

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENENTU ARAH KIBLAT PORTABLE

Hidayat¹, Feri Moch. Suandi²

^{1,2}Jurusan Teknik Komputer UNIKOM, Bandung

¹hidayat@unikom.ac.id

ABSTRAK

Arah kiblat adalah hal penting yang perlu diketahui oleh umat Islam untuk dapat melaksanakan ibadah shalat. Arah kiblat pada tiap daerah yang berpenduduk dapat diketahui dengan mudah terlebih lagi daerah yang memiliki mesjid. Namun, kesulitan untuk mengetahui arah kiblat dapat terjadi pada daerah yang tidak berpenduduk, di hutan belantara ataupun di tengah lautan.

Hal ini mendorong peneliti untuk merancang alat menentu arah kiblat portable yang dapat mengetahui arah kiblat secara otomatis. Alat yang dirancang terdiri sensor Global Positioning System (GPS) PMB-648 sebagai sensor untuk mengetahui posisi lintang dan bujur, sensor kompas digital HM55B sebagai penentu arah mata angin, mikrokontroler BS2P40 sebagai pengolah data dari GPS, LCD sebagai penampil informasi data arah yang terbaca, dan motor servo sebagai aktuator untuk menunjukkan arah kiblat yang dihasil oleh mikrokontroler. Hasil pengujian menunjukkan alat yang dirancang dapat bekerja dengan tingkat kesalahan pada beberapa mesjid di daerah bandung dan Cimahi dengan selisih maksimum sebesar 2°.

Kata Kunci : arah kiblat, sensor GPS, sensor kompas digital

1 Pendahuluan

Arah kiblat adalah hal penting yang perlu diketahui oleh umat Islam untuk dapat melaksanakan ibadah shalat. Arah kiblat pada tiap daerah yang berpenduduk dapat diketahui dengan mudah terlebih lagi daerah yang memiliki mesjid. Namun, kesulitan untuk mengetahui arah kiblat dapat terjadi pada daerah yang tidak berpenduduk, di hutan belantara ataupun di tengah lautan.

Hal ini mendorong peneliti untuk merancang alat menentu arah kiblat portable yang dapat mengetahui arah kiblat secara otomatis.

Diharapkan alat yang dirancang dapat membantu umat Islam yang melakukan perjalanan jauh, baik ke daerah yang jarang penduduk, hutan belantara maupun perjalanan menggunakan kapal laut dapat dengan mudah mengetahui arah kiblat.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Arah Kiblat

Kiblat berasal dari bahasa arab (**قبلة**) yang artinya arah. Yang dimaksud dengan kiblat adalah arah mata angin yang menuju ke Ka'bah di Makkah Al-Mukarramah. Arah yang dimaksud adalah arah dengan jarak terdekat menuju ke Ka'bah.

Ketika melaksanakan sholat, baik sholat sunnah maupun fardhu diharuskan menghadap ke arah kiblat. Dari empat mazhab, Hanafi, Maliki, Syafi'i dan Hambali sepakat bahwa salah satu syarat sahnya sholat adalah menghadap ke arah kiblat, yakni ke Ka'bah di Makkah Al-Mukarromah dan tidak ke yang lainnya. Karena menghadap ke arah kiblat adalah menjadi syarat syahnya sholat, maka hukum untuk mengetahui arah kiblat adalah wajib.[1]

2.2 Global Position System (GPS)

Global Positioning System (GPS) adalah suatu sistem radio navigasi penentuan posisi dengan menggunakan

satelit. GPS dapat memberikan posisi suatu objek di muka bumi dengan akurat dan cepat (tiga dimensi koordinat x, y, z) dan memberikan informasi waktu serta kecepatan bergerak secara kontinu di seluruh dunia. Satelit GPS mempunyai konstelasi 24 satelit dalam enam orbit yang mendekati lingkaran. Setiap orbit ditempati oleh 4 buah satelit dengan interval antara yang tidak sama.[2]

Dengan adanya 24 satelit di angkasa, 4 sampai dengan 10 satelit GPS setiap saat akan selalu dapat diamati di seluruh permukaan bumi. Sinyal satelit GPS dipancarkan secara menyebar oleh satelit GPS secara kontinu. Dengan mengamati sinyal satelit menggunakan *receiver* GPS seseorang dapat menentukan posisi (lintang, bujur) di permukaan bumi. Informasi lainnya yang didapat dari satelit GPS selain posisi adalah kecepatan, arah, jarak, dan waktu.[2]

Setiap data yang dikirimkan oleh GPS mengacu pada standar NMEA 0183. NMEA 0183 adalah standar kalimat laporan yang dikeluarkan oleh GPS *receiver*. Standar NMEA memiliki banyak jenis bentuk kalimat laporan diantaranya yang paling penting adalah koordinat lintang (*latitude*), bujur (*longitude*), ketinggian (*altitude*), waktu sekarang standar UTC (*UTC Time*) dan kecepatan (*speed over ground*).

