tahun Julian, maka nilai *A* dan *B* adalah 0 (nol).

Keempat, menghitung nilai *JD* dengan rumus sebagai berikut, $JD = \text{int}(365,25 \times (Y + 4716)) + \text{int}(30,6001 \times (M + 1)) + \text{tanggal} + B - 1524,5 + (\text{jam} \times 3600 + \text{menit} \times 60 + \text{detik}) / 86400$.

²⁰ Abu Sabda, *Ilmu Falak Rumusan Syar'i dan Astronomi*, (Bandung:Persis Pers,2019), hal 23

²¹ Anugraha, *Mekanika Benda Langit*. 9

²² Jean Meuss, *Astronomical Algorithms* (Virginia: William-Bell, Inc., 1991). 60-

Dalam perhitungan arah kiblat, ada beberapa teori yang dapat digunakan. Dikutip dari sinopsis Penelitian dari Siti Tatmainul Qulub, setidaknya ada 3 (tiga) teori perhitungan arah kiblat, yaitu trigonometri bola, *vincenty*, dan segitiga bola koreksi elipsoid. *Pertama*, teori trigonometri bola. Teori ini, menganggap bahwa bumi berbentuk bulat sempurna tanpa ada cekungan maupun tonjolan. Dalam teori ini, lintang koordinat tempat yang digunakan adalah lintang geosentris. Jika data lintang diambil dari GPS yang masih berbentuk geodetik, harus diubah menjadi lintang geosentris dengan pendekatan rumus $Tan \Phi' = b^2 / a^2 Tan \Phi$, dengan Φ' adalah Lintang Geosentrik, Φ adalah Lintang Geodetik, “a” adalah Sumbu panjang pada ellipsoda yang bernilai 6378137 meter, dan “b” adalah Sumbu pendek pada ellipsoda yang bernilai 6356752,3142 meter. Pendekatan rumus trigonometri bola mengacu pada konsep persamaan cotan dalam segitiga bola, yaitu $Cotan B = tan \Phi^K x cos \Phi^X : sin C - sin \Phi^X : tan C^{23}$, dengan keterangan B adalah Arah kiblat, Φ^K adalah Lintang Kakbah, Φ^X adalah Lintang Tempat dan C adalah Selisih Bujur. Selisih bujur ditentukan melalui salah satu dari 4 (empat) kategori berikut,

- a. Apabila lokasi adalah bujur timur dan bernilai antara $00^{\circ} 00'$ s.d $39^{\circ} 49' 34,56''$, selisih bujur bernilai bujur Kakbah dikurangi dengan bujur tempat.
- b. Apabila lokasi adalah bujur timur dan bernilai antara $39^{\circ} 49' 34,56''$ s.d $180^{\circ} 00'$, selisih bujur adalah bujur tempat dikurangi bujur Kakbah.

²³ Hambali, “Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali.” 18

- c. Apabila lokasi adalah bujur barat dan bernilai antara $00^{\circ} 00'$ s.d $140^{\circ} 10'$, selisih bujur adalah bujur tempat ditambah bujur Kakbah
- d. Apabila lokasi adalah bujur barat dan bernilai antara $140^{\circ} 10'$ s.d $180^{\circ} 00'$, selisih bujur adalah $320^{\circ} 10'$ dikurangi bujur tempat.²⁴

Kedua, rumus vincenty. Penamaan rumus ini diambil dari tokoh penemu rumus, yaitu Vincenty. Rumus ini mempertimbangkan bentuk bumi yang agak pipih di ekuator, bukan bulat sempurna, sehingga jari-jari kutub dan ekuator tidak sama. Jari-jari ekuator bumi bernilai 6378137 m, sedangkan jari-jari kutub bernilai 6356752,3142 m, sehingga dibutuhkan nilai kemampatan bumi (f), melalui persamaan $f = (a-b)/a$ dengan a = jari-jari ekuator dan b = jari-jari kutub. Dari persamaan tersebut menghasilkan nilai 0,00335281067183099 m.²⁵

Ketiga, dengan pendekatan rumus segitiga bola koreksi ellipsoid (teori ellipsoida). Dalam rumus metode penentuan arah kiblat yang ketiga ini, konsepnya sama dengan metode pertama, yaitu menggunakan rumus trigonometri bola, hanya saja koordinat lokasi yang digunakan disesuaikan dengan koordinat yang dihasilkan dari GPS (Global Positioning System), yaitu koordinat geografik. Metode ini merupakan metode yang banyak dipakai oleh praktisi falak di Indonesia hingga saat. Banyak literatur Falak di Indonesia yang membahas tentang rumus koreksi *elipsoid* ini. Salah satu alasannya adalah rumus ini mudah digunakan dan simpel. Akurasi metode ketiga ini jika dibandingkan dengan metode *vincenty* berselisih kisaran delapan menit busur.

²⁴ Sayful Mujab, "Qiblat Setiap Saat Sebagai Jembatan Penentu Arah Qiblat," *YUDISIA: Jurnal Pemikiran Hukum Dan Hukum Islam* 6 (2015). 166-167

²⁵ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya* (Jakarta: Kemenag, 2012). 110

Untuk mendapatkan nilai beda azimut tanpa kelebihan menit dan detik, yang selanjutnya diistilahkan dengan beda azimut yang efektif, harus melalui beberapa tahapan yaitu menghitung arah kiblat (B), menghitung Azimut kiblat (AQ) , menghitung arah Matahari (A), menghitung azimut Matahari (AM), dan menghitung beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA) yang mana nilai beda azimut kiblat dan azimut Matahari (BA) sampai pada ketelitian menit dan detik busur. Rumus beda azimut efektif yang dicetuskan oleh Slamet Hambali ini memiliki beberapa langkah sebagaimana berikut,

Pertama, menghitung arah kiblat lokasi tertentu. perhitungan arah kiblat yang dimaksud, bisa menggunakan salah satu pendekatan rumus yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya, yaitu pendekatan trigonometri bola, geodesi, atau trigonometri koreksi elipsoida. Namun untuk keperluan praktis, penulis menggunakan pendekatan rumus yang ketiga, yaitu trigonometri koreksi elipsoida. Hasil dari perhitungan arah kiblat ini bernilai antara 0 hingga di bawah 90 derajat. Jika hasil bernilai positif, dihitung dari utara dan jika bernilai negatif, dihitung dari selatan.

Kedua, menentukan azimut kiblat, yaitu arah yang dihitung dari utara sejati suatu lokasi, searah jarum jam hingga sampai pada titik kiblat. Azimut kiblat bernilai di atas 0 derajat hingga di bawah 360 derajat. Untuk mengetahui azimut kiblat, terlebih dahulu harus diketahui kategorisasi arah kiblat, apakah termasuk utara timur, selatan timur, selatan barat atau utara barat. Setelah itu azimut kiblat dapat ditentukan dengan salah satu dari 4 (empat) kriteria. Apabila arah kiblat utara timur, maka azimut kiblat sama dengan arah kiblat. Apabila arah kiblat selatan timur, maka azimut kiblat sama dengan arah kiblat ditambah 180 derajat. apabila arah kiblat selatan barat, maka azimut kiblat sama dengan

arah kiblat dikurangi 180 derajat. Apabila arah kiblat utara barat, maka azimuth kiblat sama dengan 360 dikurang arah kiblat.²⁶

Ketiga, menentukan arah matahari. Pada prinsipnya, arah matahari hampir sama dengan arah kiblat, hanya saja variabel yang digunakan adalah data deklinasi matahari dan sudut waktu. Arah matahari dapat ditentukan dengan rumus $\cotan A = \cos \Phi^x \tan \delta : \sin t - \sin \Phi^x : \tan t$.²⁷ Data deklinasi matahari bisa diperoleh dari beberapa almanak yang ada seperti data ephemeris hisab rukyat Kemenag RI atau almanak nautika. Selain itu, data deklinasi juga dapat ditentukan menggunakan pendekatan Jean Meuss atau metode VSOP98. Adapun sudut waktu matahari (t) dapat diperoleh dengan memperhatikan bujur tempat. Apabila bujur tempat yang dihitung adalah bujur timur, maka nilai sudut waktu adalah $\text{Abs} (\text{LMT}^{28} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$. Apabila bujur tempat yang dihitung adalah bujur barat, maka nilai sudut waktu adalah $\text{Abs} (\text{LMT} + e + (\text{BB}^d - \text{BB}^x) : 15 - 12) \times 15$.

Sudut waktu bernilai negatif jika waktu bidiknya sebelum *merr pass*, dan bernilai positif jika waktu bidiknya setelah merpass. Nilai sudut waktu berada di antara 0 sampai 90 derajat. Adapun nilai deklinasi matahari (δm) dan sudut waktu (t) tersebut dijadikan variabel bersama dengan lintang tempat (Φx) dalam rumus pendekatan arah matahari yaitu, $\cotan A = \tan \delta m \cos \phi x : \sin t : - \sin \phi x : \tan t$ Arah matahari bernilai antara 0 derajat sampai 90 derajat. Jika hasilnya

²⁶ Muhammad Faishol Amin, "Implementasi Istiwa'ani Dalam Pemrograman Aplikasi Berbasis Android," *Techno.Com* 18, no. 1 (2019), doi:10.33633/tc.v18i1.1949. 91

²⁷ Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali." 37

²⁸ Local Mean Time

positif, matahari berada di utara. Sebaliknya, jika hasilnya negatif, matahari berada di selatan. Nilai arah matahari ini menjadi acuan untuk menentukan azimut matahari.

Keempat, menentukan azimut matahari. Sama halnya dengan azimut kiblat, azimut matahari juga memiliki dikategorisasi²⁹ berdasarkan arah, yaitu,

- a. Jika $A = UT (+)$, maka $AM = A$. Utara timur yang dimaksud adalah pengukuran dilakukan sebelum waktu istiwa', yaitu saat pagi hari, dan deklinasi matahari bernilai positif, yaitu ketika matahari berada di utara dari lokasi.
- b. Jika $A = ST (-)$, maka $AM = A + 180$. yang dimaksud selatan timur adalah pengukuran dilakukan sebelum waktu istiwa', yaitu saat pagi hari, dan deklinasi matahari bernilai negatif, yaitu ketika matahari berada di selatan lokasi.
- c. Jika $A = SB (-)$, maka $AM = 180 - A$. Adapun yang dimaksud selatan barat adalah pengukuran dilakukan setelah waktu istiwa', yaitu saat sore hari, dan deklinasi matahari bernilai negatif, yaitu ketika matahari berada di selatan lokasi.
- d. Jika $A = UB (+)$, maka $AM = 360 - A$. Adapun yang dimaksud utara barat adalah pengukuran dilakukan setelah waktu istiwa', yaitu saat sore hari, dan deklinasi matahari bernilai positif, yaitu ketika matahari berada di utara lokasi.

²⁹ Fadholi, "Istiwaaini 'Slamet Hambali' (Solusi Alternatif Menentukan Arah Qiblat Mudah Dan Akurat)." 113

Kelima, menentukan nilai beda azimut (BA) dengan mengurangkan nilai azimut kiblat dengan nilai azimut matahari. Jika nilai beda azimut negatif, harus ditambah 360.³⁰ Pada umumnya, ketika menentukan nilai beda azimut dengan waktu bidik bebas, nilai beda azimut sampai pada ketelitian detik busur. Namun dengan rumus milik Slamet Hambali, beda azimut ini bisa ditentukan sendiri dengan nilai bulat tanpa desimal, sehingga tanpa kelebihan menit dan detik busur. Maka, setelah menemukan beda azimut yang didapatkan dari perhitungan sebelumnya, langkah selanjutnya adalah menentukan beda azimut baru yang dikehendaki, yaitu beda azimut dengan nilai bulat yang mendekati nilai beda azimut sebelumnya.

Keenam, menentukan azimut matahari dari nilai beda azimut baru dengan dasar persamaan beda azimut adalah hasil selisih antara azimut kiblat dengan azimut matahari. Dari definisi ini, azimut matahari didefinisikan sebagai hasil pengurangan azimut kiblat dengan beda azimut. Hasil azimut matahari ini, perlu dikategorisasi terkait notasi positif atau negatif. Jika azimut matahari berada diantara 90 – 180 atau 270 – 360 sedangkan lintang tempat bernilai negatif (Lintang Selatan), azimut matahari diberi tanda negatif (-). Jika azimut matahari berada diantara 0 – 90 atau 180 – 270 sedangkan lintang tempat bernilai positif (Lintang Utara), azimut matahari diberi tanda positif. Selain kategori tersebut, nilai azimut matahari dianggap positif.³¹

Ketujuh, Menentukan jam bidik yang sesuai dengan beda azimut yang diinginkan, yaitu nilai bulat tanpa kelebihan menit dan detik busur. Dalam

³⁰ Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaa'ini Karya Slamet Hambali." 66

³¹ Ana Nur Afifah, "Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Karya Slamet Hambali" (UIN Walisongo, 2019). 44

menentukan jam bidik ini, setidaknya membutuhkan empat persamaan³² dibawah ini,

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan P} &= \tan AM \sin \phi x \\
 \cos (t-p) &= \cos p \tan \delta : \tan \phi x \\
 t &= (t-p) + p \\
 \text{Jam bidik} &= 12 + t : 15 - e + (BT^{d33} - BT^x) : 15 \text{ atau } 12 + t : 15 - e \\
 &\quad - (BB^{d34} - BT^x) : 15
 \end{aligned}$$

Hasil nilai jam bidik ini berbentuk desimal dan dapat diubah menjadi bentuk jam menit detik. Untuk lebih memantapkan hasil jam bidik ini, perlu untuk memastikan nilai beda azimuth berdasarkan jam bidik hasil terbaru ini dengan menghitung ulang beda azimuth menggunakan langkah pertama sampai kelima, apakah nilai beda azimuthnya sama dengan yang dikehendaki, yaitu nilai bulat tanpa kelebihan menit dan detik busur.

Berikut adalah sampel penentuan beda azimuth menggunakan rumus Slamet Hambali, dengan markaz Semarang, pada tanggal 17 Januari 2021, dengan data lintang tempat $-06^{\circ} 59' LS$, bujur tempat $110^{\circ} 36' BT$ yang dilakukan pada pukul 14.00 wib. Pada sampel perhitungan ini menghasilkan nilai beda azimuth sebesar $51^{\circ} 01' 05,81''$, kemudian ditentukan nilai beda azimuth yang baru yang mendekati beda azimuth sebelumnya, yaitu 51° . Dari nilai beda azimuth yang baru ini, ditentukan jam bidik baru melalui rumus sudut proses, sehingga menghasilkan jam bidik $14 : 00 : 07,41$ wib.

Pada awalnya, penggunaan rumus ini untuk mempermudah pengukuran beda azimuth menggunakan instrumen klasik seperti istiwaaini karya Slamet

³² Ana Nur Afifah, "Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat 44

³³ Bujur Timur Daerah

³⁴ Bujur Barat Daerah

Hambali dengan menghasilkan output beda azimuth tanpa kelebihan menit dan detik busur. Namun penggunaan rumus ini bisa dikembangkan lagi dengan mempertimbangkan acuan akurasi terhadap beda azimuth. Selain beda azimuth tanpa kelebihan menit dan detik, juga bisa mengacu pada beda azimuth yang hanya kelebihan 30 menit busur. Satu derajat sama dengan 60 menit busur sehingga nilai tengahnya adalah 30 menit busur.

Sistem data beda azimuth efektif inilah yang dikembangkan dalam bentuk sistem aplikasi berbasis android untuk penentuan arah kiblat. Adanya sistem beda azimuth berbasis android ini diharapkan bisa memudahkan langkah penentuan arah kiblat, khususnya bagi pengguna instrumen klasik seperti istiwaaini karya Slamet Hambali.

G. Sistematika Penulisan

Di dalam penelitian ini, tersaji dalam 5 (lima) bab,

Bab pertama, berisikan latar belakang permasalahan dalam penelitian ini diangkat. Selain itu pada bab ini juga dijelaskan identifikasi masalah, Pertanyaan penelitian yang berjumlah dua buah, tujuan serta manfaat penelitian, kajian pustaka, dan metode penelitian yang digunakan dalam penelitian.

Bab kedua, berisikan landasan teori yang menjadi acuan permasalahan yang dibahas di dalam penelitian ini yang digunakan sebagai alat analisis data yang disajikan dalam penelitian. Diantara teori yang diperlukan adalah definisi arah kiblat dari beberapa perspektif, dasar hukum kiblat baik ayat Al-Qur'an yang dijelaskan lebih detail dari beberapa tafsir yang relevan, serta hadis tentang kiblat yang diambil dari beberapa kitab hadis khususnya kutub al-sittah beserta syarahnya. Beberapa komponen perhitungan kiblat juga dijelaskan

dalam bab ini, antara lain data deklinasi matahari dan perata waktu, serta metode penentuan kiblat baik itu secara teori perhitungan maupun penggunaan instrumen falak

Bab ketiga, berisikan biografi dari Slamet Hambali sebagai penggagas rumus beda azimut, serta pembahasan mengenai Formulasi sistem data beda azimut. Dalam bab ini juga dijelaskan terkait hal-hal yang berhubungan dengan rumus beda azimut efektif, antara lain deklinasi matahari, *equation of time*, trigonometri kiblat, sudut waktu, azimut matahari serta analisis rumus beda azimut efektif gagasan Slamet Hambali. Konsep-konsep terkait urutan algoritma pemrograman android serta pengaplikasiannya terhadap konsep beda azimuth sehingga bisa menjadi satu kesatuan program yang ingin dihasilkan.

