

SKRIPSI

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS PENENTUAN ARAH KIBLAT

MENGGUNAKAN INTEGRASI PAPAN ISTIWA'AINI DAN TEKNOLOGI

ARDUINO SEBAGAI PETUNJUK DERAJAT



ANDI AWAL JANWAR

105821104320

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMDIYAH MAKASSAR

2025

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS PENENTUAN ARAH
KIBLAT MENGGUNAKAN INTEGRASI PAPAN ISTIWA'AINI DAN
TEKNOLOGI ARDUINO SEBAGAI PETUNJUK DERAJAT**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Mencapai Gelar Sarjana Teknik Elektro

Pada Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Oleh :

ANDI AWAL JANWAR

105821104320

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2025



FAKULTAS TEKNIK

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS PENENTUAN ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN INTEGRASI ISTIWA'AINI, DAN TEKNOLOGI ARDUINO SEBAGAI PENUNJUK DERAJAT**

Nama : 1. Andi Awal Janwar

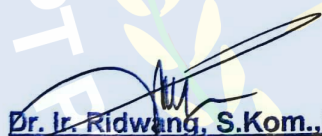
Stambuk : 1. 105 82 11043 20

Makassar, 08 September 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

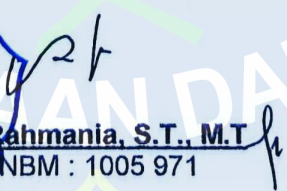
Pembimbing II


Dr. Ir. Ridwang, S.Kom., M.T


Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Elektro




Ir. Rahmania, S.T., M.T
NBM : 1005 971





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Andi Awal Janwar** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11043 20, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0006/SK-Y/20201/091004/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 30 Agustus 2025.

Panitia Ujian :

Makassar, 16 Rabiul Awal 1447 H
08 September 2025 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., ASEAN., Eng

2. Penguji

a. Ketua

Prof. Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, M.T

b. Sekretaris

Lisa Fitriani Ishak, ST., MT

3. Anggota

1. St. Khadijah, ST., M.Kom., IPP

2. Dr. Hj. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T., M.T

3. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Ridwan, S.Kom., M.T

Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

Dekan



Dr. Muhi Syarif S Kuba, S.T., M.T., IPM

NBM : 975 288

Gedung Menara Iqra Lantai 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Web: <https://teknik.unismuh.ac.id/>, e-mail: teknik@unismuh.ac.id





**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : Andi Awal Janwar

Nim : 105821104320

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	5%	10 %
2	Bab 2	20%	25 %
3	Bab 3	2%	10 %
4	Bab 4	3%	10 %
5	Bab 5	5%	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 29 Agustus 2025

Mengetahui,

Kepala UPT Perpustakaan dan Penerbitan,



Nursinah, S.Hum.,M.I.P

NBM. 964 591

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS PENENTUAN ARAH KIBLAT MENGUNAKAN INTEGRASI PAPAN ISTIWA'AINI DAN TEKNOLOGI ARDUINO SEBAGAI PETUNJUK DERAJAT

Andi Awal Janwar, Ridwang², Adriani³

¹²³ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah

Makassar

E-Mail: andiawalkoe@gmail.com¹, ridwang@unismuh.ac.id²,

adriani@unismuh.ac.id³

ABSTRAK

Arah kiblat merupakan salah satu elemen penting dalam pelaksanaan ibadah shalat bagi umat Islam. Setiap Muslim diwajibkan menghadap ke arah Ka'bah di Masjidil Haram, Makkah. Namun, dalam praktiknya, penentuan arah kiblat secara akurat sering menjadi tantangan, terutama di wilayah yang jauh dari Makkah. Berbagai metode penentuan arah kiblat, baik manual maupun digital, telah banyak digunakan. Tujuan penelitian ini merancang dan mengembangkan alat penentu arah kiblat berbasis Arduino sebagai indikator arah untuk meningkatkan keakuratan penentuan kiblat. Metode penelitian yang digunakan yaitu Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan alat penentu arah kiblat ini adalah metode eksperimental. Hasil pengujian ELPCB Qiblat Tracker berbasis Arduino membuktikan bahwa alat yang dirancang mampu bekerja secara optimal dalam menentukan arah kiblat dengan tingkat akurasi yang sangat baik. Pada pengujian di Universitas Muhammadiyah Makassar dan Masjid Nurul Ikhlas, perbandingan dengan data referensi dari website Ilmu Falak Unismuh menunjukkan selisih azimuth yang sangat kecil, yakni hanya 0–0,04°. Hal ini menegaskan bahwa sistem berbasis Arduino yang terintegrasi dengan papan Istiwa'aini dapat mengolah data koordinat lokasi dan menghasilkan perhitungan azimuth kiblat secara tepat. Dengan demikian, alat ini layak dijadikan indikator arah kiblat yang akurat, presisi, dan dapat diandalkan untuk membantu masyarakat maupun lembaga dalam memastikan arah ibadah secara ilmiah dan real-time.

Kata Kunci: Sistem Otomatis, Arah Kiblat, Istiwa'aini, GPS Neo Gm V2, Kiblat Tracker

***DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTOMATIC QIBLA DIRECTION
DETERMINATION SYSTEM USING THE INTEGRATION OF ISTIWA'AINI
BOARDS AND ARDUINO TECHNOLOGY
AS A DEGREE GUIDE***

Andi Awal Janwar, Ridwang², Adriani³

¹²³ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Makassar

E-Mail: andiawalkoe@gmail.com¹, ridwang@unismuh.ac.id²,

adriani@unismuh.ac.id³

ABSTRACT

The direction of the qibla is one of the important elements in the performance of prayer for Muslims. Every Muslim is required to face the direction of the Kaaba in the Grand Mosque, Mecca. However, in practice, determining the direction of the qibla accurately is often a challenge, especially in areas far from Mecca. Various methods of determining the direction of the qibla, both manual and digital, have been widely used. The purpose of this study is to design and develop an Arduino-based qibla direction indicator to improve the accuracy of determining the qibla. The research method used in the development of this qibla direction indicator is the experimental method. The results of testing the Arduino-based ELPCB Qibla Tracker prove that the designed tool is capable of working optimally in determining the direction of the qibla with a very good level of accuracy. In tests at Muhammadiyah University Makassar and Nurul Ikhlas Mosque, a comparison with reference data from the Unismuh Astronomy website showed a very small azimuth difference of only 0–0.04°. This confirms that the Arduino-based system integrated with the Istiwa'aini board can process location coordinate data and produce accurate qibla azimuth calculations. Thus, this device is suitable as an accurate, precise, and reliable qibla direction indicator to assist the public and institutions in determining the direction of worship scientifically and in real-time.

Keywords: Automatic System, Qibla Direction, Istiwa'aini, GPS Neo Gm V2, Qibla Tracker

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun proposal ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Proposal ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam penyelesaian studi pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah: ***“RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS PENENTUAN ARAH KIBLAT MENGGUNAKAN INTEGRASI PAPAN ISTIWA’AINI DAN TEKNOLOGI ARDUINO SEBAGAI PETUNJUK DERAJAT”***.

Dalam penyusunan proposal ini, penulis menghadapi beberapa hambatan, termasuk keterbatasan literatur yang relevan dengan penelitian ini dan keterbatasan kemampuan dari penulis. Penulis juga ingin menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Abd.Rakhim Nanda, ST., MT., IPU Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Ir. Muhammad Syafaat S Kuba, S.T., M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Rahmania, S.T., M.T., IPM. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
4. Bapak Andi Abd. Halik Lateko ST., MT., PH., D. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar sekaligus Selaku Pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir.

5. Bapak Dr. Ir. Ridwang, S.Kom., M.T.,IPM. Selaku Pembimbing 1 Dan Ibu Ir. Adriani, ST., M.T.,IPM. Selaku Pembimbing 2 dalam penyusunan tugas akhir.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Serta Staf Pegawai Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Keluarga, Kerabat dan Teman-teman kami serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan penulisan ini di masa mendatang, agar tugasakhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis sendiri.

Makassar, 09 Juli 2025

Peneliti

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6

2.1 Arah Kiblat	6
2.1.1 Definisi Arah Kiblat.....	6
2.1.2 Metode Penentuan Arah Kiblat.....	7
2.1.3 Tantangan dalam Menentukan Arah Kiblat	10
2.2 Papan Istiwa' Aini.....	11
2.3 Arduino Mega 2560.....	12
2.4 Modul GPS NEO 6M V2	13
2.5 LCD Display 16x2 + I2C Modul	15
Fitur Utama LCD 16x2:	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Alat dan bahan.....	18
3.3 Metode Penelitian.....	19
3.4 Metode Pengumpulan data	20
3.5 Blok Diagram.....	21
3.6 Mekanisme Kerja Alat.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4. 1. Pengujian Perangkat Keras	26
4.2 Hasil Pengujian ELPCB Kiblat <i>Tracker</i>	27

4.3 Pembahasan.....	33
BAB V_PENUTUP.....	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	40
Lampiran 1. Kode Program Arduino Mega.....	40
<i>Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian Alat.....</i>	<i>52</i>
<i>Lampiran 3. Data Sheet Komponen.....</i>	<i>56</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Papan Istiwa’Aini	11
Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560.....	12
Gambar 2. 3 Modul GPS NEO 6M V2	13
Gambar 2. 4 LCD 16x2 + I2C Modul	15
Gambar 3. 1 Blok diagram Sistem Otomatis Penentuan Arah Kiblat	21
Gambar 3. 2 Wiring Diagram.....	22
Gambar 3. 3 Flowchart Mekanisme Kerja Alat.....	24
Gambar 4. 1 Perancangan Perangkat Keras	26
Gambar 4. 2 Modul GPS NEO-6M V2	27
<u>Gambar 4. 3 Hasil Data Penelitian Universitas Muhammadiyah Makassar</u> <u>ELPCB_Qiblat_Tracker & Website https://ilmufalak.unismuh.ac.id</u>	30
Gambar 4. 4 Hasil Data Penelitian Mesjid Nurul Ikhlas ELPCB_Qiblat_Tracker & Website https://ilmufalak.unismuh.ac.id	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar Alat	18
Tabel 3. 2 Daftar Bahan.....	19
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Modul GPS NEO 6M-V2.....	28
Tabel 4. 2 Hasil Data ELPCB_Qiblat_Tracker di Universitas Muhammadiyah Makassar	29
Tabel 4. 3 Hasil Data Website https://ilmufalak.unismuh.ac.id di Universitas Muhammadiyah Makassar	29
Tabel 4. 4 Hasil Data ELPCB_Qiblat_Tracker di Mesjid Nurul Ikhlas	31
Tabel 4. 5 Hasil Data Website https://ilmufalak.unismuh.ac.id di Mesjid Nurul Ikhlas	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Arah kiblat merupakan salah satu elemen penting dalam pelaksanaan ibadah shalat bagi umat Islam. Setiap Muslim diwajibkan menghadap ke arah Ka'bah di Masjidil Haram, Makkah. Namun, dalam praktiknya, penentuan arah kiblat secara akurat sering menjadi tantangan, terutama di wilayah yang jauh dari Makkah. Berbagai metode penentuan arah kiblat, baik manual maupun digital, telah banyak digunakan. Namun, ketidaktepatan dalam penentuan kiblat masih sering terjadi, terutama di masjid atau musala yang baru dibangun dan belum memiliki perangkat penentu kiblat yang akurat (Rani, 2019).

