

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Baterai

Baterai adalah alat elektro kimia yang berfungsi untuk menyimpan tenaga listrik dalam bentuk tenaga kimia. Tenaga listrik yang tersimpan akan dialirkan lagi untuk memberikan arus listrik pada lampu posisi, lampu indikator, lampu rem belakang dan klakson. (Marsudi, M. T, 2013)

Konstruksi baterai terdiri dari kotak baterai yang didalamnya terdapat elektrolit asam sulfat, elektrode positif, dan elektrode negatif. ([www.wikipedia.org/baterai](http://www.wikipedia.org/baterai))

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja atau *single use* dan baterai yang dapat di isi ulang atau *rechargeable*.



**Gambar 2.1** Macam-macam jenis baterai

(Sumber : [www.wikipedia.org/baterai](http://www.wikipedia.org/baterai))

Gambar 2.1 merupakan macam-macam jenis baterai. Baik baterai primer maupun baterai sekunder, kedua-duanya bersifat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai primer hanya bisa dipakai sekali, karena menggunakan reaksi kimia yang bersifat tidak bisa dibalik *irreversible reaction*. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang karena reaksi kimianya bersifat bisa dibalik *reversible reaction*.

### **2.1.1 Baterai Primer (Baterai Sekali Pakai atau *Single Use*)**

Pada baterai kering yang biasa kita gunakan, elektroda terdiri dari batang karbon positif pada pusat sel dan bejana seng negatif dengan elektrolit jeli ammonium klorida. Potensial sel kira-kira 1,5 volt. Selama pemakaian, seng secara perlahan-lahan larut ketika arus listrik dihasilkan. Ketika ammonium klorida jenuh, aliran arus listrik berhenti dan sel harus dibuang. Sel seperti itu dikatakan primer atau tak dapat diisi ulang. Jenis-jenis Baterai yang tergolong dalam kategori baterai primer sekali pakai atau single use diantaranya adalah baterai zinc carbon, baterai alkaline, baterai lithium, dan baterai silver oxide.

### **2.1.2 Baterai Sekunder (Baterai Isi Ulang atau *Rechargeable*)**

Baterai sekunder adalah jenis baterai yang dapat di isi ulang atau *rechargeable battery*. Pada prinsipnya, cara baterai sekunder menghasilkan arus listrik adalah sama dengan baterai primer. Hanya saja, reaksi kimia pada baterai sekunder ini dapat berbalik (*reversible*). Pada saat baterai digunakan dengan menghubungkan beban pada terminal baterai (*discharge*), elektron akan mengalir dari negatif ke positif. Sedangkan pada saat sumber energi luar dihubungkan ke baterai sekunder, elektron akan mengalir dari positif ke negatif sehingga terjadi pengisian muatan pada baterai. Jenis-jenis baterai yang dapat di isi ulang *rechargeable battery* yang sering kita temukan antara lain seperti baterai Ni-cd (Nickel-Cadmium), Ni-MH (Nickel-Metal Hydride) dan Li-Ion (Lithium-Ion). ([www.teknikelektronika.com/pengertian baterai dan jenis-jenis baterai](http://www.teknikelektronika.com/pengertian-baterai-dan-jenis-jenis-baterai) )

## **2.2 IC Mikrokontroler ATMega 16**

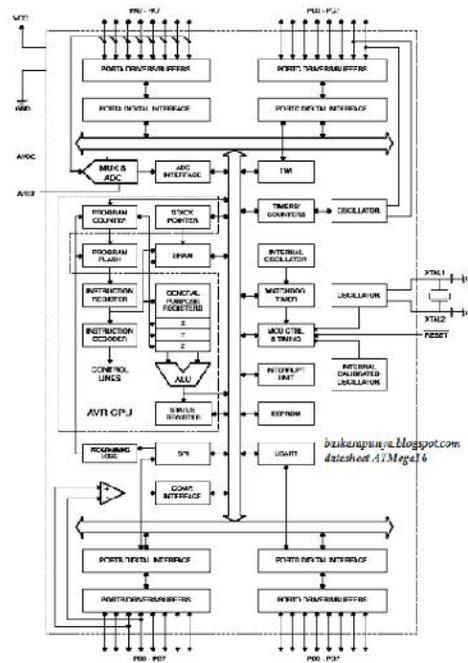
Mikrokontroler adalah suatu chip dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari CPU (Central Processsing Unit), RAM (Random Access Memory), EEPROM/ EPROM/ PROM/ROM, I/O, Timer dan lain sebagainya. Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC 8 bit berdasarkan

arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock, lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi. Mikrokontroler AVR ATMEGA 16 memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, Timer/Counter, Watchdog Timer, PWM, Port I/O, komunikasi serial, Komparator, I2C,dll). (yohannes, christoforus. agustus 2011)

### **2.2.1 Arsitektur ATMega 16**

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (concurrent). Secara garis besar mikrokontroler ATMega16 terdiri dari :