Berikut ini adalah jenis kalimat NMEA 0183 [3]:

- a. \$GPGGA
(*Global Positioning System Fixed Data*)
- b. \$GPGLL
(*Geographic –Latitude/Longitude*)
- c. \$GPGSA
(*GNSS DOP and Aktive Satelites*)
- d. \$GPGSV
(*GNSS Satellite In View*)
- e. \$GPRMC
(*Recommended Minimum Specific GNSS Data*)
- f. \$GPVTG (*Course Over Ground and Ground Speed*)

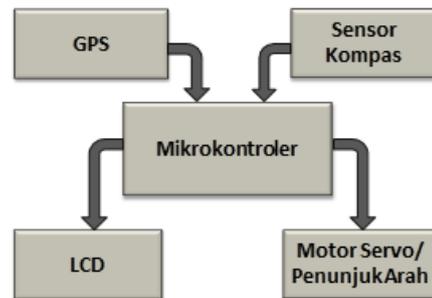
Setiap data diawali dengan karakter “\$” dan diakhiri dengan <CR><LF>. Pada prakteknya tidak semua data dengan *header* ini diambil, hanya yang menyangkut waktu, garis lintang dan garis bujur untuk posisi pegguna.

3 Perancangan

Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Sistem perancangan perangkat keras yang dirancang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem

Blok Mikrokontroler

Blok Mikrokontroler memuat mikrokontroler Basic Stamp BS2P40 berfungsi sebagai unit yang akan mengolah data masukan dari keluaran GPS dan Sensor Kompas. Selanjutnya menampilkan hasil olahannya pada LCD dan menggerakkan motor servo untuk menunjukkan arah kiblat berdasarkan data masukan tersebut.

Basic Stamp adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Parallax Inc* yang deprogram menggunakan bahasa pemrograman *basic*. Program yang dibuat di-*download* melalui port serial. Jumlah pin I/O yang terdapat di mikrokontroler ini adalah 32, sehingga cukup untuk mengoperasikan sensor GPS maupun sensor kompas.

Adapun spesifikasi Basic Stamp BS2P40 adalah sebagai berikut [4]:

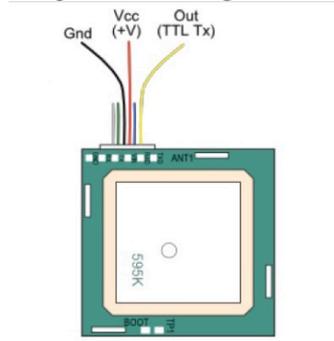
- memiliki Chip PBASIC48W/P40,
- memiliki 8 x 2 Kbyte EEPROM yang mampu menampung hingga 4000 instruksi,
- memiliki kecepatan prosesor 20 MHz Turbo dengan kecepatan eksekusi program hingga 12000 instruksi per detik

Perancangan Dan Implementasi Alat Penentu Arah Kiblat Portable

- memiliki RAM sebesar 38 *byte* (12 I/O, 26 variabel) dengan *Scratch Pad* sebesar 128 *byte*,
- memiliki jalur input/output sebanyak 32 pin,
- memiliki tegangan masukan 9-12 V_{DC} dengan tegangan keluaran 5 V_{DC} .

Blok *Global Positioning System*

Blok *Global Positioning System* (GPS) memuat sensor GPS *engine* PMB-648 yang berfungsi untuk mendapatkan data koordinat (lintang, bujur) sesuai lokasi penempatan alat. Selanjutnya data tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler. GPS *engine* PMB-648 memiliki 6 buah pin. Di bawah ini adalah gambar konfigurasi GPS *engine* PMB-648. [5]

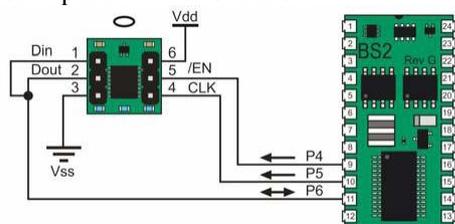


Gambar 2. Konfigurasi GPS

Blok Sensor Kompas

Blok Sensor Kompas memuat sensor kompas HM55B yang berfungsi untuk menentukan arah yang akan dijadikan sebagai acuan dalam menentukan arah kiblat. Selanjutnya, data arah terbaca pada kompas akan dikirimkan ke mikrokontroler.