Dalam menghadapi tantangan tersebut, teknologi modern menawarkan solusi yang lebih presisi dan praktis. Salah satu teknologi yang bisa digunakan adalah mikrokontroler Arduino, yang memiliki fleksibilitas tinggi untuk mengintegrasikan berbagai sensor dan alat ukur (Safitri, 2022). Kombinasi teknologi Arduino sebagai penunjuk arah dan LCD 16x2 untuk menampilkan koordinat lokasi, memungkinkan penentuan arah kiblat menjadi lebih mudah, akurat, dan efisien.

Penentuan arah kiblat merupakan kebutuhan penting bagi umat Islam dalam melaksanakan ibadah. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mempermudah proses ini, terutama bagi kelompok penyandang tunanetra. Salah satu inovasi sebelumnya adalah alat pemberi informasi arah kiblat yang dirancang oleh Zulkarnain Lubis pada tahun 2022. Alat ini menggunakan

Arduino Uno dan sensor kompas GY-273 untuk memberikan informasi arah kiblat dengan teknologi sederhana (Lubis, 2022). Namun, alat tersebut memiliki keterbatasan dalam presisi tinggi dan kurangnya kemampuan otomatisasi untuk menyesuaikan arah kiblat secara akurat. Demikian pula, penelitian oleh Trisia Rani pada tahun 2019 memanfaatkan sensor HMC 5883L sebagai pendamping kompas RHI untuk menentukan arah kiblat. Meskipun membantu, pendekatan ini masih bersifat manual, sehingga kurang mendukung kebutuhan akan akurasi dan efisiensi dalam pengukuran arah (Rani, 2019).

Sementara itu, penelitian Misrahul Safitri pada tahun 2022 membandingkan akurasi papan istiwa aini dengan aplikasi kompas kiblat Android “Muslim Go”. Hasil studi ini menunjukkan bahwa metode manual masih memerlukan pengembangan untuk meningkatkan ketepatan (Safitri, 2022). Dengan berbagai keterbatasan dari penelitian terdahulu, inovasi baru dalam menentukan arah kiblat secara otomatis menjadi sangat relevan. Sistem berbasis papan istiwa aini yang dilengkapi LCD 16x2 untuk tampilan derajat kiblat secara real-time, menawarkan solusi yang lebih presisi dan mudah digunakan. Pendekatan ini tidak hanya mengatasi keterbatasan metode manual, tetapi juga memperkenalkan teknologi modern yang dapat memenuhi kebutuhan akurasi umat Islam dalam menentukan arah kiblat dengan lebih Efektif (Hidayat & Fikri, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat penentu arah kiblat berbasis Arduino sebagai penunjuk arah dan papan derajat untuk membantu pengukuran akurat. Koordinat lokasi akan ditampilkan secara

real-time pada layar LCD 16x2, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengetahui arah kiblat berdasarkan posisi geografis mereka. Alat ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dan efektif, baik untuk masjid, musala, maupun penggunaan pribadi, dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Selain itu, penggunaan teknologi Arduino dalam alat penentu arah kiblat menawarkan keunggulan dalam hal biaya yang terjangkau dan kemampuan yang dapat disesuaikan dengan berbagai kebutuhan pengguna (Rohman et al., 2023). Untuk layar LCD 16x2 memudahkan penyajian informasi yang jelas dan mudah dibaca oleh pengguna.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang alat penentu arah kiblat berbasis Arduino sebagai indikator arah untuk meningkatkan keakuratan penentuan arah kiblat?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk merancang dan mengembangkan alat penentu arah kiblat berbasis Arduino sebagai indikator arah untuk meningkatkan keakuratan penentuan kiblat.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat untuk masyarakat:

Alat ini dapat membantu meningkatkan akurasi dalam pembangunan masjid dan musala baru dengan penentuan arah kiblat yang tepat, sehingga mendukung pelaksanaan ibadah yang lebih sahih (Rohman et al., 2023).

Dengan harga yang terjangkau, alat ini dapat diakses oleh masyarakat luas, membantu umat Islam di berbagai wilayah untuk dengan mudah

memastikan arah kiblat tanpa memerlukan perangkat canggih yang mahal (Hidayat & Fikri, 2021).

2. Manfaat akademis:

Penelitian ini menambah literatur ilmiah mengenai penerapan teknologi Arduino dalam bidang keagamaan, khususnya dalam memudahkan ibadah umat Islam dan dapat menjadi referensi bagi penelitian lebih lanjut terkait penggunaan teknologi mikrokontroler dan sensor dalam aplikasi keagamaan lainnya.

1.5 Batasan Masalah

1. Alat ini hanya berfungsi untuk menentukan arah kiblat berdasarkan lokasi geografis pengguna dan tidak mencakup fitur tambahan seperti pengukuran waktu shalat, kalender Islam, atau fungsi lain yang terkait dengan ibadah.
2. Penggunaan servo motor 360 derajat memiliki keterbatasan karena tidak dapat menunjukkan posisi sudut secara akurat dan hanya berfungsi sebagai aktuator dengan pergerakan kontinu. Padahal, alat yang dirancang membutuhkan pergerakan 360 derajat dengan posisi sudut yang diketahui agar arah dapat ditunjukkan secara tepat. Selain itu, penggunaan sensor LDR dihilangkan karena keterbatasan servo tersebut, sehingga data bayangan tongkat tidak dapat diolah secara optimal. Penelitian ini difokuskan pada fungsi mekanis perputaran servo.

1.6 Sistematika Penulisan

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mengulas teori-teori, konsep-konsep, dan penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk desain alat, prosedur, dan teknik analisis data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dari penelitian serta membahas temuan-temuan utama.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya atau aplikasi praktis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arah Kiblat

2.1.1 Definisi Arah Kiblat

Arah kiblat adalah arah yang harus dihadapi oleh umat Islam saat melaksanakan ibadah shalat. Arah ini mengacu pada Ka'bah (Baitullah), sebuah bangunan suci yang terletak di Masjidil Haram, Makkah, Arab Saudi. Menentukan arah kiblat berarti menghadap ke Ka'bah melalui jalur terdekat, yang merupakan kewajiban bagi setiap Muslim di seluruh dunia ketika melakukan shalat. Penentuan arah kiblat adalah aspek fundamental dalam praktik ibadah shalat, menunjukkan kepatuhan dan ketaatan umat Islam terhadap ajaran agama. Shalat yang dilakukan dengan menghadap ke arah Ka'bah dianggap sah dan sesuai dengan tuntunan agama Islam (Mustaqim, 2021).

Penentuan arah kiblat memiliki makna penting dalam ibadah Islam karena shalat yang dilakukan dengan menghadap ke arah Ka'bah dianggap sah dan sesuai dengan ajaran agama. Arah kiblat juga mencerminkan kesatuan umat Islam di seluruh dunia, yang bersamasama mengarahkan doa dan ibadah mereka ke titik yang sama. Keteraturan ini menciptakan kesan persatuan dan kekuatan komunitas dalam menjalankan ibadah (Mustaqim, 2021).

2.1.2 Metode Penentuan Arah Kiblat

Terdapat berbagai metode untuk menentukan arah kiblat, yang dapat dibagi menjadi dua kategori utama: metode tradisional dan metode modern.

a. Metode Tradisional

Penggunaan kompas kiblat yang dikalibrasi khusus untuk menunjukkan arah kiblat. Kompas ini biasanya dilengkapi dengan informasi tentang sudut kemiringan dan penyesuaian berdasarkan lokasi geografis dan Perhitungan Astronomis yang melibatkan penggunaan pengetahuan astronomis untuk menghitung arah kiblat berdasarkan posisi Matahari dan bintang-bintang. Metode ini memerlukan pemahaman yang mendalam tentang fenomena astronomi dan kalkulasi matematis.

b. Metode Modern

Menggunakan Aplikasi Mobile, berbagai aplikasi mobile dan perangkat elektronik seperti GPS dan sensor arah dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat dengan akurasi tinggi. Aplikasi ini sering kali menggunakan data GPS untuk menghitung arah kiblat berdasarkan koordinat pengguna. Teknologi terbaru termasuk penggunaan alat berbasis mikrokontroler seperti Arduino untuk menunjukkan arah kiblat secara otomatis. Sistem ini memanfaatkan berbagai sensor dan perangkat optik untuk memberikan hasil yang akurat dan mudah digunakan.

c. Rumus Menghitung Arah Kiblat

$$\cot B = \frac{\cos \varphi_x \cdot \tan \varphi_k}{\sin C} - \frac{\sin \varphi_x}{\tan C}$$

Keterangan: φ_k : Lintang Ka'bah = $21^\circ 25' 20,98''$

φ_x : Lintang tempat

C : Selisih bujur tempat (λ_x) dengan bujur Ka'bah ($\lambda_k = 39^\circ 49' 34,22''$)

Contoh (MAJT, Semarang):

$$\lambda_x = 110^\circ 26' 44,79'', \quad \varphi_x = -6^\circ 59' 1,49''$$

$$C = 110^\circ 26' 44,79'' - 39^\circ 49' 34,22'' = 70^\circ 37' 10,57''$$

$$\cot B = \frac{\cos(-6^\circ 59' 1,49'') \cdot \tan(21^\circ 25' 20,98'')}{\sin(70^\circ 37' 10,57'')} - \frac{\sin(-6^\circ 59' 1,49'')}{\tan(70^\circ 37' 10,57'')}$$

$$B = 65^\circ 30' 21,34'' \quad (\text{Utara} - \text{Barat})$$

d. Rumus Menghitung Azimuth Kiblat.

