

**STUDI AKURASI Q-BOT VERSI 3 DALAM
PENENTUAN ARAH KIBLAT
SKRIPSI**

Disusun Untuk Memenuhi Tugas Akhir Dan Melengkapi
Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Program Strata 1 (S.1) Dalam Ilmu Syariah Dan
Hukum



OLEH

FEBRINA FITRI

NIM : 1602046090

**FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2020

HALAMAN NOTA PEMBIMBING

Ahmad Munif, M.S.I
Desa Suko Legok
Kec. Sukodono Kab. Sidoarjo

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eks.

Hal : Naskah Skripsi
An. Sdr. Febrina Fitri

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

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Febrina Fitri
NIM : 1602046090
Prodi : Ilmu Falak
Judul : **Studi Akurasi Q-Bot Versi 3 Dalam Penentuan Arah Kiblat**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimnagayahkan.

Demikian harap menjadi maklum.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 23 Juni 2020

Pembimbing II



Ahmad Munif, M.S.I
NIP. 198603062015031006

Drs. H. Maksun, M.Ag.
Perum Griya Indo Permai Blok A/22
Tambakaji Ngaliyan Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp. : 4 (empat) eka.

Hal : Naskah Skripsi An. Sdr. Febrina Fitri

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

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

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

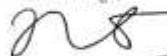
Nama : Febrina Fitri
NIM : 1602046090
Prodi : Ilmu Falak
Judul : **Studi Akurasi Q-Bot Versi 3 Dalam Penentuan Arah Kiblat**

Dengan ini saya mohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimaafkan.

Demikian harap menjadi ma'khum.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 23 Juni 2020
Pembimbing I,



Drs. H. Maksun, M.Ag.
NIP. 196605151993031002



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

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185
Telp: (024)760231, Faksimil: (024)762490, Website: <http://iik.walisongo.ac.id/>

**BERITA ACARA
(PENGESEAHAN DAN YUDISIUM SKRIPSI)**

Pada Hari ini, Rabu tanggal Delapan Juli tahun Dua Ribu Dua Puluh telah melaksanakan sidang munagisah skripsi mahasiswa:

Nama : FEBRINA FITRI
NIM : 1602046090
Jurusan : Ilmu Falaq (IF)
Judul Skripsi : Studi Akurasi Q-Bot Versi 3 Dalam Penentuan Arah Kiblat
Dosen Pembimbing 1 : Drs. H. Maksud, M. Ag
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Munif,MSI.
Dengan susunan dewan penguji sebagai berikut:
Ketua/Penguji 1 : Amir Tajrid, M.Ag
Sekretaris/Penguji 2 : Ahmad Munif,MSI.
Anggota/Penguji 3 : Ahmad Syiful Anam, SHI, MH.
Anggota/Penguji 4 : Dr. Mahsun, M. Ag.

Yang bersangkutan dinyatakan **LULUS** dengan nilai 3.76 / B+.

Berita acara ini digunakan sebagai pengganti sementara dokumen PENGESEAHAN SKRIPSI dan YUDISIUM SKRIPSI dan dapat diterima sebagai kelengkapan persyaratan pendaftaran wisuda.



Ketua Program Studi Ilmu Falaq

MOR. KHASAN

MOTTO

﴿ وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۗ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا
وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ ﴾

“Dan dari manapun engkau (Muhammad) keluar, maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. Dan di mana saja kamu berada, maka hadapkanlah wajahmu ke arah itu...”¹”

AL-BAQARAH :150

¹ Qur'an Kemenag in Word

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Orang tua penulis

Martius dan Jumaliana

Sebagai motivator sekaligus alasan penulis ingin segera menyelesaikan penulisan tugas akhir (skripsi) ini

Kakak-Kakak penulis

Jufri Mardhatillah & Khairina Afriza

Yang selalu memberi dan mendukung kesuksesan penulis

Adik-Adik penulis

Halim Mardhatillah & Zahratul Aini

Mereka-lah alasan bagi penulis untuk selalu memberi teladan dan contoh yang baik sebagai seorang kakak

Seluruh guru penulis

Dimana selalu sabar dan tidak mengenal lelah dalam mengajar serta mendidik penulis hingga sampai pada titik saat ini.

DEKLARASI

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

Semarang, 22 Juni 2020



Febriana Elitri
1602046090

PEDOMAN TRANSLITERASI

Pedoman transliterasi Arab-Latin yang digunakan merupakan hasil Surat Keputusan Bersama (SKB) Menteri Agama No. 158 Tahun 1987 dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R. I. No. 0543b/U/1987.

A. Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat dalam tabel berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	<i>Alif</i>	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	<i>Ba</i>	B	Be
ت	<i>Ta</i>	T	Te
ث	<i>Sa</i>	Š	Es (dengan titik di atas)
ج	<i>Jim</i>	J	Je
ح	<i>Ha</i>	Ḥ	Ha (dengan titik di bawah)
خ	<i>Kha</i>	Kh	Ka dan ha
د	<i>Da</i>	D	De

ذ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di atas)
ر	<i>Ra</i>	R	Er
ز	<i>Zai</i>	Z	Zet
س	<i>Sin</i>	S	Es
ش	<i>Syin</i>	Sy	Es dan ye
ص	<i>Sad</i>	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	<i>Dad</i>	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	<i>Ta</i>	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	<i>Za</i>	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	<i>Ain</i>	‘ _	Apostrof terbalik
غ	<i>Gain</i>	G	Ge
ف	<i>Fa</i>	F	Ef
ق	<i>Qaf</i>	Q	Qi
ك	<i>Kaf</i>	K	Ka
ل	<i>Lam</i>	L	El
م	<i>Mim</i>	M	Em
ن	<i>Nun</i>	N	En
و	<i>Wau</i>	W	We

هـ	<i>Ha</i>	H	Ha
ء	<i>Hamzah</i>	—'	Apostrof
ي	<i>Ya</i>	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apapun. Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal dalam bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal dan vokal rangkap.

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

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
◌َ	<i>Fathah</i>	A	A
◌ِ	<i>Kasrah</i>	I	I
◌ُ	<i>Dammah</i>	U	U

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

Tanda	Nama	Huruf Latif	Nama
-------	------	-------------	------

ئِي	<i>Faṭḥah</i> dan <i>ya</i>	Ai	A dan I
ئَو	<i>Faṭḥah</i> dan <i>wau</i>	Au	A dan U

C. Maddah

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

Harakat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
ا... َ	<i>Faṭḥah</i> dan <i>alif</i>	Ā	A dan garis di atas
ي... ِ	<i>Kasrah</i> dan <i>ya</i>	Ī	I dan garis di atas
و... ُ	<i>Ḍammah</i> dan <i>wau</i>	Ū	U dan garis di atas

D. Ta Marbūṭah

Transliterasi untuk *ta marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta marbūṭah* yang hidup atau memiliki harakat *faṭḥah*, *kasrah*, atau *ḍammah* menggunakan transliterasi [t], sedangkan *ta marbūṭah* yang mati atau berharakat *sukun* menggunakan transliterasi [h].

E. Syaddah

Syaddah atau *tasydīd* yang dalam penulisan Arab dilambangkan dengan tanda *tasydīd* (◌ّ), dalam transliterasi ini

dilambangkan dengan pengulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *tasydīd*.

Jika huruf *ya* (ﻱ) ber-*tasydīd* di akhir sebuah kata dan didahului harakat *kasrah* (◌ِ), maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah* (ī).

F. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf *alif lam ma‘arifah* (ﻻ). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa [Al-], baik ketika diikuti oleh huruf syamsiah maupun huruf qamariah. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

G. Hamzah

Aturan transliterasi huruf *hamzah* menjadi apostrof (‘) hanya berlaku bagi *hamzah* yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila *hamzah* terletak di awal kata, maka ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab ia berupa *alif*.

H. Penulisan Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata, istilah, atau kalimat Arab yang ditransliterasi merupakan kata, istilah, atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah, atau kalimat yang sudah

lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia atau sudah sering ditulis dalam bahasa Indonesia tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi ini. Namun, apabila kata, istilah, atau kalimat tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka harus ditransliterasi secara utuh.

I. *Lafz Al-Jalālah* (الله)

Kata “Allah” yang didahului parikel seperti huruf *jarr* atau huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *muḍāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf *hamzah*. Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan pada *lafz Al-jalālah* ditransliterasi dengan huruf [t].

J. Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital, dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf kapital digunakan untuk menuliskan huruf awal nama, dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Apabila kata nama tersebut diawali oleh kata sandang (Al-), maka yang ditulis kapital adalah huruf awal nama tersebut, kata sandang ditulis kapital (Al-) apabila berada di awal kalimat.

ABSTRAK

Kearah mana seseorang menghadap ketika salat dan seberapa akurat arah kiblat tidak semua muslim mengetahuinya. Dengan memaksimalkan usaha dan ilmu pengetahuan telah memungkinkan menentukan arah kiblat secara teliti. Seiring dengan majunya teknologi terciptalah alat penentu arah kiblat baru karya Bolabot Institute yang diberi nama *Q-Bot* singkatan dari *Qibla Robot Versi 3*. Penelitian ini untuk menguji fungsionalitasnya alat.

Fokus penelitian ini adalah, 1) Bagaimana metode Q-Bot Versi 3 dalam penentuan arah kiblat ? 2) Bagaimana akurasi yang dihasilkan dari Q-Bot Versi 3?

Dalam menjawab permasalahan tersebut, peneliti menggunakan metode pendekatan kualitatif yang bersifat deskriptif (*descriptive research*) dan studi komparatif. Penulis membandingkan Q Bot Versi 3 dengan *theodolite* dan aplikasi arah kiblat android digital falak dari segi akurasinya dalam menentukan arah kiblat. Penelitian ini juga tergolong dalam penelitian lapangan (*Field Research*) karena teknis penekanan analisisnya lebih menekankan pada data yang terkumpul di lapangan.

Hasil penelitian ini adalah Q Bot Versi 3 merupakan *instrument* berbasis mikrokontroler arduino yang bersifat *open source*. Adapun hasil perhitungan arah kiblat pada program memiliki selisih hanya sampai pada detik busur dibandingkan dengan sumber lain seperti aplikasi arah kiblat pada android, meskipun cara kerjanya sama. Kelebihan dari alat ini sangat mudah dan praktis digunakan oleh orang awam ilmu falak dan bisa membantu *tunanetra* dalam menentukan arah kiblat secara mandiri. Kekurangannya alat terletak pada kompas yang harus selalu dikalibrasi dalam penunjukan arah kiblat.

Kata kunci : Arah Kiblat, Q-Bot Versi 3, Digital

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirrobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : **Studi Akurasi Q-Bot Versi 3 Dalam Penentuan Arah Kiblat** yang merupakan penemuan terbaru dalam ilmu falak alat penentu arah kiblat berbasis teknologi robotik dengan baik.

Shalawat serta salam senantiasa sanjungkan kepada baginda Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat-sahabat dan para pengikutnya yang telah membawa cahaya islam dan masih berkembang hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tugas akhir skripsi ini bukanlah hasil jerih payah penulis sendiri, melainkan terdapat usaha dan bantuan baik berupa moral maupun spiritual dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang dan para pembantu yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menulis skripsi tersebut dan memberikan fasilitas untuk belajar dari awal hingga akhir.
2. Moh. Khasan, M.Ag, selaku Ketua Jurusan Ilmu Falak, atas bimbingan dan pengarahan yang diberikan dengan sabar dan tulus ikhlas, juga kepada dosen-dosen serta karyawan di

lingkungan Jurusan Ilmu Falak dan Fakultas Syariah dan Hukum, atas bantuan dan kerja samanya.

3. Kementerian Agama Republik Indonesia yang telah memberikan beasiswa PBSB sampai tahap akhir kepada penulis.
4. Kedua orang tua beserta keluarga penulis, yang tak henti-hentinya memotivasi, mendoakan, mensupport penulis untuk segera menyelesaikan skripsi.
5. Drs. H. Maksun, M.Ag, selaku Pembimbing I, yang telah memberikan serta meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini dengan tulus ikhlas.
6. Ahmad Munif, M.S.I, selaku Pembimbing II, yang telah memberikan serta meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini dengan tulus ikhlas.
7. Drs. H. Sahidin, M.Si, dosen wali penulis yang memberikan arahan dan motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan jenjang pendidikan S1 dengan baik.
8. Keluarga Besar Yayasan Pembina Mahasiswa Islam (YPMI) Al-Firdaus Silayur Semarang, khususnya kepada kiyai dan para ustadz, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan, semoga menjadi ilmu yang berkah dan menjadi amal jariyah.

9. Keluarga besar CSSMoRA ditanah rantauan dan khususnya teman-teman CONJURING 10 (Zulfa, Kurnia, Tri, Fajrul, Ulum, Husnul, Anis, Ayu, Khoir, Alif, Risa, Yadi, Bayan, Alda, Dul, Ali, Akmal, Fajar, Hari, Irham, Lauha, Mundhir, Sobri, Vivi).
10. Mba dyah admin sekaligus engineer bolabot dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu langsung maupun tidak langsung yang selalu memberi bantuan, dorongan dan do'a kepada penulis selama melaksanakan studi di UIN Walispngo Semarang ini.

Penulis berdoa semoga semua amal kebaikan dan jasa dari semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini diterima Allah SWT, serta mendapatkan balasan yang lebih baik. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Semarang, 24 Juni 2020

Penulis

Febrina Fitri

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN NOTA PEMBIMBING	ii
HALAMAN BERITA ACARA.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	vii
HALAMAN PEDOMAN TRANSLITERASI	viii
HALAMAN ABSTRAK	xv
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	xvi
HALAMAN DAFTAR ISI.....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL	xxii

BAB I: PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Telaah Pustaka.....	6
F. Metodologi Penelitian.....	9
G. Sistematika Penelitian.....	13

BAB II: TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT

A. Pengertian Kiblat	15
B. Dasar Hukum Menghadap Kiblat & Pendapat Ulama Tentang Arah Kiblat	17
C. Hisab dan Metode Penentuan Arah Kiblat	25

BAB III : METODE PENENTUAN ARAH KIBLAT

DENGAN Q-BOT VERSI 3

A. Profile Bolabot Techno Robotic	42
B. Biografi Singkat Mada Sanjaya	47
C. Latar Belakang Terciptanya Q bot Versi 3	48
D. Spesifikasi Alat Penentu Arah Kiblat Portable (<i>Q Bot versi 3</i>)	51
E. Sistem Penentu Arah Kiblat Q Bot Versi 3	57
F. Mekanisme Cara Kerja Q bot Versi 3	73

**BAB IV : ANALISIS ALGORITMA DAN KEAKURATAN
PENGUKURAN ARAH KIBLAT
MENGUNAKAN Q BOT VERSI 3**

A. Analisis Algoritma Arah Kiblat Menggunakan Q bot Versi 3	77
B. Uji Akurasi Q Bot Versi 3 dalam Pengukuran Arah Kiblat Dengan Theodolit.....	90

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan	101
B. Saran.....	102
C. Kata Penutup.....	103

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Q Bot Versi 3

Gambar 2.1 Ilustrasi Segitiga Bola

Gambar 2.2 Skema Penentuan Arah Kiblat

Gambar 3.1 Tampilan Output Arah Kiblat Di Lcd

Gambar 3.2 Gps Gy-Neo6m

Gambar 3.3 Tampilan Hardware Lcd

Gambar 3.4 Tampilan Pilihan Skeeth Program Arduino

Gambar 3.5 Tampilan Hasil Pengukuran Metode Modern

Gambar 3.6 Langkah-Langkah Upload Program Pada Q Bot

Gambar 3.7 Skema Umum Alat Ukur Arah Kiblat

Gambar 4.1 Pengukuran Di Pelataran Selatan MAJT.

Gambar 4.2 Pengukuran Di Pelataran Utara MAJT

Gambar 4.3 Pengukuran Di YPMI Alfirdaus Silayur

Gambar 4.4 Pengukuran Di Lt.2 MAJT

Gambar 4.5 Pengukuran Di Lt.3 MAJT

DAFTAR TABEL

- Tabel 4.1 beberapa versi lintang dan bujur makah dari para ahli
- Tabel 4.2 Hasil perbandingan data koordinat tempat ypmi alfirdaus Semarang, Jawa Tengah
- Tabel 4.3 Hasil perbandingan data koordinat tempat MAJT
- Tabel 4.4 Hasil perbandingan data koordinat Perum. Mutiara Indah, Kota Batam
- Tabel 4.5 Hasil perhitungan arah kiblat di kediaman penulis
- Tabel 4.6 Hasil pengukuran arah kiblat di pelataran selatan MAJT
- Tabel 4.7 Hasil pengukuran arah kiblat di pelatara utara MAJT
- Tabel 4.8 Hasil pengukuran arah kiblat di ypmi

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan teknologi sekarang telah mendorong umat manusia untuk memanfaatkan teknologi sebagai sarana mempermudah kebutuhan hidup, begitu juga dalam ranah penentuan arah kiblat. Kemajuan teknologi dimanfaatkan oleh manusia untuk mempermudah dalam penentuan arah kiblat, oleh karena itu muncul metode-metode baru berbasis teknologi. Telah dirancang alat penentu arah kiblat yang dimodifikasi dalam teknologi robotik untuk otomatisasi yang memudahkan pengguna. Alat tersebut diberi nama *Q-Bot*, singkatan dari *Qibla Robot*.

Secara umum, sistem alat penentu arah kiblat ini berbasis mikrokontroler Arduino, GPS digital, serta kompas. Software pemrograman untuk mengolah data mikrokontroler Arduino yaitu menggunakan Arduino IDE¹. Alat ini menggunakan pemancar pada *GPS*, sehingga data *latitude* dan *longitude* suatu tempat dapat diketahui secara *offline*. Kelebihan yang dimiliki oleh alat ini adalah dapat mengeluarkan suara *buzzer* sebagai indikator

¹ Wawancara dengan Mada Sanjaya pada hari Rabu tanggal 12 Februari 2020 di kantor Bolabot Bandung pukul 09.00 WIB.

arah kiblat², sehingga dapat digunakan oleh orang-orang yang tidak mampu melihat (*tunanetra*). Serta bisa digunakan meski tidak ada matahari atau dalam keadaan cuaca mendung.

Q-Bot versi 3 merupakan karya Bolabot Institute dengan Mada Sanjaya sebagai peneliti utamanya. Seorang yang berlatar belakang pendidikan lulusan S1 dan S2 di Fisika IPB Bogor, serta S3 dibidang Pemodelan & Komputasi Matematika Universitas Malaysia Terengganu. Peneliti utama pada *Bolabot Techno Robotic Institute*³. Selain juga merupakan dosen tetap di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung⁴.

Harga jual Q bot terjangkau dibandingkan manfaat yang diberikan. Dimana *Q-Bot* sangat praktis sehingga masyarakat umum yang awam akan ilmu falak dapat mempelajari untuk menunjukkan arah kiblat menggunakan *Q-Bot*, hanya yang menjadi kelemahan dalam alat tersebut masih menggunakan kompas dalam menunjukkan arah kiblat suatu tempat yang diinginkan. Meski demikian ada keunikan tersendiri dalam alat *Q-*

² Mada Sanjaya, Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algoritma Arah Kiblat Albiruni Dalam Kitab Tahdid Nihayat Al-Amakin Litashih Masafat Al-Masakin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, (Cileunyi, Bandung: CV.Bolabot, 2019) hlm.314

³ Perusahaan berbasis riset & edukasi robotika sekaligus lab penelitian yang beralamat di Bandung Jawa Barat.

⁴ Mada Sanjaya, Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algoritma arah kiblat*, hlm. 430

Bot Versi 3 dimana menggunakan Arduino yang bersifat *open source*⁵. Berikut adalah gambar foto dari alat tersebut:



Gambar 1.1 : Q Bot Versi 3

Sumber penulis

Q bot merupakan alat penentu arah kiblat terkini yang metodenya berbeda dengan alat-alat yang digunakan untuk mengukur arah kiblat lain yang masih berupa alat seperti *bencet*⁶, tongkat *istiwak*⁷, *rubu' al-mujayyab*⁸, dan alat sebagainya⁹ dalam menghitung arah kiblat.

⁵ Wawancara dengan Mada Sanjaya pada hari Rabu tanggal 12 Februari 2020 di kantor Bolabot Bandung pukul 09.00 WIB.

⁶ Bencet adalah alat sederhana yang terbuat dari semen atau semacamnya yang diletakkan di tempat terbuka agar mendapat sinar matahari. Alat ini berguna untuk mengetahui waktu matahari hakiki, tanggal syamsiyah serta mengetahui protomonggo. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, (Jogjakarta: Buana Pustaka, 2004), hlm.12.

⁷ Istiwak adalah sebuah tongkat yang digunakan untuk menunjukkan waktu istiwak atau waktu hakiki atau waktu syamsi adalah waktu yang didasarkan pada peredaran (semu) matahari yang sebenarnya. Ketika atas pasti jam 12 siang ditempat itu. Sehari semalam belum tentu 24 jam, adakalanya kurang. Terjadinya perubahan waktu dipermukaan bumi ini sebenarnya merupakan akibat dari adanya perputaran bumi pada porosnya. Waktu istiwak ini, dalam astronomi dikenal dengan *solar time*. Lihat Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, hlm 90.

