

**ALAT UKUR ARAH KIBLAT DENGAN METODE  
AZIMUT BAYANGAN MATAHARI OTOMATIS**

**TESIS**

**Guna Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Magister dalam Ilmu Falak**



**Oleh :**

**AGUNG LAKSANA**

**2002048004**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU FALAK**

**FAKULTAS SYARI'AH DAN HUKUM**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**

**SEMARANG**

**2022**

## **PERSEMBAHAN**

\*\*\*

“Saya persembahkan tulisan sederhana ini untuk Keluarga

Tercinta”

\*\*\*

## MOTTO

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا ۗ  
فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۗ

*“Kami melihat wajahmu (Muhammad) sering menengadah ke langit, maka akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau senangi. Maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidilharam.”<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Tafsir Jalalain Per Kata*, Cetakan II. (Jakarta: Suara Agung, 2013), 23.

# PENGESAHAN REVISI TESIS



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM  
Jalan Prof. Dr. H. Hamka Semarang 50185  
Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website : <http://fs.walisongo.ac.id>

FTM-07

## PENGESAHAN PERBAIKAN OLEH MAJELIS PENGUJI UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis mahasiswa :

Nama : Agung Laksana  
NIM : 2002048004  
Prodi : S2 Ilmu Falak  
Judul : ALAT UKUR ARAH KIBLAT DENGAN METODE AZIMUT BAYANGAN  
MATAHARI OTOMATIS

telah diujikan pada tanggal 28 Juni 2022 dan dinyatakan LULUS oleh majelis penguji :

NAMA	TANGGAL	TANDA TANGAN
<u>Prof. Dr. Muslich Shabir, M.A.</u> Ketua Majelis	9 Juli 2022	
<u>Dr. Ali Imron, M.Ag.</u> Sekretaris	19-7-2022.	
<u>Dr. Tolkah, M.A.</u> Penguji 1	19 Juli 2022	
<u>Dr. M. Harun, M.H.</u> Penguji 2	20 Juli 2022	

## NOTA DINAS PEMBIMBING I

NOTA DINAS

Semarang, 21 Juni 2022

Kepada

Yth, Bapak Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang,

di Semarang

*Assalamu'alaikum Wr, Wb*

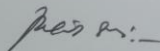
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, serta koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : **Agung Laksana**  
NIM : 2002048004  
Program Studi : S2 Ilmu Falak  
Judul : **Alat Ukur Arah Kiblat dengan Metode Azimut  
Bayangan Matahari Otomatis**

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Pembimbing I,



**Prof. Dr. H. Muslich Shabir, M.A.**

NIP: 19560603 198103 1 003

## NOTA DINAS PEMBIMBING II

NOTA DINAS

Semarang, 20 Juni 2022

Kepada

Yth, Bapak Dekan Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Walisongo Semarang,

di Semarang

*Assalamu 'alaikum Wr, Wb*

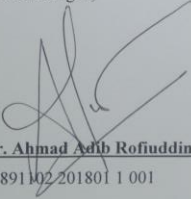
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, serta koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : **Agung Laksana**  
NIM : 2002048004  
Program Studi : S2 Ilmu Falak  
Judul : **Alat Ukur Arah Kiblat dengan Metode Azimut  
Bayangan Matahari Otomatis**

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Pembimbing II,

  
**Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I.**  
19891022018011001

# PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Agung Laksana**  
NIM : 2002048004  
Program Studi : S2 Ilmu Falak  
Judul : **Alat Ukur Arah Kiblat dengan Metode Azimut Bayangan Matahari Otomatis**

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

**Alat Ukur Arah Kiblat dengan Metode Azimut Bayangan Matahari Otomatis**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 22 Juni 2022  
Pembuat Pernyataan,



**Agung Laksana**  
NIM. 2002048004

## ABSTRAK

Judul : Alat Ukur Arah Kiblat dengan Metode Azimut Bayangan Matahari Otomatis  
Penulis : Agung Laksana  
NIM : 2002048004

Pengukuran arah kiblat sangat penting dilakukan terutama bagi suatu wilayah yang jauh dari bangunan ka'bah. Perkembangan teknologi memberikan kemudahan untuk melakukan pengukuran arah kiblat.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengetahui perancangan alat ukur arah kiblat dengan metode azimut bayangan matahari otomatis. (2) Mengetahui prinsip kerja dan akurasi alat ukur arah kiblat dengan metode azimut bayangan matahari otomatis.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan atau *Research and Development*. Teknik analisis data menggunakan deskripti analitis dan komparatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Alat ukur arah kiblat terbuat dari bahan akrilik yang dilengkapi dengan mikrokontroler arduino, sensor GPS dan komponen elektronik pendukung lainnya. (2) Prinsip kerja alat ukur kiblat dengan metode azimut bayangan matahari otomatis bergantung pada kenampakan bayangan matahari dan sensor GPS yang menjadi sumber utama perhitungan azimut kiblat beserta azimut bayangan matahari otomatis. Berdasarkan pengujian pengukuran diperoleh hasil selisih tertinggi  $0^{\circ}19'53,3''$ . Menurut analisis fiqih, pendapat toleransi arah kiblat yang diperkenankan paling sedikit adalah  $0^{\circ}24'53,3''$ . Hasil pengukuran ini masih tergolong akurat karena masih di bawah nilai batas toleransi.

**Kata Kunci : Arduino, Kiblat, Azimut, Matahari.**



## ABSTRACT

Title : Measuring Instrument Qibla Direction with Automatic Shadow Azimuth Method  
Author : Agung Laksana  
NIM : 2002048004

The measurement of the Qibla direction is very important, especially for an area that is far from the Kaaba building. Technological developments make it easy to measure the Qibla direction.

This study aims to: (1) determine the design of the Qibla direction measuring instrument with the automatic sun shadow azimuth method. (2) Knowing the working principle and accuracy of the Qibla direction measuring instrument with the automatic sun shadow azimuth method.

This research is a type of research development or Research and Development. The data analysis technique used analytical and comparative descriptions.

The results showed that: (1) The Qibla direction measuring instrument is made of acrylic material which is equipped with an Arduino microcontroller, GPS sensor and other supporting electronic components. (2) The working principle of the Qibla measuring instrument with the automatic sun shadow azimuth method depends on the appearance of the sun's shadow and the GPS sensor which is the main source of calculating the Qibla azimuth along with the automatic sun shadow azimuth. Based on the measurement test, the highest difference is  $0^{\circ}19'53.3''$ . According to fiqh analysis, the opinion of the tolerance for the direction of the Qibla that is allowed is at least  $0^{\circ}24'53,3''$ . The measurement results are still classified as accurate because they are still below the tolerance limit value.

**Keywords: Arduino, Qibla, Azimuth, Sun .**

## ملخص

الموضوع : أداة قياس اتجاه القبلة مع طريقة سمت ظل الشمس

الأوتوماتيكية

مؤلف : أجونج لكسانا

رقم الطلبة : 2002048004

يعد قياس اتجاه القبلة أمرًا مهمًا للغاية ، خاصة بالنسبة للمنطقة البعيدة عن مبنى الكعبة. جعلت التطورات التكنولوجية من السهل قياس اتجاه القبلة. تهدف هذه الدراسة إلى: (1) تحديد تصميم أداة قياس اتجاه القبلة بطريقة سمت ظل الشمس الأوتوماتيكية. (2) معرفة مبدأ العمل ودقة أداة قياس اتجاه القبلة بطريقة سمت ظل الشمس الأوتوماتيكية. هذا البحث هو نوع من تطوير البحث أو البحث والتطوير. استخدمت تقنية تحليل البيانات الأوصاف التحليلية والمقارنة. أظهرت النتائج أن: (1) جهاز قياس اتجاه القبلة مصنوع من مادة الأكريليك ومجهز بمتحكم اردوينو وجهاز استشعار GPS ومكونات إلكترونية داعمة أخرى. (2) يعتمد مبدأ عمل أداة قياس القبلة مع طريقة سمت ظل الشمس الأوتوماتيكية على مظهر ظل الشمس ومستشعر GPS الذي يعد المصدر الرئيسي لحساب سمت القبلة مع سمت ظل الشمس الأوتوماتيكية. بناءً على اختبار القياس ، فإن أعلى فرق هو  $0^{\circ} 53.3'19$  ". وفقًا لتحليل الفقه ، فإن رأي التسامح لاتجاه القبلة المسموح به هو  $0^{\circ} 53.3'24$  " على الأقل. لا تزال نتائج القياس مصنفة على أنها دقيقة لأنها لا تزال أقل من قيمة حد التسامح. الكلمات الدالة: . اردوينو ، القبلة ، سمت ، الشمس

## TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Transliterasi kata Arab-Indonesia yang dipakai dalam penyusunan Tesis ini berpedoman pada Surat Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No: 158/1987 dan 0543b/U/1987 tertanggal 22 Januari 1988.

### 1. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
أ	Alif	-	Tidak dilambangkan
ب	Ba	b	be
ت	Ta	t	te
ث	ša	š	es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	ħa	ħ	ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	kh	ka dan ha
د	dal	d	De

ذ	zal	ẓ	zet (dengan titik di atas)
ر	ra	r	Er
ز	zai	z	zet
س	sin	s	es
ش	syin	sy	es dan ye
ص	ṣad	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	ḍad	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	ṭa	ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	ẓa	ẓ	zet (dengan titik di bawah)
ع	‘ain	‘...	koma tebalik di atas
غ	gain	g	ge
ف	fa	f	ef
ق	qaf	q	ki
ك	kaf	k	ka
ل	lam	l	el

م	mim	m	em
ن	nun	n	en
و	wau	w	we
هـ	ha	h	ha
ء	hamzah	...	apostrof
ي	ya	y	ye

## 2. Vokal

### a. Vokal Tunggal

Tanda	Nama	Huru Latin	Nama
َ	fathah	a	A
ِ	kasrah	i	I
ُ	dammah	u	U

### b. Vokal Rangkap

Tanda dan Huruf	Nama	Huruf Latin	Nama
يَ ...	fathah	ai	a dan i
وَا ...	kasrah	au	a dan u

Contoh:

كَتَبَ	Ditulis	<i>Kataba</i>
يَذْهَبُ	Ditulis	<i>yazhabu</i>
سُئِلَ	Ditulis	<i>su'ila</i>

### 3. Maddah

Harakat dan huruf	Nama	Huruf dan tanda	Nama
... ا. ... ى.	fathah dan alif atau ya	ā	a dan garis di atas
ى. ....	kasrah dan ya	ī	i dan garis di bawah
و. ....	ḍammah dan wau	ū	u dan garis di atas

Contoh:

قَالَ	Ditulis	<i>qāla</i>
رَمَى	Ditulis	<i>Ramā</i>
قِيلَ	Ditulis	<i>Qīla</i>
يَقُولُ	Ditulis	<i>Yaqūlu</i>

#### 4. Ta Marbutah

Transliterasi untuk *ta marbutah* ada dua yaitu:

1. *Ta marbutah* yang hidup atau mendapat harkat fathah, kasrah, dan ḍammah, transliterasinya adalah /t/
2. *Ta marbutah* yang mati atau mendapat harkat sukun, transliterasinya adalah /h/

Jika pada kata yang terakhir dengan *ta marbutah* diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang al serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka *ta marbutah* itu transliterasinya ha.

Contoh:

رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ	Ditulis	<i>rauḍah al-afāl</i>
الْمَدِينَةُ الْمُنَوَّرَةُ	Ditulis	<i>al-madīnah al-munawwarah</i>
طَلْحَةَ	Ditulis	<i>ṭalḥah</i>

#### 5. Syaddah (tasydid)

رَبَّنَا	Ditulis	<i>Rabbanā</i>
نَزَّلَ	Ditulis	<i>Nazzala</i>

## 6. Kata sandang (ال)

Dalam transliterasi ini kata sandang dibedakan atas kata sandang yang diikuti oleh huruf *syamsiyah* dan kata sandang yang diikuti oleh huruf *qamariyah*.

1. Kata sandang yang diikuti oleh huruf *syamsiyah* ditransliterasikan sesuai bunyinya, yaitu huruf /1/ diganti dengan huruf yang langsung mengikuti kata sandang itu.
2. Kata sandang yang diikuti oleh huruf *qamariyah* ditransliterasikan sesuai dengan aturan yang digariskan di depan dan sesuai pula dengan bunyinya.

Contoh:

الرَّجُلُ	Ditulis	<i>ar-rajulu</i>
القَمَرُ	Ditulis	<i>al-qamaru</i>

## 7. Hamzah

Dinyatakan di depan bahwa hamzah ditransliterasikan dengan apostrof. Namun hanya berlaku bagi hamzah yang terletak ditengah dan diakhir kata. Bila hamzah itu terletak di awal kata, ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab berupa alif.



Contoh:

النَّوْءُ	Ditulis	<i>an-nau'u</i>
سَيِّئٌ	Ditulis	<i>syai'un</i>
إِنَّ	Ditulis	<i>Inna</i>

## 8. Penulisan kata

Pada dasarnya setiap kata, baik *fi'il*, *isim* maupun *harf*, ditulis terpisah. Hanya kata-kata tertentu yang penulisannya dengan huruf Arab sudah lazim dirangkaikan dengan kata lain karena ada huruf atau harkat yang dihilangkan, maka dalam transliterasi ini penulisan kata tersebut dirangkaikan juga dengan kata yang lain yang mengikutinya.

Contoh:

وَإِنَّ اللَّهَ لَهُو خَيْرٌ الرَّازِقِينَ	ditulis	- <i>Wa innallāha lahuwa khair ar-rāziqīn.</i> - <i>Wa innallāhu lahuwa khairur-raziqīn.</i>
فَأَوْفُوا الْكَيْلَ وَالْمِيزَانَ	ditulis	- <i>Wa aufū al-kaila wal-mizān.</i> - <i>Wa auful-kaila wal-mizān.</i>
بِسْمِ اللَّهِ مَجْرَهًا وَمُؤَسَّسَهَا	ditulis	<i>Bismillāhi majrēha wa mursāhā</i>

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah*, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. Atas segala limpahan rahmat, taufik, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “**Alat Ukur Arah Kiblat dengan Metode Azimut Bayangan Matahari Otomatis**”. Salawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, beserta Keluarga, para Sahabat yang senantiasa kita harapkan barokah syafa’atnya pada hari akhir.

Dalam penyusunan Tesis ini penulis tidak lepas dari bimbingan, dorongan serta bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta, Alm. Bapak, Ibu, Kakak dan saudara-saudara tercinta atas cinta, kasih sayang, do’a serta semangat yang terus mengalir tiada henti
2. Dekan Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, beserta para Wakil Dekan yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian dan memberikan fasilitas selama masa perkuliahan
3. Ketua Program Studi Magister Ilmu Falak UIN Walisongo beserta staf-stafnya, terima kasih atas kesabaran, kebesaran hati dan bimbingan serta dukungannya.

4. Bapak Prof. Dr. H. Muslich Shabir, M.A. selaku pembimbing I dan bapak Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I. selaku pembimbing II, terima kasih atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan dalam penyusunan tesis ini
5. Majelis Dikilitbang, Lazismu dan Majelis Tarjih yang telah memberikan kesempatan dan dukungan beasiswa penuh sehingga penulis dapat menjalankan kuliah di program studi magister ilmu falak
6. Bapak Lukman Hakim, M.Kom yang selalu kebersamai kami, memberikan motivasi dan saran-saran selama menjalani perkuliahan.
7. Bapak drs. Mutoha Arkanuddin selaku direktur Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak – Rukyatul Hilal Indonesia (LP2IF-RHI) yang telah memberikan dukungan motivasi, saran dan bimbingannya.
8. Teman-teman penerima beasiswa ilmu falak/astronomi Marataon, Saif, Rodham, Mega dan Fadhila yang telah menjadi teman diskusi dan berbagi ilmu selama masa studi.
9. Teman-teman S2 IF 2020, atas kebersamaan yang telah kita lalui bersama sungguh berkesan hingga akhir.
10. Teman-teman diskusi mas pandu, gilang, ervan, isti, fauzi atas waktu dan saran-saran yang telah diberikan.

11. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penulis selama studi di Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang.

Tidak ada ucapan yang dapat penulis kemukakan disini atas jasa-jasa mereka, kecuali hanya harapan semoga pihak-pihak yang telah penulis kemukakan di atas selalu mendapat rahmat dan anugrah dari Allah SWT. Demikian tesis yang penulis susun ini sekalipun belum sempurna namun harapan penulis semoga akan tetap bermanfaat dan menjadi sumbangan yang berharga bagi khazanah keilmuan falak.

Semarang , 21 Juni 2022

Penulis

**Agung Laksana**

NIM: 200204801

## DAFTAR ISI

<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN REVISI TESIS</b> .....	<b>iii</b>
<b>NOTA DINAS PEMBIMBING I</b> .....	<b>iv</b>
<b>NOTA DINAS PEMBIMBING II</b> .....	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>ملخص</b> .....	<b>ix</b>
<b>TRANSLITERASI ARAB-LATIN</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xx</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xxii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>Bab I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan dan Manfaat .....	7
D. Spesifikasi Produk .....	8
E. Asumsi Pengembangan.....	9
F. Kerangka Teori .....	9
G. Kajian Pustaka .....	13
H. Metode Penelitian .....	19
I. Sistematika Penulisan .....	23
<b>Bab II TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT</b> .....	<b>25</b>
A. Definisi Arah Kiblat.....	25
B. Sejarah Kiblat .....	27
C. Dasar Hukum Menghadap Kiblat .....	34

D. Perhitungan Arah Kiblat .....	39
E. Metode Pengukuran Arah Kiblat .....	50
F. Menentukan Posisi Matahari.....	60
G. Dinamika Arah Kiblat di Indonesia .....	65
<b>Bab III PERANCANGAN ALAT UKUR ARAH KIBLAT DENGAN METODE AZIMUT BAYANGAN MATAHARI OTOMATIS.....</b>	<b>70</b>
A. Deskripsi Bagian-Bagian Alat .....	70
B. Komponen Elektronika Pendukung .....	74
C. Skema Rangkaian Alat.....	90
D. Proses Perancangan Alat.....	95
E. Prosedur Pengambilan Data.....	101
<b>Bab IV PRINSIP KERJA DAN AKURASI ALAT UKUR KIBLAT DENGAN METODE AZIMUT BAYANGAN MATAHARI OTOMATIS.....</b>	<b>107</b>
A. Prinsip Kerja Alat .....	107
B. Hasil Uji Perhitungan.....	113
C. Hasil Uji Pengukuran.....	119
D. Analisis Kelebihan dan Kekurang Alat.....	122
E. Analisis Fiqh dan Implikasi .....	124
<b>Bab V PENUTUP .....</b>	<b>129</b>
A. Simpulan .....	129
B. Saran .....	130
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>131</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>138</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>167</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koordinat Ka'bah
Tabel 3.1	Spesifikasi Arduino Uno
Tabel 3.2	Tipe data arduino
Tabel 4.1	Pengujian Sensor GPS Terhadap Koordinat Lokasi
Tabel 4.2	Pengujian Sensor GPS Terhadap Waktu Lokal
Tabel 4.3	Pengujian Perhitungan Arah Kiblat Pada LCD
Tabel 4.4	Pengujian Perhitungan Azimuth Matahari Pada LCD
Tabel 4.5	Pengujian Kalkulator Şaff
Tabel 4.6	Pengukuran Arah Kiblat di Gedung BLK
Tabel 4.7	Pengukuran Arah Kiblat di Masjid Kampus 3
Tabel 4.8	Rekapitulasi Hasil Pengujian

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Pemaknaan wilayah masjidil haram
- Gambar 2.2 Lingkaran pada bentuk bumi
- Gambar 2.3 Koordinat bumi
- Gambar 2.4 Segitiga bola pada permukaan bumi
- Gambar 2.5 Segitiga bola pada ka'bah dan lokasi lain
- Gambar 2.6 Peta Arah Kiblat di Seluruh Dunia
- Gambar 2.7 Perbedaan kutub magnetik dengan kutub geografis
- Gambar 2.8 Variasi deklinasi magnetik wilayah indonesia
- Gambar 2.9 Penentuan arah kiblat menggunakan tongkat istiwa'
- Gambar 2.10 Penentuan arah kiblat rumus segitiga siku-siku
- Gambar 2.11 Penentuan arah kiblat saat matahari di zenit ka'bah
- Gambar 2.12 Theodolit digital
- Gambar 3.1 Bagian Tripod
- Gambar 3.2 Bagian dasar alat dengan tiga buah baut di ujung segitiga untuk *leveling*
- Gambar 3.3 Bagian utama alat ukur
- Gambar 3.4 Box kalkulator şaff
- Gambar 3.5 Arduino Uno beserta bagian-bagiannya
- Gambar 3.6 Tampilan Arduino IDE
- Gambar 3.7 LCD 2x16 dan 4x20
- Gambar 3.8 Modul I2C
- Gambar 3.9 Modul GPS NEO6V2
- Gambar 3.10 Matrix keypad 4x4
- Gambar 3.11 Skema rangkaian alat utama
- Gambar 3.12 Listing Program Modul GPS
- Gambar 3.13 Diagram alir alat utama
- Gambar 3.14 Skema rangkaian kalkulator şaff



- Gambar 3.15 Diagram alir kalkulator şaff
- Gambar 3.16 Proses perancangan desain alat
- Gambar 3.17 Perakitan hasil *cutting lasser*
- Gambar 3.18 Pemilihan board arduino
- Gambar 3.19 Penambahan *Library*
- Gambar 3.20 Bayangan gnomon tepat di tengah papan bayangan
- Gambar 3.21 Benang menunjukkan azimuth bangunan
- Gambar 3.22 Kalkulator kiblat RHI
- Gambar 3.23 Angka teodolit sama dengan arah matahari
- Gambar 4.1 Tampilan dua buah LCD
- Gambar 4.2 Alat terpasang lengkap
- Gambar 4.3 Gnomon dengan variasi ketinggian
- Gambar 4.4 Kalkulator Şaff
- Gambar 4.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Alat dengan Aplikasi RHI
- Gambar 4.6 Arah masjid Quba melenceng 45 km dari bangunan ka'bah

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pada awal perkembangan Islam, penentuan arah kiblat tidak menimbulkan banyak permasalahan karena umat Islam masih relatif sedikit dan tinggal di sekitar Makkah dan Madinah. Umat muslim yang berada di sekitar ka'bah akan sangat mudah untuk menghadapkan diri ke arah kiblat karena dapat melihat wujud bangunan ka'bah secara langsung.<sup>1</sup> Pada masa sekarang, islam telah berkembang pesat dan tersebar di berbagai belahan dunia, salah satunya di Indonesia. Jika umat Islam berada jauh dari kota Makkah maka untuk melaksanakan salat perlu berusaha memperoleh pengetahuan untuk menemukan arah kiblat dengan tepat.

Penentuan arah kiblat di Indonesia mengalami perkembangan dari waktu ke waktu seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan yang ada. Pertama kali menganggap arah kiblat indonesia cukup ke arah barat. Sampai pada akhirnya terbit fatwa MUI No. 5 tahun 2010 tentang arah kiblat yang memberikan pemahaman bahwa arah kiblat bukan sekedar ke arah barat tetapi perlu adanya perhitungan yang lebih tepat.<sup>2</sup> Arah kiblat suatu

---

<sup>1</sup> Watni Marpaung, *Pengantar Ilmu Falak* (Yogyakarta, 2015), 59.

<sup>2</sup> Ahmad Izzuddin, "Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya," *(Annual International Conference on Islamic Studies)AISIS XII*, no. 3 (2010): 759.

tempat dapat dihitung melalui koordinat lintang dan bujur di masing-masing lokasi. Perhitungan modern umumnya menggunakan konsep segitiga bola dengan mengasumsikan bahwa bumi berbentuk bulat sempurna.

Arah dari suatu tempat ke tempat lain di permukaan bumi ditunjukkan oleh busur lingkaran terpendek yang menghubungkan kedua tempat tersebut. Busur lingkaran yang dapat menghubungkan dua tempat di permukaan bola ada dua macam yaitu lingkaran besar dan lingkaran kecil. Busur dengan jarak yang terpendek adalah busur yang melalui lingkaran besar permukaan bumi.<sup>3</sup>

Penentuan arah kiblat tidak cukup melalui perhitungan, tetapi diperlukan juga pengamatan dengan peralatan ilmu falak. Alat yang banyak digunakan masyarakat adalah kompas kiblat. Dalam pengukuran arah kiblat, alat ini membantu untuk menentukan utara sejati dengan menambahkan koreksi-koreksi yang bervariasi di setiap tempat.<sup>4</sup> Kompas hendaknya hanya digunakan pada saat darurat, seperti pada saat malam hari, mendung, hujan, atau hanya

---

<sup>3</sup> Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP.Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah* (Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009), 26.

<sup>4</sup> Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Cet. II. (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 126.

untuk kepentingan pribadi dan bukan digunakan untuk acuan pembangunan masjid yang sifatnya permanen.<sup>5</sup>

Metode penentuan arah kiblat lainnya yang paling mudah dilakukan adalah dengan memanfaatkan peristiwa *istiwa 'adhom*, yaitu ketika matahari tepat berada di atas ka'bah. Jika matahari tepat di zenit ka'bah maka setiap orang yang melihat ke arah matahari akan tepat mengarah ke arah ka'bah. Saat peristiwa *istiwa 'adhom*, bayangan setiap benda akan otomatis mengarah ke ka'bah sehingga dianggap lebih akurat dibandingkan dengan metode yang lainnya.<sup>6</sup> Metode ini tidak dapat dilakukan setiap saat melainkan di waktu-waktu tertentu saja. Pada kurun waktu satu tahun hanya dapat diamati sebanyak dua kali. Pengamatan tidak dapat dilakukan apabila cuaca kurang mendukung.

Para akademisi ilmu falak telah menciptakan dan mengembangkan berapa instrumen agar pengukuran arah kiblat dapat dilakukan sewaktu-waktu. Peralatan yang digunakan dengan memanfaatkan sinar matahari diantaranya Mizwalla Qiblat Finder, Istiwa 'aini, Qibla Laser, Qiblat Tracker, Teodolit dan lain-lain. Mizwalla Qiblat Finder merupakan karya Hendro Setyanto dengan modifikasi sundial yang terdiri dari gnomon dan bidang dial yang

---

<sup>5</sup> Slamet Hambali, "Metode Pengukuran Arah Kiblat Dengan Segitiga Siku-Siku Dari Bayangan Matahari Setiap Saat" (UIN Walisongo, 2010).

<sup>6</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya)* (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), 45.

dapat berputar 360 derajat serta kompas sebagai ancar-ancar.<sup>7</sup> Istiwa ‘aini merupakan alat sederhana karya Slamet Hambali, memiliki dua gnomon untuk mendapatkan arah kiblat dan arah utara sejati dengan akurat.<sup>8</sup>

Qiblat Tracker merupakan alat ukur kiblat karya Mutoha Arkanuddin, terbuat dari akrilik dan terdiri dari satu bidang dial berbentuk lingkaran yang dapat berputar 360 derajat di atas tumpuan putar berbentuk persegi, gnomon finder yang diarahkan ke matahari dan sebuah benang pointer. Alat ini merupakan pengembangan dari Mizwalla, Istiwa‘ain dan sedikit menambahkan fungsi kerja teodolit.<sup>9</sup> Selain itu, Qiblat Tracker juga dilengkapi dengan laser yang dapat dibongkar pasang untuk keperluan pengukuran kiblat di malam hari. Pada malam hari objek benda langit yang bisa dijadikan acuan yaitu bulan, bintang dan planet.

Teodolit digunakan untuk mengukur sudut horizontal dan sudut vertikal dengan skala terkecil dalam orde detik busur. Untuk menentukan arah kiblat, alat ini berpedoman pada posisi dan

---

<sup>7</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya)*, 72.

<sup>8</sup> Muhammad Iqbal, “Pengembangan Istiwa’aini Sebagai Instrumen Penentuan Arah Kiblat Berbasis Teknologi (Digital)” (UIN Walisongo, 2021), 5.

