

Studi Penentuan Arah Kiblat dan Koreksi Arah Kiblat Menggunakan Kompas Digital dan GPS Berbasis *Microcontroller* Arduino

Fakhrizal Muttaqien*, M Nurul Subkhi, Fikri Ibrahim Nurrahman, dan Mada Sanjaya WS

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Jl. A.H. Nasution No. 105,
Bandung 40614, Jawa Barat, Indonesia

* Email: fakhrizalm99@gmail.com

ABSTRAK

Penentuan arah kiblat merupakan hal yang penting dalam melaksanakan ibadah Sholat. Permasalahan dalam penentuan arah kiblat adalah nilai azimuth antara lokasi suatu tempat dengan posisi Ka'bah. *Azimuth* adalah jarak dari satu titik ke titik lain di mana titik utara sebagai acuan, sehingga membentuk sudut yang searah dengan jarum jam. Penggunaan teknologi *Global Positioning System* (GPS) sebagai teknologi navigasi yang memberikan informasi posisi tempat dan kompas digital sebagai penentu arah, sudah banyak digunakan seperti pada aplikasi penentu arah kiblat di *smartphone*. Namun, dalam penggunaan GPS untuk lokasi dengan koordinat yang berdekatan, seringkali akurasi GPS tidak tepat. Selain itu, kompas tidak selalu mengarah ke utara sejati akibat adanya penyimpangan oleh utara magnetik. Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan GPS dan kompas digital yang sudah dikoreksi dengan nilai deklinasi magnetik berbasis *microcontroller* Arduino. Selanjutnya, alat tersebut diimplementasikan pada 11 masjid yang terdapat di wilayah Bandung Timur dengan jarak antar masjid yang berdekatan. Hasilnya, perbedaan arah kiblat ditunjukkan oleh angka ketiga setelah koma, dan alat menunjukkan nilai ketidakpastian yang relatif kecil, yaitu $< 1^\circ$.

Kata Kunci: Arah Kiblat, Arduino, *Global Positioning System* (GPS), Kompas Digital

ABSTRACT

Determination of qibla direction is an important thing in praying. The problem in determining of the qibla direction is the azimuth value between the location of a place and the position of the Ka'bah. Azimuth is the distance from a point to another point by using the northern point as a reference, thus they were forming a corner as direction as clockwise rotation. The use of Global Positioning System (GPS) technology as a navigation technology that provides the information of place position and digital compass as a direction determinant, it has been used widely as in the Qibla direction determinat application on smartphones. But in using GPS for locations with adjacent coordinates, the GPS is not often accurate. In addition, the compass does not always lead to the true north due to the existence of a deviation by magnetic north. In this study, Qibla direction measurements were carried out by utilizing GPS and digital compass that have been corrected with Arduino microcontroller based magnetic declination values. Furthermore, both of the tool were implemented in 11 mosques located in the East Bandung region with a distance between adjacent mosques. The result found is the difference in Qibla direction by the third number after comma, and the tool shows a relatively small uncertainty value, which is $< 1^\circ$.

Keywords: Qibla Direction, Arduino, Global Positioning System (GPS), Digital Compass

1. Pendahuluan

Penentuan arah kiblat merupakan hal penting dalam pelaksanaan ibadah sholat, karena salah satu dari beberapa syarat sah sholat adalah menghadap kiblat [1]. Kiblat yang dimaksud adalah Ka'bah, maka menghadap kiblat maksudnya adalah menghadap ke arah posisi Ka'bah yang terletak di kota Mekah ($21^{\circ}25'21.17''$ LU dan $39^{\circ}49'34.56''$ BT) [1]. Arah menghadap kiblat berkaitan dengan *azimuth* ke posisi Ka'bah [2]. *Azimuth* adalah jarak dari satu titik ke titik lain dengan menggunakan titik utara sebagai acuan, sehingga membentuk sudut yang searah dengan jarum jam [3]. Jika konstruksi bangunan masjid tepat mengarah ke barat, maka akan terjadi simpangan arah kiblat dengan nilai azimuth 270° [4].

