BAB II

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-Mukarraomah. 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]

2.1.1 Hukum Arah Kiblat

Kiblat sebagai pusat tumpuan umat Islam dalam mengerjakan ibadah dalam konsep arah terdapat beberapa hukum yang berkaitan yang telah ditentukan secara syariat yaitu:

a. Hukum Wajib

1. Ketika shalat fardhu ataupun shalat sunat menghadap kiblat merupakan syarat sahnya shalat
2. Ketika melakukan *tawaf* di Baitullah.
3. Ketika menguburkan jenazah maka harus diletakkan miring bahu kanan menyentuh liang lahat dan muka menghadap kiblat.

b. Hukum Sunat

Bagi yang ingin membaca Al-Quran, berdoa, berzikir, tidur (bahu kanan dibawah) dan lain-lain yang berkaitan.

c. Hukum Haram

Ketika membuang air besar atau kecil di tanah lapang tanpa ada dinding penghalang.

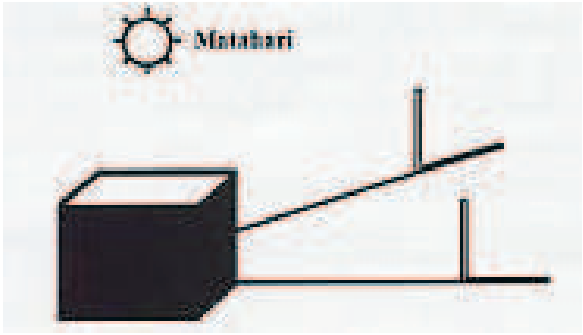
d. Hukum Makruh

Membelakangi arah kiblat dalam setiap perbuatan seperti membuang air besar atau kecil dalam keadaan berdinding, tidur menelentang sedang kaki selunjur ke arah kiblat dan sebagainya.

2.1.2 Pengukuran Arah Kiblat Dengan Cara Tradisional

■ **Istiwa A'zam - Matahari Istiwa di Atas Ka'bah**

Kejadian saat posisi matahari istiwa (kulminasi) tepat di atas Ka'bah terjadi dua kali setahun yaitu pada setiap tanggal 28 Mei sekitar pukul 16.18 WIB dan pada 16 Juli sekitar jam 16.28 WIB. Ketika matahari istiwa di atas Ka'bah, bayang-bayang objek tegak di seluruh dunia akan lurus ke arah kiblat.[7]



Gambar 2.1. Kedudukan matahari di atas Ka'bah.

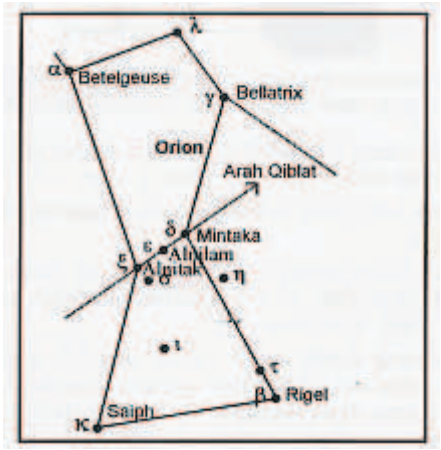
■ **Menggunakan Rasi Bintang (Konstelasi)**

Rasi Bintang ialah sekumpulan bintang yang berada di suatu kawasan langit serta mempunyai bentuk yang hampir sama dan kelihatan berdekatan antara satu sama lain. Menurut *International Astronomical Union* (IAU), kubah langit dibagi menjadi delapan puluh delapan (88) kawasan rasi bintang. Bintang-bintang yang berada disuatu kawasan yang sama adalah dalam satu rasi. Masyarakat dahulu telah menetapkan sesuatu rasi bintang mengikuti bentuk yang mudah mereka kenal pasti seperti bentuk-bentuk binatang dan benda-benda. Dengan

mengetahui bentuk rasi tertentu, arah mata angin dan arah Kiblat dari suatu tempat dapat ditentukan.[7]