Perhitungan arah kiblat adalah untuk mengetahui arah menuju *kakbah* yang berada di Makkah¹⁰. Persoalan kiblat juga dapat dikatakan adalah persoalan *azimuth*, yaitu jarak dari titik utara ke lingkaran vertikal melalui benda langit atau melalui suatu tempat diukur sepanjang lingkaran horizon menurut arah perputaran jarum jam. Sehingga erat kaitannya dengan letak geografis suatu tempat, yakni berapa derajat jarak suatu tempat dari khatulistiwa yang lebih dikenal dengan lintang dan berapa derajat letak suatu tempat dari garis bujur kota makkah¹¹.

Selanjutnya penulis mencoba menguji keakurasian *Q-Bot* versi 3 yang merupakan penemuan terbaru dalam dunia falak. Dalam penelitian ini penulis memfokuskan pada uji fungsionalitas penentuan arah kiblat *Q-bot* versi 3 yang dikomparasikan dengan metode Theodolit dan aplikasi arah kiblat android. Penulis mengangkat sebuah skripsi yang berjudul “Studi Akurasi Q-Bot Versi 3 Dalam Penentuan Arah Kiblat ”

⁸ Rubu' al-mujayyab dikenal pula dengan Kwadrant adalah suatu alat hitungan goneometris. Rubu' ini basanya terbuat dari kayu atau semacamnya yang salah satu mukanya dibuat garis-garis skala sedemikian. Alat ini sangat berguna untuk memproyeksikan peredaran benda-benda langit pada bidang vertikal. Lihat Muhyiddin Khazin, *Ibid*, hlm 69

⁹ Muhammad Adieb Nur Amri Ma'ruf, “*Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Theodolite*” skripsi Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, th.2014, hlm 1.

¹⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis, : Metode Hisab- Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya*, Pustaka Rizki Putra, Semarang, th.2002, Hlm. 17

¹¹ A. Jamil, *Ilmu Falak Teori dan Aplikasi : Arah Kiblat, Awal Waktu, Dan Awal Tahun (Hisab Kontemporer)*, (Jakarta: Amzah, 2009), hlm. 109

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dibahas diatas, Maka pokok permasalahan yang penulis angkat dalam penelitian skripsi ini adalah :

1. Bagaimana metode Q-BotVersi 3 dalam penentuan arah kiblat ?
2. Bagaimana akurasi yang dihasilkan dari Q-Bot Versi 3?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah:

1. Untuk mengetahui metode arah kiblat yang digunakan pada *Q-Bot* Versi 3
2. Untuk mengetahui sejauhmana tingkat keakuratan penentuan arah kiblat menggunakan *Q-Bot* Versi 3.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memiliki manfaat, antara lain:

1. Memperkaya dan menambah keilmuan umat islam khususnya Indonesia tentang metode penentuan arah kiblat.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan pembahasan terbaru dalam dunia ilmu falak, terkhusus

permasalahan arah kiblat yang berkaitan dengan pembahasan dalam penelitian ini yaitu uji akurasi salah satu alat penentu arah kiblat yang bernama *Q-Bot* Versi 3.

3. Sebagai karya tulis yang akan menjadi informasi atau rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya tentang pembahasan mengenai penentuan arah kiblat.

E. Telaah Pustaka

Telaah pustaka berfungsi untuk mendukung penelitian dengan melakukan kajian ulang secara mendalam terhadap literature secara mendalam yang ada relevansinya dengan topik penelitian. Disamping telaah pustaka dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang diteliti, sehingga tidak terjadi kesamaan dalam hal penelitian yang dikaji. Adapun sejauh penelusuran yang penulis lakukan, belum ditemukan penelitian secara spesifik yang membahas komparasi penentuan arah kiblat dengan alat *Q-Bot* Versi 3. Maka, sejauh penelusuran penulis, karya tulis yang mempunyai relevansi dengan penelitian ini adalah:

Skripsi Muhammad Farid Azmi dengan judul “ Qibla Ruler Sebagai Alat Pengukur Arah Kiblat” dari penelitian tersebut menghasilkan dua temuan. Pertama, algoritma matematis metode pengukuran arah kiblat dengan Qibla Rulers ialah metode

segitiga siku-siku dari bayangan matahari Slamet Hambali. Kedua, dalam hal keakurasiannya sudah cukup akurat jika dalam praktek sudah benar dan hati-hati¹².

Skripsi Anisah Budiwati dengan judul “Sistem Hisab Arah kiblat Dr. Ing Khafid dalam Program Mawaqit”. Hasil penelitiannya sistem hisab arah kiblat Dr. Ing Khafid dalam program Mawaqit adalah menggunakan program Spherical trigonometri dan corak fikih arah kiblat Dr. Ing Khafid dalam program ini condong pada pendapat Imam Syafi’i yang menjadi rujukannya bahwa wajib menghadap Ka’bah. Berdasarkan perbandingan dengan sumber dan program yang lain, keakuratan hisab arah kiblat dalam program ini memiliki perbedaan selisih sekitar 5 menit Busur¹³.

Skripsi Nur Amri Ma’ruf dengan judul “Uji Akurasi True North Berbagai Kompas dengan Tongkat Istiwa”. Dimana secara empiris penggunaan kompas rentan dengan penyimpangan nilai sudut yang diperoleh. Kekeliruan tersebut bisa terjadi karena adanya radiasi magnetik kompas, serta pengaruh radiasi magnetik dari benda-benda logam yang ada disekitarnya. Selain itu, pengoperasian yang salah seperti pengabaian nilai deklinasi serta

¹²Muhammad Farid Azmi, Anisah Budiawati, “Qibla Ruler sebagai Alat Pengukur Arah Kiblat”, skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, th.2017

¹³Anisah Budiawati, “Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid dalam program mawaqit”, skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, th.2010

variasi magnetik juga dapat menyebabkan kekeliruan dalam penentuan true north¹⁴.

Skripsi Zahrotun Niswah dengan judul “ Uji Akurasi Arah Kiblat Dalam Aplikasi Android “Digital Falak” Versi 2.0.8 Karya Ahmad Tholhah Ma’ruf. Berdasarkan hasil penelitiannya, dalam aplikasi “Digital Falak” Versi 2.0.8 metode perhitungan dalam aplikasi tersebut menggunakan hisab arah kiblat kitab Durus al-falakiyah yang cukup cukup relevan dengan astronomi navigasional seperti saat ini karena menggunakan segitiga bola dalam menentukan arah kiblat¹⁵.

Skripsi Nilna Minakhah dengan judul “Studi Akurasi Aplikasi Android Islamicastro Versi 1.8.12 Dalam Penentuan Arah Kiblat”.Penelitian yang mengkomparasikan aplikasi Islamicastro dengan Istiwaini yang sama-sama menggunakan bayangan matahari dengan metode hisabnya menggunakan beda azimuth.Dari hasil penelitian didapatkan akurasi arah kiblat aplikasi Islamicastro versi 1.18.12 setelah dikomparasikan dengan

¹⁴ Nur Amri Ma’ruf, “ Uji Akurasi True North Sebagai Kompas dengan Tingkat Istiwak, skripsi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang),th.2010

¹⁵ Zahrotun Niswah dengan judul “ Uji Akurasi Arah Kiblat Dalam Aplikasi Android “Digital Falak” Versi 2.0.8 Karya Ahmad Tholhah Ma’ruf ”, skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, th.2018

hasil pengukuran istiwaini selisih terkecil 0 derajat dan selisih terbesar 14'43,99"¹⁶.

Tulisan yang berkaitan dengan Q-Bot versi 3 yaitu buku terbitan Bolabot yang ditulis oleh Mada Sanjaya dkk yang berjudul *Algoritma Arah Kiblat al-Biruni dalam kitab Tahdid Nihayat Al-amakin Litashih Masafat Al-masakin disertai implementasinya menggunakan Mikrokontroler Arduino*. Dalam buku tersebut dikemukakan analisis berupa bentuk perjumpaan antara kearifan masa lalu yaitu formulasi arah kiblat al-biruni dengan mengintegrasikannya dalam pembuatan Q-Bot Versi 3.

Beberapa pelacakan pustaka diatas penulis belum menjumpai secara spesifik membahas studi akurasi terhadap q-bot versi 3 dengan metode komparasi. Sehingga penelitian skripsi ini dengan pokok pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya menjadi sangat penting untuk ditelusuri. khususnya tentang pentingnya menghadap kiblat yang tepat dalam melaksanakan salat.

F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode penelitian yang digunakan sebagai berikut :

¹⁶ Nilna Minakhah dengan judul “ Studi Akurasi Aplikasi Android Islamicastro Versi 1.8.12 Dalam Penentuan Arah Kiblat, Skripsi Universitas Islam Negeri Walisongo, th.2019

1. Jenis penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian *kualitatif* yang bersifat *deskriptif* bertujuan untuk mengetahui lebih detail tentang kajian penentuan arah kiblat menggunakan Q-Bot Versi 3 yang dikomparasikan dengan theodolite dalam pengukuran arah kiblat. Penelitian ini juga tergolong dalam penelitian lapangan (Field Research) karena teknis penekanan analisisnya lebih menekankan pada data-data yang terkumpul di lapangan yaitu penelitian yang dilakukan dengan melakukan observasi langsung terhadap objek yang dikaji di lapangan.

2. Sumber dan jenis data

Sumber data dari penelitian ini ada dua, sumber data primer diperoleh dari observasi menggunakan Q-Bot versi 3 yang dikomparasikan dengan Theodolite dan aplikasi arah kiblat android. Sedangkan data sekunder diperoleh dari hasil wawancara dan juga dokumentasi dari buku-buku, tulisan, dan lainnya yang berkaitan secara langsung maupun tidak langsung dengan *Q-Bot Versi 3*, *Theodolite* dan hal-hal lain yang berkaitan tentang arah kiblat.

3. Teknik pengumpulan data

Penulis melakukan pengumpulan data dengan metode sebagai berikut :

a. *Interview* (Wawancara)

Penulis melakukan wawancara hal ini sebagai penunjang dalam penelitian yang dilakukan yakni dengan mewawancarai Mada Sanjaya W.S peneliti utama *Bolabot Techno Robotic Institute*. pembuat alat dan sekaligus pembuat *source code arduino* penentuan arah kiblat baik secara langsung maupun melalui telpon.

b. Observasi

yaitu metode mencari data dengan pengamatan terhadap alat/piranti yang berkaitan dengan sistem guna membantu menentukan sistem dan hasil yang diperoleh. Materi dan hasil pengamatan dikumpulkan kemudian diolah dan dikaji. Dalam hal ini penulis melakukan pengukuran arah kiblat menggunakan alat *Q-Bot Versi 3* dan mengkomparasikannya dengan *Theodolite* dan aplikasi arah kiblat android. Penulis memilih *Theodolit* dan aplikasi arah kiblat android dikarenakan alat yang tergolong berjenis digital. Untuk tempat penulis memilih tempat yang datar, rata dan terbuka yaitu di MAJT yang keakuratan arah kiblat sudah diakui secara ilmiah oleh praktisi falak dan di pondok YPMI alfirdaus.

c. Dokumentasi

Pengumpulan data dan informasi pengetahuan yang berhubungan dengan penelitian, mengumpulkan buku-buku atau data-data penunjang lainnya yang berkaitan dengan penentuan arah kiblat dan *Q-Bot Versi 3*

4. Metode Analisis Data

Analisis data merupakan tahapan yang dilakukan setelah data terkumpul. Huberman dan Miles (1994) menawarkan bentuk analisis data melalui tiga alur aktivitas Reduksi data (*data Reduction*), penyajian data (*data display*) dan penarikan kesimpulan (*conclusion/verification*)¹⁷. Metode yang digunakan untuk menganalisis data-data tersebut adalah dengan metode kualitatif hal ini dikarenakan dalam pengumpulan data menggunakan pendekatan kualitatif untuk selanjutnya dilakukan analisis pengujian komparatif.

Dalam menganalisis data, penulis menggunakan metode kualitatif yang bersifat verifikatif yakni dengan cara mengumpulkan data baik dari hasil wawancara, observasi

¹⁷ Reduksi data (*data Reduction*), penyajian data (*data display*) dan penarikan kesimpulan merupakan tahap untuk menemukan kejelasan dan pemahaman terhadap yang diteliti. Lihat Jogiyanto Hartono, *Metode Pengumpulan Dan Teknik Analisis Data*, (Yogyakarta: CV. Andi Offset,2018),hlm 49

dan dokumentasi kemudian melakukan reduksi data¹⁸ dan *display* data. Sehingga didapatkan gambaran data yang sistematis untuk penarikan kesimpulan. Tahapan penarikan kesimpulan berkelanjutan sampai pada tahap verifikasi selama penelitian berlangsung.

Dalam mengukur tingkat keakuratan *Q-Bot* Versi 3 sebagai alat bantu penentu arah kiblat, penulis mengkomparasikannya hasil pengukuran arah kiblat *Q-Bot* versi 3 dengan *theodolite* dan aplikasi *Digital Falak* karya Ahmad Tholhah Ma'ruf.

G. Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh suatu gambaran yang jelas, sistematis serta adanya keterkaitan antara satu pembahasan dengan pembahasan yang mengarah pada pembahasan. Secara garis besar penulisan penelitian ini terdiri dari 5 Bab, dimana dalam setiap Bab terdapat sub-sub pembahasan, yaitu:

BAB pertama adalah pendahuluan. Bab ini tentang latar belakang masalah dari penulisan skripsi. Dari latar belakang penulis merumuskan berbagai permasalahan yang menjadi rumusan masalah. Dilanjutkan dengan tujuan penelitian dan

¹⁸ Reduksi data adalah penyederhanaan data. Lihat di Suwartono, *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian*, (Yogyakarta : CV. Andi Offset, 2014), hlm. 80

manfaat yang merupakan target hendak dicapai. Telaah Pustaka, Metode Penelitian dan sistematika penulisan.

Bab kedua merupakan Bab yang membahas diskursus arah kiblat. Pada Bab ini menjelaskan pandangan umum tentang arah kiblat yang meliputi pengertian, dasar hukum, hisab dan metode pengukuran arah kiblat.

Bab ketiga yaitu bab yang menyajikan data tentang profil Bolabot Institute & Biografi Singkat Mada Sanjaya, latar belakang dalam pembuatan alat, gambaran umum Q-Bot Versi 3, metode dan cara pengoperasian.

Bab keempat, pada bab ini merupakan pokok dari pembahasan penelitian yang telah penulis lakukan yang meliputi analisis *Q-Bot Versi 3* dikomparasikan dengan *Theodolite*. serta memaparkan kelebihan dan kelemahan alat tersebut.

Bab kelima yakni Penutup. Bab ini meliputi kesimpulan, saran-saran dan kata penutup

BAB II

TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT

A. Pengertian Kiblat

Saat melaksanakan salat hal pertama yang harus diketahui kapan masuknya waktu salat dan kapan waktunya berakhir. Selain kedua hal tersebut harus dapat menentukan arah untuk menghadapkan wajah sewaktu salat yaitu kiblat¹. Semua gerakan orang yang sedang melaksanakan salat, baik ketika berdiri, ruku', maupun sujudnya selalu berimpit dengan arah yang menuju kakkbah².

Secara bahasa kiblat berasal dari bahasa arab *al-qiblat*. Diambil dari kata **قبل - يقبل - قبلة** berarti menghadap³. Di dalam kamus Munawir diartikan sebagai kakkbah (**الكعبة**)⁴, Dalam kajian astronomi kiblat diartikan sebagai jarak terdekat menuju kakkbah sepanjang lingkaran besar (*great circle*) yang melewati kakkbah

¹ Suksinan Azhari, *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, (Yogyakarta; Suara Muhammadiyah,2007), hlm. 39

² Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak: Teori dan Praktik*, (Buana Pustaka, 2004), hlm. 49

³ Jayusman, *Mengurai Konflik Koreksi Arah Kiblat di tengah-tengah Masyarakat*, Vol. 10, no. 1 (Juni 2012); Stain-pekalongan , hlm. 54

⁴ Ahmad Warson Munawir, *Al Munawir Kamus Arab-Indonesia*, Surabaya: Pustaka Progressif, 1997, hlm. 1088

dan suatu tempat.⁵ Arti harfiah kiblat adalah arah, sedangkan arti khusus bagi umat Islam adalah arah yang tepat menghadap untuk melakukan ibadah salat yaitu kakkbah⁶. dalam bahasa latin disebut dengan istilah Azimut⁷.

Secara istilah (terminologis) kiblat memiliki variasi definisi diantaranya, Suksinan Azhari mendefinisikan Masalah kiblat tiada lain adalah masalah arah, jarak terdekat yang diukur melalui lingkaran besar⁸. Slamet Hambali mendefinisikan arah kiblat yaitu arah yang menuju ke kakkbah (baitullah) di kota makkah melalui jalur terdekat⁹. Menurut Baharrudi Zainal arah kiblat merupakan arah ke kakkbah mengikut jarak tedekat bulatan besar glob bumi¹⁰.

Adapun Ahmad Izzuddin mendefinisikan kiblat adalah kakkbah (baitullah) di makkah, yaitu suatu bangunan yang

⁵ Muhammad Shofa M, *Fikih Arah Kiblat*, Disampaikan Dalam Acara Ngaji Falak Di Auditorium 1 Uin Walisongo Semarang Pada Tanggal 12 November 2016

⁶ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap Tentang Teori dan Praktik Hisab, Arah Kiblat, Waktu salat, Awal Bulan Qamariyah dan Gerhana*, (Jakarta, Pustaka Al-kausar, 2015), hlm. 91

⁷ Depag, *Pedoman Penentuan Arah Kiblat*, (Jakarta; Dirjen Bimbingan Islam Dabinpera, 1996), hlm. 10

⁸ Suksinan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta, Pustaka Pelajar, 2005), hlm. 25

⁹ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 : Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Program Pascasarjana IAIN Walisongo, Semarang), hlm.167

¹⁰ Baharrudin Zainal, *Ilmu Falak*, (Kuala Lumpur; 2004), edisi kedua, hlm.111

dijadikan pusat pandangan dalam salat. kiblat dalam artian bangunan kakkah (*'ainul kakkah*) ini hanya berlaku bagi orang yang dapat melihat kakkah secara langsung. Sedangkan bagi orang yang jauh dari kakkah, kiblat di maknai dengan arah, yaitu arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang menuju ke kakkah di makkah (*jihatul kakkah*)¹¹.

Dari penjelasan tersebut diatas dapat ditarik kesimpulan definisi arah kiblat adalah arah terdekat dari lokasi seseorang menghadap menuju kakkah, masjidil haram di makah yang dihitung sepanjang lingkaran besar bola bumi. Dimana menghadap kearah tersebut merupakan kewajiban dan syarat sahnya salat umat muslim.

B. Dasar Hukum Menghadap Kiblat & Pendapat Ulama Tentang Arah Kiblat

Berbagai teks yang berbicara tentang arah kiblat banyak ditemukan dalam ayat al-qur'an, dan hadits Nabi yang hampir mayoritas ayat al-qur'an yang membahas tentang arah kiblat berkaitan satu dengan yang lain.

1. Dasar hukum dalam Al-Qur'an
 - a. Qs. Al-Baqarah ayat 144

¹¹ Ahmad Izzuddin, *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat: Fiqh, Aplikasi Praktis, Fatwa dan Software*, (Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012), hlm 3

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

“Kami melihat wajahmu (Muhammad) sering menengadahkan ke langit, maka akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau senangi. Maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. Dan di mana saja engkau berada, hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi Kitab (Taurat dan Injil) tahu, bahwa (pemindahan kiblat) itu adalah kebenaran dari Tuhan”¹².

Sebelum arah kiblat dipindahkan kembali ke Kakbah, Nabi sering menengadahkan wajahnya ke arah langit. Nabi sangat berharap agar Allah segera memindahkan kiblat dari Baitulmakdis ke Kakbah, maka turunlah ayat ini. Kami melihat wajahmu, wahai Nabi Muhammad, sering menengadahkan ke langit. Kami Maha Mengerti tentang keinginanmu, oleh karena itu akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau senangi. Maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. Dan di mana saja engkau berada, wahai pengikut Nabi Muhammad, hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Dengan pemindahan ini, Baitulmakdis sudah tidak lagi menjadi kiblat salat yang sah. Orang Yahudi dan Nasrani tahu benar akan hal ini. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi Kitab Taurat dan Injil tahu bahwa pemindahan kiblat itu adalah kebenaran dari Tuhan

¹² Qur'an Kemenag in word 2019

mereka. Hal itu mereka ketahui dari kitab-kitab suci mereka. Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan. Allah pasti akan mencatat semua langkah perbu-atan mereka yang melawan ketentuan-Nya¹³.

b. Qs. Al-Baqarah ayat 149

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

“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 kerjakan¹⁴.

c. Qs. Al-Baqarah ayat 150

﴿وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۗ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ لِئَلَّا يَكُونَ لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ ۗ فَلَا تَحْسَبُوهُمْ وَاحْسِنُوا ۚ وَلَا تَمَّ نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ﴾

“Dan dari manapun engkau (Muhammad) keluar, maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam. 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 petunjuk¹⁵.

