

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

Andi Awal Janwar¹, Ridwang², Adriani³, Nurmin D⁴, St. Khadijah⁵

¹²³Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail:

andiawalkoe@gmail.com¹, ridwang@unismuh.ac.id², adriani@unismuh.ac.id³, nurmind@unismuh.ac.id⁴, stkhadijah@unismuh.ac.id

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.

Intisari—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

I. PENDAHULUAN

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 [1].

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 [2]. 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 [3]. 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 [4].

Sementara itu, penelitian Misrahal Safitri pada tahun 2022 membandingkan akurasi papan istiwah aini dengan aplikasi kompas kiblat Android "Muslim Go". Hasil studi ini menunjukkan bahwa metode manual masih memerlukan pengembangan untuk meningkatkan ketepatan [5]. Dengan berbagai keterbatasan dari penelitian terdahulu, inovasi baru dalam menentukan arah kiblat secara otomatis menjadi sangat relevan. Sistem berbasis papan istiwah 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 [6].

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 [7]. Untuk layar LCD 16x2 memudahkan penyajian informasi yang jelas dan mudah dibaca oleh pengguna.

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 [8].

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 [9].

2.1.2 Metode Penentuan Arah Kiblat

2.1.2.1 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.

2.1.2.2 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.

2.1.2.3 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):

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

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

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

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

2.1.2.4 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:

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

2.1.2.5 Rumus Menghitung Arah Matahari

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

Keterangan: δ_m : Deklinasi matahari

t: Sudut waktu matahari

2.1.2.6 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):

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

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

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

2.1.2.7 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)
- $Az_{matahari} = |A| + 180^\circ = 80^\circ 22' 35,15'' + 180^\circ = 260^\circ 22' 35,15''$

2.1.2.8 Menghitung Beda Azimuth

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: (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



Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560

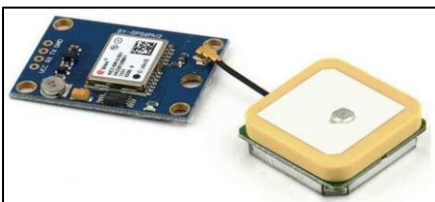
(Sumber: www.arduino.com.br)

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:

- Mikrokontroler:** Berdasarkan ATmega2560, yang merupakan mikrokontroler 8-bit dengan 256 KB Flash memory, 8 KB SRAM, dan 4 KB EEPROM (datasheet ATmega2560).
- 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.
- Kristal Osilator:** Dilengkapi dengan kristal osilator 16 MHz yang menyediakan clock untuk pemrosesan mikrokontroler.
- 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:

- Chip GPS:** Menggunakan chip u-blox NEO-6M yang memberikan akurasi tinggi dalam penerimaan sinyal GPS.
- Konektivitas Serial:** Modul ini berkomunikasi dengan mikrokontroler menggunakan antarmuka UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) yang memungkinkan pertukaran data serial dengan mudah.
- Antena GPS:** Dilengkapi dengan antena GPS eksternal yang meningkatkan kualitas dan kekuatan sinyal penerimaan.
- Kapasitas Penerimaan Sinyal:** Mampu menerima sinyal dari lebih dari 20 satelit GPS, memberikan informasi posisi yang lebih akurat dan stabil.
- 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:

- 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.
- Pengolahan Data:** Chip NEO-6M memproses sinyal yang diterima untuk menghitung koordinat geografis (latitude dan longitude), kecepatan, dan informasi waktu.
- 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 12C 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.

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

Prinsip Kerja LCD 16x2 + I2C Modul:

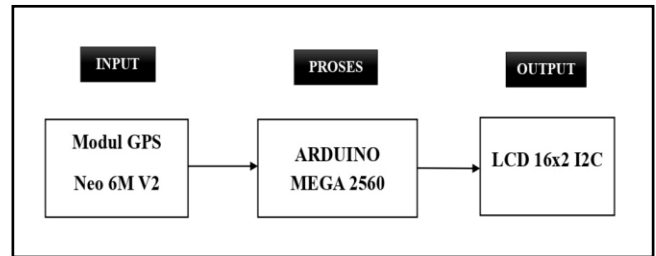
- Komunikasi Serial I2C Modul I2C mengubah sinyal paralel dari LCD menjadi komunikasi serial dua arah menggunakan protokol I2C (hanya menggunakan dua pin: SDA & SCL).
- Pengiriman Data & Instruksi Mikrokontroler mengirim instruksi (command) dan data karakter melalui jalur I2C ke LCD melalui IC ekspander (biasanya PCF8574).
- Pengendalian Karakter & Baris Data dikirim ke register internal LCD, yang menampilkan karakter ASCII sesuai alamat posisi baris dan kolom.
- Sinkronisasi melalui Clock (SCL) Jalur SCL digunakan sebagai sinyal clock untuk sinkronisasi transmisi data antar perangkat.
- Penyetelan Kontras dan Latar Belakang Modul I2C juga mengatur level kontras melalui potensiometer dan kontrol lampu latar (backlight) LCD.