<sup>9</sup> Arif Fahtur Rohman, “Uji Akurasi Qiblat Tracker RHI Dalam Menentukan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Bintang” (UIN Walisongo, 2019), 5.

pergerakan matahari. Pada teodolit terdapat teleskop kecil yang apabila digerakan maka secara otomatis nilai sudut horizontal dan vertikalnya muncul di layar monitor sesuai perubahan sudut pergerakannya.<sup>10</sup>

Dari berbagai peralatan yang telah disebutkan, penulis menemukan adanya kekurangan yang sama dari semuanya yaitu belum dilengkapi dengan alat hitung. Praktis saat melakukan pengukuran arah kiblat, petugas ukur kiblat perlu menghitung arah kiblat dan posisi matahari dengan perangkat lain seperti laptop, kalkulator ataupun *handphone*. Pengukuran arah kiblat dengan alat ukur yang terpisah dengan alat hitung kurang efektif dan efisien. Pada *handphone* android diperlukan koneksi internet untuk memperoleh koordinat lokasi instal aplikasi terlebih dahulu. Tidak di setiap masjid yang akan diukur arah kiblatnya memiliki koneksi internet lancar dan bahkan beberapa *handphone* memiliki tidak cukup ruang untuk menambah aplikasi. Jika menggunakan laptop tentu harus menginstal aplikasi terlebih dahulu dan juga memiliki ukuran yang cukup berat.

Untuk mengatasi kelemahan instrumen arah kiblat yang telah ada, diperlukan suatu inovasi yang mampu menggabungkan fungsi alat sebagai alat hitung dan alat ukur. Salah satu inovasi yang dapat

---

<sup>10</sup> Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)* (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), 230.

dilakukan yaitu dengan menggunakan mikrokontroler seperti arduino uno. Mikrokontroler merupakan suatu *chip* yang di dalamnya terdapat mikroprosesor dilengkapi dengan input, output dan memori.<sup>11</sup> Mikrokomputer terdiri dari sejumlah komponen diantaranya Prosesor, ROM, RAM, *Timer/Counter*, I/O dan peralatan pendukung lainnya. Arduino uno merupakan suatu papan elektronik yang terdapat mikrokontroler Atmega328 (berfungsi seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk membuat rangkaian elektronik baik yang sederhana hingga kompleks.<sup>12</sup>

Arduino memiliki kelebihan seperti harga terjangkau, dapat dijalankan di berbagai sistem operasi (windows, linux, mac, dan sebagainya), piranti sederhana dengan bahasa pemrograman yang mudah sehingga bisa dipelajari oleh siapa saja dan bersifat *open source* baik *hardware* maupun *software*. Arduino telah dimanfaatkan pada bidang otomotif, perlengkapan rumah tangga, pengendali peralatan di industri dan robotika, sedangkan penggunaan arduino di bidang falak masih sangat jarang.

---

<sup>11</sup> Ratih Puspadini, “Perancangan Sistem Kontrol Penerangan Pendingin Ruangan Dan Telepon Otomatis Terjadwal Berbasis Mikrokontroler,” *Singuda Ensikom* 4 (2013): 41–46.

<sup>12</sup> Abdul Kadir, *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino* (Yogyakarta: CV. Andi, 2012).

Bedasarkan penjelasan dan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan riset terkait instrumen falak yang memanfaatkan mikrokontroler arduino dengan judul “*Alat Ukur Kiblat dengan Metode Azimut Bayangan Matahari Otomatis*”.

## **B. Rumusan Masalah**

Bedasarkan uraian di latar belakang, maka rumusan masalahnya yaitu:

1. Bagaimana perancangan alat ukur arah kiblat dengan metode azimut bayangan matahari otomatis?
2. Bagaimana prinsip kerja dan tingkat akurasi alat ukur arah kiblat dengan metode azimut bayangan matahari otomatis?

## **C. Tujuan dan Manfaat**

Tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk:

1. Mengetahui prinsip kerja alat ukur kiblat dengan metode bayangan matahari yang terintegrasi alat hitung otomatis dan akurasinya
2. Mengetahui analisis fiqih dan astronomi terhadap alat ukur kiblat dengan metode bayangan matahari yang terintegrasi alat hitung otomatis

Penelitian dapat memberi manfaat antara lain:

1. Menambah khazanah keilmuan falak mengenai instrumen penentuan arah kiblat.



2. Memberikan sumbangan pemikiran untuk mengembangkan instrumen pengukuran arah kiblat yang lebih mudah dan efisien dengan mengintegrasikan alat ukur dan alat hitung.

#### **D. Spesifikasi Produk**

Berdasarkan tujuan penelitian bahwa penelitian ini mengembangkan produk dalam bentuk *hardware* sederhana yang dilengkapi dengan program alat hitung khusus pengukuran arah kiblat. Spesifikasi produk yang diharapkan dalam penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Instrumen terdiri dari bidang dial berbentuk piringan lingkaran 360 derajat yang dapat diputar dan memiliki skala terkecil 0,5 derajat.
2. Instrumen hanya menggunakan 1 gnomon yang dipasang di ujung bidang dial dengan 3 variasi ketinggian yang berbeda-beda.
3. Instrumen dilengkapi dengan waterpas lingkaran dan kompas biasa sebagai pembanding saat melakukan pengukuran.
4. Pembuatan desain produk menggunakan Corel Draw X5 yang dicetak pada akrilik dengan teknik *lasser cutting*.
5. Instrumen dilengkapi sensor GPS yang kemudian diolah dalam pemrograman sebagai input untuk menampilkan data arah kiblat dan posisi Matahari otomatis pada layar LCD.

6. Instrumen menggunakan *powerbank* sebagai sumber kelistrikan
7. Pembuatan alat hitung otomatis dan kalkulator *shaff* menggunakan arduino uno

## **E. Asumsi Pengembangan**

Asumsi dalam penelitian dan pengembangan produk sebagai instrumen alat ukur kiblat adalah sebagai berikut:

1. Desain produk sebagai alat ukur kiblat dilengkapi dengan alat hitung otomatis yang terintegrasi waktu dan koordinat lokasi. Hal ini dapat melengkapi kekurangan berbagai alat ukur kiblat yang selama ini masih terpisah dengan alat hitungnya.
2. Produk alat ukur yang terintegrasi dengan alat hitung dapat mempermudah pengukuran arah kiblat. Petugas ukur kiblat tidak perlu menggunakan perangkat tambahan seperti aplikasi ponsel dan *software* lainnya di komputer
3. Produk merupakan solusi alternatif dalam pengukuran arah kiblat di siang hari untuk bangunan yang bersifat permanen

## **F. Kerangka Teori**

1. Teori perhitungan arah kiblat

Perhitungan arah kiblat di masa sekarang sangat mudah dilakukan oleh siapa saja dengan bekal pengetahuan rumus matematika dan alat bantu hitung seperti kalkulator. Arah Kiblah dapat ditentukan dari setiap titik atau tempat di

permukaan Bumi dengan melakukan perhitungan dan pengukuran . Oleh sebab itu, perhitungan arah kiblat pada dasarnya adalah perhitungan untuk mengetahui guna menetapkan ke arah mana Kakbah di Mekah itu dilihat dari suatu tempat di permukaan Bumi.<sup>13</sup> Sistem perhitungan arah kiblat yang dipergunakan juga mengalami perkembangan, baik mengenai data koordinat maupun sistem ilmu ukurnya. Hal ini didukung adanya alat-alat bantu yang lebih baik misalnya alat bantu perhitungan seperti *scientific calculator* maupun alat bantu pencarian data koordinat yang semakin canggih, seperti GPS. Semakin baik dan canggih alat-alat bantu tersebut, data *azimuth* semakin tinggi akurasi.<sup>14</sup>

Ada tiga teori yang digunakan dalam penentuan arah kiblat diantaranya teori trigonometri bola, teori geodesi dan teori navigasi. Ketiga teori tersebut berdasar pada dua tipologi definisi arah yaitu arah yang mengikuti garis yang mempunyai arah sudut tetap dengan jarak tempuh yang jauh, dan arah yang mengikuti garis yang mempunyai arah sudut tidak tetap dengan jarak tempuh terdekat. Definisi arah yang pertama digunakan

---

<sup>13</sup> Muhyidin Khazin, *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik* (Yogyakarta: Buana, 2004), 49.

<sup>14</sup> Moh Murtadho, *Ilmu Falak Praktis* (Malang: UIN Malang Press, 2008), 138–139.

dalam teori navigasi. Definisi arah yang kedua digunakan dalam teori trigonometri bola dan teori geodesi.<sup>15</sup>

## 2. Metode penentuan arah kiblat

Arah kiblat dapat ditentukan dengan berbagai cara seperti menggunakan kompas, azimuth benda langit dan azimuth bayangan matahari. Penggunaan kompas lebih diutamakan untuk keperluan mendesak seperti di perjalanan atau tempat yang tidak belum diketahui arah mata angin. Jarum pada kompas sangat dipengaruhi oleh benda-benda yang memiliki medan magnet sehingga akan mengurangi tingkat keakurasiannya.

Azimuth benda langit yang umum digunakan adalah azimuth matahari. Sebelum melakukan pengukuran, terlebih dahulu menghitung posisi matahari setiap saat atau pada saat melakukan pengamatan. Alat yang digunakan dalam metode ini yaitu theodolit. Sepanjang penelusuran penulis, pengukuran arah kiblat menggunakan theodolit memiliki tingkat akurasi yang paling tinggi dibandingkan dengan alat lain. Selain matahari, objek azimuth objek langit lainnya juga dapat digunakan sebagai acuan seperti bintang, planet dan bulan.

---

<sup>15</sup> Ahmad Izzuddin, *Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, (Surabaya: Conference Proceedings Annual International Conference on Islamic Studies AICIS XII, 2012), h.773.

Theodolit termasuk alat yang mudah ditemui tetapi harganya cukup mahal sehingga memunculkan inovasi instrumen lain yang harganya lebih terjangkau dengan akurasi tinggi. Mizwalla, Istiwa ‘aini dan Qiblat Tracker merupakan instrumen alat ukur kiblat dengan memanfaatkan azimuth bayangan matahari yang prinsip kerjanya hampir sama dengan theodolit. Skala pada ketiga alat tersebut dapat dikatakan sistem analog karena pengamat harus melihat skala pada alat ukur. Teodolit menggunakan sistemnya digital dengan ketelitian sampai pada satuan detik busur. Pada praktik pengukuran satuan detik busur dapat diabaikan.

Perkembangan ilmu pengetahuan yang pesat diharapkan dapat mendukung kemudahan pengukuran arah kiblat, sedemikian rupa sehingga penyimpangan arah kiblat yang terjadi di tempat-tempat ibadah dapat diminimalisir. Teknologi bukan satu-satunya faktor yang dapat memecahkan permasalahan kesulitan pengukuran arah kiblat, akan tetapi teknologi hanya merupakan sarana bantu untuk memperkecil kesalahan-kesalahan yang biasa terjadi.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Zainul Arifin, “Akurasi Google Earth Dalam Pengukuran Arah Kiblat,” *Ulumuddin : Jurnal Ilmu-ilmu Keislaman* 7, no. 2 (2017): 140.

## G. Kajian Pustaka

Penelitian ini didasarkan pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Rujukan yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

*Pertama*, skripsi Fahrin tahun 2014 mengenai “*Qibla Laser sebagai Alat Penentu Arah Kiblat Setiap Saat dengan Menggunakan Matahari dan Bulan*”. Dalam penelitiannya membahas penentuan arah kiblat yang mengacu pada posisi matahari dan posisi bulan. Penelitian lebih difokuskan pada temuan alat Fahrin yaitu Qibla Laser. Hasil pengukuran di lapangan terdapat selisih dengan alat falak yang lain seperti Mizwala Qibla Finder dan Theodolite, akan tetapi selisih tersebut masih dalam batas toleransi arah kiblat mengingat posisi Kakbah dengan Indonesia sangat jauh.<sup>17</sup> Perbedaan dengan penelitian ini adalah Qibla Laser membutuhkan alat hitung yang terpisah, dalam hal ini Fahrin membuat program alat hitung posisi bulan dan matahari menggunakan microsoft excel, sedangkan alat yang telah dibuat oleh peneliti tidak perlu membuat program tambahan karena sistem perhitungan posisi matahari sudah terdapat pada satu alat.

*Kedua*, jurnal penelitian Mustofa Kamal tahun 2015 dengan judul “*Teknik Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Google Earth dan Kompas Kiblat RHP*”. Dalam penelitian ini,

---

<sup>17</sup> Fahrin, “Qibla Laser Sebagai Alat Penentu Arah Kiblat Setiap Saat Dengan Menggunakan Matahari Dan Bulan” (UIN Walisongo, 2014).

aplikasi google earth digunakan untuk menentukan letak geografis masjid atau mushola, sedangkan kompas kiblat digunakan untuk mengukur tingkat akurasi arah kiblatnya. Pada umumnya kompas kiblat RHI biasa digunakan untuk keperluan praktis pengukuran kiblat di berbagai tempat. Azimuth Berdasarkan hasil analisa dua masjid dan sembilan mushola di desa Blendung, enam bangunan masjid dan mushola sejajar dengan garis lurus arah kiblat, tiga bangunan menunjukkan tingkat kesejajaran yang presisi, sementara tiga lainnya berada pada satu derajat. Lima bangunan lainnya melenceng dari arah kiblat sekitar 17-26 derajat.<sup>18</sup> Perbedaan dengan penelitian ini yaitu penelitian Mustofa Kamal dilakukan menggunakan kompas dan aplikasi google earth, sedangkan peneliti menggunakan azimuth bayangan matahari.

*Ketiga*, penelitian M.Z Ibrahim tahun 2010 dalam 9th WSEAS International Conference yang berjudul “*Mobile Qibla and Prayer Time Finder using External GPS and Digital Compass*”. Dalam penelitian ini, “Pencari Kiblat Seluler dan Waktu Sholat” telah disajikan untuk menentukan waktu sholat dan arah kiblat menggunakan sistem yang dibangun berbasis GPS sehingga memberikan informasi tentang garis lintang, bujur, tanggal dan waktu dan informasi ini akan disinkronkan dengan sistem kompas eksternal agar seluruh sistem untuk beroperasi dengan benar.

---

<sup>18</sup> Mustofa Kamal, “Teknik Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Google Earth Dan Kompas Kiblat RHI,” *Jurnal Madaniyah* 2 (2015).

Perangkat ini mengintegrasikan beberapa fitur dan fungsi yang membuatnya menonjol dari orang lain. Di sebagian besar produk, penentuan waktu sholat dan penentuan arah kiblat akan didasarkan pada lokasi kota terdekat atau distrik di dalam database. Produk ini mungkin tidak memiliki kemampuan untuk menyediakan pengguna dengan yang sebenarnya waktu sholat dan arah kiblat. Berdasarkan sensor GPS, lokasi pengguna selalu dapat diperbarui secara otomatis dan bukan cara konvensional dimana pengguna harus memilih kota dan lokasi saat ini secara manual. Kompas digital dalam sistem ini akan menjadi menunjuk ke Ka'bah secara otomatis dalam sistem waktu yang real sebagai dibandingkan dengan cara konvensional di mana pengguna menyelaraskan mereka sendiri menggunakan matahari sebagai referensi. Sistem ini dapat digunakan di kendaraan lain seperti kereta api, kapal, pesawat terbang dan juga di darat.<sup>19</sup> Perbedaan dengan penelitian ini adalah alat yang dibuat tidak dilengkapi sensor kompas ataupun jawal waktu salat.

*Keempat*, paper penelitian M Sanjaya dkk tahun 2018 dalam IOP Conference Series dengan judul “*Qibla Finder and Sholat Times Based on Digital Compass, GPS and Microprocessor*”. Dalam penelitian ini, metode trigonometri segitiga bola yang

---

<sup>19</sup> M Z Ibrahim et al., “Mobile Qibla and Prayer Time Finder Using External GPS and Digital Compass,” *Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on APPLICATIONS of ELECTRICAL ENGINEERING 9* (2010): 138–143.



digunakan untuk menentukan arah kiblat dan waktu Sholat berdasarkan data Lintang dan Bujur suatu lokasi. Q-Bot Ver3 dikembangkan dengan teknologi robot berbasis *Digital Compass*, GPS dan Mikrokontroler Arduino. Selain itu, arah kiblat dilengkapi Buzzer yang dapat berbunyi saat perangkat menghadap kiblat, sehingga sistem ini dapat digunakan oleh tuna netra. Sistem telah diuji untuk mengoreksi arah kiblat beberapa masjid di sekitar Komplek Permata Biru, Cinunuk, Kab. Bandung, Indonesia.<sup>20</sup> Perbedaan dengan penelitian ini adalah alat yang dibuat tidak dilengkapi sensor kompas dan *buzzer*.

*Kelima*, penelitian Lubis S tahun 2020 dalam jurnal Budapest International Research in Exact Science yang berjudul “*The design and Qibla Direction by Using the Hmc 5883L Sensor as a Compass RHI in the UMSU Science Laboratory (OIF)*”. Kesimpulan dari penelitian ini diantaranya kemampuan membaca sensor HMC 5883L cukup baik. Pembacaan sensor sangat mudah dipahami karena bahasanya ditampilkan dalam LCD dapat diganti dengan bahasa sehari-hari. Perbandingan hasil pengukuran arah kiblat tidak terlalu jauh dan layak digunakan sebagai alternatif kompas

---

<sup>20</sup> W S M Sanjaya, “Qibla Finder and Sholat Times Based on Digital Compass , GPS and Microprocessor Qibla Finder and Sholat Times Based on Digital Compass , GPS and Microprocessor,” *The 2nd Annual Applied Science and Engineering Conference (AASEC 2017) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* (2018).

RHI yang ada di OIF UMSU.<sup>21</sup> Perbedaan dengan penelitian ini adalah sensor yang digunakan bukan kompas tetapi sensor GPS.

*Keenam*, artikel yang ditulis oleh Arwin Juli Rakhmadi pada jurnal masalah tahun 2020 dengan judul “*Pemanfaatan Instrumen Astronomi Klasik Mizwala Dalam Pengukuran Dan Pengakurasion Arah Kiblat*”. Artikel ini membahas tentang Mizwala Qibla Finder hasil karya Hendro Setyanto. Alat ini sangat cocok dan akurat digunakan di era modern. Pemanfaatan Mizwala Qibla Finder dalam penentuan arah kiblat memiliki akurasi yang cukup tinggi sehingga direkomendasikan untuk digunakan dalam menentukan dan mengakurasion arah kiblat dimana saja dan kapan saja.<sup>22</sup> Perbedaan dengan penelitian ini yaitu alat ukur yang digunakan masih menggunakan alat hitung posisi matahari yang terpisah.

*Ketujuh*, artikel yang ditulis Hariyadi Singgih pada jurnal ELTEK tahun 2013 yang berjudul “*Rancang Bangun Alat Penunjuk Arah Kiblat Berbasis GPS*”. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem penunjuk arah kiblat menggunakan teknologi GPS (*Global Positioning System*). GPS berfungsi untuk

---

<sup>21</sup> Sudirman Lubis et al., “The Design and Qibla Direction by Using the Hmc 5883 L Sensor as a Compass Rhi in the UMSU Science Laboratory ( OIF )” (n.d.): 376–381.

<sup>22</sup> Arwin Juli Rakhmadi, “Pemanfaatan Instrumen Astronomi Klasik Mizwala Dalam Pengukuran Dan Pengakurasion Arah Kiblat,” *Jurnal Masalah* 1, no. 2 (2020): 152–163.

mengetahui arah koordinat pengguna dalam satuan lintang dan bujur. Sistem mampu menunjukkan arah kiblat dengan rata-rata derajat kesalahan (*error*) 1,32%. Nilai derajat digunakan untuk perbandingan nilai derajat hasil penunjukan kompas digitas CMPS10 pada tampilan LCD dan jarum penunjuk.<sup>23</sup> Penelitian ini tidak menggunakan metode azimuth bayangan matahari sedangkan alat yang peneliti buat menggunakan acuan posisi matahari.

*Kedelapan*, Paper yang ditulis Muhammad Thoyfur pada jurnal Al-Hilal tahun 2021 yang berjudul “*Digitalization of Local Rashdul Qibla by Qibla Diagram*”. Penelitian menghasilkan dua temuan, Penggunaan Qibla Diagram sama dengan penggunaan Rashdul Kiblat lokal, yaitu bersifat lokal, namun sifat lokal dari Qibla Diagram memiliki batas yang cukup luas hingga mencakup satu wilayah kota dan secara digital alat ini dapat digunakan untuk menentukan Rashdul Kiblat.<sup>24</sup> Perbedaan dengan penelitian ini adalah perbedaan metode pengukuran arah kiblat yang digunakan. Alat yang peneliti rancang menggunakan metode azimuth bayangan matahari setiap saat.

---

<sup>23</sup> Hariyadi Singgih, “Rancang-Bangun Alat Penunjuk Arah Kiblat Berbasis Gps,” *Jurnal ELTEK* 11 (2013): 79–92.

<sup>24</sup> Muhammad Thoyfur, “Digitalization of Local Rashdul Qibla by Qibla Diagram,” *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 3, no. 1 (May 19, 2021): 75–106.

Pada penelitian-penelitian sebelumnya belum ada yang membahas ataupun membuat inovasi alat ukur arah kiblat dengan metode azimut bayangan matahari otomatis.

## H. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan penulis adalah penelitian pengembangan atau Research and Development<sup>25</sup> dengan rincian sebagai berikut:

### 1. Model Pengembangan

Untuk melengkapi kekurangan alat pengukur kiblat yang telah ada, penulis membuat alat ukur kiblat yang terintegrasi alat hitung otomatis. Menghitung arah kiblat hanya memerlukan koordinat lokasi dan koordinat ka'bah. Produk yang akan dibuat dilengkapi dengan sensor GPS agar penentuan koordinat lokasi dan waktu lokal diproses secara otomatis. Alat hitung yang tertanam dalam alat ukur akan menampilkan azimuth arah kiblat beserta azimuth bayangan matahari secara *realtime*. Produk terdiri dari 3 bagian utama yaitu tripod sebagai penyangga, bidang dial atau alat utama dan kalkulator khusus sebagai alat bantu untuk menghitung seberapa jauh selisih arah bangunan dengan arah kiblat

---

<sup>25</sup>Metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keektifan produk tersebut. Sugiyono, *Metode Penelitian*, .... hal. 297

sehingga dapat ditentukan besar dari kemiringan  $\alpha$  jika arah bangunan tidak mengarah tepat ke arah kiblat.

## 2. Sumber data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer berupa data yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung menggunakan alat yang telah dibuat. Data sekunder yang digunakan berupa makalah, artikel, dokumen, laporan-laporan yang terkait dengan alat ukur kiblat dengan metode azimuth bayangan matahari.

## 3. Prosedur Pengembangan

Tahap pertama adalah mengumpulkan literatur mengenai berbagai alat ukur kiblat dengan metode azimuth bayangan matahari dan algoritma perhitungan arah kiblat serta algoritma penentuan posisi matahari. Selain itu, peneliti juga mengumpulkan referensi mengenai model ataupun berbagai design yang telah dikembangkan oleh pegiat ilmu falak.

Tahap kedua yaitu perancangan keseluruhan alat yang terdiri dari alat ukur dan alat hitung. Peneliti merancang model alat hitung yang dilengkapi sensor GPS agar dapat berfungsi otomatis baik menghitung arah kiblat maupun posisi matahari. Design alat ukur keseluruhan akan menggunakan *software* Corel Draw X5 dan dicetak menggunakan teknologi *lasser cutting*.

Tahap ketiga adalah uji keakurasian produk. Uji akurasi dilakukan melalui dua cara yaitu pengujian alat hitung dan pengujian alat ukur. Uji akurasi perhitungan dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan azimuth bayangan matahari otomatis beserta arah kiblat dengan aplikasi perhitungan posisi matahari milik Lembaga Pengembangan dan Pengkajian Ilmu Falak Rukyatul Hilal Indonesia (LP2IF-RHI)<sup>26</sup> yang dapat diakses pada <https://rukkyatulhilal.org/qt/>. Aplikasi tersebut seringkali digunakan dalam penentuan arah kiblat sehingga layak untuk dijadikan pembanding hasil dari perhitungan otomatis. Pada pengujian alat ukur menggunakan theodolit dan rashdul qiblat global sebagai bahan perbandingan hasil pengukuran.

#### 4. Rancang Bangun

Proses rancang bangun alat ukur kiblat dengan metode azimuth bayangan Matahari otomatis terdiri dari beberapa tahapan diantaranya:

- a. Mendesain bagian-bagian alat ukur kiblat dengan metode azimuth bayangan Matahari menggunakan Corel Draw X5.

---

<sup>26</sup> Lembaga swadaya masyarakat yang memfokuskan diri pada pengkajian, pengembangan dan sosialisasi ilmu falak di Indonesia dengan menghimpun para pemerhati beserta ahli hisab rukyat dari seluruh wilayah Indonesia. Anggota lembaga saling berkomunikasi, berinteraksi, belajar dan saling menyampaikan informasi terkait dengan ilmu hisab-rukayat atau yang lebih terkenal dengan sebutan Ilmu Falak. Lembaga ini diharapkan dapat tercapai cita-cita Lahirnya Sistem Tunggal Kalender Hijriyah Indonesia.

- b. Mencetak hasil desain alat dicetak dalam bentuk akrilik sesuai bagian-bagian yang diperlukan menggunakan *lasser cutting*
- c. Menyusun bagian-bagian akrilik yang telah dipotong menjadi suatu alat utuh yaitu alat utama dan box kalkulator şaff
- d. Menyiapkan komponen elektronik sebagai berikut
 

Arduino Uno	2 buah
Sensor GPS	1 buah
LCD 2x16	2 buah
LCD 4x20	1 buah
Keypad 4x4	1 buah
Kabel koneksi	2 buah
Powerbank 2 port	1 buah
Kabel jumper	Secukupnya
- e. Membuat program yang dapat menampilkan hasil tangkapan sensor GPS pada LCD 4x20 berupa tanggal, waktu, koordinat lintang dan bujur secara realtime.
- f. Membuat program perhitungan arah kiblat dan azimuth bayangan Matahari otomatis dengan inputan variabel dari hasil sensor GPS
- g. Mengupload hasil pemrograman ke dalam arduino uno yang pertama

- h. Merakit komponen elektronik sesuai skema rangkaian pada gambar 3.11 dan dipasang pada alat utama
  - i. Membuat program kalkulator şaff dan diupload ke dalam arduino uno yang kedua
  - j. Merakit komponen kalkulator şaff sesuai skema rangkaian pada gambar 3.14 dan dipasang pada box kalkulator şaff
  - k. Menyalakan dua buah arduino dengan menyambungkan kabel ke powerbank
5. Teknik Analisis Data

Peneliti menggunakan metode analisis data komparatif, yaitu membandingkan antara hasil pengukuran arah kiblat berdasarkan alat ukur yang telah dibuat dengan pengukuran kiblat berdasarkan rashdul kiblat global dan hasil pengukuran theodolit. Selisih hasil penentuan arah kiblat kedua metode tersebut digunakan sebagai indikator keakuratan dari alat ukur.

## **I. Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah kajian dan pembahasan dalam penelitian yang akan dilakukan ini, penyusun membaginya menjadi lima bab dengan bahasan sebagai berikut :

Bab Pertama, merupakan pendahuluan yang berisi uraian latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, spesifikasi produk, asumsi pengembangan, kajian



pustaka, kerangka teori, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab kedua, menjelaskan tentang konsep arah kiblat secara umum yang terdiri dari definisi arah kiblat, sejarah kiblat, dasar hukum menghadap kiblat, perhitungan arah kiblat dengan menggunakan algoritma trigonometri segitiga bola, penentuan posisi matahari dengan algoritma Jean Meus dan macam-macam metode pengukuran arah kiblat.

Bab ketiga, berisi teknik perancangan alat beserta penjelasan komponen alat pendukung yang digunakan.

Bab keempat, bab ini merupakan inti dari penelitian ini yang membahas tentang prinsip kerja dan akurasi alat ukur arah kiblat dengan metode azimut bayangan matahari otomatis.

Bab kelima, penutup yang berisi simpulan dan saran-saran untuk penelitian yang akan datang beserta dilengkapi berbagai lampiran seperti daftar literatur yang penyusun jadikan sebagai rujukan dalam penelitian ini dalam daftar pustaka, dan foto-foto.

## BAB II

### TINJAUAN UMUM ARAH KIBLAT

#### A. Definisi Arah Kiblat

Kata kiblat berasal dari bahasa arab *al-Qiblah* yang berarti arah (*al-Jihah*)<sup>27</sup>. Secara etimologi berasal dari kata قبلة yang merupakan bentuk *mashdar* dari kata kerja قبل - يقبل - قبلة yang berarti menghadap. Kamus besar bahasa Indonesia mendefinisikan kiblat adalah arah ke Ka'bah di Makkah<sup>28</sup>. Menurut istilah, kiblat adalah satu arah yang dituju kaum Muslimin dimanapun berada ketika mengerjakan salat wajib/sunat. Kiblat yang dituju adalah Ka'bah yang dibangun oleh nabi Ibrahim dan ismail di tengah-tengah masjidil haram kota Makkah.<sup>29</sup>

Dalam al-Qur'an kata kiblat memiliki dua arti yaitu arah dan tempat. Kiblat sebagai arah telah dinyatakan dalam surat al-Baqarah ayat 142-145. Berikut firman Allah surat al-Baqarah : 142.