¹³ Tafsir Ringkas Kemenag in Word 2019

¹⁴ Qur'an Kemenag in word 2019

¹⁵ Qur'an Kemenag in word 2019

Ayat-ayat yang menjelaskan tentang arah kiblat diatas merupakan ayat yang memiliki *munasabatul* ayat. Artinya, antara satu ayat dengan ayat yang lain saling berkaitan. Sehingga dalam memahaminya pun tidak dapat dipisahkan antara ayat yang satu dengan ayat yang lainnya. Dari ayat 149 diatas dikatakan *darimana saja engkau keluar*, apakah keluar dari rumah tempatmu berada ketika turunnya ayat ini, atau dari tempat lain -darimanapun- arah yang dituju dalam salat adalah kakkah, di Masjidil al-Haram. Selanjutnya untuk lebih menekankan dari ayat sebelumnya, maka ayat 150 mengulangi perintah ayat 149. Awal ayat ini sama redaksinya dengan ayat sebelumnya, dengan demikian ayat ini sudah mencakup semua tempat dan keadaan ketika salat harus mengarah ke kakkah¹⁶.

2. Dasar hukum berupa hadits

a. Hadits yang diriwayatkan oleh imam Muslim

حد ثنا أبو بكر بن أبي شيبة حد ثنا أبو الأحوص عن أبي اسحق عن البراء بن عازب قال : صليت مع النبي صلى الله عليه وسلم إلى بيت المقدس شتة عشر شهرا حتى نزلت الآية التي في البقرة : { وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ } , فنزلت بعدما صلى النبي صلى الله عليه وسلم فانطلق رجل من القوم . فمر بناس من الأنصار وهم يصلون . فحدثهم فولوا وجوههم قبل البيت¹⁷

¹⁶ M. *Quraish Shihab, Tafsir Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*, (Ciputat: Lentera Hati, 2000), hlm.333-334

¹⁷ Imam Muslim bin Hajaj Abu Hasan Qusyairi al-Naisaburi, *Shahih Muslim*, (Beirut, Dar al-Kutub al-'ilmiyyah , t.th), juz 2, hlm. 419

“Abu Bakar bin Abu Syaibah menceritakan kepada kami, Abu Al-Ahwash menceritakan kepada kami, dari Abu Ishaq, dari Al Barra’ bin Azib, ia berkata: aku pernah menunaikan salat bersama Nabi SAW dengan menghadap baitul maqdis selama enam belas bulan. Sampai akhirnya turun ayat Al-qur’an yang terdapat dalam surat Al-baqarah (ayat 144), “Dan dimana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya.” Ayat tersebut turun saat nabi SAW tengah melaksanakan salat. Lantas ada salah seorang lelaki dari beberapa orang [yang mengetahui tentang turunnya ayat itu]. Dia bertolak pergi [dari majelis Rasulullah]. Dia melintasi sekelompok orang anshar yang sedang menunaikan ibadah salat. Maka ia pun memberitahukan perihal ayat itu kepada mereka. Akhirnya mereka memalingkan wajah mereka kearah Al-bait (Kakbah.)”.

Hadits ini merupakan hadits riwayat al-Barra’ bin Azib dengan isi matan yang hampir sama dengan riwayat Anas bin Malik. Dalam riwayatnya disebutkan bahwa salat pertama yang dilakukan Nabi dengan menghadap Kakbah adalah salat subuh. Akan tetapi, dalam riwayat ini disebutkan Nabi ﷺ salat menghadap Baitul Maqdis selama enam belas bulan sebelum akhirnya dialihkan ke kakbah¹⁸.

b. Hadits yang diriwayatkan oleh imam Bukhari

¹⁸ Ibnu Katsir, Taisirul’Allam Syarh ‘Umdatul Ahkam, (Jakarta:ummul Qura,2013)h. 184

عن أنس بن مالك قال قال رسول الله أمرت ان أقاتل الناس حتى يقولوا لا إله إلا الله فإذا قلوبها وصلوا صلاتنا واستقبلوا قبيلتنا وذبحوا ذبيحتنا فقد حرمت علينا دماؤهم وأموالهم إلا بحقها وحسابهم على الله¹⁹

“Diriwayatkan dari Anas bin Malik menuturkan, Rasulullah SAW bersabda, “Aku diperintahkan memerangi manusia sampai mereka mengucapkan ‘tiada ila yang berhak disembah selain Allah’. Apabila mereka telah mengucapkannya, salat seperti salat kita, menghadap ke kiblat, maka darah dan harta mereka diharamkan atas kita kecuali dengan haknya, sedang hisab mereka ada kepada Allah”.

Berdasarkan pada pemaknaan ayat al-Qur’an dan hadits diatas, dapat disimpulkan bahwa menghadap kiblat hukumnya wajib dan menjadi salah satu syarat sahnya salat. Hal ini berarti bila seseorang tidak menghadap ke kakkah ketika melaksanakan salat, maka salatnya tidak sah. Menghadap kiblat yang dimaksud adalah menghadap ke Kakkah (Baitullah) di Makah.

3. Pendapat Para Ulama Tentang Arah Kiblat

Adapun Fiqh lima imam mazhab yang berisi kumpulan ringkasan pendapat dari para imam mazhab menjelaskan²⁰ :

- a. Semua ulama mazhab sepakat bahwa kakkah itu adalah kiblat bagi orang yang dekat yang dapat melihatnya.

¹⁹ Imam abi abdillah Muhammad bin Ismail bin Ibrahim bin Mughiroh al-Bukhari, *Shahih Bukhari* (Beirut:Dar al-Kutub al-‘ilmiyyah,t,t) juz 1, hlm. 128

²⁰ Muhammad Jawad Mughniyah, *Fiqh Lima Mazhab*, (Jakarta : Basrie Pressm 1991),hlm. 114-116

Tetapi mereka berbeda pendapat tentang kiblat bagi orang yang jauh yang tidak dapat melihatnya.

- b. Imam Hanafi, Hambali, Maliki dan sebagian kelompok dari Imamiyah berpendapat bahwa kiblatnya orang yang jauh adalah arah dimana letaknya kakbah berada, bukan kakbah itu sendiri.
- c. Syafi'I dan sebagian kelompok dari Imamiyah berpendapat,, wajib menghadap pada kakbah itu sendiri, baik bagi orang yang dekat maupun bagi orang yang jauh, sama saja. Kalau dapat mengetahui arah kakbah secara tepat ('ain al-kakbah) jika tidak cukup perkiraan.
- d. Empat mazhab dan sekelompok dari Imamiyah. Berpendapat orang yang tidak bisa mengetahui kiblat, maka ia wajib menyelidiki, berusaha dan berjihad sampai ia mengetahuinya atau memperkirakan bahwa kiblat ada di satu arah tertentu. Tapi bila juga tidak dapat memperkirakan, maka ia salat kemana saja.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa para ulama berbeda pendapat mengenai arah kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Kakbah. Apakah harus menghadap "*ainul Kakbah* (bagunan kakbah) ataukah cukup menghadap *Jihatul Kakbah* (arah Kakbah) saja. Dari beberapa ulama mazhab ada yang berpendapat cukup menghadap *Jihatul Kakbah*, yaitu imam Maliki, Imam Hanafi, Imam Hanbali dan sebagian imamiyah.

Sedangkan Imam Syafi'I dan sekelompok dari imamiyah lebih ketat dalam memberikan keputusan hukum yakni, haruslah menghadap 'ainul Kakbah baik bagi yang dekat dengan Kakbah maupun yang jauh. Bagi yang jauh wajib berijtihad dalam menghadap kakkah walaupun hakikatnya *Jihatul Kakbah*.

C. Hisab dan Metode Penentuan Arah Kiblat

a. Model matematika Arah Kiblat

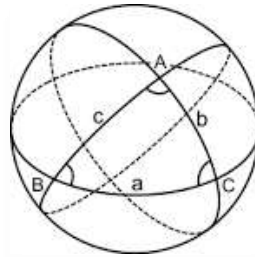
Salah satu perhitungan arah kiblat yang biasa menggunakan prinsip ilmu ukur segitiga bola²¹. Dimana menggunakan tiga lingkaran besar yang menghubungkannya. Jika titik kakkah dan titik tempat salat dihubungkan dengan titik kutub utara (KU) melalui busur lingkaran besar, maka akan terbentuk segitiga dengan tiga titik sudutnya. Ketiga titik tersebut yaitu titik A, dan titik C adalah dua titik yang tetap, sedangkan titik B tergantung lokasi. ketiga titik dihubungkan dengan garis lengkung permukaan bumi akan terbentuk segitiga bola ABC. Dari segitiga ABC tersebut ditetapkan aturan cosinus segitiga bola²².

²¹ Lihat dalam buku Mada Sanjata, Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algoritma Arah Kiblat* hlm. 302-303

²² $\cos(a) = \cos(b) \times \cos(c) + \sin(b) \times \sin(c) \times \cos(a)$

$\cos(b) = \cos(a) \times \cos(c) + \sin(a) \times \sin(c) \times \cos(c)$

$\cos(c) = \cos(a) \times \cos(b) + \sin(a) \times \sin(b) \times \cos(c)$



Gambar 2.1 : ilustrasi segitiga bola
(www.wikipedia.org)²³

Dengan menggunakan perumusan hukum cosinus, persamaan untuk menentukan arah kiblat dijabarkan sebagai berikut²⁴;

$$(1) \frac{\sin(a)}{\sin(A)} = \frac{\sin(b)}{\sin(B)} = \frac{\sin(c)}{\sin(C)}$$

Arah kiblat ditunjukkan oleh sudut $\tan B$, dengan sudut B terhadap utara.

$$\tan(B) = \frac{\sin(B)}{\cos(B)}$$

(2) Dari persamaan tersebut diperoleh;

$$\sin(B) \cdot \sin(c) = \sin(b) \cdot \sin(C),$$

$$\sin(B) = \frac{\sin(b) \cdot \sin(c)}{\cos(c)}$$

(3) Dan dari $\cos(b)$, diperoleh

$$\cos(B) = \frac{\cos(b) - \cos(a) \cdot \cos(c)}{\sin(a) \cdot \sin(c)}$$

²³ www.wikipedia.org

²⁴ Mada Sanjaya, Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algoritma Arah Kiblat* hlm. 303-305

(4) Dengan mensubstitusikan persamaan (3) dan (4) ke persamaan (2), maka diperoleh;

$$\tan(B) = \frac{\frac{\sin(b).\sin(c)}{\sin(c)}}{\frac{\cos(b)-\cos(a).\cos(c)}{\sin(a).\sin(c)}} = \frac{\sin(a).\sin(b).\sin(c)}{\cos(b)-\cos(a).\cos(c)}$$

$$(5) \tan(B) = \frac{\sin(a).\sin(b).\sin(c)}{\cos(b)-\cos(a).\cos(c)} \times \frac{\frac{1}{\sin(a).\sin(b)}}{\frac{1}{\sin(a).\sin(b)}}$$

$$\tan(B) = \frac{\sin(c)}{\frac{\cos(b)}{\sin(a).\sin(b)} - \frac{\cos(a).\cos(c)}{\sin(a).\sin(b)}}$$

(6) jika $\cos(c) = \cos(a) \cdot \cos(b) + \sin(a) \cdot \sin(b) \cdot \cos(C)$, maka;

$$\tan(B)$$

$$= \frac{\sin(c)}{\frac{\cos(b) - \cos(a) \cos(a) \cdot \cos(b) + \sin(a) \cdot \sin(b) \cos(c)}{\sin(a) \cdot \sin(b)}}$$

$$\tan(B)$$

$$= \frac{\sin(c)}{\frac{\cos(b) - \cos^2(a) \cdot \cos(b) - \sin(a) \cdot \sin(b) \cdot \cos(a) \cdot \cos(c)}{\sin(a) \cdot \sin(b)}}$$

$$\tan(B) = \frac{\sin(c)}{\frac{\cos(b)}{\sin(a) \cdot \sin(b)} - \frac{\cos^2(a) \cdot \cos(b)}{\sin(a) \cdot \sin(b)} - \cos(a) \cdot \cos(c)}$$

$$\tan(B)$$

$$= \frac{\sin(c)}{\frac{\cos(b)}{\sin(a) \cdot \sin(b)} - \frac{(1 - \sin^2(a)) \cdot \cos(b)}{\sin(a) \cdot \sin(b)} - \cos(a) \cdot \cos(c)}$$

$$\tan(B) = \frac{\sin(c)}{\frac{\cos(b)}{\sin(a) \cdot \sin(b)} - \frac{\cos(b)}{\sin(a) \cdot \sin(b)} + \frac{\sin^2(a) \cdot \cos(b)}{\sin(a) \cdot \sin(b)} - \cos(a) \cdot \cos(c)}$$

$$\tan(B) = \frac{\sin(c)}{\sin(a) \cdot \cotan(b) - \cos(a) \cdot \cos(c)}$$

(7) Untuk mendapatkan data lintang (ϕ) dan bujur (λ) tempat dan kubah bisa melakukan perhitungan sendiri atau bisa dengan mengakses gps, google earth yang lebih praktis dan sudah tergolong akurat. Selanjutnya lakukan perhitungan, Berikut formulasi untuk menentukan arah kiblat suatu lokasi ;

$$\tan(Q) = \frac{\sin(\lambda_L - \lambda_M)}{\cos(\phi_L) \cdot \tan(\phi_M) - \sin(\phi_L) \cdot \cos(\lambda_L - \lambda_M)}$$

ϕ_M = Latitude Kiblat

λ_M = Longitude Kiblat

ϕ_L = Latitude suatu lokasi

λ_L = Longitude suatu lokasi untuk menentukan arah kiblat

b. Metode Penentuan Arah Kiblat

Secara umum, penentuan arah kiblat yang sering digunakan dalam pengukuran arah kiblat di Indonesia terdiri dari dua metode yaitu *pertama*, dengan mengamati bayang-bayang matahari pada saat berada di atas kubah (rashdul kiblat). *Kedua*, memanfaatkan arah utara geografis (*true north*)²⁵. Bila menggunakan metode mengamati bayang-bayang kiblat, maka langkah-langkah yang perlu ditempuh, yaitu (a) menghitung arah kiblat suatu tempat (b) menghitung saat kapan matahari membuat bayang-bayang setiap benda (tegak) mengarah persis ke kubah dan (c) mengamati bayang-bayang benda tegak pada saat seperti dimaksud point (b). kemudian mengabadikan bayang-bayang tersebut sebagai arah kiblat.

Adapun jika menggunakan metode memanfaatkan arah geografis langkah-langkah yang perlu ditempuh, yaitu: (a) menghitung arah kiblat suatu tempat (b) menentukan arah utara geografis bisa menggunakan tongkat istiwa'²⁶ atau kompas²⁷ dan (c) mengukur/

²⁵ Suksinan Azhari, *Ilmu Falak : Teori dan Praktek*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2004), hlm. 36

²⁶ Tongkat istiwa' adalah alat sederhana yang terbuat dari sebuah tongkat yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar dan diletakkan di tempat terbuka agar mendapat sinar matahari. Pada zaman dahulu tongkat ini dikenal dengan nama gnomon. Di Mesir, orang bisa menggunakan Obelisk sebagai pengganti tongkat. Di Indonesia menggunakan tongkat istiwa' sebagai

menarik arah kiblat berdasarkan arah geografis seperti dimaksud pada point (b) dengan menggunakan busur derajat.

Sedangkan data-data yang dibutuhkan untuk menghitung arah kiblat suatu tempat diperlukan beberapa data, antara lain;

1. Lintang Tempat/ *Ardh al-balad*

Lintang Tempat/ *Ardh al-balad* (disimbolkan dengan tanda ϕ) adalah jarak dari daerah yang dikehendaki sampai dengan khatulistiwa diukur sepanjang garis bujur. Khatulistiwa adalah lintang 0° dan titik kutub bumi adalah

alat untuk mencocokkan waktu istiwa' (waktu matahari pertengahan seperempat atau local mean time) dan untuk menentukan waktu-waktu salat.

Langkah-langkah yang harus ditempuh dalam pengukuran arah kiblat menggunakan tongkat istiwa' sebagai berikut:

1. Tegakkan sebuah tongkat yang lurus, sepanjang 1,5 meter tegak lurus dengan bumi. Tempat tersebut harus datar, terbuka dan tidak terhalang oleh sinar matahari sepanjang hari
2. Buat satu atau beberapa lingkaran dengan menjadikan tongkat sebagai satu titik pusat lingkaran. Dengan kata lain titik-titik pusat lingkaran tersebut berhimpit dengan berdirinya tongkat
3. Perhatikan dan berilah tanda titik pada saat bayang-bayang ujung tongkat menyentuh lingkaran, pada pagi hari (sebelum dzuhur) dan sore hari (sesudah dzuhur). Jadi ada dua buah titik pada masing-masing lingkaran tersebut yaitu titik pada waktu pagi dan titik pada waktu sore.
4. Hubungkan kedua titik tersebut dengan sebuah garis lurus dan garis inilah yang menunjukkan arah timur-barat.
5. Buat garis tegak lurus dengan garis arah timur-barat tersebut, dan garis ini menunjukkan arah utara-selatan.

²⁷ Kompas merupakan alat navigasi berupa panah penunjuk magnetis yang menyesuaikan dirinya dengan medan magnet bumi untuk menunjukkan arah mata angin. Pada prinsipnya, kompas bekerja berdasarkan medan magnet yang dapat menunjukkan kedudukan kutub-kutub magnet bumi yaitu kutub utara magnetik dan kutub selatan magnetik.

90°. Jadi nilai lintang berkisar antara 0° sampai dengan 90°. Disebelah selatan khatulistiwa disebut Lintang Selatan (LS) dengan tanda negatif(-) dan disebelah utaranya disebut Lintang Utara (LU) diberi tanda positif (+)²⁸.

2. Bujur Tempat

Garis bujur yaitu horizontal yang mengukur sudut antara suatu titik dengan titik nol di bumi yaitu *Greenwich* di London Britania Raya yang merupakan titik bujur 0° atau 360° yang diterima secara internasional. Titik di barat bujur 0° dinamakan Bujur Barat sedangkan di titik timur 0° dinamakan Bujur Timur. Garis Bujur (disimbolkan dengan λ) titik 0° dimulai dari *Greenwich* daerah di selatan London, Inggris. Kearah Barat wilayah Bujur Barat, kearah timur wilayah Bujur Timur. Garis bujur 180° disebut Internasional Date Line (Garis Batas Tanggal Internasional)²⁹.

3. Koordinat Kakbah

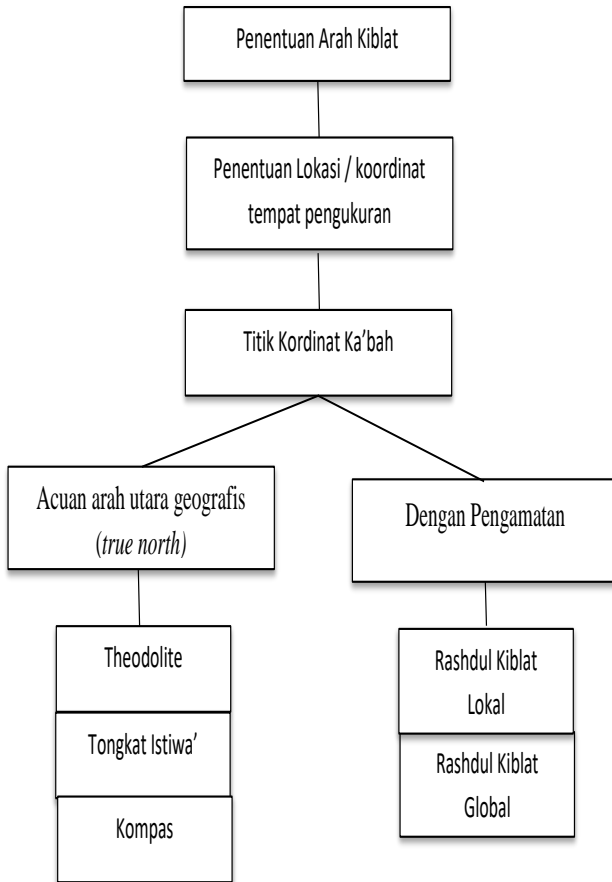
Besarnya data lintang kakbah adalah 21°25'21.03 dan bujur kakbah 39°49'34.2". Data titik koordinat kakbah memiliki beragam varian dalam praktis pengukuran di

²⁸Nursodik, *Problematika Sertifikasi Arah Kiblat: Studi Kasus Kalibrasi Arah Kiblat Tim Badan Hisab Rukyah Daerah Kabupaten Kudus*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat IAIN Walisongo Semarang, 2013 Laporan Penelitian Mahasiswa, hlm. 50

²⁹Slamet Hambali, *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, (Yogyakarta: Bismillah Publisher, 2012), hlm. 299

lapangan (a) Saadoe'ddin Djambek menggunakan data lintang kakbah $21^{\circ}24'$ dan bujur $39^{\circ}50'$ (b) Muhammad Ilyas menggunakan lintang 21° dan bujur kakbah 40° .