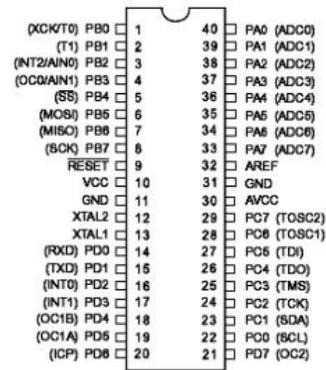
1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register. 2. User interupsi internal dan eksternal
5. Bandar antarmuka SPI dan Bandar USART sebagai komunikasi serial
6. Fitur Peripheral
  - Dua buah 8-bit timer/counter dengan prescaler terpisah dan mode compare
  - Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode compare, dan mode capture
  - Real time counter dengan osilator tersendiri
  - Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog
  - 8 kanal, 10 bit ADC
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Watchdog timer dengan osilator internal



**Gambar 2.2** Blok Diagram AVR Atmega 16  
 (Sumber : <http://Ejournal.unesa.ac.id>)

**2.2.2 Konfigurasi PIN ATmega 16**

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40 pin dapat dilihat pada Gambar 2.3. Dari gambar tersebut dapat terlihat ATmega16 memiliki 8 pin untuk masing-masing Port A, Port B, Port C, dan Port D.



**Gambar 2.3** Pin-pin ATmega 16

(Sumber : <http://Ejournal.unesa.ac.id>)

### 2.2.3 Deskripsi Mikrokontroler ATmega 16

- VCC (Power Supply) dan GND(Ground)
- Port A (PA7..PA0)

Port A berfungsi sebagai input analog pada konverter A/D. Port A juga sebagai suatu port I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan. Pin-pin port dapat menyediakan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai input dan secara eksternal ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor internal pull-up diaktifkan. Pin Port A adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- PinB (PB7..PB0)

Pin B adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up yang dipilih untuk beberapa bit. Pin B output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, Pin Port B yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port

B adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- Port C (PC7..PC0)

Port C adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit). Port C output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin Port C yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port C adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- Port D (PD7..PD0)

Port D adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor internal pull-up (yang dipilih untuk beberapa bit). Port D output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, Pin Port D yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port D adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- RESET (Reset input)

- XTAL1 (Input Oscillator) XTAL2 (Output Oscillator)

- AVCC adalah Pin yang menyediakan tegangan untuk Port A dan Konverter A/D.

- AREF adalah pena referensi analog untuk konverter A/D. (<http://repository.usu.ac.id/pdf>)

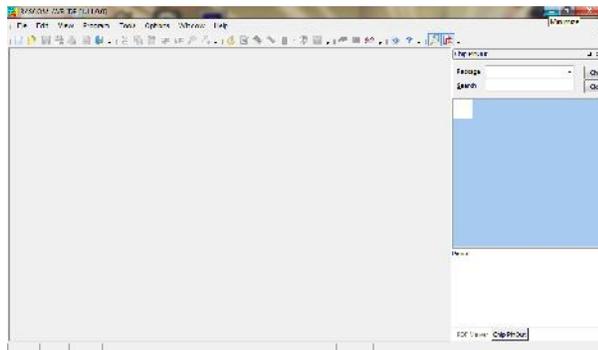
### 2.3 Bahasa Pemrograman pada Mikrokontroler

Pemrograman mikrokontroler AVR (ATMega 16) menggunakan beberapa bahasa program seperti bahasa basic, C atau assembler. Untuk bahasa basic yang digunakan pada robot pendeteksi logam di air tawar yaitu software bascom AVR.

### 2.3.1 Basic Compiler (BASCOM) AVR

BASCOM-AVR merupakan singkatan dari Basic Compiler AVR. BASCOM-AVR termasuk dalam program mikrokontroler buatan MCS *Electronics* yang mengadaptasi bahasa tingkat tinggi yang sering digunakan (Bahasa Basic). BASCOM-AVR (*Basic Compiler*) merupakan *software compiler* dengan menggunakan bahasa *basic* yang dibuat untuk melakukan pemrograman chip-chip mikrokontroler tertentu, salah satunya ATmega 16 BASCOM-AVR adalah program basic compiler berbasis windows untuk mikrokontroler keluarga AVR seperti ATmega 16, ATmega 8535 dan yang lainnya. BASCOM AVR merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi. BASIC yang dikembangkan dan dikeluarkan oleh AVR electronic. Program ini digunakan dalam pengisian mikrokontroler. Kompiler ini cukup lengkap karena dilengkapi simulator untuk LED, LCD, dan monitor untuk komunikasi serial. Selain itu bahasa BASIC jauh lebih mudah dipahami dibandingkan dengan bahasa pemrograman lainnya.