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

---

<sup>27</sup> Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya)*, 18.

<sup>28</sup> Dendy Sugono, *Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa*, Edisi IV. (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Media, 2008), 695.

<sup>29</sup> Fachruddin Hs, *Ensiklopedia Al-Qur'an* (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 1992), 608.

Artinya: “Orang-orang yang kurang akalnya diantara manusia akan berkata: “Apakah yang memalingkan mereka (umat Islam) dari kiblatnya (Baitul Maqdis) yang dahulu mereka telah berkiblat kepadanya?” Katakanlah: “Kepunyaan Allah timur dan barat; Dia memberi petunjuk kepada siapa yang dikehendaki-Nya ke jalan yang lurus”.<sup>30</sup>

Makna kata kiblat sebagai tempat disebutkan dalam surat Yunus ayat 87 sebagai berikut.

سَيَقُولُ السُّفَهَاءُ مِنَ النَّاسِ مَا وَلَّهُمْ عَن قِبَلَتِهِمُ الَّتِي كَانُوا عَلَيْهَا ۗ قُلِ اللّٰهُ الْمَشْرِقُ  
وَالْمَغْرِبُ ۗ يَهْدِي مَنْ يَّشَاءُ اِلَى صِرَاطٍ مُّسْتَقِيمٍ

Artinya: “Dan Kami wahyukan kepada Musa dan saudaranya: “Ambillah olehmu berdua beberapa buah rumah di Mesir untuk tempat tinggal bagi kaummu dan jadikanlah olehmu rumah-rumahmu itu tempat bersembahyang dan dirikanlah olehmu sembahyang serta gembirakanlah orang-orang yang beriman.”<sup>31</sup>

Kata *buyut* (rumah-rumah) dalam ayat di atas ditafsirkan bahwa kiblat sebagai tempat untuk melakukan ibadah kepada Allah.<sup>32</sup>

---

<sup>30</sup> Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an Dan Terjemahannya* (Semarang: PT. Kumudasmoro Grafindo, 1994), 36.

<sup>31</sup> Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an Dan Terjemahannya* (Semarang: PT. Kumudasmoro Grafindo, 1994)., 320.

<sup>32</sup> M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*, cet. I vol. (Jakarta: Lentera Hati, 2002), 142.

Ahmad Izzuddin mendefinisikan kiblat adalah arah terdekat seseorang menuju Ka'bah dan setiap muslim wajib menghadap ke arah tersebut saat mengerjakan salat.<sup>33</sup> Menurut Slamet Hambali arah kiblat adalah arah menuju Baitullah melalui jalur terdekat ketika melakukan ibadah salat dimanapun umat muslim berada.<sup>34</sup> Susiknan Azhari arah kiblat merupakan arah yang dihadapi oleh muslim ketika melaksanakan salat, yaitu arah menuju Ka'bah di Makkah.<sup>35</sup>

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa arah kiblat merupakan arah terdekat suatu tempat dipermukaan bumi menuju bangunan Ka'bah di sepanjang lengkungan Bumi. Jarak terdekat antara satu titik dengan Ka'bah di permukaan bumi ditentukan melalui garis lingkaran besar bumi.

## **B. Sejarah Kiblat**

Secara historis, kiblat umat muslim pada awalnya adalah Baitul Maqdis di Yerusalem, Palestina. Saat itu kedudukan baitul maqdis dianggap paling istimewa dan dijadikan sebagai kota suci oleh Islam, Nasrani dan Yahudi. Pada saat yang sama di Baitullah

---

<sup>33</sup> Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, Cet. I. (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2013), 17.

<sup>34</sup> Hambali, *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)*, 167.

<sup>35</sup> Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 174.

masih dikelilingi ratusan berhala. Menurut sebuah riwayat, walaupun Rasulullah selalu menghadap ke Baitul Maqdis jika berada di makkah beliau juga selalu menghadap ke Baitullah pada waktu yang sama. Hal ini juga berlangsung ketika hijrah ke Madinah, Baitul Maqdis tetap dijadikan sebagai kiblat.

Rasullah selalu menengadah ke atas, menunggu wahyu dari Allah. Salah satu alasan yang disebutkan para mufassir adalah Rasulullah merasa kurang cocok jika harus berkiblat dengan arah yang sama dengan umat Yahudi. Imam al-Razi menyebutkan orang-orang Yahudi berkata bahwa Rasulullah menyalahi agama mereka tetapi mengikuti kiblat yang sama. Selain itu Rasul cenderung ingin menghadap ke Ka'bah karena merupakan kiblatnya nabi Ibrahim.<sup>36</sup> Umat muslim salat menghadap Baitul Maqdis sekitar tujuh belas bulan semenjak Rasul hijrah ke Madinah. Setelah itu, Allah menurunkan wahyu surat al-Baqarah ayat 144:

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

Artinya: “Kami melihat wajahmu (Muhammad) sering menengadah ke langit, maka akan Kami palingkan

---

<sup>36</sup> Abu Abdillah Muhammad Ibn umar Al-Razi, *Tafsir Al-Fakhri Al-Razi*, juz 2. (al-Maktabah al-Syamilah, n.d.), 403.

*engkau ke kiblat yang engkau senangi. Maka hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi Kitab (Taurat dan Injil) tahu, bahwa (pemindahan kiblat) itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan”<sup>37</sup>*

Atas dasar ayat ini maka arah kiblat umat muslim berpindah ke arah Ka’bah. Perubahan arah kiblat menimbulkan gejolak baik dari sisi internal umat Islam maupun dari kalangan eksternal. Kaum yahudi nasrani menyatakan bahwa nabi Muhammad berfikir dan berbuat tidak istiqomah dalam menentukan arah saat ibadah. Dari umat muslim sendiri ada yang beranggapan bahwa nabi Muhammad kembali ke ajaran nenek moyang sebab di Baitullah masih terdapat banyak berhala, sehingga ada *mu’allaq* yang menjadi kafir.

Pada ayat sebelumnya, yakni al-Baqarah 143 Allah menyatakan bahwa umat Muslim merupakan umat yang terbaik di muka bumi ini. Kaitannya dengan menghadap kiblat dengan sebaik-baik ummat adalah kiblat merupakan pemersatu umat Islam. Salat dilakukan dengan cara yang sama, arah kiblat yang sama sehingga terlihat sebagai sebaik-baik umat.<sup>38</sup> Kiblat tidak hanya sekedar untuk menyatukan segenap umat Islam dalam

---

<sup>37</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Qur’an Tafsir Jalalain Per Kata*, 23.

<sup>38</sup> Ngamilah Ngamilah, “Polemik Arah Kiblat Dan Solusinya Dalam Perspektif Al-Qur’an,” *Millati: Journal of Islamic Studies and Humanities* 1, no. 1 (2016): 95.

melaksanakan salat tetapi arah suatu titik itu sendiri sehingga Ka'bah bukan menjadi objek penyembahan. Ka'bah hanya menjadi titik kesatuan arah dalam salat, maka yang menjadi objek seorang muslim beribadah adalah menyembah Allah.

Terkait kewajiban menghadap kiblat pada surat al-Baqarah 144, Imam al-Qurtubi berpendapat :<sup>39</sup>

1. Kata شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ yang ditafsirkan dengan arah Ka'bah, para ulama berbeda pendapat tentang objek konkret dari arah Ka'bah tersebut.
2. Tidak ada perbedaan pendapat diantara para ulama bahwa Ka'bah adalah arah kiblat dari segala penjuru. Para ulama juga sepakat bagi orang yang dapat melihat Ka'bah wajib menghadap Ka'bah secara langsung.
3. Ulama berbeda pendapat mengenai kewajiban menghadap kiblat bagi orang yang tidak dapat melihat Ka'bah secara langsung. Diantara ulama berpendapat wajib menghadap 'ain Ka'bah, namun pendapat ini dibantah Imam Ibn al-Arabi dan dianggap pendapat yang lemah dikarenakan akan berdampak pada *taklif* (paksaan) bagi orang yang tidak mampu.
4. Ayat ini menjadi *hujjah* yang terang bagi pendapatnya Imam Malik dan ulama yang sependapat dengannya, bahwa hukum

---

<sup>39</sup> Abu Abdillah Muhammad Al-Qurtubi, *Al-Jami'li Ahkam Al-Qur'an* (al-Maktabah al-Syamilah, n.d.), juz 2, 159-160.

bagi seorang mushalli adalah melihat ke depan dan bukan ke tempat sujud.

Ali al-Shabuni menjelaskan bahwa kata Masjidil Haram memiliki empat makna. *Pertama*, merujuk kepada bangunan Ka'bah (*jihah al-ka'bah*). *Kedua*, Masjid al-Haram secara keseluruhan sebagaimana hadist riwayat Imam Ahmad : “*Salat di masjidku ini lebih utama dibandingkan seribu salat di masjid yang lain, kecuali Masjid al-Haram*”. *Ketiga*, bermakna kota Makkah dengan berdasar pada surat al-Isra' ayat 1.

سُبْحَانَ الَّذِي أَسْرَى بِعَبْدِهِ ۗ لَيْلًا مِّنَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ إِلَى الْمَسْجِدِ الْأَقْصَا  
الَّذِي بَرَكْنَا حَوْلَهُ ۗ لِنُرِيَهُ ۗ مِن آيَاتِنَا إِنَّهُ ۗ هُوَ السَّمِيعُ الْبَصِيرُ

Artinya: “*Mahasuci (Allah) yang telah memperjalankan hamba-Nya pada malam hari dari Masjidil Haram ke Masjidil Aqsha yang telah Kami berkahi sekelilingnya agar kami perlihatkan kepadanya sebagian tanda-tanda (kebesaran) Kami. Sesungguhnya Dia Maha Mendengar, Maha Melihat.*”<sup>40</sup>

Rasulullah ketika berangkat tidak dari masjidil haram, melainkan dari kota Makkah yang di dalamnya terdapat Masjidil Haram.<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Tafsir Jalalain Per Kata*, 283.

<sup>41</sup> Muhammad Ali al-Shabuni, *Rawâi' Al-Bayân Tafsir Âyât Al-Ahkâm Min Al-Qur'ân* (Makkah: Dar al-Kutub al-ilmiah, 1999), 95.



*Keempat*, dimaknai sebagai kota Makkah dan sekitarnya yang disebut *al-Haram* dengan merujuk pada surat at-Taubah ayat 28.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِنَّمَا الْمُشْرِكُونَ نَجَسٌ فَلَا يَقْرَبُوا الْمَسْجِدَ الْحَرَامَ بَعْدَ عَامِهِمْ هَذَا وَإِنْ  
خِفْتُمْ عَيْلَةً فَسَوْفَ يُغْنِيكُمُ اللَّهُ مِنْ فَضْلِهِ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ حَكِيمٌ

Artinya: *“Wahai orang-orang yang beriman Sesungguhnya orang-orang musyrik itu najis, karena itu janganlah mereka mendekati Masjidil Haram setelah tahun ini. Dan jika kamu khawatir menjadi miskin (karena orang kafir tidak datang), maka Allah nanti akan memberikan kekayaan kepadamu dari karunia-Nya, jika Dia menghendaki. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui, Maha Bijaksana .”*<sup>42</sup>

Tanah haram yaitu kota Makkah dan sekitarnya dengan batas arah barat jalan Jeddah-Makkah yang berjarak 22 km dari Ka’bah. Batas selatan berada di Idha’ah Liben (*Idha’ah*: tanah; *Liben*: nama bukit), jalan Yaman–Mekah dari arah Tihamah yang berjarak 12 km dari Ka’bah. Batas timur berada di tepi Lembah ‘Uranah Barat yang berjarak 15 km dari Ka’bah. Pada batas timur laut, yaitu Jalan menuju Ji’ranah, dekat dengan daerah Syara’i Al-Mujahidin

---

<sup>42</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Qur’an Tafsir Jalalain Per Kata*, 192.

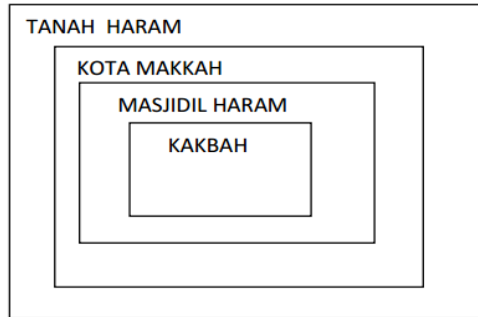
yang berjarak 16 km dari Ka'bah. Batas arah utara adalah Tan'im dengan jarak 7 km dari Ka'bah.<sup>43</sup>

Kata شَطْر yang mendahului kata *masjid al-haram* memiliki dua makna yaitu 'ain dan *jihhah*. Kata 'ain dimaksudkan mengarah secara tepat, jadi 'ain al-ka'bah maksudnya mengarah ke ka'bah secara tepat. Kata *jihhah* maksudnya adalah mengarah, tidak harus tepat pada sasarannya. Seandainya *mushalli* diikat dengan benang dan ditarik lurus ke depan, akan mengarah ke bangunan fisik ka'bah, meskipun melenceng dan tidak mengenai tepat pada bangunan fisik ka'bah, itulah makna *jihhah*. Dengan demikian akan muncul delapan kategori arah kiblat yaitu 'ain al-ka'bah, 'ain masjid alHaram, 'ain al-Makkah, 'ain al-Haram, *jihhah al-Ka'bah*, *jihhah masjid al-Haram*, *jihhah al-Makkah*, 'jihhah al-Haram. Berikut ilustrasi dari pemaknaan masjidil haram.<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> Shafiyurahman Al-Mubarakfuri, *Sejarah Mekah* (Riyadh: Dar as-Salam, n.d.), 167.

<sup>44</sup> Ngamilah, "Polemik Arah Kiblat Dan Solusinya Dalam Perspektif Al-Qur'an," 98.



**Gambar 2.1 Pemaknaan wilayah masjidil haram**

(Sumber: Ngamilah, 2016)

### C. Dasar Hukum Menghadap Kiblat

Menghadap kiblat merupakan hal yang wajib ketika melaksanakan ibadah salat, baik itu salat wajib ataupun sunah. Perintah menghadap kiblat telah tertuang dalam al-Qur'an sebanyak tiga kali. Selain dari ayat al-Baqarah ayat 144 yang telah disebutkan di atas, pada surat yang sama perintah menghadap kiblat kembali disebutkan pada ayat 149 dan 150.

Surat al-Baqarah ayat 149:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ ۗ وَمَا

اللَّهُ بِعَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ

Artinya: “Dan dari mana pun engkau (Muhammad) keluar, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, sesungguhnya itu benar-benar ketentuan dari Tuhanmu.

*Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang kamu kerjakan* <sup>45</sup>

Surat 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  
تَخْشَوْهُمْ وَاخْشَوْنِي ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۚ إِنَّكُمْ بِلِقَائِهِ لَأُنْتَذَرُونَ

Artinya: “Dan dari mana pun engkau (Muhammad) keluar, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, sesungguhnya itu benar-benar ketentuan dari Tuhanmu. Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang kamu kerjakan. Dan di mana saja kamu berada, maka hadapkanlah wajahmu ke arah itu, agar tidak ada alasan bagi manusia (untuk menentangmu), kecuali orang-orang yang dzalim di antara mereka. Janganlah kamu takut kepada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku, agar Aku sempurnakan nikmat-Ku kepadamu, dan agar kamu mendapat petunjuk.”<sup>46</sup>

Para ulama berbeda pendapat mengenai maksud dari perulangan ayat tentang arah kiblat yang sebanyak tiga kali. Menurut Ibnu Abbas pengulangan kalimat *فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ* merupakan penegasan betapa pentingnya menghadap kiblat. Sementara menurut Fakhruddin al-Razi berpendapat bahwa

---

<sup>45</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Tafsir Jalalain Per Kata*, 24.

<sup>46</sup> Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an Tafsir Jalalain Per Kata*, 24.

pengulangan kalimat tersebut menunjukkan fungsi yang berbeda. Pada surat al-Baqarah 144 ditujukan kepada orang-orang yang dapat melihat ka'bah, ayat 149 ditujukan kepada orang-orang yang berada di luar Masjidil Haram dan ayat 150 ditujukan bagi mereka yang jauh dari Masjidil Haram.<sup>47</sup>

Hukum menghadap kiblat disebutkan juga dalam hadist Rasulullah saw, berikut diantaranya:

1. Hadist riwayat Muslim :

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ حَدَّثَنَا أَبُو أُسَامَةَ وَعَبْدُ اللَّهِ بْنُ مُمَيَّرٍ ح وَ  
حَدَّثَنَا ابْنُ مُمَيَّرٍ حَدَّثَنَا أَبِي قَالَ حَدَّثَنَا عُبَيْدُ اللَّهِ عَنْ سَعِيدِ بْنِ أَبِي سَعِيدٍ  
عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ أَنَّ رَجُلًا دَخَلَ الْمَسْجِدَ فَصَلَّى وَرَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ  
وَسَلَّمَ فِي نَاحِيَةٍ وَسَاقًا الْحَدِيثِ بِمِثْلِ هَذِهِ الْقِصَّةِ وَزَادَ فِيهِ إِذَا قُمْتَ إِلَى  
الصَّلَاةِ فَأَسْبِغِ الوُضُوءَ ثُمَّ اسْتَقْبِلِ الْقِبْلَةَ فَكَبِّرْ

*“Abu Bakar bin Abi Syaibah menceritakan kepada kami, Abu Usamah dan Abdullah bin Numair menceritakan kepada kami, Ayahku menceritakan kepada kami mereka berdua berkata Ubaidullah menceritakan dari Sa'id bin abi Sa'id dari Abu Hurairah berkata sesungguhnya seorang laki-laki masuk masjid kemudian salat sedangkan Rasulullah SAW berada di belakang dan bersabda : Jika engkau berdiri untuk melakukan salat, maka sempurnakanlah wudhu`, kemudian menghadap ke arah kiblat, lalu bertakbirlah.”<sup>48</sup>*

---

<sup>47</sup> Ibnu Katsir, *Tafsir Al-Qur'an Al-Azim*, Jilid I. (Beirut: Dar al-Fikr, 1992), 234.

<sup>48</sup> Naisaburi, *Sahih Muslim*, 239.

Hadis ini berkaitan dengan kewajiban membaca surat al-fatihah dalam setiap rakaat. Suatu ketika ada seorang laki-laki masuk ke dalam masjid lalu salat, kemudian ia datang kepada Rasulullah dan mengucapkan salam. Rasulullah menolak salam tersebut dan menyuruhnya kembali untuk melaksanakan salat karena salat yang telah dilakukannya belum memenuhi aturan salat. Laki-laki itu kembali melaksanakan salat yang kedua kalinya. Setelah selesai salat, ia kembali menemui Rasul dan mengucapkan salam, Rasul menjawab dengan “*alaikassalam*” dan meminta laki-laki itu salat kembali, karena ia belum dikatakan salat sampai melakukannya sebanyak tiga kali. Laki-laki tersebut kemudian bertanya kepada Rasul, apa yang menyebabkan salatnya tidak sah? Rasul menjawab “Bila kamu hendak salat maka sempurnakanlah wudlu lalu menghadap kiblat kemudian bertakbirlah”.

2. Hadist riwayat Bukhari :

حَدَّثَنَا مُعَاذُ بْنُ فَضَالَةَ قَالَ حَدَّثَنَا هِشَامٌ عَنْ يَحْيَى عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ  
بْنِ ثَوْبَانَ قَالَ حَدَّثَنِي جَابِرُ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ  
يُصَلِّي عَلَى رَاحِلَتِهِ نَحْوَ الْمَشْرِقِ فَإِذَا أَرَادَ أَنْ يُصَلِّيَ الْمَكْتُوبَةَ نَزَلَ فَاسْتَقْبَلَ  
الْقِبْلَةَ

*“Mu’az bin Fadholah bercerita kepada kami, Hisyam bercerita kepada kami dari Yahya dari Muhammad bin*

*Abdurrahman bin Sauban, ia berkata Jabir bin Abdullah berkata sesungguhnya nabi SAW ketika berada di atas kendaraan (tunggangnya) beliau salat menghadap ke arah timur, dan ketika beliau hendak melakukan salat fardhu beliau turun kemudian menghadap kiblat.*<sup>49</sup>

Hadist ini menjelaskan bahwasanya Rasulullah saw ketika salat sunah di atas tunggangan, maka beliau menghadap mengikuti tunggangnya. Beliau tidak akan salat fardhu (lima waktu) kecuali dengan turun dan menghadap kiblat. Ketika dalam keadaan takut (dalam peperangan), beliau membolehkan menghadap kiblat ataupun tidak. Hal ini memberikan penjelasan bahwa melaksanakan salat sunnah dalam perjalanan boleh menghadap ke arah mana saja, mengikuti kendaraan. Tetapi jika akan melaksanakan salat fardhu, maka wajah dan badan harus benar-benar menghadap kiblat, karena menghadap kiblat merupakan salah satu syarat yang menentukan sah tidaknya salat.<sup>50</sup>

### 3. Hadist riwayat Ibnu Majah dan Tirmidzi

---

<sup>49</sup> Abu Abdillah Muhammad bin Ismail bin Ibrahim bin al-Mughirah bin Bardizbah al-Ju'fi Al-Bukhari, *Al-Jami as-Shahih* (Daru Thauqi an-Najah, n.d.), 166.

<sup>50</sup> Imam Syafi'i, *Ar-Risalah*, Hadist 196., n.d., 126.

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ أَبِي مَعْشَرٍ حَدَّثَنَا أَبِي عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَمْرٍو عَنْ أَبِي سَلَمَةَ  
عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا بَيْنَ الْمَشْرِقِ  
وَالْمَغْرِبِ قِبْلَةٌ

*"Muhammad bin Abi Ma'syar bercerita kepada kami, Ayahku bercerita kepada kami dari Muhammad bin 'Amr dari Abu Salamah dari Abu Hurairah ra berkata: Rasulullah SAW bersabda di antara timur dan barat terletaknya kiblat (Kakbah)."*<sup>51</sup>

Hadis tersebut menyatakan bahwa “apa yang ada di antara timur dan barat itu adalah Kiblat”, yaitu arah Selatan bagi penduduk Madinah dan kota-kota sekitarnya yang berada di sebelah utara kota Mekah, sehingga kiblat mereka menghadap ke selatan. Hadis ini adalah hadis yang shahih.<sup>52</sup> Arah kiblat menuju satu arah yaitu bangunan Ka'bah di kota Makkah. Setiap tempat memiliki arah mata angin yang berbeda terhadap ka'bah bergantung dari sebelah mana tempat itu berada.

#### **D. Perhitungan Arah Kiblat**

Secara geografis, Indonesia berada di sebelah timur kota Makkah. Meskipun demikian, arah kiblat bagi umat muslim di

---

<sup>51</sup> Abu Isa Muhammad bin Isa bin Saurah At-Tirmidzi, *Al-Jami' Shahih Sunan at-Tirmidzi*, 1977, 173.

<sup>52</sup> Muhammad bin Abdul Hadi Al-Madani, *Hasyiyah Sanad 'Ala Shahih Al-Bukhari*, Juz I., n.d., 82.



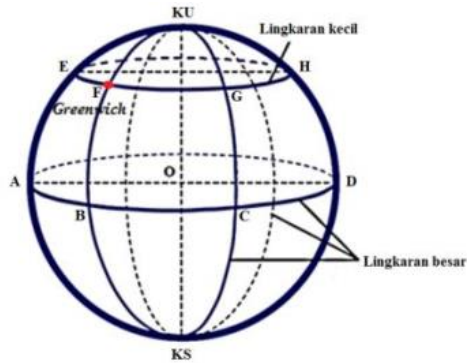
Indonesia tidak sekedar ke arah barat. Hal ini telah dijelaskan dalam Fatwa MUI no.5 Tahun 2010 yang menyatakan bahwa kiblat umat Islam di Indonesia adalah menghadap ke arah barat laut dengan besar sudut bervariasi sesuai dengan letak kawasan masing-masing. Artinya, untuk menghadap tepat ke arah ka'bah diperlukan perhitungan pada setiap wilayah. Untuk bangunan masjid atau mushola yang telah dibangun secara permanen jika tidak tepat arah kiblatnya maka tidak perlu membongkar bangunannya, cukup dengan menata ulang shaffnya.<sup>53</sup>

Permukaan bumi yang berbentuk bola mempunyai banyak garis khayal yang terdiri dari lingkaran besar, diantaranya adalah lingkaran-lingkaran garis bujur dan lingkaran ekuator bumi. Lingkaran kecil yang ada di bola bumi salah satunya adalah lingkaran garis lintang.<sup>54</sup>

---

<sup>53</sup> Majelis Ulama Indonesia, *Himpunan Fatwa Majelis Ulama Indonesia, Fatwa Terbaru 2010, Fatwa No.05 Tahun 2010 Tentang Kiblat*. (Jakarta: Majelis Ulama Indonesia, 2010).

<sup>54</sup> Ani Rusilowati, "Penentuan Arah Kiblat Dengan Metode Segitiga Bola," *prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika 6* (2015): 36.



**Gambar 2.2 Lingkaran pada bentuk bumi**

(Sumber: Rusilowati, 2015)

Garis khayal pada permukaan bumi berfungsi untuk menentukan posisi suatu tempat. Koordinat di permukaan bumi terdiri dari garis lintang dan garis bujur. Garis lintang merupakan bagian dari lingkaran kecil pada permukaan bola bumi yang berada di antara kutub utara dan kutub selatan bumi, dan berpotongan tegak lurus dengan garis bujur.<sup>55</sup> Garis bujur yaitu bagian dari lingkaran besar pada permukaan bola bumi yang menghubungkan kutub utara dan kutub selatan bumi.<sup>56</sup>

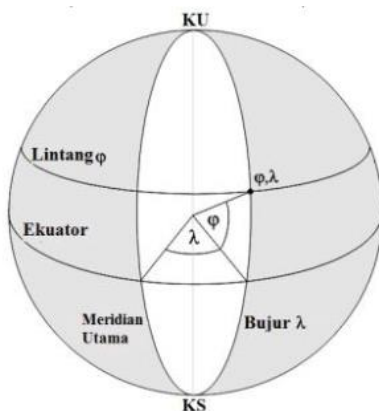
Garis lintang yang membagi bumi menjadi belahan bumi utara dan belahan bumi selatan disebut garis ekuator/khatulistiwa. Sedangkan garis bujur yang membelah bumi menjadi dua bagian

---

<sup>55</sup> Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, ed. Ahmad Fadholi and Ismail Khudhori (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013), 13.

<sup>56</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, 2012, 27.

yaitu bagian barat dan bagian timur disebut meridian bumi. Garis meridian yang melalui kota Greenwich di London dinamakan Meridian Utama (*Prime Meridian*).



**Gambar 2.3 Koordinat bumi**

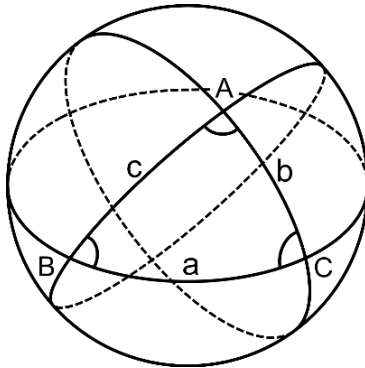
(Sumber: Rusilowati, 2015)

Sudut garis bujur ( $\lambda$ ) dihitung dari meridian utama ke timur dan ke barat sampai ke suatu titik. Nilai garis bujur yaitu  $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$  baik ke arah barat ataupun timur. Garis lintang ( $\varphi$ ) diukur pada suatu meridian antara tempat tersebut dengan garis ekuator. Nilai lintang memiliki angka  $0^{\circ}$  di ekuator hingga  $90^{\circ}$  ke arah kutub utara dan kutub selatan. Dalam proses perhitungan lintang utara bernilai positif dan lintang selatan bernilai negatif. Setiap tempat di permukaan bumi jika ditarik lurus ke arah utara/selatan akan ketemu di suatu titik yang disebut kutub utara/selatan. Andaikan ada dua buah titik di permukaan bumi yang dihubungkan oleh garis

beserta salah satu kutubnya maka akan membentuk sebuah segitiga dalam permukaan bola.

