

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kereta api**

Kereta api adalah bentuk transportasi rel yang terdiri dari serangkaian kendaraan yang didorong sepanjang jalur kereta api untuk mengangkut kargo atau penumpang. Gaya gerak disediakan oleh lokomotif yang terpisah atau motor individu dalam beberapa unit. Meskipun propulsi historis mesin uap mendominasi, bentuk-bentuk modern yang paling umum adalah mesin diesel dan listrik lokomotif, yang disediakan oleh kabel overhead atau rel tambahan. Sumber energi lain termasuk kuda, tali atau kawat, gravitasi, pneumatik, baterai, dan turbin gas. Rel kereta api biasanya terdiri dari dua, tiga atau empat rel, dengan sejumlah monorel dan guideways maglev dalam campuran. Kata '*train*' berasal dari bahasa Perancis Tua *trahiner*, dari bahasa Latin *trahere* 'tarik, menarik'. (PT. KAI, 2007)

##### **2.1.1. Lokomotif**



**Gambar 2.1** Lokomotif

Lokomotif adalah bagian dari rangkaian kereta api di mana terdapat mesin untuk menggerakkan kereta api. Biasanya lokomotif terletak paling depan dari rangkaian kereta api. Operator dari lokomotif disebut masinis. Masinis menjalankan kereta api berdasarkan perintah dari pusat pengendali perjalanan kereta api melalui sinyal yang terletak di pinggir jalur rel. (PT. KAI, 2007)

### 2.1.2. Dipo Lokomotif



**Gambar 2.2.** Dipo lokomotif

Dipo lokomotif adalah tempat menyimpan, menyiapkan, melakukan pemeriksaan, memelihara, dan perbaikan ringan agar lokomotif siap untuk melakukan tugasnya menarik rangkaian kereta api. Untuk melakukan semua kegiatan itu, dipo dilengkapi dengan bangunan, jalan rel khusus untuk pemeliharaan dan pencucian, gudang persediaan suku cadang atau komponen, fasilitas pendukung, dan pegawai pengelola dipo. (PT. KAI, 2007)

## 2.2. Mikrokontroler ATmega 8535

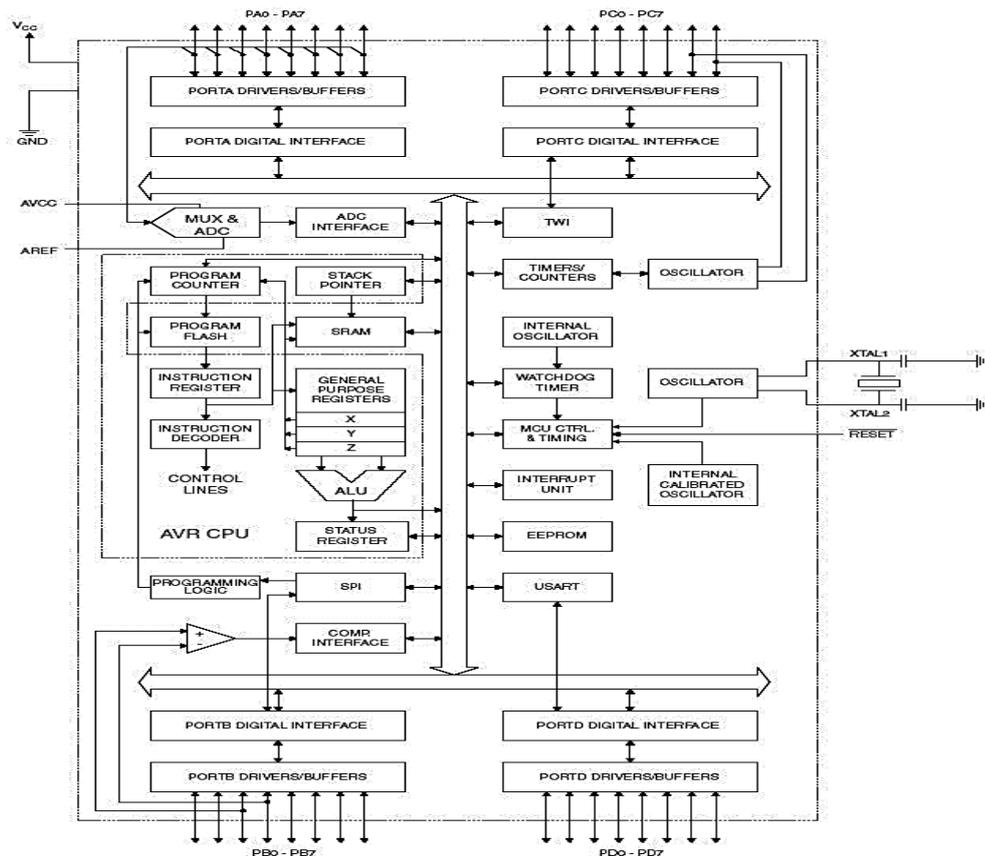
Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi *clock*. Dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 *clock*. Atmega 8535 merupakan *chip* IC keluaran ATMEL yang termasuk golongan *single chip microcontroller*, dimana semua rangkaian termasuk I/O dan memori tergabung dalam satu bentuk IC. (Bejo, 2008)