Dengan menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi, maka pemrograman mendapatkan banyak kemudahan dalam mengatur sistem kerja dari mikrokontroler, dapat dilihat pada Gambar 2.4 Bagian-bagian BASCOM-AVR dan dapat dilihat juga pada tabel 2.1 Keterangan ikon-ikon dari program BASCOM-AVR:



**Gambar 2.4** Bagian-bagian BASCOM-AVR

**Tabel 2.1 Keterangan Ikon-ikon dari Program BASCOM-AVR**

| Ikon  | Nama            | Fungsi   | Shortcut |
|---|-----------------|--|----------|
|  | File New        | Membuat file baru  | Ctrl+N   |
|  | Open File       | Membuka file   | Ctrl+O   |
|  | File Close      | Menutup program yang dibuka  | -        |
|  | File Save       | Menyimpan file   | Ctrl+S   |
|  | Save As         | Menyimpan dengan nama lain   | -        |
|  | Print Preview   | Melihat tampilan sebelum dicetak   | -        |
|  | Print           | Mencetak dokumen   | Ctrl+P   |
|  | Exit            | Keluar dari program  | -        |
|  | Program Compile | Mengompile program yang dibuat outputnya bisa berupa *hex, *bin, dan lain-lain | F7       |
|  | Syntax Check    | Memeriksa kesalahan bahasa   | Ctrl+F7  |

### 2.3.2 Dasar Pemrograman Basic

#### 1. Tipe Data

Setiap variable dalam BASCOM memiliki tipe data yang menunjukkan daya tampung variabel tersebut, hal ini berhubungan dengan penggunaan memori dari mikrokontroler.

#### 2. Variabel

Variabel dalam sebuah pemrograman berfungsi sebagai tempat penyimpanan data atau penampung data sementara, misalnya menampung hasil perhitungan, menampung data hasil pembacaan register dan lain-lain. Variabel merupakan *pointer* yang menunjuk pada alamat memori fisik di mikrokontroler. Dalam BASCOM ada beberapa aturan dalam penamaan sebuah variabel :

- Nama variabel maksimum terdiri atas 32 karakter
- Karakter bisa berupa angka atau huruf

- Nama variabel harus dimulai dengan huruf
- Variabel tidak boleh menggunakan kata-kata yang digunakan oleh BASCOM sebagai perintah, pernyataan, internal register dan nama operator.

Sebelum variabel itu digunakan maka variabel tersebut harus dideklarasikan terlebih dahulu, dalam BASCOM ada beberapa cara untuk mendeklarasikan sebuah variabel. Yang pertama dengan menggunakan pernyataan. “**DIM**” diikuti nama dan tipe datanya, contoh pendeklarasian menggunakan **DIM** sebagai berikut :

**Dim** nama as byte

**Dim** tombol1 as integer

**Dim** tombol2 as word

**Dim** tombol3 as word

**Dim** tombol4 as word

### 3. Alias

Dengan menggunakan **ALIAS** sebuah variabel yang lama dapat diberikan nama yang lain, tujuannya untuk mempermudah proses pemograman. Biasanya **ALIAS** digunakan untuk mengganti nama variabel yang telah baku seperti port mikrokontroler.

### 4. Konstanta

Dalam BASCOM selain variabel dikenal juga konstanta, konstanta ini juga merupakan variabel. Perbedaannya dengan variabel biasa adalah nilai yang dikandungnya tetap. Dengan konstanta, kode program yang kita buat lebih mudah dibaca dan dapat mencegah kesalahan penulisan pada program.

### 5. Array

Dengan array kita bisa menggunakan sekumpulan variabel dengan nama dan tipe yang sama, untuk mengakses variabel tertentu dalam array tersebut kita harus menggunakan indeks. Indeks ini harus berupa angka dengan tipe

data byte, *integer* atau *word*. Hal ini berarti nilai maksimum sebuah indeks adalah sebesar 65535. Proses pendeklarasian sebuah array hampir sama dengan variabel namun perbedaannya kita juga mengikutkan jumlah elemennya.

a. Operasi-operasi dalam BASCOM

b. Pada bagian ini membahas tentang bagaimana cara menggabungkan, memodifikasi, membandingkan atau mendapatkan informasi tentang sebuah pernyataan dengan menggunakan operator-operator yang tersedia di BASCOM. Bagian ini juga menjelaskan bagaimana sebuah pernyataan terbentuk dan dihasilkan dari operator-operator berikut :

- Operator aritmatika

Digunakan dalam perhitungan yang termasuk operator aritmatika ialah+ (tambah), -(kurang), /(bagi), dan \*(kali).

- Operator Relasi

Digunakan untuk membandingkan nilai sebuah angka, hasilnya dapat digunakan untuk membuat keputusan sesuai dengan program yang kita buat.

Yang termasuk operator relasi adalah dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 2.2 Keterangan Operator Relasi**

| Operator | Relasi                       | Pernyataan |
|----------|------------------------------|------------|
| =        | Sama dengan                  | $X=Y$      |
| $\neq$   | Tidak sama dengan            | $X \neq Y$ |
| <        | Lebih kecil dari             | $X < Y$    |
| >        | Lebih besar dari             | $X > Y$    |
| $\leq$   | Lebih kecil atau sama dengan | $X \leq Y$ |
| $\geq$   | Lebih besar atau sama dengan | $X \geq Y$ |

- Operator Logika

Digunakan untuk menguji sebuah kondisi atau untuk memanipulasi bit dan operasi boolean. Dalam BASCOM ada empat buah operator logika yaitu AND, OR, NOT, dan XOR.