Bab keempat, berisikan analisis mengenai perancangan sistem data beda azimut berbasis android menggunakan java sebagai bahasa pemrograman, untuk penerapan penentuan arah kiblat. Untuk mengetahui akurasi, hasil data tersebut akan dikomparasikan dengan pengukuran lapangan mengacu kepada rashdul kiblat global, serta perhitungan manual yang diperoleh dari algoritma beda azimut.

Bab kelima berisikan kesimpulan penelitian dan saran. Kesimpulan didasarkan sesuai jumlah pertanyaan penelitian, yaitu sebanyak dua buah. Kesimpulan ini merangkum hasil temuan pada penelitian ini.

BAB II : DEFINISI, DASAR HUKUM DAN METODE PENENTUAN KIBLAT

A. Definisi Kiblat

Salah satu pembahasan di dalam ilmu falak adalah penentuan arah kiblat. Menghadap kiblat menjadi syarat sah salat menurut jumbuh fuqaha.¹ Kata kiblat berasal dari bahasa arab, yaitu *qiblah* yang merupakan bentuk masdar dari kata *qabila-yaqbalu-qiblitan* yang memiliki arti menghadap, acuan untuk menghadap.² Kiblat secara bahasa berarti arah dan segala sesuatu yang dijadikan acuan untuk menghadap. Kiblat juga bisa diartikan arah ke Kakbah di Mekkah.³ Adapun secara istilah, kiblat adalah arah yang mana orang yang salat menghadap ke arah tersebut baik menghadap ke fisik Kakbah maupun hanya sebatas arah Kakbah.⁴ Secara spesifik, qiblah berarti *nahiyah as-shalah*, yaitu arah yang dituju ketika salat, sehingga semua gerakan salat, baik ketika berdiri, rukuk maupun sujud senantiasa berimpit dengan arah itu.⁵ Adapun keterangan dalam Ensiklopedi Hukum Islam karya Abdul Aziz Dahlan, dijelaskan bahwa kiblat diartikan sebagai bangunan Kakbah atau arah yang dituju kaum muslimin dalam melaksanakan sebagian ibadah.⁶

¹ Muhammad Syatho, *Iinah Al-Tholibin* (Darr Ihya Al-Kutub Al-Arabiyah, n.d.). 123

² Sayful Mujab, *Kiblat dalam Perspektif Mazhab-Mazhab Fiqih*, Yudisia: Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam, IAIN Kudus (2014), hal 318

³ Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu Falak* (Jakarta: Prenadamedia, 2015). 57

⁴ Ahmad Ghazali Fathullah, *Irsyad al-Murid Ila Ma'rifati Ilm Al-Falak 'Ala Rasdh Al-Jadid*, Cet.4, T.p, 2005, hal 10

⁵ Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005). 67

⁶ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta:Pustaka Al-Kautsar, 2015), hal 103

Dalam sejarah agama samawi, terdapat dua bangunan suci yang pernah ditetapkan sebagai kiblat dalam shalat, yaitu Baitul Maqdis (*Bait al-Muqaddas*) di Palestina dan Baitullah atau Kakbah di Masjidil Haram Mekah. Sampai era sekarang ini, Baitul Maqdis masih menjadi kiblat bagi kaum Yahudi. Nabi Muhammad SAW. sendiri pernah menghadap Kiblat Baitul Maqdis saat beliau masih berada di Mekah dan di Madinah dalam kurun waktu 16 bulan (atau 17 bulan). Setelah itu, kemudian turun wahyu berkenaan kiblat yang berganti ke Kakbah Masjidil Haram, dan Kiblat inilah yang dimaksud Kiblat dalam perspektif madzhab-madzhab fiqh.⁷

Kakbah adalah tempat ibadah dalam Islam yang dibangun oleh Nabi Ibrahim dengan putranya Nabi Ismail di mana orang Arab umumnya menghormati tempat suci ini. Setiap tahun dalam bulan haji, orang Arab dari seluruh penjuru mengunjungi Mekah sebagai kewajiban agama. Nabi Muhammad SAW ketika lahir bahkan dibawa oleh kakeknya Abdul Muthalib ke kaki Kakbah dan di tempat suci itulah bayi suku Quraiy. Mereka benar-benar bangga dengan Kakbah dan bahkan mengabdikan diri untuk merawatnya. Mereka menjaga berhala di sekitar Kakbah dan menjadikan Kakbah sebagai pusat kegiatan ritual. Mereka percaya bahwa berhala adalah sahabat Tuhan.⁸

Kakbah, tempat ibadah yang dikenal juga dengan istilah Baitullah, memiliki bentuk kubus yang berukuran 12 m x 10 m x 15 m. Di dalam Kakbah terdapat sebuah ruangan berukuran 10 m x 8 m dengan dua pilar menjulang ke

⁷ Sayful Mujab, *Kiblat dalam Perspektif Mazhab-Mazhab Fiqih*, Yudisia: Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam, IAIN Kudus (2014), hal 318

⁸ Hendri, "Prayer Room Qibla Direction At School In Bukittinggi : (Qibla Study In Junior High School And Senior High Schools Prayer Room)," *Al-Hilal : Journal of Islamic Astronomy* 1 (2019). 22

langit-langit. Batu-batu yang dijadikan saat itu diambil dari 5 (lima) gunung, yaitu Sinai, Judi, Hira, Olivet, dan Lebanon.⁹ Kakbah memiliki beberapa nama yang tercantum di dalam Al-Qur'an, diantaranya adalah *Kakbah* (persegi empat) yang tercantum dalam surah Al-Maidah ayat 97, *Qiblat* disebutkan dalam Al-Baqarah ayat 144, *Baitullah* (rumah Allah) disebutkan dalam Al-Baqarah ayat 125, Ibrahim ayat 37, Al-Hajj ayat 26, kemudian Al-Bait disebutkan dalam Ali Imron ayat 96-97, Al-Anfal ayat 35, Al-Hajj ayat 26, al-Bait al-Haram (Rumah Suci) disebutkan dalam Al-Maidah ayat 97, dan Bait al-'Atiq (Rumah Pusaka) disebutkan dalam Al-Hajj ayat 29, Al-Hajj ayat 33.¹⁰

Di dalam tulisan Ahmad Izzuddin yang berjudul Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya, yang dikutip dari *Glossary of the Mapping Science* menjelaskan bahwa yang dimaksud arah adalah sebuah garis yang menunjukkan atau mengantarkan ke suatu tempat tanpa informasi jarak. Penjelasan arah dalam definisi di atas, bisa diterapkan jika obyeknya adalah bidang datar, namun penjelasan tersebut sulit diterapkan dalam bidang lengkung atau bola seperti di bumi. Perlu definisi tambahan terkait arah jika disandingkan dengan kiblat yang notabene ada di bumi yang berbentuk mendekati seperti bola. Arah kiblat didefinisikan sebagai jarak terdekat dari suatu lokasi menuju Kakbah melalui lingkaran besar (*great circle*).¹¹

Arah kiblat pada dasarnya adalah arah mata angin. Menurut Ma'rufin Sudibyo, secara tradisional, telah dikenal empat arah mata angin utama, yaitu

⁹ Alfirdaus Putra, *Cepat Dan Tepat Menentukan Arah Kiblat*, ed. Muzakkir, 2nd ed. (Yogyakarta: Elmahera, 2015). 11

¹⁰ Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*. 48-49

¹¹ Ahmad Izzuddin, *Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, (disampaikan di dalam acara AICIS UIN Sunan Ampel Surabaya tahun 2012)

utara, timur, selatan, dan barat. Selain itu juga terdapat empat arah mata angin sekunder, yaitu timur laut (terletak diantara utara dan timur), tenggara (terletak diantara timur dan selatan), barat daya (terletak diantara selatan dan barat), dan barat laut (terletak diantara barat dan utara). Lebih lanjut lagi, ada yang menambahkan tingkatan arah mata angin berikutnya, mata angin tersier yang terdiri dari delapan arah, antara lain, utara timur laut (terletak diantara utara dan timur laut), timur timur laut (terletak diantara timur dan timur laut), timur tenggara (terletak diantara timur dan tenggara), selatan tenggara (terletak diantara selatan dan tenggara), selatan barat daya (terletak diantara selatan dan barat daya), barat barat daya (terletak diantara barat dan barat daya), barat barat laut (terletak diantara barat dan barat laut), dan utara barat laut (terletak diantara utara dan barat laut).¹²

B. Landasan Hukum Kiblat

a. Al-Baqarah ayat 144

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ صَلَّى فَالْتَوَلَيْتَنَّا قِبَلَهُ تَرْضَاهَا جَ قَوْلٍ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ
 الْحَرَامِ جَ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ فَلْيَ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ
 مِنْ رَبِّهِمْ فَلْيَ وَمَا اللَّهُ بِعَاقِلٍ عَمَّا يَعْمَلُونَ¹³

Sesungguhnya Kami lihat muka engkau menengadahkan ke langit, maka Kami palingkanlah engkau kepada kiblat yang engkau ingini. Sebab itu palingkanlah muka engkau ke pihak Masjidil Haram. Dan dimana saja kamu semua berada palingkanlah mukamu ke pihaknya. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi kitab mengetahui

¹² Sudibyo, *Sang Nabipun Berputar*. 111

¹³ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahannya* (Semarang: Asy-Syifa, 2004).27

*bahwasanya itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan tidaklah Allah lengah dari apapun yang kamu amalkan.*¹⁴

Hamka dalam tafsir Al-Azhar menjelaskan bahwa suatu ketika, Allah memperhatikan Rasulullah sedang menengadahkan wajah beliau ke langit dengan harapan mendapat mandat untuk mengembalikan kiblat dari *Bait al-Maqdis* kembali ke *Masjid al-Haram* (Kakbah). Setiap akan melaksanakan salat, Rasulullah selalu menghadapkan wajahnya ke langit. Beliau sangat rindu untuk berkiblat menuju arah Kakbah.¹⁵

Setiap kali malaikat Jibril turun dari langit atau naik kembali ke langit, Rasulullah selalu memandangnya seraya menunggu turunnya perintah dari Allah mengenai peralihan kiblat sampai turun ayat, “*Sesungguhnya telah Kemi lihat muka engkau menengadah ke langit.*” sampai akhir ayat “*maka Kami palingkanlah engkau kepada kiblat yang engkau kehendaki.*” Keinginan beliau muncul sebab beliau Rasulullah membawa risalah yang menyempurnakan risalahnya Nabi Ibrahim, sebab area Masjid al-Haram yang juga disebut sebagai lembah yang tidak ditumbuhi tumbuhan di dekat rumah Allah yang suci, merupakan tempat pertama Nabi Ibrahim menyebarkan ajaran Islam.¹⁶

b. Al-Baqarah ayat 149-150

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ (١٤٩)

¹⁴ Kementerian Agama RI, Al-Qur'an Dan Terjemahannya. 27

¹⁵ Abdul Malik Abdul Karim Amrullah, *Tafsir Al-Azhar* (Singapura: Pustaka Nasional, n.d.). 336

¹⁶ Abdul Malik Abdul Karim Amrullah, *Tafsir Al-Azhar*, 36

وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۚ لِأَنَّ الْبَيْتَ لِنَاسٍ عَالَمِينَ إِلَّا الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ
فَلَا تُحْشِسُوهُمْ وَاحْشِسُونِي وَلَا تَمَّ نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ¹⁷ (١٥٠)

Dan dari manapun engkau (Muhammad) keluar, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam, sesungguhnya itu benar-benar ketentuan dari Tuhanmu. Allah tidak lengah terhadap apa yang kamu kerjakan. (149) Dan dari manapun engkau (Muhammad) keluar, maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan di mana saja kamu berada, maka hadapkanlah wajahmu ke arah itu, agar tidak ada alasan bagi manusia (untuk menentangmu), kecuali orang-orang yang zalim di antara mereka. Janganlah kamu takut kepada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku, agar Aku sempurnakan nikmat-Ku kepadamu, dan agar kamu mendapat petunjuk. (150)¹⁸

Sebab turunnya ayat ini adalah berhubungan dengan peristiwa pemindahan kiblat dari Baitul Maqdis ke Kakbah. Rasulullah SAW bersama para sahabatnya menghadap ke Baitul Maqdis selama 16 bulan sampai 17 bulan setelah diperintah untuk hijrah. Rasulullah lebih suka menghadap Kakbah walaupun beliau diperintahkan untuk menghadap Baitul Maqdis karena Kakbah merupakan kiblatnya Nabi Ibrahim, leluhur beliau sehingga Rasulullah sering menengadahkan wajahnya ke langit, berharap turun wahyu yang memerintahkannya untuk memindah kiblat. Karena itulah, turun ayat ini yang memerintahkan Rasulullah untuk menghadapkan wajahnya ke arah Kakbah.¹⁹

Hubungan Nabi Muhammad SAW dengan Nabi Ibrahim AS tidak hanya sebatas hubungan *nubuwwah* atau hubungan kebabakan, tetapi

¹⁷ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahannya*. 28

¹⁸ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Dan Terjemahannya*.

¹⁹ Encep Abdul Rozak, *Ilmu Falak, Hisab Pendekatan Microsoft Excel* (Jakarta: Kencana, 2020). 72

lebih kuat dari itu, yaitu hubungan *nubuwwah* atau kenabian yang bersifat khusus karena Nabi Muhammad SAW dipilih oleh Allah untuk menjadi yang melanjutkan *millah* Nabi Ibrahim AS.²⁰

Menurut *Muhammad Ali Ash-Shobuni*, ayat ini menjelaskan tentang perintah untuk menghadapkan wajah ke arah Kakbah kesekian kalinya. Hikmahnya adalah bahwa menghadap Kakbah dalam ibadah merupakan hukum syariat yang pertama kali diganti yang bertujuan untuk menguatkan Islam dan menghilangkan hujatan kaum yahudi. Selain itu, ayat ini juga untuk menenangkan hati Rasulullah dan untuk menguatkan syariatnya.²¹

c. Riwayat Imam 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 الْمُقَدِّسِ»، فَتَرَلَّتْ: {قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ} [البقرة: 144] فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ، وَقَدْ صَلَّوْا رُكْعَةً، فَنَادَى: أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حُوِّلَتْ، فَمَأَلَوْا كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ²²

Abu Bakar bin Abi Saibah menceritakan kepada kita, Affan menceritakan kepada kita, Hammad bin Salamah menceritakan kepada kita, dari Tsabit, dari Anas, bahwa seungguhnya Rasulullah SAW(pada suatu hari) sedang salat menghadap Bait al-Maqdis, kemudian turunlah

²⁰ Abdullah Ibrahim, *Ilmu Falak Antara Fiqih Dan Astronomi* (Bantul: Fajar Pustaka Baru, 2017).26

²¹ Rozak, *Ilmu Falak, Hisab Pendekatan Microsoft Excel*. 72

²² Muslim bin Hajjaj, *Shahih Muslim* (Riyadh: Darul Mughni, 1998). 268

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ صَلَّى فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا ج قَوْلَ وَجْهِكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ

ayat Kemudian ada seorang dari Bani Salamah bepergian menjumpai sekelompok sahabat sedang rukuk pada salat fajar, lalu ia menyeru, “sesungguhnya kiblat telah berubah.” Lalu mereka berpaling seperti kelompok Nabi, yakni ke arah kiblat.²³

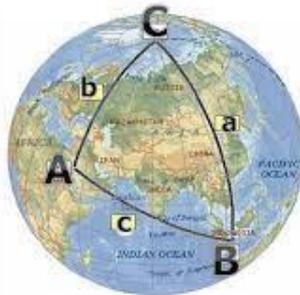
C. Metode Penentuan Arah Kiblat

Umat Islam dalam melaksanakan salat diwajibkan menghadap arah kiblat sebagai salah satu syarat sahnya salat. Bagi muslim yang jauh dari Kakbah seperti Indonesia tentunya harus memiliki konsep yang menghasilkan arah Kakbah sebagai pedoman dalam menjalankan ibadah salat yang diperintahkan sebagai menghadap arah kiblat. Dengan bantuan ilmu geometri, arah Kakbah bagi masyarakat muslim Indonesia walau posisi jauh dari Kakbah dapat diketahui dengan mudah. Dalam perhitungan arah kiblat, ada tiga titik yang harus diketahui, yaitu (1) titik A sebagai posisi Kakbah, (2) titik B sebagai lokasi yang hendak diketahui arah kiblat, dan (3) titik C sebagai titik kutub utara. Sebagaimana terlihat dalam gambar nomor 1 di bawah. Ketiga titik ini ditandai dengan nilai koordinat, yaitu lintang dan bujur lokasi. Lintang (ϕ) adalah nilai panjang garis khayali yang dihitung dari garis khatulistiwa ke kutub Bumi. Panjang garis lintang dari garis khatulistiwa ke kutub utara adalah 90° yang biasanya ditulis lintang utara (LU). Jarak dari khatulistiwa ke kutub selatan juga 90° yang dikenal dengan lintang selatan (LS). Bujur (λ) adalah nilai panjang garis khayali yang dihitung dari garis lintang Greenwich di London, Inggris ke timur sampai pada garis bujur 180° yang biasanya disebutkan bujur

²³ Kementerian Agama RI, *Ilmu Falak Praktik* (Jakarta: Kemenag, 2013). 22

timur (BT). Dari Greenwich ke barat sampai juga pada garis buju 180° disebut bujur barat (BB).²⁴

Garis bujur yang mempertemukan titik bujur timur dengan titik bujur barat pada bujur 180° terletak di Samudra Pasifik dan dijadikan sebagai garis pergantian tanggal internasional, di mana saat Matahari berada pukul 12.00 (tengah hari) di meridian Greenwich (bujur 0°) di mana posisi Matahari berada di titik zenit, di meridian 180° berada pada pukul 00.00 (tengah malam) di mana posisi Matahari berada di titik nadir, saat itu wilayah yang berada di bujur timur sudah memasuki tanggal baru dengan hari berikutnya, Senin 5 Januari misalnya, sedangkan yang bujur barat masih tanggal sebelumnya, yaitu Minggu 4 Januari. Seperti ini konsep pembagian waktu di dunia, di mana pergantian tanggal dan hari selalu terjadi saat pukul 00.00 (tengah malam) di titik meridian zona waktu, pukul 00.00 di meridian bujur 120° BT untuk Waktu Indonesia Tengah (WITA). Saat waktu melewati pukul 00.01 WITA, maka seluruh wilayah dalam zona waktu WITA telah masuk tanggal baru dengan hari berikutnya.