Bagian dari permukaan bola yang dibatasi oleh tiga busur lingkaran besar disebut segitiga bola.<sup>57</sup> Pada gambar di bawah, segitiga bola dibatasi oleh garis yang menghubungkan titik A,B dan C dengan masing-masing panjang busur a, b, dan c. Sifat-sifat segitiga bola:

1. Jumlah tiga buah sudut segitiga bola lebih besar dari  $180^\circ$
2. Jumlah dua sudut dikurangi sudut yang lain kurang dari  $180^\circ$
3. Jumlah ketiga sudutnya lebih kecil dari  $180^\circ$



**Gambar 2.4 Segitiga bola pada permukaan bumi**

(Sumber: wikipedia)

Rumus cosinus untuk segitiga bola:

---

<sup>57</sup> Basuki K S, *Segitiga Bola* (Yogyakarta: Kanisius, 1988), 25.

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A \quad (1)$$

$$\cos b = \cos a \cdot \cos c + \sin a \cdot \sin c \cdot \cos B \quad (2)$$

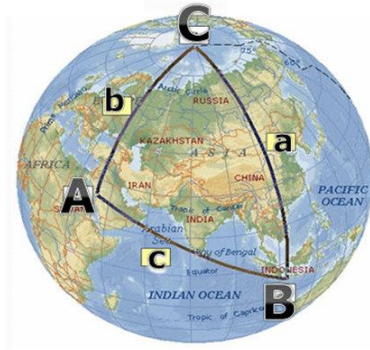
$$\cos c = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C \quad (3)$$

Rumus sinus untuk segitiga bola:

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C} \quad (4)$$

Segitiga bola dalam penentuan arah kiblat menggunakan konsep segitiga pada permukaan bola bumi yang dibentuk oleh tiga lingkaran besar bola bumi, yaitu dua lingkaran garis bujur dan satu lingkaran kiblat. Perhitungan membutuhkan tiga buah titik diantaranya titik A (ka'bah), titik B (lokasi yang akan dihitung arah kiblatnya) dan titik C (kutub utara). Masing-masing titik memiliki koordinat lintang dan bujur. Titik A memiliki koordinat lintang ( $\varphi_A$ ) bujur ( $\lambda_A$ ). Titik B memiliki koordinat lintang ( $\varphi_B$ ) bujur ( $\lambda_B$ ). Titik C hanya memiliki koordinat lintang ( $+90^\circ$ ).

Panjang busur a menghubungkan titik B dan C, panjang busur b menghubungkan titik A dan C, sedangkan panjang busur c menghubungkan titik A dan B. Sudut C adalah selisih antara bujur  $\lambda_A$  dan bujur  $\lambda_B$ . Sudut A merupakan arah menuju titik B dari utara ke timur sedangkan sudut B merupakan arah menuju titik A dari utara ke barat.



**Gambar 2.5** Segitiga bola pada ka’bah dan lokasi lain

(Sumber: aliboron.wordpress.com)

Panjang busur a menghubungkan titik B dan C, panjang busur b menghubungkan titik A dan C, sedangkan panjang busur c menghubungkan titik A dan B. Sudut C adalah selisih antara bujur  $\lambda_A$  dan bujur  $\lambda_B$ . Sudut A merupakan arah menuju titik B dari utara ke timur sedangkan sudut B merupakan arah menuju titik A dari utara ke barat. Dari dua buah titik yang diketahui koordinatnya, diperoleh panjang busur b adalah  $90^\circ - \varphi_A$  dan panjang busur a adalah  $90^\circ - \varphi_B$ . Arah kiblat yang diwakili oleh sudut B dapat diperoleh dengan penurunan rumus aturan sinus dan cosinus sehingga menghasilkan persamaan berikut.<sup>58</sup>

$$\cot B = \frac{\cot b \cdot \sin a}{\sin c} + \cos a \cdot \cot C \quad (5)$$

---

<sup>58</sup> Rusilowati, “Penentuan Arah Kiblat Dengan Metode Segitiga Bola,”

Arah menghadap kiblat disebut dengan azimuth (arah relatif terhadap titik utara).<sup>59</sup> Pada umumnya nilai azimuth dihitung dari titik utara ke arah timur. Sudut B pada persamaan (5) merupakan sudut arah kiblat dari arah utara ke barat, sehingga untuk mengetahui nilai azimuth arah kiblat adalah  $360^\circ - B$ . Dalam trigonometri nilai  $\sin(90-A)$  sama dengan  $\cos A$ . Maka untuk mempersingkat perhitungan, rumus arah kiblat dapat tuliskan dalam persamaan berikut

$$\tan B = \frac{\sin(\lambda_k - \lambda_t)}{\cos \varphi_t \cdot \tan \varphi_k - \sin \varphi_t \cdot \cos(\lambda_k - \lambda_t)} \quad (6)$$

Keterangan:     $B$             = Arah kiblat  
                        $\varphi_t$             = Lintang Tempat  
                        $\lambda_t$             = Bujur Tempat  
                        $\varphi_k$             = Lintang Ka'bah  
                        $\lambda_k$             = Bujur Ka'bah

Melalui persamaan (6), perhitungan arah kiblat cukup memasukan nilai koordinat tempat dan ka'bah secara langsung. Nilai koordinat Ka'bah dapat dijumpai di beberapa referensi, berikut data lintang dan bujur ka'bah dengan berbagai versi.

---

<sup>59</sup> A. E. Roy and D. Clarke, *Astronomy: Principles and Practices* (Bristol: Adam Hilger Ltd, 1988), 46.

**Tabel 2.1 Koordinat Ka'bah<sup>60</sup>**

No	Sumber data	Lintang	Bujur
1	Atlas PR Bos 38	21° 31' LU	39° 58' BT
2	Mohammad Ilyas	21° LU	40° BT
3	Saadoe'ddin	21° 20' LU	39° 50' BT
4	Djambek	21° 25' LU	39° 50' BT
5	Nabhan Masputra	21° 25' 14,7" LU	39° 49' 40" BT
6	Ma'shum bin Ali	21° 50' LU	40° 13' BT
7	Google Earth	21° 25' 21,2" LU	39° 49' 34" BT
8	Monzur Ahmed	21° 25' 18" LU	39° 49' 30" BT
9	Ali Alhadad	21° 25' 23,2" LU	39° 49' 38" BT
10	Gerhard Kaufmann	21° 25' 21,4" LU	39° 49' 38" BT
11	S. Kamal Abdali	21° 25' 24" LU	39° 49' 24" BT

---

<sup>60</sup> Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), 206.

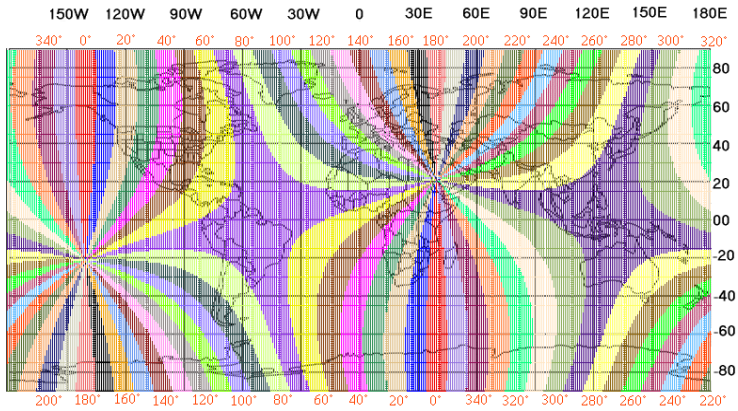


12	Muhammad Basil at-Ta'i	21° 26' LU	39° 49' BT
13	Mohammad Odeh	21° 25' 22" LU	39° 49' 31" BT

Dengan menggunakan data dan persamaan di atas arah kiblat dapat ditentukan dengan mudah. Arah kiblat tidak dapat diperkirakan melalui peta datar. Walaupun suatu tempat memiliki koordinat lintang yang sama dengan ka'bah, jika jaraknya jauh tidak cukup menghadap ke arah barat ataupun timur. Hal ini dapat dibuktikan dengan perhitungan, salah satunya kota Fukuoka di Jepang terletak pada koordinat lebih utara dari ka'bah, yaitu sekitar 33°35' LU dan 130°27' BT. Hasil perhitungan segitiga bola menunjukkan azimuth arah kiblat kota tersebut adalah 288,412°. <sup>61</sup> Dari arah barat bergeser sedikit ke utara sejauh 18,412°. Jika disimulasikan dengan globe garis terpendek antara tempat tersebut sesuai dengan hasil perhitungan. Secara umum variasi arah kiblat dapat dipetakan seperti pada gambar berikut.

---

<sup>61</sup> Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, 37.



**Gambar 2.6 Peta Arah Kiblat di Seluruh Dunia**

(sumber : accurate time)

Wilayah yang dengan warna sama memiliki arah kiblat yang sama. Sebagai contoh Indonesia berada pada warna ungu, yaitu berkisar antara  $280^{\circ}$ - $300^{\circ}$ . Nilai tersebut berlaku juga di negara lain yang masuk arsiran warna sama seperti Malaysia, Singapura, sebagian Australia, Jepang dan yang lainnya. Salah satu tempat yang menarik pada gambar tersebut adalah titik antipod ka'bah sekitar  $21^{\circ} 25' 21,2''$  LS dan  $140^{\circ} 10' 26''$  BB. Pada gambar terlihat semua warna menyatu di titik tersebut, maka bagi umat Muslim yang berada di tempat tersebut kemanapun menghadap adalah ke arah ka'bah.

## E. Metode Pengukuran Arah Kiblat

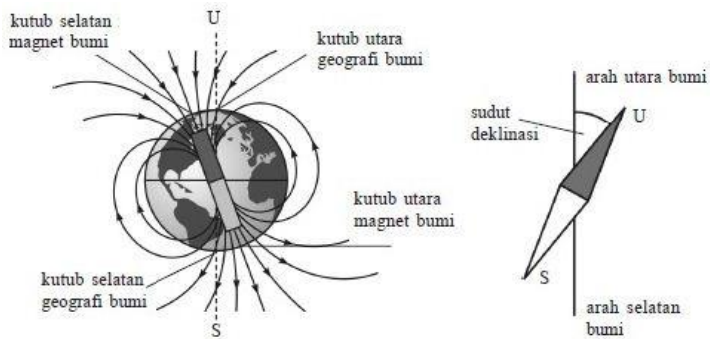
Pengukuran arah kiblat dari masa ke masa mengalami perkembangan. Indonesia dengan mayoritas penduduk muslim memiliki setidaknya ada lima metode pengukuran arah kiblat, diantaranya:<sup>62</sup>

### 1. Menggunakan kompas

Kompas adalah alat navigasi berupa panah magnetik yang bekerja mengikuti medan magnet bumi untuk menunjukkan arah mata angin. Setiap kompas terdapat bidang lingkaran dengan skala 0-360 derajat sebagai acuan nilai azimuth yang diukur dari utara ke arah timur. Jarum pada kompas selalu mengarah ke kutub utara magnetik dan kutub selatan magnetik, bukan ke kutub bumi. kutub magnet utara. Kutub magnet bumi tidak berimpit dengan kutub bumi secara geografis. Diantara keduanya terdapat sudut yang menimbulkan garis-garis gaya magnet bumi tidak benar-benar berada di kutub utara ataupun selatan, melainkan sedikit menyimpang seperti yang terlihat pada gambar berikut.

---

<sup>62</sup> Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, 23.

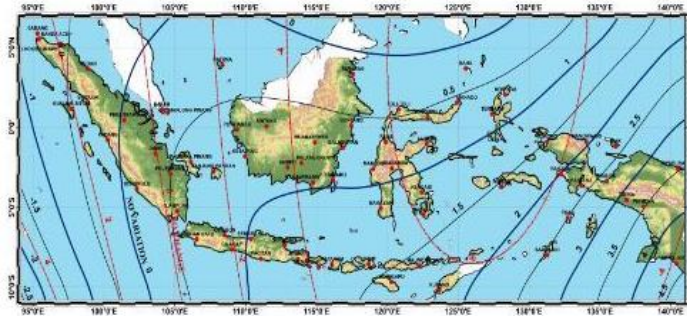


**Gambar 2.7 Perbedaan kutub magnetik dengan kutub geografis**

(sumber: sainsmediaku.wordpress.com)

Sudut antara jarum kompas dengan arah utara-selatan kutub bumi disebut sudut deklinasi. Setiap waktu dan titik di permukaan bumi memiliki nilai deklinasi magnetik yang bervariasi. Untuk wilayah indonesia, variasi deklinasi magnetik berkisar antara -1 derajat sampai 4,5 derajat. Berikut peta deklinasi magnetik epoch 2015.<sup>63</sup>

<sup>63</sup> M. Syirojudin et al., "Indonesian Geomagnetic Maps for Epoch 2015.0 to Cover of Indonesian Regions," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 132, no. 1 (2018): 1.



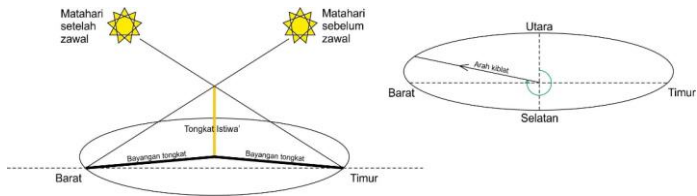
**Gambar 2.8 Variasi deklinasi magnetik wilayah indonesia**  
(Sumber: BMKG)

Jika deklinasi magnetik -1 derajat maka utara sejati pada kompas harus ditambah 1 derajat. Secara matematis, perhitungan deklinasi magnetik suatu titik dapat diakses di [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov) atau [www.bmkg.co.id/geofisika-potensial](http://www.bmkg.co.id/geofisika-potensial). Berdasarkan perhitungan, arah kiblat kota yogyakarta adalah 294,7 derajat dan deklinasi magnetiknya 0,7. Arah kiblat pada kompas yaitu nilai arah kiblat dikurangi nilai deklinasi magnetiknya, sehingga arah kiblat pada kompas adalah 294 derajat. Saat menggunakan kompas, jarumnya harus tepat mengarah utara-selatan kemudian arah kiblat berada pada angka 294 derajat..

2. Menggunakan alat bantu tongkat istiwa’

Tongkat istiwa’ merupakan alat bantu untuk mengamati bayangan matahari yang biasanya terbuat dari besi, kayu atau pasir dan semen, di tengah-tengah diberi benda (besi atau

kayu) dalam posisi tegak lurus, dikelilingi lingkaran dan benda yang berdiri tegak lurus sebagai titik pusat. Saat melakukan pengamatan dipastikan tongkat ini berdiri tegak lurus dengan bidang datar. Untuk melakukan pengecekan bidang datar dapat menggunakan *waterpass*. Pengamatan bayangan matahari dilakukan sebelum zawal sampai setelah zawal.



**Gambar 2.9 Penentuan arah kiblat menggunakan tongkat istiwa'**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Pada saat ujung bayangan tongkat melintasi lingkaran baik setelah ataupun sebelum zawal diberi tanda titik. Kedua titik tersebut dihubungkan untuk memperoleh arah barat dan timur. Arah utara dan selatan dapat diperoleh dengan membuat garis tegak lurus dari garis tersebut. Untuk mendapatkan arah kiblat dapat menggunakan penggaris siku-siku yang sekaligus ada penggaris busur seperempat lingkaran. Arah kiblat diukur pada busur dan disesuaikan dengan hasil perhitungan. Alternatif lain jika tidak ada busur dapat menggunakan rumus

segitiga linier, yaitu membuat garis utara selatan dengan ukuran tertentu. Kemudian membuat garis tegak lurus yang panjangnya ditentukan dengan rumus berikut:

$$q = \tan Q \cdot b$$

Keterangan :

q = garis yang tegak lurus dengan garis utara selatan

Q = sudut arah kiblat

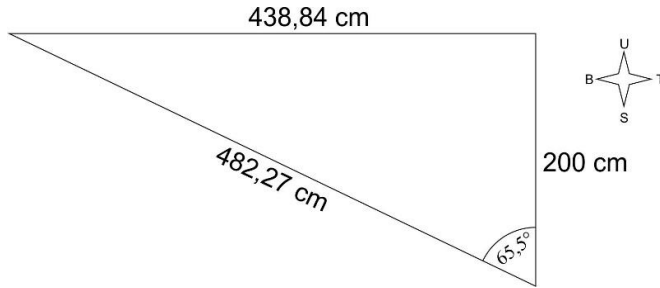
b = garis utara selatan yang panjangnya ditentukan

Sisi miring yang menunjukkan arah kiblat diberi simbol k yang panjangnya dapat dihitung dengan persamaan :  $k = b \div \cos Q$

- a Jika arah kiblatnya utara-barat, q ditarik dari ujung utara ke arah barat
- b Jika arah kiblatnya utara-timur, q ditarik dari ujung utara ke arah timur
- c Jika arah kiblatnya selatan-timur, q ditarik dari ujung selatan ke arah timur
- d Jika arah kiblatnya selatan-barat, q ditarik dari ujung selatan ke arah barat

Sebagai contoh arah kiblat kota semarang adalah  $65^{\circ}29'56,61''$  (utara-barat). Semisal garis utara selatan (sisi b) dibuat dengan panjang 200 cm, maka diperoleh (sisi q) garis dari ujung utara tegak lurus ke arah barat sepanjang 438,84 cm. Ujung sisi b bagian selatan (Q) disambungkan garis lurus

menuju ujung barat sisi q yang menjadi sisi miring dengan panjang 482,27 cm.



**Gambar 2.10 Penentuan arah kiblat rumus segitiga siku-siku**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

### 3. Menggunakan *rasyd al-kiblat global*

Salah satu metode pengukuran arah kiblat yang memanfaatkan posisi Matahari saat mencapai kulminasi di titik zenith ka’bah.<sup>64</sup> Peristiwa ini terjadi ketika deklinasi Matahari bernilai sama dengan koordinat lintang ka’bah yaitu (+21° 25’ 21,04’’) <sup>65</sup>. Dalam satu tahun matahari berada tepat di atas ka’bah sebanyak dua kali, masing-masing antara

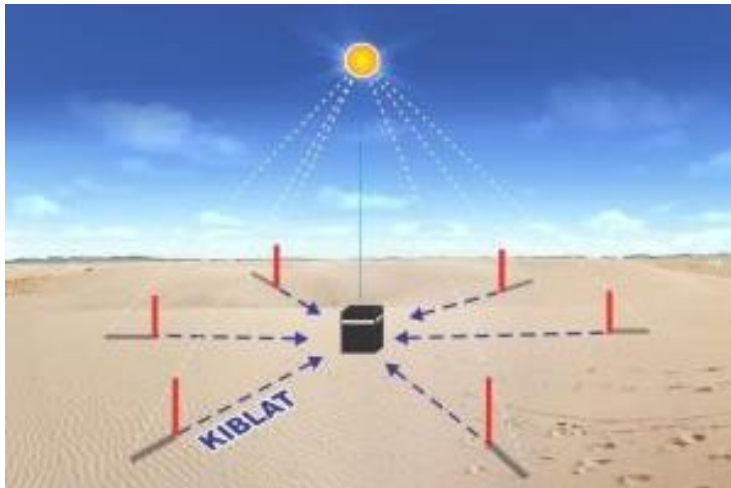
<sup>64</sup> Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya)*, 45.

<sup>65</sup> Zainul Arifin, *Ilmu Falak* (Yogyakarta: Lukita, 2012).



tanggal 27-28 mei pukul 09.18 UT dan tanggal 15-16 juli pukul 09.27 UT.

Pengamatan dilakukan di waktu yang telah ditentukan, untuk wilayah indonesia barat dan tengah adalah sore hari dikarenakan adanya perbedaan waktu empat-lima jam dengan kota Makkah. Bagi indonesia timur tidak dapat dilakukan karena matahari sudah terbenam. Walaupun bersifat global, metode ini hanya dapat dilakukan di wilayah dengan selisih koordinat garis bujur dari kota mekkah sekitar 90 derajat baik di sebelah barat ataupun di timurnya.



**Gambar 2.11 Penentuan arah kiblat saat matahari di zenit ka'bah**

(sumber: [rukkyatulhلال.org](http://rukkyatulhلال.org))

Untuk melakukan pengukuran arah kiblat dengan metode *rasyd al-kiblat global* diperlukan peralatan sederhana seperti tongkat tegak ataupun benda yang diikat tali menyerupai bandul dan dipastikan tempat pengukurannya pada bidang datar. Saat posisi Matahari berada di atas ka'bah maka siapapun yang menghadap ke arah azimuth Matahari akan tepat mengarah ke arah kiblat. Untuk membuat garis kiblat cukup mengikuti bayangan tongkat ataupun tali bandul. Beberapa masjid dibagian dinding sebelah barat dibuat jendela ataupun lubang agar ketika sore hari sinar Matahari masuk ke dalam ruangan utama sehingga untuk melakukan pengukuran arah kiblat tidak perlu keluar masjid. Metode ini juga dapat digunakan sebagai kalibrasi jika pada waktu sebelumnya telah dilakukan pengukuran dengan alat ukur yang lain. Pengamatan tidak dapat dilakukan apabila cuaca kurang mendukung. Metode *rashdul kiblat* yang paling akurat yaitu dengan menggunakan persamaan dalam bentuk bumi elipsoid.

#### 4. Menggunakan *rasyd al-kiblat lokal*

Metode pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan posisi Matahari saat berada pada arah yang sama dengan arah kiblat atau ketika arah bayangan Matahari sama dengan azimuth arah kiblat di suatu titik tertentu. Secara geometri bola, ketika posisi Matahari ditarik garis dengan titik Ka'bah

dah maka sepanjang garis di lingkaran besar bumi akan mengarah ke arah kiblat. Arah matahari selalu berubah setiap saat sehingga setiap tempat memiliki waktu yang berbeda. Walaupun menggunakan acuan matahari tetapi metode ini bersifat lokal. Posisi Matahari akan sama dengan arah kiblat saat Matahari berada di sebelah barat meridian (siang menjelang sore), sedangkan arah bayangan matahari yang mengarah ke arah kiblat terjadi saat Matahari berada di sebelah timur meridian (pagi menjelang siang).

Peralatan yang diperlukan untuk pengukuran sama dengan metode rashedul kiblat global, tetapi karena bersifat lokal maka sebelum pengukuran diperlukan perhitungan terlebih dahulu. Saat ini telah berkembang aplikasi/*software* untuk menentukan posisi matahari. Pada saat praktik pengukuran yang perlu dilakukan sama persis dengan rashedul kiblat global. Waktu pengamatan di suatu tempat sangat bervariasi. Perbedaan deklinasi matahari dengan koordinat lintang pengamat sangat berpengaruh. Semakin kecil selisihnya maka pengamatan semakin sulit dilakukan karena panjang bayangan yang dihasilkan sangat pendek. Sedangkan apabila selisihnya sangat besar, pengukuran akan lebih mudah karena panjang bayangan cukup panjang.

5. Menggunakan alat bantu *theodolite*

*Theodolite* merupakan alat optik yang digunakan untuk mengukur sudut ketinggian vertikal (altitude) dan arah horizontal (azimuth). Pada dasarnya alat ini digunakan sebagai piranti pemetaan pada survey geologi dan geodesi. Dalam ilmu falak, fungsi teodolit sebagai alat ukur arah horizontal dijadikan sebagai alat bantu penentuan arah kiblat. Alat ini dapat mengetahui arah hingga skala detik busur ( $1/3600^\circ$ )<sup>66</sup> dan dilengkapi teropong yang mempunyai lensa pembesaran bervariasi sehingga menghasilkan pengukuran arah kiblat yang akurat.<sup>67</sup> Teodolit model digital mampu mengukur sudut dengan tingkat kesalahan mencapai 5”.<sup>68</sup>

---

<sup>66</sup>Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1* ,(Semarang : Program Pasca Sarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011), cet. I, 231.

<sup>67</sup>Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang : Pustaka Rizki Putra, 2012), 55.

<sup>68</sup> Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, 62.



**Gambar 2.12 Theodolit digital**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

## **F. Menentukan Posisi Matahari**

Secara geografis, Indonesia berada di sebelah timur kota Makkah. Meskipun demikian, arah kiblat bagi umat muslim di Indonesia tidak sekedar ke arah barat. Hal ini telah dijelaskan dalam Fatwa MUI no.5 Tahun 2010 yang menyatakan bahwa kiblat umat Islam di Indonesia adalah menghadap

Bumi berotasi dari barat ke timur selama 24 jam mengakibatkan semua benda langit termasuk matahari mengalami pergerakan seolah-olah bergerak terbit dari timur dan tenggelam di sebelah barat. Posisi matahari selalu berubah setiap saat baik ketinggian maupun azimuthnya. Penentuan arah kiblat dengan acuan posisi matahari yang diperlukan adalah perhitungan nilai

azimuthnya. Salah satu algoritma perhitungan posisi matahari yaitu *Low Accuracy Jean Meeus*. Penentuan azimuth matahari dengan algoritma *Low Accuracy Jean Meeus* dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :<sup>69</sup>

1. Menghitung nilai Julian Day waktu UT (*Universal Time*)

$$\begin{aligned}
 JD_{UT} = & 1720994,5 + INT(365,25 \cdot Y) \\
 & + INT(30,6001(M + 1)) + B + D \\
 & + \frac{\left(jam + \frac{menit}{60} + \frac{detik}{3600}\right) - Z}{24}
 \end{aligned}$$

Keterangan : D = nomor hari/tanggal

Y = tahun

Z = zona waktu

M = nomor bulan berawal dari januari, jika  $M > 2$  maka M dan Y tidak berubah. Jika  $M = 1$  atau  $2$ , maka M menjadi  $M+12$  dan Y menjadi  $Y-1$ . Sehingga bulan januari dan februari dianggap sebagai bulan ke-13 dan ke-14 di tahun sebelumnya.

$$A = INT(Y/100)$$

$$B = 2 + INT(A/4) - A$$

2. Menghitung nilai ( $\Delta T$ ) Tahun 2005-2050

$$\begin{aligned}
 \Delta T = & 62,92 + 0,32217 \cdot (X - 2000) + 0,005589 \\
 & \cdot (X - 2000) \cdot (X - 2000)
 \end{aligned}$$

Keterangan :  $X = Y + (M-1)/12 + D/365$

---

<sup>69</sup> Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, 63.

3. Menghitung Julian Day Ephemeris ( $JDE$ ) waktu TD (*Dynamical Time*)

$$JDE = JD + \Delta T$$

4. Menghitung nilai ( $T$ )

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

5. Menghitung nilai bujur rata-rata matahari ( $L_0$ )

$$L_0 = 280,46645 + (36000,76983 \cdot T)$$

6. Menghitung anomali rata-rata matahari ( $M_0$ )

$$M_0 = 357,5291 + (35999,0503 \cdot T)$$

7. Menghitung nilai koreksi ( $C$ )

$$C = (1,9146 - 0,0048 \cdot T) \sin(M_0) \\ + (0,02 - 0,0001 \cdot T) \sin(2 \cdot M_0) + 0,0003 \\ \cdot \sin(3 \cdot M_0)$$

8. Menghitung nilai eksentrisitas orbit bumi ( $e$ )

$$e = 0,0167086 - (0,000042 \cdot T)$$

9. Menghitung bujur ekliptika sesungguhnya ( $L$ )

$$L = L_0 + C$$

10. Menghitung anomali sesungguhnya ( $M$ )

$$M = M_0 + C$$

11. Menghitung Omega ( $\Omega$ )

$$\Omega = 125,04452 - 1934,13626 \cdot T$$

12. Menghitung kemiringan orbit rata-rata ( $\varepsilon_0$ )

$$\varepsilon_0 = 23,43929111 - (0,01300417 \cdot T)$$

13. Menghitung ( $\Delta\varepsilon$ )

$$\Delta\varepsilon = 0,002555556 \cdot \cos(\Omega) + 0,00015833 \\ \cdot \cos(2 \cdot L_0)$$

14. Menghitung kemiringan orbit ( $\varepsilon$ )

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon$$

15. Menghitung Julian Day pukul 0 UT

$$JD_{0\_UT} = 1720994,5 + INT(365,25 \cdot Y) \\ + INT(30,60001 \cdot (M + 1)) + B + D$$

16. Menghitung T untuk JD

$$T_{JD} = (JD_{0\_UT} - 2451545)/36525$$

17. Menghitung GST pukul 0 UT

$$GST_{0\_UT} = MOD \left( (6,6973745583 \\ + 2400,0513369072 \cdot T_{JD} \\ + 0,0000258622 \cdot T_{JD} \cdot T_{JD}) \div 24 \right)$$

18. Menghitung GST waktu lokal

$$GST_{LT} = MOD \left( GST_{0\_UT} \\ + \left( jam + \frac{menit}{60} + \frac{detik}{3600} - Z \right) \\ \cdot 1,00273790935 \div 24 \right)$$

19. Menghitung LST

$$LST = ((GST_{LT} + \lambda)/15) \div 24$$

Keterangan :  $\lambda$  = koordinat bujur lokasi

20. Menghitung bujur ekliptika nampak ( $\lambda\varepsilon$ )



$$\lambda\varepsilon = L - 0,00569 - 0,00478 \cdot \sin \Omega$$

21. Menghitung Aksensiorekta ( $\alpha$ )

$$\tan \alpha = \frac{\cos \varepsilon \cdot \sin \lambda\varepsilon}{\cos \lambda\varepsilon}$$

22. Menghitung Hour Angle (HA)

$$HA = MOD \left( \frac{LST - \alpha}{24} \right) * 15$$

23. Menghitung deklinasi Matahari ( $\delta$ )

$$\sin \delta = \sin \varepsilon \cdot \sin \lambda\varepsilon$$

24. Azimuth Matahari arah selatan ke barat (Az)

$$\tan Az = \frac{\sin HA}{\cos HA \cdot \sin \varphi - \tan \delta \cdot \cos \varphi}$$

25. Azimuth Matahari arah utara ke timur (Az\_M)

$$Az_M = Az + 180$$

Rumus diatas dikatakan akurasi rendah oleh J Meeus, tetapi untuk keperluan praktis metode ini cukup akurat. Jika dibandingkan dengan algoritma Meeus hanya terpaut sedikit perbedaan diantaranya bujur ekliptika berbeda sekitar 6 detik, deklinasi dan azimuth berbeda 1" sedangkan altitude berbeda 18". Perbedaan ini disebabkan perbedaan suku koreksi pada bujur ekliptika yang hanya 6 suku sedangkan algoritma Meeus berisi sekitar 129 suku. Selain itu lintang ekliptika matahari dianggap nol, padahal menurut Meeus tidak selalu persis sama dengan nol.