■ **Rasi Orion (Al-Babudur)**

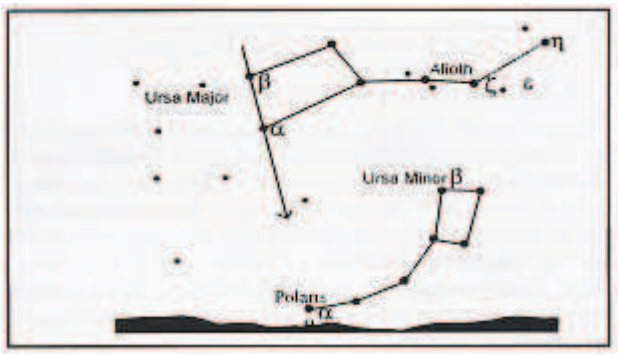
Pada rasi ini terdapat tiga bintang yang berderet yaitu Mintaka, Alnilam dan Alnitak. Arah Kiblat dapat diketahui dengan mengunjurkan arah tiga bintang berderet tersebut ke arah Barat. Rasi Orion akan berada di langit Indonesia ketika waktu subuh pada Juli dan kemudian akan kelihatan lebih awal pada bulan Desember. Pada bulan Maret Rasi Orion akan berada ditengah-tengah langit pada waktu Maghrib.[7]



Gambar 2.2. Bentuk Rasi Orion dan Penentuan Arah Kiblat.

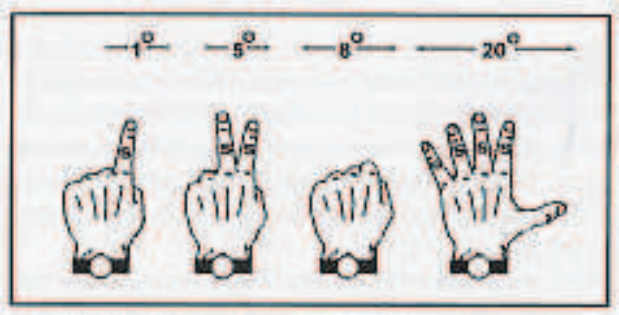
■ **Menggunakan kedudukan Bintang Al-Qutbi / Kutub (Polaris)**

Bintang-bintang akan kelihatan mengelilingi pusat kutub yang ditunjukkan oleh bintang kutub (Polaris). Oleh itu bintang ini menunjukkan arah Utara benar dari manapun di muka bumi ini. Bintang kutub terletak dalam buruj al-judah (Rasi Bajak / Ursa Minoris) dan rasi ini hanya dapat dilihat oleh masyarakat di bagian Utara katulistiwa pada tengah malam pada bulan Juli hingga Desember setiap tahun. Kedudukan bintang kutub bisa dikenali berdasarkan bentuk rasi bintang ini.[7]



Gambar 2.3. Rasi Al-Judah (Bajak / Ursa Minoris)

Arah kiblat yang sesusai ditentukan berdasarkan perbedaan sudut sekitar 65°' (Jawa/Sumatra) ke kiri dari kedudukan bintang kutub seperti yang ditunjukkan dalam gambar. Gunakanlah petunjuk sudut dengan jari untuk menentukan nilai bukaan sudut.[7]



Gambar 2.4. Panduan jari untuk perkiraan nilai sudut.

2.1.3 Pengukuran Arah Kiblat Dengan Cara Modern

■ **Menggunakan Kompas**

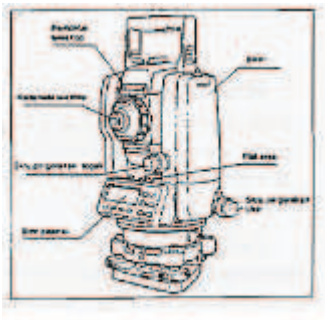
Penandaan arah kiblat dengan kompas banyak diamalkan di kalangan masyarakat Islam masa kini. Arah yang ditunjukkan oleh kompas adalah arah yang merujuk kepada arah utara magnet. Arah utara magnet ternyata tidak mesti sama dengan arah utara sebenarnya. Perbedaan arah utara ini disebut sebagai sudut serong magnet atau deklinasi yang juga berbeda diseiap tempat dan selalu berubah sepanjang tahun. Satu lagi masalah yang bisa timbul dari menggunakan kompas ialah tarikan gravitasi setempat dimana ia terpengaruh oleh bahan-bahan logam atau arus listrik di sekeliling kompas yang digunakan. Namun ia dapat digunakan sebagai alat alternatif sekiranya alat yang lebih teliti tidak ada.[7]