Gambar 1 : Ilustrasi Segitiga Bola

²⁴ Ismail Ismail, Dikson T. Yasin, and Zulfiah, "Toleransi Pelencengan Arah Kiblat Di Indonesia Perspektif Ilmu Falak Dan Hukum Islam," *Al-Mizan* 17, no. 1 (2021): 115–38, doi:10.30603/am.v17i1.2070. 122

Titik A dan titik C adalah dua titik yang selalu tetap, tidak pernah berubah-ubah dalam perhitungan arah kiblat, karena titik A merupakan posisi Kakbah di Makkah dan titik C merupakan titik kutub utara Bumi. Sedangkan titik B selalu berubah-ubah dalam perhitungan arah kiblat, karena tergantung lokasi di permukaan Bumi yang ingin diketahui arah kiblatnya. Bila ketiga titik tersebut dihubungkan dengan garis lengkung pada lingkaran besar, maka terjadilah segitiga bola ABC, seperti yang terlihat dalam gambar nomor 1 di atas. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa yang dimaksud dengan menghitung arah kiblat adalah menghitung berapa besarnya sudut B dari arah utara ke barat, yaitu sudut yang diapit oleh sisi a dan sisi b.

Di dalam menentukan arah kiblat, terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan. Dari metode yang praktis sampai metode yang membutuhkan detail-detail tertentu. Menurut Izzuddin, metode penentuan arah kiblat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu metode alami seperti rasdu kiblat, dan metode sains, seperti penggunaan kompas dan istiwaain.²⁵ Adapun metode penentuan arah kiblat, antara lain adalah sebagai berikut,

1. Segitiga Kiblat

Segitiga kiblat merupakan metode penentuan kiblat menggunakan sarana penggambaran segitiga yang salah satu sudutnya bernilai 90 derajat²⁶ atau yang dikenal sebagai segitiga siku-siku dengan perhitungan tertentu. Segitiga kiblat dirancang setelah mengetahui azimuth kiblat. Metode ini

²⁵ Muhammad Himmatur Riza and Nihayatul Minani, "The Effect Of El Nino And La Nina On The Intensity Of Determining Qibla Direction," *Al-Hilal : Journal of Islamic Astronomy* 3 (2021). 61

²⁶ Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Hal. 191

dipakai untuk mempermudah penerapan sudut kiblat di lokasi tertentu. Dasar yang digunakan dalam metode ini adalah pendekatan rumus trigonometri.²⁷

Pada dasarnya, segitiga kiblat merupakan segitiga siku-siku dengan panjang sisi tertentu. Apabila dikaitkan dengan rumus trigonometri dasar, segitiga siku-siku memiliki 3 (tiga) sisi, yaitu sisi depan, sisi samping, dan sisi miring, dengan pendekatan sebagai berikut,

$$\sin \alpha = \text{depan} / \text{miring}$$

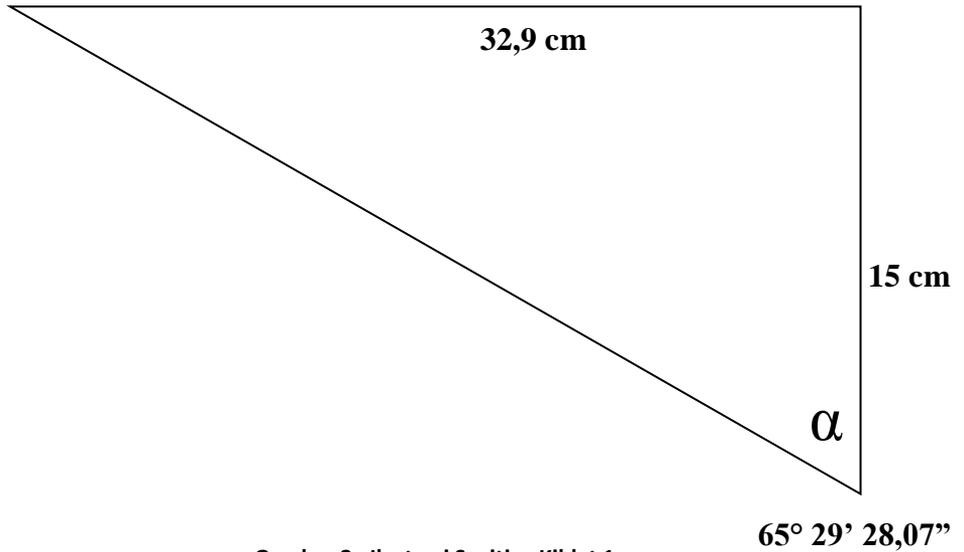
$$\cos \alpha = \text{samping} / \text{miring}$$

$$\tan \alpha = \text{depan} / \text{samping}$$

Untuk membuat segitiga kiblat, harus diketahui terlebih dahulu sudut kiblat. Sudut kiblat ini sebagai nilai α . Persamaannya adalah sebagai berikut, Jika yang diketahui adalah sisi samping, maka sisi depan adalah hasil perkalian antara sisi samping dengan tangen sudut α . Jika yang diketahui adalah sisi depan, maka sisi samping adalah hasil pembagian sisi depan dengan tangen sudut α .

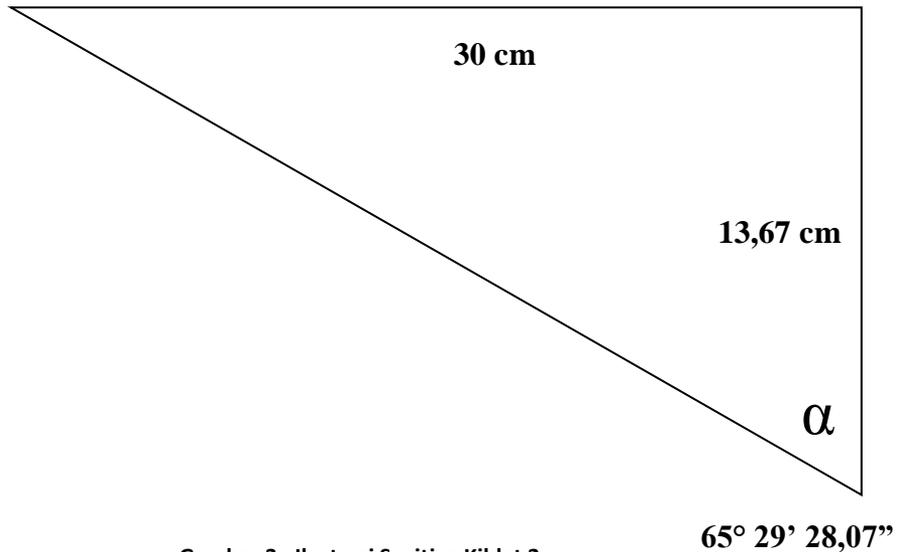
Misal diketahui sudut kiblat kota Semarang sebesar $65^\circ 29' 28,07''$ dari Utara ke Barat. Kemudian yang diketahui adalah sisi samping sebesar 15 cm, maka nilai sisi depan adalah hasil kali 15 cm dengan $\tan 65^\circ 29' 28,07''$, yaitu 32,9 cm. Ilustrasinya adalah sebagai berikut,

²⁷ Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*. Hal 79



Gambar 2 : Ilustrasi Segitiga Kiblat 1

Misal dengan sudut kiblat yang sama, namun yang diketahui adalah sisi depan yang bernilai 30 cm, maka nilai sisi samping adalah hasil dari pembagian 30 cm dengan $\tan 65^\circ 29' 28,07''$ yaitu sebesar 13,67 cm. ilustrasinya adalah sebagai berikut,



Gambar 3 : Ilustrasi Segitiga Kiblat 2

2. Kompas

Pada zaman dahulu, pengetahuan manusia tentang arah didasari atas pengamatan mereka terhadap posisi matahari ketika terbit dari arah timur dan tenggelam di arah barat. Saat itu mereka menandai titik sinar matahari terhadap bumi dari terbit sampai tenggelam. Seiring waktu, pengetahuan manusia terus berkembang sebab mereka mulai mengamati rasi bintang yang dapat dimanfaatkan untuk menunjukkan arah utara seperti rasi bintang *Polaris*. Dari penentuan arah utara ini, mereka dapat menentukan arah lainnya, seperti arah timur dan barat. Akan tetapi, pengetahuan tentang arah tersebut dirasa kurang praktis sebab bergantung kepada cuaca yang baik. Apabila cuaca tidak mendukung, pengetahuan tersebut terganggu sehingga

sulit untuk mendeteksi arah. Atas dasar permasalahan tersebut, ditemukanlah instrumen penunjuk arah, yaitu kompas.²⁸

Kata kompas berasal dari bahasa Inggris, yaitu compass yang bermakna pedoman. Hal ini disebabkan kompas digunakan sebagai pedoman penentuan arah mata angin.²⁹ Kompas juga dapat didefinisikan sebagai instrumen penentu azimuth nol (utara) yang bekerja dengan menggunakan sebatang magnet kecil berbentuk jarum yang bergerak bebas. Magnet kecil tersebut dapat ditempatkan di lingkungan yang kering dan ditopang sebuah penahan yang membuatnya tetap bisa bergerak dalam dua sumbu, yaitu sumbu horizontal dan vertikal.³⁰ Menurut Slamet Hambali, kompas merupakan alat bantu yang menggunakan jarum magnet untuk mendapatkan arah utara selatan, yaitu utara magnet bumi, bukan utara sejati.³¹

Secara umum, terdapat dua jenis kompas, yaitu kompas *magnetik* dan kompas *digital*. Kompas magnetik didefinisikan sebagai kompas yang menggunakan bantuan medan magnet bumi untuk mengarahkan jarum kompas ke arah utara. Adapun kompas digital adalah kompas yang bekerja secara digital. Kompas jenis ini biasanya disertai sistem navigasi dalam dunia robotika atau dalam gadget elektronik yang semakin canggih.³² Kompas magnetik maupun digital bekerja berdasarkan pengaruh medan

²⁸ Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi* (Depok: Rajawali Pers, 2017). 227

²⁹ | Siti Tatmainul Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi* , 228

³⁰ Sudibyo, *Sang Nabipun Berputar*. 178

³¹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak, Arah Kiblat Setiap Saat* (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013). 23

³² Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. 239

magnet bumi yang menyebabkan jarum magnet selalu menunjuk ke arah utara dan selatan.³³

Dalam metode penentuan kiblat menggunakan kompas, hal yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut, *pertama*, mempersiapkan data koordinat lintang dan bujur Kakbah serta koordinat lokasi yang akan diukur kiblatnya. Untuk koordinat Kakbah, penulis menggunakan nilai lintang 21° 25' 21,04" LU dan bujur 39° 49' 34,22" BT. Adapun koordinat lokasi dapat dicari melalui GPS atau aplikasi android seperti google maps. *Kedua*, memperhatikan deklinasi magnetik pada lokasi yang akan diukur kiblatnya. *Ketiga*, melakukan perhitungan-perhitungan untuk mendapatkan arah kiblat dan azimuth kiblat. *Keempat*, menentukan azimuth kiblat kompas menggunakan kaidah, apabila deklinasi magnetik negatif, azimuth kiblat sebenarnya dikurangi deklinasi magnetik. Sebaliknya apabila deklinasi magnetik positif, azimuth kiblat sebenarnya ditambah deklinasi magnetik. *Kelima*, mempersiapkan kompas yang akan digunakan untuk pengukuran kiblat.³⁴

Penerapan kompas sebagai instrumen penentuan kiblat dapat digunakan di berbagai tempat. Misal di masjid UIN Walisongo kampus 3 yang memiliki koordinat lintang -6° 59' 13,11" dan bujur +110° 21' 33,98". Pada lokasi tersebut memiliki nilai deklinasi magnetik sebesar -1° 9', serta azimuth kiblat sebesar 294° 30' 54,28". Dengan demikian apabila penentuan kiblat di lokasi tersebut menggunakan kompas, diharuskan menggunakan

³³ Abu Sabda, *Ilmu Falak Rumusan Syar'i Dan Astronomi Seri 1* (Bandung: Persis Pers, 2020). 132

³⁴ Hambali, *Ilmu Falak, Arah Kiblat Setiap Saat*. 24

azimut kiblat kompas, yaitu azimut kiblat yang terkoreksi deklinasi magnetik. Oleh karena nilai deklinasi magnetiknya adalah negatif, azimut kiblat dikurangi deklinasi magnetik sehingga menghasilkan nilai $293^{\circ} 21' 54,28''$. Nilai yang terakhir ini yang diterapkan pada kompas.