- Operator Fungsi  
Digunakan untuk melengkapi operator yang sederhana.

### 2.3.3 Kontrol Program

#### 1. *If-Then*

*If-Then* merupakan pernyataan yang dapat mengetes sebuah kondisi tertentu yang diinginkan

#### 2. *Do-Loop*

Perintah *Do-Loop* ini digunakan untuk mengulangi sebuah blok pernyataan secara terus-menerus.

#### 3. *Gosub*

*Gosub* merupakan pernyataan untuk melompat ke sebuah label dan akan menjalankan program yang ada dalam *subrutin* tersebut sampai menemui perintah *return*.

#### 4. *Goto*

Perintah *Goto* ini digunakan untuk melakukan percabangan, perbedaannya dengan *gosub* ialah perintah *goto* tidak memerlukan lagi keritik dimana perintah *goto*.

### 2.3.4 Memasukkan Program ke Mikrokontroler

Cara memasukkan program ke mikroontroler adalah sebagai berikut :

1. Sambungkan kabel USB merupakan pernyataan ini kita dapat mengetes sebuah kondisi tertentu dan kemudian dinginkan dari PC ke Sistem Minimum ATmega 16. Pastikan downloader terhubung dengan modul.
2. Lampu modul dan mikrokontroler akan menyala jika telah terhubung.
3. Buka software BASCOM-AVR, kemudian pilih file load flash di folder/file heksa yang sudah dibuat.
4. Pilih "program all" untuk memulai proses download.
5. Setelah itu tunggu hingga proses download selesai.

6. Bila proses telah selesai maka IC sudah terprogram sesuai dengan program yang telah kita masukkan. (Irawan, Rahmat. Politeknik Negeri Sriwijaya 2013 )

#### **2.4 Remote Control**

Teknologi Pengendali atau *remote control* adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mesin dari jarak jauh. Istilah *remote control* juga sering disingkat menjadi "remote" saja. Remote juga sering kali mengacu pada istilah "controller, donker, doofer, zapper, click-buzz, box, flipper, zippity, clicker, atau changer". Dapat dilihat di gambar 2.5 jenis *remote control* yang digunakan pada robot pendeteksi logam di air tawar berbasis mikrokontroler ATmega 16.

Pada umumnya, pengendali jarak jauh digunakan untuk memberikan perintah dari kejauhan kepada televisi atau barang-barang elektronik lainnya seperti sistem stereo dan pemutar DVD. *Remote control* untuk perangkat-perangkat ini biasanya berupa benda kecil nirkabel yang dipegang dalam tangan dengan sederetan tombol untuk menyesuaikan berbagai setting, seperti misalnya saluran televisi, nomor trek, dan volume suara. Pada kebanyakan peranti modern dengan kontrol seperti ini, *remote controlnya* memiliki segala kontrol fungsi sementara perangkat yang dikendalikan itu sendiri hanya mempunyai sedikit kontrol utama yang mendasar. Kebanyakan remote berkomunikasi dengan perangkatnya masing-masing melalui sinyal-sinyal infra merah dan beberapa saja melalui sinyal radio. *Remote control* biasanya menggunakan baterai yang kecil atau sebagai catu dayanya. Pada gambar 2.5 dapat dilihat jenis remot yang dipakai pada robot pendeteksi logam di air tawar berbasis mikrokontroler ATmega 16. ([www.academia.edu/pdf](http://www.academia.edu/pdf))

Pada robot pendeteksi logam di air tawar berbasis mikrokontroler ATmega 16 menggunakan *remote control* jenis HobbyKing 2.4Ghz 6CH Tx & Rx V2 (Mode 2) Hobbykings sistem T6A 2.4GHz adalah entry level transmitter menawarkan keandalan teknologi sinyal 2.4Ghz dan receiver dengan 6 saluran. Pemancar ini membutuhkan PC untuk memodifikasi salah satu variabel channel

termasuk pencampuran dan membalikkan putaran servo. Bentuk dari HK T6A V2 6CH 2.4Ghz ini dapat dilihat pada gambar 2.5



**Gambar 2.5** Remote Control HK T6A

HK T6A 6CH 2.4Ghz ini memiliki berbagai fitur seperti 6-channel 2.4GHz. Mudah untuk menggunakan kontrol untuk model dasar. Termasuk 6-channel receiver Trainer sistem pilihan. Sistem ini harus diprogram melalui kabel PC. HK T6A menggunakan system FHSS untuk teknik komunikasinya. (<http://jurnal-tip.net/jurnal-resource.pdf>)

## **2.5 Aktuator**

Aktuator adalah bagian yang berfungsi sebagai penggerak dari perintah yang diberikan oleh input. Aktuator biasanya berupa peranti elektro-mekanik yang menghasilkan daya gerakan. (Dr. Budiharto, Widodo.2014)

Aktuator terdiri dari 2 jenis :

- Ñ Aktuator Pneumatik dan Hidrolik
- Ñ Aktuator Elektrik

Robot pendeteksi logam di air tawar berbasis mikrokontroler ATmega16 menggunakan aktuator elektrik yang menggunakan Motor DC brushless dan motor servo.