Konversi dari arah kiblat (B):

- Jika B UT (+) $\Rightarrow Az = B$
- Jika B ST (-) $\Rightarrow Az = B + 180^\circ$
- Jika B SB (-) $\Rightarrow Az = |B| + 180^\circ$
- Jika B UB (+) $\Rightarrow Az = 360^\circ - B$

Contoh:

$$Az = 360^\circ - 65^\circ 30' 21,34'' = 294^\circ 29' 38,66''$$

e. Rumus Menghitung Arah Matahari (A).

$$\cot A = \frac{\cos \varphi_x \cdot \tan \delta_m}{\sin t} - \frac{\sin \varphi_x}{\tan t}$$

Keterangan: δ_m : Deklinasi matahari

t : Sudut waktu matahari

f. Rumus Menghitung Sudut Waktu (t).

$$t = \left(\frac{LMT + e - (BTL - \lambda_x)}{15} - 12 \right) \times 15$$

Keterangan:

LMT = Waktu lokal

e = Equation of time

BTL = Bujur waktu daerah (WIB = 105° , WITA = 120° , WIT = 135°)

λ_x = Bujur tempat

Contoh (MAJT, 24 Okt 2013, 15:14:13 WIB):

$$\delta_m = -11^\circ 50' 54,3'', \quad e = 0^j 15^m 50,24^d, \quad BTL = 105^\circ$$

$$t = \left(\frac{15^j 14^m 13^d + 0^j 15^m 50,24^d - (105^\circ - 110^\circ 26' 44,79'')}{15} - 12 \right) \times 15$$

$$t = 57^\circ 57' 33,39''$$

g. Rumus Menghitung Azimuth (Az) Matahari.

Konversi dari arah matahari (A):

- Jika A UT (+) $\Rightarrow Az = A$
- Jika A ST (-) $\Rightarrow Az = A + 180^\circ$
- Jika A SB (-) $\Rightarrow Az = |A| + 180^\circ$
- Jika A UB (+) $\Rightarrow Az = 360^\circ - A$

Contoh:

- $A = -80^\circ 22' 35,15''$ (Selatan – Barat)

- $Az_{matahari} = |A| + 180^\circ = 80^\circ 22' 35,15'' + 180^\circ = 260^\circ 22' 35,15''$

h. Menghitung Beda Azimuth (Ba).

Rumus

$$Ba = Az_{kiblat} - Az_{matahari}$$

(Jika hasil negatif, tambahkan 360° .)

Contoh:

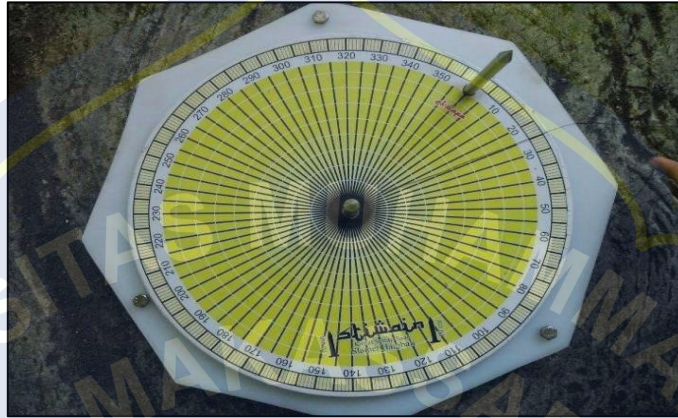
$$Ba = 294^\circ 29' 38,66'' - 260^\circ 22' 35,15'' = 34^\circ 07' 03,51''$$

2.1.3 Tantangan dalam Menentukan Arah Kiblat

Penentuan arah kiblat dapat menjadi tantangan, terutama di daerah yang jauh dari Makkah atau di tempat-tempat dengan interferensi lingkungan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi akurasi penentuan arah kiblat meliputi:

- a. Medan Magnet: Gangguan dari medan magnet lokal dapat mempengaruhi kompas tradisional, menyebabkan ketidakakuratan dalam menentukan arah.
- b. Topografi Wilayah: Bentuk dan fitur geografis seperti gunung atau gedung tinggi dapat mempengaruhi pengukuran arah kiblat, terutama jika menggunakan metode visual.
- c. Kesalahan Kalkulasi: Pada metode perhitungan astronomis, kesalahan dalam perhitungan atau input data dapat menghasilkan hasil yang tidak akurat.

2.2 Papan Istiwa'Aini



Gambar 2. 1 Papan Istiwa'Aini

(Sumber: lintangkukus.blogspot.com)

Papan Istiwa Aini adalah alat sederhana yang digunakan untuk menentukan arah kiblat dengan mengacu pada posisi Matahari. Alat ini terdiri dari bidang dial yang memiliki derajat 360, dan dilengkapi dengan dua gnomon. Gnomon adalah bagian dari alat yang berfungsi untuk mengukur posisi Matahari berdasarkan bayangan yang dihasilkan (Wafa, 2022)

- a. Bidang Dial: Papan ini memiliki skala derajat yang memungkinkan pengguna untuk menentukan sudut dari posisi tertentu ke arah yang diinginkan, seperti arah kiblat atau arah true north. Skala ini membantu dalam mengukur dan menentukan arah dengan akurat.
- b. Gnomon: Sesuai dengan namanya, alat ini dilengkapi dengan dua gnomon yang berfungsi untuk mendapatkan pengukuran yang lebih presisi. Gnomon ini membantu dalam menentukan arah berdasarkan posisi Matahari dengan cara mengamati bayangan yang dihasilkan oleh Matahari pada papan.

2.3 Arduino Mega 2560



Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560

(Sumber: www.arduino.cc)

Arduino Mega 2560 adalah salah satu varian dari papan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Arduino, yang dirancang untuk menyediakan kapasitas pemrograman dan kontrol yang lebih besar dibandingkan dengan papan Arduino lainnya. Arduino Mega 2560 menggunakan mikrokontroler ATmega2560 dan menawarkan lebih banyak pin input/output (I/O) serta memori yang lebih besar, membuatnya ideal untuk proyek-proyek yang memerlukan banyak pin dan kapasitas pemrosesan yang lebih tinggi (Pringsewu et al., 2020).

Fitur utama dari Arduino Mega 2560 meliputi:

- a. Mikrokontroler: Berdasarkan ATmega2560, yang merupakan mikrokontroler 8-bit dengan 256 KB Flash memory, 8 KB SRAM, dan 4 KB EEPROM (datasheet ATmega2560).
- b. Jumlah Pin I/O: Memiliki 54 pin digital input/output, di mana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM (Pulse Width Modulation) untuk kontrol sinyal analog, 16 pin sebagai input analog untuk membaca data dari sensor,

dan 4 pin sebagai UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) untuk komunikasi serial hardware.

- c. Kristal Osilator: Dilengkapi dengan kristal osilator 16 MHz yang menyediakan clock untuk pemrosesan mikrokontroler.
- d. Koneksi dan Antarmuka: Menyediakan koneksi USB untuk komunikasi dengan komputer, jack power untuk memasukkan sumber daya eksternal, header ICSP (In-Circuit Serial Programming) untuk pemrograman langsung mikrokontroler, dan tombol reset untuk mereset papan.

2.4 Modul GPS NEO 6M V2



Gambar 2. 3 Modul GPS NEO 6M V2

(Sumber: tokoteknologi.co.id)

GPS NEO-6M V2 adalah modul penerima sinyal Global Positioning System (GPS) yang dirancang untuk memberikan informasi lokasi dengan akurasi tinggi. Modul ini berbasis pada chip u-blox NEO-6M yang terkenal karena kinerjanya yang baik dalam penerimaan sinyal GPS dan kemudahan integrasi dengan berbagai platform mikrokontroler. Modul ini banyak digunakan dalam proyek-proyek yang memerlukan data posisi global, seperti navigasi, pelacakan, dan aplikasi geografis lainnya (M Zain Al Ishomi et al., 2023).

Fitur Utama GPS NEO-6M V2:

- a. Chip GPS: Menggunakan chip u-blox NEO-6M yang memberikan akurasi tinggi dalam penerimaan sinyal GPS.
- b. Konektivitas Serial: Modul ini berkomunikasi dengan mikrokontroler menggunakan antarmuka UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) yang memungkinkan pertukaran data serial dengan mudah.
- c. Antena GPS: Dilengkapi dengan antena GPS eksternal yang meningkatkan kualitas dan kekuatan sinyal penerimaan.
- d. Kapasitas Penerimaan Sinyal: Mampu menerima sinyal dari lebih dari 20 satelit GPS, memberikan informasi posisi yang lebih akurat dan stabil.
- e. Output Data: Menyediakan data dalam format NMEA (National Marine Electronics Association), yang merupakan format standar untuk pengiriman data GPS, termasuk informasi posisi, kecepatan, dan waktu.

Modul GPS NEO-6M V2 bekerja dengan prinsip dasar sistem GPS, yaitu:

- a. Penerimaan Sinyal Satelit: Modul ini menerima sinyal dari satelit GPS yang mengorbit Bumi. Sinyal ini digunakan untuk menghitung posisi berdasarkan waktu yang diperlukan sinyal untuk mencapai modul.
- b. Pengolahan Data: Chip NEO-6M memproses sinyal yang diterima untuk menghitung koordinat geografis (latitude dan longitude), kecepatan, dan informasi waktu.

- c. Output Data: Informasi posisi dan data lainnya dikirimkan ke mikrokontroler melalui antarmuka UART dalam format NMEA, yang kemudian dapat digunakan untuk berbagai aplikasi.

2.5 LCD Display 16x2 + I2C Modul



Gambar 2. 4 LCD 16x2 + I2C Modul

(Sumber : aksesoriskomputerlampung.com)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai tampilan untuk menampilkan data dalam bentuk karakter, huruf, dan grafik. LCD dilengkapi dengan pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras untuk performa tampilan yang optimal (Samsugi Selamat, et al 2020). LCD terdiri dari beberapa jenis ukuran seperti 16x2, 16x4, 20x4 dan lainnya. LCD menggunakan kristal cair sebagai elemen utamanya dan telah banyak digunakan dalam berbagai bidang. (Effendi et al., 2022).

Fitur Utama LCD 16x2:

- LCD 16x2 memiliki tampilan 2 baris dengan masing-masing 16 karakter.
- Modul I2C memungkinkan komunikasi hanya dengan 2 pin: SDA dan SCL.