Dari pemaparan metode-metode penentuan arah kiblat diatas, penulis mengklasifikasikan skema penentuan arah kiblat sebagaimana skema di bawah ini:



Gambar 2.2 : Skema penentuan arah kiblat

Namun Jika ditelusuri dari aplikasi pengukurannya dapat diklasifikasikan berdasarkan tipologi aplikasinya sebagaimana dalam Disertasi Ahmad Izzuddin, antara lain³⁰;

1. Alamiyah (Natural)

Dikatakan alamiyah murni karena penentuan arah kiblatnya menggunakan fenomena alamiyah dari alam seperti melihat benda langit sebagai pedoman. Metode menggunakan pedoman benda langit sudah tampak pada masa Nabi dan Sahabat. Pada saat Nabi berada di Madinah dan berijtihad meghadap selatan dengan posisi madinah yang berada di utara makah menjadikan posisi arah ke kakbah menghadap ke selatan.³¹.Dalam metode yang termasuk dalam kategori alamiyah adalah menggunakan rasi bintang yang menghasilkan arah selatan, arah utara atau arah kiblat.

Selain bintang penggunaan tongkat *istiwa'* guna mengetahui utara sejati juga termasuk dalam klasifikasi alamiyah (natural). Dengan cara mendirikan tongkat di tanah datar dan terpapar sinar matahari kemudian berikan tanda sebelum dan setelah zawal yang dihasilkan dari bayangan tongkat untuk mendapatkan titik utara sejati.

2. Alamiyah Ilmiah

³⁰ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012), hlm. 145-147

³¹ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode*, hlm. 63

Klasifikasi metode alamiah ilmiah ini didasarkan pada kejadian atau fenomena alam yang kemudian dimanfaatkan untuk menentukan arah kiblat dengan melakukan perhitungan³². Diantara yang termasuk dalam metode ini adalah penggunaan theodolite.

Theodolite merupakan alat yang digunakan untuk mengukur sudut horizontal (Horizontal Angel=HA) dan sudut vertical (Vertical Angel=VA). Alat ini banyak digunakan sebagai piranti pemetaan pada survei geologi dan geodosi³³. Seperti mengukur panjang jalan, luas tanah, tinggi bangunan dan semacamnya bukan di design untuk menentukan arah kiblat. Namun karena acuan pengukurannya menggunakan vertikal dan horizontal, maka sangat praktis digunakan untuk pengukuran arah kiblat, utara sejati (*True North*), waktu dan tinggi matahari, yang hasilnya akurat.

Cara menggunakan Theodolite sebagai alat pengukur arah kiblat sebagai berikut³⁴:

1. Cocokkan jam yang akan digunakan dengan jam radio RRI yang di control oleh Badan Meteorologi dan Geofisika Departement perhubungan atau bisa menggunakan time.is atau gps.

³² Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode*, hlm. 146

³³ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, hlm. 55

³⁴ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, (Semarang: Walisongo Press, 2010),, hlm. 55-60

2. Pasang theodolite dengan benar, perhatikan waterpassnya hingga benar-benar rata.
3. Ketahui bujur dan lintang lokasi yang akan di ukur arah kiblatnya dengan gps atau dengan alat lainnya.
4. Menghitung sudut arah kiblat di lokasi
5. Bidik titik pusat matahari dengan theodolite dan catat jam pembidikan saat itu.
6. Pada jam pembidikan tersebut kita cari data deklinasi matahari
7. Kita cari data equation of time dalam ephemeris
8. Selanjutnya menghitung sudut waktu matahari pada saat pengukuran

$$t = (W-M) \times 15 + BT - BD$$

t = sudut waktu matahari

W = waktu bidik (waktu pengukuran)

M = Merpass

BT = bujur tempat

BD = bujur daerah

9. Menghitung azimuth matahari pada saat pembidikan

$$\text{Cotan } A = -\sin LT : \tan t + \cos LT \times \tan \text{deklinasi} : \sin t$$

Ada beberapa kemungkinan yang terjadi;

- a. Pengukuran pagi dan deklinasi utara, azimuth matahari = A (hasil perhitungan).
 - b. Pengukuran sore dan deklinasi utara, azimuth matahari = $360 - A$ (hasil perhitungan)
 - c. Pengukuran pagi dan deklinasi selatan, azimuth matahari = $180 - A$ (hasil perhitungan).
 - d. Pengukuran sore dan deklinasi selatan, azimuth matahari = $180 + A$ (hasil perhitungan).
10. Kemudian putar theodolite ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam) lagi sebesar sudut arah kiblat yang sudah dihitung di atas. Inilah arah kiblat yang dicari.

Selain theodolite menentukan arah kiblat dengan bantuan kompas termasuk dalam klasifikasi alamiah ilmiah. Kompas merupakan alat navigasi berupa panah penunjuk magnetis yang menyesuaikan dirinya dengan medan magnet bumi untuk menunjukkan arah mata angin. Pada prinsipnya, kompas bekerja berdasarkan medan magnet yang dapat menunjukkan kedudukan kutub-kutub magnet bumi yaitu kutub utara magnetik dan kutub selatan magnetik.

Langkah-langkah pengukuran arah kiblat menggunakan kompas sebagai berikut³⁵:

³⁵ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, hlm. 51-52

1. Letakkan kompas di tanah dengan diberi alas benda isolator dan biarkan sampai jarum penunjuk arah utara-selatan berhenti.
2. Lihat koreksi magnetik pada lokasi/tempat pengukuran tersebut, kemudian tambahkan koreksi magnetik pada penunjuk jarum kompas tersebut.
3. Tarik garis utara-selatan sesuai dengan penunjukan jarum kompas yang sudah ditambahkan dengan koreksi magnetik dan garis tersebut menunjukkan arah utara sebenarnya (*True North*).
4. Selanjutnya Gunakan data yang sudah dilakukan perhitungan untuk menentukan arah kiblat dan azimuth kiblat

3. Ilmiah Alamiyah

Ilmiah alamiyah merupakan klasifikasi metode yang dimulai dengan melakukan perhitungan ilmiah kemudian dibuktikan secara alamiyah di lapangan dengan memanfaatkan perjalanan matahari melalui perhitungan secara detail. Metode penentuan arah kiblat dengan rashdul kiblat termasuk dalam klasifikasi ilmiah alamiyah. Dengan mengetahui posisi matahari yang disebut deklinasi matahari, maka dapat diperhitungkan

kapan akan terjadinya peristiwa rashdul kiblat di suatu tempat yang ingin diketahui arah kiblatnya³⁶.

Pertama, rashdul kiblat lokal adalah salah satu metode pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan posisi matahari saat memotong lingkaran kiblatnya suatu tempat, sehingga semua benda yang berdiri tegak lurus pada saat tersebut bayangannya adalah menunjukkan arah kiblat di tempat tersebut (bersifat lokal). Ini terjadi manakala azimuth matahari sama dengan azimuth kiblat atau azimuth kiblat dikurangi 180° atau di tambah 180° , yang berarti bisa pagi dan sore³⁷.

Langkah-langkah untuk mendapatkan saat terjadinya rashdul kiblat lokal diukur dengan metode sebagai berikut³⁸:

1. Melakukan hisab arah kiblat untuk lokasi yang akan diukur arah kiblatnya.
2. Menghitung sudut pembantu (U)

$$\text{Cotan } U = \tan B \sin \phi^x$$

B = arah kiblat dari titik utara yang bernilai positif (+), atau dari titik selatan yang bernilai negative (-)

ϕ^x = lintang tempat

3. Menghitung t-U,

³⁶ Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, hlm. 147

³⁷ Slamet Hambali, *Metode Pengukuran Arah Kiblat yang Dikembangkan di Pondok Pesantren Al-Hikmah II Benda Sirampak Kabupaten Brebes*, (Semarang: IAIN walisongo. 2010), hlm. 47-48

³⁸ Slamet Hambali, *Metode Pengukuran*, ibid

$$\cos(t-U) = \tan \delta^m \cos U : \tan \phi^x$$

t = sudut waktu matahari

δ^m = deklinasi matahari saat rashdul kiblat lokal

$t-U$ tetap positif jika U negative, dan diubah menjadi negative jika U positif

4. Menghitung t ,

$$t = t-U + U$$

5. Menghitung saat terjadinya rashdul kiblat lokal dengan menggunakan waktu hakiki (WH) atau solar time (ST),

Jika arah kiblat (B) condong ke barat, maka $WH = \text{PUKUL } 12 + t$

Jika arah kiblat (B) condong ke timur, maka $WH = \text{PUKUL } 12 - t$

6. Setelah itu dikonversi sesuai waktu daerahnya masing-masing.

Kedua, Rashdul kiblat global yang dimaksud rashdul kiblat global adalah petunjuk arah kiblat yang diambil dari posisi matahari ketika sedang berkulminasi (*merpass*) di titik zenith Kakbah, yang terjadi antara tanggal 27 mei atau 28 mei pukul 16.18 WIB dan 15 juli atau 16 juli pukul 16.27 WIB.

Dalam metode ini langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut³⁹:

1. Mempersiapkan garis bujur dan garis lintang kakah, garis bujur lokasi yang hendak di ukur arah kiblatnya serta garis bujur daerah atau garis bujur lokal mean time (BT^d/BD^d atau BT^L/BB^L) baik untuk kakah maupun tempat/lokasi yang akan diukur arah kiblatnya.
2. Menghitung *time zone* tempat/lokasi yang akan di ukur arah kiblatnya dari Kakah.
3. Memperhatikan, mencermati dan menghitung kapan terjadi matahari zawal (*merpass*) berimpit dengan titik zenith kakah (setidak-tidaknya terdekat dengan titik zenith kakah), yaitu ketika zawal (*merpass*) deklinasi matahari (δ^m) sama dengan lintang kakah (ϕ^k).
4. Menghitung saat terjadinya rashdul kiblat global di tempat yang akan diukur arah kiblatnya. Dalam hal ini dapat dilakukan dengan mengubah waktu zawal (*merpass*) di atas kakah ke waktu setempat (BT^d) atau *local mean time* (LMT) dengan cara, waktu (*merpass*) diatas kakah (Makkah) ditambah atau dikurangi time zonanya antara kakah dengan lokasi yang akan di ukur arah kiblatnya.
5. Atau berdasarkan waktu pertengahan setempat atau local mean time (LMT) yang akan diukur arah kiblatnya.

³⁹ Slamet Hambali, *Metode Pengukuran* hlm. 41-43

6. Mempersiapkan benda apapun yang berdiri tegak lurus di tempat yang datar. Bayangan benda tersebut pada saat rashdul kiblat global adalah arah kiblat (yaitu arah yang menuju matahari pada saat itu adalah arah kblat).
7. Mempersiapkan jam yang akurat untuk mendapatkan waktu yang tepat dapat menggunakan gps, dapat menggunakan waktu radio RRI atau dapat juga menggunakan internet ([http. Green wicchmeantime .com /timezone /asia/Indonesia/time.htm](http://Greenwichmeantime.com/timezone/asia/Indonesia/time.htm)).

BAB III

METODE PENENTUAN ARAH KIBLAT

DENGAN *Q-BOT VERSI 3*

A. Profile Bolabot Techno Robotic

Bolabot adalah perusahaan berbasis edukasi, riset, dan teknologi robotika Indonesia. Bolabot mulai berdiri di tahun 2010, bermula dari berkumpulnya anak muda yang memiliki tujuan yang sama yaitu memajukan teknologi Indonesia. Bolabot pertama kali diinisiasi oleh Mada Sanjaya W.S, Dian Syah Maulana, Halimatus sadiyah, Okyza Maherdi P , Irfan Syafar Farouk, Sandy Yusuf, Utin Sutinah, serta Aah Kholifah. Dikemudian hari turut bergabung Irawan Febrianto, beserta komunitas riset komputasi dan instrumentasi fisika UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Secara resminya beroperasi pada tanggal 11 Maret 2012 dibawah badan hukum CV. Sanjaya Star Group¹.

Dengan visi menjadi “ikon perusahaan berbasis edukasi, riset, dan teknologi robotika Indonesia” dan misi mengembangkan pendidikan robotik yang menarik, kreatif, dan menyenangkan, menyelenggarakan pendidikan non

¹ Dapat dilihat di <http://www.bolabot.com> diakses pada tanggal 13 Juni 2020 Pukul 12.15 WIB

formal sebagai penunjang kecakapan dan belajar, melakukan berbagai penelitian untuk menciptakan inovasi teknologi, menciptakan berbagai produk untuk memenuhi kebutuhan pendidikan dan industri, serta menciptakan usaha-usaha baru di bidang teknologi.

Pada 10 November 2014, terbentuk komunitas binaan Bolabot bernama PICO (*Physics Instrumentation and Computation Organization*) yang kemudian berubah menjadi KoTaRo (*Komunitas Pecinta Robot*). Pada tahun 2018, CV. Sanjaya Star Group diubah menjadi CV. Bolabot mendirikan penerbitan buku ilmiah bernama penerbit Bolabot hasil dari riset ataupun penulis lain untuk diperjual-belikan di pasaran².

Adapun program-program yang ada di bolabot di antaranya, riset yang dimulai dari yang paling sederhana hingga yang rumit, mengadakan workshop, seminar-seminar, demo eskul, eskul robotik yang dimulai dari sekolah dasar, sekolah menengah pertama dan privat. Karya-karya yang sudah terpublikasi diantaranya, buku-buku yang bernuansa teknik pembuatan robot, komputasi fisika untuk sains dan teknik. Selain itu, apresiasi bagi bolabot perusahaan berbasis edukasi, riset, dan teknologi robotika Indonesia yang sudah

² <http://www.bolabot.com> diakses pada tanggal 13 Juni 2020 Pukul 12.15 WIB

pernah di kunjungi oleh dua acara stasiun tv nasional trans 7 yaitu, “laptop si unyil” dan “khalifah”.

Beberapa karya publikasi ilmiah /riset diantaranya;

1. Buku Sanjaya, W.S.M (2014). *Membuat Robot Bersama Profesor Bolabot*. Yogyakarta: Gavamedia
2. Buku Sanjaya, W.S.M (2014). *Komputasi Fisika Untuk Sains dan Teknik Menggunakan Matlab (1st ed)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
3. Buku Sanjaya, W.S.M (2015). *Membuat Robot Cerdas Berbasis Vision Menggunakan Matlab dan CodeVision AVR*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
4. Buku Sanjaya, W.S.M (2015). *Metode Numerik untuk Sains dan Teknik Menggunakan Python*. Yogyakarta: Gavamedia
5. Buku Sanjaya, W.S.M (2016). *Panduan Praktis Membuat Robot Cerdas Menggunakan Arduino dan Matlab (1st ed)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
6. Buku Sanjaya, W.S.M (2016). *Membuat Robot Cerdas Berbasis Speech Recognition Menggunakan MATLAB dan Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Andi
7. Buku Sanjaya, W.S.M (2016). *Membuat Robot Arduino Bersama Profesor Bolabot Menggunakan Interface Python*. Yogyakarta: Gavamedia.

8. Buku Sanjaya, W.S.M (2016). *Panduan Praktis Pemograman Robot Vision Menggunakan Matlab dan Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
9. Buku Sanjaya, W.S.M., Anggraeni, D., dan Zakaria, K (2018). *Membuat Robot Vision Eye-Botic Bersama Profesor Bolabot Menggunakan Mikroprosesor Raspberry Pi dan Pemograman Python*. Bandung: Bolabot.
10. Buku Sanjaya, W.S.M (2018). *MaAlja Aljabar Al-khwaizmi dalam Kitab Fi Al-jabr Wa Al-muqabala*. Bandung: Bolabot.
11. Buku Sanjaya, W.S.M., dan Roziqin, A. (2018). *Kapasitasi Meter Portable Menggunakan Metode Resonansi Berbasis Mikrokontroler Arduino Untuk Karakterisasi Sifat Listrik Mintak Babi*. Bandung: Bolabot.
12. Buku Marlina, I., Wardoyo, C., dan Sanjaya, W.S.M. (2018). *Pengenalan Pola Pengucapan Makhraj Huruf Hijaiyah Berbasis Metode Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC) dan Support Vector Machine (SVM)*. Bandung: Bolabot.
13. Buku Sanjaya, W.S.M., Dewi, S.F., Anggraeni, D., dan Mira (2019). *Optika Kamera Obscure Ibn Al-Haytam*

Dalam Maqabalah Fi Surat Al-Kusuf. Bandung: Bolabot.

14. Buku Sanjaya, W.S., Agustina, R. D., Anggraeni, D., dan Munawwaroh, M. (2019). *Matematika Geometri Abu Kamil dalam Kitab Al-Misaha wa Al-Handasa.* Bandung: Bolabot.
15. Buku Sanjaya, W.S.M. (2019). *Metode Aljabar Geometri Abd Al-Hamid Ibn Turk dalam Kitab Fi Al-Jabr Wa Al-Muqabala.* Bandung: Bolabot.
16. Buku Sanjaya, W.S.M. (2019). *Membuat Robot Menggunakan Raspberry Pi + Pemograman Python.* Yogyakarta: Penerbit Andi.
17. Buku Sanjaya, W.S.M., Anggraeni, D., dan Nurrahman, F.I. (2019). *Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab Tahdid Nihayat Al-Amakin Litashih Masafat Al-Masakin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino.* Bandung: Bolabot.

Karya-karya berupa robot juga sudah banyak yang diciptakan diantaranya, robot yang bisa mendeteksi minyak babi, robot yang bisa mengajar ngaji bagi anak-anak, robot yang bisa mendeteksi ke aslian air zam-zam, masih banyak robot lainnya dan adapun yang terbaru sekaligus menjadi

kajian dalam penulisan skripsi ini yaitu alat portable penentu arah kiblat *Q bot versi 3*³.

B. Biografi Singkat Mada Sanjaya

Mada Sanjaya W.S.,Ph. D., lahir di Cirebon pada tanggal 11 Oktober 1985 seorang yang berlatar belakang pendidikan lulusan S1 dan S2 di Fisika IPB Bogor, serta S3 dibidang Pemodelan & Komputasi Matematika Universitas Malaysia Terengganu juga aktif dalam Bidang riset *Robotic System, Soft Computing, Computer Vision, Speech Recognition* dan *Non Linier Dynamical System*⁴.

Mada Sanjaya aktif dalam melakukan penelitian dan menjadi peneliti utama pada *Bolabot Techno Robotic Institute* yang merupakan perusahaan berbasis riset & edukasi robotika.Selain itu, juga merupakan dosen tetap di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung⁵.Ia pernah mendapatkan penghargaan sebagai peneliti terbaik utama di lingkungan Perguruan Tinggi Keagamaan Islam (PTKI) pada acara *Biannual Coferece On Research Resulth*

³ Wawancara dengan Mada Sanjaya pada hari Rabu, 12 Februari 2020 di Laboratorium Bolabot, jl.Permai I No.A.20, Cipadung, Kec. Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat.

⁴ Mada Sanjaya Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algoritma Arah kiblat*, hlm. 430

⁵ Mada Sanjaya Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algoritma Arah kiblat* hlm. 430

(*BCRR*) pada tahun 2019 sebagai perancang alat ukur arah kiblat portable berbasis ilmu falak, sains dan teknologi robot menggunakan metode Algoritma arah kiblat Albiruni dalam kitab Tahid Nihayat Al-Amakin⁶.

C. Latar Belakang Terciptanya Q bot Versi 3

Arah kiblat merupakan sesuatu yang sakral bagi umat muslim sehingga dengan adanya perintah untuk menghadap kiblat maka menjadi sebuah tantangan bagi para saintis untuk menghadap kiblat yang akurat. Meskipun sebenarnya latar belakang background penelitian bolabot adalah penelitian dibidang robotic yaitu membuat (*device*) alat robotik baik untuk sistem kontrol, sistem kendali buat rumah cerdas namun juga hal-hal lain yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

Pada awal 2010 arah kiblat ramai diperbincangkan, dalam sebuah penelitian mencatat bahwa 80 persen masjid-masjid yang ada di Indonesia kiblatnya kurang tepat. Bahkan sekitar 320 ribu dari 800 ribu masjid yang ada di Indonesia kurang tepat arah kiblatnya, banyak kalangan resah terutama pejabat Kementerian Agama, Tokoh Masyarakat, serta para

⁶ <http://pendis.kemenag.go.id> diakses pada tanggal 30 januari 2020 jam 17:25 WIB

takmir masjid dan mushala⁷. Metode yang digunakan untuk mengukur arah kiblat serta alat yang dipergunakan tersebut masih berupa metode perkiraan dari masjid yang sudah ada dan menggunakan alat sederhana seperti *bencet*, tongkat *istiwak*, *rubu' al-mujayyab*, dan sebagainya.