Semakin berkembangnya zaman, metode penentuan posisi atau titik koordinat suatu tempat semakin canggih. Salah satu teknologi penentu titik koordinat yang saat ini mudah ditemukan adalah *Global Positioning System* (GPS). GPS adalah sistem radio navigasi yang menginformasikan posisi, baik secara astronomis maupun geografis menggunakan satelit [5]. Teknologi GPS terdiri dari jaringan 24 satelit yang beredar di ketinggian 19.300 km di atas permukaan Bumi dan beredar mengelilingi Bumi [6].

Selain itu, untuk menentukan arah dalam penentuan arah kiblat, digunakan kompas digital. Kompas adalah alat penunjuk arah mata angin untuk mengetahui kemana pengamat mengarah [7].

Pemanfaatan GPS sebagai penunjuk posisi dalam penentuan arah kiblat dan kompas digital sebagai penunjuk arahnya telah banyak dikembangkan. Termasuk pada aplikasi penentu arah kiblat yang banyak ditemukan di *smartphone*. Namun, ternyata masih banyak kekurangan dan kendala yang ditemui pada aplikasi penentu arah kiblat tersebut.

Masalah tersebut diantaranya adalah pengambilan data satelit yang keliru karena GPS bergantung pada sistem kontrol dan sistem satelit yang tersedia, sehingga diperlukan adanya posisi yang bagus untuk mendapatkan sinyal satelit [6]. Selain itu, kompas digital yang tidak akurat karena efek dari deklinasi magnetik [7]. Deklinasi magnetik adalah selisih antara kutub magnet utara dengan utara sejati

dan besarnya berbeda setiap waktu dan tempat [8].

Sanjaya, dkk (2013) telah membuat alat penentu arah kiblat berbasis *microcontroller* Arduino dengan menggunakan modul GPS untuk mendapatkan informasi latitude dan longitude, serta modul kompas digital untuk menentukan arah kiblat.

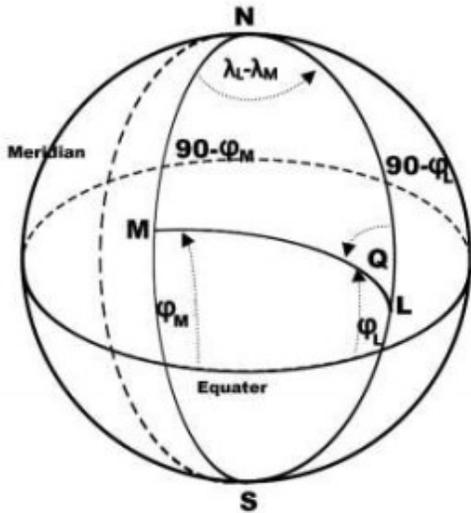
Penelitian ini merupakan pengembangan dari alat penentu arah kiblat yang berbasis *microcontroller* Arduino. Dengan menambahkan pemancar pada GPS, data latitude dan longitude suatu tempat dapat diketahui secara *offline*. Selanjutnya, untuk menambah akurasi dari alat dalam menentukan arah kiblat, ditambah koreksi nilai deklinasi magnetik pada kompas digital.

Alat ini diimplementasikan pada 11 masjid yang berada di daerah Bandung Timur dengan jarak antar masjid yang berdekatan. Hal tersebut untuk menguji akurasi arah kiblat jika posisi tempat berdekatan. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh nilai deklinasi magnetik terhadap akurasi alat.

2. Metode

2.1 Ilmu Ukur Trigonometri Bola

Penentuan arah kiblat menggunakan ilmu ukur trigonometri bola (*spherical trigonometri*) merupakan salah satu metode yang dikembangkan oleh para saintis Muslim [9]. Ilmu ukur trigonometri bola yaitu pengukuran yang digunakan untuk mencari sudut bidang datar pada permukaan bola, seperti Bumi. Menentukan arah kiblat artinya mencari jarak terpendek berupa garis lurus dari suatu tempat ke posisi Ka'bah. Garis tersebut membentuk sebuah busur pada permukaan Bumi, karena bentuk Bumi yang diasumsikan berbentuk bulat seperti bola.