- c. Penggunaan I2C sangat menghemat jumlah pin mikrokontroler dibandingkan koneksi paralel.
- d. Alamat I2C default biasanya 0x27 atau 0x3F tergantung modulnya.
- e. Alamat I2C dapat diubah dengan menyolder jumper A0, A1, atau A2 pada modul.
- f. Terdapat potensiometer pada modul I2C untuk mengatur kontras tampilan LCD.
- g. Modul LCD ini kompatibel dengan berbagai library Arduino seperti LiquidCrystal_I2C.
- h. Tegangan operasi umumnya 5V, namun beberapa modul juga bisa berjalan di 3.3V.
- i. LCD ini dapat menampilkan karakter standar ASCII dan juga karakter khusus.
- j. Pengguna dapat membuat hingga 8 karakter kustom sendiri menggunakan kode bitmap.
- k. Modul ini hemat energi dan cocok digunakan dalam proyek berbasis baterai.
- l. Ukuran fisiknya kecil sehingga mudah dipasang di casing atau papan proyek.

Prinsip Kerja LCD 16x2 + I2C Modul:

- a. Komunikasi Serial I2C

Modul I2C mengubah sinyal paralel dari LCD menjadi komunikasi serial dua arah menggunakan protokol I2C (hanya menggunakan dua pin: SDA & SCL).

b. Pengiriman Data & Instruksi

Mikrokontroler mengirim instruksi (command) dan data karakter melalui jalur I2C ke LCD melalui IC ekspander (biasanya PCF8574).

c. Pengendalian Karakter & Baris

Data dikirim ke register internal LCD, yang menampilkan karakter ASCII sesuai alamat posisi baris dan kolom.

d. Sinkronisasi melalui Clock (SCL)

Jalur SCL digunakan sebagai sinyal clock untuk sinkronisasi transmisi data antar perangkat.

e. Penyetelan Kontras dan Latar Belakang

Modul I2C juga mengatur level kontras melalui potensiometer dan kontrol lampu latar (backlight) LCD.

f. Refresh Otomatis

LCD secara otomatis menyegarkan tampilan karakter saat ada data baru tanpa perlu dikontrol ulang oleh pengguna..

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat perancangan alat ini di laboratorium Teknik elektro universitas Muhammadiyah makassar. Adapun tempat penelitian ini pertama di Jl. Pendidikan III Kompleks UNM, kedua Universitas Muhammadiyah Makassar. Perancangan dan penelitian ini dijadwalkan akan berlangsung pada tanggal 7 Agustus- 25 Agustus 2025 yang mencakup studi literatur, desain sistem, perancangan hardware dan software, pengujian Alat, dan penulisan laporan.

3.2 Alat dan bahan

Penelitian ini menggunakan berbagai komponen untuk membuat alat sistem otomatis penentuan arah kiblat yang presisi. Berikut adalah daftar alat dan bahan yang digunakan:

Tabel 3. 1 Daftar Alat

Alat	Jumlah
Laptop	1
Kabel USB	1
Obeng	1
Solder	1
Tang Potong	1

Tabel 3. 2 Daftar Bahan

Alat	Jumlah
Arduino Mega	1
Modul GPS Neo 6M V2	1
LCD 16x2 + I2C	1
Papan Istiwa'aini	1
Lem	Secukupnya
Akrilik	Secukupnya
Triplek	Secukupnya
Kabel Jumper	Secukupnya
Timah Solder	Secukupnya

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan alat penentu arah kiblat ini adalah metode eksperimental. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak hingga tahap pengujian dan evaluasi kinerja alat. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini, dilakukan pemilihan dan perakitan komponen-komponen perangkat keras yang akan digunakan. Komponen yang digunakan terdiri dari Arduino Mega, modul GPS Neo 6M V2), LCD

16x2. Setiap komponen dirangkai dan dihubungkan dengan sesuai pada Arduino Mega, yang berfungsi sebagai pengendali utama.

2. Tahap Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dikembangkan dalam penelitian ini berfungsi untuk mengolah data GPS,. Pemrograman dilakukan menggunakan bahasa pemrograman C++ yang di-compile pada Arduino IDE.

3. Tahap Pengujian Alat

Setelah tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak selesai, alat diuji untuk memastikan fungsinya berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan beberapa skenario sebagai berikut:

- a. Pengujian Akurasi Arah Kiblat: Alat diuji dengan menggunakan beberapa titik koordinat lokasi yang berbeda untuk memastikan akurasi dalam menunjukkan arah kiblat.
- b. Pengujian Tampilan dan Interaksi: LCD 16X2 diuji untuk memastikan bahwa informasi yang ditampilkan sesuai dengan perhitungan dan bahwa seluruh sistem berfungsi dengan baik.

3.4 Metode Pengumpulan data

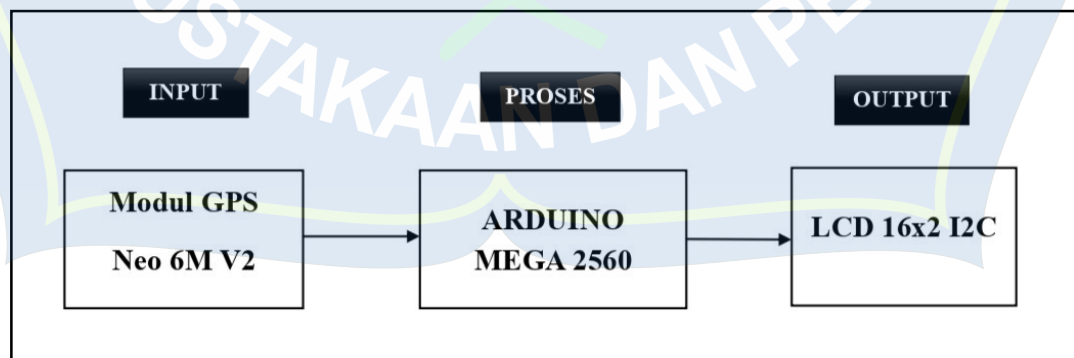
Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengukuran langsung, uji coba lapangan, observasi, dokumentasi, serta studi literatur. Pengukuran langsung dilakukan untuk memperoleh data teknis dari alat penentu arah kiblat, seperti koordinat lokasi pengguna menggunakan modul GPS Neo 6M V2. Data yang dihasilkan

kemudian dibandingkan dengan hasil dari alat penentu kiblat seperti website <https://ilmufalak.unismuh.ac.id>.

Selain itu, uji coba lapangan dilakukan di berbagai lokasi dengan karakteristik geografis yang berbeda. Uji coba ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan alat dalam menghitung arah kiblat di berbagai tempat. Hasil uji coba meliputi pengukuran koordinat GPS dan perhitungan azimuth

Observasi juga dilakukan secara langsung selama proses pengujian, di mana peneliti mencatat respon alat terhadap kondisi lapangan, kejelasan tampilan di LCD 16X2, serta kestabilan sistem dalam menerima dan mengolah data GPS. Dokumentasi berupa foto dan video digunakan untuk merekam hasil uji coba serta memudahkan evaluasi kinerja sistem. Selain itu, studi literatur dilakukan dengan mengkaji sumber-sumber seperti jurnal, buku, dan artikel terkait topik perhitungan arah kiblat, GPS, serta prinsip kerja komponen sistem. Studi ini memberikan landasan teori yang mendukung pengembangan alat dan algoritma perhitungan kiblat dalam penelitian ini.

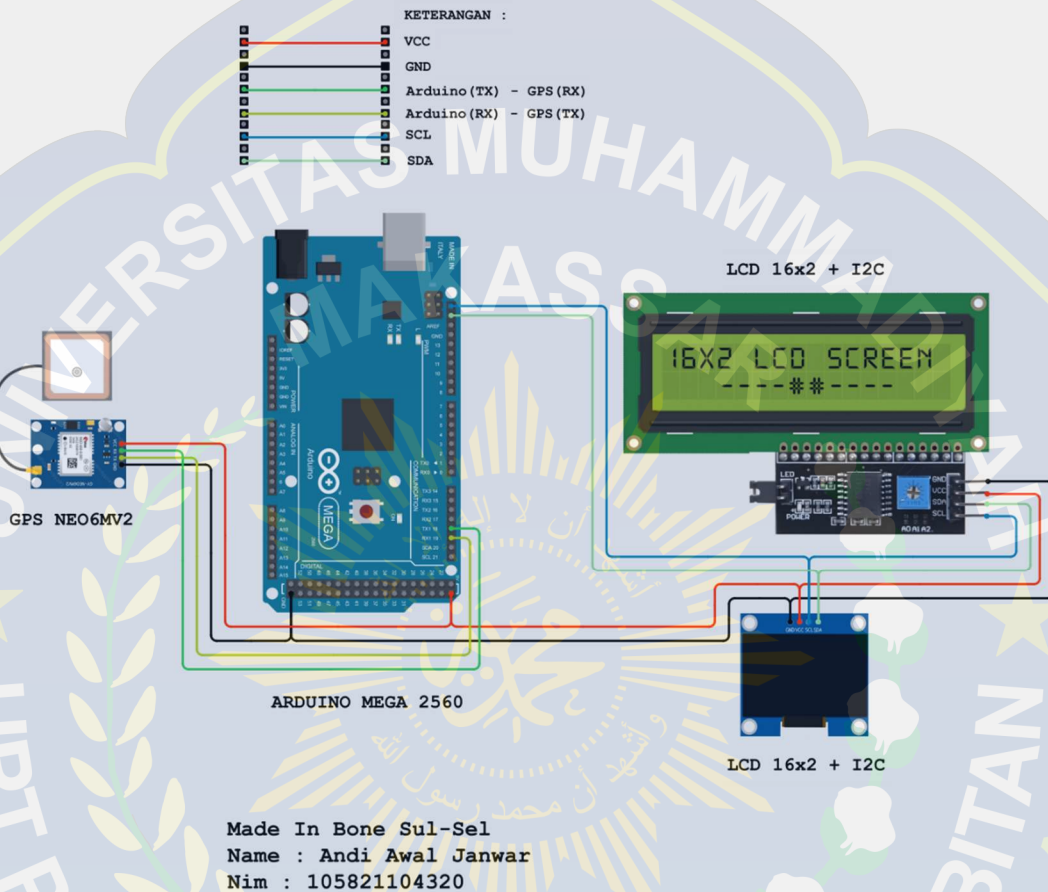
3.5 Blok Diagram



Gambar 3. 1 Blok diagram Sistem Otomatis Penentuan Arah Kiblat

(Sumber : Peneliti)