Pada era modern seperti saat ini, telah dikembangkan suatu teknologi untuk mengetahui lokasi suatu tempat dengan lintang dan bujur (*koordinat*) bernama *Global Positioning System (GPS)*, program algoritma dan mikrokontroler untuk membuat otomatisasi pada bidang apapun.

Mada Sanjaya sebagai peneliti utama bolabot institute membuat alat sesuai dengan kebutuhan masyarakat baik muslim maupun non muslim sebab bolabot membuat robot dengan tujuan untuk kemanusiaan dan peradaban manusia. Tapi ketika ada tantangan untuk membuat alat ukur arah kiblat, disitu kita lebih bersemangat sebab disitulah kebutuhan umat muslim. Hal ini senada dengan yang

⁷ Ahmad Izzuddin, *Hisab Rukyah Menghadap Kiblat: Fiqh, Aplikasi, Praktis, Fatwa dan Software*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012) hlm.241

disampaikan dalam wawancara yang dilakukan penulis di laboratorium bolabot⁸.

Penelitian arah kiblat telah dilakukan sejak tahun 2012 lalu, hingga tahun 2017 menggunakan metode modern yang digunakan oleh kemenag (Kementerian Agama) dan ormas-ormas islam di Indonesia. Namun dalam rumus yang ada belum menemukan penurunan rumus kitab terdahulu dengan versi modern. Untuk itu dilakukanlah studi literatur dengan kitab pertama yang dikaji adalah kitab *Tahdid Nihayat Al-Amakin Litashih Masafat Al-Masakin* karya Abu Rayhan Muhammad ibn Ahmad Al-biruni. Dari pembahasan kitab tersebut didapatkan formulasi perhitungan arah kiblat yang terdiri dari enam formulasi perhitungan yang setiap formulasinya berbeda. Formulasi yang ditulis al-Biruni dalam kitab tahdid tersebut, formulasi akhirnya berbeda dengan versi modern. Namun setelah diteliti ketelitian akurasiya sama dengan formulasi modern yang tersebar dan digunakan saat ini⁹.

Selanjutnya mengimplementasikannya dalam pembuatan *Q-Bot* yaitu instrument digital karya bolabot

⁸ Wawancara dengan Mada Sanjaya pada hari Rabu, 12 Februari 2020 di Laboratorium Bolabot, jl.Permai I No.A.20, Cipadung, Kec. Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat

⁹ Ibid

institute untuk menentukan arah kiblat secara otomatis. Karya ini merupakan bentuk perjumpaan antara kearifan masa lalu dengan kemajuan teknologi yang sudah sedemikian canggih.

D. Spesifikasi Alat Penentu Arah Kiblat Portable (*Q Bot versi 3*)

Q Bot adalah singkatan dari *Qibla Robot* yaitu sebuah instrument digital penentu arah kiblat secara otomatis berbentuk kotak (*box*) dengan tombol sederhana berbentuk bulat sebagai pengganti mode dan saklar yang berfungsi untuk mematikan bunyi buzzer ketika alat mengarah ke kiblat.



Gambar 3.1: Tampilan Desain Qibla Robot Versi (kiri).
Tampilan output arah kiblat di Lcd (kanan)

Sumber:Penulis

Dalam menentukan arah kiblat, Q bot adalah alat penentu arah kiblat yang terdiri dari beberapa rangkaian elektronika diantaranya¹⁰;

a. Mikrokontroler berbasis Arduino

Arduino menurut situs resminya di www.arduino.cc didefinisikan sebagai sebuah platform elektronik terbuka (*open source*), *berbasis pada hardware dan software* yang fleksibel dan mudah digunakan, dimana ditujukan untuk para seniman, desainer, hobbies, dan setiap orang yang tertarik untuk membuat obyek atau lingkungan yang interaktif¹¹.

Mikrokontroler merupakan sistem komputer atau sistem komputasi yang dirancang untuk keperluan pengontrolan sistem. Mikrokontroler berfungsi sebagai perangkat utama yang memproses dan mengolah data *input* data dari *receiver* dan sensor-sensor untuk menghasilkan output¹². Adapun Arduino disebut sebagai *Platform* karena, Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah suatu kombinasi dari *hardware*, bahasa

¹⁰ Mada Sanjaya Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algoritma Arah kiblat*, hlm. 315

¹¹ www.arduino.cc diakses pada tanggal 8 mei 2020 pukul 14:00 WIB

¹² Erwan Aprilian, *Pengembangan Sistem Pendaratan Otomatis Pada Pesawat Tanpa Awak*, Tugas Akhir, Institute Teknologi Sepuluh November, jurusan teknik elektro th. 2007

pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. Sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, mengkompilasi menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory mikrokontroler. Ada banyak proyek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan professional dengan menggunakan Arduino¹³.

Ada beberapa menu pilihan pada IDE Arduino yang mempunyai fungsi sebagai berikut¹⁴:

Verify : Cek error dan lakukan kompilasi kode

Upload : Upload kode ke board/kontroler

Serial Monitor : Membuka serial port monitor untuk melihat umpan (*feedback*) balik dari board.

Komponen utama yang digunakan adalah sebuah mikrokontroler dengan merk ATmega 328 yang merupakan salah satu mikrokontroler buatan ATMEL, keluarga ATmega. koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; cukup sambungkan ke komputer dengan

¹³ Yohanes C Saghoa, Sherwin R.U.A. Sompie, Novi M. Tulung, *Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 7 No. 2, 2018; unsrat.ac.id, hlm. 167

¹⁴ Steven Jendri Sokop, Dringhuzen. Mamahit, Sherwin R.U.A. Sompie, *Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*, Vol.5.no 3, 2016; Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, hlm.15

kabel USB atau berikan daya dengan adaptor AC atau baterai untuk memulai¹⁵.

b. GPS tipe NEO-6M-V2



Gambar 3.2 : GPS GY-NEO6M

<http://www.electroschematics.com/neo-6m-gps-module/>¹⁶

GPS (Global Positioning System) adalah suatu teknologi yang dapat menangkap dan memproses sinyal dari satelit navigasi untuk mengetahui koordinat suatu lokasi secara realtime. Selain mendapatkan koordinat lokasi/tempat juga dapat mengakses tanggal dan waktu. GPS GY-NEO6M memiliki 4 pin input-output, yaitu; pin VCC atau power (5 volt), pin TX (jalur penerima/ *receiver* data), pin RX (jalur

¹⁵ www.arduino.cc diakses pada tanggal 10 mei 2020 pukul 06:00 WIB

¹⁶ <http://www.electroschematics.com/neo-6m-gps-module/>Diakses pada tanggal 27 Maret 2020 pukul 22:00 WIB

pengirim/ *transmitter* data), dan pin GND yang merupakan *ground* atau kutub negative dari komponen¹⁷.

c. Modul Kompas

Kompas adalah alat navigasi yang biasa digunakan untuk menunjukkan arah mata angin. Kompas terbagi menjadi dua yaitu kompas analog dan kompas digital. Perbedaan kompas analog dan kompas digital terletak pada komponen atau materi yang digunakan. Pada kompas analog menggunakan jarum atau lempengan besi sebagai penunjuk arah, sedangkan pada kompas digital menggunakan komponen-komponen elektronika seperti sensor magnet¹⁸.

Adapun modul kompas digital yang dimanfaatkan pada alat Q bot versi 3 menggunakan kompas GY-273 HMC5883L. Modul kompas GY-273 HMC588L adalah sebuah modul yang digunakan untuk menunjukkan arah mata angin. Modul ini memiliki 5 pin, diantaranya: pin VCC atau power (5 Volt), pin GND yang merupakan *groud* atau kutub negative dari komponen, pin SCL, pin SDA, dan pin DRDY. Pin SCL dan pin SDA pada mikrokontroller¹⁹.

¹⁷ Buku panduan/*manual book* Q- Bot Versi 3

¹⁸ Dedi Selong Paputungan, Dkk. Rancang Bangun Alat Penentu 16 Arah Mata Angin Dengan Keluaran Suara, vol. 1, no 1, 2012; Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, hlm 1

¹⁹ Mada Sanjaya, Dyah Anggraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, Al-goritma Arah Kiblat, hlm. 345

d. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara yang pada dasarnya prinsip kerja hampir sama dengan speaker. Buzzer terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi electromagnet, kumparan akan tertarik kedalam atau ke luar tergantung dari polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar dan menghasilkan bunyi²⁰. Buzzer digunakan sebagai indikator apabila alat mengarah ke kiblat yang dicari.

e. Lcd



Gambar 3.3 : tampilan Hardware Lcd

²⁰ Efrianto, Ridwan dan Imam Fahruzi, *Sistem Pengaman Motor Menggunakan Smartcard Politeknik Negeri Batam*, vol. 8, no. 1 (April 2016); Jurnal Integrasi, hlm. 2

<http://kedairobot.com/components/208-162-characters-lcd-green.html>²¹

Lcd adalah suatu jenis media tampilan untuk menampilkan output dari input dan proses dalam karakter tertentu yang diinginkan. LCD yang digunakan merupakan tipe LCD karakter 2x16 dengan backlight berwarna hijau dan menggunakan potensiometer²² untuk mengatur pencahayaannya.

f. Daya (*Power*)

Arduino Uno dapat disuplai melalui koneksi *Power Suplay* eksternal dapat diperoleh dari sebuah Adaptor AC ke DC atau *Battery*.

E. Sistem Penentu Arah Kiblat Q Bot Versi 3

Pembuatan *skecth* program arduino pada alat Q Bot Versi 3 ini menggunakan dasar pendekatan segitiga bola dengan bumi sebagai sebuah bola sebagaimana halnya dalam ilmu astronomi. Namun demikian terdapat formulasi rumus yang

²¹<http://kedairobot.com/components/208-162-characters-lcd-green.html> diakses pada tanggal 28 Mei 2020 pukul 12:52 WIB

²² Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat disetel. Sering ditemukan potensiometer yang berfungsi sebagai pengatur volume di peralatan Audio seperti Radio, Walkie Talkie, Amplifier dan lain-lain.

digunakan dalam program menentukan arah kiblat yang selanjutnya di implementasikan dalam Q Bot Versi 3. Dimana algoritma perhitungan arah kiblat yang dipakai merupakan hasil penelitian yang membahas tentang al-goritma yang digunakan oleh ulama muslim terdahulu. Konsep arah kiblat yang dipakai dalam Q-Bot Ver.3 adalah algoritma perhitungan yang diperkenalkan oleh Al-biruni dalam kitab *Tahdid Nihayat Al-Amakin Litashih Masafat Al-Masakin* membandingkannya dengan metode modern yang ada saat ini yang dialih bahasakan menjadi rumus dalam *skech* program.

Sebelum menggunakan Q Bot upload *skecth program* terlebih dahulu. Langkah **pertama** dilakukan adalah membuat *skecth program* dengan menggunakan library:

```
//Library yang digunakan
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
#include <PString.h>
#include <HMC5883L.h>
```

Beberapa library yang digunakan didefinisikan sebagaimana dalam *skecth program* berikut:

```
//Mendefinisikan pin LCD
```



```

LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);
//Mengaktifkan modul Kompas
HMC5883L compass
//Mengaktifkan dan mendefinisikan pin modul GPS
TinyGPSPlus gps;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
static const int RXPin = 9, TXPin = 8;
SoftwareSerial ss(RXPin, TXPin);
//Mendefinisikan pin Buzzer/Speaker
int buzz=A3;

//Mendefinisikan pin Push Button
char tom1=A2;

//Mendefinisikan nilai PI
#define PI 3.1415927

```

Untuk nilai data lintang dan bujur kakah yang digunakan sebesar 21°25'21.03" LU dan bujur kakah 39°49'34.29" BT. Dibuktikan dengan skecth *program*:

```

//Lintang (Latitude) Kakbah
double laK = 21.422508;
//Bujur (Longitude) Kakbah
double loK = 39.826192;

```

Mengatur zona waktu (*Time Zona*) dan menampilkan beberapa data di serial monitor dengan menggunakan *skecth* program berikut:

```
//Mengatur Zona Waktu (Time Zone)
int TimeZone = +7; //Zona Waktu Indonesia +7
#define time_offset 3600*TimeZone
void setup()
{
  //Mengaktifkan penampilan data di serial monitor
  Serial.begin(9600);
  //Mengaktifkan penampilan data GPS di serial monitor
  ss.begin(GPSBaud);

  //Mengaktifkan penampilan data di LCD
  lcd.begin(16, 2);
  //Menampilkan karakter di LCD saat alat baru menyala
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("--Arah Kiblat--");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" by BOLABOT ");
  delay(2000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("-Metode Modern-");
  lcd.setCursor(0, 1);
```

```
lcd.print(" Connecting.... ");
delay(2000);

//Menampilkan karakter di serial monitor
// saat alat baru menyala
Serial.println("Connecting...");

//Sistem input dan output komponen
pinMode(tom1,INPUT);
pinMode (buzz, OUTPUT);
//Mengaktifkan modul Kompas
while (!compass.begin())
{
Serial.println("Could not find a valid HMC5883L sensor, check
wiring!");
delay(500);
}
compass.setRange(HMC5883L_RANGE_1_3GA);
compass.setMeasurementMode(HMC5883L_CONTINUOUS);
compass.setDataRate(HMC5883L_DATARATE_30HZ);
compass.setSamples(HMC5883L_SAMPLES_8);
compass.setOffset(0, 0);
}
void loop()
```

```

{
while (ss.available() > 0)
if (gps.encode(ss.read()))
displayInfo();
}
void displayInfo()
{
if
(gps.location.isValid() && gps.satellites.isValid() && gps.hdop.isValid() &&
gps.date.isValid() &&
gps.altitude.isValid() && gps.time.isValid())
{
//Menampilkan karakter di serial monitor
Serial.println("=====");
Serial.println("| PEMROGRAMAN ARAH KIBLAT |");
Serial.println("| METODE MODERN |");
Serial.println("| Mada Sanjaya W.S., Ph.D |");
Serial.println("| madasws@gmail.com |");
Serial.println("| BOLABOT 2019 |");
Serial.println("| www.bolabot.com |");
Serial.println("=====");

```

Kemudian menentukan obyek masjid/mushalla dan lokasi yang hendak diperhitungkan arah kiblatnya dengan

menggunakan GPS maka data lintang dan bujur koordinat geografis beserta waktu pengukuran dapat diketahui.:

```
//Print Waktu
if (gps.time.isValid())
{
int gps1=gps.time.hour();
gps1+= TimeZone ;
    //Menampilkan data waktu dan tanggal di serial monitor
Serial.print("Waktu      = ");
if (gps1 < 10) Serial.print(F("0"));
Serial.print(gps1);
Serial.print(F(":"));
if (gps.time.minute() < 10) Serial.print(F("0"));
Serial.print(gps.time.minute());
Serial.print(F(":"));
if (gps.time.second() < 10) Serial.print(F("0"));
Serial.print(gps.time.second());
Serial.print(F("."));
if (gps.time.centisecond() < 10) Serial.print(F("0"));
Serial.print(gps.time.centisecond());
Serial.println(" ");

//-----//
// Keterangan Singkatan: //
```

```

// la = latitude atau lintang //
// lo = longitude atau bujur //
// K = Kakbah //
// L = Lokasi //
// R = Radian //
//-----//

//Membaca data latitude Lokasi
float laL= gps.location.lat();

//Membaca data longitude Lokasi
float loL= gps.location.lng();

//Print Koordinat Kakbah di serial monitor
Serial.println();
Serial.print("Lintang Kakbah = ");
Serial.println(laK);
Serial.print("Bujur Kakbah = ");
Serial.println(loK);

//Print Koordinat Lokasi di serial monitor
Serial.print("Lintang Lokasi = ");
Serial.println(laL);
Serial.print("Bujur Lokasi = ");
Serial.println(loL);

```

Algoritma perhitungan yang digunakan untuk menghitung arah kiblat disini penulis melihat menggunakan konversi nilai derajat radian:

```
//Perhitungan Arah Kiblat
//Nilai Radian
double Radian = 0.0174532925195433;
//Konversi nilai derajat
double laKR = laK * Radian;
double loKR = loK * Radian;
double laLR = laL * Radian;
double loLR = loL * Radian;
```

Mencari selisih bujur makkah daerah (SBMD) dan memasukkan rumus, dengan rumus²³:

$$\tan(Q) = \frac{\sin(\lambda L - \lambda m)}{\cos \phi L \cdot \tan \phi - \sin \phi L \cdot \cos \lambda L - \lambda m}$$

Sketch pemograman yang dituliskan dengan:

```
//Perhitungan Arah Kiblat Modern
double c=sin(loLR-loKR);//sin(Ba-Bb)
double d=cos(laLR);//(cos(Lb)
```

²³Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat open source dalam menghitung arah kiblat terdapat beberapa formulasi rumus yang dapat digunakan dengan terlebih dulu diupload pada Q Bot.

```

double e=tan(laKR);//tan(21,25)
double f=sin(laLR);//sin(Lb)
double g=cos(loLR-loKR);//cos(Ba-39,50)
double dd = (d*e)-(f*g);
double i= c/dd;
double Q = atan(i)*(180/PI);

```

Setelah dihitung menggunakan rumus diatas kemudian diolah dengan beberapa ketentuan berikut *skecth* program;

```

//Pengolahan nilai Arah Kiblat
double KiblatU, KiblatS;
if(laL<laK && loL>loK)
{
    KiblatU = 360-Q;
    KiblatS = 180-Q;
}
else if(laL<laK && loL<loK)
{
    KiblatU = -(Q);
    KiblatS = 180-Q;
}
else if(laL>laK && loL<loK)
{
    KiblatU = 180+Q;
    KiblatS = 360+Q;
}

```



```

    }
else if(laL>laK && loL>loK)
{
    KiblatU = 180+Q;
    KiblatS = Q;
}

```

Mengoreksi penunjukan arah kiblat yang ditunjukkan oleh kompas digital pada Alat Q Bot Versi 3:

```

//Koreksi Arah Kiblat (menggunakan kompas)
    Vector norm = compass.readNormalize();
float heading = atan2(norm.YAxis, norm.XAxis);
    // Set declination angle on your location and fix heading
    // You can find your declination on: http://magnetic-declination.com/
    // (+) Positive or (-) for negative
    // For Bytom / Poland declination angle is 4'26E (positive)
    // Formula: (deg + (min / 60.0)) / (180 / M_PI);
    // Indonesia declination angle is 21'12E (positive)
    // float declinationAngle = (Deltay + (Delta / 60.0)) / (180 /
M_PI);
float declinationAngle = (0.0 + (43.0 / 60.0)) / (180 / M_PI);
heading += declinationAngle;

if (heading < 0)

```

```

    {
heading += 2 * PI;
    }
if (heading > 2 * PI)
    {
heading -= 2 * PI;
    }
int headingDegrees = heading * 180/M_PI;
float azimuth = heading * 180/M_PI;
double cal;
if (azimuth<=359){
cal=azimuth+1;
    }
else {
cal=azimuth+1-360;
    }
float KoreksiU= KiblatU-cal;

```

Menampilkan data arah kiblat dan nilai koreksi di serial monitor, dengan *sketch* program sebagai berikut:

```

//Menampilkan data Arah Kiblat dan Koreksi
//di Serial Monitor
Serial.println();
Serial.print("Kiblat U    = ");
Serial.println(KiblatU,7);

```

```
Serial.print("Kiblat S    = ");
Serial.println(KiblatS,7);
Serial.print("Koreksi    = ");
Serial.println(KoreksiU);

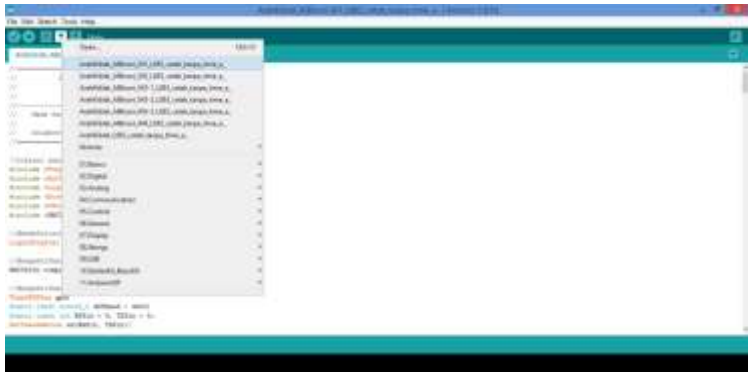
    //Menampilkan data Arah Kiblat dan Koreksi di LCD
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("QU= ");
lcd.print(KiblatU,7);
lcd.write(223);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Koreksi= ");
lcd.print(KoreksiU);
lcd.write(223);
delay(100);

    //Mendefinisikan kondisi Buzzer
    //Apabila alat menghadap Kiblat
    //maka buzzer berbunyi
if(KoreksiU > -0.5&&KoreksiU < 0.5)
{
digitalWrite (buzz, HIGH);
}
```

```
//Selain itu, buzzer mati
else
{
digitalWrite (buzz, LOW);
}
}
else
{
Serial.println(F("INVALID GPS DETECTION"));
}
}}
```

Selanjutnya yang **kedua** yaitu menentukan formulasi yang hendak digunakan dalam melakukan perhitungan. Penulis melihat Mada Sanjaya membuat file kode perbandingan formulasi perhitungan arah kiblat metode algoritma albiruni yang ada enam formulasi dan metode versi modern yang bisa digunakan *user*²⁴.