### **2.5.1 Motor DC Brushless**

Motor *brushless direct current* adalah motor yang sering digunakan dalam dunia industri, seperti permobilan, otomasi medis dan peralatan instrumentasi. *Brushless direct current* motor tidak menggunakan sikat atau *brush* untuk pergantian medan magnet, tetapi dilakukan secara elektronik commutated. Motor *brushless direct current* mempunyai banyak keuntungan antara lain sebagai berikut :

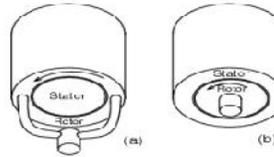
1. Kecepatan yang lebih baik untuk melawan karakteristik tenaga putaran
2. Tanggapan dinamis tinggi
3. Efisiensi tinggi
4. Tahan lama atau umur pakainya lebih lama
5. Nyaris tanpa suara bila dioperasikan
6. *Speed range* yang lebih luas

Perbedaan utama antara motor DC Brushless dengan motor DC magnet permanen terletak pada pembangkit medan magnet untuk menghasilkan daya gerak. Pada motor DC magnet permanen, medan magnet yang di kontrol terletak di rotor dan medan magnet tetap berada di stator, sedangkan pada motor DC brushless adalah keballikan dari motor DC magnet permanen, yaitu medan magnet tetap berada pada rotor medan magnet yang dikontrol berada di stator. (Dr. Budiharto, Widodo.2014)

#### **2.5.1.1 Konstruksi Motor DC Brushless**

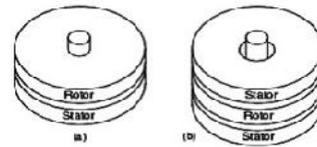
Bentuk konstruksi motor DC brushless ada dua buah yaitu silindris atau pancake seperti pada gambar 2.6 dan 2.7. Kebanyakan konstruksi motor DC brushless adalah silindris, dan yang paling banyak dipakai adalah tipe inside rotor. Jenis ini digunakan pada penggerak hard disk komputer. Jenis yang kedua adalah

rotor diletakkan pada sisi luar sekeliling stator, tipe ini disebut outside rotor. Konstruksi silindris akan terlihat pendek dan tebal. Oleh karena itu arah medan magnetik radial terhadap sumbu putarnya.



**Gambar 2.6** Konstruksi Silindris (a) *Outside Rotor* (b) *Inside Rotor*

(Sumber : <http://www.polines.ac.id/pdf>)



**Gambar 2.7** Konstruksi *Pancake* (a) *Stator Tunggal* (b) *Stator Ganda*

(Sumber : <http://www.polines.ac.id/pdf>)

Motor jenis pancake dengan dua buah stator mempunyai torsi tinggi karena mempunyai belitan stator pada kedua sisi Motor DC Brushless Tiga Fasa (gambar b). Sedangkan torsi rendah dengan satu stator dan satu rotor (gambar a) digunakan pada motor penggerak floppy disk.

### 2.5.2 Motor Servo

Motor servo berbeda dengan motor DC dan motor *stepper*, tidak seperti kedua motor tersebut, motor servo tidak memerlukan rangkaian driver lagi karena motor servo telah memiliki rangkaian driver di dalamnya. Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi. Motor ini sudah dilengkapi dengan sistem kontrol. Pada aplikasinya, motor servo sering digunakan sebagai kontrol loop tertutup. Sehingga dapat menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat begitu juga dengan pengaturan kecepatan dan percepatan.



**Gambar 2.8** Model Fisik Motor Servo

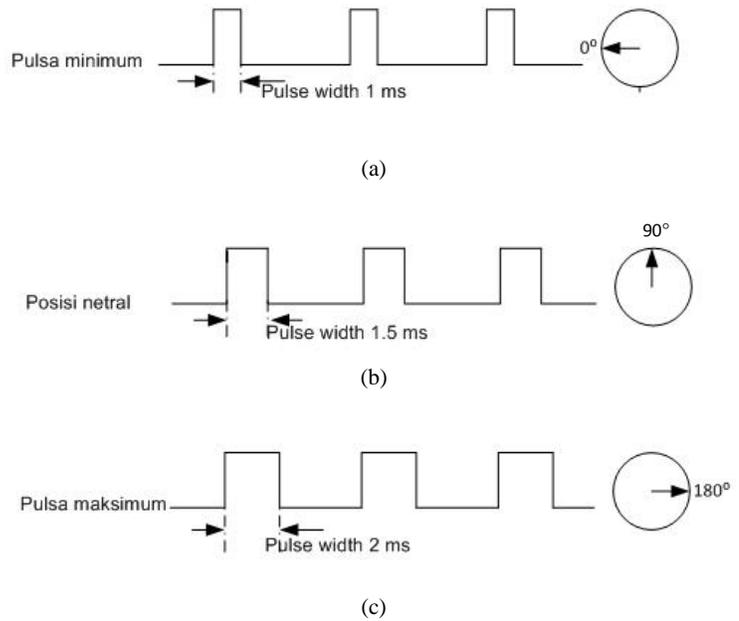
(sumber : [www.database.com](http://www.database.com))

Bentuk fisik dari motor servo dapat dilihat pada gambar 2.6. Sistem pengkabelan motor servo terdiri dari 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan Kontrol PWM. Penggunaan PWM pada motor servo berbeda dengan penggunaan PWM pada motor DC. Pada motor servo, pemberian nilai PWM akan membuat motor servo bergerak pada posisi tertentu lalu berhenti atau kontrol posisi.