Gambar 1. Ilustrasi Trigonometri Bola [9].

Berdasarkan formula trigonometri bola, arah kiblat di suatu wilayah dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 1 berikut [9].

$$\tan(Q) = \frac{\sin(\lambda_L - \lambda_M)}{\cos \lambda_L \tan \varphi_M - \sin \lambda_L \cos(\lambda_L - \lambda_M)} \quad (1)$$

Di mana,

φ_M = Latitude Mekah (kiblat)

λ_M = Longitude Mekah (kiblat)

φ_L = Latitude Lokasi

λ_L = Longitude Lokasi

2.2 Prinsip Kerja Alat

Alat yang digunakan adalah alat penentu arah kiblat berbasis *microcontroller* Arduino. Selanjutnya alat dilengkapi dengan GPS Receiver GY-NEO6MV2 untuk mendapat data GPS dan juga dilengkapi modul kompas digital HMC5883L sebagai penunjuk arah. Selanjutnya, pada kompas digital dikalibrasi dengan menambahkan nilai deklinasi magnetik. Nilai deklinasi magnetik dapat diakses dari <http://magnetic-declination.com/>.

Data titik koordinat yang berasal dari modul GPS dan data arah dari kompas digital akan masuk ke Arduino sebagai input data yang nantinya akan diolah oleh Arduino. Data titik koordinat tersebut dihitung dengan menggunakan Persamaan 1, sehingga didapat nilai arah kiblat. Output data dari alat ini yaitu informasi arah kiblat, nilai error dan nilai

ketidakpastian pada LCD, serta laser yang akan menyala ketika mengarah tepat pada arah kiblat.

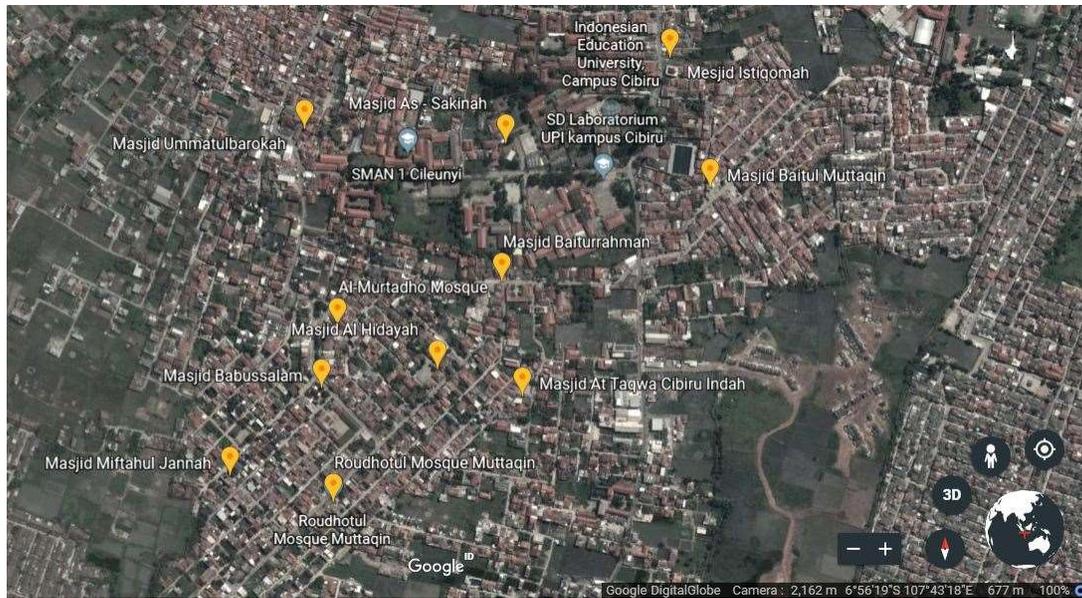
Alat ini diimplementasikan pada 11 masjid yang berada di wilayah Bandung Timur. Masjid yang diuji adalah masjid yang jaraknya berdekatan, hal itu menguji akurasi dari alat untuk titik koordinat yang saling berdekatan.