Gambar 2.5. Kompas

■ **Menggunakan Theodolit**

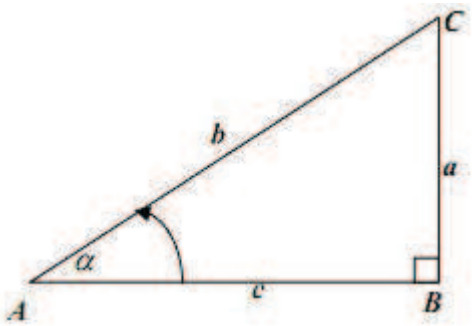
Teodolit merupakan antara alat termoden yang dapat digunakan oleh kebanyakaan pihak yang melakukan kerja menentukan arah kiblat. Theodolit dapat digunakan untuk mengukur sudut secara mendatar dan tegak, dan juga memberi memiliki akurasi atau ketelitian yang cukup tinggi dan tepat. Untuk mengendalikan alat ini diperlukan operator yang terlatih dan menguasai teknik penggunaan theodolit secara benar.[7]



Gambar 2.6. Theodolit

2.2 Trigonometri

Trigonometri berasal dari bahasa yunani yaitu trigonon yang artinya tiga sudut dan metro yang artinya mengukur. Jadi, trigonometri adalah cabang ilmu matematika yang mempelajari perhitungan tiga sudut. Fungsi dasar trigonometri yaitu sinus (sin), kosinus (cos) dan tangen (tan). Dengan menggunakan fungsi dasar trigonometri dapat diketahui besar sudut terkecil dalam segitiga siku-siku. Arcsin, arccos dan arctan adalah kebalikan/invers dari fungsi sin cos dan tan.



Gambar 2.7. Trigonometri

Fungsi dasar :

Sin $\alpha = \frac{a}{b}$

Cos $\alpha = \frac{c}{b}$

Tan $\alpha = \frac{Sin\ \alpha}{Cos\ \alpha} = \frac{a}{c}$

2.3 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 kontinyu 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.

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 *broadcast* oleh satelit GPS secara kontinyu. 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.[5]

Penggunaan satelit untuk penentuan posisi (dalam pengertian lokasi ataupun ruang) memudahkan para pengguna sistem informasi memperoleh informasi yang diinginkannya.

2.3.1 Penentuan Posisi dengan GPS

Pada dasarnya konsep dasar penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Operasi sistem ini memerlukan sinkronisasi yang presisi dari *clock* satelit dengan sistem waktu GPS. Hal ini dimungkinkan dengan digunakannya standar frekuensi atom pada masing-masing satelit dan dilengkapi parameter koreksi *clock* presisi yang disinkronisasikan dengan sistem waktu GPS.

Dari beberapa satelit, akan diukur jarak ke satelit-satelit tersebut terhadap penerima. Maka akan didapatkan 4 variabel (x,y,z,t)sebagai fungsi koordinat posisi penerima dan koreksi *clock* dari penerima. Untuk hal tersebut maka diperlukan minimal 4 satelit sekaligus.

Posisi yang diberikan GPS adalah posisi 3 dimensi (X,Y,Z). Dalam GPS titik yang akan ditentukan posisinya dapat dalam keadaan diam atau bergerak. Posisi titik dapat ditentukan dengan satu *receiver* GPS terhadap pusat bumi atau menggunakan metode absolut (*point positioning*) ataupun terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*monitor station*) dengan menggunakan *differential* (*relative positioning*) yang minimal menggunakan 2 *receiver* GPS.

Penentuan posisi secara diferensial adalah metode penentuan posisi yang harus digunakan untuk mendapatkan ketelitian posisi yang relatif tinggi. Setelah itu dilakukan pemrosesan data untuk menentukan koordinat dari titik-titik yang mencakup 3 tahap utama penghitungan, yaitu :

1. Pengolahan data dari setiap *baseline* dalam jaringan.
2. Perataan jaringan yang melibatkan semua baseline untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan.
3. Transformasi koordinat titik-titik tersebut dari datum WGS84 ke datum yang diperlukan pengguna.