#### **2.5.2.1 Motor Servo Standar 180°**

Motor servo jenis ini merupakan motor yang hanya mampu bergerak dua arah dan mempunyai *defleksi* masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total *defleksi* sudut dari kanan, tengah, dan kiri adalah 180°.

Pengaturan motor servo diperlukan untuk mengetahui gerakan dari motor servo dan pulsa yang harus kita berikan untuk bergerak ke kanan atau bergerak ke kiri. Pada gambar 2.7 merupakan teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) digunakan untuk mengatur sudut motor servo jenis *standard* 180°. Untuk motor servo jenis *standard* 180° memiliki 3 sudut yaitu pada saat kondisi sudut 0°, 90° dan 180°.

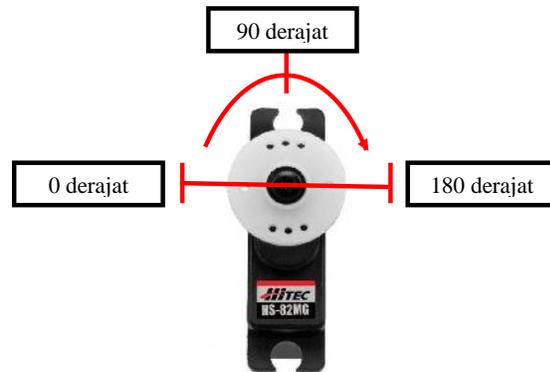


**Gambar 2.9** Teknik PWM Untuk Mengatur Servo Sudut Standar 180° (a) Untuk Posisi 0°, (b) Untuk Posisi 90°, (c) untuk Posisi 180°.

(sumber : [www.electroons.com](http://www.electroons.com))

Sudut dari motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Sebagai contoh, dengan pulsa 50µs pada periode *delay* selebar 20ms maka sudut dari motor servo akan berada pada posisi *netral* atau 90° sedangkan pada saat pulsa <= 20µs pada periode *delay* sebesar 20ms maka sudut dari motor servo akan berada pada posisi 0° dan untuk pulsa 100µs pada periode *delay* sebesar 20ms maka sudut dari motor servo akan berada pada posisi 180°. Pada motor servo *standard* 180° 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 jarum jam dan semakin kecil pulsa *off* maka akan semakin besar pulsa yang masuk melalui kaki pin motor

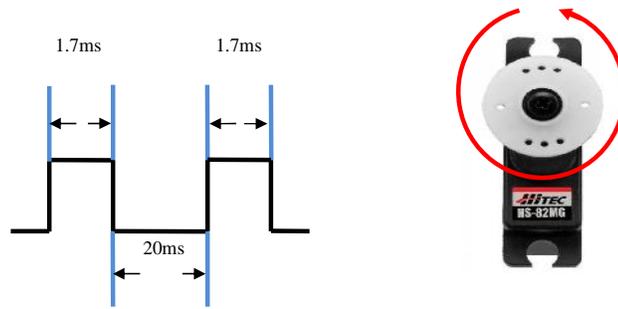
servo maka semakin besar sudut yang dihasilkan. Pada gambar 2.8 merupakan arah putaran motor servo standar berdasarkan lebar sudut pada saat motor servo bergerak.



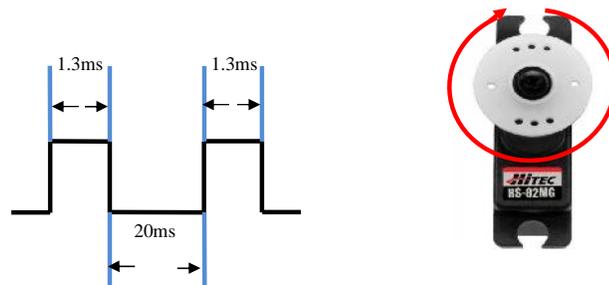
**Gambar 2.10** Arah Putaran Motor Servo Standar

#### 2.5.2.2 Motor Servo *Continuous*

Prinsip kerja dari motor servo *continuous* sedikit berbeda dari motor servo standar. Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai *delay* yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi *center*, berikan pulsa 1.5ms dan untuk pemberian pulsa  $\leq 1.3$ ms motor servo akan berputar searah jarum jam dengan besar putaran sumbu ditentukan oleh besar pulsa *on* pada motor sedangkan untuk membuat motor servo *continuous* berputar berlawanan dengan arah jarum jam dapat memberikan pulsa  $> 1.7$ ms dan dengan besar pulsa *on* yang digunakan, dapat menentukan besar putaran untuk berlawanan dengan arah jarum jam. Pada gambar 2.9 merupakan teknik PWN (*Pulse width modulation*) pada motor servo *continuous* yang bergerak dua arah yaitu searah jarum jam dan berlawanan dengan arah jarum jam tanpa adanya batasan *defleksi* sudut putar (Dapat berputar secara kontinyu sehingga motor bisa berputar  $360^\circ$ )