3. Rasdu Kiblat

Saat ini ada berbagai cara untuk menentukan arah kiblat, konsep yang sering digunakan untuk menentukan arah kiblat adalah dengan menggunakan segitiga bola yang dibantu dengan koordinat bumi yaitu lintang dan bujur. Konsep ini terdapat dalam berbagai literatur astronomi yang sudah memiliki konsep segitiga bola dengan anggapan bahwa Bumi adalah sebuah bola raksasa yang memiliki ukuran yang sama di setiap sudutnya atau dengan kata lain bentuk Bumi dalam perhitungan segitiga bola atau trigonometri bola adalah bentuk bulat sempurna. Akibatnya, dimungkinkan untuk menemukan arah kiblat dengan konsep segitiga yang diletakkan di permukaan bumi dengan koordinat utama lintang dan bujur Kakbah. Kemudian titik sudut terletak pada koordinat kutub utara dan titik ketiga terletak pada koordinat tempat yang akan dihitung. Konsep segitiga bola atau trigonometri bola sedikit berbeda dengan rumus trigonometri biasa karena permukaan dalam trigonometri biasa adalah bidang datar, sedangkan dalam perhitungan trigonometri bola, permukaannya melengkung membentuk bola. Konsep penentuan arah kiblat dengan menggunakan acuan Matahari sebenarnya dikembangkan dengan berbagai macam metode, salah satu aspek dasar pemanfaatan Matahari sebagai objek untuk menentukan arah kiblat adalah bayangan kiblat yang juga merupakan objek

yang mudah digunakan. untuk menentukan arah, yang dalam hal ini adalah menentukan arah kiblat.³⁵

Rasdu kiblat dilihat dari pendekatan bahasa berarti penepatan kiblat. Adapun secara istilah, rasdu kiblat adalah ketentuan waktu dimana bayangan benda yang terkena sinar matahari menuju ke arah kiblat.³⁶ Dengan demikian, metode rasdu kiblat hanya bisa dilakukan di siang hari ketika matahari bersinar dan tidak dalam kondisi mendung. Tanpa adanya cahaya matahari, metode ini tidak bisa digunakan. Rasdu kiblat juga tidak terjadi ketika matahari berada tepat di atas lokasi setempat, yaitu ketika nilai deklinasi matahari sama dengan lintang tempat lokasi tersebut.³⁷

Rasdu kiblat pernah disinggung oleh KH. Turaichan Adjhuri, salah satu pakar falak nasional, dalam kalender menara Kudus. Dalam kalender tersebut ditetapkan bahwa setiap tanggal 28 Mei dan 16 Juli dinamakan *yaum al-rash al-qiblah*, sebab pada tanggal tersebut, dengan waktu yang ditentukan, posisi matahari berada di atas Kakbah.³⁸ Sampai saat ini, rasdu kiblat diyakini sebagai metode yang paling akurat dan murah, sehingga banyak digunakan oleh masyarakat. Hanya saja ada hal yang perlu diperhatikan, yaitu ketika rasdu kiblat global, matahari hampir tidak pernah kulminasi tepat di titik zenith Kakbah. Keadaan yang terjadi adalah

³⁵ Muhammad Thoyfur, "Digitalization Of Local Rashdul Qibla By Qibla Diagram," *Al-Hilal : Journal of Islamic Astronomy* 3 (2019). 82

³⁶ Muhammad Farid Azmi, "Metode Rasdu Qiblah Dengan Beda Azimut Dalam Penentuan Arah Kiblat," *Ahkam* 7 (2019). 336

³⁷ Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*. 123

³⁸ Ila Nurmila, "Metode Azimut Kiblat Dan Rasdh Al-Qiblat Dalam Penentuan Arah Kiblat," *Istinbath* 11 (2016). 96

matahari berada di posisi mendekati titik zenith Kakbah³⁹, sebagaimana data tabel berikut,

Tanggal	Zawal	Deklinasi	Keterangan	Posisi Matahari
27 Mei	11 : 57 : 08	21° 18' 13,81"	Deklinasi Utara	0° 07' 7,23" selatan Kakbah
28 Mei	11 : 57 : 15	21° 28' 03,90"	Deklinasi Utara	0° 02' 42,86" utara Kakbah
29 Mei	11 : 57 : 22	21° 37' 30,99"	Deklinasi Utara	0° 12' 9,95" selatan Kakbah

Tabel 1 : Data Posisi Matahari

Menurut Slamet Hambali, metode *rasdu kiblat* ini dibagi menjadi dua, yaitu *rasdu kiblat global* dan *rasdu kiblat tahunan*. Rasdu kiblat global didefinisikan sebagai petunjuk arah kiblat yang diambil dari posisi matahari ketika sedang berkulminasi di titik zenit Kakbah. Dengan demikian arah jatuhnya bayangan benda yang terkena cahaya matahari adalah arah kiblat.⁴⁰ Rasdu kiblat global terjadi hanya dua kali dalam setahun, yaitu pada tanggal 27 Mei (tahun kabisat⁴¹) atau 28 Mei (tahun basitah) pada pukul 16.18 wib, serta pada tanggal 15 Juli (tahun kabisat) atau 16 Juli (tahun basitah) pada

³⁹ Siti Tatmainul Qulub, "Analisis Metode Raşd Al-Qiblat Dalam Teori Astronomi Dan Geodesi" (UIN Walisomgo, 2013). 5

⁴⁰ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern* (Suara Muhammadiyah, 2007), 53

⁴¹ Tahun kabisat adalah satuan waktu dalam satu tahun yang panjangnya 366 hari untuk kalender syamsiah dan 355 hari untuk kalender kamariah. (Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyah*, 208)

pukul 16.27 wib.⁴² Jenis rasdu kiblat yang pertama ini, konsepnya adalah mencari waktu di mana arah garis bayang-bayang matahari bersinggungan dengan arah kiblat, baik bayang-bayang tersebut menuju ke arah kiblat atau berlawanan dengan arah kiblat.

Menurut Slamet Hambali, dalam menentukan rasdu kiblat global, diperlukan beberapa langkah⁴³, yaitu menentukan lintang dan bujur Kakbah, garis bujur lokasi, serta garis bujur daerah. (garis local mean time) untuk lokasi yang akan diukur arah kiblatnya dan Kakbah sebagai acuan kiblat. Setelah itu, menentukan zona waktu lokasi yang akan diukur kiblatnya dari Kakbah. Memperhatikan, mencermati, dan menentukan waktu kapan terjadi zawal (*merrpass*) yang berimpit dengan titik zenith Kakbah, yaitu waktu zawal dimana deklinasi matahari sama dengan lintang Kakbah. Setelah itu, menghitung saat terjadinya rasdu kiblat global di lokasi tertentu dengan mengubah waktu zawal Kakbah ke waktu daerah setempat dengan cara, *merr pass* Kakbah ditambah atau dikurangi zona waktu antara Kakbah dengan lokasi. Zawal Kakbah dapat dihitung dengan rumus, $Zawal = 12 - e + (45 - 39 49' 34,22'') / 15$.

Selain rumus tersebut, ada alternatif lain, yaitu langsung berdasarkan waktu pertengahan setempat (Local Mean Time) yang akan diukur arah kiblatnya dengan menggunakan rumus, $WD = WH - e + (\lambda^d - \lambda^x) / 15$.

Kedua, *Rasdu Kiblat lokal*, yaitu metode penentuan arah kiblat dengan melihat posisi matahari saat bersinggungan dengan lingkaran kiblat

⁴² Azmi, "Metode Rasdu Qiblah Dengan Beda Azimut Dalam Penentuan Arah Kiblat."

⁴³ Hambali, *Ilmu Falak, Arah Kiblat Setiap Saat*. 39

pada lokasi tertentu sehingga benda yang tegak lurus dengan tanah, bayangannya menuju ke arah kiblat.⁴⁴ Posisi matahari seperti itu, dapat diperkirakan kapan akan terjadi menggunakan beberapa pendekatan rumus. Ada beberapa hal yang perlu dilakukan untuk menentukan rasdu kiblat lokal, antara lain, menentukan koordinat lintang dan bujur tempat lokasi yang dikehendaki, menentukan azimut kiblat serta data deklinasi matahari dan *equation of time* pada tanggal yang dikehendaki.⁴⁵

Rasdu kiblat lokal bisa ditentukan menggunakan pendekatan rumus trigonometri sudut bantu. Berikut adalah urutan rumus yang digunakan untuk menentukan rasdu kiblat lokal,⁴⁶

$$\begin{aligned}
 B &= 90 - \phi^{47} \\
 P &= \tan^{-1} (1/(\cos B \times \tan AQ^{48})) \\
 Ca &= \cos^{-1} (\tan \delta \times \tan B \times \cos P) \\
 BQ1^{49} \text{ WIS}^{50} &= -(P - Ca) / 15 + 12 \\
 BQ1 \text{ WIB}^{51} &= \text{WIS} - e + ((TZ^{52} \times 15) - \lambda^{53}) / 15
 \end{aligned}$$

⁴⁴ Azmi, "Metode Rasdu Qiblah Dengan Beda Azimut Dalam Penentuan Arah Kiblat." 338

⁴⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Sleman: Buana Pustaka, n.d.). 73

⁴⁶ Fathullah, *Irsyad Al-Murid: Ila Ma'rifat Ilm Al-Falak 'Ala Al-Rashd Al-Jadid*. 18

⁴⁷ Lintang tempat

⁴⁸ Azimut kiblat, yaitu sudut yang dihitung dari utara sejati searah jarum jam sampai pada arah kiblat

⁴⁹ BQ 1 adalah Kemungkinan rasdu kiblat lokal pertama pada lokasi tertentu sedangkan BQ2 adalah kemungkinan kedua(baca: Fathullah, *Irsyad Al-Murid: Ila Ma'rifat Ilm Al-Falak 'Ala Al-Rashd Al-Jadid*. 18

⁵⁰ WIS adalah Waktu Istiwa'

⁵¹ Waktu Indonesia Barat

$$\begin{aligned} \text{BQ2}^{54} \text{ WIS} &= -(P + Ca) / 15 + 12 \\ \text{BQ2} \text{ WIB} &= \text{WIS} - e^{55} + ((TZ \times 15) - \lambda) / 15 \end{aligned}$$

Dari pendekatan tersebut, menunjukkan bahwa terjadinya peristiwa rasdu kiblat lokal memiliki dua kali kesempatan dalam satu lokasi tertentu. Adakalanya satu terjadi di siang hari dan satunya di malam hari. Adakalanya terjadi di malam hari semua sehingga tidak dapat dipraktikkan. Adakalanya terjadi dua kali di siang hari.

Berikut contoh perhitungan penentuan arah kiblat metode rasdu kiblat lokal dengan data koordinat Kota Semarang ($7^{\circ} 00'$ LU, $110^{\circ} 24'$ BT) dengan menggunakan metode kitab Irsyadul Murid.

Tanggal	Deklinasi	Perata Waktu	Azimut Kiblat	Rasdu 1	Rasdu 2
01/10/2021	-03° 16' 18,0"	00° 10' 20,3"	294 30' 32"	12 : 00	00 : 56
02/10/2021	-03° 39' 32,3"	00° 10' 39,5"	294 30' 32"	11 : 57	00 : 59
03/10/2021	-04° 02' 44,2"	00° 10' 58,4"	294 30' 32"	11 : 53	01 : 02
04/10/2021	-04° 25' 53,2"	00° 11' 17,0"	294 30' 32"	11 : 49	01 : 05
05/10/2021	-04° 48' 59,0"	00° 11' 35,2"	294 30' 32"	11 : 46	01 : 08

Tabel 2 : Data Rasdul Kiblat Semarang

⁵² Time zone, yaitu zona waktu yang telah disepakati. Di Indonesia terbagi menjadi 3 (tiga) zona waktu, yaitu WIB (GMT +7), WITA (GMT +8), dan WIT (GMT +9), (baca: Maskufa, Ilmu Falaq, (Jakarta:GP Press, 2009), 45

⁵³ Bujur tempat

⁵⁴ Kemungkinan rasdu kiblat lokal kedua

⁵⁵ *Equation of time* atau perata waktu

Data tersebut merupakan data rasdu kiblat lokal kota Semarang, pada tanggal 1-5 Oktober 2021. Dari data tersebut, diketahui bahwa jam rasdu kiblat lokal, ada selisih 3 (tiga) menit pada hari yang berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh nilai deklinasi matahari dan perata waktu yang berbeda setiap harinya. Data deklinasi matahari dan perata waktu dapat diperoleh dari beberapa tabel astronomi seperti buku Ephemeris Hisab Rukyah Kemenag. Selain itu juga dapat diperoleh dari hasil perhitungan. Data deklinasi matahari dan perata waktu di atas diperoleh dari hasil perhitungan yang perinciannya dijelaskan pada sub bab sebelumnya.

4. Istiwaain

Istilah istiwaain berasal dari bahasa Arab, yaitu istiwa' yang bermakna keadaan lurus. Istiwa' juga dapat didefinisikan sebagai tongkat yang berdiri tegak lurus dengan tanah. Istiwaain merupakan bentuk tasniyah dari istiwa' yang berarti dua istiwa' atau dua tongkat sebagaimana yang terdapat di dalam instrument istiwaain. Secara istilah, istiwaain adalah sebuah alat sederhana yang digunakan untuk penentuan arah kiblat secara tepat dan akurat yang memiliki dua tongkat di atasnya.⁵⁶ Istiwaain merupakan solusi yang tepat untuk pengukuran arah kiblat. Selain hasilnya yang akurat, instrumen ini sangat terjangkau perihal harga dibandingkan dengan alat berteknologi canggih seperti theodolite yang sangat mahal.⁵⁷

⁵⁶ Fadholi, "Istiwaaini 'Slamet Hambali' (Solusi Alternatif Menentukan Arah Qiblat Mudah Dan Akurat)." 107

⁵⁷ Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali." 58

Istiwaain merupakan instrumen karya salah satu pakar falak nasional, Slamet Hambali pada tahun 2014. Istiwaain merupakan inovasi dari penelitiannya tentang arah kiblat yang telah dibukukan dalam karya berjudul Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat. Slamet Hambali merupakan pakar falak yang juga mengajar di UIN Walisongo. Ia telah lama berkiprah di dalam keilmuan falak sehingga dikenal sebagai kalkulator berjalan karena keahliannya dalam menghitung rumus dalam ilmu falak tanpa kalkulator.⁵⁸

Istiwaain terdiri dari beberapa komponen penyusunnya. *Pertama*, sepasang tongkat istiwa' yang mana satu diantaranya diposisikan di titik pusat istiwaain, sedangkan yang lain diposisikan di titik 0° lingkaran. Penempatan kedua tongkat istiwa' ini harus dipastikan berdiri tegak lurus.⁵⁹ Hal ini bertujuan supaya tingkat keakurasian menjadi lebih tinggi. *Kedua*, lingkaran dasar istiwaain yang berbentuk lingkaran. Pada titik pusat lingkaran, terdapat lubang yang difungsikan untuk penempatan tongkat istiwa' sebagai acuan sudut. Pada lingkaran dasar ini, terdapat skala derajat sebesar 360 derajat dengan tingkat ketelitian hingga beberapa menit busur. *Ketiga*, alas lingkaran dasar. Alas ini didesain berbeda bentuk dengan lingkaran dasar dan ukurannya lebih lebar daripada lingkaran dasar. Di bagian tengah alas, terdapat mur yang berfungsi untuk penempatan tongkat istiwa'. Di bagian tepi alas, terdapat 3 (tiga) mur yang difungsikan sebagai tripot yang dapat mengatur kedataran istiwaain.⁶⁰

⁵⁸ Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. 171

⁵⁹ Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali." 60

⁶⁰ Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat, 62

Dalam penentuan arah kiblat, istiwaain memiliki konsep yang sama dengan *theodolite*. Kesamaan konsep antara kedua instrumen tersebut terletak pada konsep trigonometri, yaitu dengan cara membidik matahari. *Theodolite* memiliki dua sumbu, *horizontal* dan *vertikal*. Sumbu horizontal menunjukkan azimut matahari, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan *altitude* (ketinggian) matahari. Demikian halnya dengan istiwaain yang mengandalkan azimut dan *altitude* matahari dalam perhitungan arah kiblat.⁶¹

Dalam penentuan arah kiblat menggunakan istiwaain, perlu diperhatikan beberapa hal. *pertama*, istiwaain harus memenuhi syarat antara lain, tongkat istiwa' yang berada pada titik pusat lingkaran dipastikan tepat berada di titik pusat lingkaran dan berdiri tegak lurus; tongkat istiwa' yang berada di titik 0 dipastikan tepat di titik 0 dan berdiri tegak lurus; Lingkaran yang dijadikan landasan kedua tongkat istiwa' dipastikan dalam posisi datar; mengatur kedataran istiwaain dengan alat bantu *waterpass*.⁶²

Kedua, menentukan beberapa data yang dibutuhkan, yaitu waktu pengukuran yang tepat, arah kiblat dan azimut kiblat yang tepat, arah matahari dan azimut matahari yang benar, dan beda azimut. Adapun yang dimaksud waktu yang tepat adalah waktu yang sesuai sebagaimana mestinya. Ada beberapa cara memastikan ketepatan waktu, antara lain, menyesuaikan suara tit terakhir setiap menjelang berita, menyesuaikan jam GPS yang tersambung satelit, menyesuaikan dengan GMT (*Greenwich Mean Time*) di situs <http://wwp.greenwichmeantime.co.uk/> atau dapat

⁶¹ Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. 177

⁶² Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali." 64

menyesuaikan waktu setempat (WIB, WITA, WIT) melalui situs website <http://wwp.greenwichmeantime.co.uk/time-zone/asia/indonesia/>⁶³

Adapun nilai arah kiblat dan azimuth kiblat dapat diperoleh dari rumus berikut, $\cotan B = \tan \varphi^k \times \cos \varphi^x / \sin C - \sin \varphi^x / \tan C$, dengan B = arah kiblat, φ^k = lintang Kakbah, φ^x = lintang tempat, dan C = selisih bujur. Sedangkan azimuth kiblat bisa ditentukan menggunakan rumus $AQ = 360 - B$. sedangkan arah matahari dapat ditentukan dengan pendekatan rumus berikut, $\cotan AM = \tan \delta \times \cos \varphi^x / \sin t - \sin \delta / \tan t$, dengan keterangan AM = arah matahari, δ = deklinasi matahari, φ^x = lintang tempat, dan t = sudut waktu. Sudut waktu diperoleh dari pendekatan rumus, $t = (((WD+e-(\lambda d-\lambda^x))/15)-12) \times 15$ dengan keterangan WD = waktu pengukuran, e = equation of time, λ^d = bujur daerah, dan λ^x = bujur tempat. Adapun beda azimuth adalah hasil pengurangan dari azimuth kiblat dengan azimuth matahari. Apabila hasilnya negatif, maka beda azimuth memiliki nilai 360-beda azimuth.⁶⁴

D. Toleransi Kiblat

Toleransi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) diartikan sebagai batas ukur untuk penambahan atau pengurangan yang masih diperbolehkan. Dalam konteks arah kiblat, yang dimaksud toleransi adalah batasan pelencengan yang masih diperbolehkan dalam menghadap kiblat. Ada dua macam standar toleransi pelencengan dalam perhitungan arah kiblat: (1) Toleransi secara matematis, yaitu batas toleransi pelencengan arah kiblat yang dihasilkan dari kontruksi rumusan matematis. (2) Toleransi

⁶³ Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat. 65

⁶⁴ Qulub, *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. 179

secara sosiologis, yaitu batas toleransi pelencengan arah kiblat yang dibangun atas dasar konstruksi sosial dalam menghasilkan arah kiblat.⁶⁵ Ada dua macam toleransi arah kiblat, toleransi secara matematis dan toleransi secara sosiologis.⁶⁶

1. Toleransi secara matematis

Secara matematis, jarak suatu lokasi menuju ke Kakbah dapat dihitung menggunakan rumus segitiga bola. Selain itu, menggunakan rumus yang sama, tingkat kemelencengan kiblat juga dapat ditentukan. Melenceng satu derajat, sama dengan melenceng sekian kilometer dari Kakbah.