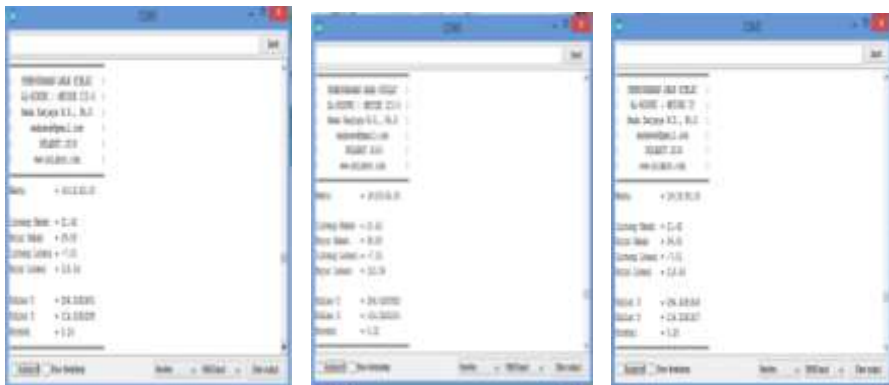
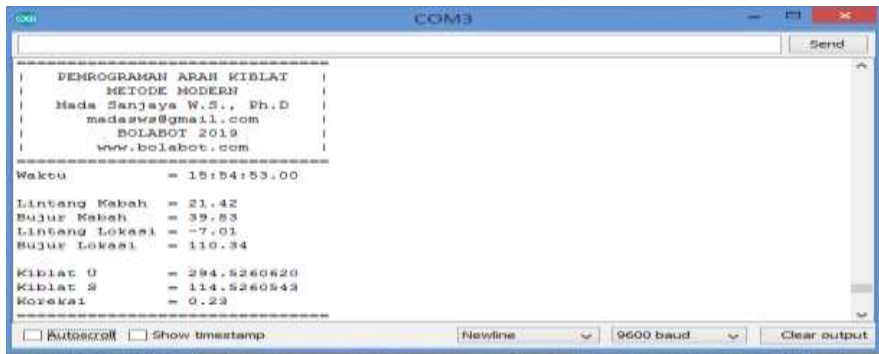
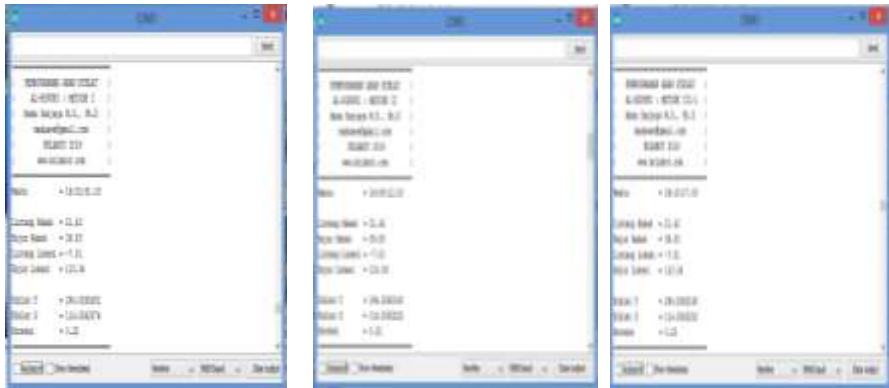
²⁴ Untuk rumus algoritma arah kiblat yang di ubah dalam bentuk *skech* program metode lengkapnya dapat dilihat di tabel halaman lampiran.



Gambar 3.4 pilihan *skech* program Arduino

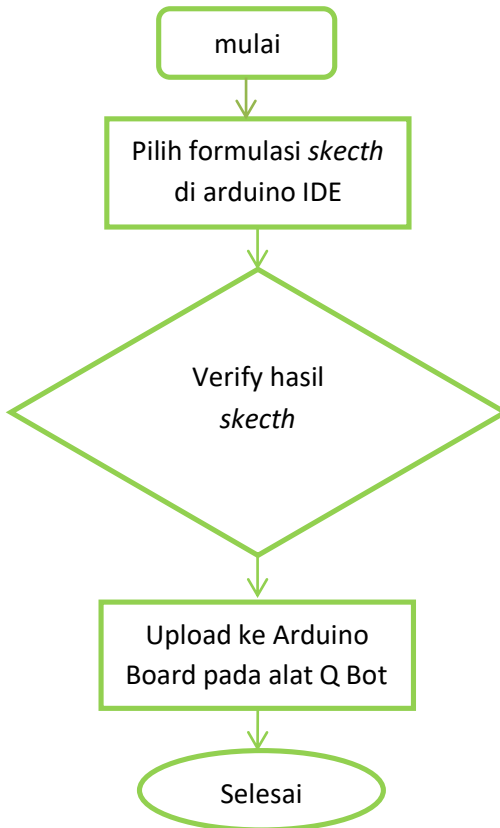
Adapun dari keenam formulasi yang diperkenalkan oleh albiruni berbeda dengan formulasi modern yang ada saat ini. Namun dari ketelitian akurasi perhitungannya sama tidak ada selisih. Sebagaimana yang disampaikan Mada Sanjaya sebagai pembuat program²⁵. dikarenakan ada tujuh *skech* formulasi perhitungan arah kiblat. Maka penulis mencoba membandingkan hasil perhitungan ketujuh formulasi tersebut terlebih dahulu. Dengan menggunakan koordinat -7.01 LU dan 110.34 BT. Berikut merupakan contoh bentuk tampilan output program yang menunjukkan hasil yang sama :

²⁵ Wawancara dengan Mada Sanjaya pada hari Rabu, 12 Februari 2020 di Laboratorium Bolabot, Jl. Permai I No. A.20, Cipadung, Kec. Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat



Gambar 3.5 tampilan hasil pengukuran

Setelah menentukan formulasi perhitungan arah kiblat yang tersedia. Kemudian melakukan langkah-langkah sebagaimana berikut adalah *flowchart* penghubung untuk mengupload *skecth program* pada Q Bot Versi 3:



Gambar 3.6 *langkah-langkah* upload program pada Q Bot

F. Mekanisme Cara Kerja Q bot Versi 3

Secara umum cara kerja Q Bot Versi 3 sama dengan aplikasi arah kiblat yang ada di hp android yang cukup di taruh di tempat yang datar dan di putar hingga menunjukkan tanda mengarah ke kiblat. Hanya saja Q bot merupakan sebuah alat bantu dalam menentukan arah kiblat berbasis robot. Dimana sebelum alat digunakan, mikrokontroler Arduino telah di program terlebih dahulu sebagaimana penjelasan pada sub bab sebelumnya.

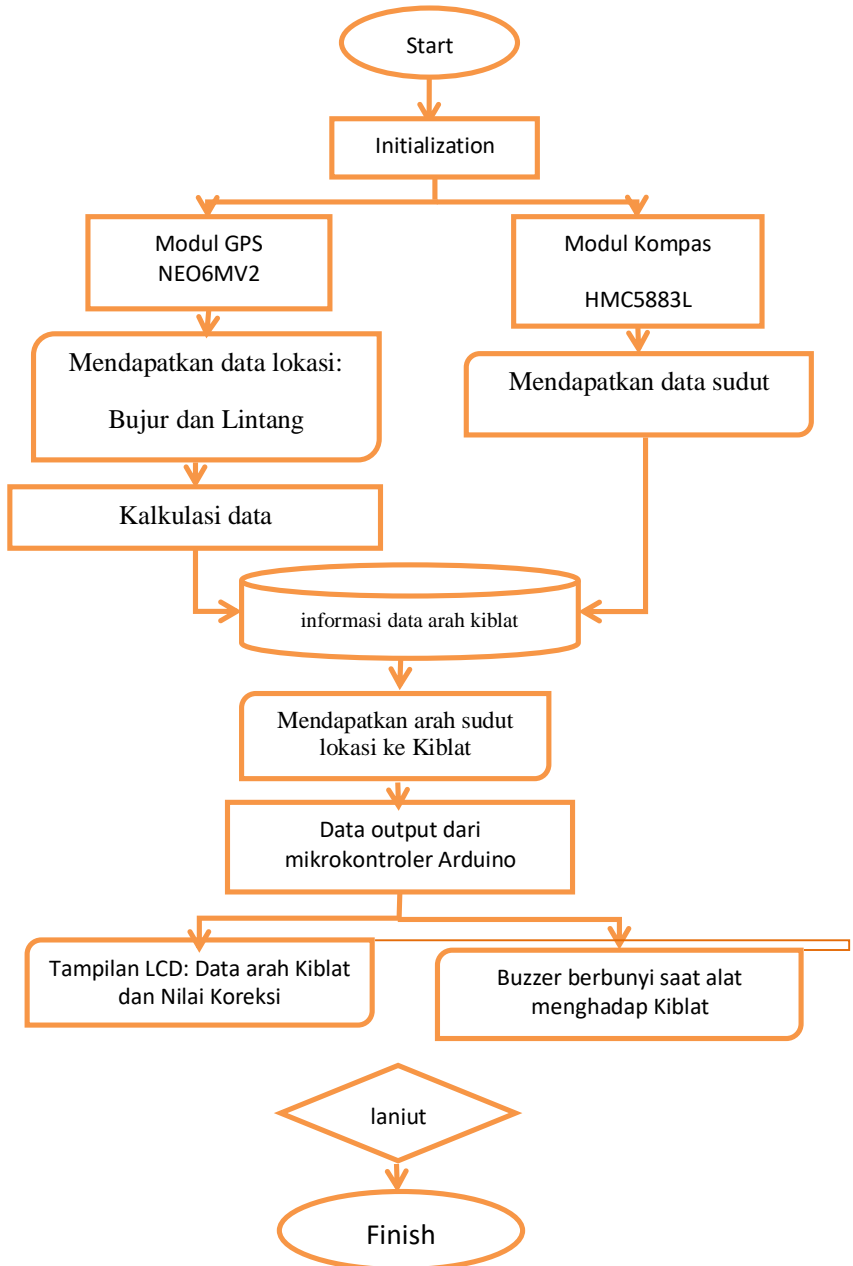
Alat harus tersambung dengan *power supply/baterai*. Led yang ada pada alat akan berkedip sebagai pertanda gps aktif untuk mendapatkan data koordinat lokasi yang akan diukur arah kiblatnya. Jadi input datanya adalah berupa koordinat lintang dan bujur dari gps secara otomatis berdasarkan formulasi arah kiblat yang dipilih sebelumnya akan dihitung dan menghasilkan nilai Azimuth Kiblat (QU).

Selanjutnya kompas akan menunjukkan arah kiblat, kompas hanya menunjukkan arah bukan menentukan nilai kiblat. Nilai didapat dari data yang diperoleh dari gps yaitu koordinat lokasi secara realtime²⁶. Cara penggunaannya cukup memutar-mutar alat dan ketika sudah menghadap kiblat maka secara otomatis buzzer pada alat akan bunyi dan lcd menampilkan nilai kiblat terhadap utara (QU) hasil dari perhitungan program dan

²⁶ Wawancara dengan Mada Sanjaya..

nilai koreksi. Berikut flowchart alat ukur arah kiblat dengan Q-Bot versi²⁷;

²⁷ Mada Sanjaya, Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *ibid*, hlm. 314



Gambar 3.7: Skema umum alat ukur arah kiblat

BAB IV
ANALISIS ALGORITMA DAN KEAKURATAN
PENGUKURAN ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN Q BOT
VERSI 3

A. Analisis Algoritma Arah Kiblat Menggunakan Q bot Versi 3

Sebelum menguji fungsi alat penentu arah kiblat Q bot versi 3 penulis terlebih dulu menguji keakuratan perhitungan dengan melihat unsur-unsur perhitungan dalam *skecth program*. Dengan menganalisis metode yang digunakan pada Q-Bot Versi 3. Dalam menganalisis sebuah instrument digital tidak terlepas dari 3 hal yaitu masukan (input), sistem pengukuran dan keluaran (output).

a. Masukan (*input*)

Masukan atau input adalah memasukkan data-data dan memberikan perintah untuk digunakan pada proses lebih lanjut. Input pada mikrokontroler arduino dapat berupa *sketch* atau kode rumus program yang dimasukkan ke dalam hardware arduino yang didalamnya terdapat beberapa perintah yang akan dihasilkan oleh output. Data-data yang diinput diantaranya,

1. Titik Koordinat

Koordinat kubah dan koordinat lokasi yang akan diukur arah kiblatnya. Penulis melihat dalam *sketch program* koordinat lintang dan bujur kubah menggunakan satuan derajat desimal dengan lintang kubah sebesar 21.422508° LU dan bujur kubah 39.826192° BT. Menurut apa yang disampaikan Mada Sanjaya sebagai perancang Q Bot Versi 3 data tersebut diperoleh dari *Google Maps*¹.

Dari yang penulis telusuri menggunakan *software* yang sama *google maps* titik koordinat yang digunakan dalam Q bot versi 3 sudah masuk dalam kategori titik koordinat tengah kubah hal ini berdasarkan dari hasil pengecekan yang penulis lakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan data koordinat yang digunakan dalam algoritma perhitungan Q Bot Versi 3².

Tabel 4.1 beberapa versi lintang dan bujur makah dari para ahli sebagai berikut³ :

¹ Wawancara dengan Mada Sanjaya pada hari Rabu, 12 Februari 2020 di Laboratorium Bolabot, jl.Permai I No.A.20, Cipadung, Kec. Cibiru, Kota Bandung, Jawa Barat.

² Untuk gambarannya bisa dilihat pada lampiran

³ Suksinan Azhari, *Ilmu Falak* , hlm. 206

NO	Sumber Data	Lintang (LU)	Bujur (BT)
1	Atlas PR Bos 38	21°31'	39°58'
2	Mohammad Ilnyas	21°	40°39°
3	Saadoe'ddin Djambek(1)	21°20'	39°50'
4	Saadoe'ddin Djambek(2)	21°25'	39°50'
5	Nabhan Masputra	21°25'14,7"	39°49'40"
6	Ma'shum bin Ali	21°50'	40°39'
7	Google Earth	21°25'21,2	39°49'34"
8	Monzur Ahmed	21°25'18	39°49'30"
9	Ali Alhadad	21°25'3,	39°49'38"
10	Gerhard Kaufmann	21°25'21,4	39°49'34"
11	S. Kamal Abdali	21°25'24	39°49'24"
12	Muhammad Basil at-ta'i	21°26'	39°49'
13	Mohammad Odeh	21°25'22	39°49'31"

Jika dilihat dari data titik koordinat kakah diatas, varian data titik koordinat kakah sangat beragam berdasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan oleh seorang peneliti dengan data hasil penelitiannya. Sehingga dapat dikatakan bahwa hingga saat ini titik koordinat yang digunakan dalam pengukuran arah kiblat

masih beragam belum ada penyamaan data sampai pada menit dan detik busur.

Adapun untuk koordinat lokasi tempat yang akan diukur arah kiblatnya secara otomatis terinput dari gps yang tersedia dalam alat untuk mencari latitude dan longitude koordinat *user*. Sebuah sistem yang dapat digunakan untuk menunjukkan posisi secara nyata dari suatu obyek pada permukaan bumi. Gps adalah satu-satunya sistem navigasi satelit yang berfungsi dengan baik. Sistem ini menggunakan satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke bumi.

Dengan memanfaatkan GPS *user* akan mendapatkan informasi penunjukan navigasi berdasarkan posisi garis lintang dan bujur suatu obyek pada permukaan bumi yang terpetakan berdasarkan sudut satelit yang menerima sinyal dari *receiver* GPS⁴. Sehingga dalam penelusuran penulis data koordinat lokasi tempat tidak bisa di ubah oleh *user*.

Untuk mengetahui keakuratan data koordinat yang dihasilkan dari gps tersebut penulis melakukan beberapa uji coba. *Pertama* berlokasi di YPMI Al-Firdaus Silayur Ngaliyan Semarang dengan sumber data

⁴ Suksinan Azhari, *Ilmu Falak* hlm. 206

lainnya sebagai pembanding. Penulis menggunakan aplikasi android GPS Over BT yaitu aplikasi yang dapat memberikan informasi tentang satelit dan lokasi secara praktis. aplikasi ini telah diunduh sebanyak 100 ribu lebih dengan ranting 4.3 dari skala 5. Dari aplikasi tersebut diperoleh data sebesar -7.009297 LU dan 110.336019 BT. *Kedua*, penulis menggunakan *software google earth* diperoleh hasil bahwa koordinat tempat bernilai sebesar -7.009444 LU dan 110.335833 BT. *Ketiga* mengambil data dari gps Garmin 60 diperoleh hasil sebesar -7.00945 LU dan 110.336027 BT. Adapun data yang dihasilkan dari tampilan layar program arduino Q bot versi 3 sebesar -7.01 LU dan 110.34 BT dan Aplikasi arah kiblat android (*Digital Falak*) diperoleh data -7.009 LU dan 110.336 Dari hasil pengamatan tersebut menghasilkan data sebagai berikut;

Tabel 4.2 : Hasil perbandingan data koordinat tempat ypmi alfirdaus Semarang, Jawa Tengah dengan beberapa aplikasi lain:

NO	Sumber Data	Lintang	Bujur
1	Google Earth	$-7^{\circ}00'34''$	$110^{\circ}20'09''$
2	Aplikasi GPS Over BT	$-7^{\circ}00'33.47''$	$110^{\circ}20'9.67''$
3	GPS Garmin 60	$-7^{\circ}00'34.02''$	$110^{\circ}20'9.27''$

4	Q- Bot v.3	-7°00'36"	110°20'24"
---	------------	-----------	------------

Penulis juga melakukan percobaan di tempat lain di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) dengan menggunakan empat aplikasi pembanding. Dari hasil pengamatan tersebut menghasilkan data sebagai berikut;

Tabel 4.3 : Hasil perbandingan data koordinat tempat MAJT dengan beberapa aplikasi

NO	Sumber Data	Lintang	Bujur
1	Google Earth	-6°59'03"	110°26'45"
2	Aplikasi GPS Over BT	-6°59'3.15"	110°26'46.81"
3	Q- Bot v. 3	-6°58'48"	110°27'00"
4	Digital Falak	-6°59'0.29"	110°26'46.75"

Selain di Semarang, Jawa Tengah penulis juga melakukan percobaan di tempat lain untuk lebih meyakinkan keakuratan pada alat di kediaman penulis di Perumahan Mutiara Indah Batam, Kepulauan Riau dengan menggunakan empat aplikasi pembanding yang sama. Dari hasil pengamatan tersebut menghasilkan data sebagai berikut;

Tabel 4.4 : Hasil perbandingan data koordinat Perum. Mutiara Indah, Kota Batam dengan beberapa aplikasi

NO	Sumber Data	Lintang	Bujur
1	Google Earth	1°3'37"	103°58'27"
2	Aplikasi GPS Over BT	1°3'37.15"	103°58'27.44"
3	Q-Bot v3	1°3'36"	103°58'12"
4	Digital Falak	1°3'37.17"	103°58'27.39"

Dari beberapa percobaan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa data koordinat lokasi yang diperoleh memiliki selisih sampai pada hitungan detik busur. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya, aplikasi lain yang digunakan harus tertangkap sinyal dari satelit navigasi. Selain itu, didalam ruangan dan diluar ruangan akan mempengaruhi *updatenya* data. Meskipun demikian, dapat dikatakan bahwa koordinat yang dihasilkan oleh Q Bot Versi 3 dapat diandalkan karena memiliki keakuratan sampai pada detik busur.

b. Sistem Pengukuran

Sistem pengukuran merupakan bagian penting untuk menghasilkan output maka tentunya hal utama yang menjadi syarat adalah kebenaran (*correctness*) informasi. Sementara itu, informasi yang dihasilkan dari proses pengolahan data juga haruslah benar sesuai dengan perhitungan-perhitungan yang ada dalam proses tersebut.

Untuk selanjutnya dihitung secara matematis sehingga akan menghasilkan arah kiblat seorang *user*.

Adapun rumus yang diterapkan pada Q Bot Versi 3 merupakan perhitungan pada permukaan bola dengan memperhitungkan tiga titik data perhitungan diantaranya, *ardh al-balad*/lintang tempat yang akan diukur arah kiblatnya, *thul al-balad*/bujur tempat yang akan diukur arah kiblatnya, kemudian lintang dan bujur kakkbah di makah untuk mengetahui berapa besar nilai sudut arah kiblat. Dengan mengimplementasikan algoritma arah kiblat dalam kitab *tahdid* al-biruni yang hasilnya sudah setara dengan metode kontemporer. Sebagaimana yang telah dipaparkan pada Bab III sebelumnya.