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

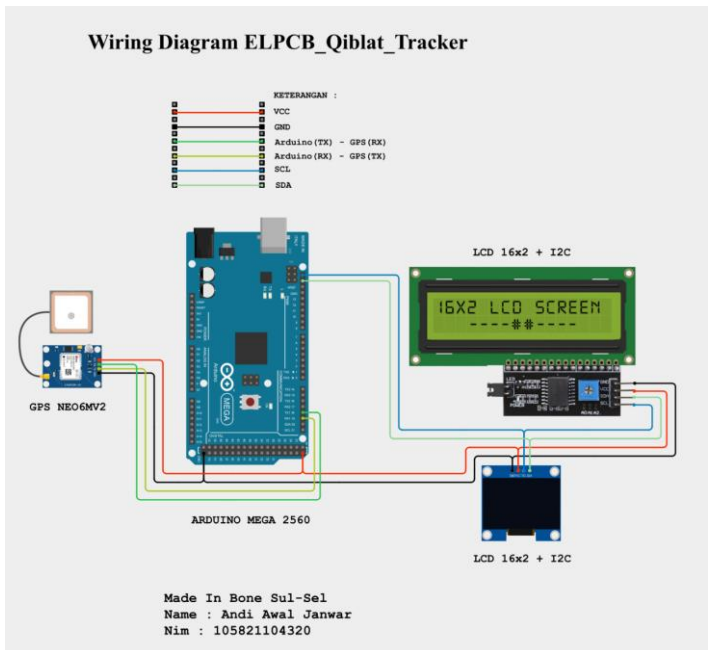
III. METODE PENELITIAN

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.

Blok Diagram



Gambar 3. 1 Blok diagram Sistem Otomatis Penentuan Arah Kiblat (Sumber : Peneliti)



Gambar 3.2 Rangkaian Komponen (Sumber : Peneliti)

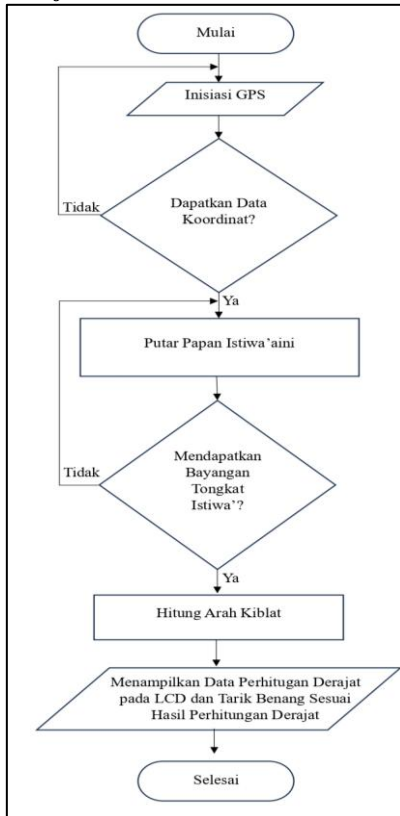
Keterangan:

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

Mekanisme Kerja Alat



Gambar 3. 3 Flowchart Mekanisme Kerja Alat

(Sumber: Peneliti)

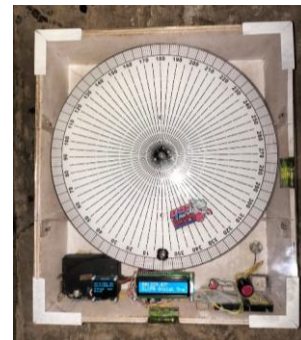
Sistem dimulai dengan proses inisialisasi, di mana semua komponen alat diaktifkan, termasuk modul GPS, LCD 16x2 + I2C modul, dan sensor lainnya. Setelah inisialisasi selesai, Arduino Mega menghubungkan modul GPS untuk mulai mengambil data koordinat lokasi dan waktu pengguna. Sistem kemudian memeriksa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

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 istiwa'aini, teknologi Arduino. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen yang digunakan dapat beroperasi sesuai dengan mekanisme yang telah dirancang.

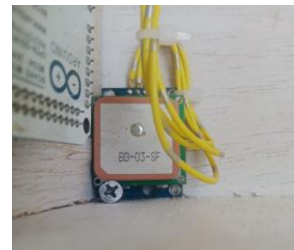


Gambar 4.1 Hasil Rancangan Alat

Sumber : Peneliti

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

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.