Lintang ekliptika matahari tidak pernah lebih dari 0,00003 derajat sehingga untuk mempermudah perhitungan boleh dianggap nol.<sup>70</sup>

## G. Dinamika Arah Kiblat di Indonesia

Perhatian pegiat falak mengenai pengukuran arah kiblat di Indonesia muncul ketika tulisan seorang guru besar arsitek undip Totok Roesmanto dimuat di harian suara merdeka, 27 juni 2003. Beliau menyebutkan terdapat perbedaan arah bangunan di beberapa masjid seperti masjid menara kudu memiliki sumbu bangunan  $25^\circ$  ke arah utara, masjid kotagede sumbu bangunannya  $19^\circ$ , masjid agung jepara  $15^\circ$ , masjid tembayat klaten  $26^\circ$  dan masjid agung surakarta  $10^\circ$ . Pernyataan ini memperkuat hasil pengamatan Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam (Ditbinbapera) yang menyimpulkan bahwa arah kiblat masjid di tengah masyarakat selama ini masih berbeda-beda. Salah satu pakar falak, Ahmad Izzudin pernah melakukan pengukuran arah kiblat di masjid yang masih dalam proses pembangunan. Menurut seorang konstruk bangunan arah kiblat di semarang adalah  $14^\circ$  dari titik barat ke sebelah utara, sedangkan menurut perhitungan astronomi seharusnya arah kiblat di semarang  $24,5^\circ$  dari titik barat ke utara.<sup>71</sup>

---

<sup>70</sup> Anugraha, *Mekanika Benda Langit...*, 68.

<sup>71</sup> Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya)*, 173.

Persoalan melencengnya arah kiblat menjadi perhatian di masyarakat sekitar akhir 2008 setelah beberapa kali terjadi gempa bumi berskala 6,3 hingga 9,2 skala richter. Menurut Doktor Amien Wododo dari Institut Teknologi Surabaya menyebutkan bahwa pergerakan lempeng bumi mengakibatkan pergeseran muka bumi hingga 7 cm per tahun. Tahun 2010 beredar berita yang menyebutkan bahwa 80% masjid/mushola di Indonesia arah kiblatnya melenceng dari yang seharusnya walaupun sumber angka tersebut belum jelas.<sup>72</sup> Banyak kalangan masyarakat merasa resah, terutama pejabat kementerian agama, tokoh-tokoh agama dan takmir masjid/mushola. Kejadian gempa dan pergeseran lempeng bumi diduga mengakibatkan arah kiblat bergeser. Ma'rufin Sudibyo mencoba menghitung pergeseran kiblat yang diakibatkan gempa 9,2 skala richter. Hasilnya menyimpulkan bahwa gempa tersebut hanya menggeser arah kiblat sejauh 0,03 mm atau tidak berdampak sama sekali terhadap arah kiblat.

Fenomena yang meresahkan masyarakat ini disikapi oleh Majelis Ulama Indonesia dengan mengeluarkan fatwa arah kiblat yang tertuang pada Fatwa Nomor 3/2010 tanggal 1 Februari 2010. Isi dari fatwa tersebut yaitu *pertama*, kiblat bagi orang yang salat dan dapat melihat ka'bah adalah menghadap ke bangunan ka'bah (*ainul ka'bah*). *Kedua*, kiblat bagi orang yang salat dan tidak dapat

---

<sup>72</sup> Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar* (Solo: Tinta Media, 2011), 149.

melihat ka'bah adalah arah ka'bah (*jihat ka'bah*). *Ketiga*, letak geografis Indonesia yang berada di bagian timur ka'bah, maka kiblat umat Islam di Indonesia adalah menghadap ke barat.

Terbitnya fatwa MUI menimbulkan kritikan dari cendekiawan muslim yang ahli dalam ilmu falak. Ada banyak konsekuensi jika fatwa ini diimplementasikan. Arah kiblat di Indonesia dapat dihitung dengan persamaan segitiga bola dan diketahui azimuthnnya berkisar antara  $290^{\circ}$ - $296^{\circ}$  sedangkan arah barat berada di angka  $270^{\circ}$ . Arah kiblat akan melenceng sejauh  $20^{\circ}$ - $26^{\circ}$  atau melebar dari bangunan kab'ah sejauh 2.215 km hingga 2.881 km.<sup>73</sup> Fatwa no.3 pada akhirnya direvisi dengan fatwa terbaru yakni Fatwa MUI Nomor 5 Tahun 2010 letak geografis indonesia tidak tepat di sebelah timur sehingga diperlukan perhitungan. Pada poin ketiga disebutkan bahwa kiblat umat Islam di Indonesia adalah menghadap ke arah barat laut dengan sudut yang bervariasi sesuai dengan letak kawasan masing-masing. Bangunan masjid/mushola yang tidak tepat arah kiblatnya, perlu ditata ulang shafnya tanpa membongkar bangunannya.

Pemahaman yang dikedepankan oleh komisi Fatwa MUI dalam menetapkan Fatwa arah kiblat, jika dipahami secara utuh maka tidak akan menimbulkan masalah. Secara fiqih, perintah untuk menghadap kiblat itu apakah menghadap arah ka'bah (*jihah*)

---

<sup>73</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar* (Solo: Tinta Media, 2011), 162.

atau fisik ka'bah (*'ain*). Dalam hal ini MUI memahami adanya fakta perbedaan dikalangan fukaha, dan itu bisa dilakukan dari konsideransi Fatwa. MUI melakukan tarjih dengan menetapkan kiblat bagi orang yang dapat melihat Ka'bah adalah menghadap ke bangunan Ka'bah (*'ainul Ka'bah*). Bagi orang yang salat dan tidak dapat melihat Ka'bah adalah arah Ka'bah (*jihatul Ka'bah*).<sup>74</sup> Pengukuran kiblat dan sosialisasi ke masyarakat gencar dilakukan dengan temuan dan bantuan teknologi. Walaupun setiap masjid tidak selau tepat mengarah ke kiblat, garis *şaff* masjid cukup di miringkan sesuai hasil pengukuran. Menurut Thomas Djamaluddin, Beberapa faktor yang diduga kuat menjadi penyebab banyaknya kesalahan penentuan arah kiblat diantaranya:

1. Arah kiblat masjid ditentukan berdasarkan perkiraan dengan mengacu secara kasar pada arah kiblat masjid yang sudah ada, padahal masjid yang menjadi acuan belum tentu akurat.
2. Sebagian masjid arah kiblatnya ditentukan dengan menggunakan alat yang kurang akurat seperti kompas yang belum ditambahkan faktor koreksi daya magnetik bumi.
3. Dalam penentuan arah kiblat masjid terkadang hanya ditentukan oleh seseorang yang ditokohkan di lingkungan

---

<sup>74</sup> Aprilia Dwi Kurniawati, "Implementasi Fatwa MUI Nomor 05 Tahun 2010 Tentang Arah Kiblat Di Indonesia: Studi Kasus Di Masjid-Masjid Mangkang Kulon" (UIN Walisongo, 2019), 51.

masyarakat tersebut. Padahal belum tentu tokoh tersebut mengetahui cara yang akurat dalam pengukuran arah kiblat.

4. Masjid/mushola dibangun mengikuti ataupun disejajarkan dengan jalan.<sup>75</sup>

Inovasi alat ukur kiblat sangat penting dilakukan sebagai upaya memenuhi kebutuhan umat muslim khususnya di Indonesia.

---

<sup>75</sup> Admin, “Penyebab Kesalahan Dan Solusi Dalam Penentuan Arah Kiblat,” *UIN Raden Intan Lampung*, last modified 2016, accessed June 19, 2022, <http://syariah.radenintan.ac.id/penyebab-kesalahan-dan-solusi-dalam-penentuan-arrah-kiblat/>.

## **BAB III**

### **PERANCANGAN ALAT UKUR ARAH KIBLAT DENGAN METODE AZIMUT BAYANGAN MATAHARI OTOMATIS**

#### **A. Deskripsi Bagian-Bagian Alat**

Perancangan alat ukur arah kiblat dengan metode azimuth bayangan Matahari terintegrasi alat hitung otomatis pada prinsipnya hampir serupa mizwalla, istiwa 'ain dan kiblat tracker. Penulis membagi alat ini menjadi tiga bagian utama yaitu tripod, alat ukur bayangan matahari dan kalkulator şaff.

##### **1. Tripod**

Tripod berfungsi sebagai penopang alat dan menjaga agar tetap stabil pada tanah saat melakukan pengukuran. terdapat banyak jenis tripod dipasaran seperti tripod hp, kamera, *sound system*, lampu dan sebagainya. Tripod yang penulis gunakan pada alat ini adalah jenis tripod *sound system*. Sebelumnya tripod ini telah digunakan pada *qiblat tracker* dan teruji cukup kokoh untuk digunakan sebagai penopang. Pada dudukan tripod terdapat empat buah tempat pengunci, berbeda dengan tripod kamera yang hanya satu pengunci. tinggi tripod dapat disesuaikan dengan tinggi pengguna dengan dilengkapi knop pengunci ketinggian. Kekurangan tripod ini adalah pada ketiga kaki memiliki panjang yang permanen, artinya salah satu kaki tingginya tidak dapat diubah seperti tripod kamera.

Untuk mengatasi hal ini, agar alat tetap berada di posisi datar penulis telah melengkapi sistem *leveling* pada bagian dasar alat.



**Gambar 3.1 Bagian Tripod**

(Sumber: bukalapak.com)

## 2. Alat ukur bayangan matahari

Bagian utama dari alat ini adalah alat ukur bayangan Matahari dengan bentuk segitiga sama sisi. Pada bagian dasar alat berfungsi sebagai dudukan dan dilengkapi sistem *leveling* tiga baut agar posisi alat tetap datar. Pada bagian tengah berisi komponen elektronika diantaranya arduino uno, tempat *powerbank* dan sensor GPS (*Global Positioning System*).





**Gambar 3.2 Bagian dasar alat dengan tiga buah baut di ujung segitiga untuk *leveling***  
(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Di bagian paling atas terdapat kompas, waterpass bulat, bidang dial, gnomon, bidang bayangan, LCD 2x16 dan LCD 4x20. Kompas berfungsi sebagai pembanding arah utara magnetik dengan utara sejati. Waterpass bulat berfungsi untuk mengetahui kedataran posisi alat. Bidang dial berbentuk seperti cincin yang dapat berputar dengan dilengkapi skala sudut 0-360 derajat dan skala terkecil 0,5 derajat. Gnomon terbuat dari kuningan dengan tinggi bervariasi menyesuaikan ketinggian matahari. Pada bagian LCD 2x16 menampilkan hasil perhitungan arah kiblat dan azimuth bayangan matahari secara *realtime*, sedangkan pada LCD 4x20 menampilkan lintang, bujur, tanggal dan waktu setempat.



**Gambar 3.3 Bagian utama alat ukur**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

### 3. Kalkulator şaff

Kalkulator dibuat secara khusus dengan prinsip trigonometri segitiga. Di dalamnya terdapat komponen elektronik yaitu arduino uno, LCD 2x16 dan keypad 4x4. Arduino diprogram agar dapat menghitung mundurnya şaff suatu masjid apabila arahnya melenceng dari arah kiblat.



**Gambar 3.4** Box kalkulator şaff

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

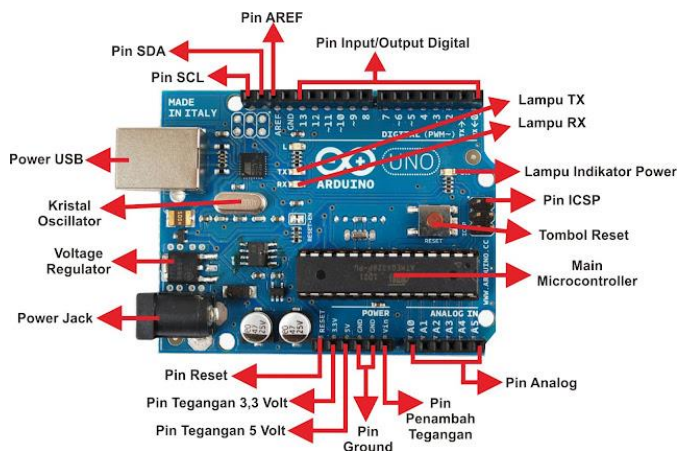
## **B. Komponen Elektronika Pendukung**

Untuk membuat alat yang memiliki sistem perhitungan otomatis diperlukan beberapa *hardware* berupa komponen elektronika dan dilengkapi program melalui *software* yang telah tersedia sebagai berikut.

### **1. Arduino Uno**

Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output, 6 input analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset. Pada 14 pin digital, 6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM. Board mikrokontroler ini memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah

komputer ataupun laptop dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.<sup>1</sup>



**Gambar 3.5** Arduino Uno beserta bagian-bagiannya

(Sumber: aldyrazor.com)

Komponen utama dari arduino yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel<sup>2</sup> dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Jika dilihat dari segi *software* yang bersifat Open

<sup>1</sup> A. Adriansyah and O. Hidyatama, “Mechanism and Technique of Friction Control by Applying Electric Voltage. (II) Effects of Applied Voltage on Friction,” *Tekno. Elektro, Univ. Mercu* 4, no. 4 (2013): 100–112.

<sup>2</sup> A. Rohmanu and D. Widiyanto, “Sistem Sensor Jarak Aman Pada Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino Atmega328,” *J. Inform. SIMANTIK* 3, no (2018): 7–14.

source, IDE digunakan untuk mendvelop aplikasi mikrokontroller yang berbasis arduino platform. Jika dilihat dari segi *hardware* single board dikembangkan untuk arsitektur mikrokontroller AVR 8 bit dan ARM 32 bit. Maka dapat disimpulkan bahwa Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroller dengan jenis AVR. Mikrokontroller itu sendiri adalah chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Berikut spesifikasi arduino uno.

**Tabel 3.1 Spesifikasi Arduino Uno**

Mikrokontroller	ATMega328
Tegangan	5 V
Tegangan Input (yang disarankan)	7-12 V
Tegangan Input	6-12 V
Digital I/O	14 pin (6 output PWM)
Analog Input	6 pin
Arus DC untuk 3,3 V	50 mA
Arus DC per I/O	40 mA

Flash Memory 32 kb	0,5 kB digunakan untuk <i>bootloader</i>
EEPROM	1 kB
SRAM	2 kB
Clock Speed	16 MHz

Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan. Mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan input, proses, dan output sebuah rangkaian elektronik.<sup>3</sup> Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya sebagai berikut :

- a. Tidak perlu menambahkan perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan memproses upload program dari komputer
- b. Terdapat sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.

---

<sup>3</sup> D. T. Saputra, *Aplikasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Pada Sistem Kendali Valve Sebagai Penyalur Air Dengan Akses Control Rfid Berbasis Arduino Uno*, 2016.

- c. Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang dapat ditancapkan pada board arduino seperti *shield* GPS, Ethernet, dan yang lainnya

Selain arduino Uno, arduino memiliki bermacam-macam produk dan tipe sesuai dengan kebutuhan pengguna, diantaranya seperti arduino mega, arduino yun, arduino esplora dan sebagainya.<sup>4</sup> Arduino menggunakan pemrograman bahasa C++ yang dipermudah melalui *library*. *Software* arduino dapat di-*install* di berbagai *operating system* (OS) seperti: LINUX, Mac OS dan Windows. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih.

## 2. Software Arduino IDE

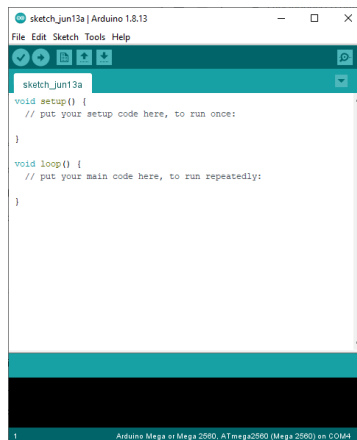
*Integrated Development Environment* (IDE) arduino adalah aplikasi yang mencakup editor, compiler dan uploader yang dapat menggunakan seri modul keluarga arduino seperti arduino uno, mega, bluetooth dan lainnya. Editor memungkinkan pengguna melakukan perubahan program dalam bahasa *processing*. Compiler merupakan

---

<sup>4</sup> D. T. Saputra, *Aplikasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Pada Sistem Kendali Valve Sebagai Penyalur Air Dengan Akses Control Rfid Berbasis Arduino Uno*, 2016..

modul yang mengubah kode program menjadi kode biner. Sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Uploader yaitu sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori arduino.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang biasanya disebut wiring, sehingga operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE dikembangkan dari software processing yang diubah menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman Arduino.<sup>5</sup>



**Gambar 3.6 Tampilan Arduino IDE**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

---

<sup>5</sup> I Hermawan, *Perancangan Dan Pembuatan Kunci Pintu Rumah Menggunakan RTID Dengan Multi Reader Berbasis Arduino.*, 2016.



Pada tampilan arduino IDE terdapat beberapa menu yang dibuat untuk mempermudah dalam pemrograman. Berikut fungsi-fungsi pada menu arduino IDE sebagai berikut:<sup>6</sup>

1. Verify berfungsi untuk melakukan kompilasi program yang saat di editor.
2. New berfungsi untuk membuat program baru dengan mengosongkan isi jendela editor saat ini.
3. Open berfungsi untuk membuka program yang ada dari sistem file.
4. Save berfungsi untuk menyimpan program saat ini.
5. Upload berfungsi untuk menyalin hasil pemrograman dari komputer ke memori board arduino. Saat melakukan upload, harus melakukan pengaturan jenis arduino dan port com yang digunakan.
6. Serial Monitor berfungsi untuk melihat hasil pemrograman yang tersimpan dalam memori arduino.

Dalam bahasa pemrograman arduino ada beberapa hal yang diperlukan, diantaranya:

1. Struktur

Kerangka program arduino sangat sederhana yaitu terdiri dari void setup () dan void loop (). Void setup

---

<sup>6</sup> F Rodiah, *Pengisi Gelas Otomatis Bagi Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno* (Yogyakarta, 2018).

berisi kode program yang hanya memanggil satu kali ketika program dijalankan. Sedangkan void loop berfungsi untuk mengeksekusi perintah yang akan dijalankan berulang-ulang selama Arduino dinyalakan

## 2. Syntax

Syntax merupakan bahasa C yang dibutuhkan untuk format penulisan:

- l. // (komentar satu baris) digunakan untuk memberi catatan dari kode kode pemrograman yng telah dituliskan. Dengan menuliskan // maka apapun yang ditulis di belakangnya akan diabaikan atau tidak akan dibaca oleh program.
- m. /\*.....\*/ (komentar banyak baris) berfungsi untuk memberi catatan beberapa garis sebagai komentar
- n. {.....} atau kurawal berfungsi untuk mendefinisikan blok diagram saat mulai dan berakhir, digunakan juga pada fungsi pengulangan.
- o. ; atau titik koma berfungsi untuk mengakhiri setiap baris kode program yang ditulis.

## 3. Variabel

Variabel merupakan nama yang dibuat dan disimpan dalam mikrokontroler. Variabel memiliki nilai yang berubah-ubah sewaktu-waktu saat program dijalankan sehingga perlu ditentukan jenis tipe datanya. Deklarasi variabel dapat dilakukan dengan memberi nilai awal ataupun dengan tidak memberi nilai awal. Dalam pemrograman dikenal dengan dua jenis variabel yaitu variabel global dan lokal. Variabel global berfungsi untuk mendeklarasikan diluar fungsi, dan berlaku secara umum serta dapat diakses dimana saja. Variabel lokal berfungsi untuk mendeklarasikan didalam fungsi dan hanya bisa diakses oleh pernyataan yang ada di dalam fungsi.

#### 4. Tipe data

Tipe data yang digunakan dalam program ada banyak, diantaranya sebagai berikut:<sup>7</sup>

**Tabel 3.2 Tipe data arduino**

Tipe data	Panjang byte	Rentang Nilai
bool	1	<i>True dan False</i>
char	1	-128 sampai +127
unsigned char	1	0 sampai 255
byte	1	0 sampai 225

---

<sup>7</sup> Pauzan, "Tipe Data C Arduino," accessed June 13, 2022, <http://pauzan.com/tipe-data-c-arduino/>.

int	2	-32768 sampai 32768
unsign int	2	0 sampai 65535
word	2	0 sampai 65535
long	2	-2147483648 sampai 2147483648
unsign long	4	0 sampai 4294967295
float	4	-3.4028235x10 <sup>38</sup> sampai 3.4028235 x10 <sup>38</sup>
double	4	-3.4028235x10 <sup>38</sup> sampai 3.4028235 x10 <sup>38</sup>
string	?	Null ('\0') tipe data referensi dibangun dari susunan karakter
String	?	Objek tipe data yang diacu
array	?	Susunan tipe data yang diacu oleh nama variabel tunggal
void	0	Deskripsi yang digunakan dengan fungsi sebagai tipe data kembali ketika fungsi tidak mengembalikan nilai

## 5. Operator matematika

Operator matematika digunakan untuk memanipulasi angka sebagai contoh tanda persen (%) berfungsi menghasilkan sisa dari hasil pembagian suatu angka, tanda (+) untuk penjumlahan, tanda (\*) untuk perkalian dan simbol-simbol matematika lainnya

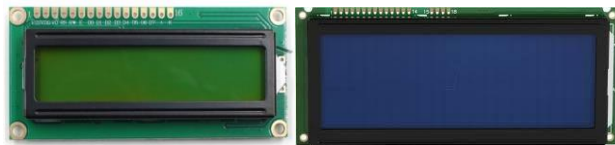
### 6. Struktur pengaturan

Program dapat digunakan untuk menentukan suatu kondisi dan saat kondisi telah terpenuhi maka akan dilaksanakan sesuai dengan perintah yang telah ditentukan. Begitu juga saat kondisinya tidak terpenuhi dengan cara menggunakan perintah *if ... else*. Pernyataan *Switch* yaitu sebuah variabel yang berurutan diuji oleh beberapa konstanta bilangan bulat atau karakter sintaks perintah *switch*. Looping yaitu pengulangan satu atau beberapa perintah hingga mencapai keadaan tertentu. Berikut beberapa perintah looping *for.....* ,*while.....*, *do..... while....*

### 3. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan lapisan campuran organik antara kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Dalam modul LCD terdapat mikrokontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter. Mikrokontroller ini dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan internal LCD yaitu DDRAM (*Display Data Random Access Memory*), CGRAM (*Character Generator Access Memory*) dan CGROM (*Character Generator Read Only Memory*).

DDRAM merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada. CGRAM berfungsi untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah sesuai keinginan. CGROM berfungsi sebagai tempat menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang telah ditetapkan secara permanen oleh pabrik sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memori dan tidak dapat mengubah karakter yang telah ada.



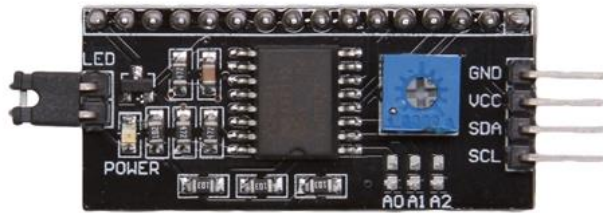
**Gambar 3.7 LCD 2x16 dan 4x20**

(Sumber: [circuitdigest.com](http://circuitdigest.com))

#### 4. Modul I2C (*Inter Integrated Circuit*)

*Inter Integrated Circuit* adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang dibuat khusus mengirim ataupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari 4 pin yaitu VCC, GND, SDA dan SCL. VCC (*Volt Common Collector*) merupakan pin yang disambung dalam tegangan positif sedangkan GND (*Ground*) adalah pin yang disambung ke tegangan negatif. Pada pin SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*) berfungsi untuk

membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Data yang dikirim arduino akan diterima terlebih dahulu oleh modul I2C sebelum ditampilkan dalam layar LCD.



**Gambar 3.8 Modul I2C**

(Sumber: khoiriliman.wordpress.com)

#### 5. Modul GPS (*Global Positioning System*)

*Global Positioning System* adalah sistem yang digunakan untuk menentukan lokasi di permukaan Bumi dengan bantuan penyelarasan sinyal satelit. Sistem gps menggunakan 24 satelit dan 3 satelit cadangan yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi.<sup>8</sup> Karena GPS bekerja mengandalkan satelit, maka penggunaanya disarankan ditempat yang terbuka. Penggunaan di dalam ruangan, atau ditempat yang menghalangi arah satelit

---

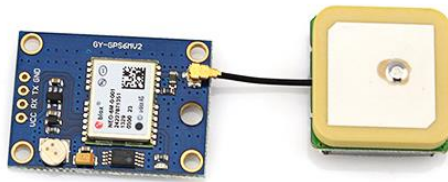
<sup>8</sup> El-Rabbany Ahmed, *Introduction to GPS* (Boston: Artech House, 2002).

(diangkasa), maka GPS tidak akan bekerja secara optimal dan akurat. Setiap daerah di atas permukaan bumi ini minimal terjangkau oleh 3-4 satelit.

Pada dasarnya, setiap GPS terbaru bisa menerima sampai 12 channel satelit sekaligus. Kondisi langit yang cerah dan bebas dari halangan membuat satelit dapat dengan mudah diterima oleh GPS, maka akurasi yang diberikan juga akan semakin tinggi. Dengan mentransmisikan sinyal dari satelit ke perangkat GPS (portable murni atau smartphone yang sudah memiliki GPS). GPS akan membutuhkan transmisi dari 3 satelit untuk mendapatkan informasi dua dimensi (lintang dan bujur), dan 4 satelit untuk 3 dimensi (lintang, bujur, dan ketinggian).

Modul GPS yang digunakan adalah berjenis uBlox Neo 6M, jenis GPS ini cukup dapat diandalkan karena memiliki keakuratan yang cukup baik. Modul uBlox Neo 6M berfungsi sebagai penerima GPS yang dapat mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memproses sinyal dari satelit navigasi. Modul ini melingkupi sistem navigasi, sistem keamanan pada perangkat bergerak, akuisisi data pada sistem pemetaan medan, location tracking dan sebagainya. Berikut ini Modul GPS uBlox GYNEO6MV2.



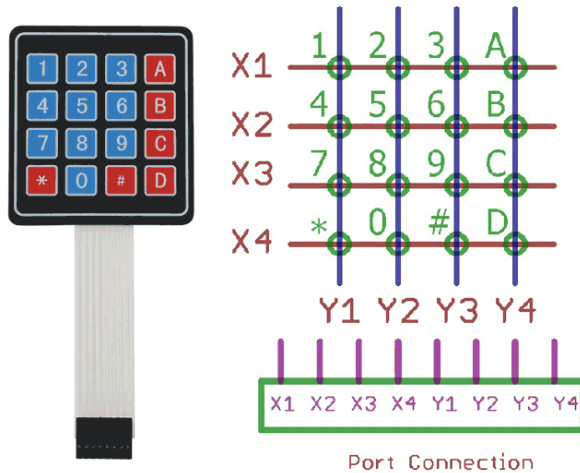


**Gambar 3.9 Modul GPS NEO6V2**

(Sumber: labelektronika.com)

#### 6. Matrix Keypad 4x4

Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat elektronika atau dikenal dengan istilah HMI (Human Machine Interface). Matrix Keypad ini memiliki konstruksi atau susunan yang sederhana dan hemat dalam penggunaan port mikrokontroler. Konfigurasi keypad dengan susunan bentuk matrix ini bertujuan untuk penghematan port mikrokontroler karena jumlah tombol yang dibutuhkan banyak pada suatu sistem mikrokontroler.