Untuk mengetahui kemelencengan kiblat, dapat menggunakan beberapa langkah berikut,

- a. Mempersiapkan data koordinat tempat dan koordinat Kakbah
- b. Menghitung sudut bantu berikut,

$$U = (\Phi_t + \Phi_k) / 2$$

$$G = (\Phi_t - \Phi_k) / 2$$

$$J = (\lambda_t - \lambda_k) / 2$$

$$M = \sin(G) \times \sin(G) \times \cos(J) \times \cos(J) + \cos(U) \times \cos(U) \times \sin(J) \times \sin(J).$$

$$N = \cos(G) \times \cos(G) \times \cos(J) \times \cos(J) + \sin(U) \times \sin(U) \times \sin(J) \times \sin(J)$$

$$W = \text{Tan}^{-1} (\sqrt{M / N})$$

⁶⁵ Ismail, T. Yasin, and Zulfiah, "Toleransi Pelencengan Arah Kiblat Di Indonesia Perspektif Ilmu Falak Dan Hukum Islam." 125

⁶⁶ Sakirman, "Formulasi Baru Arah Kiblat: Memahami Konsep Rasydul Kiblat Harian Indonesia," *Al-Qisthu: Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Hukum* 16, no. 1 (2018), doi:10.32694/010440.

$$P = \sqrt{(M \times N) / W}$$

$$D = 2 \times W \times a, \text{ di mana } a = 6378,137 \text{ kilometer}$$

$$E1 = (3 \times P - 1)/(2 \times N)$$

$$E2 = (3 \times P + 1)/(2 \times M)$$

$$S = D \times \{1 + f \times E1 \times \sin(U) \times \sin(U) \times \cos(G) \times \cos(G) - f \times E2 \times \cos(U) \times \cos(U) \times \sin(G) \times \sin(G)\} \text{ dimana } f = 0,0033528107$$

$$JM = s \times 1 \times \pi$$

Toleransi kiblat secara matematis, dibangun atas dua dasar,

a. Hadis Qouli Rasulullah

Hadis qauli Rasulullah SAW. yang menjelaskan ada ruang toleransi pelencengan arah kiblat. Artinya, tidak selamanya perintah menghadap bangunan Kakbah bagi seluruh penduduk Bumi yang jauh dari Kota Makkah. Hadis yang diriwayatkan oleh Ibnu Hibban dari Ibnu Abbas Ra. memberikan informasi kelonggaran bagi penduduk Bumi tidak mesti mengadap bangunan Kakbah saat melakukan salat.⁶⁷

عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ قَالَ: «الْبَيْتُ قِبْلَةٌ لِأَهْلِ الْمَسْجِدِ وَالْمَسْجِدُ قِبْلَةٌ لِأَهْلِ الْحَرَمِ

وَالْحَرَمُ قِبْلَةٌ لِأَهْلِ الْأَرْضِ فِي مَشَارِقِهَا وَمَعَارِبِهَا مِنْ أُمَّتِي»⁶⁸

Diriwayatkan dari Ibnu Abbas, bahwa Rasulullah bersabda, “Kakbah itu menjadi kiblat bagi orang yang berada dalam Masjidil haram, Masjidil haram menjadi kiblat bagi orang yang berada dalam tanah haram, dan

⁶⁷ Sakirman, “Formulasi Baru Arah Kiblat. 128

⁶⁸ Muhammad Izzat Darwazah, *At-Tafsir Al-Hadis*, Juz 6, (Kairo: Daar ihya al-kutub al-‘arabiyah, ttt.). 258

tanah haram menjadi kiblat bagi orang yang berada di luar tanah haram dari arah timur dan arah barat umatku.

Hadis Rasulullah saw. yang diriwayatkan oleh Ibnu Hibban dapat dipahami dengan jelas, untuk penduduk muslim yang jauh dari Masjidil Haram seperti Indonesia diperbolehkan menghadap tanah haram saja. Ada toleransi yang bisa dipahami dari hadis tersebut. Kakbah yang awalnya berukuran kecil kemudian diasumsikan menjadi Kakbah besar seukuran besaran Masjidil Haram, kemudian seukuran tanah haram Makkah. Lokasi tanah haram Makkah ditandai dengan tapal batas yang biasanya dijadikan tempat niat orang melakukan ibadah haji dan umrah. Dari hadis ini bisa dipahami, kewajiban menghadap kiblat dalam salat bagi yang jauh dari Masjidilharam tidak mesti menghadap arah bangunan Kakbah, namun diperbolehkan menghadap arah lain yang lebih luas dari Kakbah yaitu luas arah tanah haram.⁶⁹

b. Hadis Fi'li Rasulullah

Hadis fi'li adalah perbuatan Rasulullah SAW. dalam mendirikan Masjid Quba, di mana arah kiblat masjid ini bisa dijadikan rujukan dalam membangun toleransi pelencengan arah kiblat secara matematis bagi daerah yang jauh dari Kakbah seperti Indonesia. Masjid Quba merupakan masjid pertama yang dibangun langsung oleh Rasulullah beserta kaum muslimin yang berjarak 336 kilometer dari Kakbah. Partisipasi Rasulullah dalam membangun Masjid Quba bisa disebutkan hadis fi'li yang dapat dijadikan dalil terhadap toleransi pelencengan arah kiblat masjid yang berpatokan pada arah kiblat Masjid Quba. Masjid Quba yang

^{69 69} Ismail, T. Yasin, and Zulfiah, "Toleransi Pelencengan Arah Kiblat Di Indonesia Perspektif Ilmu Falak Dan Hukum Islam." 129

berbentuk persegi panjang terletak pada koordinat $24^{\circ} 26'$ LU, $39^{\circ} 37'$ BT.⁷⁰

Arah Masjid Quba tidak persis menghadap ke arah bangunan Kakbah di Kota Makkah, namun bergeser 45 kilometer di sebelah barat Kakbah dengan selisih dari arah kiblat $7^{\circ} 38'$ busur. Jarak 45 kilometer ini bisa dijadikan jarak jari-jari sebuah lingkaran yang berpusat di Kakbah. Dalam artian, lingkaran dengan jari-jari 45 kilometer ini diasumsikan sebagai laus Kakbah yang boleh dihadapi oleh umat Islam saat melakukan salat yang jauh dari Kota Makkah. Atas dasar asumsi tersebut dibuat sebuah turunan rumus yang dinamakan rumus toleransi pelencengan arah kiblat secara matematis. Perlu penekanan, bahwa dalam hal posisi Masjid Quba yang dijadikan batas toleransi pelencengan arah kiblat bukan pada nilai pelencengan posisi Masjid Quba $7^{\circ} 38'$ tersebut, tetapi arah Masjid Quba yang dihasilkan 45 kilometer dari posisi Kakbah.⁷¹

⁷⁰ Sudibyo, *Sang Nabipun Berputar*. 83-86

⁷¹ Ismail, T. Yasin, and Zulfiah, "Toleransi Pelencengan Arah Kiblat Di Indonesia Perspektif Ilmu Falak Dan Hukum Islam." 130

BAB III : ALGORITMA BEDA AZIMUT KIBLAT DAN DAN AZIMUT MATAHARI

A. Data Matahari

Beda azimut merupakan salah satu metode penentuan arah kiblat, yaitu dengan mencari selisih azimut kiblat dengan azimut matahari, sehingga arah kiblat dapat ditentukan setiap saat selama ada sinar matahari. Instrumen atau alat yang menggunakan metode beda azimut antara lain adalah teodolit dan istiwaain. Dalam menentukan beda azimut, terlebih dahulu menentukan azimut matahari dengan rumus pendekatan tertentu dan sangat terkait dengan data matahari, oleh karena itu, terlebih dahulu perlu diketahui atau dicari data-data matahari pada jam tertentu. Data matahari yang dimaksud disini adalah data deklinasi matahari dan data equation of time.

Data Matahari dapat diketahui menggunakan dua metode yaitu klasik dan kontemporer. Metode klasik dalam mencari data ephemeris Matahari adalah dengan menggunakan tabel astronomi yang tercantum dalam beberapa kitab falak klasik. Sedangkan, metode kontemporer untuk mendapatkan data ephemeris Matahari adalah menggunakan data perhitungan kontemporer seperti, *Nautical Almanac*, *New Comb*, *Jean Meeus*, dan lain sebagainya. Untuk masalah akurasi data yang diberikan, metode kontemporer lebih unggul dibandingkan dengan metode klasik, karena metode kontemporer memiliki ratusan bahkan ribuan suku koreksi posisi benda langit dalam perhitungannya. Metode perhitungan kontemporer

juga merupakan metode perhitungan falak yang sejalan dengan perkembangan ilmu astronomi saat ini.¹

Deklinasi didefinisikan sebagai busur pada lingkaran waktu yang diukur mulai dari titik perpotongan antara lingkaran waktu dengan lingkaran equator ke arah utara atau selatan sampai ke titik pusat benda langit, dalam hal ini yang dimaksud adalah matahari. Deklinasi yang ada di utara dinyatakan dengan nilai positif (+), sedangkan deklinasi yang ada di selatan dinyatakan dengan nilai negatif. Saat benda langit tepat berada di lingkaran ekuator, deklinasi bernilai nol derajat. Nilai deklinasi maksimal adalah 90 derajat, yaitu ketika benda langit tepat berada pada titik kutub langit. Adapun nilai maksimal deklinasi matahari adalah hampir mendekati $23^{\circ} 30'$, lebih tepatnya $23^{\circ} 26' 30''$.²

Selama setahun penuh, nilai deklinasi matahari berubah-ubah ketika berganti hari. Pada 21 Maret, matahari berada di ekuator bumi, sehingga nilai deklinasinya adalah 0 (nol) derajat. Secara perlahan, matahari bergerak ke utara menjauhi ekuator. Pergerakan deklinasi ini mencapai nilai maksimal pada 21 Juni, deklinasi bernilai $23^{\circ}30'$. Setelah itu matahari kembali mendekat ke ekuator secara berangsur-angsur, hingga pada 23 September, matahari kembali berada di titik ekuator.

Nilai deklinasi matahari dapat dicari pada tabel-tabel astronomi seperti buku ephemeris hisab rukyat Kemenag RI, atau almanak nautika. Selain itu, data deklinasi matahari juga bisa dicari lewat perhitungan astronomis dengan mengacu pada Julian Day. Rinto Anugraha menjelaskan bahwa nilai

¹ Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. 35-37

² Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*.

deklinasi matahari dicari melalui rumus transformasi koordinat ekliptika geosentris ke koordinat ekuator geosentris.

Langkah pertama adalah menentukan *Julian day* pada tanggal yang dikehendaki. Adapun Julian day (JD) didefinisikan sebagai banyaknya hari yang telah dilalui sejak hari Senin 1 Januari 4713 SM (sebelum Masehi) pada pertengahan hari, yaitu pukul 12.00 UT. Istilah Sebelum Masehi biasa digunakan oleh sejarawan dalam menyebutkan waktu suatu peristiwa sejarah. Namun di dalam perhitungan waktu menurut istilah astronomi, dalam menyebut tahun sebelum masehi dengan menambah tanda negatif sebelum tahun. Jadi tahun 4713 SM sama dengan tahun -4712. Biasanya dalam menentukan Julian day, input yang diperlukan adalah jam, menit, detik, tanggal, bulan dan tahun. Nilai JD 0 adalah 1 Januari 4713 SM (-4712) pukul 12 UT atau dapat ditulis dengan 1,5 Januari -4712, sebab pukul 12 UT menunjukkan 0,5 hari. Sedangkan nilai JD 0,5 adalah pada 2 Januari -4712 pukul 0 UT.³

Perhitungan Julian Day membutuhkan input data berupa tanggal, bulan, tahun, jam, menit, dan detik. Input data tanggal, bulan, dan tahun yang akan dihitung harus berupa kalender Julian. Sedangkan untuk input data jam, menit dan waktu harus dikonversi kedalam Greenwich Meridian Time (GMT). Adapun langkah langkah menentukan JD adalah sebagai berikut,

- a. Menentukan nilai tahun (Y) dengan memperhatikan beberapa kondisi.

Jika bulan yang dikehendaki adalah Januari atau Februari, nilai Y

³ Anugraha, *Mekanika Benda Langit*.

adalah tahun yang dicari, dikurangi 1. Jika bulan yang dihitung adalah antara Maret sampai Desember, nilai Y sama dengan tahun yang dicari.

- b. Menentukan nilai bulan (M) dengan memperhatikan beberapa kondisi. Jika bulan yang dicari adalah Januari dan Februari, nilai M adalah bulan⁴ ditambah 12. Jika bulan yang dicari adalah selain Januari dan Februari, nilai M tidak berubah.
- c. Mencari nilai A dengan memperhatikan beberapa kondisi. Jika tahun yang dicari lebih dari 1582, nilai A adalah integer dari pembagian nilai tahun (Y) dengan 100.
- d. Mencari nilai B dengan memperhatikan beberapa kondisi. Jika tahun yang dicari lebih dari 1582, nilai $B = 2 - A + \text{int}(A/4)$. Jika tahun yang dicari adalah tahun 1582 kebawah, nilai B adalah nol. Nilai B adalah nilai selisih hari antara kalender Julian dengan Gregorian.
- e. Mencari nilai Julian Day dengan menggunakan rumus berikut,

$$JD = \text{int}(365,25 \times (Y + 4716)) + \text{int}(30,6001 \times (M + 1)) + \text{tanggal} + B - 1524,5$$

Rumus Julian Day (JD) bisa ditulis dengan notasi sebagai berikut,

$$\begin{aligned} Y &= \text{Jika bulan} < 3, Y = \text{tahun} - 1 \\ &= \text{Jika bulan} \geq 3, Y = \text{tahun} \\ M &= \text{Jika bulan} \leq 3, M = \text{bulan} + 12 \end{aligned}$$

⁴ Yang dimaksud bulan disini adalah urutan bulan dalam kalender Masehi. Misal Januari bernilai 1, Februari bernilai 2, sampai Desember bernilai 12.

$$\begin{aligned}
 &= \text{Jika bulan} > 3, M = \text{bulan} \\
 A &= \text{Jika tahun} > 1582, A = \text{int}(\text{tahun} / 100) \\
 &= \text{Jika tahun} \leq 1582, A = \text{tahun} \\
 B &= \text{Jika tahun} > 1582, B = 2 - A + \text{int}(A/4) \\
 &= \text{Jika tahun} \leq 1582, B = 0 \\
 JD &= \text{int}(365,25 \times (Y + 4716)) + \text{int}(30,6001 \times \\
 &\quad (M + 1) + \text{tanggal} + B - 1524,5 + \\
 &\quad (\text{jam} \times 3600 + \text{menit} \times 60 + \text{detik}) / 86400
 \end{aligned}$$

Berikut contoh data Julian day pada tanggal 1 sampai 10 Oktober 2021 dengan input jam 0 UT

NO	TANGGAL	JULIAN DAY
1	01 Oktober 2021	2459488,5
2	02 Oktober 2021	2459489,5
3	03 Oktober 2021	2459490,5
4	04 Oktober 2021	2459491,5
5	05 Oktober 2021	2459492,5
6	06 Oktober 2021	2459493,5
7	07 Oktober 2021	2459494,5
8	08 Oktober 2021	2459495,5
9	09 Oktober 2021	2459496,5
10	10 Oktober 2021	2459497,5

Tabel 3 : Data Julian Day

Pada tabel di atas, tertulis data Julian day mulai tanggal 1 sampai 10 Oktober 2021 menggunakan algoritma yang telah disebutkan di atas.