Modul kompas Hitachi HM55B merupakan sensor magnetik *dual axis* yang dapat digunakan untuk mendeteksi arah pada proyek elektronik. Sebuah regulator *onboard* dan proteksi resistor membuat chip HM55B (3 volt) cocok dengan *level* sinyal dan tegangan mikrokontroler Basic Stamp (5 volt). Gambar 3 adalah konfigurasi pin sensor kompas HM55B pada mikrokontroler.



Gambar 3. Konfigurasi Sensor Kompas HM55B [6]

Blok *Liquid Crystal Display*

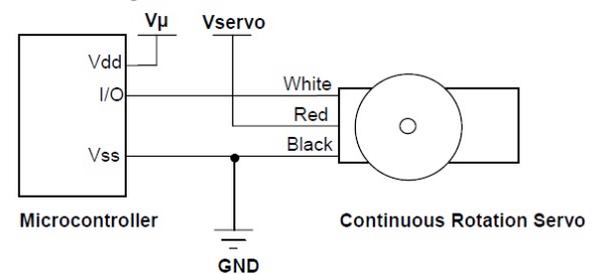
Blok *Liquid Crystal Display* (LCD) memuat komponen LCD yang berfungsi untuk menampilkan proses pencarian kiblat dan hasil pencarian arah kiblat.

Blok Motor Servo/Penunjuk Arah

Blok Motor Servo/Penunjuk Arah memuat motor servo yang akan bergerak untuk menunjukkan arah kiblat yang diketahui berdasarkan data yang telah diterima dari GPS dan Kompas oleh mikrokontroler.

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah, dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.

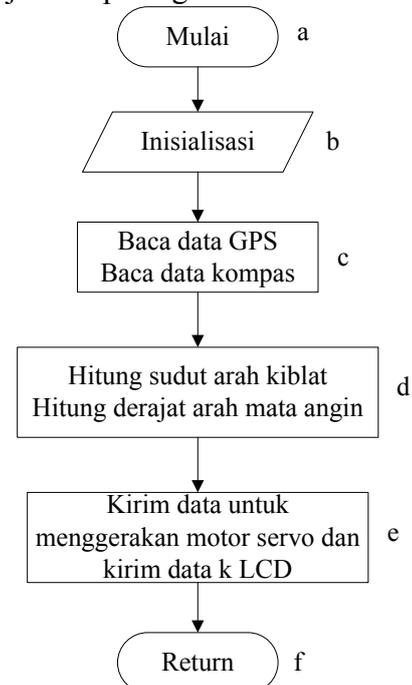
Gambar 4. Adalah konfigurasi pin motor servo dengan mikrokontroler.



Gambar 4. Konfigurasi motor servo

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir perangkat lunak ditunjukkan pada gambar 5.



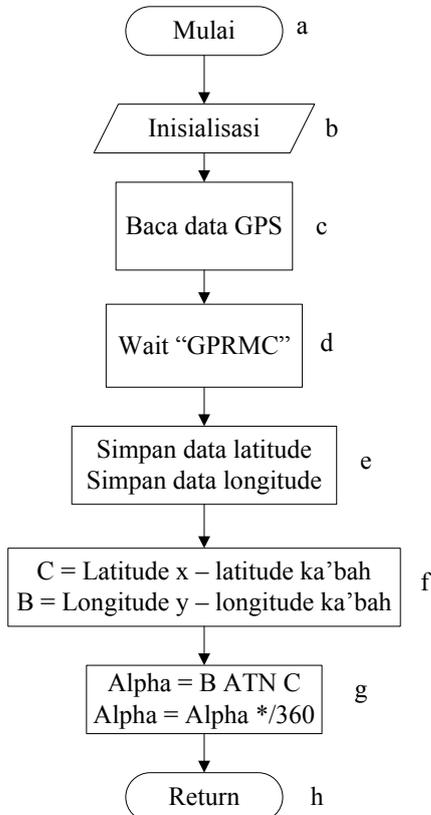
Gambar 5. Diagram Alir Perangkat Lunak

Pada diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 5. dapat diketahui alur program sebagai berikut:

- Awal program
- Tahapan awal dilakukan inialisasi khususnya untuk variabel sensor GPS dan sensor kompas.
- Selanjutnya dilakukan proses membaca data sensor GPS (*latitude* dan *longitude*) dan data sensor kompas
- Selanjutnya, data dari sensor GPS dan sensor kompas akan dilakukan kalkulasi untuk mencari sudut arah kiblat.
- Setelah diperoleh hasil kalkulasi, hasil tersebut dijadikan sebagai acuan untuk menggerakkan motor servo. Selain itu, informasi arah juga ditampilkan pada LCD.
- Langkah berikutnya, kembali ke awal program dan kembali melakukan pembacaan.