Wiring Diagram ELPCB_Qiblat_Tracker



Gambar 3. 2 Wiring Diagram

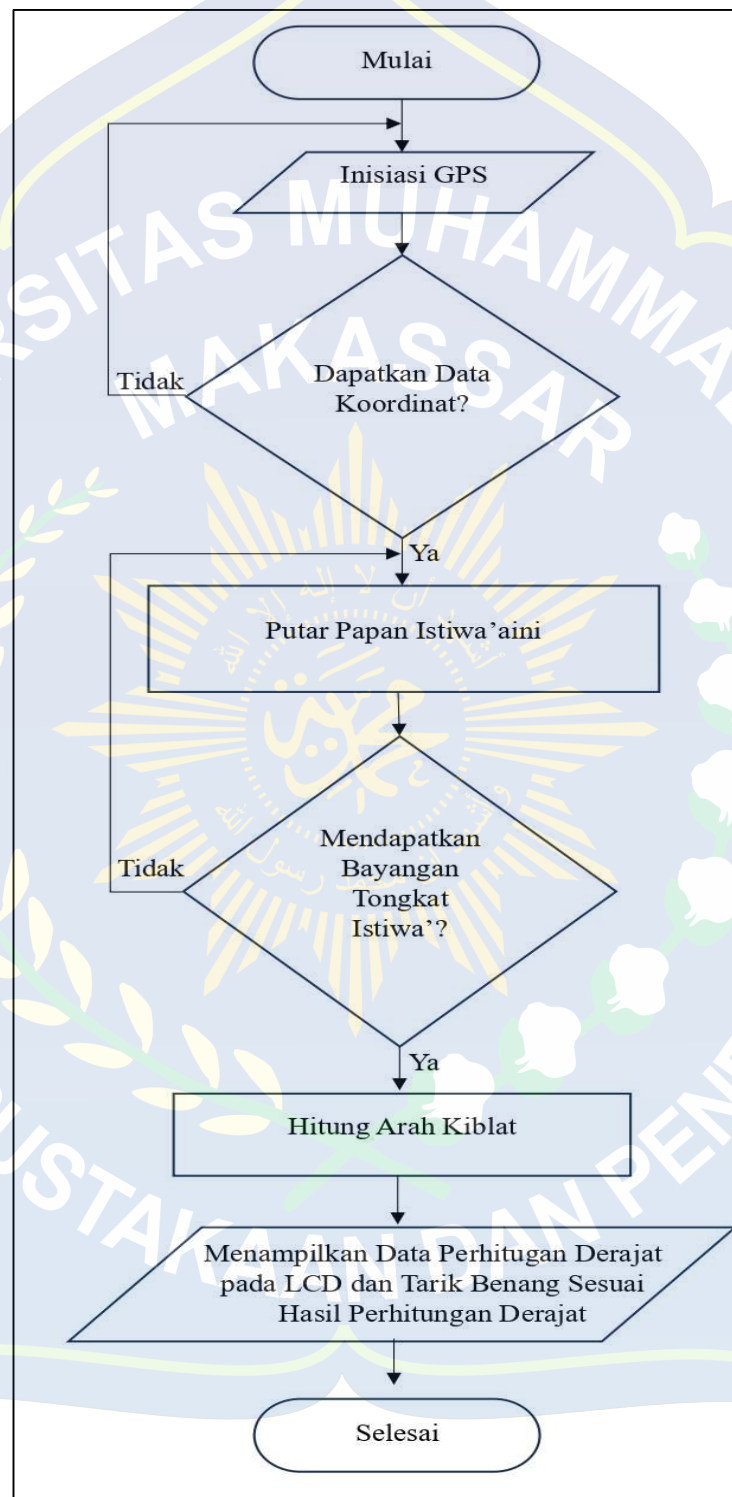
(Sumber : Peneliti)

Keterangan:

1. Power Supply: Berfungsi sebagai sumber tegangan.
2. Modul GPS Neo 6M V2: Berfungsi untuk mendapatkan koordinat geografis (lintang dan bujur) lokasi pengguna.

3. Arduino Mega: Berperan sebagai pusat pengendali seluruh system, menerima data koordinat dari Modul GPS, menghitung arah kiblat berdasarkan koordinat lokasi dan posisi Ka'bah.
4. LCD 16x2 + I2C Module: Menampilkan informasi yang relevan seperti koordinat lokasi, derajat arah kiblat, dan status sistem. Dikendalikan oleh Arduino Mega untuk memperlihatkan data kepada pengguna.

3.6 Mekanisme Kerja Alat



Gambar 3. 3 Flowchart Mekanisme Kerja Alat

(Sumber: Peneliti)

Sistem dimulai dengan proses inisialisasi, di mana semua komponen alat diaktifkan, termasuk modul GPS, LCD 16x2 + I2C modul, dan sensor lainnya. Setelah inisialisasi selesai, Arduino Mega menghubungkan modul GPS untuk mulai mengambil data koordinat lokasi dan waktu pengguna.

Sistem kemudian memeriksa apakah koordinat dan waktu yang diterima dari GPS sudah valid. Jika data GPS belum diperoleh atau belum valid, sistem kembali ke proses inisialisasi GPS hingga data lokasi dan waktu yang akurat berhasil diterima. Setelah mendapatkan koordinat dan waktu yang valid, Setelah papan berputar, sistem mendeteksi apakah bayangan dari tongkat istiwa (gnomon) telah dihasilkan, yang digunakan untuk menentukan posisi matahari relatif terhadap titik utara. Jika bayangan belum terbentuk atau tidak dapat dideteksi, Arduino akan terus memutar papan untuk mencari posisi yang tepat. Proses ini berulang sampai bayangan tongkat berhasil didapatkan.

Setelah berhasil mendeteksi bayangan, sistem melanjutkan dengan menghitung arah kiblat berdasarkan koordinat yang diperoleh dan posisi Ka'bah di Mekkah, kemudian memasukkan data koordinat tersebut pada rumus isti'wa. Hasil perhitungan arah kiblat kemudian ditampilkan dalam bentuk derajat di LCD 16x2 + I2C Modul agar pengguna dapat melihat sudut kiblat dari lokasi mereka.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4. 1. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras (hardware) merupakan langkah awal dalam mengevaluasi keefektifan atau keberhasilan sistem otomatis penentuan arah kiblat menggunakan integrasi papan istiswa'aini, teknologi Arduino. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen yang digunakan dapat beroperasi sesuai dengan mekanisme yang telah dirancang.



Gambar 4. 1 Perancangan Perangkat Keras

4.1.1 Pengujian Modul GPS NEO 6M-V2

Pengujian modul GPS NEO 6M V2 bertujuan untuk mengetahui akurasi penerimaan koordinat lintang dan bujur. Proses inisialisasi dilakukan untuk menunggu modul terkoneksi dengan satelit dan menampilkan data koordinat stabil.

Pengujian dilakukan di tiga lokasi berbeda, yaitu Lapangan Merdeka Bone, Masjid Recca, dan Perkuburan Islam Kabupaten Bone. Pada setiap lokasi, alat dibiarkan

aktif selama beberapa menit untuk memperoleh data koordinat, kemudian hasilnya dibandingkan dengan data referensi dari <https://ilmufalak.unismuh.ac.id>.



Gambar 4. 2 Modul GPS NEO-6M V2

Berdasarkan hasil uji coba pada Gambar 4.2, dapat dilihat pada LCD bahwa modul GPS NEO-6M V2 berhasil membaca koordinat lokasi dengan baik. Pada LCD ditampilkan informasi lintang dan bujur secara real-time.

4.2 Hasil Pengujian ELPCB Kiblat Tracker

Pengujian alat ELPCB Kiblat Tracker sebagai penentu arah kiblat otomatis dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu menentukan arah kiblat secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi. Tujuan utama dari pengujian ini adalah memastikan seluruh komponen, mulai dari modul GPS NEO 6M V2 sebagai penerima koordinat geografis, Arduino Mega sebagai pusat pengendali, dapat berfungsi sesuai dengan mekanisme yang telah dirancang. Pengujian ini dilaksanakan di dua lokasi berbeda, yaitu Universitas Muhammadiyah Makassar yang merupakan area terbuka, serta depan masjid Nurul Ikhlas jalan pendidikan 3 makassar.

4.2.1 Pengujian Modul GPS NEO 6M-V2

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Modul GPS NEO 6M-V2

Koordinat Lokasi	Waktu Inisiasi GPS	Jumlah Satelit	Tanggal & Waktu
lat: -5.148105, lon: 119.395080	1 Detik	4	25-06-2025 17:44:00

Berdasarkan hasil pengujian di tiga lokasi, modul GPS NEO-6M V2 membutuhkan waktu inisialisasi sekitar 75 detik sebelum dapat terkoneksi stabil dengan satelit. Waktu inisialisasi ini relatif normal, karena modul GPS pada kondisi lapangan terbuka umumnya memerlukan waktu antara 30–90 detik untuk memperoleh sinyal yang kuat (time to first fix).

Jumlah satelit yang terbaca pada ketiga lokasi adalah 8 satelit, yang menunjukkan kualitas sinyal cukup baik untuk menghasilkan data koordinat yang akurat. Semakin banyak satelit yang terbaca, maka tingkat presisi koordinat yang diperoleh akan semakin tinggi. Dengan 8 satelit, akurasi modul diperkirakan berada pada kisaran 2–3 meter, yang sudah memenuhi standar kebutuhan penentuan arah kiblat.

Dari sisi tanggal dan waktu, modul berhasil memberikan informasi waktu yang sesuai, yaitu 21-08-2025, yang sangat penting karena perhitungan azimuth matahari maupun azimuth kiblat membutuhkan data waktu yang akurat. Hal ini menunjukkan bahwa modul GPS tidak hanya berfungsi untuk memberikan data lokasi, tetapi juga sebagai sumber waktu yang valid.