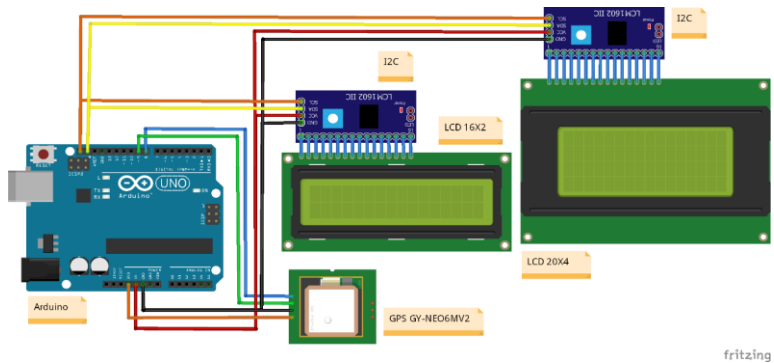


**Gambar 3.10 Matrix keypad 4x4**  
 (sumber: [kursuselektronikaku.blogspot.com](http://kursuselektronikaku.blogspot.com))

Konstruksi matrix keypad 4x4 pada gambar 2. 15 cukup sederhana, yaitu terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan bentuk saklar push button yang diletakkan di setiap persilangan kolom dan 4 kolom. Delapan line yang terdiri dari 4 baris dan 4 kolom tersebut dihubungkan dengan port mikrokontroler 8 bit. Sisi baris dari Matrix Keypad ditandai dengan nama Row1, Row2, Row3 dan Row4 kemudian sisi kolom ditandai dengan nama Col1, Col2, Col3 dan Col4. Sisi input atau output dari Matrix Keypad 4x4 ini tidak mengikat, dapat dikonfigurasi kolom sebagai input dan baris sebagai output atau sebaliknya

### C. Skema Rangkaian Alat

Rangkaian alat terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian alat utama dan rangkaian kalkulator şaff. Pada bagian utama terdiri dari satu buah Arduino uno, satu buah Modul GPS, dua buah I2C, satu buah LCD 2x16 dan satu buah LCD 4x20. Masing-masing komponen dirangkai seperti pada gambar berikut.



**Gambar 3.11 Skema rangkaian alat utama**

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Pada bagian LCD+I2C diberikan tegangan masing-masing 5 volt sedangkan modul gps diberi tegangan 3,3 volt. Setelah semua tersambung, masukan program pada arduino agar gps dapat berjalan sehingga memunculkan koordinat dan waktu setempat di LCD 4x20. Untuk mencoba sistem gps harus dilakukan di tempat terbuka agar dapat menerima sinyal dari satelit. Ketika arduino dinyalakan butuh waktu beberapa detik untuk LCD 4x20 menampilkan hasilnya. Waktu yang disediakan modul gps adalah

Universal Time, sehingga untuk menyesuaikan waktu setempat perlu ditambahkan dengan zona waktu tempat alat akan digunakan. Dalam hal ini peneliti menggunakan zona waktu Indonesia barat (UT+7). Sistem yang ditampilkan akan *running* secara terus menerus. Waktu yang ditampilkan akan terus berjalan detik demi detik. Waktu dan koordinat inilah yang nantinya menjadi inputan untuk menghitung azimuth kiblat dan azimuth bayangan matahari.

```

SERIAL_rev1.UNO | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help
SERIAL_rev1.UNO
#include <TinyGPS++.h> //Library TinyGPS
#include <SoftwareSerial.h> //Libraryar bawean
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Choose two Arduino pins to use for software serial
int RXPin = 50; //Connect ke RX GPS
int TXPin = 51; //Connect ke TX GPS

int GPSBaud = 9600; //Biarin default

// Membuat objek TinyGPS++
TinyGPSPlus gps;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line di

// Membuat koneksi serial dengan nama "gpsSerial"
SoftwareSerial gpsSerial(RXPin, TXPin);
void setup()
{
  //Memulai koneksi serial pada baudrate 9600
  Serial.begin(9600);

  //Memulai koneksi serial dengan sensor
  gpsSerial.begin(GPSBaud);
}
Save Canceled.
Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM44
1

```

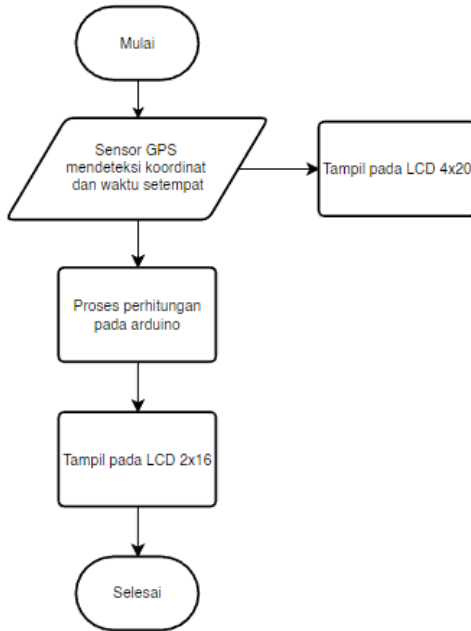
**Gambar 3.12 Listing Program Modul GPS**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Pada LCD 2x16 diatur agar menampilkan azimuth kiblat dan nilai azimuth bayangan matahari melalui perhitungan sesuai rumus segitiga bola. Untuk perhitungan azimuth kiblat, dipastikan

terlebih dahulu koordinat ka'bah yang akan digunakan. Peneliti menggunakan koordinat ka'bah dalam satuan desimal dengan tipe data float yaitu lintang = 21.42250833 derajat dan bujur = 39.82616111 derajat. Proses perhitungan arah kiblat selanjutnya menunggu dari koordinat lokasi yang dimunculkan oleh sensor GPS. Sesuai dengan rumus arah kiblat, jika koordinat lokasi telah diketahui maka azimuth arah kiblat akan ditampilkan dalam LCD.

Untuk azimuth bayangan matahari, inputan yang diperlukan adalah koordinat lokasi dan waktu setempat. Azimuth matahari akan selalu berubah sesuai dengan perubahan waktu yang dimunculkan oleh modul gps. Baik siang ataupun malam hari, posisi bayangan matahari akan tetap ditampilkan secara *realtime*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram alir berikut.

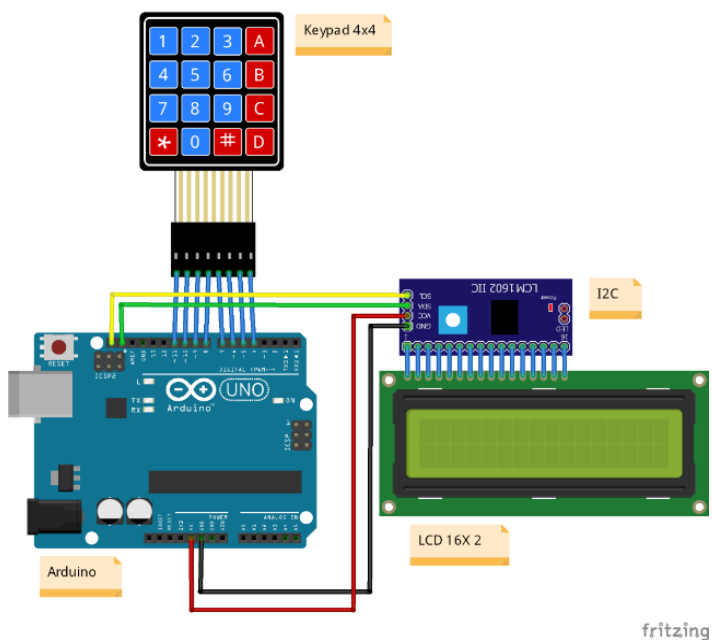


**Gambar 3.13 Diagram alir alat utama**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Azimuth bayangan matahari diperlukan untuk memutar skala bidang dial sesuai posisi yang tepat dengan arah utara sejati. Seandainya azimuth bayangan matahari adalah 280 derajat maka setelah bayangannya lurus, bidang dial harus diputar sejauh 280 derajat juga berlawanan arah jarum jam. Setelah utara sejati ketemu, maka arah bangunan dapat diukur dengan menarik garis lurus ke arah masjid atau mushola dan arah kiblat tempat tersebut dapat ditarik garis menuju angka yang tertera pada skala sesuai

perhitungan pada LCD. Dari alat utama ini akan mengetahui selisih arah kiblat dan arah masjid. Apabila ada selisih maka sajadah dalam masjid cukup dimiringkan sesuai arah yang tepat. Mundurnya saff lebih mudah dihitung dengan kalkulator khusus. Berikut skema rangkaian kalkulator saffnya.

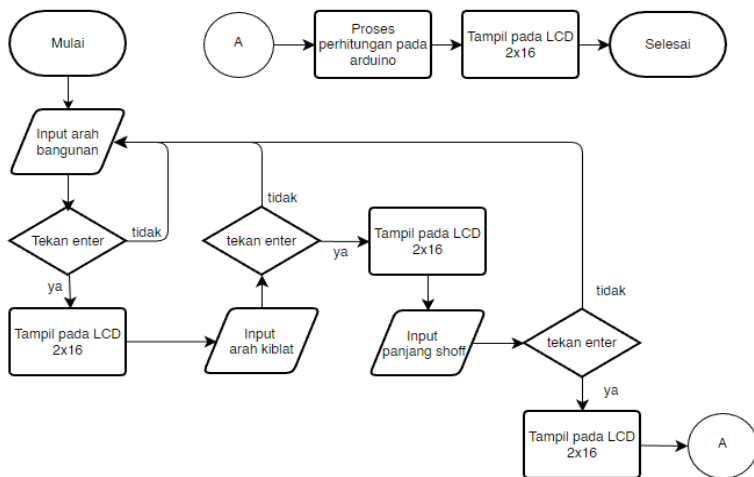


**Gambar 3.14 Skema rangkaian kalkulator saff**

(Sumber: Penulis)

Kalkulator saff dirancang dengan komponen arduino uno, keypad matriks 4x4 dan LCD 2x16 + I2C. Program kalkulator diatur agar dapat menentukan seberapa jauh mundur saff suatu

masjid. Walaupun berjumlah 16 tombol tetapi yang digunakan cukup 13 tombol yang terdiri dari 10 tombol angka, 1 tombol enter, 1 tombol hapus dan 1 tombol koma untuk menuliskan angka desimal. Input kalkulator shaff adalah arah bangunan, arah kiblat dan panjang şaff. Berikut diagram alir pada rangkaian kalkulator.



**Gambar 3.15 Diagram alir kalkulator şaff**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Jika terjadi kesalahan dalam penulisan angka, maka proses inputan kembali dari awal, yaitu dari input arah bangunan.

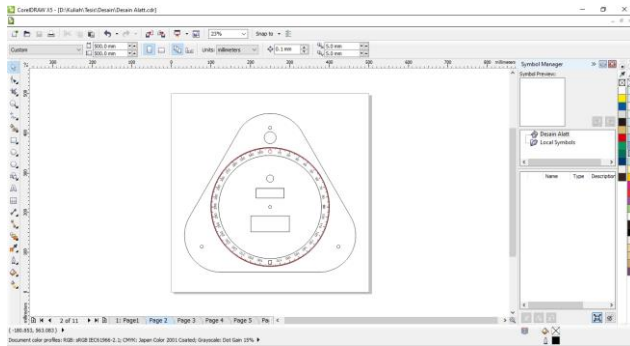
#### **D. Proses Perancangan Alat**

Proses pembuatan alat terbagi menjadi *hardware* dan *software*. Perangkat keras berupa komponen elektronika yang diperlukan dan



bahan akrilik yang disesain sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi untuk mengukur kiblat. Perangkat lunak berupa proses pemrograman yang diinputkan ke dalam mikrokontroler arduino agar dapat memproses perhitungan arah kiblat dan azimuth bayangan otomatis. Proses pembuatan perangkat keras diantaranya:

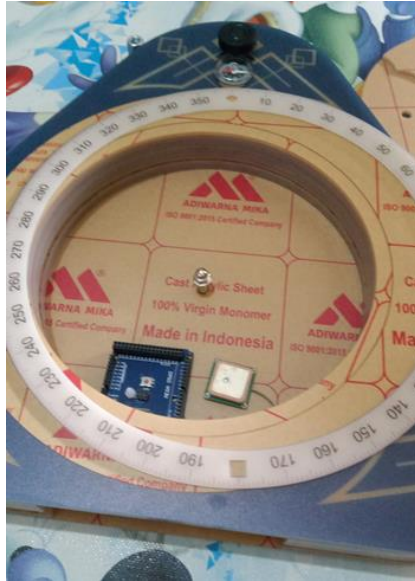
1. Perancangan desain alat menggunakan corel draw X5



**Gambar 3.16** Proses perancangan desain alat

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

2. Hasil desain dicetak menggunakan bahan akrilik dan dipotong dengan teknologi *lasser cutting*.
3. Potongan akrilik yang telah cetak kemudian dirakit dan di rekatkan menggunakan lem ataupun dipasangkan mur/baut pada bagian tertentu.



**Gambar 3.17** Perakitan hasil *cutting laser*

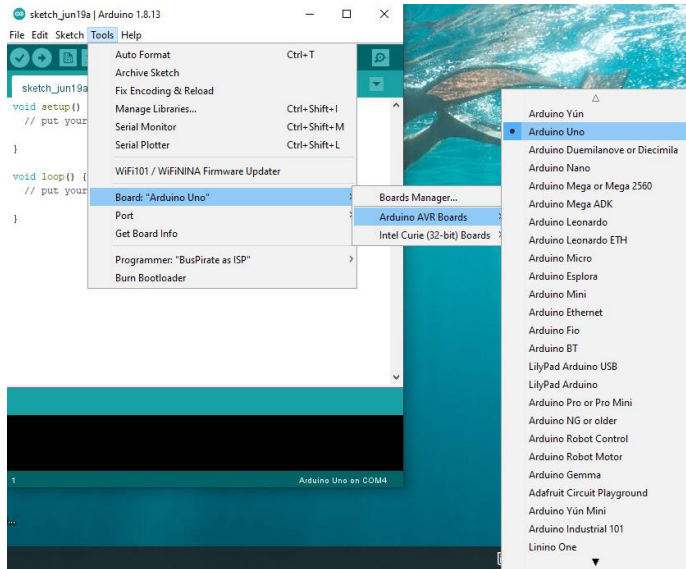
(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

4. Pasang komponen elektronika yang diperlukan ke dalam tempat yang telah disediakan
5. Pastikan alat semua alat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan

Sensor gps dipasang di bagian luar agar proses penangkapan sinyal berjalan dengan cepat dan lebih akurat. Untuk tahap-tahap pembuatan perangkat lunak yaitu sebagai berikut:

1. Instal aplikasi arduino IDE yang dapat diperoleh secara gratis dari <https://www.arduino.cc/>

2. Jalankan aplikasi arduino IDE dan sambungkan arduino melalui port USB pada laptop
3. Pilih board arduino sesuai jenis yang dipakai melalui menu *tools > Board > Arduino AVR Boards > Arduino Uno*



**Gambar 3.18 Pemilihan board arduino**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

4. Pastikan arduino benar-benar tersambung dengan cara upload program *default* ke arduino. Program sederhana dengan menyalakan dan mematikan lampu led pada board arduino uno dapat dilakukan dengan cara pilih menu *File > Examples > 01.Basics > Blink*

```

void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an
  output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

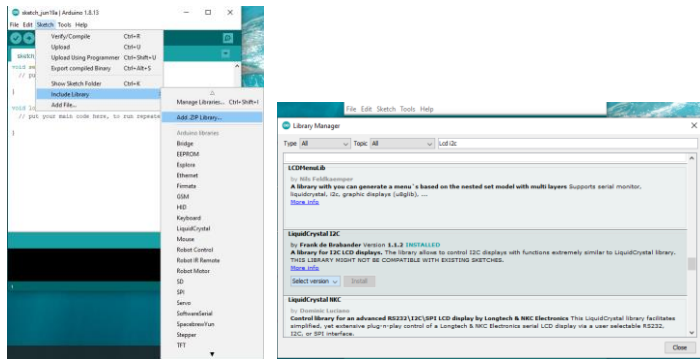
// the loop function runs over and over again
forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn
the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait
for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn
the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait
for a second
}

```

Listing program tersebut akan membuat led arduino uno menyala 1 detik dan mati satu detik secara terus menerus. Angka 1000 di atas merupakan satuan milidetik, jika ingin diubah menjadi 5 detik dapat diganti dengan angka 5000.

5. Upload program tersebut ke dalam arduino dengan menekan simbol panah kanan yang terletak di bawah menu edit. Tunggu beberapa detik dan perhatikan lampu led yang berkedip di arduino, jika sudah sesuai dapat memasukan program berikutnya.
6. Untuk melanjutkan pemrograman diperlukan penambahan *library* <TinyGPS++.h>, <SoftwareSerial.h>, <Wire.h>

<LiquidCrystal\_I2C.h> dan <Keypad.h> dengan cara mendownload secara terpisah kemudian tambahkan ke IDE dengan pilih menu *Sketch > Include Library > Add .ZIP Library...* kemudian pilih library yang telah di download. Cara lainnya dapat menggunakan **Ctrl+Shift+I**, kemudian ketik library yang akan di kolom *search* dan pilih instal.



**Gambar 3.19 Penambahan *Library***

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

7. Untuk membuat program yang ditampilkan pada alat utama dapat memasukan *listing program* pertama yang ada pada lampiran kemudian upload ke arduino uno.
8. Untuk membuat program kalkulator saff dapat memasukan *listing program* kedua pada lampiran kemudian upload ke arduino.

## **E. Prosedur Pengambilan Data**

Setelah alat berfungsi dengan baik, selanjutnya dilakukan uji akurasi perhitungan dan uji akurasi pengukuran. Uji akurasi perhitungan dilakukan dengan cara menyalakan alat di tujuh tempat yang bebas penghalang ataupun tempat terbuka. Ketika alat dinyalakan, hasil yang tertera pada LCD yaitu tanggal, jam, lintang, bujur, azimuth matahari dan azimuth kiblat dibandingkan dengan hasil perhitungan dari aplikasi RHI.

Pengambilan data berikutnya adalah mengukur kiblat di dua tempat berbeda. Pengukuran dilakukan dengan alat ini dan theodolit. Hasil pengukuran keduanya dibandingkan untuk memperoleh tingkat akurasi alat yang telah dibuat. Pengujian alat ukur melalui tahapan sebagai berikut.

1. Pastikan alat berada pada bidang datar dengan cara melakukan *leveling*, yaitu memutar ketiga kaki bagian dasar alat sambil memperhatikan waterpass agar bulatan air berada di tengah lingkaran
2. Pasang, benang di pusat lingkaran, *gnomon* dan tempat jatuhnya bayangan
3. Nyalakan alat dan tunggu semua LCD memunculkan angka
4. Arahkan bayangan matahari agar jatuh disepanjang garis tempat jatuhnya bayangan (menuju pusat lingkaran).



**Gambar 3.20 Bayangan gnomon tepat di tengah papan bayangan**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

5. Tarik benang menuju skala yang ditunjukkan oleh bayangan matahari
6. Benang pada bagian ujung ditahan oleh tangan
7. Putar bidang skala agar benang tersebut tepat pada angka yang sesuai dengan angka azimuth bayangan matahari
8. Skala pada bidang dial telah sesuai dengan arah utara sejati
9. Pasang benang di pusat lingkaran dan tarik ke arah bangunan, maka akan ketemu nilai azimuth arah bangunan



**Gambar 3.21 Benang menunjukan azimut bangunan**

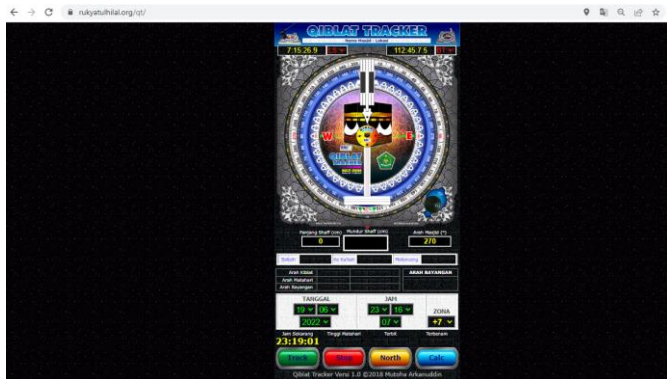
(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

10. Ukur panjang saff masjid menggunakan penggaris meteran
11. Nyalakan kalkulator saff
12. Masukkan nilai azimuth bangunan, azimuth kiblat dan panjang saff, maka akan diperoleh jarak mundur saff. Jika bernilai negatif mundurkan saff sebelah kiri dan jika bernilai positif mundurkan saff sebelah kanan
13. Arah kiblat masjid telah selesai diukur.

Sebagai bahan perbandingan dilakukan pengukuran di tempat yang sama menggunakan teodolit dengan tahapan sebagai berikut.



1. Pasang theodolit di atas tripod dalam posisi yang benar-benar tegak lurus ke segala arah dengan memperhatikan waterpass yang ada pada theodolit
2. Buka aplikasi kalkulator kiblat RHI dengan mengakses secara online di <https://rukkyatulhilar.org/qt/>
3. Klik tombol “launch” kemudian akan muncul tampilan koordinat dan waktu secara otomatis seperti gambar berikut.



**Gambar 3.22 Kalkulator kiblat RHI**

(Sumber: <https://rukkyatulhilar.org/qt/>)

4. Klik tombol “track” yang berwarna hijau maka akan muncul hasil perhitungan arah kiblat dan posisi matahari secara realtime.
5. Arahkan teropong ke matahari sampai betul-betul di tengah bidikan (jika mengamati langsung harus menggunakan filter atau teknik proyeksi menggunakan

kertas jika tanpa filter), diusahakan waktunya sesingkat mungkin agar tidak ada bagian teodolit yang leleh karena kuatnya cahaya matahari dengan mengubah arah vertikalnya saja, sedangkan gerak horizontal harus dikunci. Di saat yang bersamaan klik “stop” pada aplikasi RHI agar perhitungan azimuth matahari berhenti.

6. Nyalakan theodolit dan sedikit gerakan arah vertikal sampai bunyi “tilt”
7. Buka pengunci horizontal teodolit dan putar berlawanan arah jarum jam sampai angka pada teodolit sama dengan azimuth matahari yang tertera pada kalkulator.



**Gambar 3.23** Angka teodolit sama dengan arah matahari

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

8. Kunci kembali gerak horizontal kemudian tekan tombol reset agak lama sampai teodolit berbunyi dan angka bagian bawah menjadi  $0^{\circ}0'0''$ . Angka ini merupakan arah utara sejati.
9. Untuk mengetahui arah kiblat, buka pengunci horizontal dan putar teodolit sampai angkanya sama dengan nilai arah kiblat yang tertera di kalkulator.
10. Untuk mengetahui arah bangunan dapat dilakukan dengan cara menarik benang searah dengan bangunan dari ujung sampai tepat di bagian bawah teodolit.
11. Bidik ujung benang menggunakan teodolit dan angka yang tertera merupakan arah bangunan.
12. Jika arah bangunan dan arah kiblat diketahui maka mundurnya  $\text{saff}$  bisa dihitung dengan mengukur panjang  $\text{saff}$  dan menuliskan di kalkulator
13. Klik tombol hitung, maka mundur  $\text{saff}$  akan tampil
14. Arah kiblat masjid telah selesai diukur.

Peneliti menggunakan alat teodolit dengan skala terkecil  $10''$  sehingga jika perhitungan menunjukan angka  $2,3''$  akan dibulatkan menjadi  $0''$ . Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk menambah ketelitian. Hasil yang diperoleh kemudian dihitung rata-ratanya dan dibandingkan nilai selisihnya sebagai tolak ukur akurasi alat.

## **BAB IV**

### **PRINSIP KERJA DAN AKURASI ALAT UKUR KIBLAT DENGAN METODE AZIMUT BAYANGAN MATAHARI OTOMATIS**

#### **A. Prinsip Kerja Alat**

Produk alat ukur kiblat yang telah dibuat menampilkan beberapa data penting diantaranya waktu, koordinat, arah bayangan matahari dan azimuth arah kiblat secara *realtime*. Waktu dan koordinat setempat merupakan hasil dari sensor GPS yang ditampilkan dalam LCD ukuran 4x20 karakter dengan latar warna biru. Hasil sensor GPS yang ditampilkan meliputi hari dan tanggal pengamatan, waktu lokal pengamatan, lintang tempat dan bujur tempat. Pada alat ini waktu dan koordinat yang ditampilkan dalam bentuk desimal. Data tersebut digunakan sebagai variabel input otomatis dalam perhitungan azimuth kiblat dan azimuth bayangan matahari. Bahan utama terbuat dari akrilik yang dipotong menggunakan laser.

Hasil perhitungan azimuth kiblat dan azimuth bayangan matahari berhasil ditampilkan pada LCD 2x16 dengan latar warna hijau. Nilai yang tertera akan menyesuaikan variabel inputan, sehingga apabila waktu berubah ataupun koordinatnya berubah maka azimuth arah kiblat dan azimuth bayangan matahari akan berubah secara otomatis. Sumber daya kelistrikan menggunakan powerbank dengan kabel penghubung “USB tipe A male to type B

male”. Pada saat alat dinyalakan, modul GPS akan mencari sinyal selama beberapa detik sebelum memunculkan angka pada LCD. Penggunaan alat diharuskan di tempat terbuka agar mendapat sinyal lebih cepat. Selama gps belum mendeteksi satelit, pada LCD 4x20 akan menampilkan tulisan “Loading...”. Pada umumnya gps mampu menampilkan waktu dan koordinat kurang dari satu menit. Jika lebih dari satu menit masih “Loading...” maka alat perlu dihidupkan ulang dan dipindah ke tempat yang lebih terbuka. Walaupun di bawah terik sinar matahari, angka pada layar LCD tetap terbaca dengan jelas. Berikut tampilah pada layar lcd setelah arduino dinyalakan.



**Gambar 4.1 Tampilan dua buah LCD**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Komponen lain yang perlu diperhatikan setelah alat menyala yaitu alat harus berdiri pada bidang datar. Sebelah atas LCD hijau terdapat waterpass yang apabila di tempat yang datar, bulatan air berada di tengah garis lingkaran. Hal ini dapat dilakukan dengan memutar tiga buah kaki yang ada di bagian alat paling bawah. Pada bagian paling atas terdapat kompas magnetik yang dapat digunakan saat darurat ataupun sebagai pembanding hasil pengukuran.

Komponen pendukung lainnya yang terpasang secara terpisah yaitu gnomon, benang kasur yang diikat di pusat lingkaran, papan tempat jatuhnya bayangan dan penopang papan tersebut. Ketika terpasang lengkap akan terlihat seperti jembatan dari titik 0 derajat ke 180 derajat melalui pusat lingkaran. Konstruksi ini dibuat atas pertimbangan agar lingkaran tengah tidak ikut berputar dikarenakan terdapat banyak kabel yang terhubung dalam arduino. Berikut gambar alat setelah terpasang lengkap.



**Gambar 4.2 Alat terpasang lengkap**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Skala berbentuk cincin dapat berputar untuk memastikan bayangan jatuh di tengah garis papan bayangan. Gerak berbutar pada bagian ini tidak terlalu lancar dikarenakan hasil pemotongan akrilik tidak bulat sempurna sehingga dibagian tertentu terkadang saling bergesekan. Bagian dudukan gnomon kurang sempurna dikarenakan proses pembubutan dan pengeleman akrilik kurang presisi, maka pada bagian gnomon harus diperhatikan kembali dengan baik agar benar-benar tegak. Gnomon terbuat dari batang tembaga yang terpotong-potong sehingga tingginya dapat bervariasi diantaranya 7 cm, 10,5 cm dan 14 cm. Tinggi gnomon 7 cm digunakan saat pagi hari agar bayangan tidak melebihi papan

yang tersedia. Tinggi 14 cm digunakan saat matahari sudah tinggi menjelang kulminasi.



**Gambar 4.3 Gnomon dengan variasi ketinggian**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Pada dasarnya alat ini berfungsi untuk menentukan utara sejati melalui pengamatan bayangan matahari. Ketika alat telah menunjukkan utara sejati maka yang perlu dilakukan adalah mengukur arah bangunan dengan cara menarik benang dari pusat lingkaran sejajar garis keramik masjid. Selisih arah kiblat dan arah bangunan berdampak pada perubahan garis *şaff* salat. Untuk mengetahui seberapa jauh perubahan garis *şaff*, penulis telah melengkapi alat ini dengan kalkulator khusus secara terpisah. Kalkulator telah diprogram dengan memasukkan angka arah



bangunan, arah kiblat dan panjang şaff agar mengetahui jauhnya mundur şaff. Program dibuat menggunakan prinsip trigonometri segitiga siku-siku.