Diagram alir pengolahan data GPS

Diagram alir pengolahan data GPS ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Pengolahan Data GPS

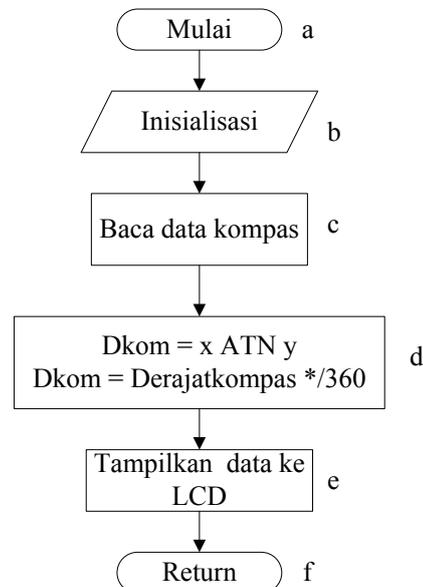
Berikut keterangan diagram alir di atas:

- Awal dari program

- Tahapan awal dilakukan inialisasi variabel GPS,
- Selanjutnya dilakukan proses pembacaan data GPS (*latitude* dan *longitude*),
- Pembacaan data dilakukan dengan menunggu data dengan *header* "GPRMC"
- Setelah data diperoleh, selanjutnya data tersebut disimpan ke variabel.
- Selanjutnya, dilakukan pengolahan koordinat posisi alat dan koordinat posisi ka'bah,
- Pada tahapan ini dilakukan proses perhitungan sudut arah kiblat,
- Setelah selesai, program akan melakukan pada bagian program berikutnya.

Diagram alir pengolahan data Kompas

Diagram alir pengolahan data sensor kompas ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Pengolahan Data Kompas

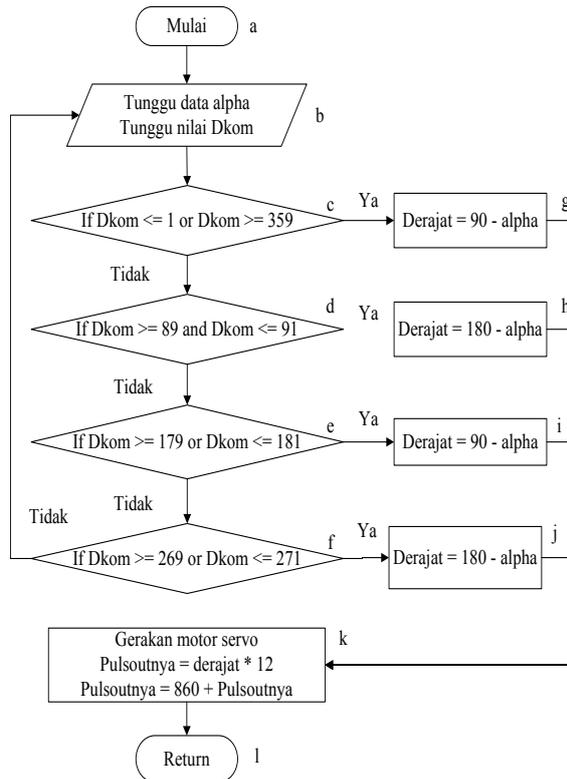
Berikut keterangan diagram alir di atas:

- Awal dari program
- Tahapan awal dilakukan inialisasi variabel kompas,
- Selanjutnya dilakukan proses pembacaan data kompas,
- Tahapan selanjutnya adalah melakukan proses perhitungan untuk mencari derajat arah mata angin,
- Selanjutnya dilakukan penampilan data arah mata angin pada LCD.
- Setelah selesai, program akan melakukan pada bagian program berikutnya.