Hasilnya JD pada 1 Oktober 2021 adalah 2459488,5 begitu seterusnya sampai tanggal 10 Oktober 2021. Nilai JD di atas terdapat desimal 0,5 di angka terakhir sebab perhitungan JD menggunakan input jam 0 UT. Apabila input jam diubah menjadi 12 UT, nilai JD sedikit berubah.

Langkah kedua, menyelesaikan beberapa persamaan yang diperlukan seperti antara lain, Julian day century (T), mean sun longitude (S), sun mean anomaly (M) dan Nutasi (N), sebagai berikut,

$$T = (JD-2451545)/36525$$

$$S = 280,46645+(36000,76983 \times T) \bmod 360$$

$$M = 357,5291+(35999,0503 \times T) \bmod 360$$

$$N = 125,04 - (1934,136 \times T) \bmod 360$$

Langkah ketiga, melakukan beberapa koreksi atau ta'dil yang diperlukan. Ada 4 (empat) koreksi yang diperlukan, yaitu sebagai berikut,

$$\text{Koreksi 1} = (17,264/3600) \times \sin N + (0,206/3600) \times \sin (2N)$$

$$\text{Koreksi 2} = (-1,264/3600) \times \sin (2S)$$

$$\text{Koreksi 3} = (9,23/3600) \times \cos N - (0,09/3600) \cos (2N)$$

$$\text{Koreksi 4} = (0,548/3600) \times \cos (2S)$$

Langkah keempat, menghitung nilai deklinasi dengan menyelesaikan beberapa persamaan, antara lain, *True Obliquity* (Q'), *Ta'dil Syams* (E), *sun*

longitude (S'), dan deklinasi (δ). Urutan persamaan tersebut diurutkan sebagai berikut,

$$Q' = 23,43929111 + \text{koreksi 3} + \text{koreksi 4} - ((46,815/3600) \times T)$$

$$E = (6898,06/3600) \times \sin M$$

$$S' = S + \text{koreksi 1} + \text{koreksi 2} + E - (20,47/3600)$$

$$\delta = \sin^{-1} (\sin Q' \times \sin S)$$

Langkah kelima, mencari nilai *equation of time* atau perata waktu (e) dengan menyelesaikan persamaan berikut,

$$PT = \tan^{-1} (\cos Q' \times \tan S')$$

$$\text{Jika } S' < 90, \alpha = PT$$

$$\text{Jika } S' < 270, \alpha = PT + 180$$

$$\text{Jika } S' > 270, \alpha = PT + 360$$

$$e = (S - \alpha) / 15$$

Adapun *equation of time* atau *ta'dil al-waqt*, dimaknai sebagai selisih waktu antara waktu matahari hakiki dengan waktu matahari rata-rata. Biasanya *equation of time* disimbolkan dengan huruf “e” kecil. Waktu matahari hakiki didefinisikan sebagai waktu yang didasarkan pada rotasi bumi sehari semalam yang belum tentu bernilai 24 jam, terkadang kurang dari 24 (dua puluh empat) jam, dan terkadang lebih dari itu.

B. Algoritma Beda Azimut

Pada dasarnya, beda azimut yang dimaksud disini adalah selisih antara azimut kiblat dan azimut matahari pada waktu yang telah ditentukan oleh observer. Dengan demikian, dalam penentuan beda azimut, diperlukan data-data terkait azimut kiblat meliputi, koordinat lokasi terhitung, koordinat Kakbah, serta data terkait azimut matahari meliputi deklinasi matahari, *equation of time*, bujur daerah, serta jam pembidikan yang dikehendaki (dalam satuan waktu setempat).

Azimut kiblat dimaknai sebagai busur yang diukur dari titik utara sejati ke timur (searah jarum jam) melalui ufuk sampai dengan titik kiblat.⁵ Azimut kiblat juga dapat didefinisikan sebagai busur yang dihitung dari utara ke timur melalui horison sampai dengan lingkaran vertikal yang melewati Kakbah.⁶ adapun titik utara azimut kiblat bernilai 0°, titik timur azimut bernilai 90°, titik selatan azimut bernilai 180°, dan titik barat azimut bernilai 270°.⁷ Untuk menentukan azimut kiblat, perlu dilakukan perhitungan sudut kiblat terlebih dahulu untuk mengetahui arah dari kiblat tersebut. Pilihannya ada 4 (empat) yaitu, utara timur (UT), selatan timur (ST), selatan barat (SB), atau utara barat (UB).

Ada beberapa pendekatan rumus yang bisa digunakan untuk menentukan sudut kiblat, diantaranya adalah pendekatan rumus segitiga bola

⁵ Kementerian Agama RI, *Ilmu Falak Praktik*. 56

⁶ Fadholi, "Istiwaaini 'Slamet Hambali' (Solusi Alternatif Menentukan Arah Qiblat Mudah Dan Akurat)." 108

⁷ Ni'am, M. Ikhtirozun, Nizma Nur Rahmi, and Fiki Burhanuddin, "Qibla Direction With The Constellation (Study Of Determination Of Qibla Direction With Gubug Penceng)," *Al-Hilal : Journal of Islamic Astronomy* 2 (2020). 170

dengan acuan *cotangen*. Dalam rumus ini diperlukan data lintang dan bujur lokasi dan Kakbah sebagai kiblatnya. Pendekatan rumusnya adalah sebagai berikut,

$Cotan B = \tan \Phi^k \times \cos \Phi^x / \sin C - \sin \Phi^x / \tan C$, dengan B = sudut kiblat, Φ^k adalah lintang Kakbah, Φ^x adalah lintang tempat, dan C adalah selisih bujur.⁸

C. Algoritma Beda Azimut Efektif

Pertama, menghitung arah kiblat lokasi tertentu. perhitungan arah kiblat yang dimaksud, bisa menggunakan salah satu pendekatan rumus yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya, yaitu pendekatan trigonometri bola, geodesi, atau trigonometri koreksi elipsoida. Namun untuk keperluan praktis, penulis menggunakan pendekatan rumus yang ketiga, yaitu trigonometri koreksi elipsoida. Hasil dari perhitungan arah kiblat ini bernilai antara 0 hingga di bawah 90 derajat. Jika hasil bernilai positif, dihitung dari utara dan jika bernilai negatif, dihitung dari selatan.

Kedua, menentukan azimut kiblat, yaitu arah yang dihitung dari utara sejati suatu lokasi, searah jarum jam hingga sampai pada titik kiblat. Azimut kiblat bernilai di atas 0 derajat hingga di bawah 360 derajat. Untuk mengetahui azimut kiblat, terlebih dahulu harus diketahui kategorisasi arah kiblat, apakah termasuk utara timur, selatan timur, selatan barat atau utara barat. Setelah itu azimut kiblat dapat ditentukan dengan salah satu dari 4 (empat) kriteria. Apabila arah kiblat utara timur, maka azimut kiblat sama dengan arah kiblat. Apabila

⁸ Fadholi, "Istiwaaini 'Slamet Hambali' (Solusi Alternatif Menentukan Arah Qiblat Mudah Dan Akurat)."

arah kiblat selatan timur, maka azimuth kiblat sama dengan arah kiblat ditambah 180 derajat. apabila arah kiblat selatan barat, maka azimuth kiblat sama dengan arah kiblat dikurangi 180 derajat. Apabila arah kiblat utara barat, maka azimuth kiblat sama dengan 360 dikurang arah kiblat.⁹

Ketiga, menentukan arah matahari. Pada prinsipnya, arah matahari hampir sama dengan arah kiblat, hanya saja variabel yang digunakan adalah data deklinasi matahari dan sudut waktu. Arah matahari dapat ditentukan dengan rumus $\cot A = \cos \Phi x \tan \delta : \sin t - \sin \Phi x : \tan t$.¹⁰ Data deklinasi matahari bisa diperoleh dari beberapa almanak yang ada seperti data ephemeris hisab rukyat Kemenag RI atau almanak nautika. Selain itu, data deklinasi juga dapat ditentukan menggunakan pendekatan Jean Meuss atau metode VSOP98. Adapun sudut waktu matahari (t) dapat diperoleh dengan memperhatikan bujur tempat. Apabila bujur tempat yang dihitung adalah bujur timur, maka nilai sudut waktu adalah $\text{Abs} (\text{LMT}^{11} + e - (\text{BT}^d - \text{BT}^x) : 15 - 12) \times 15$. Apabila bujur tempat yang dihitung adalah bujur barat, maka nilai sudut waktu adalah $\text{Abs} (\text{LMT} + e + (\text{BB}^d - \text{BB}^x) : 15 - 12) \times 15$.

Sudut waktu bernilai negatif jika waktu bidiknya sebelum *merr pass*, dan bernilai positif jika waktu bidiknya setelah merpass. Nilai sudut waktu berada di antara 0 sampai 90 derajat. Adapun nilai deklinasi matahari (δm) dan sudut waktu (t) tersebut dijadikan variabel bersama dengan lintang tempat (ϕx) dalam rumus pendekatan arah matahari yaitu, $\text{Cotan } A = \tan \delta m \cos \phi x : \sin t : - \sin \phi x$

⁹ Amin, "Implementasi Istiwa'ani Dalam Pemrograman Aplikasi Berbasis Android." 91

¹⁰ Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaini Karya Slamet Hambali." 37

¹¹ Local Mean Time

: $\tan t$ Arah matahari bernilai antara 0 derajat sampai 90 derajat. Jika hasilnya positif, matahari berada di utara. Sebaliknya, jika hasilnya negatif, matahari berada di selatan. Nilai arah matahari ini menjadi acuan untuk menentukan azimuth matahari.

Keempat, menentukan azimuth matahari. Sama halnya dengan azimuth kiblat, azimuth matahari juga memiliki dikategorisasi¹² berdasarkan arah, yaitu,

- a. Jika $A = UT (+)$, maka $AM = A$. Utara timur yang dimaksud adalah pengukuran dilakukan sebelum waktu istiwa', yaitu saat pagi hari, dan deklinasi matahari bernilai positif, yaitu ketika matahari berada di utara dari lokasi.
- b. Jika $A = ST (-)$, maka $AM = A + 180$. yang dimaksud selatan timur adalah pengukuran dilakukan sebelum waktu istiwa', yaitu saat pagi hari, dan deklinasi matahari bernilai negatif, yaitu ketika matahari berada di selatan lokasi.
- c. Jika $A = SB (-)$, maka $AM = 180 - A$. Adapun yang dimaksud selatan barat adalah pengukuran dilakukan setelah waktu istiwa', yaitu saat sore hari, dan deklinasi matahari bernilai negatif, yaitu ketika matahari berada di selatan lokasi.
- d. Jika $A = UB (+)$, maka $AM = 360 - A$. Adapun yang dimaksud utara barat adalah pengukuran dilakukan setelah waktu istiwa', yaitu saat sore hari, dan deklinasi matahari bernilai positif, yaitu ketika matahari berada di utara lokasi.

¹² Fadholi, "Istiwaaini 'Slamet Hambali' (Solusi Alternatif Menentukan Arah Qiblat Mudah Dan Akurat)." 113

Kelima, menentukan nilai beda azimut (BA) dengan mengurangkan nilai azimut kiblat dengan nilai azimut matahari. Jika nilai beda azimut negatif, harus ditambah 360.¹³ Pada umumnya, ketika menentukan nilai beda azimut dengan waktu bidik bebas, nilai beda azimut sampai pada ketelitian detik busur. Namun dengan rumus milik Slamet Hambali, beda azimut ini bisa ditentukan sendiri dengan nilai bulat tanpa desimal, sehingga tanpa kelebihan menit dan detik busur. Maka, setelah menemukan beda azimut yang didapatkan dari perhitungan sebelumnya, langkah selanjutnya adalah menentukan beda azimut baru yang dikehendaki, yaitu beda azimut dengan nilai bulat yang mendekati nilai beda azimut sebelumnya.

Keenam, menentukan azimut matahari dari nilai beda azimut baru dengan dasar persamaan beda azimut adalah hasil selisih antara azimut kiblat dengan azimut matahari. Dari definisi ini, azimut matahari didefinisikan sebagai hasil pengurangan azimut kiblat dengan beda azimut. Hasil azimut matahari ini, perlu dikategorisasi terkait notasi positif atau negatif. Jika azimut matahari berada diantara 90-180 atau 270-360 sedangkan lintang tempat bernilai negatif (Lintang Selatan), azimut matahari diberi tanda negatif (-). Jika azimut matahari berada diantara 0 - 90 atau 180 - 270 sedangkan lintang tempat bernilai positif (Lintang Utara), azimut matahari diberi tanda positif. Selain kategori tersebut, nilai azimut matahari dianggap positif.¹⁴

Ketujuh, Menentukan jam bidik yang sesuai dengan beda azimut yang diinginkan, yaitu nilai bulat tanpa kelebihan menit dan detik busur. Dalam

¹³ Hambali, "Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaa'ini Karya Slamet Hambali." 66

¹⁴ Afifah, "Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Karya Slamet Hambali." 44

menentukan jam bidik ini, setidaknya membutuhkan empat persamaan¹⁵ dibawah ini,

$$\begin{aligned}
 \text{Cotan P} &= \tan AM \sin \phi_x \\
 \cos (t-p) &= \cos p \tan \delta : \tan \phi_x \\
 t &= (t-p) + p \\
 \text{Jam bidik} &= 12 + t : 15 - e + (BT^{d16} - BT^x) : 15 \text{ atau } 12 + t : 15 - e \\
 &\quad - (BB^{d17} - BT^x) / 15
 \end{aligned}$$

Hasil nilai jam bidik ini berbentuk desimal dan dapat diubah menjadi bentuk jam menit detik. Untuk lebih memantapkan hasil jam bidik ini, perlu untuk memastikan nilai beda azimut berdasarkan jam bidik hasil terbaru ini dengan menghitung ulang beda azimut menggunakan langkah pertama sampai kelima, apakah nilai beda azimutnya sama dengan yang dikehendaki, yaitu nilai bulat tanpa kelebihan menit dan detik busur atau kelebihan setengah derajat.

Dengan adanya pendekatan rumus beda azimut ini, diharapkan hasil penentuan arah kiblat menggunakan instrumen tradisional seperti istiwaaini, memiliki hasil yang tidak berbeda jauh dari penggunaan alat modern seperti teodolite yang memiliki ketelitian lebih tinggi daripada istiwaaini.¹⁸

¹⁵ Afifah, "Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat, 44

¹⁶ Bujur Timur Daerah

¹⁷ Bujur Barat Daerah

¹⁸ Hasil wawancara kepada Slamet Hambali, salah satu pakar Falak, sekaligus dosen di Pascasarjana UIN Walisongo

BAB IV : PERANCANGAN DAN PENGUJIAN APLIKASI

A. Perancangan Aplikasi

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah aplikasi mobile phone yang dapat berjalan pada Operating System (OS) android. Aplikasi yang dikembangkan penulis merupakan hasil dari implementasi dari perhitungan beda azimuth. Fungsi utama dari aplikasi ini adalah untuk menghasilkan data beda azimuth efektif pada jam-jam tertentu. Data beda azimuth ini dapat diimplementasikan terhadap instrumen kiblat klasik seperti istiwaaini atau mizwala.

Sistem kerja aplikasi ini adalah berupa penentuan data beda azimuth efektif yang melewati algoritma beda azimuth tanpa kelebihan menit dan detik busur, dan dapat diterapkan sebagai alternatif data penentuan arah kiblat. Penentuan data beda azimuth ini dilakukan dengan memasukan beberapa input yang diperlukan seperti lintang tempat, bujur tempat, tanggal, bulan, tahun, dan jam bidik waktu setempat.

Proses perancangan aplikasi dalam penelitian ini, dibagi menjadi dua tahap. *Pertama* adalah tahap perancangan tampilan aplikasi. Pada tahap ini dilakukan proses perancangan bentuk tampilan aplikasi, berupa: objek dan asset yang ditampilkan dalam aplikasi, tata letak objek dan asset dalam tampilan aplikasi, serta fungsi dan kegunaan dari masing-masing objek dan asset tersebut. Tahap kedua adalah proses pemrograman aplikasi. Pada tahap ini, algoritma sistem aplikasi mulai dari pertama kali aplikasi dijalankan sampai dengan aplikasi menghasilkan output yang diharapkan, diimplementasikan kedalam rancangan aplikasi menggunakan bahasa

pemrograman java. Berikut ini adalah penjelasan dari tahapan-tahapan tersebut:

1. Perancangan Tampilan (*User interface*) Aplikasi

User interface atau disebut dengan desain tampilan antarmuka, memiliki peran penting dalam sebuah aplikasi. User interface dalam sebuah aplikasi berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan antara user (pengguna) dengan sistem aplikasi untuk dapat saling berinteraksi. User dapat memberikan perintah kepada sistem aplikasi melalui user interface, begitu juga output dari sistem aplikasi dapat ditampilkan kepada user melalui *user interface*.