**Gambar 4.4 Kalkulator Şaff**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Tombol keypad tidak semuanya terpakai karena yang difungsikan hanya 13 tombol yang terdiri dari tombol 10 angka, tanda (\*) sebagai untuk menuliskan desimal, tanda (#) sebagai tanda enter dan tombol C untuk menghapus apabila terjadi kesalahan penulisan. Sebagai instrumen baru dalam pengukuran

arah kiblat maka diperlukan uji akurasi yang terdiri dari uji perhitungan dan uji pengukuran.

## B. Hasil Uji Perhitungan

Pada proses uji perhitungan, beberapa variabel perlu sumber referensi sebagai pembanding. Peneliti menggunakan aplikasi dari RHI sebagai bahan komparasi perhitungan. Uji perhitungan dilakukan sebanyak tujuh kali dengan variasi waktu dan tempat yang berbeda. Untuk menguji hasil perhitungan, alat cukup dinyalakan di tempat terbuka sampai muncul angka pada layar LCD seperti pada gambar berikut



**Gambar 4.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Alat dengan Aplikasi RHI**

(Sumber: Dokumen Pribadi Penulis)

Sumber primer pada pada proses perhitungan adalah sensor GPS. Apikasi posisi matahari yang dibuat oleh RHI menampilkan koordinat sesuai tempat yang digunakan. Berikut hasil perbandingan hasil koordinat lintang dan bujur yang ditampilkan

**Tabel 4.1 Pengujian Sensor GPS Terhadap Koordinat Lokasi**

Pengujian Sensor	Sensor GPS		Aplikasi RHI		Selisih (L ; B)''
	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	
Uji ke-1	-7,768195	110,369148	-7,76833	110,36917	0,49'' ; 0,08''
Uji ke-2	-7,647009	110,397392	-7,64722	110,39722	0,76'' ; 0,62''
Uji ke-3	-7,577954	110,274307	-7,57778	110,27417	0,63'' ; 0,49''
Uji ke-4	-7,394083	110,246192	-7,39417	110,24611	0,31'' ; 0,30''
Uji ke-5	-7,308753	110,347854	-7,30861	110,34778	0,51'' ; 0,27''
Uji ke-6	-7,227729	110,318557	-7,22778	110,31833	0,18'' ; 0,82''
Uji ke-7	-7,076012	110,309768	-7,07583	110,30972	0,66'' ; 0,17''
Rata-rata					0,51'' ; 0,39''

Pada tabel terlihat bahwa sampai 3 digit angka desimal tidak terdapat perbedaan yang jauh. Jika satuan derajat diubah dalam detik busur diperoleh selisih rata-rata garis lintang 0,51'' dan garis bujur 0,39''. Asumsikan keliling bumi adalah 40.075 km, maka diperoleh tiap selisih 1'' sama dengan 308,7 meter. Perbedaan rata-rata koordinat lintang setara dengan selisih 157 meter dan rata-rata selisih koordinat garis bujur sejauh 120 meter. Perbandingan

variabel berikutnya yaitu komparasi waktu setempat dengan hasil sebagai berikut.

**Tabel 4.2 Pengujian Sensor GPS Terhadap Waktu Lokal**

Pengujian Sensor	Waktu Lokal		Selisih
	Sensor GPS	Aplikasi RHI	
Uji ke-1	20:40:42	20:40:38	4 detik
Uji ke-2	07:04:22	07:04:22	0 detik
Uji ke-3	07:37:13	07:37:11	2 detik
Uji ke-4	08:18:37	08:18:37	0 detik
Uji ke-5	08:43:23	08:43:23	0 detik
Uji ke-6	09:02:50	09:02:49	1 detik
Uji ke-7	09:42:51	09:42:51	0 detik
Rata-rata			1 detik

Peneliti mendapatkan temuan bahwa waktu yang berjalan pada sistem arduino tidak selalu tepat. Bahkan ketika program berjalan, waktu yang ditunjukkan pada satuan detik kurang stabil. Sistem pada arduino memiliki keterbatasan dalam menampilkan waktu setiap detik. Waktu yang berjalan paling lama tertunda selama 3 detik, sebagai contoh setelah 20:12:12 langsung 20:12:15 setelah terjeda 3 detik. Walaupun terdapat jeda tetapi angka yang ditampilkan tetap berjalan semestinya. Jika jeda 2 detik maka yang ditampilkan waktu 2 detik kemudian. Terjadinya proses seperti ini menghasilkan perbedaan waktu di beberapa kesempatan.

Pada hasil percobaan diperoleh selisih terbanyak adalah 4 detik lebih cepat. Perbedaan 4 detik tidak berpengaruh terhadap perhitungan posisi matahari. Tahap berikutnya adalah pengujian hasil perhitungan arah kiblat sebagai berikut.

**Tabel 4.3 Pengujian Perhitungan Arah Kiblat Pada LCD**

Pengujian Sensor	Azimuth Kiblat		Selisih
	LCD	Aplikasi RHI	
Uji ke-1	294,6	294,58	0,02
Uji ke-2	294,7	294,67	0,03
Uji ke-3	294,7	294,68	0,02
Uji ke-4	294,6	294,64	0,04
Uji ke-5	294,6	294,60	0
Uji ke-6	294,6	294,58	0,02
Uji ke-7	294,5	294,55	0,05
Rata-rata			0,0257
			1' 32,52"

Program perhitungan azimuth kiblat menggunakan rumus trigonometri bola. Angka azimuth kiblat pada LCD menggunakan 1 angka desimal atas pertimbangan skala terkecil pengukuran pada alat yaitu 0,5 derajat. Pada aplikasi RHI menggunakan 2 digit desimal sehingga terdapat perbedaan rata-rata 0,0257 derajat atau 1' 32,52" setara dengan 1,5'. Pengujian berikutnya hasil perhitungan azimuth matahari dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Pengujian Perhitungan Azimuth Matahari Pada LCD**

Pengujian Sensor	Azimuth Matahari		Selisih
	LCD	Aplikasi RHI	
Uji ke-1	115,2	115,19	0,01
Uji ke-2	243,0	242,95	0,05
Uji ke-3	240,6	240,52	0,08
Uji ke-4	236,5	236,42	0,08
Uji ke-5	233,2	233,16	0,04
Uji ke-6	230,3	230,17	0,13
Uji ke-7	222,4	222,18	0,22
Rata-rata			0,087
			31,32"

Program perhitungan azimuth matahari menggunakan algoritma low accuray jean Meeus. Seperti halnya azimuth kiblat, peneliti hanya mengambil 1 angka desimal. Pada tabel terlihat selisih terbanyak 0,22 derajat selisih terkecil 0,01 dengan rata-rata selisih 0,087 atau 31,32". Pada tahap pengujian ini diperoleh temuan bahwa dalam sistem arduino memiliki keterbatasan penulisan tipe data. Pada waktu-waktu tertentu di pertengahan proses perhitungan terpaksa dibulatkan oleh sistem sehingga nilai yang muncul akan lebih besar daripada nilai yang aslinya. Selisih terkecil terjadi saat angka perhitungan mendekati angka bulat. Selisih angka 31,21" setara dengan 0,5' tidak terlalu berpengaruh

untuk melakukan proses pengukuran pada alat ukur yang dibuat. Uji perhitungan yang terakhir adalah kalkulator şaff. Penulis merekomendasikan menginputkan angka dalam satuan cm dan skala terkecil yang ditampilkan adalah 0,1 cm sehingga masih dapat terbaca dalam penggaris atau meteran yang lebih panjang. Berikut hasil perhitungan kalkulator şaff.

**Tabel 4.5 Pengujian Kalkulator Şaff**

Pengujian Alat	Panjang Shof	Selisih Azimuth	Mundur Şaff		Selisih
			Kalkulator	Manual	
Uji ke-1	500	4	35	35	0
Uji ke-2	600	6	63,1	63,1	0
Uji ke-3	700	8	98,4	98,4	0
Uji ke-4	800	10	141,1	141,1	0
Uji ke-5	900	12	191,3	191,3	0
Uji ke-6	1000	15	267,9	267,9	0
Uji ke-7	1100	23	466,9	466,9	0
Rata-rata					0

Perhitungan kalkulator şaff dikomparasikan dengan perhitungan manual menggunakan excel diperoleh hasil yang sama. konsep perhitungan ini juga dapat dilakukan dengan membuat sampel segitiga siku-siku.

### C. Hasil Uji Pengukuran

Uji pengukuran dilakukan di dua tempat yaitu gedung Balai Latihan Kerja (BLK) Pondok Pesantren Al Firdaus dan Masjid Kampus 3 UIN Walisongo. Setiap tempat dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali menggunakan theodolit dan 3 kali menggunakan alat ukur yang telah dibuat. Theodolit yang digunakan memiliki skala terkecil 10" sedangkan alat yang dibuat memiliki skala terkecil 30' atau 0,5°. Pada proses pengukuran theodolit menggunakan satuan hingga detik busur dan alat ukur yang penulis buat hanya menggunakan satuan derajat. Dari kedua alat ukur kiblat tersebut diperoleh hasil sebagai berikut.

**Tabel 4.6 Pengukuran Arah Kiblat di Gedung BLK**

Pengujian Theodolit	Waktu Pengukuran	Arah Bangunan	Arah Kiblat	Utara Sejati
Uji ke-1	12:27:37 WIB	287°40'00"	294°31'30"	338° 49' 4,7"
Uji ke-2	12:40:16 WIB	288°13'50"	294°31'40"	334° 2' 23,5"
Uji ke-3	12:50:33 WIB	287°57'30"	294°31'30"	330°25'48,4"
Rata-rata		287°57'6,7"	294°31'34,3"	



Pengujian Alat	Waktu Pengukuran	Arah Bangunan	Arah Kiblat	Utara Sejati
Uji ke-1	15:55:14 WIB	288	294,5	298,1
Uji ke-2	16:08:29 WIB	288,5	294,5	297,2
Uji ke-3	16:16:03 WIB	288	294,5	296,7
Rata-rata		288,167	294,5	
		288°10'	294°30'	

Pengukuran arah kiblat di gedung BLK menggunakan teodolite memperoleh hasil rata-rata azimuth arah kiblat  $294^{\circ}31'34,3''$  dan bangunan gedung rata-rata mengarah pada azimuth  $287^{\circ}57'6,7''$ . Perhitungan posisi matahari untuk pengukuran teodolit menggunakan sumber data dari kalkulator aplikasi RHI. Walaupun teodolit yang digunakan memiliki ketelitian  $10''$  tetapi dengan penelitian berulang sebanyak tiga kali akan memperoleh hasil yang lebih teliti (tidak kelipatan  $10''$ ). Pada pengukuran menggunakan alat yang dibuat peneliti memperoleh hasil rata-rata arah kiblat  $294^{\circ}30'$  dan arah bangunan berada pada azimuth rata-rata  $288^{\circ}10'$ . Menurut pengukuran teodolit, gedung BLK melenceng sejauh  $6^{\circ}34'23,3''$  sedangkan menurut pengukuran alat milik peneliti diperoleh hasil gedung BLK melenceng sejauh  $6^{\circ}20'$ . Dari kedua pengukuran tersebut diperoleh selisih sekitar  $14'23,3''$ . Pengukuran serupa dilakukan kembali di masjid kampus 2 dan diperoleh hasil sebagai berikut.

**Tabel 4.7 Pengukuran Arah Kiblat di Masjid Kampus 3**

Pengujian Theodolit	Waktu Pengukuran	Arah Bangunan	Arah Kiblat	Utara Sejati
Uji ke-1	13:20:37 WIB	294°31'30"	294°31'30"	338° 49' 4,7"
Uji ke-2	13:42:16 WIB	294°31'10"	294°31'10"	316° 0' 14,2"
Uji ke-3	13:51:23 WIB	294°31'20"	294°31'10"	314°2'39,8"
Rata-rata		294°31'20"	294°31'13,3"	

Pengujian Alat	Waktu Pengukuran	Arah Bangunan	Arah Kiblat	Utara Sejati
Uji ke-1	14:34:34 WIB	295°	294,5°	306,5°
Uji ke-2	14:45:35 WIB	294,5°	294,5°	305°
Uji ke-3	15:08:26 WIB	295°	294,5°	302,4°
Rata-rata		294,83°	294,5°	
		294°50'	294°30'	

Berdasarkan data pengukuran teodolit, arah bangunan masjid berada pada azimuth 294°31'20" dan nilai azimuth arah kiblatnya 294°31'13,3". Maka menurut data ini, masjid kampus 3 melenceng sejauh 6,7". Pada hasil pengukuran alat peneliti diperoleh hasil azimuth kiblat 294°30' dan azimuth bangunan 294°50', maka selisihnya 20'. Dari hasil perbandingan kedua pengukuran tersebut disimpulkan bahwa selisihnya adalah 19'53,3". Hasil pengukuran alat yang peneliti buat jika dibandingkan teodolit tidak memiliki selisih melebihi 20'. Perbedaan ini lebih kepada ketelitian alat yang berbeda dan terlepas dari itu selalu ada potensi kesalahan pengamat

dalam proses pengukuran. Uji pengukuran berikutnya membandingkan hasil pengukuran dengan hasil pengamatan rashdul qiblat global melalui metode segitiga siku-siku diperoleh selisih sekitar 9'.

#### **D. Analisis Kelebihan dan Kekurang Alat**

Setiap alat ukur memiliki kekurangan dan kelebihan baik dari segi ekonomis, akurasi, kemudahan dan praktis tidaknya digunakan. Alat yang peneliti buat merupakan pembaharuan dari alat-alat yang sebelumnya telah ada. Berikut penilaian pribadi peneliti terhadap alat yang telah dibuat.

##### **1. Kelebihan**

Alat ukur kiblat yang dilengkapi alat hitung otomatis termasuk sesuatu yang baru dalam instrumen ilmu falak. Dari sekian banyak alat yang tersedia baik dari yang harga paling tinggi dan paling rendah ataupun dari yang akurasi tinggi sampai akurasi rendah, semuanya merupakan alat ukur yang terpisah dengan alat hitung sehingga pengguna harus membawa perangkat tambahan seperti gps, kalkulator, jam dan yang lainnya. Apabila menggunakan alat ini pengguna cukup mengarahkan bayangan gnomon pada skala yang dapat diputar yang angkanya azimuth bayangan mataharinya telah tercantum dalam LCD. Inovasi ini membuat penggunaan alat menjadi lebih praktis dan lebih cepat. Pengalaman peneliti

saat menggunakan alat ini hanya perlu waktu kurang dari 5 menit untuk mengukur kiblat, dengan catatan ditempat terbuka dan bayangan gnomon terlihat jelas. Untuk segi akurasi perhitungan dan pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Pengujian**

NO	Data yang dibandingkan	Selisih Rata-rata
1	Lintang tempat	0° 0' 0,51"
2	Bujur tempat	0° 0' 0,39"
3	Azimuth kiblat	0° 1' 32,52"
4	Azimuth bayangan matahari	0° 0' 31,32"
5	Teodolit 1	0° 14' 23,3"
6	Teodolit II	0° 19' 53,3"

Dari hasil percobaan, alat ini termasuk memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi. Walaupun skala terkecinya 0,5 derajat, dengan pengukuran berulang akan diperoleh hasil yang lebih teliti. Selisih terbesar hanya sekitar 0,3 derajat.

## 2. Kekurangan

Berhubung alat ini masih tergolong baru, tentunya masih terdapat kekurangan diantaranya alat ini masih cukup berat karena menggunakan bahan akrilik yang berlapis. Hasil potongan laser yang berbentuk bulat pada akrilik aslinya tidak bulat sempurna. Hal ini menyebabkan putaran skala agak sulit

berputar dibagian tertentu karena ada baguan yang bergesekan. Tipe data pada arduino sangat terbagas untuk melakukan perhitungan matematika yang memiliki digit besar yaitu melebihi karakter *float* sehingga di beberapa bagian perhitungan akan terjadi pembulatan otomatis. Hal ini terbukti pada hasil perhitungan di waktu-waktu tertentu hasilnya lebih cepat dari referensi. Pada jam gps terkadang tidak sama dengan jam digital bergantung pada penerimaan sinyal dan kecepatan running pada arduino. Pada bagian gnomon dan dudukanya masih kurang sempurna, tetapi masih bisa digunakan dengan memastikan secara manual agar gnomon tetap tegak lurus dengan bidang dial. Untuk sementara alat hanya dapat digunakan di wilayah zona waktu (UT+7). Jika alat ini digunakan misalnya di wilayah indonesia tengah maka perlu mengubah zona waktu pada program terlebih dahulu.

#### **E. Analisis Fiqh dan Implikasi**

Setiap pengukuran akan dibayangi oleh ketidakpastian, semakin banyak dilakukan pengukuran akan memperoleh ketelitian baik. Jarak suatu tempat yang jauh dengan posisi ka'bah memungkinkan adanya batas toleransi sudut penyimpangan arah kiblat. Jalaluddin Khanji, salah seorang pendiri Persatuan Arab bidang ilmu antariksa dan astronomi (*Ittihad al-Araby li 'Ulum al-*

*Fadlo' wa al-Falak*) memberikan batas toleransi arah kiblat sejauh 90 derajat. beliau berpendapat bahwa *jihah* terbagi menjadi *Jihah ash-shugra* dan *jihah al-Kubra*. *Jihah ash-shugra* yaitu arah yang kemelencengannya mulai dari 0 derajat samapai 90 derajat, sedangkan dan *jihah al-Kubra* melencengnya lebih dari 90 derajat. Pendapat ini didasari pada banyaknya masjid para sahabat Nabi di Kota Kufah, Bashrah, Damaskus, Fusthat dan Kota Qoiruwan yang melenceng dari 'ain ka'bah.<sup>1</sup>

Imam abu hanifah memberikan limit toleransi 45 derajat dengan berdasarkan pada wajah (*wajhun*) dalam konteks arah kiblat adalah dari pelipis sebelah kiri sampai pelipis sebelah kanan membentuk seperempat lingkaran kepala. Pelipis kiri dan kanan tegak lurus masing-masing ke arah 45 derajat ke kiri dan kanan.<sup>2</sup> Menurut abidin et al, besarnya toleransi arah kiblat adalah 37 km dari bangunan ka'bah yang setara dengan sudut penyimpangan 20 menit busur atau 0,33 derajat.<sup>3</sup>

Indonesia yang memiliki jarak sangat jauh dari ka'bah sehingga konsep arah yang digunakan adalah kiblat ijihad.

---

<sup>1</sup> Jalaluddin Khanji, *Al-Qiblah Wa Tahdiduha Baina Al-Fiqh Wa Al-Falak Wa Al-Handasah*, 2003, 16.

<sup>2</sup> Nur Hidayatullah el-Banjary, "Menentukan Arah Kiblat Dengan Hembusan Angin (Perspektif Fiqh Dan Sains)," *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 1 (2016): 10.

<sup>3</sup> Abidin, Z., et al., "Study of the Implication of Error on the Deviation of the Direction of Qibla," *Prosiding ICMNS II* (2006).

Ma'rufin sudibyو berpendapat bahwa kiblat ijtihad merupakan arah kiblat dengan radius dari ka'bah 45 km. Setiap tempat yang kiblatnya melenceng sejauh 45 km bangunan ka'bah masih dianggap masuk toleransi. Pendapat ini berdasarkan pada studi terhadap masjid Quba yang melenceng sejauh  $7^{\circ}38'$  dari azimuth ka'bah yang diperoleh melalui perhitungan trigonometri bola.<sup>4</sup> Arah hadap masjid Quba justru menunjuk ke sisi batas kiblat mengingat kedudukan *hadits* (meliputi perkataan, perbuatan, dan persetujuan Rasulullah SAW) sebagai sumber hukum Islam ke dua setelah Al Quran.



**Gambar 4.6 Arah masjid Quba melenceng 45 km dari bangunan ka'bah**  
(Sumber: Google Earth)

---

<sup>4</sup> Muh. Ma'rufin Sudibyو, *Sang Nabi Pun Berputar*.

Setiap tempat di permukaan bumi hanya diperkenankan melenceng tidak lebih dari 45 km. Untuk mengetahui berapa besar sudut simpangan yang diperkenankan dapat dihitung melalui persamaan matematis dengan langkah-langkah berikut.

1. Menghitung jarak suatu tempat dengan bangunan ka'bah

$$\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C$$

2. Menghitung q sebagai sisi bantu

$$\tan q = \left| \frac{0,0071}{\cos(A-90)} \right|$$

3. Menghitung simpangan yang diperkenankan

$$\sin \Delta Q = \frac{\sin Q \cdot \sin C}{\sin c}$$

Keterangan:

$\Delta Q$  = simpangan arah kiblat yang diperbolehkan

A = sudut antara ka'bah dan tempat yang dihitung arah kiblatnya

C = selisih garis bujur antara ka'bah dan tempat yang dihitung arah kiblatnya

c = jarak antara ka'bah dengan tempat yang dihitung arah kiblatnya

Jika persamaan di atas telah dihitung menggunakan koordinat di 497 titik berbagai kota di Indonesia diperoleh hasil simpangan yang seragam yaitu 24' atau  $0,4^{\circ}$ .<sup>5</sup> Variasi hasil perhitungan

---

<sup>5</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar.*, 142.



terbesar hanya  $0,007^\circ$ . Maka atas dasar itulah simpangan yang diperbolehkan di Indonesia adalah  $0,4^\circ$ . Semua batas toleransi tersebut memiliki kesamaan dalam hal mendefinisikan batas toleransi arah kiblat sebagai sebuah lingkaran dengan radius tertentu yang berpusat di bangunan Kabah.

Hasil uji akurasi alat ukur kiblat dengan metode azimuth bayangan matahari otomatis masih berada pada rentang tersebut. Alat ini berada pada batas toleransi yang dikemukakan oleh kedua pendapat tersebut. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong agar pengukuran kiblat ini semakin akurat dimanapun alatnya digunakan. Walaupun dengan harga yang relatif terjangkau dan sederhana tetapi dipadukan dengan teknologi akan menaikkan tingkat akurasi. Setelah adanya alat ukur kiblat sekaligus alat hitung ini akan mendorong para pegiat ataupun aktivis ilmu falak untuk terus berinovasi dalam perkembangan instrumen-instrumen yang lebih baik.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan terkait alat ukur kiblat terintegrasi alat hitung otomatis dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan alat ukur kiblat dengan metode azimuth bayangan matahari otomatis menggunakan bahan dasar akrilik yang dilengkapi mikrokontroler arduino uno, sensor GPS, LCD dan keypad. Bentuk desain pada akrilik dirancang dengan corel draw X5 dan dicetak menggunakan teknologi *laser cutting* agar mendapatkan hasil yang presisi. Komponen elektronik dirakit sedemikian rupa dan dilengkapi program alat hitung otomatis mengikuti inputan variabel yang diperoleh dari sensor GPS.
2. Prinsip kerja alat ini bergantung pada kenampakan bayangan matahari dan sensor GPS sebagai bahan inputan perhitungan. Sensor gps menjadi variabel utama untuk menampilkan perhitungan azimuth bayangan matahari dan azimuth arah kiblat. Akurasi perhitungan dan pengukuran alat ini dikomparasikan dengan teodolit yang memiliki ketelitian 10". Hasil perbandingan perhitungan menunjukkan perbedaan rata-rata yaitu koordinat lintang 0,51", koordinat bujur 0,39", selisih waktu 1 detik, selisih azimuth arah kiblat 1'32,52", dan

selisih azimuth bayangan matahari 31,32". Hasil perbandingan pengukuran di dua lokasi diperoleh selisih 14'23,3" dan 19'53,3". Menurut fiqh penyimpangan arah kiblat yang diperbolehkan sangat bervariasi. Pendapat yang memperbolehkan melenceng paling dekat dengan ka'bah adalah 45 kilometer. Jika diimplementasikan dengan lokasi Indonesia yang berjarak cukup jauh dari bangunan ka'bah melalui persamaan matematis diperoleh simpangan yang diperbolehkan rata-rata hanya 0,4 derajat atau 24 menit busur. Alat ukur kiblat dengan metode azimuth bayangan matahari menghasilkan selisih pengukuran dengan teodolit dengan nilai kurang dari 24 menit busur sehingga dapat dikatakan akurat.

## **B. Saran**

Berdasarkan temuan adanya kekurangan pada alat, maka penulis memberi saran agar alat ini dikembangkan lebih lanjut dengan perbaikan-perbaikan seperti memperhalus gerak bidang skala, penambahan fitur rashdul kiblat harian dan yang lainnya. Penulis juga menyarankan agar lebih banyak lagi inovasi-inovasi instrumen ilmu falak yang memanfaatkan mikrokontroler seperti arduino uno. Jika perhitungan yang digunakan sangat kompleks, pengembangan berikutnya bisa mencoba untuk menggunakan raspberry, dikarenakan arduino memiliki type data yang terbatas.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Adriansyah and O. Hidyatama. “Mechanism and Technique of Friction Control by Applying Electric Voltage. (II) Effects of Applied Voltage on Friction.” *Teknol. Elektro, Univ. Mercu* 4, no. 4 (2013): 100–112.
- A. Rohmanu and D. Widiyanto. “Sistem Sensor Jarak Aman Pada Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino Atmega328.” *J. Inform. SIMANTIK* 3, no (2018): 7–14.
- Abidin, Z., et al. “Study of the Implication of Error on the Deviation of the Direction of Qibla.” *Prosiding ICMNS II* (2006).
- Admin. “Penyebab Kesalahan Dan Solusi Dalam Penentuan Arah Kiblat.” *UIN Raden Intan Lampung*. Last modified 2016. Accessed June 19, 2022. <http://syariah.radenintan.ac.id/penyebab-kesalahan-dan-solusi-dalam-penentuan-arrah-kiblat/>.
- Ahmed, El-Rabbany. *Introduction to GPS*. Boston: Artech House, 2002.
- Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*, 2012.
- Arif Fahtur Rohman. “Uji Akurasi Qiblat Tracker RHI Dalam Menentukan Arah Kiblat Menggunakan Azimut Bintang.” UIN Walisongo, 2019.
- Arifin, Zainul. “Akurasi Google Earth Dalam Pengukuran Arah Kiblat.” *Ulumuddin : Jurnal Ilmu-ilmu Keislaman* 7, no. 2 (2017): 137–146.
- . *Ilmu Falak*. Yogyakarta: Lukita, 2012.

- Arwin Juli Rakhmadi. “Pemanfaatan Instrumen Astronomi Klasik Mizwala Dalam Pengukuran Dan Pengakurasion Arah Kiblat.” *Jurnal Masalahah* 1, no. 2 (2020): 152–163.
- Al-Bukhari, Abu Abdillah Muhammad bin Ismail bin Ibrahim bin al-Mughirah bin Bardizbah al-Ju’fi. *Al-Jami as-Shahih*. Daru Thauqi an-Najah, n.d.
- Clarke, A. E. Roy and D. *Astronomy : Principles and Practices*. Bristol: Adam Hilger Ltd, 1988.
- Departemen Agama Republik Indonesia. *Al-Qur’an Dan Terjemahannya*. Semarang: PT. Kumudasmoro Grafindo, 1994.
- el-Banjary, Nur Hidayatullah. “Menentukan Arah Kiblat Dengan Hembusan Angin (Perspektif Fiqh Dan Sains).” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 2, no. 1 (2016): 1–12.
- Fahrin. “Qibla Laser Sebagai Alat Penentu Arah Kiblat Setiap Saat Dengan Menggunakan Matahari Dan Bulan.” UIN Walisongo, 2014.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1 (Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia)*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- . *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*. Edited by Ahmad Fadholi and Ismail Khudhori. Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013.
- . “Metode Pengukuran Arah Kiblat Dengan Segitiga Siku-Siku Dari Bayangan Matahari Setiap Saat.” UIN Walisongo, 2010.