Dengan melakukan pengamatan sinyal-sinyal dari satelit dalam jumlah dan waktu yang cukup, seseorang dapat memprosesnya untuk mendapatkan informasi mengenai posisi, kecepatan, dan waktu atau parameter turunannya.[5]

2.3.2 Segmen Sistem GPS

a. Segmen Kontrol

Segmen kontrol terdiri dari suatu sistem yang mengontrol kegiatan satelit GPS yang tersebar di seluruh dunia. Selain mengontrol dan memonitor satelit, segmen kontrol ini juga berfungsi menentukan orbit dari seluruh satelit GPS yang merupakan informasi paling penting untuk penentuan posisi dengan satelit GPS.

Segmen kontrol ini terdiri dari *Ground Control Stations* (GCS), *Monitor Stations* (MS), *Prelaunch Compatibility Station* (PCS), dan *Master Control Station* (MCS). MS bertugas mengamati secara kontinyu seluruh satelit GPS. Seluruh data yang dikumpulkan oleh MS ini kemudian dikirimkan ke MCS untuk diproses guna memperoleh parameter-parameter penting lainnya. Hasil perhitungan tersebut dikirimkan ke GCS untuk selanjutnya dikirimkan ke satelit-satelit GPS.

b. Segmen Satelit

Segmen satelit terdiri dari satelit-satelit GPS. Konstelasi GPS terdiri dari 24 satelit yang menempati enam buah bidang orbit yang berbentuk mendekati lingkaran, dengan masing-masing bidang orbit ditempati empat buah satelit. Kedudukan masing-masing satelit dalam tiap orbitnya diatur sedemikian rupa dengan jarak interval diantaranya tidak sama. Hal ini dimaksudkan untuk meminimalkan pengaruh keadaan dimana ada satelit yang tidak berfungsi.

c. Segmen Pengguna

Segmen pengguna terdiri dari para pengguna yang tersebar di seluruh permukaan bumi dan alat penerima GPS. Secara umum segmen pengguna ini dibagi menjadi dua yaitu Pengguna GPS, dan Pengguna Sipil.[5]

2.3.3 Protokol NMEA 0183

Protokol NMEA 0183 (*National Marine Electronics Association*) merupakan suatu badan yang menerbitkan spesifikasi yang mendeskripsikan berbagai perlengkapan navigasi agar dapat berkomunikasi satu sama lain melalui koneksi serial RS-232 atau emusinya (misalnya USB *port*). NMEA menggunakan

file data ASCII dalam pentransmisian sistem informasi GPS dari *receiver* ke *hardware* yang berfungsi sebagai *input* dari posisi dan merupakan *realtime* untuk navigasi dibidang kelautan. Salah satu aplikasi protokol ini adalah pada komunikasi data GPS.

Parameter yang digunakan oleh protokol ini adalah sebagai berikut :

a. *Baudrate* : 4800

b. Jumlah data : 8 bit

c. *Stop* bit : 1

d. *Parity* : *None*

2.3.4 Format Data GPS

Data GPS terdiri dari kalimat teks yang mengandung lintang, bujur, dan informasi lainnya. Setiap kalimat terdiri dari awalan, ditambah satu atau lebih blok data, masing-masing dipisahkan oleh koma.[4]

GPS menerima data dari satelit dan mengirimkannya ke bagian keluaran dengan format data yang beragam. Data yang dikirimkan oleh GPS mengacu pada standar NMEA 0183, yaitu 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:

a. $GPGGA (*Global Positioning System Fixed Data*)

b. $GPGLL (*Geographic –Latitude/Longitude*)

c. $GPGSA (*GNSS DOP and Aktive Satelites*)

d. $GPGSV (*GNSS Satelite 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 pengguna.[8]

2.4 Kompas Dan Sensor Kompas

Kompas adalah alat untuk menentukan arah berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet bumi secara akurat. Kompas memberikan rujukan arah tertentu, sehingga sangat membantu dalam bidang navigasi. Arah mata angin yang ditunjuknya adalah utara, selatan, timur, dan barat.

Lokasi magnet di Kutub Utara selalu bergeser dari masa ke masa. Penelitian terakhir yang dilakukan oleh *The Geological Survey of Canada* melaporkan bahwa posisi magnet ini bergerak kira-kira 40 km per tahun ke arah barat laut.