Proses perancangan User interface dalam aplikasi ini dilakukan menggunakan software unity. Dalam aplikasi ini terdapat enam halaman yang memiliki tampilan yang berbeda-beda. Keenam halaman terdiri dari: halaman utama, halaman GPS, halaman input koordinat, halaman gawang lokasi, halaman fase bulan, dan halaman data ephemeris. Berikut ini adalah penjelasan dari rancangan *user interface* aplikasi ini:

a. Halaman Utama

Halaman ini muncul pertama kali ketika aplikasi dibuka. Di halaman ini, disajikan beberapa data yang perlu diinputkan seperti lintang tempat dan bujur tempat, jam dan menit bidik, tanggal, bulan, dan tahun serta time zone. Selain data input, ada tombol hitung yang berfungsi untuk menghitung data beda azimut.

Tanggal yang diinput adalah tanggal tahun miladi disesuaikan dengan batas maksimal setiap bulannya, misal 31 untuk bulan 1

(Januari), 28 atau 29 untuk bulan 2 (Februari), 31 untuk bulan 3 (Maret), 30 untuk bulan 4 (April), 31 untuk bulan 5 (Mei), 30 untuk bulan 6 (Juni), 31 untuk bulan 7 (Juli), 31 untuk bulan 8 (Agustus), 30 untuk bulan 9 (September), 31 untuk bulan 10 (Oktober), 30 untuk bulan 11 (Nopember) dan 31 untuk bulan 12 (Desember).

Adapun jam bidik yang diinputkan adalah jam daerah (WIB atau WITA atau WIT). Input jam bidik terdiri dari jam (antara 6-17), menit (antara 0-59), dan detik (antara 0-59). Untuk lintang tempat, disesuaikan dengan lokasi yang akan dihitung. Jika termasuk lintang selatan, paling kiri diinputkan huruf "S", dan jika lintang utara, diinputkan huruf "U". Begitu pula dengan bujur tempat, jika lokasi termasuk bujur timur, diinputkan huruf "T", dan jika termasuk bujur barat, diinputkan huruf "B".

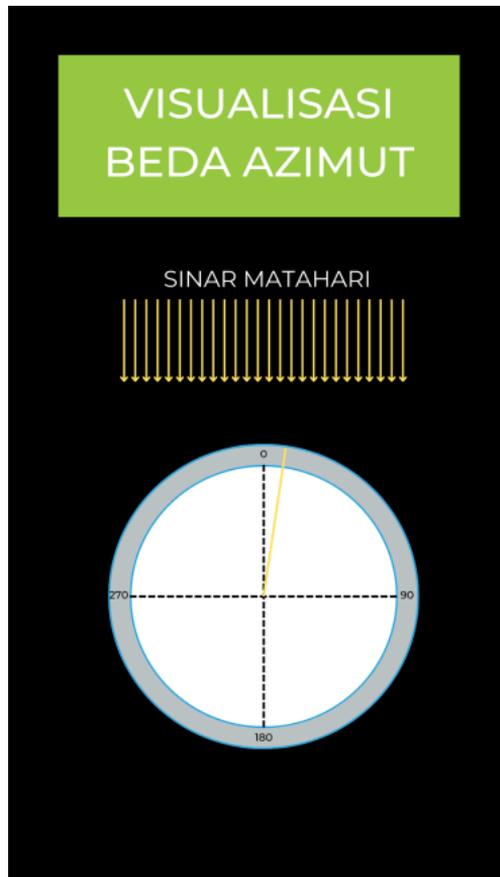
Berikut ini adalah ilustrasi dari desain tampilan input aplikasi beda azimut,



Gambar 4 : Desain Tampilan Aplikasi Android

b. Halaman visual Beda Azimut

Pada halaman ini, ditampilkan visualisasi dari nilai beda azimut baru. Visualisasi yang dimaksud adalah gambaran penentuan arah kiblat menggunakan istiwaain lengkap dengan keterangan dari mana arah sinar matahari.



Gambar 5 : Desain visualisasi beda azimut

2. Pemrograman Aplikasi

Tahap ini merupakan proses implementasi rancangan algoritma sistem aplikasi kedalam sebuah program android. Desain tampilan aplikasi yang telah dirancang sebelumnya baru akan dapat berfungsi setelah melalui proses pemrograman ini. Seluruh aktivitas yang dapat dilakukan oleh aplikasi seperti: input data, proses perhitungan, atau menampilkan hasil perhitungan, akan ditulis dalam sebuah kode program. Tujuan dari penulisan kode program tersebut adalah supaya seluruh perintah aplikasi untuk memproses data bisa dijalankan oleh sistem operasi android. Kode program yang ditulis dalam aplikasi ini menggunakan bahasa java. Software yang digunakan dalam proses pemrograman aplikasi ini adalah Android Studio.

Dikutip dari *developer.android.com* Android Studio adalah Integrated Development Environment (IDE) untuk pengembangan aplikasi Android. Pada tahun 2013 Google mengumumkan bahwa Android Studio menjadi IDE resmi untuk mengembangkan aplikasi android.¹ Android Studio menawarkan fitur lebih banyak untuk meningkatkan produktivitas Anda saat membuat aplikasi Android, di antaranya :

- Sistem versi berbasis Gradle yang fleksibel
- Emulator yang cepat dan kaya fitur
- Lingkungan yang menyatu untuk pengembangan bagi semua perangkat Android

Berikut adalah penjelasan dari proses pemrograman aplikasi:

¹ Guntoro, *ANDROID STUDIO MASTERY, Panduan Membuat Aplikasi Android Untuk Pemula Dalam 9 Hari* (Banten: Badoy Studio, n.d.).22

a. Kode Halaman Utama

Di dalam android studio, halaman utama disebut sebagai *main activity*. Di dalam main activity, terdapat berbagai kode program yang dibutuhkan dalam perhitungan, termasuk kode deklarasi program, kode data matahari, kode data beda azimuth.

```
public class MainActivity extends Activity
{
    EditText tgl,bln,thN;
    EditText Jam,Menit,Detik;
    EditText Lok,Ltd,Ltm,Lts, sel;
    EditText Btd,Btm,Bts;
    EditText Tz,kl,Tt;
    Button Hitung,Hapus;
    TextView tvD,tvE,tvF;
    TextView tvG1, tvG,tvH,tvI,tvJ;
    TextView tvK,tvK1,tvK2,tvK3,tvK4,tvL,tvM;

    TextView tvA11,tvB11,tvC11,tvD11,tvE11,tvF11;
    TextView tvG11, tvH11,tvI11,tvJ11;
```

Gambar 6 : Coding halaman utama

b. Kode Program Data Matahari

Data matahari merupakan komponen penting dalam menentukan azimuth matahari. Data matahari yang dimaksud adalah data deklinasi matahari dan *equation of time*. Perhitungan data matahari, dilakukan secara otomatis oleh aplikasi sehingga akan memudahkan pengguna karena cukup memasukan input koordinat tempat (lintang dan bujur tempat) dan tanggal saja.

```

//Data Matahari
double B1,JD, Jd1,c,e,N;
if (B1nM < 3){B1nM= B1nM + 12;}
else {B1nM= B1nM;}
if (B1nM >12){ThnM= ThnM-1;} else {ThnM= ThnM;}
B1 = 2 - (int)(ThnM / 100) + (int)((int)(ThnM / 100) / 4);
JD = (int)(365.25 * (ThnM + 4716)) + (int)(30.6001 * (B1nM + 1)) + TgLM + ((JamDes - tz) / 24) - 1524.5 + B1;

double T,m,a,b,T,v,q,U,s,d,et;
t= (JD-2457024)/36525;
T=AskRound2( Data: t*3600)/3600;
m = ModDiv( data: 357.633045 + 35999.053 * T, data1: 360);
a = ModDiv( data: 194.9063616 - 1934.136 * T, data1: 360);
b = ModDiv( data: 280.8283363 + 36000.76983 * T, data1: 360);
c = 0.004795 * SinA(a)+0.0000574*SinA( Data: 2*a)+0.00035*SinA( Data: 2*b);
y = 0.00256388*CosA(a)-0.000025*CosA( Data: 2*a)+0.000152*CosA( Data: 2*b);
q = 23.437409+ y- 0.01300416 * T;
u = 1.9161277*SinA(m)+0.02002638*SinA( Data: 2*m)+0.00026833*SinA( Data: 3*m);
s = (b+u+c-(float)45/3600)%360;
d = Deg(Math.asin(SinA(s)*SinA(q)));
sd = 0.267/(1-0.017*CosA(m))- 1.5/3600;
et = (-1.915*SinA(m)-0.02*SinA( Data: 2*m)+2.466*SinA( Data: 2*s)-0.053*SinA( Data: 4*s))/15;

```

Gambar 7 : Coding halaman utama

c. Kode Program Azimut Kiblat

Azimut kiblat merupakan salah satu komponen beda azimut.

Kode program azimut kiblat yang digunakan adalah sebagai berikut,

```

//Hisab Kiblat
//a
double a;
a = ((360 - (BK) + Bt) % 360+360)%360;
System.out.println("a = " + a);

//h
double h;
h = Math.toDegrees(Math.asin(Math.sin(Math.toRadians(Lt)) * Math.sin(Me
System.out.println("h = " + h);

//Sudut Kiblat
double Sudut_Kiblat = Math.toDegrees(Math.acos((Math.sin(Math.toRadians
System.out.println("sudut kiblat = " + Sudut_Kiblat);

//Azimuth_Kiblat
double Azimuth_Kiblat = 0;
if (a > 180) {
    Azimuth_Kiblat = Sudut_Kiblat;
} else {
    Azimuth_Kiblat = 360 - Sudut_Kiblat;
}
System.out.println("azimuth kiblat = " + Azimuth_Kiblat);

```

Gambar 8 : Coding azimuth kiblat

d. Kode Program Azimut Matahari

Azimut matahari merupakan salah satu komponen beda azimuth selain azimuth kiblat. Adapun kode program azimuth matahari adalah sebagai berikut,

```

double dh, Azm, Azy;
h=azm2(Lt, Bt, d, et, tz, JamDes) [1];
dh=azm2(Lt, Bt, d, et, tz, JamDes) [2];
Azm=azm2(Lt, Bt, d, et, tz, JamDes) [3];
Azy=azm2(Lt, Bt, d, et, tz, JamDes) [4];

```

Gambar 9 : Coding azimuth matahari

e. Kode Program Beda Azimut

Kode program beda azimut diletakan di posisi paling bawah sebagai hasil akhir dari program. Hasil akhir yang dimaksud adalah jam bidik baru dari beda azimut baru.

B. Pengujian Aplikasi

1. Uji Akurasi

Tujuan dari uji akurasi terhadap aplikasi ini adalah untuk mengkonfirmasi keakuratan data yang dihasilkan oleh aplikasi beda azimut ini. Output yang dijadikan sebagai objek dalam uji akurasi ini adalah hasil perhitungan data astronomis beda azimut, serta hasil jam bidik baru yang ditunjukkan oleh aplikasi beda azimut. Metode yang digunakan untuk mengetahui akurasi hasil perhitungan data beda azimut dari aplikasi ini adalah dengan melakukan komparasi dengan data arah kiblat menggunakan metode rashdul kiblat global. Penulis memilih rashdul kiblat sebagai tolak ukur dalam uji akurasi ini dikarenakan, data kiblat dalam metode rashdul kiblat global memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Selanjutnya, untuk mengetahui keakuratan aplikasi beda azimut dalam menunjukkan arah kiblat adalah dengan melakukan praktik pengukuran kiblat secara langsung. Aplikasi dianggap akurat apabila arah yang ditunjukkan sesuai atau sangat mendekati arah kiblat yang ditunjukkan saat rashdul kiblat.

Rashdul kiblat yang dijadikan pembanding adalah data rashdul kiblat pada 28 Mei 2022. Rashdul kiblat yang terjadi pada tanggal tersebut adalah rashdul kiblat global. Lokasi yang digunakan sebagai pengecekan hasil arah kiblat adalah di masjid Al-Mubarak, Demaan,

Kudus. Lokasi ini dipilih sebab tempat yang cukup ideal untuk dilakukan pengukuran. Lokasi yang dimaksud adalah di atas masjid yang memiliki area datar yang luas. Sinar matahari dapat mengenai permukaan lantai secara langsung. Pengecekan kiblat menggunakan metode Rasdul kiblat ini dibantu dengan instrumen istiwaain, yang mana dengan istiwaain sekaligus bisa langsung mengukur beda azimut untuk penentuan arah kiblat.

Pengujian Pertama

Data yang dipersiapkan

- Lintang Tempat : $-06^{\circ} 48' 17''$
- Bujur Tempat : $110^{\circ} 50' 24''$
- Lintang Kakbah : $21^{\circ} 25' 21''$
- Bujur Kakbah : $39^{\circ} 49' 34''$
- Tanggal : 28 Mei 2022
- Deklinasi : $21^{\circ} 29' 02''$
- Equation of Time : $00^{\circ} 02' 44''$
- Time Zone : 7
- Jam Bidik Awal : 16.30

Perhitungan

- Selisih Bujur (C) : $\lambda_t - \lambda_k$
 $: 110^{\circ} 50' 24'' - 39^{\circ} 49' 34''$
 $: 71^{\circ} 00' 50''$
- Arah Kiblat : $\tan^{-1}(1/(\tan \Phi_k * \cos \Phi_t /$

- $\sin C - \sin \Phi t / \tan C$)
- : $65^\circ 38' 26''$
- Azimut Kiblat : 360-AQ
: $294^\circ 21' 34''$
 - Sudut Waktu (t) : $(WD^2 + e - (BTd - BTx) / 15 - 12) * 15$
: $74^\circ 01' 19''$
 - Arah Matahari : $\tan^{-1}(1/(\tan \delta m * \cos \phi x / \sin t$
- $\sin \phi x / t))$
: $66^\circ 13' 45''$
 - Azimut Matahari : 360-A
: $293^\circ 46' 15''$
 - Beda Azimut : AQ-AM
: $00^\circ 35' 18''$
 - Beda Azimut Baru : 01°
 - Azimut Matahari 2 : AQ-BA
: $-293^\circ 21' 34''$ (dinegatifkan)
 - P : $\tan^{-1}(1/(\tan AM \sin \phi t))$
: $-74^\circ 39' 32''$
 - (t-p) : $\cos^{-1}(\cos p \tan \delta : \tan \phi x)$
: $150^\circ 46' 00''$

² WD adalah waktu bidik awal menggunakan waktu daerah (WIB, WITA, WIT)

- t : $(t-p) + p$
: $76^{\circ} 06' 27''$
- Jam bidik baru : $12 + t / 15 - e + (BTd - BTx)/15$
: $16 : 38 : 2$

Pengujian Kedua

Data yang dipersiapkan

- Lintang Tempat : $-06^{\circ} 48' 17''$
- Bujur Tempat : $110^{\circ} 50' 24''$
- Lintang Kakbah : $21^{\circ} 25' 21''$
- Bujur Kakbah : $39^{\circ} 49' 34''$
- Tanggal : 28 Mei 2022
- Deklinasi : $21^{\circ} 29' 02''$
- Equation of Time : $00^{\circ} 02' 44''$
- Time Zone : 7
- Jam Bidik Awal : 16.00

Perhitungan

- Selisih Bujur (C) : $\lambda_t - \lambda_k$
: $110^{\circ} 50' 24'' - 39^{\circ} 49' 34''$
: $71^{\circ} 00' 50''$
- Arah Kiblat : $\tan^{-1} (1 / (\tan \Phi_k * \cos \Phi_t /$
: $\sin C - \sin \Phi_t / \tan C))$
: $65^{\circ} 38' 26''$

- Azimut Kiblat : 360-AQ
: 294° 21' 34"
- Sudut Waktu (t) : $(WD^3 + e - (BTd - BTx) / 15 - 12) * 15$
: 66° 31' 19"
- Arah Matahari : $\tan^{-1}(1/(\tan \delta m * \cos \phi x / \sin t - \sin \phi x / t))$
: 64° 28' 23"
- Azimut Matahari : 360-A
: 295° 31' 37"
- Beda Azimut : AQ-AM
: 358° 49' 56"
- Beda Azimut Baru : 259°
- Azimut Matahari 2 : AQ-BA
: -295° 21' 34" (dinegatifkan)
- P : $\tan^{-1}(1/(\tan AM \sin \phi t))$
: -75° 57' 52"
- (t-p) : $\cos^{-1}(\cos p \tan \delta : \tan \phi x)$
: 143° 07' 30"
- t : (t-p) + p

³ WD disini adalah waktu bidik awal menggunakan waktu daerah (WIB, WITA, WIT)

: 67° 09' 38"