- Hermawan, I. *Perancangan Dan Pembuatan Kunci Pintu Rumah Menggunakan RTID Dengan Multi Reader Berbasis Arduino.*, 2016.
- Hs, Fachruddin. *Ensiklopedia Al-Qur'an*. Jakarta: PT. Rineka Cipta, 1992.
- Ibnu Katsir. *Tafsir Al-Qur'an Al-Azim*. Jilid I. Beirut: Dar al-Fikr, 1992.
- Ibrahim, M Z, M Z Norashikin, Electronics Engineering, Natural Resources Engineering, and Lebuhraya Tun Razak. "Mobile Qibla and Prayer Time Finder Using External GPS and Digital Compass." *Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on APPLICATIONS of ELECTRICAL ENGINEERING 9* (2010): 138–143.
- Ikkal, Muhammad. "Pengembangan Istiwa'aini Sebagai Instrumen Penentuan Arah Kiblat Berbasis Teknologi (Digital)." UIN Walisongo, 2021.
- Indonesia, Majelis Ulama. *Himpunan Fatwa Majelis Ulama Indonesia, Fatwa Terbaru 2010, Fatwa No.05 Tahun 2010 Tentang Kiblat*. Jakarta: Majelis Ulama Indonesia, 2010.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Cet. I. Jakarta: Kementerian Agama RI, 2013.
- . *Ilmu Falak Praktis (Metode Hisab-Rukyat Praktis Dan Solusi Permasalahannya)*. Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012.
- . "Metode Penentuan Arah Kiblat Dan Akurasinya." (*Annual International Conference on Islamic Studies*) *AISIS XII*, no. 3 (2010): 759–811.

- Kadir, Abdul. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: CV. Andi, 2012.
- Kamal, Mustofa. “Teknik Penentuan Arah Kiblat Menggunakan Aplikasi Google Earth Dan Kompas Kiblat RHI.” *Jurnal Madaniyah* 2 (2015).
- Kementerian Agama RI. *Al-Qur’an Tafsir Jalalain Per Kata*. Cetakan II. Jakarta: Suara Agung, 2013.
- Khanji, Jalaluddin. *Al-Qiblah Wa Tahdiduha Baina Al-Fiqh Wa Al-Falak Wa Al-Handasah*, 2003.
- Khazin, Muhyidin. *Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik*. Yogyakarta: Buana, 2004.
- Kurniawati, Aprilia Dwi. “Implementasi Fatwa MUI Nomor 05 Tahun 2010 Tentang Arah Kiblat Di Indonesia : Studi Kasus Di Masjid-Masjid Mangkang Kulon.” UIN Walisongo, 2019.
- Lubis, Sudirman, Partaonan Harahap, Faisal Irsan Pasaribu, Wawan Septiawan, Munawar Alfansury Siregar, and Irpansyah Siregar. “The Design and Qibla Direction by Using the Hmc 5883 L Sensor as a Compass Rhi in the UMSU Science Laboratory ( OIF )” (n.d.): 376–381.
- M. Quraish Shihab. *Tafsir Al-Misbah*. Cet. I vol. Jakarta: Lentera Hati, 2002.
- Marpaung, Watni. *Pengantar Ilmu Falak*. Yogyakarta, 2015.
- Muh. Ma’rufin Sudibyo. *Sang Nabi Pun Berputar*. Solo: Tinta Media, 2011.
- Muhammad Ali al-Shabuni. *Rawâi’ Al-Bayân Tafsir Âyât Al-*

- Ahkâm Min Al-Qur'ân*. Makkah: Dar al-Kutub al-ilmiah, 1999.
- Muhammad bin Abdul Hadi Al-Madani. *Hasyiyah Sanad 'Ala Shahih Al-Bukhari*. Juz I., n.d.
- Murtadho, Moh. *Ilmu Falak Praktis*. Malang: UIN Malang Press, 2008.
- Naisaburi, Muslim bin Al Hajjaj bin Muslim bin Ward bin Kausyadz Al Qusyairi An. *Sahih Muslim*. Riyadh: Baitul Afkar, 1998.
- Ngamilah, Ngamilah. “Polemik Arah Kiblat Dan Solusinya Dalam Perspektif Al-Qur'an.” *Millati: Journal of Islamic Studies and Humanities* 1, no. 1 (2016): 81.
- Pauzan. “Tipe Data C Arduino.” Accessed June 13, 2022. <http://pauzan.com/tipe-data-c-arduino/>.
- PP.Muhammadiyah, Tim Majelis Tarjih dan Tajdid. *Pedoman Hisab Muhammadiyah*. Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009.
- Puspadini, Ratih. “Perancangan Sistem Kontrol Penerangan Pendingin Ruangan Dan Telepon Otomatis Terjadwal Berbasis Mikrokontroler.” *Singuda Ensikom* 4 (2013): 41–46.
- Al-Qurtubi, Abu Abdillah Muhammad. *Al-Jami'li Ahkam Al-Qur'an*. al-Maktabah al-Syamilah, n.d.
- Al-Razi, Abu Abdillah Muhammad Ibn umar. *Tafsir Al-Fakhri Al-Razi*. Juz 2. al-Maktabah al-Syamilah, n.d.
- Rodiah, F. *Pengisi Gelas Otomatis Bagi Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno*.



Yogyakarta, 2018.

Rusilowati, Ani. “Penentuan Arah Kiblat Dengan Metode Segitiga Bola.” *prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika 6* (2015): 1–10.

S, Basuki K. *Segitiga Bola*. Yogyakarta: Kanisius, 1988.

Sanjaya, W S M. “Qibla Finder and Sholat Times Based on Digital Compass , GPS and Microprocessor Qibla Finder and Sholat Times Based on Digital Compass , GPS and Microprocessor.” *The 2nd Annual Applied Science and Engineering Conference (AASEC 2017) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* (2018).

Saputra, D. T. *Aplikasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Pada Sistem Kendali Valve Sebagai Penyalur Air Dengan Akses Control Rfid Berbasis Arduino Uno*, 2016.

Shafiyurahman Al-Mubarakfuri. *Sejarah Mekah*. Riyadh: Dar as-Salam, n.d.

Singgih, Hariyadi. “Rancang-Bangun Alat Penunjuk Arah Kiblat Berbasis Gps.” *Jurnal ELTEK* 11 (2013): 79–92.

Sugono, Dendy. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa*. Edisi IV. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Media, 2008.

Susiknan Azhari. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Cet. II. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.

———. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.

Syafi’i, Imam. *Ar-Risalah*. Hadist 196., n.d.

- Syarif, Muhammad Rasywan. "Problematika Arah Kiblat Dan Aplikasi Perhitungannya." *HUNAFa: Jurnal Studia Islamika* 9, no. 2 (2012): 245.
- Syirojudin, M., J. Murjaya, S. Zubaidah, H. Hasanudin, S. Ahadi, N. Efendi, and T. Suroyo. "Indonesian Geomagnetic Maps for Epoch 2015.0 to Cover of Indonesian Regions." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 132, no. 1 (2018): 0–6.
- Thoyfur, Muhammad. "Digitalization of Local Rashdul Qibla by Qibla Diagram." *Al-Hilal: Journal of Islamic Astronomy* 3, no. 1 (May 19, 2021): 75–106.
- At-Tirmidzi, Abu Isa Muhammad bin Isa bin Saurah. *Al-Jami' Shahih Sunan at-Tirmidzi*, 1977.

## LAMPIRAN

### 1. Listing program alat utama

```
#include <TinyGPS++.h> //Libary TinyGPS
#include <SoftwareSerial.h> //Library bawaan
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// number of decimal digits to print
const uint8_t digits = 3;

int aaa;
int Hour;
int Minute;
int Second;
int Day;
int Month;
int Year;
float lintang_K = 21.42250833;
float bujur_K = 39.82616111;
int Zona = 7;
float lintang_T;
float bujur_T;

//Detil Perhitungan
float KIB;
float NNN = 294.7;
float CIB;
float Arah_Kiblat;

//Variabel Bantuan
float pembilang;
```

```

float penyebut;
float p1,p2,p3,p4,x;

//Detil Perhitungan
int M;
int Y;
int A;
int B;

//Variabel Bantuan
int b2;

float JD, JDE, T, JD_0_UT;
float T_U_JD;
//Variabel Bantuan
long v2;
int v3;
float v4;
float v5;

//Menghitung Delta T
float Delta_T;
float Delta_Tahun;
float Tahun;

//Variabel Posisi Matahari
float L0, atas, M0, atas2, C, e, Ma, L, atas8;
float Omega, atas3, atas4, atas5, atas6,
atas7, Epsilon_0, Delta_Epsilon, Epsilon;
float GST_0_UT, GST_Lokal, LST, Lambda, Alpha,
Delta, HA;
float Azimuth, Azimuth2, Azimuth_Bayangan;

```

```

// Choose two Arduino pins to use for software
serial
int RXPin = 50; //Connect ke TX GPS
int TXPin = 51; //Connect ke RX GPS

int GPSBaud = 9600; //Biarin default

// Membuat objek TinyGPS++
TinyGPSPlus gps;
LiquidCrystal_I2C lcd1(0x27,20,4); // set the
LCD address to 0x27 for a 20 chars and 4 line
display
LiquidCrystal_I2C lcd2(0x23,16,2); // set the
LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line
display
LiquidCrystal_I2C lcd3(0x26,16,2); // set the
LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line
display

#include<stdio.h>
const byte ROWS = 4; //four rows
const byte COLS = 4; //three columns
char keys[ROWS][COLS] = {
    {'/', '#', '0', '*'},
    {'.', '9', '8', '7'},
    {'-', '6', '5', '4'},
    {'+', '3', '2', '1'}
};
byte rowPins[ROWS] = {11, 10, 9, 8}; //connect
to the row pinouts of the keypad
byte colPins[COLS] = {7, 6, 5, 4}; //connect
to the column pinouts of the keypad

```

```

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys),
rowPins, colPins, ROWS, COLS );

float CC;
float Mundur_Shof;
float tigadua;

int relay = 13;
int red = 12;

int counter = 0;
int attempts = 0;
int max_attempts = 3;

String mymints;
float minutes = 0;
String mytiga;
float tiga = 0;

String mysecs;
float seconds = 0;
float total_seconds = 0;
int secflag = 0;
int secflag2 = 0;
int timer_started_flag = 0;

// Tracks the time since last event fired
unsigned long previousMillis=0;
unsigned long int previoussecs = 0;
unsigned long int currentsecs = 0;
    unsigned long currentMillis = 0;
        int interval= 1 ; // updated every 1 second
int tsecs = 0;

```

```

// Mmembuat koneksi serial dengan nama
"gpsSerial"
SoftwareSerial gpsSerial(RXPin, TXPin);
void setup()
{
  //Memulai koneksi serial pada baudrate 9600
  Serial.begin(9600);

  //Memulai koneksi serial dengan sensor
  gpsSerial.begin(GPSBaud);

  lcd1.init(); //
initialize the lcd
  lcd1.init();
  // Print a message to the LCD.
  lcd1.backlight();

  lcd2.init(); //
initialize the lcd
  lcd2.init();
  // Print a message to the LCD.
  lcd2.backlight();

  lcd3.init(); //Init the LCD
  lcd3.backlight(); //Activate
backlight
  pinMode(relay, OUTPUT);
  digitalWrite(relay, LOW);
  digitalWrite(red, HIGH);
  Serial.println("enter password");
  lcd3.print("Kalkulator Shoff");

  delay(2000);
  lcd3.clear();

```

```

        lcd3.print("Arah Bangunan:");
    }

void loop()
{
    //Membuat tampilan data ketika terdapat
koneksi
    while (gpsSerial.available() > 0)
        if (gps.encode(gpsSerial.read()))
            displayInfo();

    // Jika dalam 5 detik tidak ada koneksi,
maka akan muncul error "No GPS detected"
    // Periksa sambungan dan reset arduino
    if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed()
< 10)
    {
        Serial.println("No GPS detected");
        while(true);
    }

void displayInfo()
{
    if (gps.location.isValid())
    {
        Serial.print("Latitude: ");
        Serial.println(gps.location.lat(), 6);

        // Rumus Jam: -----
-----
        aaa = ((gps.time.hour()+Zona);
            if (aaa < 24)
            {
                Hour=aaa;
            }

```



```
else if (aaa > 23);
{
    int Hour=aaa-24;
}
Serial.print("nilai x = ");
Serial.println(Hour);

lcd1.setCursor(0,0);
lcd1.print("DATE: ");
lcd1.setCursor(6,0);
lcd1.print(gps.date.day());
lcd1.setCursor(8,0);
lcd1.print("/");
lcd1.setCursor(10,0);
lcd1.print(gps.date.month());
lcd1.setCursor(11,0);
lcd1.print("/");
lcd1.setCursor(14,0);
lcd1.println(gps.date.year());
lcd1.setCursor(0,1);
lcd1.print("TIME: ");
lcd1.setCursor(6,1);
lcd1.print(Hour);
lcd1.setCursor(8,1);
lcd1.print(":");
lcd1.setCursor(9,1);
lcd1.print(gps.time.minute());
lcd1.setCursor(11,1);
lcd1.print(":");
lcd1.setCursor(12,1);
lcd1.println(gps.time.second());
lcd1.setCursor(0,2);
lcd1.print("LINTANG: ");
lcd1.setCursor(8,2);
```

```

lcd1.print(gps.location.lat(), 6);
lcd1.setCursor(0,3);
lcd1.print("BUJUR: ");
lcd1.setCursor(8,3);
lcd1.print(gps.location.lng(), 6);

//-----Arah
Kiblat LCD-----
-----

lcd2.setCursor(0,0);
lcd2.print("Az.Kiblat: ");
lcd2.setCursor(11,0);
// Rumus pembilang: -----
-----

lintang_T = (gps.location.lat());
bujur_T= (gps.location.lng());
CIB=bujur_K-bujur_T;
pembilang= sin(CIB*DEG_TO_RAD);

// Rumus penyebut: -----
-----

p1=cos(lintang_T*DEG_TO_RAD);
p2=tan(lintang_K*DEG_TO_RAD);
p3=sin(lintang_T*DEG_TO_RAD);
p4=cos(CIB*DEG_TO_RAD);
pembilang= sin(CIB*DEG_TO_RAD);
penyebut= (p1*p2)-(p3*p4);
x=pembilang/penyebut;
KIB=(atan2(pembilang,
penyebut)*RAD_TO_DEG);
if (KIB<0)
{
KIB=KIB+360;
}
else if (KIB>0);

```

```

{KIB=KIB;
  }
  lcd2.print(KIB, 1);

//----- Azimuth
Bayangan Matahari LCD-----
-----

  lcd2.setCursor(0,1);
  lcd2.print("Az.Bay.Mat: ");
  lcd2.setCursor(11,1);
  Minute = (gps.time.minute());
  Second = (gps.time.second());
  Day = (gps.date.day());
  // Rumus M: -----
-----

  if ((gps.date.month())<3)
  {
    Month=(gps.date.month()+12);
  }
  else if ((gps.date.month())>2);
  {Month=(gps.date.month());
  }

  // Rumus Y: -----
-----

  if ((gps.date.month())<3)
  {
    Year=(gps.date.year())-1;
  }
  else if ((gps.date.month())>2);
  {Year=(gps.date.year());
  }

  // Rumus A: -----
-----

```

```

A=Year/100;

// Rumus B: -----
-----

b2=A/4;
B=2+b2-A;

// Rumus JD: -----
-----

v2=365.25*Year;
v3=30.6001*(Month+1);
v4=(Hour)+(float      (Minute)/60)+(float
(Second)/3600)/24;
v5=float (Zona)/24;
//perlu dikoreksi:
JD=1720994.5+v2+v3+B+Day+v4-v5;

// Rumus Delta T ( Tahun 2005-2150): -----
-----
-
Tahun=float      (Year)+((float      (Month)-
1)/12)+((float (Day)/365));
if ((Tahun<=2050)&&(Tahun>2005))
{
    Delta_Tahun=62.92+(0.32217*(Tahun-
2000))+(0.005589*(Tahun-2000)*(Tahun-2000));
}
else if ((Tahun>2050)&&(Tahun<=2150))
{
    Delta_Tahun=-20+(32*((Tahun-
1820)/100)*((Tahun-1820)/100))-
(0.5628*(2150-Tahun));
}

Delta_T=Delta_Tahun/86400;

```

```

// Rumus JDE Waktu TD dan T: -----
-----
-
JDE=JD+Delta_T;
T=(JDE-2451545)/36525;
//T=0.2351249378; // Note :----Yang muncul
0.2351249217----

// Rumus Bujur rata-rata (L0): -----
-----
-
atas=(280.46646)+(36000.76983*T)+(0.0003032*
T*T);
L0=fmod (atas,360);
//L0=105.14524;
// Rumus Anomali rata-rata (M0): -----
-----
-----
atas2=((357.52911)+(35999.05029*T)-
(0.0001537*T*T));
M0=fmod (atas2,360);
//M0=181.80356; // Note :----Yang muncul
181.80355----

// Rumus Koreksi (C): -----
-----
C=(1.914602 - 0.004817*T -
0.000014*T*T)*sin((M0)*DEG_TO_RAD) +
(0.019993 -
0.000101*T)*sin(2*(M0)*DEG_TO_RAD) +
0.000289*sin(3*(M0)*DEG_TO_RAD);

```

```

// Rumus Eksentrisitas Orbit Bumi (e): -----
-----
e=(0.016708634)-(0.000042037*T)-
(0.0000001267*T*T);

// Rumus Bujur Ekliptika (L) dan Anomali
Sesungguhnya (M): -----
-----

L=L0+C;
Ma=M0+C;

// Rumus Omega: -----
-----

atas3=(125.04)-(1934.136*T);
Omega= fmod (atas3,360);
if (Omega<0)
{
    Omega=Omega+360;
}
else
{Omega=Omega;}

// Rumus Epsilon Zero: -----
-----

Epsilon_0=(23)+(float
(26)/60)+(21.448/3600)-(46.815*T/3600)-
(0.00059*T*T/3600)+(0.001813*T*T*T/3600);

// Rumus Delta Epsilon & Epsilon: -----
-----

Delta_Epsilon=0.00256*cos(Omega*DEG_TO_RAD);
Epsilon=Epsilon_0+Delta_Epsilon;

```

```

// Rumus JD pukul 0 UT: -----
-----
JD_0_UT=1720994.5+long          (365.25*Y)+int
(30.60001*(M+1))+B+Day;

// Rumus T Untuk JD: -----
-----
T_U_JD=(JD_0_UT-2451545)/36525;

// Rumus GST Pukul 0 UT: -----
-----
atas4=(6.6973745583)+(2400.0513369072*T_U_JD
)+(0.0000258622*T_U_JD*T_U_JD);
GST_0_UT=fmod (atas4,24);

// Rumus GST Waktu Lokal: -----
-----
atas5=(GST_0_UT)+((float          (Hour))+(float
(Minute)/60)+(float          (Second)/3600-
Zona))* (1.00273790935);
GST_Lokal=fmod (atas5,24);

// Rumus LST: -----
-----
atas6=(GST_Lokal)+(float (bujur_T)/15);
LST=fmod (atas6,24);

// Rumus Bujur Nampak (Lambda): -----
-----
-
Lambda=L-0.00569-
0.00478*sin(Omega*DEG_TO_RAD);

```

```

// Rumus Alpha: -----
-----

atas7=(atan2((cos(Epsilon*DEG_TO_RAD)*sin(Lambda*DEG_TO_RAD)),cos(Lambda*DEG_TO_RAD))*RAD_TO_DEG);
Alpha=fmod(atas7,360);

// Rumus Delta: -----
-----

Delta=(asin(((sin(Epsilon*DEG_TO_RAD))*(sin(Lambda*DEG_TO_RAD))))*RAD_TO_DEG);

// Rumus Hour Angle (HA): -----
-----

HA=(fmod((LST-(Alpha/15)),24))*15;
//Hasil : 86.77388 ----- Excel:
86.77424-----

// Rumus Azimuth (A): -----
-----

atas8=(cos(HA*DEG_TO_RAD)*sin(lintang_T*DEG_TO_RAD))-
(tan(Delta*DEG_TO_RAD)*cos(lintang_T*DEG_TO_RAD));
Azimuth=atan2(sin(HA*DEG_TO_RAD),
atas8)*RAD_TO_DEG;
Azimuth2=fmod(Azimuth+180,360);
if(Azimuth2<180)
{
Azimuth_Bayangan=Azimuth2+180;
}
else

```



```

    {Azimuth_Bayangan=Azimuth2-180;}
    lcd2.print(Azimuth_Bayangan, 1);
    Serial.print("Arah Kiblat: ");
    Serial.println(KIB);

    delayMicroseconds(1);

}

```

## 2. Listing program kalkulator şaff

```

#include <Keypad.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd3(0x26,16,2); //0x27 is
the i2c address, while 16 = columns, and 2 =
rows.

#include<stdio.h>
const byte ROWS = 4; //four rows
const byte COLS = 4; //three columns
char keys[ROWS][COLS] = {
    {'/', '*', '0', '.'},
    {'#', '9', '8', '7'},
    {'-', '6', '5', '4'},
    {'+', '3', '2', '1'}
};
byte rowPins[ROWS] = {11, 10, 9, 8}; //connect
to the row pinouts of the keypad
byte colPins[COLS] = {7, 6, 5, 4}; //connect
to the column pinouts of the keypad

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys),
rowPins, colPins, ROWS, COLS );

```

```

float KIB;
float CC;
float Mundur_Shof;

int relay = 13;
int red = 12;

int counter = 0;
int attempts = 0;
int max_attempts = 3;

String mymints;
float minutes = 0;
String mytiga;
float tiga = 0;

String mysecs;
float seconds = 0;
float total_seconds = 0;
int secflag = 0;
int secflag2 = 0;
int timer_started_flag = 0;

// Tracks the time since last event fired
unsigned long previousMillis=0;
unsigned long int previoussecs = 0;
unsigned long int currentsecs = 0;
  unsigned long currentMillis = 0;
    int interval= 1 ; // updated every 1 second
int tsecs = 0;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  lcd3.init(); //Init the LCD

```

```

    lcd3.backlight(); //Activate
backlight

    pinMode(relay, OUTPUT);
    digitalWrite(relay, LOW);
    digitalWrite(red, HIGH);
    Serial.println("enter password");
    lcd3.print("Kalkulator Shoff");
    delay(2000);
    lcd3.clear();
    lcd3.print("Arah Bangunan:");
}

void loop()
{
    keypadfunction();
}

void keypadfunction()
{
    char key = keypad.getKey();

    if (key){
        Serial.println(key);
        counter = counter + 1;
        lcd3.setCursor(counter, 1);
        lcd3.print(key);
    }

    if (key == '1')
    {
        mymints = mymints + 1;
    }
}

```

```
    if (key == '2')
    {
        mymints = mymints + 2;
    }

    if (key == '3')
    {
        mymints = mymints + 3;
    }

    if (key == '4')
    {
        mymints = mymints + 4;
    }

    if (key == '5')
    {
        mymints = mymints + 5;
    }

    if (key == '6')
    {
        mymints = mymints + 6;
    }

    if (key == '7')
    {
        mymints = mymints + 7;
    }
}
```

```
    if (key == '8')
    {

        mymints = mymints + 8;
    }

    if (key == '9')
    {

        mymints = mymints + 9;
    }

                if (key == '0')
    {

        mymints = mymints + 0;
    }

    if (key == '.')
    {

        mymints = mymints + key;
    }

                if (key == '#')
    {

        counter = 0;
        mymints = "";
        minutes = 0;
        mysecs = "";
        seconds = 0;
        secflag = 0;
```

```

    lcd3.clear();
    lcd3.setCursor(0,0);
    lcd3.print("Arah Bangunan:");
}

        if (key == '*')
        {
lcd3.clear();
/* = enter
minutes = mymints.toFloat();
Serial.println(minutes);
lcd3.clear();
lcd3.print("Arah Bangunan: ");
lcd3.setCursor(0,1);
lcd3.print(minutes);
mymints = ""; // empty the string
delay(2000);
lcd3.clear();
lcd3.setCursor(0,0);
lcd3.print("Arah Kiblat:");
counter = 0;
secflag = 1;

while(secflag == 1)
{
fortiga();
}
}

void fortiga()
{
    char key = keypad.getKey();

    if (key){

```

```
Serial.println(key);
counter = counter + 1;
lcd3.setCursor(counter, 1);
lcd3.print(key);
}

if (key == '1')
{

    mytiga = mytiga + 1;
}

    if (key == '2')
    {

        mytiga = mytiga + 2;
    }

if (key == '3')
{

    mytiga = mytiga + 3;
}

    if (key == '4')
    {

        mytiga = mytiga + 4;
    }

if (key == '5')
{

    mytiga = mytiga + 5;
}
```

```
    if (key == '6')
    {

        mytiga = mytiga + 6;
    }

    if (key == '7')
    {

        mytiga = mytiga + 7;
    }

    if (key == '8')
    {

        mytiga = mytiga + 8;
    }

    if (key == '9')
    {

        mytiga = mytiga + 9;
    }

        if (key == '0')
    {

        mytiga = mytiga + 0;
    }

        if (key == '.')
    {

        mytiga = mytiga + key;
```



```

    }

                                if (key == '#')
    {
//#=Delete
        counter = 0;
        mymints = "";
        minutes = 0;
        mytiga = "";
        tiga = 0;
        secflag2=0;
        mysecs = "";
        seconds = 0;
        secflag = 0;

        lcd3.clear();
        lcd3.setCursor(0,0);
        lcd3.print("Arah Bangunan:");
    }

                                if (key == '*')
    {

        lcd3.clear();
        tiga = mytiga.toFloat();
        Serial.println(tiga);
        lcd3.clear();
        lcd3.setCursor(0,0);
        lcd3.print("Arah Kiblat: ");
        lcd3.setCursor(0,1);
        lcd3.print(tiga);
        mytiga = ""; // empty the string
        delay(2000);
        lcd3.clear();
        lcd3.setCursor(0,0);

```

```
lcd3.print("Panjang Shoff:");
counter = 0;
secflag2 = 1;

while(secflag2 == 1)
{
forSeconds();
}

}

void forSeconds()
{
char key = keypad.getKey();

if (key){
Serial.println(key);
counter = counter + 1;
lcd3.setCursor(counter, 1);
lcd3.print(key);
}

if (key == '1')
{

mysecs = mysecs + 1;
}

if (key == '2')
{

mysecs = mysecs + 2;
}
}
```

```
if (key == '3')
{
    mysecs = mysecs + 3;
}

if (key == '4')
{
    mysecs = mysecs + 4;
}

if (key == '5')
{
    mysecs = mysecs + 5;
}

if (key == '6')
{
    mysecs = mysecs + 6;
}

if (key == '7')
{
    mysecs = mysecs + 7;
}

if (key == '8')
{
    mysecs = mysecs + 8;
}
```

```

}

if (key == '9')
{
    mysecs = mysecs + 9;
}

        if (key == '0')
{
    mysecs = mysecs + 0;
}

        if (key == '.')
{
    mysecs = mysecs + key;
}

        if (key == '#')
{
//#=Delete
    counter = 0;
    mymints = "";
    minutes = 0;
    mysecs = "";
    seconds = 0;
    secflag = 0;
    mytiga="";
    tiga=0;
    secflag2=0;

    lcd3.clear();

```

```

    lcd3.setCursor(0,0);
    lcd3.print("Arah Bangunan:");
}

    if (key == '*')
    {

    lcd3.clear();
    seconds = mysecs.toFloat();
    Serial.println(seconds);
    lcd3.clear();
    lcd3.setCursor(0,0);
    lcd3.print("Panjang Shoff: ");
    lcd3.setCursor(0,1);
    lcd3.print(seconds);

    mysecs = ""; // empty the string
    delay(2000);

    CC=tiga-minutes;
    Mundur_Shof=seconds*tan(CC*DEG_TO_RAD);

    counter = 0;
    secflag = 0;
    timer_started_flag = 0;

    lcd3.clear();
    lcd3.print("Mundur Shoff:");
    lcd3.setCursor(0,1);
    lcd3.print(Mundur_Shof,1);
    delay(3000);
    }
}

```

### 3. Uji Perhitungan



#### 4. Uji pengukuran



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Agung Laksana  
Tempat, Tanggal lahir : Banjar, 20 Agustus 1994  
Jenis kelamin : Laki-laki  
Alamat asal : Link. Banjar RT 01/ RW 01, Kel. Banjar,  
Kec. Banjar, Kota Banjar, Jawa Barat  
46311  
Nomer Telepon : 081804367994  
Email : agung.16484@gmail.com

### **Riwayat Pendidikan**

SD Negeri 1 Banjar (2000 – 2006)  
SMP Negeri 1 Banjar (2006 – 2008)  
SMA Negeri 1 Banjar (2008 – 2011)  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta - Fisika (2011 – 2016)

### **Riwayat Organisasi**

Jogja Astro Club (JAC)  
Rukyatul Hilal Indonesia (RHI)  
Astronomi Islam Club UIN Sunan Kalijaga  
Indonesia Student & Youth Forum  
Forum Indonesia Cerdas  
Ikatan Alumni Fisika UIN Sunan Kalijaga  
Komunitas Pecinta Astronomi dan Hisab