Perancangan Dan Implementasi Alat Penentu Arah Kiblat Portable

Diagram Alir Penggerak aktuator

Diagram alir penggerak aktuator ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Penggerak Aktuator

Berikut keterangan diagram alir di atas:

- Awal dari program,
- Pada tahapan ini dilakukan proses menunggu data sudut arah kiblat dan sudut arah mata angin,
- Selanjutnya dilakukan pembacaan kondisi sudut arah mata angin jika lebih dari 359° atau kurang dari 1° (Utara),
- Selanjutnya dilakukan pembacaan kondisi sudut arah mata angin jika lebih dari 89° dan kurang dari 91° (Timur),
- Selanjutnya dilakukan pembacaan kondisi sudut arah mata angin jika lebih dari 179° atau kurang dari 181° (Selatan),
- Selanjutnya dilakukan pembacaan kondisi sudut arah mata angin jika lebih dari 269° atau kurang dari 271° (Barat),
- Pada tahapan ini diperoleh besar derajat pergerakan motor servo berdasarkan referensi arah Utara,
- Pada tahapan ini diperoleh besar derajat pergerakan motor servo berdasarkan referensi arah Timur,
- Pada tahapan ini diperoleh besar derajat pergerakan motor servo berdasarkan referensi arah Selatan,

- Pada tahapan ini diperoleh besar derajat pergerakan motor servo berdasarkan referensi arah Barat,
- Pada tahapan ini, dilakukan intruksi untuk menggerakkan motor servo berdasarkan kondisi di atas,
- Setelah selesai, program akan melakukan pada bagian program berikutnya.

4 Pengujian dan Analisa

4.1 Pengujian GPS

Pengujian pada sensor GPS dilakukan untuk memastikan bahwa sensor GPS bekerja dengan baik. Tingkat akurasi data dari sensor GPS akan berpengaruh terhadap akurasi sudut saat mencari arah kiblat. Pengujian dilakukan pada beberapa lokasi. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian GPS

Lokasi	Latitude (LS)	Longitude (BT)
Dipati Ukur	0653.2038	10736.9109
Gasibu	0654.0012	10737.1229
Cianjur	0648.1683	10704.8682
Cimahi	0652.3466	10732.5134
Alun-alun Bandung	0655.2611	10736.3359

Sementara itu, data yang diperoleh melalui USB GPS yang terkoneksi dengan komputer diperoleh data yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian GPS

Lokasi	Latitude (LS)	Longitude (BT)
Dipati Ukur	0653.1890	10736.9119
Gasibu	0654.0010	10737.1226
Cianjur	0648.1683	10704.8681
Cimahi	0652.3462	10732.5130
Alun-alun Bandung	0655.2610	10736.3358

Selisih terbesar yang diperoleh dari pengujian sensor GPS adalah 0.0148 LS dan 0.0001 BT. (selisih ini terjadi pada pengujian di daerah Dipati Ukur Bandung).

4.2 Pengujian Kompas HM55B

Pengujian sensor kompas bertujuan memastikan bahwa sensor kompas dapat membaca arah mata angin dengan benar, sehingga nantinya dapat dijadikan sebagai acuan arah saat menentukan arah kiblat.

Pengujian sensor kompas dilakukan terhadap arah utara, selatan, barat dan timur. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor kompas

Arah	HM55B	Kompas Analog
Utara	11°	0° / 360°
Barat	105°	90°
Selatan	170°	180°
Timur	255°	270°

Pada pengujian sensor kompas masih terdapat selisih terhadap arah yang seharusnya. Selisih terbesar adalah 15°.

4.3 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan dengan membandingkan besar sudut arah kiblat yang ditunjuk oleh alat penentu arah kiblat yang telah dirancang dengan besar sudut arah kiblat pada beberapa mesjid di kota Bandung dan Cimahi, yaitu Mesjid Agung Ujungberung, Mesjid Raya Bandung dan Mesjid Agung Cimahi.

Pengujian pada tiap mesjid dilakukan sebanyak empat kali. Data diambil ketika sensor kompas menunjuk pada tiap arah mata angin (Utara, Selatan, Barat dan Timur). Selisih hasil pengujian alat dengan arah kiblat yang sebenarnya ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Selisih pengujian alat

Arah Mata Angin	Mesjid Besar Ujung Berung	Mesjid Raya Bandung	Mesjid Raya Kota Cimahi
Utara	1°	2°	1°
Selatan	1°	2°	1°
Barat	1°	1°	1°
Timur	1°	1°	0°

4.4 Analisa perhitungan sudut arah kiblat

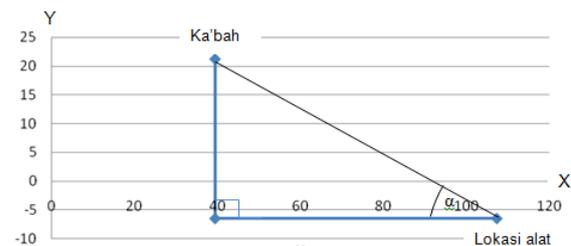
Berdasarkan data yang dihasilkan dari sensor GPS dapat dilakukan perhitungan matematis yang nantinya menghasilkan sebuah sudut yang dijadikan sebagai acuan bagi motor servo untuk bergerak menuju ke arah kiblat.