4.2.2 Data hasil Pengujian

4.2.2.1 Universitas Muhammadiyah Makassar

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°, sementara data referensi juga menunjukkan nilai yang sama, yaitu 7,05°. Dengan demikian, tidak terdapat selisih perbedaan antara hasil pengukuran alat dan data referensi. Selain itu, nilai azimuth kiblat (292,48°) yang diperoleh dari alat sama persis dengan nilai pada data referensi (292,48°), 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.

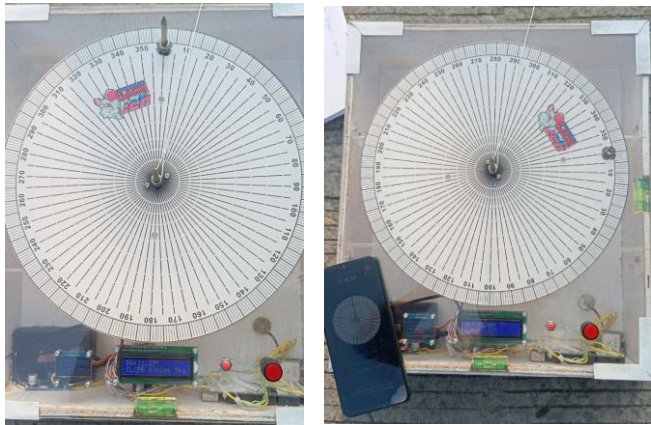
4.2.2.2 Mesjid Nurul Ikhlas Jl. Pendidikan 3 Makassar

Tabel 4.4 Hasil Data ELPCB_Qiblat_Tracker di Mesjid Nurul Ikhlas

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

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 4.3 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 $0,04^\circ$.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada dua lokasi, yaitu Universitas Muhammadiyah Makassar dan Mesjid Nurul Ikhlas, dapat disimpulkan bahwa alat penentu arah kiblat berbasis Arduino yang dirancang menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik. 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 ($285,43^\circ$) juga identik pada kedua sumber data. Sedangkan pada Mesjid Nurul Ikhlas, hasil pengukuran alat menunjukkan beda azimuth sebesar $11,27^\circ$, sementara data referensi menunjukkan $11,31^\circ$, dengan selisih hanya $0,04^\circ$. Nilai azimuth kiblat yang diperoleh dari alat ($292,48^\circ$) juga sama persis dengan data referensi ($292,48^\circ$), dan perbedaan kecil hanya terdapat pada azimuth matahari dengan selisih $0,04^\circ$. Dengan demikian, hasil penelitian ini membuktikan bahwa alat penentu arah kiblat berbasis Arduino berhasil menjawab rumusan masalah penelitian, yaitu mampu dirancang dengan baik untuk meningkatkan keakuratan penentuan arah kiblat. Alat ini tidak hanya presisi dan andal, tetapi juga layak digunakan sebagai instrumen modern dalam menentukan arah kiblat di berbagai lokasi dengan tingkat akurasi yang dapat dipertanggungjawabkan.

B. 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.

REFERENSI

- [1] Rani, T. (2019). Implementasi Sensor HMC 5883L untuk Penentuan Arah Kiblat. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 3(1), 60–67.
- [2] 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.
- [3] Lubis, Z. (2022). Rancang Bangun Penentu Arah Kiblat untuk Tunanetra Berbasis Arduino dan GY-273. *Seminar Nasional Teknologi Terapan*.
- [4] Rani, T. (2019). Implementasi Sensor HMC 5883L untuk Penentuan Arah Kiblat. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 3(1), 60–67.

- [5] 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.
- [6] Hidayat, A., & Fikri, M. (2021). Teknologi Laser dan Kompas dalam Penentuan Arah Kiblat. *Jurnal Teknologi Islam Modern*, 5(2), 45–53.
- [7] 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.
- [8] Mustaqim, R. A. (2021). Penggunaan Google Earth Sebagai Calibrator Arah Kiblat. *Jurnal Justisia : Jurnal Ilmu Hukum, Perundang-Undangan Dan Pranata Sosial*, 6(2), 194.
- [9] Wafa, H. M. F. H. (2022). Keakurasian Arah Kiblat Masjid Di Rest Area Tol Pekalongan-Semarang. *Journal Of Economic Perspectives*, 2(1), 1–4.
- [10] Pringsewu, U. A., Prasetyo, D. B., & Kiswantonono, A. (2020). Sinkronisasi dan Monitoring Generator Dengan Pengendali Berbasis Arduino Mega 2560. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 3(2), 163–170.
- [11] 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.