Meskipun demikian penulis melihat bahwa, data titik koordinat kakkbah yang digunakan dalam *sketch* program berbeda dengan yang di kitab. Hal ini dikarenakan pada masa al-Biruni belum menggunakan Greenwich di London sebagai titik nol. Adapun formulasi rumus yang diterapkan dalam alat menggunakan rumus kontemporer dimana tidak lain merupakan hasil penelitian yang membahas tentang algoritma yang digunakan oleh ulama terdahulu.

Adapun ketentuan yang digunakan dalam menentukan arah kiblat terbagi menjadi dua yaitu arah kiblat terhadap utara dan arah kiblat terhadap selatan. Sebagaimana dilihat dari *skecth* program perhitungan arah kiblat yang dipakai dalam *skecth program arduino* sebelumnya terdapat beberapa ketentuan yang dapat diambil kesimpulan bahwa dalam algoritma penentuan azimuth kiblat menggunakan ketentuan-ketentuan sebagai berikut⁵:

1. Jika Lintang tempat < Lintang Kakbah dan Bujur Tempat > Bujur Kakbah, maka rumus arah kiblat terhadap utara; $Kiblat = 360 - Q$ dan terhadap selatan; $Kiblat = 180 - Q$
2. Jika Lintang tempat < Lintang Kakbah dan Bujur Tempat < Bujur Kakbah, maka rumus arah kiblat terhadap utara; $Kiblat = Q$ dan terhadap selatan; $Kiblat = 180 + Q$
3. Jika Lintang tempat > Lintang Kakbah dan Bujur Tempat < Bujur Kakbah, maka rumus arah kiblat terhadap utara; $Kiblat = 180 - Q$ dan terhadap selatan; $Kiblat = 360 - Q$

⁵ Mada Sanjaya, Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algoritma Arah Kiblat* ibid, hlm. 306

4. Jika Lintang tempat > Lintang Kakbah dan Bujur Tempat > Bujur Kakbah, maka rumus arah kiblat terhadap utara; Kiblat = $180 + Q$ dan terhadap selatan; Kiblat = Q

Selanjutnya untuk mengetahui lebih jauh tentang keakuratan pengukuran arah kiblat, penulis melakukan pengecekan. Berikut data hasil perbandingan perhitungan matematis arah kiblat kinerja sistem pada Q Bot Versi 3 dengan perhitungan metode theodolite, Aplikasi Istiwaaini Karya Faishol Amin, Aplikasi Digital Falak 2.1.6 karya Ahmad Thalbah Ma'ruf, Aplikasi Mizwandroid Karya Hendro Setyanto yang dilakukan pada tanggal 13 mei 2020 di kediaman penulis Perumahan Mutiara Indah Blok A4 Kota Batam, Kepulauan Riau pada koordinat lokasi lintang $1^{\circ} 3'36.8''$ LU dan bujur $103^{\circ}58'27.17''$ BT.

Tabel 4.5 : Hasil perhitungan arah kiblat di kediaman penulis dari beberapa aplikasi

NO	Metode Pengukuran	Nilai Azimuth Kiblat (Desimal)	Nilai Azimuth Kiblat (Sexagesimal)

1	Aplikasi mizwandroid	293.12°	293°07'12"
2	Aplikasi Istiwaaini android	293.1194861°	293°07'10.15"
3	Aplikasi Digital Falak	293°	293°
4	Theodolite	293.1196333°	293°07'10.68"
5	Qibla Robot Versi 3	293.1195068°	293°07'10.22"

*Nilai *text bold*/bertuliskan tebal adalah nilai yang dihasilkan oleh aplikasi

Setelah dilakukan analisis data pengukuran arah kiblat Q Bot Versi 3 dengan aplikasi lainnya menunjukkan perbedaan nilai azimuth yang tidak jauh dimana hampir mendekati. penulis menyimpulkan bahwa metode dasar yang digunakan dalam penentuan arah kiblat Q Bot Versi 3 adalah metode *Azimut kiblat* dimana arah kiblat dihitung dari titik utara kearah timur (searah perputaran jarum jam) Artinya jika sebuah informasi menunjukkan sudut azimuth kiblat yang diperlukan oleh seorang *user*, maka informasi tersebut haruslah sudah

benar dan memuat perhitungan-perhitungan matematis yang ada di dalam prosesnya seperti perhitungan selisih bujur Makkah dengan daerah yang dihitung (SBMD), perhitungan salah satu sudut dalam perhitungan Trigonometri bola, dan lain sebagainya.

b. Modul Kompas Q Bot Versi 3

Untuk mengetahui arah mata angin dibutuhkan sensor kompas/ magnetometer Triple Axis GY-273 HMC 5883L merupakan chip untuk mendeteksi medan magnet lemah. Sensor ini dapat mengukur medan magnet antara 1.3~8 gauss untuk aplikasi kompas dan magnetometer. Menggunakan interface I2C dan memungkinkan 1° sampai 2° kompas pos akurasi⁶, sensor ini mudah digunakan bersama Arduino atau Raspberry Pi, karena dapat bekerja di 3V hingga 5V⁷. Dimana biasanya yang jadi masalah utama penentuan arah kiblat menggunakan kompas bukan formulasi matematis melainkan kesulitan perancang untuk menentukan posisi utara sejati (true north). Kompas yang ada saat ini masih banyak gangguan semisal berada dibangunan yang mengandung logam dan besi

⁶ www.nn-digital.com diakses pada tanggal 8 mei 2020 pukul 12:24 WIB

⁷ Erwan Aprilian, *Pengembangan Sistem Pendaratan Otomatis Pada Pesawat Tanpa Awak*, Tugas Akhir, Institute Teknologi Sepuluh November, jurusan teknik elektro th. 2007

Meskipun kompas memiliki beberapa kelemahan, menurut Thomas Djamaluddin, sebenarnya kompas juga dapat dikatakan lumayan akurat asal memperhatikan dua hal. Pertama: memperhatikan koreksi deklinasi magnetiknya, Kedua; saat pengukuran tidak terganggu oleh benda-benda yang mempengaruhi jarum magnetnya. Oleh karenanya, disarankan agar melakukan pengukuran di beberapa titik pada lokasi tersebut agar pengaruh benda-benda magnet dapat diminimalkan⁸.

c. Keluaran (*output*)

Tampilan di layar lcd Q Bot Versi 3 menampilkan dua nilai yaitu nilai arah kiblat yang dihitung dari titik utara disingkat (QU) serta nilai koreksi. Dan bagian terakhir yaitu output berupa bunyi *buzzer* apabila alat menghadap Kiblat. Buzzer/speaker alat akan bunyi apabila nilai Koreksi $U > -0.5$ & $KoreksiU < 0.5$. sebagaimana dilihat dari sketch program arduino Bab III. Nilai 0,5 diambil sebagai koreksi karena lokasi yang terletak jauh dari kakkah akan kesulitan untuk menentukan arah kiblat yang akurat dibanding dengan lokasi yang dekat dengan kakkah nilai tersebut digunakan sebagai nilai *ihtiyat al-qiblat*⁹.

⁸ Ahmad Izzuddin, 2012, h. 100

⁹ Muh. Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar*, (Solo: Tonta Medina, 2011), hlm. 144

B. Uji Akurasi Q Bot Versi 3 dalam Pengukuran Arah Kiblat Dengan Theodolit

Tahap selanjutnya dilakukan pengujian akurasi pengukuran arah kiblat, Penulis mengkomparasikannya menggunakan theodolite karena hingga saat ini, pengukuran arah kiblat dengan theodolite dianggap paling akurat diantara metode-metode yang sudah ada dalam penentuan arah kiblat¹⁰. Sebab keakuratan pada theodolite sudah mencapai satuan detik busur. Selain theodolite penulis juga membandingkan dengan kompas kiblat dalam aplikasi android yaitu digital falak dalam hal ini sama-sama menggunakan kompas dalam penentuan arah kiblat.

Dalam tataran praktis, dengan dilakukannya pengukuran arah kiblat menggunakan Q bot versi 3 yang dibandingkan dengan metode dan alat bantu ukur arah kiblat yang lain. Maka, hasil pengukuran sangat bergantung pada tingkat ketelitian peneliti dalam penelitiannya. Boleh jadi dari segi nilai hasil perhitungan tidak berbeda, tetapi dalam praktek di lapangan berbeda. Sehingga dalam hal ini tingkat ketelitian peneliti menjadi faktor penting ketika melakukan pengukuran arah kiblat. Selain dari kesalahan *instrumental error* yang penyebabnya adalah mekanis alat ukur seperti, gesekan pada alat penunjuk, usia alat

¹⁰ Ahmad Izzuddin, *Kajian Terhadap Metode*, hlm. 75.

ukur dan lain-lain. Cara mengatasinya adalah dengan menggunakan faktor koreksi dan kalibrasi terhadap instrument.

Uji akurasi bertujuan untuk mendapatkan suatu kesimpulan yang memuaskan dari hasil penunjuk arah kiblat dengan menggunakan Q Bot Versi 3, maka dengan ini dilakukan beberapa uji akurasi yang dilakukan dengan beberapa lokasi tempat yang dipilih diantaranya;

1. MAJT (Masjid Agung Jawa Tengah)

Pengukuran penulis lakukan dua kali percobaan dengan dua titik berbeda yaitu, pelataran utara masjid, dan pelataran selatan masjid.

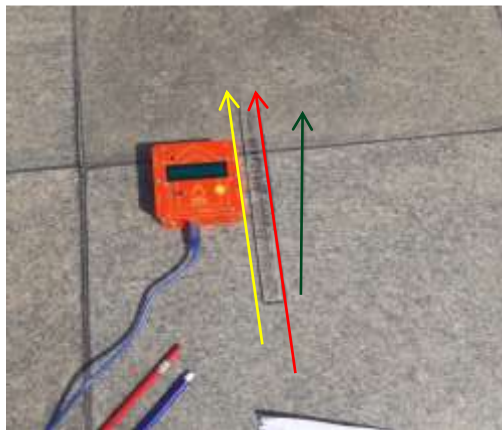
a. Pelataran Selatan

Berikut merupakan hasil praktek pengukuran di Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT) tepatnya diluar masjid sebelum air mancur di pelataran selatan. Pada tanggal 1 April 2020 pukul 08:24:30 WIB. Dengan menggunakan tiga aplikasi pembanding, yaitu Theodolite, Q Bot Versi 3 dan Aplikasi Arah Kiblat Android (Digital Falak).

Tabel 4.6 : Hasil pengukuran arah kiblat di pelataran selatan dengan beberapa aplikasi

No	Sumber	Lintang	Bujur	Azimuth Kiblat
----	--------	---------	-------	----------------

	Aplikasi			
1	Q Bot Versi 3	-6.98°	110.45°	294.4940795° / 294°31'33.93"
2	Theodolite	- 6°59'2,79"	110°19'45,56"	294°31'17.03"
3	Aplikasi Arah Kiblat Android	- 6°59'2,79"	110°19'45,56"	294°



Gambar 4.1 Sumber Penulis

Garis kuning: Q Bot Versi 3. Garis merah: Theodolite.

Garis hijau: Kompas Kiblat Android.

Dari hasil pengukuran di lapangan menghasilkan selisih;

*Q Bot Versi 3 dengan Theodolite $\rightarrow 0,5^\circ$

*Q Bot Versi 3 dengan Aplikasi Arah Kiblat Android (*Digital Falak*) $\rightarrow 6.5^\circ$

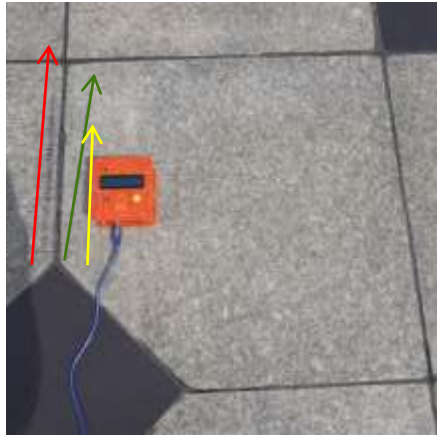
*Theodolite dengan Aplikasi Arah Kiblat Android (*Digital Falak*) $\rightarrow 7^\circ$

b. Pelataran Utara

Hasil praktek pengukuran di pelataran utara masjid. Pada tanggal 6 April 2020 pukul 08:43:10 WIB. Dengan menggunakan tiga aplikasi pembanding, yaitu Theodolite, Q Bot Versi 3 dan Aplikasi Arah Kiblat Android (Digital Falak).

Tabel 4.7 : Hasil pengukuran arah kiblat di pelataran utara dengan beberapa aplikasi

No	Sumber Aplikasi	Lintang	Bujur	Azimuth Kiblat
1	Q Bot Versi 3	-6.98°	110.45°	$294.4940795^\circ / 294^\circ 31' 33.93''$
2	Theodolite	- $6^\circ 59' 1,50''$	$110^\circ 19' 46.22''$	$294^\circ 31' 17.2''$ beda azimuth $220^\circ 32' 19.83''$
3	Aplikasi Arah	$-6^\circ 59' 1.50''$	$110^\circ 19' 46.22''$	294°



Gambar 4.2 Sumber Penulis

Garis kuning: Q Bot Versi 3. Garis merah: Theodolite.

Garis hijau: Kompas Kiblat Android.

Dari hasil pengukuran di lapangan menghasilkan selisih;

*Q Bot Versi 3 dengan Theodolite $\rightarrow 0.5^\circ$

*Q Bot Versi 3 dengan Aplikasi Arah Kiblat Android
(*Digital Falak*) $\rightarrow 4.5^\circ$

*Theodolite dengan Aplikasi Arah Kiblat Android
(*Digital Falak*) $\rightarrow 5^\circ$

2. YPMI al-Firdaus

Berikut penulis sajikan data hasil pengukuran arah kiblat menggunakan Q bot versi 3 dengan dua metode aplikasi lainnya yang dilaksanakan pada hari Ahad Wage, 5 April 2020 M pukul 10:01:40 WIB. Pada pengukuran tersebut menghasilkan data sebagai berikut;

Tabel 4.8: Hasil pengukuran arah kiblat di ypmi dengan beberapa aplikasi

NO	SUMBER	LINTANG	BUJUR	AZIMUTH KIBLAT
1	Theodolite	-7°00'34"	110°20'09"	294°31'34.35"
2	Kiblat aplikasi android	-7°0'34.16"	110°20'9.68"	294°
3	Qibla Robot v. 3	-7°00'36"	110°20'24"	294°31'33.93"



Gambar 4.3 Sumber Penulis

Penggaris Besi: Q Bot Versi 3. Penggaris tengah: Theodolite.

Penggaris pendek: Kompas Kiblat Android.

Dari hasil pengukuran di lapangan menghasilkan selisih;

*Q Bot Versi 3 dengan Theodolite $\rightarrow 8^\circ$

*Q Bot Versi 3 dengan Aplikasi Arah Kiblat Android
(*Digital Falak*) $\rightarrow 4^\circ$

*Theodolite dengan Aplikasi Arah Kiblat Android
(*Digital Falak*) $\rightarrow 3^\circ$

Untuk hasil perhitungan dari Q Bot Versi 3 dan *theodolite* menunjukkan selisih yang tidak sampai pada menit melainkan hanya detik busur saja. Berbeda halnya dengan selisih perhitungan antara *theodolite* dengan aplikasi android digital falak yang hanya sampai pada hitungan derajat. Namun jika diteliti dari pengukurannya memiliki selisih yang berbeda

sampai pada satuan derajat antara kompas digital Q Bot Versi 3 dengan theodolite. Begitu juga halnya dengan aplikasi digital falak. Hal ini sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya. Dimana medan magnet dan koreksi kompas perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu sebelum alat digunakan. Untuk itu kemudian penulis juga melakukan praktik di dalam bangunan masjid Agung Jawa Tengah yang memiliki potensi medan magnetnya lebih besar serta fungsi pemancar gps pada q bot versi 3. Dan menghasilkan data sebagai berikut:



Gambar 4.4 Sumber Penulis(garis merah arah kiblat majt)
Masjid Agung Jawa Tengah lantai 2

Dari hasil tersebut, dapat kita ketahui bahwa selisih yang dihasilkan dari praktik didalam bangunan masjid ini nilai koreksi arah kiblatnya sebesar 2° . Nilai selisihnya lebih besar jika dibandingkan dengan selisih yang dihasilkan dalam praktik yang dilakukan di luar ruangan begitu hal nya juga pemancar pada gps lebih lama *connecting*. Kemudian untuk menguji keakurasian penulis melakukan sekali lagi praktik pengukuran di lantai atas masjid berikutnya lantai 3 MAJT, dan menghasilkan data sebagai berikut:



Gambar 4.5 Sumber Penulis (garis merah arah kiblat majt)
Masjid Agung Jawa Tengah lantai 3

Jika melihat gambar diatas nilai koreksi yang dihasilkan sebesar 7° , arah kiblat yang dihasilkan berbeda jauh dengan praktik pengukuran. penulis berasumsi bahwa hal ini disebabkan oleh banyaknya besi-besi yang terpasang dalam konstruksi bangunan serta benda-benda yang mempengaruhi kompas.

Qibla Robot Ver. 3 merupakan alat yang dapat digunakan sebagai penentu arah kiblat yang tentunya masih memiliki kelebihan dan kekurangan dalam pemanfaatannya.

Berikut beberapa kelebihan yang diberikan q bot versi 3 :

1. Sangat praktis dan mudah dalam penggunaannya, tanpa membutuhkan alat bantu tambahan.
2. Sudah dilengkapi dengan pemancar pada GPS sehingga dimanapun kita berada tanpa harus terkoneksi INTERNET.
3. Bisa digunakan kapanpun tanpa harus bergantung pada sinar matahari.
4. Karena buzzer akan bunyi ketika alat Q Bot Versi 3 mengarah ke kiblat maka dapat digunakan oleh orang-orang yang tidak dapat melihat (*tunanetra*).

Adapun kekurangan yang dimiliki diantaranya;

1. Gps pada alat akan kurang maksimal bila berada dalam ruangan. Beda halnya jika diluar ruangan akan tertangkap dengan baik
2. Rawan terpengaruh medan magnet sebab menggunakan kompas dalam menunjukkan arah kiblat, sehingga ketika menentukan arah kiblat harus bersih dari medan magnet disekitar, seperti hp, kipas angin, microphone, jam, besi dan lain-lain yang memberikan pengaruh magnet.
3. Harus mengkalibrasi kompas terlebih dahulu sebelum digunakan.
4. Design alat yang berbentuk kotak (*box*) serta nilai koreksi yang berubah-ubah menyulitkan dalam pemberian tanda arah kiblat. Yang akibatnya akan mempengaruhi tingkat ke akurasian dalam menentukan arah kiblat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, maka penulis membuat simpulan sebagai jawaban atas pokok-pokok permasalahan sebagai berikut:

1. Q Bot versi 3 merupakan instrument digital sebagai alat bantu menentukan arah kiblat *portable*. Nilai *Azimuth* kiblat dalam alat bergantung pada input data koordinat geografis yaitu GPS, suatu teknologi untuk mengetahui koordinat lokasi secara realtime dan tidak membutuhkan perhitungan lagi karena sudah terprogram dan secara otomatis menunjukkan arah kiblat. Adapun formulasi rumus yang diterapkan dalam alat menggunakan rumus kontemporer dimana tidak lain merupakan hasil penelitian yang membahas tentang algoritma yang digunakan oleh ulama terdahulu. Formulasi algoritma arah kiblat Q Bot Versi 3 telah menerapkan rumus secara universal dalam perhitungannya. Sehingga dapat digunakan dimana saja tanpa harus terkoneksi internet hal ini dikarenakan pengambilan data posisi diambil dari pemancar sinyal pada alat untuk mendapatkan data dari satelit gps. Selain itu, buzzer alat yang otomatis berbunyi sebagai pertanda menghadap kiblat membuat siapa saja terkhusus pada penyandang

tunanetra lebih cepat dan mandiri dalam mengetahui arah kiblat. Sehingga menjadi sebuah kelebihan tersendiri bagi Q-Bot Versi 3.

2. Jika ditelusuri dari aplikasi pengukurannya tergolong dalam tipologi alamiah ilmiah, perhitungan ilmiah dan dibuktikan secara alamiah di lapangan. Berdasarkan perbandingan pengukuran arah kiblat yang dilakukan menggunakan *theodolite* dengan kompas pada Q Bot Versi 3 menunjukkan selisih yang cukup besar yakni berkisar $0-8^{\circ}$. Selisih yang cukup besar ini disebabkan faktor internal maupun eksternal. Faktor internal diantaranya ketelitian peneliti pada saat melakukan pengukuran. Sedangkan faktor eksternal, kompas yang perlu dikalibrasi. Dimana konsentrasi logam setempat akan memberi pengaruh besar dalam keakuratan pengukuran inilah menjadi kekurangan pada Q-Bot Versi 3. Sehingga Q-Bot Versi 3 belum bisa dijadikan sebagai sumber utama dalam penentuan arah kiblat terkecuali sebagai alat bantu disaat darurat saja.