4.2.3 Data hasil Pengujian

4.2.3.1 Universitas Muhammadiyah Makassar (Depan Balai Sidang)

Tabel 4. 2 Hasil Data ELPCB_Qiblat_Tracker di Universitas Muhammadiyah Makassar

Nama Lokasi	Waktu	Titik Koordinat	Azimut Kiblat	Azimut Matahari	Beda Azimut
Universitas Muhammadiyah Makassar	15:31:24	lat: -5.182399, lon: 119.442329	292.48°	285.43°	7.05°

Tabel 4. 3 Hasil Data Website <https://ilmufalak.unismuh.ac.id> di Universitas Muhammadiyah Makassar

Nama Lokasi	Waktu	Titik Koordinat	Azimut Kiblat	Azimut Matahari	Beda Azimut
Universitas Muhammadiyah Makassar	15:31:00	lat: -5.182399, lon: 119.442329	292.48°	285.43°	7.05°





Gambar 4. 3 Hasil Data Penelitian Universitas Muhammadiyah Makassar
ELPCB_Qiblat_Tracker & Website <https://ilmufalak.unismuh.ac.id>

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3, dapat diketahui bahwa sistem penentu arah kiblat yang dikembangkan telah menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik. Hal ini ditunjukkan dengan perbandingan antara hasil pengukuran azimuth kiblat dan azimuth matahari yang diperoleh melalui alat ELPCB_Qiblat_Tracker dengan data referensi dari website Ilmu Falak Unismuh. Pada lokasi pengujian di Patung Kuda Center Point of Indonesia, hasil pengukuran melalui alat menunjukkan beda azimuth sebesar $7,05^\circ$, sementara data referensi juga

menunjukkan nilai yang sama, yaitu $7,05^\circ$. Dengan demikian, tidak terdapat selisih perbedaan antara hasil pengukuran alat dan data referensi. Selain itu, nilai azimuth kiblat ($292,48^\circ$) yang diperoleh dari alat sama persis dengan nilai pada data referensi ($292,48^\circ$), begitu pula pada azimuth matahari ($285,43^\circ$) yang identik pada kedua sumber data. Hasil ini membuktikan bahwa alat yang dirancang mampu memberikan pengukuran arah kiblat dengan akurasi yang sangat tinggi. Dengan kesesuaian data 100% antara hasil pengukuran lapangan dan data referensi, sistem *ELPCB_Qiblat_Tracker* dapat diandalkan sebagai instrumen yang valid dan akurat dalam penentuan arah kiblat.

4.2.3.2 Mesjid Nurul Ikhlas Jl. Pendidikan 3 Makassar

Tabel 4. 4 Hasil Data *ELPCB_Qiblat_Tracker* di Mesjid Nurul Ikhlas

Nama Lokasi	Waktu	Titik Koordinat	Azimut Kiblat	Azimut Matahari	Beda Azimut
Mesjid Nurul Ikhlas	17:12:29	lat: -5.170157, lon: 119.441108	292.48°	281.21°	11.27°

Tabel 4. 5 Hasil Data Website <https://ilmufalak.unismuh.ac.id> di Mesjid Nurul Ikhlas

Nama Lokasi	Waktu	Titik Koordinat	Azimut Kiblat	Azimut Matahari	Beda Azimut
Mesjid Nurul Ikhlas	17:15:00	lat: -5.170157, lon: 119.441108	292.48°	281.17°	11.31°



Gambar 4. 4 Hasil Data Penelitian Mesjid Nurul Ikhlas
ELPCB_Qiblat_Tracker & Website <https://ilmufalak.unismuh.ac.id>

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3, dapat diketahui bahwa sistem penentu arah kiblat yang dikembangkan telah menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik. Hal ini ditunjukkan dengan perbandingan antara

hasil pengukuran azimuth kiblat dan azimuth matahari yang diperoleh melalui alat ELPCB_Qiblat_Tracker dengan data referensi dari website Ilmu Falak Unismuh. Pada lokasi pengujian di Mesjid Nurul Ikhlas dengan koordinat -5.170157, 119.441108, hasil pengukuran melalui alat menunjukkan beda azimuth sebesar $11,27^\circ$, sementara data referensi menunjukkan nilai $11,31^\circ$. Perbedaan yang terjadi hanya sebesar $0,04^\circ$, sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja sistem hampir identik dengan data referensi. Selain itu, nilai azimuth kiblat ($292,48^\circ$) yang diperoleh dari alat sama persis dengan nilai yang ditampilkan oleh data referensi ($292,48^\circ$), sedangkan perbedaan kecil hanya terlihat pada azimuth matahari, yaitu sebesar $0,04^\circ$.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Keberhasilan Pengujian

Pengujian sistem otomatis penentuan arah kiblat yang memanfaatkan integrasi papan Istiwa'aini dan teknologi Arduino menunjukkan tingkat keberhasilan yang memuaskan. Sistem ini mampu mengolah data koordinat lokasi secara tepat melalui perhitungan azimuth sehingga menghasilkan penentuan arah kiblat yang akurat.

1. Keberhasilan pengujian modul GPS

Modul GPS yang digunakan pada sistem menunjukkan kinerja yang baik dalam menentukan posisi koordinat lokasi pengujian. Hal ini terlihat dari hasil pembacaan latitude dan longitude yang ditampilkan dengan akurat serta stabil disetiap titik uji. Data koordinat yang dihasilkan oleh modul GPS dapat langsung digunakan dalam perhitungan azimuth kiblat, sehingga meminimalisasi kesalahan input manual. Keberhasilan modul GPS ini membuktikan bahwa

sistem mampu mendeteksi posisi geografis secara otomatis dan real-time, yang merupakan komponen penting dalam penentuan arah kiblat berbasis teknologi.

2. Keberhasilan pengambilan data

Proses pengambilan data berjalan dengan baik dan konsisten di setiap lokasi pengujian. Hasil data yang diperoleh, baik azimuth kiblat maupun azimuth matahari, sesuai dengan data referensi yang dijadikan acuan. Proses pencatatan data juga berlangsung lancar tanpa adanya gangguan berarti dari sisi perangkat maupun sensor yang digunakan. Konsistensi data dari beberapa titik koordinat membuktikan bahwa metode pengambilan data yang diterapkan sudah tepat dan dapat diandalkan. Dengan demikian, keberhasilan pengambilan data ini memperkuat validitas hasil pengujian dan memastikan bahwa alat mampu digunakan secara praktis di lapangan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pengujian dilakukan pada dua lokasi, yaitu Universitas Muhammadiyah Makassar (depan balai siding) dan Mesjid Nurul Ikhlas. Pada Universitas Muhammadiyah Makassar, hasil pengukuran melalui ELPCB_Qiblat_Tracker menunjukkan beda azimuth sebesar $7,05^\circ$, sama persis dengan data referensi dari website Ilmu Falak Unismuh yang juga bernilai $7,05^\circ$, tanpa ada perbedaan. Nilai azimuth kiblat ($292,48^\circ$) dan azimuth matahari ($285,43^\circ$). Pada Mesjid Nurul Ikhlas, hasil pengukuran alat menunjukkan beda azimuth sebesar $11,27^\circ$, sementara data referensi menunjukkan $11,31^\circ$, dengan selisih $0,04^\circ$. Nilai azimuth kiblat yang diperoleh dari alat ($292,48^\circ$) juga sama persis dengan data referensi pada website ilmu falak unismuh ($292,48^\circ$).

5.2 Saran

Sebagai pengembangan lebih lanjut, sistem penentu arah kiblat ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan driver motor dan enkoder yang difungsikan untuk mengatur sudut papan Istiwa'aini secara otomatis. Driver motor akan membantu mengendalikan pergerakan papan dengan stabil, sehingga sudut derajat dapat ditentukan lebih presisi tanpa membebani kinerja mikrokontroler Arduino. Sementara itu, penambahan enkoder memungkinkan sistem membaca secara langsung posisi sudut papan yang sebenarnya, sehingga proses pengukuran derajat dapat dilakukan dengan lebih akurat. Dengan adanya umpan balik dari enkoder, sistem dapat bekerja dalam mode pengendalian tertutup

(closed-loop), yang mampu mengoreksi apabila terdapat deviasi antara sudut yang diperintahkan dengan posisi aktual papan.



DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, N., Rahmani, H. F., & Yeni. (2022). Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno dengan Alat Sensor LDR. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 1(5), 703–712. <https://doi.org/10.55927/fjas.v1i5.1444>
- Hidayat, A., & Fikri, M. (2021). Teknologi Laser dan Kompas dalam Penentuan Arah Kiblat. *Jurnal Teknologi Islam Modern*, 5(2), 45–53.
- Kusuma, I. W. A. W., & Santoso, S. (2023). Analisa Performa Motor Hy-2750b, Motor Mg995, Motor Ds3225mg, dan Motor 24h2a4428 sebagai Penggerak Portable Continuous Passive Motion (CPM). *Elektrika*, 15(1), 49. <https://doi.org/10.26623/elektrika.v15i1.6362>
- Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing. *Journal CERITA*, 5(2), 120–134. <https://doi.org/10.33050/cerita.v5i2.237>
- Lubis, Z. (2022). Rancang Bangun Penentu Arah Kiblat untuk Tunanetra Berbasis Arduino dan GY-273. Seminar Nasional Teknologi Terapan.
- M Zain Al Ishomi, Ahwan Ahmadi, & M. Nuzuluddin. (2023). Rancang Bangun GPS Tracker pada Perahu Nelayan Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Pengembangan Rekayasa Informatika Dan Komputer*, 1(1), 11–20.
- Mustaqim, R. A. (2021). Penggunaan Google Earth Sebagai Calibrator Arah Kiblat. *Jurnal Justisia : Jurnal Ilmu Hukum, Perundang-Undangan Dan Pranata Sosial*, 6(2), 194. <https://doi.org/10.22373/justisia.v6i2.11537>
- Pringsewu, U. A., Prasetyo, D. B., & Kiswantono, A. (2020). Sinkronisasi dan Monitoring Generator Dengan Pengendali Berbasis Arduino Mega 2560. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 3(2), 163–170. <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- Rahma Amir, M. T. A. (2020). Kalibrasi Arah Kiblat Masjid Di Kecamatan Makassar Kota Makassar. *Elfalaky*, 4(2), 233.
- Rani, T. (2019). Implementasi Sensor HMC 5883L untuk Penentuan Arah Kiblat. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 3(1), 60–67
- Rohman, I., Aziz, N., & Putri, R. (2023). Pengembangan Alat Penentu Kiblat Berbasis Arduino dengan Visualisasi Laser. *Jurnal Riset Elektronika dan Otomasi*, 4(1), 21–29.

Safitri, M. (2022). Perbandingan Metode Istiwa Aini dengan Aplikasi Kompas Android dalam Penentuan Arah Kiblat. *Jurnal Arah Kiblat dan Astronomi Islam*, 2(1), 15–22.

Wafa, H. M. F. H. (2022). Keakurasian Arah Kiblat Masjid Di Rest Area Tol Pekalongan-Semarang. *Journal Of Economic Perspectives*, 2(1), 1–4.





LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program Arduino Mega

```
#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define DEG_TO_RAD (M_PI/180.0)
#define RAD_TO_DEG (180.0/M_PI)

// Hardware pins
const int SERVO_PIN = 9;
const int LASER_0 = 6; // laser pada ujung rod (0..180)
const int LASER_180 = 7; // laser pada ujung rod (180..360)
const int BUTTON_PIN = 4; // tombol ke GND

// Servo range
const int SERVO_MIN_US = 544;
const int SERVO_MAX_US = 2400;

// EEPROM addresses
const int EEPROM_ADDR_OFFSET = 0; // offset kalibrasi
const int EEPROM_ADDR_LASTPOS = 10; // posisi servo terakhir
```

```
// Zona waktu (WIB=7, WITA=8, WIT=9)
```

```
double TIMEZONE_OFFSET = 8.0;
```

```
Servo servoMotor;
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

```
double servoOffsetDeg = 0.0;
```

```
int lastServoDeg = 0;    // posisi terakhir servo
```

```
bool buttonPressed = false;
```

```
bool doneMeasurement = false;
```

```
// ----- Deklarasi fungsi -----
```

```
void smoothMoveServo(double targetDeg, int stepDelay = 15);
```

```
void loadLastServoPos();
```

```
void saveLastServoPos();
```

```
void setup() {
```

```
    Serial.begin(115200);
```

```
    lcd.init();
```

```
    lcd.backlight();
```

```

pinMode(LASER_0, OUTPUT);

pinMode(LASER_180, OUTPUT);

digitalWrite(LASER_0, LOW);

digitalWrite(LASER_180, LOW);

pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);

servoMotor.attach(SERVO_PIN);

loadOffsetFromEEPROM();

loadLastServoPos(); // ambil posisi terakhir servo dari EEPROM

smoothMoveServo(90, 15); // halus ke posisi tengah (90°)

Serial.println(F("Istiwa'aini Qibla System - Ready"));

Serial.println(F("Perintah serial: 'c'=kalibrasi, 'h'=help"));

Serial.println(F("DEBUG: NMEA dari GPS akan muncul di Serial Monitor"));

lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Istiwa'aini Qibla");

lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Init System...");

delay(2000);

lcd.clear();

}

```

```

void loop() {

    // Baca GPS + debug raw NMEA

    while (Serial1.available() > 0) {

        char c = Serial1.read();

        Serial.write(c);    // tampilkan data mentah NMEA di Serial Monitor
        gps.encode(c);

    }

    // Perintah kalibrasi via Serial
    handleSerialInput();

    // Cek tombol
    if (!buttonPressed && digitalRead(BUTTON_PIN) == LOW) {
        buttonPressed = true;
    }

    // Jika tombol ditekan & GPS valid → lakukan sekali
    if (gps.location.isValid() && gps.date.isValid() && gps.time.isValid() &&

```

```

double azKiblat = hitungAzimuthKiblat(lat, lon);

```

```
double azMatahari = hitungAzimuthMatahari(lat, lon, tahun, bulan, hari,  
jamUTC, menitUTC, detikUTC);
```

```
double Ba = azKiblat - azMatahari;
```

```
if (Ba < 0) Ba += 360.0;
```

```
if (Ba >= 360.0) Ba -= 360.0;
```

```
bool useLaser0;
```

```
double targetServoDeg;
```

```
if (Ba <= 180.0) {
```

```
    useLaser0 = true;
```

```
    targetServoDeg = Ba;
```

```
} else {
```

```
    useLaser0 = false;
```

```
    targetServoDeg = Ba - 180.0;
```

```
}
```

```
targetServoDeg += servoOffsetDeg;
```

```
while (targetServoDeg < 0) targetServoDeg += 180.0;
```

```
if (targetServoDeg > 180.0) targetServoDeg = fmod(targetServoDeg, 180.0);
```

```
smoothMoveServo(targetServoDeg, 10); // gerakan halus
```

```

digitalWrite(LASER_0, useLaser0 ? HIGH : LOW);

digitalWrite(LASER_180, useLaser0 ? LOW : HIGH);

// Tampilkan hasil (loop berulang sampai reset)
while (true) {
    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);

    lcd.print("Ak:"); lcd.print(azKiblat,2); lcd.print((char)223);

    lcd.setCursor(0,1);

    lcd.print("Am:"); lcd.print(azMatahari,2);

    delay(2500);

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);

    lcd.print("Ba:"); lcd.print(Ba,2); lcd.print((char)223);

    lcd.setCursor(0,1);

    lcd.print(useLaser0 ? "Laser: L0" : "Laser: L1");

    delay(2500);
}

```

```

} else if (!buttonPressed && !doneMeasurement) {

```

```

// Belum ditekan tombol → tampilkan status GPS

if (gps.location.isUpdated()) {

    lcd.setCursor(0,0); lcd.print("GPS Siap    ");

    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Silakan Tekan ");

} else {

    lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Mencari GPS... ");

    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Sat:"); lcd.print(gps.satellites.value());

}

delay(500);

}

}

// ----- SERVO -----

void smoothMoveServo(double targetDeg, int stepDelay) {

    if (targetDeg > 180) targetDeg = 180;

    if (targetDeg < 0) targetDeg = 0;

    int target = (int)targetDeg;

    if (lastServoDeg < target) {

        for (int pos = lastServoDeg; pos <= target; pos++) {

            servoMotor.writeMicroseconds(angleToMicroseconds(pos));

```

```

    delay(stepDelay);

}

} else {

    for (int pos = lastServoDeg; pos >= target; pos--) {
        servoMotor.writeMicroseconds(angleToMicroseconds(pos));
        delay(stepDelay);
    }

}

lastServoDeg = target;
saveLastServoPos(); // simpan ke EEPROM
}

int angleToMicroseconds(double ang) {
    if (ang < 0) ang = 0;
    if (ang > 180) ang = 180;

    double us = SERVO_MIN_US + (ang / 180.0) * (SERVO_MAX_US -
SERVO_MIN_US);

    return (int)us;
}

```

```

void loadLastServoPos() {

```

```
int pos;
```

```
EEPROM.get(EEPROM_ADDR_LASTPOS, pos);
```

```
if (pos < 0 || pos > 180) pos = 0;
```

```
lastServoDeg = pos;
```

```
Serial.print("Loaded last servo pos: ");
```

```
Serial.println(lastServoDeg);
```

```
}
```

```
void saveLastServoPos() {
```

```
EEPROM.put(EEPROM_ADDR_LASTPOS, lastServoDeg);
```

```
Serial.print("Saved last servo pos: ");
```

```
Serial.println(lastServoDeg);
```

```
}
```

```
void loadOffsetFromEEPROM() {
```

```
float f;
```

```
EEPROM.get(EEPROM_ADDR_OFFSET, f);
```

```
if (isnan(f) || f > 360 || f < -360) {
```

```
servoOffsetDeg = 0.0;
```

```
} else servoOffsetDeg = (double)f;
```

```
Serial.print("Loaded offset (deg): ");
```

```
Serial.println(servoOffsetDeg,3);
```

```
}
```

```
void saveOffsetToEEPROM() {
```

```
    float f = (float)servoOffsetDeg;
```

```
    EEPROM.put(EEPROM_ADDR_OFFSET, f);
```

```
    Serial.print("Saved offset: ");
```

```
    Serial.println(servoOffsetDeg,3);
```

```
}
```

```
void handleSerialInput() {
```

```
    if (!Serial.available()) return;
```

```
    char c = Serial.read();
```

```
    switch (c) {
```

```
        case 'h': case 'H':
```

```
            Serial.println("Commands: c=calib, +=inc0.5, -=dec0.5, s=save, r=reset");
```

```
            break;
```

```
        case '+': servoOffsetDeg += 0.5; Serial.print("Offset -> ");
```

```
Serial.println(servoOffsetDeg,3); break;
```

```
        case '-': servoOffsetDeg -= 0.5; Serial.print("Offset -> ");
```

```
Serial.println(servoOffsetDeg,3); break;
```

```
case 's': case 'S': saveOffsetToEEPROM(); break;

case 'r': case 'R': servoOffsetDeg=0; saveOffsetToEEPROM();

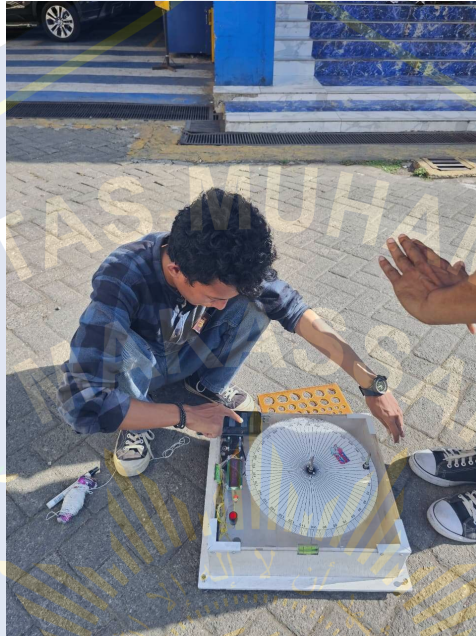
Serial.println("Offset reset"); break;