Gambar 2. Prinsip Kerja Alat Penentu Arah Kiblat



Gambar 3. Alat Penentu Arah Kiblat



Gambar 4. Lokasi masjid dilihat dari Google Earth.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran oleh alat penentu arah kiblat berbasis *microcontroller* Arduino dapat dilihat pada Tabel 1.

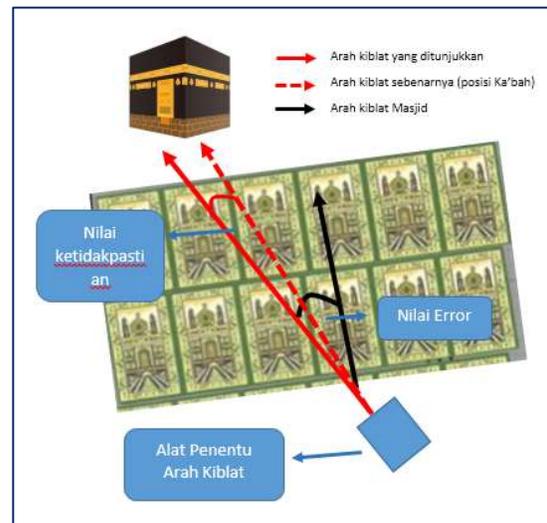
Tabel 1. Hasil pengukuran arah kiblat

Masjid	Arah Kiblat	Nilai Error
Al-Murtadho	$295,14825^\circ \pm 0,468^\circ$	$10,285^\circ$
Babussalam	$295,14855^\circ \pm 0,512^\circ$	$-11,064^\circ$
Miftahul Jannah	$295,14920^\circ \pm 0,256^\circ$	$-2,088^\circ$
Roudotul Muttaqien	$295,14892^\circ \pm 0,508^\circ$	$-23,168^\circ$
At-Taqwa	$295,14788^\circ \pm 0,222^\circ$	$-19,307^\circ$
Baiturrahman	$295,14755^\circ \pm 0,107^\circ$	$-1,299^\circ$
Istiqomah	$295,14617^\circ \pm 0,453^\circ$	$4,150^\circ$
Baitul Muttaqien	$295,14651^\circ \pm 0,216^\circ$	$-16,129^\circ$
As-Sakinah	$295,14703^\circ \pm 0,736^\circ$	$-27,913^\circ$
Ummatul Barokah	$295,14764^\circ \pm 0,734^\circ$	$-16,720^\circ$
Al-Hidayah	$295,14709^\circ \pm 0,038^\circ$	$-11,240^\circ$

Tabel 1 menunjukkan arah kiblat di 11 masjid berbeda di daerah Bandung Timur, disertai dengan nilai ketidakpastian dan nilai errornya. Nilai error yang dimaksud adalah sudut deviasi antara arah kiblat di masjid (yang semula) dengan arah kiblat yang seharusnya (yang ditunjukkan oleh alat).

Masjid yang diuji merupakan masjid-masjid yang memiliki jarak berdekatan, sebagaimana

ditunjukkan pada Gambar 4. Pada Tabel 1, terlihat bahwa arah kiblat yang ditunjukkan oleh alat tersebut hampir sama. Perbedaannya ada pada angka ketiga setelah koma. Maka dari itu, untuk menambah akurasi alat dalam menentukan arah kiblat yang tepat, diambil 5 angka di belakang koma. Detail ini yang biasanya tidak ditemukan pada *qibla finder* umum yang ada di *smartphone*.



Gambar 5. Ilustrasi penentuan nilai error dan nilai koreksi oleh alat penentu arah kiblat.

Selain itu, dari 11 masjid tersebut masih terdapat nilai error yang cukup besar. Artinya masih terdapat simpangan arah kiblat di setiap masjid, sehingga arah kiblat tidak tepat

mengarah ke posisi Ka'bah. Nilai error paling rendah terdapat di masjid Miftahul Jannah yang hanya bernilai $-2,088^\circ$, sedangkan masjid dengan nilai error tertinggi adalah masjid As-Sakinah dengan nilai $-27,913^\circ$.