B. Saran

Diantara yang bisa menjadi masukan dan saran dari penulis adalah:

1. Untuk pembuat alat
 - (1) Agar pendeteksian lebih akurat, diperlukan sebuah sensor yang memiliki sensitivitas tinggi, sehingga

medan magnet yang sangat lemah sekalipun masih dapat diukur.

- (2) Q Bot Versi 3 perlu kiranya diperkenalkan secara luas kepada masyarakat umum dan khususnya para penggiat Ilmu Falak. Agar dapat dimanfaatkan secara maksimal dan menunjang pengetahuan serta pembelajaran.
- (3) Desain alat yang berbentuk box segiempat akan menyulitkan bagi *tunanetra* dalam menentukan bagian sisi-sisinya.

2. Untuk pengguna (*user*)

Q Bot menggunakan kompas dalam penunjukan arah kiblatnya, sehingga wajib dilakukan pengkalibrasian dahulu sebelum digunakan. Selain itu, perlu meminimalisir medan magnet baik pada bangunan atau area yang dapat mempengaruhi keakuratan pengukuran.

C. Kata Penutup

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT penulis ucapkan sebagai ungkapan rasa syukur karena telah menyelesaikan penulisan skripsi ini. meskipun telah berusaha seoptimal mungkin, penulis meyakini masih dijumpai kekurangan dan kelemahan skripsi ini dari berbagai sisi. Namun demikian penulis berdo'a dan berharap semoga skripsi

ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, Suksinan. *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.
- _____. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005.
- _____. *Ilmu Falak : Teori dan Praktek*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2004
- Al-Naisaburi, Imam Muslim bin Hajaj Abu Hasan Qusyairi. *Shahih Muslim*, Beirut, Dar al-Kutub al-‘ilmiyyah t.th, juz 2.
- Al-Bukhari, Imam abi abdillah Muhammad bin Ismail bin Ibrahim bin Mughiroh. *Shahih Bukhari* Beirut:Dar al-Kutub al-‘ilmiyyah,t.th, juz 1
- Bashori, Muhammad Hadi. *Pengantar Ilmu Falak: Pedoman Lengkap Tentang Teori dan Praktik Hisab, Arah Kiblat, Waktu salat, Awal Bulan Qamariyah dan Gerhana*, Jakarta, Pustaka Al-kausar, 2015.
- Depag, *Pedoman Penentuan Arah Kiblat*, Jakarta; Dirjen Bimbingan Islam Dibirpera,1996.
- Hartono, Jogyianto. *Metode Pengumpulan Dan Teknik Analisis Data*, Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2018.

Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1 : Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, Program Pascasarjana IAIN Walisongo, Semarang),

_____. *Pengantar Ilmu Falak: Menyimak Proses Pembentukan Alam Semesta*, Yogyakarta: Bismillah Publisher, 2012.

_____. *Metode Pengukuran Arah Kiblat yang Dikembangkan di Pondok Pesantren Al-Hikmah II Benda Sirampak Kabupaten Brebes*, Semarang: IAIN walisongo. 2010.

Izzuddin, Ahmad. *Hisab Rukyat Menghadap Kiblat: Fiqh, Aplikasi Praktis, Fatwa dan Software*, Semarang: Pustaka Rizki Putra, 2012.

_____. *Ilmu Falak Praktis, : Metode Hisab- Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya*, Pustaka Rizki Putra, Semarang, 2002.

_____. *Kajian Terhadap Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya*, Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012.

_____. *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, Semarang: Walisongo Press, 2010.

Jamil, A. *Ilmu Falak Teori dan Aplikasi : Arah Kiblat, Awal Waktu, Dan Awal Tahun (Hisab Kontemporer)*, Jakarta: Amzah, 2009.

Katsir, Ibnu. *Taisirul'Allam Syarh 'Umdatul Ahkam*, Jakarta: ummul Qura, 2013.

- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak: Teori dan Praktik*, Buana Pustaka, 2004.
- Mughniyah, Muhammad Jawad. *Fiqh Lima Mazhab*, Jakarta : Basrie Pressm 1991.
- Munawir, Ahmad Warson. *Al Munawir Kamus Arab-Indonesia*, Surabaya: Pustaka Progressif, 1997
- Nursodik, *Problematika Sertifikasi Arah Kiblat: Studi Kasus Kalibrasi Arah Kiblat Tim Badan Hisab Rukyah Daerah Kabupaten Kudus*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat IAIN Walisongo Semarang, 2013
- Suwartono, *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian*, Yogyakarta : CV. Andi Offset, 2014.
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*, Ciputat: Lentera Hati, 2000)
- Sudibyoy, Muh. Ma'rufin. *Sang Nabi Pun Berputar*, (Solo: Tonta Medina, 2011.
- W.S, Mada Sanjaya. Dyah Angraeni dan Fikri Ibrahim Nurrahman, *Algoritma Arah Kiblat Albiruni Dalam Kitab Tahdid Nihayat Al-Amakin Litashih Masafat Al-Masakin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, Cileunyi, Bandung: CV.Bolabot, 2019.
- Zainal, Baharrudin. *Ilmu Falak*, Kuala Lumpur; 2004, ed. 2

Jurnal

Jayusman, *Mengurai Konflik Koreksi Arah Kiblat di tengah-tengah Masyarakat*, Vol. 10, no. 1 (Juni 2012); Stain-pekalongan , hlm. 54
Ridwan Efrianto dan Imam Fahrudi, *Sistem Pengaman Motor Menggunakan Smartcard* Politeknik Negeri Batam, vol. 8, no. 1 (April 2016); *Jurnal Integrasi*,

Steven Jendri Sokop, Dringhuzen. Mamahit, Sherwin R.UA. Sompie, *Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* Vol.5.no 3, 2016

Yohanes C Saghoa, Sherwin R.U.A. Sompie, Novi M. Tulung, *Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* Vol. 7 No. 2 (2018)

Penelitian

Aprilian, Erwan. *Pengembangan Sistem Pendaratan Otomatis Pada Pesawat Tanpa Awak*, Tugas Akhir: teknik elektro-Institute Teknologi Sepuluh November, 2007.

Azmi, Muhammad Farid. *Qibla Ruler sebagai Alat Pengukur Arah Kiblat*, skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2017

Budiwati, Anisah, *Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid Dalam Program Mawaqit*, Skripsi IAIN Walisongo Semarang, 2010

Ma'ruf, Nur Amri. *Uji Akurasi True North Sebagai Kompas dengan Tongkat Istiwak*, skripsi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang),2010

Ma'ruf, Muhammad Adieb Nur Amri. *Studi Komparasi Penentuan Arah Kiblat Istiwaaini Karya Slamet Hambali dengan Theodolite* skripsi Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang),2014.

Minakhah, Nilna. *Studi Akurasi Aplikasi Android Islamicastro Versi 1.8.12 Dalam Penentuan Arah Kiblat*, Skripsi Universitas Islam Negeri Walisongo, th.2019 M,

Muhammad Shofa. Fikih Arah Kiblat, Disampaikan Dalam Acara Ngaji Falak Di Auditorium 1 Uin Walisongo Semarang Pada Tanggal 12 November 2016

Niswah, Zahrotun. *Akurasi Arah Kiblat Dalam Aplikasi Android "Digital Falak" Versi 2.0.8 Karya Ahmad Tholhah Ma'ruf*, skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang,2018

Inernet:

www.nn-digital.com diakses pada tanggal 8 mei 2020 pukul 12:24 WIB

<http://www.bolabot.com> diakses pada tanggal 13 Juni 2020 Pukul 12. 15 WIB

<http://pendis.kemenag.go.id> diakses pada tanggal 30 januari 2020 jam 17:25 WIB

www.arduino.cc diakses pada tanggal 8 mei 2020 pukul 14:00
WIB

<http://www.electroschematics.com/neo-6m-gpsmodule/> Diakses pada
tanggal 27 Maret 2020 pukul 22:00 WIB

<http://kedairobot.com/components/208-162-characters-lcd-green.html>
diakses pada tanggal 28 Mei 2020 pukul 12:52
WIB

www.wikipedia.org

Wawancara:

Mada Sanjaya pada hari Rabu tanggal 12 Februari 2020

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran I: Sketch Program Formulasi Arah Kiblat oleh pak Mada Sanjaya

NO	Al-Goritma Perhitungan	Sketch Program
1	Perhitungan arah kiblat al-Biruni: Metode I	<pre>//Selisih Bujur Lokasi dan Kakbah double loLK = loL - loK; //Nilai Sin selisih Bujur Lokasi dan Kakbah double sin_loLK = sin(loLK*Radian); //Perhitungan P //Perhitungan nilai sin P double sin_P = (cos_laL*sin_loLK); //Perhitungan nilai P double ArcSinP = asin(sin_P)*(180/PI); //Perhitungan nilai cos P double cos_P = cos(ArcSinP*Radian); //Perhitungan OT //Perhitungan nilai sin OT double sin_OT =</pre>

		<pre> sin_laL/cos_P; //Perhitungan nilai OT double ArcSinOT = asin(sin_OT)*(180/PI); //Perhitungan MC //Perhitungan nilai OT - laK double OTlaK = ArcSinOT - laK; //Perhitungan nilai komplemen OT - laK double K_OTlaK = 90 - OTlaK; //Perhitungan nilai MD double K_MD = K_OTlaK; //Perhitungan nilai MC double MC = K_OTlaK; //Perhitungan MS //Perhitungan nilai sin MC double sin_MC = sin(MC*Radian); //Perhitungan nilai sin MS double sin_MS = sin_MC*cos_P; //Perhitungan nilai MS </pre>
--	--	--

		<pre> double ArcSinMS = asin(sin_MS)*(180/PI); //Perhitungan nilai cos MS double cos_MS = cos(ArcSinMS*Radian); //Perhitungan AZ //Perhitungan nilai sin AZ double sin_AZ = (cos_laK * sin_loLK)/cos_MS; //Perhitungan nilai AZ double ArcSinAZ = asin(sin_AZ)*(180/PI); </pre>
2	Perhitungan arah kiblat al-Biruni: Metode II	<pre> //Selisih Bujur Lokasi dan Kakbah double loLK = loL - loK; double sin_loLK = sin(loLK*Radian); double cos_loLK = cos(loLK*Radian); double versine_loLK = 1 - cos_loLK; //Selisih Lintang Lokasi dan Kakbah double laLK = laL - laK; double sin_laLK = sin(laLK*Radian); double cos_laLK = </pre>

		<pre>cos(laLK*Radian); //Mencari HT double HT = cos_laLK/cos_laL; //Perhitungan OM, FE, dan LZ double OM = sin_loLK*cos_laK; double FE = OM; //Perhitungan HO dan HM double HO = versine_loLK*cos_laK; //Perhitungan MC / TO double MC = HT - HO; //Perhitungan CZ / retained double CZ = MC*sin_laL; //Perhitungan ET / CF / gauge double ET = sin_laK / cos_laL; //Perhitungan FZ double fz = CZ - ET; double FZ; if(fz<0){FZ=-fz;} else if(fz>0){FZ=fz;}</pre>
--	--	--

		<pre>//Perhitungan EZ double FZ2 = FZ*FZ; double FE2 = FE*FE; double B = FZ2 + FE2; double EZ = sqrt(B); //Perhitungan AZ double sin_AZ = FE/EZ; double ArcSinAZ = asin(sin_AZ)*(180/PI);</pre>
3	Perhitungan arah kiblat al-Biruni: Metode III-1	<pre>//Selisih Bujur Lokasi dan Kakbah double loLK = loL - loK; double sin_loLK = sin(loLK*Radian); double cos_loLK = cos(loLK*Radian); double versine_loLK = 1 - cos_loLK; //Perhitungan HM double HM = versine_loLK * cos_laK; //Perhitungan MC / DL double sin_la = sin_laL; double MC = HM * sin_la; //Perhitungan AD //Komplemen Lintang</pre>

		<pre> Lokasi double k_laL = 90 - laL; double A = k_laL + laK; double cos_A = cos(A*Radian); double versine_A = 1 - cos_A; double AD = versine_A; //Perhitungan AL double AL = AD + MC; //Perhitungan EL double EA = 1; double EL = EA - AL; //Perhitungan LZ double LZ = sin_loLK * cos_laK; //Perhitungan EZ double LZ2 = LZ * LZ; double EL2 = EL * EL; double B = LZ2 + EL2; double EZ = sqrt (B); //Perhitungan AZ double sin_AZ = LZ / EZ; double ArcSinAZ = asin(sin_AZ)*(180/PI); </pre>
4	Perhitungan arah	//Selisih Bujur Lokasi dan

	kiblat al-Biruni: Metode III-2	Kakbah $\text{double } loLK = loL - loK;$ $\text{double } sin_loLK =$ $\text{sin}(loLK * \text{Radian});$ $\text{double } cos_loLK =$ $\text{cos}(loLK * \text{Radian});$ $\text{double } versine_loLK = 1 -$ $\text{cos_loLK};$ $//\text{Perhitungan HM}$ $\text{double } HM = versine_loLK$ $* \text{cos_laK};$ $//\text{Perhitungan MC / DL}$ $\text{double } sin_la = sin_laL;$ $\text{double } MC = HM * sin_la;$ $//\text{Perhitungan AD}$ $//\text{Komplemen Lintang}$ Lokasi $\text{double } k_laL = 90 - laL;$ $\text{double } A = k_laL + laK;$ $\text{double } cos_A =$ $\text{cos}(A * \text{Radian});$ $\text{double } versine_A = 1 -$ $\text{cos_A};$ $\text{double } AD = versine_A;$ $//\text{Perhitungan AL}$ $\text{double } AL = AD + MC;$ $//\text{Perhitungan EL}$
--	-----------------------------------	---

		<pre> double EA = 1; double EL = EA - AL; //Perhitungan LZ double LZ = sin_loLK * cos_laK; //Perhitungan EZ double LZ2 = LZ * LZ; double EL2 = EL * EL; double B = LZ2 + EL2; double EZ = sqrt (B); //Perhitungan TAN AZ double tan_AZ = LZ / EL; double ArcTanAZ = atan(tan_AZ)*(180/PI); </pre>
5	//Perhitungan arah kiblat al-Biruni: Metode III-3	<pre> //Selisih Bujur Lokasi dan Kakbah double loLK = loL - loK; double sin_loLK = sin(loLK*Radian); double cos_loLK = cos(loLK*Radian); double versine_loLK = 1 - cos_loLK; //Perhitungan HM double HM = versine_loLK * cos_laK; </pre>

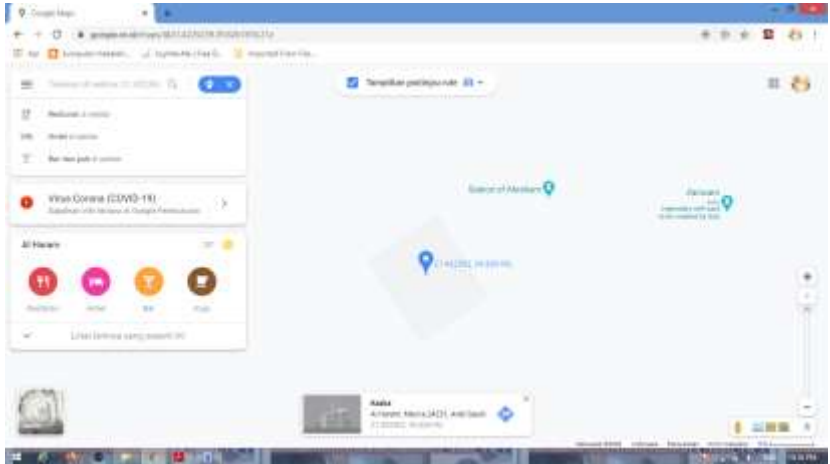
		<pre>//Perhitungan MC / DL double sin_la = sin_laL; double MC = HM * sin_la; //Perhitungan AD //Komplemen Lintang Lokasi double k_laL = 90 - laL; double A = k_laL + laK; double cos_A = cos(A*Radian); double versine_A = 1 - cos_A; double AD = versine_A; //Perhitungan AL double AL = AD + MC; //Perhitungan EL double EA = 1; double EL = EA - AL; //Perhitungan LZ double LZ = sin_loLK * cos_laK; //Perhitungan EZ double LZ2 = LZ * LZ; double EL2 = EL * EL; double B = LZ2 + EL2; double EZ = sqrt (B);</pre>
--	--	--

		<pre>//Perhitungan AZ double cot_AZ = EL / LZ; double ArcCotanAZ = atan(1/cot_AZ)*(180/PI);</pre>
6	Perhitungan arah kiblat al-Biruni: Metode IV	<pre>//Selisih Bujur Lokasi dan Kakbah double loLK = loL - loK; double sin_loLK = sin(loLK*Radian); double cos_loLK = cos(loLK*Radian); double versine_loLK = 1 - cos_loLK; //Selisih Lintang Lokasi dan Kakbah double laLK = laL - laK; double sin_laLK = sin(laLK*Radian); double cos_laLK = cos(laLK*Radian); //Perhitungan MK / OM double OM = sin_loLK * cos_laK; double sin_MK = OM; //Perhitungan ArcSinMK double ArcSinMK =</pre>

		<pre>asin(sin_MK)*(180/PI); //Perhitungan cos MK double cos_MK = cos(ArcSinMK*Radian); //Perhitungan sin KH double sin_KH = sin_laK/cos_MK; //Perhitungan ArcSinKH double ArcSinKH = asin(sin_KH)*(180/PI); //Perhitungan KE double KE = laL - ArcSinKH; //Perhitungan cos KE double cos_KE = cos(KE*Radian); //Perhitungan cos EM double cos_EM = cos_KE*cos_MK; //Perhitungan ArcCosEM double ArcCosEM = acos(cos_EM)*(180/PI); //Perhitungan sinEM double sin_EM =</pre>
--	--	---

		<pre> sin(ArcCosEM*Radian); //Perhitungan AZ double sin_AZ = sin_MK/sin_EM; double ArcSinAZ = asin(sin_AZ)*(180/PI); </pre>
7	//Perhitungan Arah Kiblat Modern	<pre> double c=sin(loLR- loKR);//sin(Ba-Bb) double d=cos(laLR);//(cos(Lb) double e=tan(laKR);//tan(21,25) double f=sin(laLR);//sin(Lb) double g=cos(loLR- loKR);//cos(Ba-39,50) double dd = (d*e)-(f*g); double i= c/dd; double Q = atan(i)*(180/PI); </pre>

Lampiran II: *Gambar koordinat kakkah yang digunakan pak Mada Sanjaya yang diambil dari google maps*



**Lampiran III: Foto Bersama Mada Sanjaya di lab bolabot
Cipadung, Kec. Cibiru Kota Bandung**



Lampiran IV surat pernyataan wawancara pak Mada Sanjaya WS

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Mada Sanjaya W. S., Ph. D.
Tempat, Tanggal Lahir : Cirebon, 11 Oktober 1985
Alamat : Bandung
Jabatan : Peneliti Bolabor Techno Robotic Institute
No Telepon/Hp : 0812277559579
Email : madaswa@gmail.com

Menyatakan bahwa identitas di bawah ini,

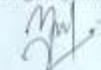
Nama : Febria Fitri
NIM : 1602046090
Status : Mahasiswa
Semester : 8
Jurusan/Fakultas : Ilmu Hukum/Fakultas Syariah dan Hukum
Judul Skripsi : Studi Akurasi Q-BOT Versi 3 Dalam Penemuan Arab Kiblat

Beneh-beneh telah melakukan wawancara dengan kami pada

12 Februari 2020

Demikian surat keterangan ini, tidak dapat digunakan dan dipertanggungjawabkan sebagaimana mestinya.

Yang Menyatakan


(Mada Sanjaya WS)

Lampiran V: *Gambar penulis melakukan pengukuran arah kiblat di MAJT*



Lampiran VI: *Gambar penulis melakukan pengukuran arah kiblat di YPMI Alfirdaus Semarang*



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Febrina Fitri
Tempat, Tanggal Lahir : Batam, 21 Februari 1997
Alamat : Perum. Mutiara Indah Blok
A4 No 1 Batuaji Buliang Batam.
Nomor HP : 081275648611
Email : febrinafitri21@gmail.com

Jenjang Pendidikan:

A. Pendidikan Formal:

2003-2007 : SDN 48 Ganting Padang
2007-2010 : SDN 010 Lubuk Baja Batam
2010-2013 : SMPN 44 Batam
2013-2016 : MA An-Ni'mah Batam
2016- sekarang : UIN Walisongo Semarang

B. Pendidikan Non Formal:

2005-2007 : TPQ Namiroh Padang
2008-2009 : TPQ Istiqomah Batam
2010-2016 : Pondok Pesantren An-Ni'mah Batam
2018 : Pendidikan Bahasa Inggris di language Center Pare Kediri
2016 - sekarang : YPMI Al-Firdaus Silayur Semarang