}

}
```



Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian Alat



Keterangan 1 Proses Memulai Alat ELPCB
Qiblat Tracker



Keterangan 2 Proses Pembentangan
Benang dan Membuat garis



Keterangan 3 Pembentangan Benang Sesuai Hasil Dearajat Pada Alat



Keterangan 4 Memberi Tulisan Pada Garis Yang Telah Di Buat



Keterangan 5 Penarikan Benang Sesuai Hasil Perhitungan Derajat



Keterangan 6 Mencatat Waktu Pada Saat Melakukan Penentuan Arah Kiblat



L

A

M

P

I

R

A

N

III

Lampiran 3. Data Sheet Komponen



Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V

8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash

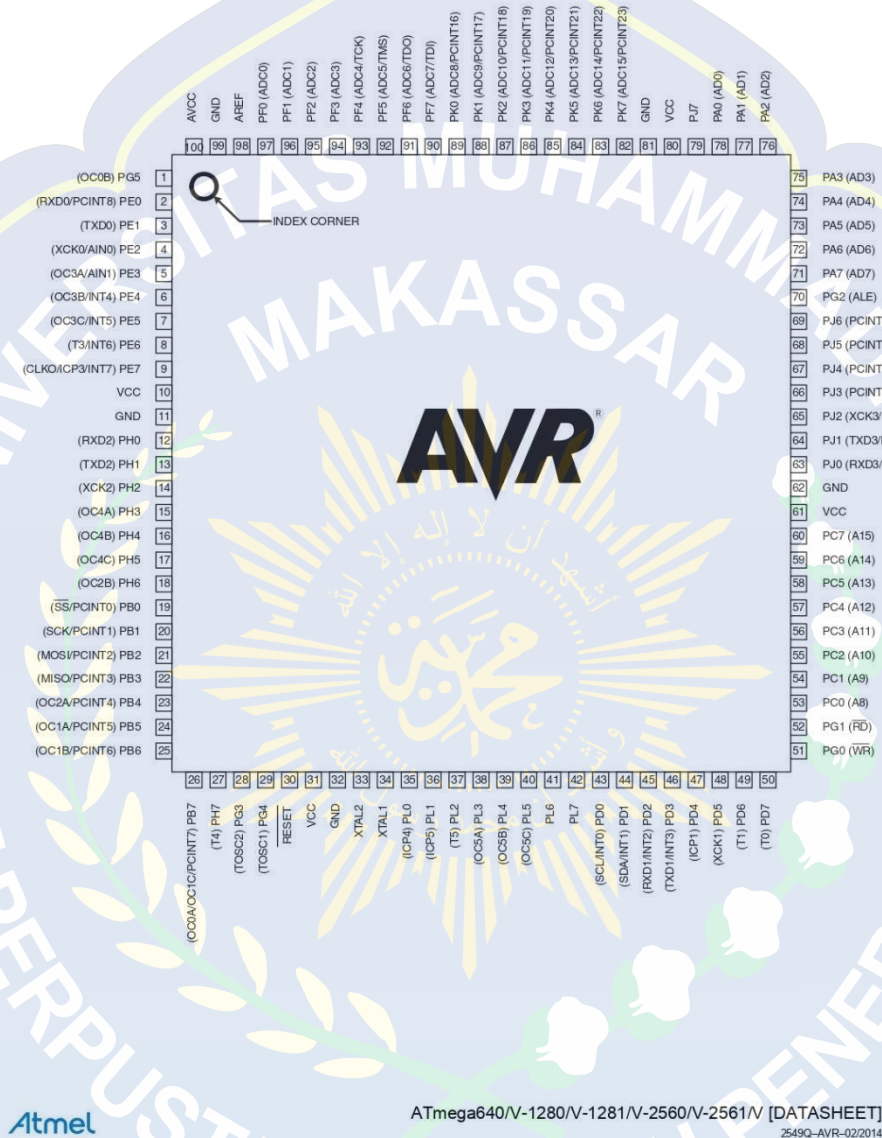
DATASHEET

Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
 - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 64K/128K/256KBytes of In-System Self-Programmable Flash
 - 4Kbytes EEPROM
 - 8Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
 - Endurance: Up to 64Kbytes Optional External Memory Space
- Atmel® QTouch® library support
 - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - QTouch and QMatrix acquisition
 - Up to 64 sense channels
- JTAG (IEEE® std. 1149.1 compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four 8-bit PWM Channels
 - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Output Compare Modulator
 - 8/16-channel, 10-bit ADC (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 54/86 Programmable I/O Lines (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - 64-pad QFN/MLF, 64-lead TQFP (ATmega1281/2561)
 - 100-lead TQFP, 100-ball CBGA (ATmega640/1280/2560)
 - RoHS/Full Green
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C Industrial
- Ultra-Low Power Consumption
 - Active Mode: 1MHz, 1.8V; 500µA
 - Power-down Mode: 0.1µA at 1.8V
- Speed Grade:
 - ATmega640V/ATmega1280V/ATmega1281V:
 - 0 - 4MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
 - ATmega2560V/ATmega2561V:
 - 0 - 2MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
 - ATmega640/ATmega1280/ATmega1281:
 - 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V, 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V
 - ATmega2560/ATmega2561:
 - 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V

1. Pin Configurations

Figure 1-1. TQFP-pinout ATmega640/1280/2560



Atmel

ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V [DATASHEET]
2549Q-AVR-02/2014

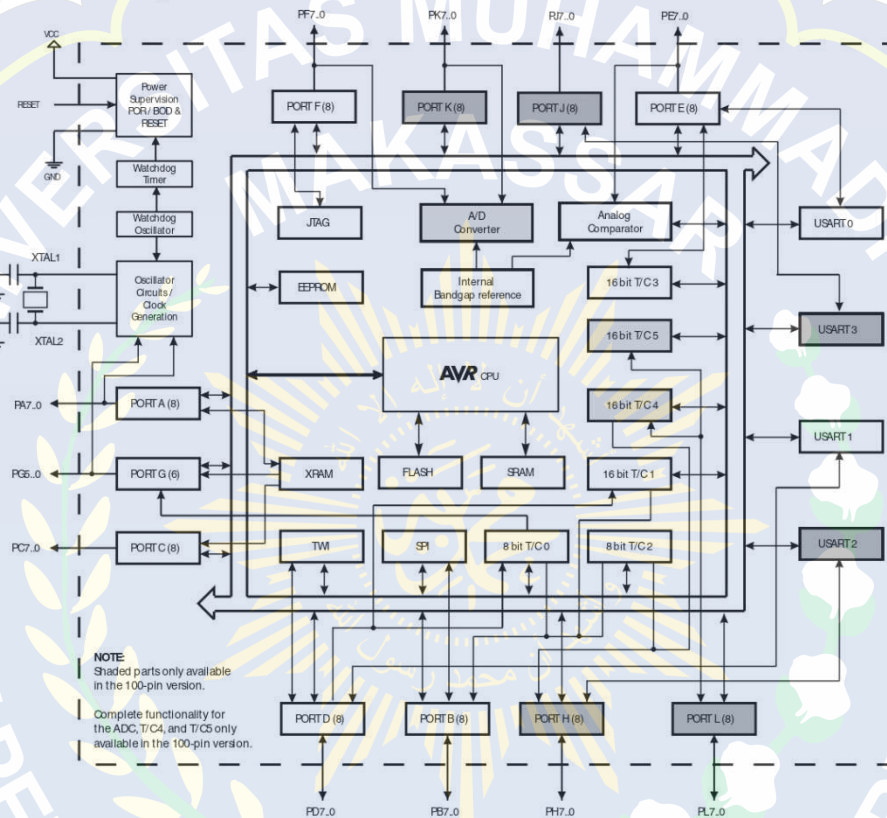
2

2. Overview

The ATmega640/1280/1281/2560/2561 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega640/1280/1281/2560/2561 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



The Atmel® AVR® core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

2.2 Comparison Between ATmega1281/2561 and ATmega640/1280/2560

Each device in the ATmega640/1280/1281/2560/2561 family differs only in memory size and number of pins. Table 2-1 summarizes the different configurations for the six devices.

Table 2-1. Configuration Summary

Device	Flash	EEPROM	RAM	General Purpose I/O pins	16 bits resolution PWM channels	Serial USARTs	ADC Channels
ATmega640	64KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega1280	128KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega1281	128KB	4KB	8KB	54	6	2	8
ATmega2560	256KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega2561	256KB	4KB	8KB	54	6	2	8

2.3 Pin Descriptions

2.3.1 VCC

Digital supply voltage.

2.3.2 GND

Ground.

2.3.3 Port A (PA7..PA0)

Port A is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port A pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port A also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 75.

2.3.4 Port B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B has better driving capabilities than the other ports.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 76.

2.3.5 Port C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port C also serves the functions of special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 79.

2.3.6 Port D (PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 80.

2.3.7 Port E (PE7..PE0)

Port E is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port E output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port E pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port E pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port E also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 82.

2.3.8 Port F (PF7..PF0)

Port F serves as analog inputs to the A/D Converter.

Port F also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port F output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port F pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port F pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PF7(TDI), PF5(TMS), and PF4(TCK) will be activated even if a reset occurs.

Port F also serves the functions of the JTAG interface.

2.3.9 Port G (PG5..PG0)

Port G is a 6-bit I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port G output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port G pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port G pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port G also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 86.

2.3.10 Port H (PH7..PH0)

Port H is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port H output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port H pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port H pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port H also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on page 88.

2.3.11 Port J (PJ7..PJ0)

Port J is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port J output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port J pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port J pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Port J also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on page 90.

2.3.12 Port K (PK7..PK0)

Port K serves as analog inputs to the A/D Converter.

Port K is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port K output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port K pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port K pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port K also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on page 92.

2.3.13 Port L (PL7..PL0)

Port L is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port L output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port L pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port L pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port L also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on page 94.

2.3.14 RESET

Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in "System and Reset Characteristics" on page 360. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

2.3.15 XTAL1

Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

2.3.16 XTAL2

Output from the inverting Oscillator amplifier.

2.3.17 AVCC

AVCC is the supply voltage pin for Port F and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.

2.3.18 AREF

This is the analog reference pin for the A/D Converter.



BIODATA RIWAYAT HIDUP

Nama : Andi Awal Janwar
Tempat/Tanggal Lahir : Barebbo, 03 Januari 2002
Jenis Kelamin : Laki - laki
Alamat : Jl. Pendidikan 3 Blok D4/8, Makassar
No. HP/WA : 085254698345
Email : andiawalkoe@gmail.com

Riwayat Pendidikan

1. TK SRIKANDI BONE Lulus Tahun 2008
2. SD INPRES 12/79 BACU. Lulus Tahun 2014
3. MTsN 1 BONE Lulus Tahun 2017
4. SMKN 2 BONE Lulus Tahun 2020
5. Universitas Muhammadiyah Makassar, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Elektro (Tahun Masuk 2020)

Riwayat Organisasi

- Anggota Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) MTsN 1 Bone (2015 - 2017)
- Anggota Sanggar Seni Budaya (SSB) MTsN 1 Bone (2014 - 2015)
- Anggota Sanggar Seni Budaya (SSB) SMKN 2 Bone (2017 – 2018)
- Anggota Bidang Keelektroan Himpunan Mahasiswa Elektro (HME-FT) Universitas Muhammadiyah Makassar (2021 – 2022)

Ucapan Terimakasih

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada Ayahanda **A. Amiruddin** dan Ibunda **A. Muafia** yang dengan penuh kasih sayang, doa, dan pengorbanannya telah mendidik serta membimbing penulis sejak kecil hingga saat ini. Dengan segala keterbatasan, Ayah dan Ibu tidak pernah lelah berjuang untuk membiayai perkuliahan penulis, memberikan semangat di setiap langkah, dan menjadi sumber inspirasi dalam meraih cita-cita. Segala jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan akan selalu penulis kenang dan menjadi motivasi terbesar untuk terus berusaha memberikan yang terbaik.