Kelebihan dari alat ini adalah pada kompas digital. Modul kompas digital HMC5883L sudah dilengkapi dengan nilai deklinasi magnetik atau nilai selisih antara kutub magnet utara dengan utara sejati (*true north*). Penunjukan arah oleh kompas tidak selalu menunjuk pada arah utara sejati, dikarenakan penyimpangan oleh utara magnetik. Dalam penentuan arah kiblat, nilai deklinasi magnetik ini menjadi faktor penting yang mempengaruhi ketepatan arah kiblat di suatu wilayah. Dengan ditamhkannya nilai koreksi deklinasi magnetik pada alat ini, akurasi pun bisa bertambah. Akurasi alat dapat dilihat pada nilai ketidakpastiannya. Dari Tabel 1 dapat diamati bahwa akurasi alat terhadap arah kiblat (posisi Ka'bah) yang seharusnya bernilai $< 1^\circ$.

Kelebihan lain dari alat ini adalah sistem GPS untuk mendapatkan posisi tempat diakses secara *offline*. Pengambilan data posisi secara *offline* tersebut diperoleh dengan menambah pemancar sinyal pada alat untuk mendapatkan data dari satelit GPS. Hal tersebut menjadikan alat ini tidak membutuhkan koneksi internet, sehingga dapat digunakan di tempat yang sulit mendapat koneksi internet.

4. Simpulan

Arah kiblat untuk masjid dengan titik koordinat berdekatan memiliki nilai yang hampir sama. Nilai pembedanya dapat dilihat pada angka ketiga setelah koma, sehingga untuk menambah akurasi dari arah kiblat, diambil 5 angka setelah koma. Ternyata dari 11 masjid yang diuji, masih banyak masjid yang menghadapkan arah kiblatnya dengan tidak tepat, hal itu dapat dilihat dengan nilai error yang masih cukup besar.

Penambahan nilai koreksi deklinasi magnetik pada kompas digital, menjadikan akurasi pada alat juga meningkat. Hal tersebut dapat dilihat pada nilai ketidakpastian yang relatif kecil, yaitu $< 1^\circ$.

5. Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dilaksanakan atas bantuan penelitian 2018 dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

6. Referensi

- [1] Izzudin. (2012). Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasi Annual International Conference on Islamic Studies (AICIS XII), pp. 759-811.
- [2] W. G. Kresnadjaja, I. Muttaqien. (2014). Menentukan Arah Kiblat Mushala Fakultas Saintek UIN Bandung Menggunakan Kompas Kiblat Digital. Al-Hazen Jurnal of Physics, vol. 1, no. 1, pp. 1-11.
- [3] H. Singgih. (2013). Rancang Bangun Alat Penunjuk Arah Kiblat Berbasis GPS. J. ELTEK, vol. 11, no. 2, pp. 79-92.
- [4] R. Aslamiyah. (2011). Akurasi Arah Kiblat Masjid-Masjid di Desa Sruni, Kec. Jenggawah, Kab. Jember Jawa Timur. Skripsi, IAIN Walisongo.
- [5] H. Abidin. (2001). Geodesi Satelit. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- [6] Budiawati. (2006). Tongkat Istiwa', Global Positioning System (GPS) dan Google Earth untuk Menentukan Titik Koordinat Bumi dan Aplikasinya dalam Penentuan Arah Kiblat. Al-Ahkam, vol. 26, no. 1, pp. 65-92.
- [7] M. Nasir (2003). Pengaruh Deklinasi Magnetik Pada Kompas terhadap Penentuan Utara Sejati (True North) di Kota Salatiga. Tesis, IAIN Walisongo.
- [8] S. Hambali. (2011). Ilmu Falak I. Semarang: IAIN Walisongo.
- [9] W. S. M. Sanjaya, D. Anggraeni, F. I. Nurrahman, W. G. Kresnadjaja, I. P. Dewi, Mira, H. Aliah, L. Marlina. (2017). Qibla Finder and Sholat Times Based on Digital Compass, GPS and Microprocessor. The 2nd AASEC, vol. 288, pp. 1-9.