- Jam bidik baru : $12 + t / 15 - e + (BTd - BTx) / 15$
: 16 : 02 : 33 WIB

Pengujian Ketiga

Data yang dipersiapkan

- Lintang Tempat : -06° 48' 17"
- Bujur Tempat : 110° 50' 24"
- Lintang Kakbah : 21° 25' 21"
- Bujur Kakbah : 39° 49' 34"
- Tanggal : 29 Mei 2022
- Deklinasi : 21° 38' 04"
- Equation of Time : 00° 02' 36"
- Time Zone : 7
- Jam Bidik Awal : 15.00

Perhitungan

- Selisih Bujur (C) : $\lambda_t - \lambda_k$
: 110° 50' 24" - 39° 49' 34"
: 71° 00' 50"
- Arah Kiblat : $\tan^{-1} (1 / (\tan \Phi_k * \cos \Phi_t / \sin C - \sin \Phi_t / \tan C))$
: 65° 38' 26"
- Azimut Kiblat : 360 - AQ

- : 294° 21' 34"
- Sudut Waktu (t) : $(WD^4 + e - (BTd - BTx) / 15 - 12) * 15$
: 51° 29' 28"
- Arah Matahari : $\tan^{-1}(1/(\tan \delta m * \cos \phi x / \sin t - \sin \phi x / t))$
: 59° 08' 20"
- Azimut Matahari : 360-A
: 300° 51' 40"
- Beda Azimut : AQ-AM
: 353° 29' 54"
- Beda Azimut Baru : 353°
- Azimut Matahari 2 : AQ-BA
: -301° 21' 34" (dinegatifkan)
- P : $\tan^{-1}(1/(\tan AM \sin \phi t))$
: -78° 59' 52"
- (t-p) : $\cos^{-1}(\cos p \tan \delta : \tan \phi x)$
: 129° 22' 18"
- t : (t-p) + p
: 50° 22' 26"

⁴ WD disini adalah waktu bidik awal menggunakan waktu daerah (WIB, WITA, WIT)

- Jam bidik baru : $12 + t / 15 - e + (BTd - BTx) / 15$
: 14 : 55 : 32 WIB

Pengujian Keempat

Data yang dipersiapkan

- Lintang Tempat : $-06^{\circ} 48' 17''$
- Bujur Tempat : $110^{\circ} 50' 24''$
- Lintang Kakbah : $21^{\circ} 25' 21''$
- Bujur Kakbah : $39^{\circ} 49' 34''$
- Tanggal : 29 Mei 2022
- Deklinasi : $21^{\circ} 38' 27''$
- Equation of Time : $00^{\circ} 02' 36''$
- Time Zone : 7
- Jam Bidik Awal : 16.00

Perhitungan

- Selisih Bujur (C) : $\lambda_t - \lambda_k$
: $110^{\circ} 50' 24'' - 39^{\circ} 49' 34''$
: $71^{\circ} 00' 50''$
- Arah Kiblat : $\tan^{-1}(1 / (\tan \Phi_k * \cos \Phi_t / \sin C - \sin \Phi_t / \tan C))$
: $65^{\circ} 38' 26''$
- Azimut Kiblat : $360 - AQ$

- : 294° 21' 34"
- Sudut Waktu (t) : $(WD^5 + e - (BTd - BTx) / 15 - 12) * 15$
: 66° 29' 23"
- Arah Matahari : $\tan^{-1}(1/(\tan \delta m * \cos \phi x / \sin t - \sin \phi x / t))$
: 64° 18' 17"
- Azimut Matahari : 360-A
: 295° 41' 43"
- Beda Azimut : AQ-AM
: 358° 39' 51"
- Beda Azimut Baru : 359°
- Azimut Matahari 2 : AQ-BA
: -295° 21' 34" (dinegatifkan)
- P : $\tan^{-1}(1/(\tan AM \sin \phi t))$
: -75° 57' 52"
- (t-p) : $\cos^{-1}(\cos p \tan \delta : \tan \phi x)$
: 143° 44' 38"
- t : (t-p) + p
: 67° 46' 46"

⁵ WD disini adalah waktu bidik awal menggunakan waktu daerah (WIB, WITA, WIT)

- Jam bidik baru : $12 + t / 15 - e + (BTd - BTx) / 15$
: 16 : 05 : 10 WIB

Pada pengujian pertama sampai pengujian keempat ini, didapatkan jam bidik baru sehingga beda azimut yang dihasilkan adalah bernilai derajat tanpa kelebihan menit detik busur.



Gambar : Uji Lapangan

Pengujian data beda azimut pada keempat data di atas, jika dikomparasi dengan penentuan arah kiblat metode rasdul kiblat global, selisihnya tidak mencapai 15 menit busur. Hal ini masih dalam batasan toleransi kiblat.

NO	WAKTU UJI	JAM BIDIK (WIB)	BEDA AZIMUT	SELISIH DENGAN RASDUL KIBLAT
1	28 Mei 2022	16 : 02 : 33	359°	0° 13'
2	28 Mei 2022	16 : 38 : 02	1°	0° 10'
3	29 Mei 2022	14 : 55 : 32	353°	0° 15'
4	29 Mei 2022	16 : 05 : 10	359°	0° 10'

Tabel 4 : Data Selisih penentuan arah kiblat menggunakan beda azimut dengan rasdul kiblat global

Dari pengujian di atas, didapatkan satu pernyataan bahwa penentuan arah kiblat dengan metode beda azimut efektif termasuk dalam kategori akurat, dikarenakan hanya memiliki selisih kurang dari 15 detik busur. Namun yang perlu dicatat adalah bahwa pengujian tersebut masih ada kemungkinan mengandung human error, yang mana masih perlu dilakukan pengujian akurasi berikutnya di waktu dan tempat yang berbeda.

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Beda azimut dapat diefektifkan dari nilai awal berupa derajat dengan kelebihan menit dan detik busur menjadi bernilai derajat tanpa kelebihan menit dan detik busur. Nilai beda azimut yang efektif memiliki jam bidik tertentu yang dihasilkan dari rumus beda azimut efektif, sehingga hasil pengukuran arah kiblat menggunakan instrumen tradisional memiliki hasil yang tidak berbeda jauh dengan penggunaan instrumen modern seperti theodolite.
2. Aplikasi azimut ini dirancang untuk menentukan nilai beda azimut yang efektif, yaitu nilai derajat tanpa kelebihan menit dan detik busur. Aplikasi ini terdiri dari 2 (dua) halaman, yaitu halaman utama (user interface) dan halaman visualisasi. Dalam perancangan aplikasi ini, melalui dua tahapan, tahap pertama adalah tahapan perancangan tampilan aplikasi atau layout aplikasi. Tahapan kedua adalah perancangan pemrograman. Pemrograman yang dibutuhkan adalah data matahari, azimut kiblat, azimut matahari, dan beda azimut. Tahap ini merupakan proses implementasi algoritma perhitungan ke dalam sebuah program android. Semua aktivitas yang ada di dalam aplikasi tersebut, mulai input data hingga menemukan hasil perhitungan, ditulis dalam sebuah kode pemrograman. Adapun tujuan dari penulisan kode program adalah supaya seluruh perintah aplikasi untuk memproses data, dimengerti oleh sistem operasi android. Kode program yang ada di dalam aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman java.

B. Saran

1. Aplikasi beda azimut ini diharapkan menjadi salah satu alternatif cara dalam menentukan arah kiblat menggunakan instrumen klasik seperti istiwaain sehingga memudahkan bagi pegiat falak khususnya dalam melakukan praktikum penentuan arah kiblat.
2. Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Apabila ditemukan kekeliruan dalam data, dimungkinkan ada faktor human error dari penulis.
3. Penelitian ini masih memerlukan penelitian lanjutan terkait akurasi beda azimut di lokasi dan waktu yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, Ana Nur. “Studi Analisis Rumus Menghitung Beda Azimut Kiblat Dan Azimut Matahari Karya Slamet Hambali.” UIN Walisongo, 2019.
- Amin, Muhammad Faishol. “Implementasi Istiwa’ani Dalam Pemrograman Aplikasi Berbasis Android.” *Techno.Com* 18, no. 1 (2019).
doi:10.33633/tc.v18i1.1949.
- Amrullah, Abdul Malik Abdul Karim. *Tafsir Al-Azhar*. Singapura: Pustaka Nasional, n.d.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: UGM, 2012.
- Avestro, Joyce. “Pengenalan Pemrograman 1.” 1.2, 2007.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012.
- . *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Suara Muhammadiyah, 2007.
<https://books.google.co.id/books?id=O8raAAAAMAAJ>.
- Azmi, Muhammad Farid. “Metode Rasdu Qiblah Dengan Beda Azimut Dalam Penentuan Arah Kiblat.” *Ahkam* 7 (2019).
- Bashori, Hadi. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015.
- Encup Supriatna. *Hisab Rukyat Dan Aplikasinya*. Bandung: Refika Aditama, 2007.
- Fadholi, Ahmad. “Istiwaaini ‘Slamet Hambali’ (Solusi Alternatif Menentukan Arah Qiblat Mudah Dan Akurat).” *AL-AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi* 1 (2019).
- Fathullah, Ahmad Ghozali Muhammad. *Irsyad Al-Murid: Ila Ma’rifat Ilm Al-Falak ‘Ala Al-Rashd Al-Jadid*. LanBulan: Al-Mubarak, 2005.

- Guntoro. *ANDROID STUDIO MASTERY, Panduan Membuat Aplikasi Android Untuk Pemula Dalam 9 Hari*. Banten: Badoy Studio, n.d.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak, Arah Kiblat Setiap Saat*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013.
- . “Menguji Kakuratan Hasil Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Istiwaaaini Karya Slamet Hambali.” Semarang, 2014.
- Hendri. “Prayer Room Qibla Direction At School In Bukittinggi : (Qibla Study In Junior High School And Senior High Schools Prayer Room).” *Al-Hilal : Journal of Islamic Astronomy* 1 (2019).
- Ibrahim, Abdullah. *Ilmu Falak Antara Fiqih Dan Astronomi*. Bantul: Fajar Pustaka Baru, 2017.
- Ismail, Ismail, Dikson T. Yasin, and Zulfiah. “Toleransi Pelencengan Arah Kiblat Di Indonesia Perspektif Ilmu Falak Dan Hukum Islam.” *Al-Mizan* 17, no. 1 (2021): 115–38. doi:10.30603/am.v17i1.2070.
- Izzuddin, Ahmad. *Kajian Terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*. Jakarta: Kemenag, 2012.
- . “Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya.” In (*Annual International Conference on Islamic Studies*)*AISIS XII*, 764. Surabaya: UIN Sunan Ampel, 2012.
- Kementerian Agama RI. *Al-Qur’an Dan Terjemahannya*. Semarang: Asy-Syifa, 2004.
- . *Ilmu Falak Praktik*. Jakarta: Kemenag, 2013.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Sleman: Buana Pustaka, n.d.
- . *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- Mahsun. “Rekonstruksi Pemikiran Hukum Islam Melalui Integrasi Metode Klasik Dengan Metode Sainifik Modern.” *AL-AHKAM: Jurnal Hukum & Pranata Sosial*, 2015.

- Maiyana, Efmi. “PEMANFAATAN ANDROID DALAM PERANCANGAN APLIKASI KUMPULAN DOA.” *Sains Dan Informatika* 4.11 (2018). doi:<http://doi.org/10.22216/jsi.v4i1.3409>.
- Marpaung, Watni. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Prenadamedia, 2015.
- Meuss, Jean. *Astronomical Algorithms*. Virginia: William-Bell, Inc., 1991.
- Mujab, Sayful. “Kiblat Dalam Perspektif Madzhab-Madzhab Fiqh.” *YUDISIA: Jurnal Pemikiran Hukum Dan Hukum Islam* 5 (2016).
- . “Qiblat Setiap Saat Sebagai Jembatan Penentu Arah Qiblat.” *YUDISIA: Jurnal Pemikiran Hukum Dan Hukum Islam* 6 (2015).
- Muslim bin Hajjaj. *Shahih Muslim*. Riyadh: Darul Mughni, 1998.
- Ni’am, M. Ikhtirozun, Nizma Nur Rahmi, and Fiki Burhanuddin. “Qibla Direction With The Constellation (Study Of Determination Of Qibla Direction With Gubug Penceng).” *Al-Hilal : Journal of Islamic Astronomy* 2 (2020).
- Nurmila, Ila. “Metode Azimut Kiblat Dan Rasdh Al-Qiblat Dalam Penentuan Arah Kiblat.” *Istinbath* 11 (2016).
- Putra, Alfirdaus. *Cepat Dan Tepat Menentukan Arah Kiblat*. Edited by Muzakkir. 2nd ed. Yogyakarta: Elmahera, 2015.
- Qulub, Siti Tatmainul. “Analisis Metode Raşd Al-Qiblat Dalam Teori Astronomi Dan Geodesi.” UIN Walisomgo, 2013.
- . *Ilmu Falak Dari Sejarah Ke Teori Dan Aplikasi*. Depok: Rajawali Pers, 2017.
- Riza, Muhammad Himmatur, and Nihayatul Minani. “The Effect Of El Nino And La Nina On The Intensity Of Determining Qibla Direction.” *Al-Hilal : Journal of Islamic Astronomy* 3 (2021).
- Rozak, Encep Abdul. *Ilmu Falak, Hisab Pendekatan Microsoft Excel*. Jakarta: Kencana, 2020.

- Sabda, Abu. *Ilmu Falak Rumusan Syar' i Dan Astronomi Seri 1*. Bandung: Persis Pers, 2020.
- Sakirman. "Formulasi Baru Arah Kiblat: Memahami Konsep Rasydul Kiblat Harian Indonesia." *Al-Qisthu: Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Hukum* 16, no. 1 (2018). doi:10.32694/010440.
- Sudibyo, Muh. Ma'rufin. *Sang Nabipun Berputar*. Solo: Tinta Medina, 2011.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2013.
- Sumanda Sibarani, Niko, Ghifari Munawar, and Bambang Wisnuadhi. "Analisis Performa Aplikasi Android Pada Bahasa Pemrograman Java Dan Kotlin." In *Industrial Research Workshop and National Seminar*. Bandung: POLBAN, 2018. <https://www.researchgate.net/publication/329525878>.
- Syatho, Muhammad. *Ianah Al-Tholibin*. Darr Ihya Al-Kutub Al-Arabiyah, n.d.
- Thoyfur, Muhammad. "Digitalization Of Local Rashdul Qibla By Qibla Diagram." *Al-Hilal : Journal of Islamic Astronomy* 3 (2019).

LAMPIRAN-LAMPIRAN

1. Observasi Rumus beda azimuth menggunakan istiwaain



2. Teknis menentukan arah kiblat menggunakan instrumen Istiwaain
 - a. Tentukan data koordinat tempat menggunakan GPS atau google maps.
 - b. Tentukan nilai beda azimuth menggunakan rumus efektif beda sehingga menghasilkan jam bidik tertentu
 - c. Letakan Istiwaain di bidang datar dan terkena sinar matahari
 - d. Pastikan istiwaain benar-benar datar, menggunakan waterpass
 - e. Apabila sudah terpasang dengan baik, perhatikan jam sampai pada jam bidik yang telah dihitung tiba. Jam bidik harus disesuaikan dengan jam GPS agar hasilnya akurat.

- f. Ketika jam bidik sudah tiba, putar bidang dial sampai bayangan tongkat istiwa pada titik 0 mengarah tepat ke tongkat utama yang berada di tengah lingkaran. Dengan demikian bayangan tongkat adalah kebalikan dari azimut matahari.
- g. Tarik benang dari tengah lingkaran dan posisikan benang pada nilai beda azimut. Arah yang ditunjukkan benang tersebut adalah arah kiblat.
- h. Tandai arah tersebut dengan spidol atau lakban.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad
Tempat, Tanggal Lahir : Salatiga, 23 Desember 1995
Agama : Islam
Nama Ayah : Musyafa'
Nama Ibu : Ummi Khalifah
Alamat : Aspol Kalisari Blok VII/20, RT 04/07,
Kel. Barusari, Kec. Semarang Selatan,
Semarang
No Handphone : 085641640589
Email : auzikamal@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

- a. Formal :
 1. MI Al-Khoiriyyah 1 Semarang
 2. MTs NU TBS Kudus
 3. MA NU TBS Kudus
 4. S1 Ilmu Falak UIN Walisongo
- b. Non Formal
 1. Pondok Pesantren Tasywiquth-Thullab (TBS) Kudus
 2. YPMI Al-Firdaus

Pengalaman Organisasi :

1. Sekretaris Pondok Pesantren Tasywiquth-Thullab (TBS) Kudus (2011-2012)
2. Pendidikan Pondok Pesantren Tasywiquth-Thullab (TBS) Kudus (2012-2013)
3. Departemen Keagamaan PP IPNU MA NU TBS Kudus (2012-2013)
4. Humas JQH Fakultas Syari'ah dan Hukum
5. P3M CSSMoRA UIN Walisongo

Semarang, 10 Juli 2022



Auzi'ni Syukron Kamal Ahmad
NIM: 1902048002