Berikut ini adalah arah mata angin yang dapat ditentukan kompas.

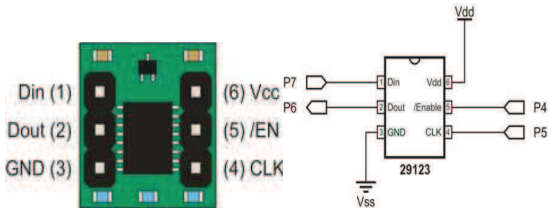
a. Utara (disingkat U atau N)
b. Barat (disingkat B atau W)
c. Timur (disingkat T atau E)
d. Selatan (disingkat S)
e. Barat laut (antara barat dan utara, disingkat NW)
f. Timur laut (antara timur dan utara, disingkat NE)
g. Barat daya (antara barat dan selatan, disingkat SW)
h. Tenggara (antara timur dan selatan, disingkat SE)

Kompas dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kompas analog dan kompas digital.

A. Sensor Kompas Hitachi HM55B

Kompas adalah alat yang menunjukan arah mata angin, yaitu utara, selatan, barat, dan timur. Kompas hitachi HM55B merupakan salah satu kompas digital yang dikembangkan oleh parallax yang mempunyai keluaran digital sebanyak 2 axis yaitu axis X dan axis Y. Kompas ini memiliki regulator internal yang mengubah tegangan menjadi 3V dan itu merupakan daerah kerja kompas ini. Pada saat program dijalankan, kecepatan sensitifitas 30-40 ms. Dengan

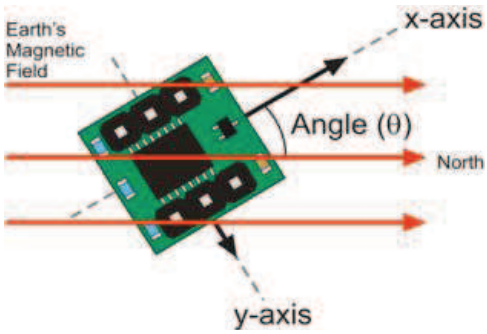
mikrokontroler memudahkan menampilkan arah dalam format 3600. Gambar 2.8 menunjukan tampilan dan konfigurasi pin kompas hitachi HM55B.



Gambar 2.8. Tampilan dan konfigurasi pin kompas hitachi HM55B

B. Cara kerja Modul kompas HITACHI HM55B adalah sebagai berikut:

Modul kompas hitachi HM55B memiliki dua sumbu, x dan y. Setiap sumbu melaporkan kekuatan medan magnet yang sejajar dengan komponen itu. Sumbu x melaporkan (kekuatan medan) × cos (θ), dan sumbu y melaporkan (kekuatan medan) × sin (θ). Untuk menetapkan θ ke sudut dari utara, digunakan arctan (y / x), yang dalam PBASIC 2,5 adalah x ATN y. Perintah ATN mengubah satuan derajat ke radian, yang mengurai lingkaran penuh menjadi 256 segmen yang sama. Untuk mengkonversi kembali ke derajat (360 segmen yang sama) pada PBASIC, digunakan perintah * / 360.



Gambar 2.9. Cara kerja modul kompas HM55B

Chip hitachi HM55B pada modul kompas hitachi HM55B melaporkan pengukuran sumbu x dan y dalam hal atau microteslas (μT) dalam 11-bit bilangan bertanda. HM55B ini dirancang untuk mengembalikan nilai 1 untuk medan magnet utara dari 1 μT paralel ke salah satu sumbunya. Jika medan magnet adalah selatan (utara di arah yang berlawanan), nilai akan -1. Perlu diingat bahwa ini adalah nilai nominal. Menurut *datasheet* HM55B, nilai μT aktual untuk pengukuran 1 bisa berkisar 1-1,6 μT. Juga perlu diingat bahwa nilai 11-bit negatif

tidak akan muncul negatif dalam variabel kata kecuali *mask* diterapkan. Misalnya, ketika bit-10 adalah 1, bit 11 sampai 15 juga berubah menjadi 1 dengan *mask* dalam program uji.