(a)



(b)

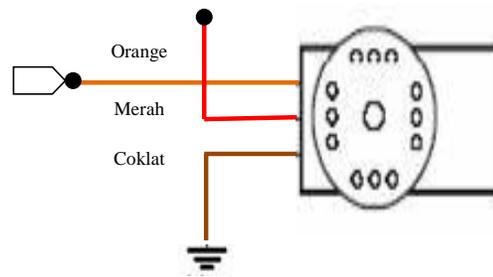
**Gambar 2.11** Arah Putaran Motor Servo *Continuous*

### 2.5.2.3 Konstruksi Motor Servo

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

Motor servo memiliki 3 kabel yaitu *orange* sebagai I/O pin, merah sebagai Vcc dan coklat sebagai *ground*. Dengan demikian kita dapat mengontrol motor servo melalui kabel I/O yang berwarna *orange*.

Pada gambar 2.10 dibawah ini merupakan pin-pin dan pengkabelan dari motor servo yang dihubungkan pada rangkaian pengontrol dan rangkaian regulator.



**Gambar 2.12** Pin Pengkabel pada Motor Servo

Didalam sebuah motor servo terdapat beberapa karakteristik, yaitu :

- Sinyal control mengendalikan posisi
- Operasional dari motor servo dikendalikan oleh pulsa sebesar 20ms, dimana lebar pulsa antara 20 $\mu$ s dan 100 $\mu$ s menyatakan akhir dari *range* sudut maksimum.
- Konstruksi didalamnya meliputi *internal gear*, potensiometer dan *feedback control*.

#### 2.5.2.4 Prinsip Kerja Motor Servo

Dalam hal ini pemberian pulsa dari mikrokontroler ke motor servo tidak memerlukan rangkaian *driver* tambahan, karena di dalam sebuah motor servo sudah terdapat *internal gear* dan rangkaian *driver* yang memungkinkan servo dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler.

Seperti yang telah kita ketahui sebelumnya pemberian besar pulsa dari mikrokontroler menentukan besar sudut yang harus dilakukan oleh motor servo. Pengaturan sudut motor servo diperlukan untuk mengetahui gerakan dari motor servo dan pulsa yang harus diberikan ke motor servo dalam penggerakan ke kanan atau kekiri. Dari pulsa yang kita berikan kita dapat melihat gerakan dari motor servo.

Motor servo dikendalikan dengan cara mengirimkan sebuah pulsa yang lebar pulsanya bervariasi. Pulsa tersebut dimasukkan melalui kabel kontrol motor

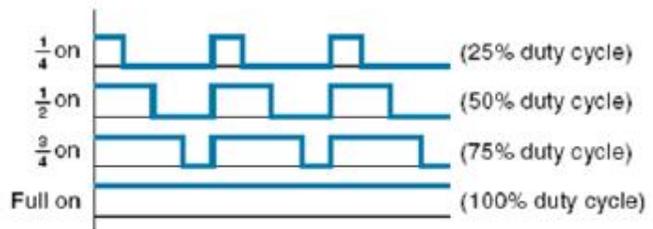
servo. Sudut atau posisi *shaft* motor servo akan diturunkan dari lebar pulsa. Biasanya lebar pulsa anatar 20 $\mu$ s sampai 100 $\mu$ s dengan periode pulsa sebesar 20ms.

Lebar pulsa akan mengakibatkan perubahan posisi pada servo. Misalnya sebuah pulsa 50 $\mu$ s akan memutar motor pada posisi 90° (posisi netral). Agar posisi servo tetap pada posisi ini, maka pulsa harus diberikan pada servo. Jadi meskipun ada gaya yang melawan, servo akan tetap bertahan pada posisinya. Gaya maksimum servo tergantung dari rentang torsi servo.

Ketika sebuah pulsa yang dikirim ke servo kurang dari 50 $\mu$ s, servo akan berputar *counterclockwise* menuju ke posisi tertentu dari posisi netral. Jika pulsa yang dikirim lebih dari 50 $\mu$ s, servo akan berputar *clockwise* menuju ke posisi tertentu dari posisi netral. Setiap servo memiliki spesifikasi lebar pulsa minimum dan maksimum sendiri-sendiri, tergantung jenis dan merk servo. Umumnya antara 20 $\mu$ s sampai 100 $\mu$ s. (Abdiakmar, Makruf. 2013)