Dengan menggunakan rumus *arcus tangen* (*arctan*) dapat diperoleh besaran sudut arah kiblat. Berdasarkan data keluaran GPS dan data koordinat ka'bah maka dapat diketahui panjang garis yang diperlukan dalam perhitungan sudut arah kiblat menggunakan *arctan*. Garis *X* diperoleh dari rumus pengurangan data bujur (*longitude*) pengguna dikurangi data bujur ka'bah. Garis *Y* diperoleh dari rumus pengurangan data lintang (*latitude*) pengguna dikurangi data lintang ka'bah. Jika ternyata pengguna berada pada koordinat lintang selatan atau bujur barat maka di depan data koordinat tersebut harus ditambahkan tanda "-".

Diketahui bahwa Ka'bah berada di koordinat 21.2525° LU dan 39.4939° BT sedangkan koordinat alat berada di jalan Dipatiukur (Bandung) tepatnya di koordinat 06.5320° LS dan 107.3691° BT, karena alat berada di koordinat lintang selatan, maka ditambahkan "-" didepan data koordinat tersebut. Gambar 9 merupakan ilustrasi sudut yang terbentuk antara posisi alat terhadap posisi Ka'bah. Berdasarkan data koordinat tersebut maka diperoleh perhitungan sebagai berikut:

$$X = 107.3691 - 39.4939 = 67.88$$

$$Y = -6.5320 - 21.2525 = -27.78$$



Gambar 9. Sudut α Pada Posisi Alat dan Ka'bah

Perancangan Dan Implementasi Alat Penentu Arah Kiblat Portable

$$\tan \alpha = \frac{X}{Y} = \frac{-27.78}{67.88} = -0.4092$$

$$\text{Arctan } \alpha = -22.2544^\circ$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh sudut sebesar 22.25° yang merupakan sudut dari arah barat menuju arah kiblat.

Berikut perhitungan untuk kota Cimahi:

$$X = 107.33 - 39.49 = 67.84$$

$$Y = -6.52 - 21.25 = -27.77$$

$$\tan \alpha = \frac{X}{Y} = \frac{-27.77}{67.84} = -0.4093$$

$$\text{Arctan } \alpha = -22.2615^\circ$$

Setelah dilakukan perhitungan ternyata kiblat di antara kota Cimahi dan jalan Dipati ukur terdapat perbedaan sekitar $0,01^\circ$.

5 Simpulan dan Saran

5.1 Simpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang dilakukan pada sistem yang telah dirancang, dapat diperoleh kesimpulan bahwa sistem penentu arah kiblat *portable* telah berhasil diaplikasikan dengan selisih maksimum 2° . Namun, alat ini masih terbatas pada daerah Tenggara terhadap titik koordinat Ka'bah.

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan selanjutnya bisa dirancang sistem penentu arah kiblat yang mampu diaplikasikan di seluruh dunia.

6 Daftar Pustaka

- [1] El-Moeid, I. Z. (2009). *Menghitung Arah Kiblat dan Menentukannya*. Retrieved Maret 2012, from Hisab dan Falak: <http://moeidzahid.site90.net/>
- [2] ---. (2004). *GPS : Satelit Penentu Posisi Di Belahan Bumi*. Retrieved Maret 21, 2012, from Telkom RDC Media: <http://www.telkomrdc-media.com/index.php?ch=8&lang=&s=13bcd64d48bb98570fea194626ab84bd&n=247>
- [3] SiRF Technology, Inc. (2008). *NMEA Reference Manual*. California: SiRF Technology, Inc.
- [4] Parallax Inc. (2004). *What's a Microcontroller: Student Guide*. Parallax.Inc.
- [5] Gordon McComb. (2012). GPS Module PMB-648. diakses Oktober 2012 dari <http://learn.parallax.com/KickStart/28500>.
- [6] ---. *Hitachi. (2005). HM55B Compass Module (#29123)*. Parallax, Inc.