Mikrokontroler yang terhubung ke HM55B harus mengontrol *enable* dan *clock input* dan menggunakan komunikasi serial sinkron untuk mendapatkan pengukuran sumbu dari pin data input dan pin data output. Misalnya, BASIC Stamp 2 yang dapat diprogram untuk mengontrol *enable* modul kompas dengan *high / low* dan mengirim nilai-nilai yang mengatur ulang perangkat dan memulai pengukuran dengan perintah *SHIFTOUT*. Perintah *SHIFTOUT* mengontrol *clock input* karena mengirimkan nilai bit data untuk data input modul kompas. Kebalikan dari *SHIFTOUT* adalah *SHIFTIN*, yang juga mengontrol *clock input* perangkat seperti mengumpulkan bit data yang dikirim oleh pin *data output*.

Dibutuhkan 30 sampai 40 ms HM55B untuk menyelesaikan pengukuran tertentu. Mikrokontroler dapat melakukan tugas-tugas lain sampai pengukuran selesai. *Polling* ini merupakan kombinasi dari perintah *SHIFTOUT* yang meminta status. Ketika *SHIFTIN* menerima *flag status* yang menunjukkan bahwa pengukuran selesai, perintah *SHIFTIN* kedua kemudian dapat menyimpan 11-bit pengukuran sumbu x dan y dalam *variable*. [4]

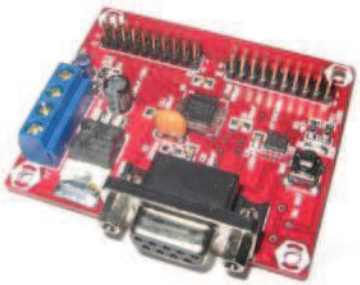
Modul kompas HITACHI HM55B memiliki fitur sebagai berikut:

a. Sensitif hingga ukuran μT dalam kekuatan medan magnet
b. Menyederhanakan arah dengan membagi pengukuran magnet menjadi 2 axis
c. Baik untuk pengukuran resolusi 6-bit setelah mengkalibrasi software
d. Mempunyai waktu 30 hingga 40 ms ketika pengukuran dimulai hingga *data ready*
e. Breadboard yang *compact* dan mudah digunakan (0,3 inchi, paket 6 pin DIP)
f. Membuat komunikasi dan perhitungan arah yang mudah khususnya dengan instruksi PBASIC (SHIFTIN, SHIFTOUT, dan ATN untuk mikrokontroler Basic Stamp Seri 2).

Selain itu sensor ini telah digunakan untuk berbagai aplikasi seperti sensor arah *mobile robot*, kompas elektronik, dan lainnya.

2.5 Mikrokontroler Basic Stamp BS240

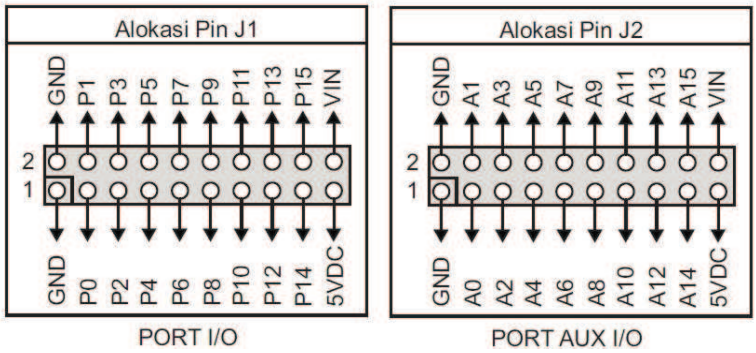
Basic Stamp adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Parallax Inc. yang diprogram menggunakan bahasa pemrograman basic. Program yang dibuat di-*download* melalui *port serial*. Jumlah pin I/O yang terdapat di mikrokontroler ini adalah 32, sehingga akan cukup untuk mengoperasikan sensor GPS maupun kompas.[4]