## **2.6 Pulse Width Modulation (PWM)**

*Pulse Width Modulation* (PWM) merupakan pendekatan pengontrolan torsi dan kecepatan motor DC yang berbeda dengan teknik lainnya. Daya disuplai ke motor dalam bentuk sinyal gelombang persegi yang amplitudanya konstan tetapi lebar pulsanya atau *duty cycle* berubah-ubah. *Duty cycle* adalah persentasi waktu pulsa *high* terhadap perioda pulsa. Gambar 2.13 menunjukkan bentuk gelombang untuk empat kecepatan berbeda. Untuk kecepatan yang paling rendah (lambat), daya disuplai pada seperempat waktu siklus (*duty cycle* 25%). Untuk *duty cycle* 50% (daya pada separuh waktu), motor akan berputar pada kecepatan setengah dan seterusnya. Pada praktisnya, faktor nonlinear menyebabkan motor berputar lebih lambat dari proporsi yang seharusnya. Banyak mikrokontroler yang dilengkapi dengan pembangkit PWM dan pada umumnya orang pada mulanya berfikir menggunakan ini untuk membangkitkan sinyal kontrol. Sayangnya dalam realitasnya tidak cocok.



**Gambar 2.13** Bentuk Gelombang PWM

Masalahnya adalah kita perlu pulsa pendek akurat yang relatif kemudian *delay* yang panjang, dan umumnya anda hanya mempunyai satu pembangkit PWM yang di-*share* antara beberapa servomotor yang akan memerlukan komponen-komponen *switching* di luar mikrokontroler dan membuat hardware menjadi kompleks.

Pembangkit PWM didesain untuk membangkitkan pulsa akurat dengan *duty cycle* antara 0% dan 100%, tetapi kita memerlukan dalam orde 5% sampai 10% (1ms/20ms sampai 2ms/20ms). Jika sebuah pembangkit PWM *typical* 8 atau 10 bit, maka kita hanya dapat menggunakan sebagian kecil bit ini untuk membangkitkan lebar pulsa yang kita perlukan dan juga kita akan kehilangan akurasi yang besar. (Syahrul, Universitas Komputer Indonesia)

## 2.7 Kamera

Kamera adalah alat paling populer dalam aktivitas fotografi. Nama ini didapat dari *camera obscura*, bahasa latin untuk “ruang gelap”, yang belum dilengkapi dengan film untuk menangkap gambar atau bayangan. ([www.wikipedia.org/kamera](http://www.wikipedia.org/kamera))

Sebuah kamera minimal terdiri atas :

1. Kotak yang kedap cahaya (badan kamera)
2. Sistem lensa
3. Pemantik potret
4. Pemutar film

Kamera merupakan sebuah perangkat yang digunakan dalam pembuatan alat sistem keamanan. Kualitas kamera akan mempengaruhi hasil gambar yang didapat, seperti gambar 2.14 gambar fisik dari kamera type JMK JK 307A. Fungsi utama dari sebuah kamera adalah mengubah bayangan optik menjadi sederetan sinyal-sinyal listrik.



**Gambar 2.14** Kamera JMK JK-307A

Kamera memiliki bermacam-macam jenis, kamera dapat dilihat dari segi reproduksi gambarnya terdiri dari kamera hitam putih dan kamera berwarna. Dilihat dari segi operasionalnya terdiri dari kamera EEP (*Electronic Field Production*) dan kamera ENG (*Electronic News Gathering*), sedangkan dilihat dari prosesnya kamera juga dibagi menjadi kamera elektronik dan kamera film. Kamera elektronik menangkap bayangan semu dari suatu objek untuk menjadi sinyal listrik, sedangkan kamera film menangkap bayangan objek untuk direkam dalam bentuk sebuah film. ( Muhammad Ulil Albab, Politeknik Negeri Sriwijaya 2013)

### **2.8 Metal Detector**

Secara umum detektor adalah peranti untuk mengetahui sesuatu yang tersembunyi seperti logam dalam tanah ataupun didalam air, yang tidak tampak

oleh indera manusia seperti radiasi dan pancaran partikel yang terlalu jauh untuk di lihat oleh indera manusia.

*Metal detector* adalah alat yang bergerak diaplikasikan baik mendeteksi ranjau di dalam tanah, mendeteksi senjata di bandara, pendeteksi logam oleh ahli geologi, atau untuk para pencari emas harta karun. (Sanjaya, Mada WS, Ph.D, 2013)

*Metal detector* adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi semua jenis metal. Cara kerjanya adalah dengan menggunakan gelombang electromagnet, umumnya *metal detector* yang sering digunakan untuk tujuan pengamanan menggunakan frekuensi sangat rendah atau teknologi VLF (*Very Low Frequency*). Prinsip kerja *metal detector* adalah gelombang electromagnet yang membentuk medan electromagnet pada satu atau beberapa koil. Ada beberapa buah koil yang dimanfaatkan sebagai pemancar gelombang dan penerima gelombang, dimana pada kondisi standart, gelombang yang diterima mempunyai standart tertentu dan ini yang biasa disebut *balance* pada *metal detector*. Jika benda logam melewati metal detector, maka gelombang yang ada menjadi terganggu dan standart wave analyzer akan memberitahukan bahwa ada ketidak seimbangan gelombang. *Metal detector* memberitahu kita bahwa ada benda bersifat logam yang lewat. ([www.metaldetectorindonesia.com](http://www.metaldetectorindonesia.com))