Gambar 2.10. Mikrokontroler Basic Stamp BS2P40

Spesifikasi Basic Stamp BS2P40:

a. Chip PBASIC48W/P40
b. 8 x 2 Kbyte EEPROM yang mampu menampung hingga 4000 instruksi
c. Kecepatan prosesor 20 MHz Turbo dengan kecepatan eksekusi program hingga 12000 instruksi per detik
d. RAM sebesar 38 *byte* (12 I/O, 26 variabel) dengan *Scratch Pad* sebesar 128 byte
e. Jalur *input/output* sebanyak 32 pin
f. Tegangan masukan 9-12 V_{DC} dengan tegangan keluaran 5 V_{DC}



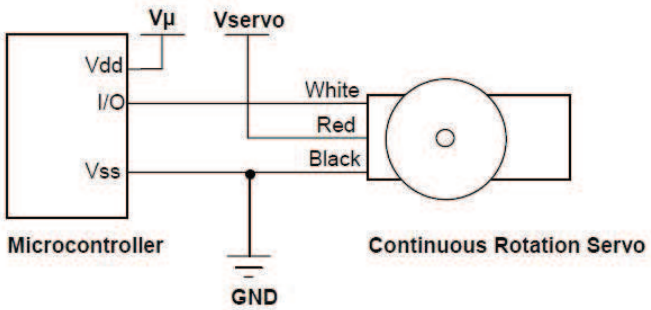
Gambar 2.11. Alokasi Pin Basic Stamp BS2P40

2.6 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 mS pada periode selebar 2 mS maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.

Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinyu seperti motor DC maupun motor stepper. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat dimodifikasi agar bergerak kontinyu. Pada robot, motor ini sering digunakan untuk bagian kaki, lengan atau bagianbagian lain yang mempunyai gerakan terbatas dan membutuhkan torsi cukup besar. [6]

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



Gambar 2.12. Motor Servo

Motor Servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya.

Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh *rate* putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya.

Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki :

- Tiga jalur kabel : *power, ground*, dan *control*
- Sinyal *control* mengendalikan posisi
- Operasional dari motor servo dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari *range* sudut maksimum.
- Konstruksi didalamnya meliputi internal *gear*, potensiometer, dan *feedback control*.

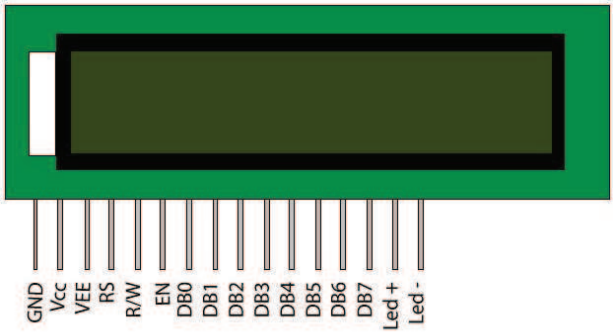
2.7 LCD

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal–alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan *output*.

2.7.1 Fitur dan Konfigurasi Pin LCD

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
c. Terdapat karakter generator terprogram.
d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
e. Dilengkapi dengan *back light*.



Gambar 2.13. LCD 16x2

Tabel 2.1. Konfigurasi Pin LCD

Pin	Deskripsi
1	*Ground*
2	Vcc
3	Pengatur kontras
4	"RS" I*nstruction/Register Select*
5	"R/W" *Read/Write LCD Registers*
6	"EN" *Enable*
7-14	Data Bit 0 – 7
15	Vcc
16	*Ground*

2.7.2 Cara kerja LCD secara umum

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah "0". *Bus* data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada tabel diskripsi, *interface* LCD merupakan sebuah *parallel bus*, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 *nibble* data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap *nibble*nya). Jalur control EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa *mikrokontroller* mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke

LCD program harus menset EN ke kondisi *high* "1" dan kemudian menset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data *bus*.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke "0" dan tunggu beberapa saat (tergantung pada *datasheet* LCD), dan set EN kembali ke *high* "1". Ketika jalur RS berada dalam kondisi *low* "0", data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor). Ketika RS dalam kondisi *high* atau "1", data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf "A" pada layar maka RS harus diset ke "1". Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi *low* (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi *high* "1", maka program akan melakukan *query* (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu *Get* LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke "0". Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara *parallel* baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi *interface* LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara *mikrokontroller* dan LCD. Jika bit ini di set (RS = 1), maka *byte* pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di *reset* (RS = 0), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.