### 2.2.1. Diagram Blok ATmega 8535

Ada 3 jenis tipe AVR yaitu AT Tiny, AVR klasik, AT Mega. Perbedaannya hanya pada fasilitas dan I/O yang tersedia serta fasilitas lain seperti ADC, EEPROM dan lain sebagainya. ATmega 8535 merupakan salah satu tipe AVR yang memiliki

teknologi RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz membuat ATmega8535 lebih cepat bila dibandingkan dengan varian MCS 51. (Bejo, 2008)

engan fasilitas yang lengkap tersebut menjadikan ATmega8535 sebagai mikrokontroler yang *powerfull*. Adapun blok diagramnya adalah sebagai berikut seperti terlihat pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3.** Diagram blok ATmega 8535 (sumber : *datasheet* ATmega 8535)

1. Saluran I / O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah Timer / Counter dengan kemampuan perbandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
5. Watchdog Timer dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 512 byte.
7. Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan Read While Write.
8. Unit interupsi internal dan eksternal

9. Port antarmuka SPI.
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
11. Antarmuka komparator analog.
12. Port USART untuk komunikasi serial.

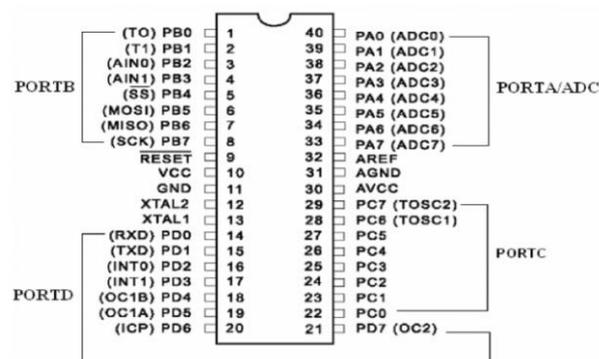
### 2.2.2. Fitur ATmega 8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki beberapa fitur diantaranya sebagai berikut:

1. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Kapabilitas memori flash 8KB, SRAM sebesar 512 byte, dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte.
3. ADC internal dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 saluran.
4. Portal komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
5. Enam pilihan *mode sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

### 2.2.3. Konfigurasi Pin ATmega8535

IC Atmega 8535 ada 2 jenis yaitu jenis PDIP (berbentuk balok) dan jenis TQFP/MLF (berbentuk kotak) yang pada dasarnya memiliki fasilitas yang sama, hanya saja memiliki bentuk yang berbeda sehingga letak kaki-kaki IC berbeda mengikuti bentuknya. Gambar 2.6. berikut ini merupakan konfigurasi pin mikrokontroler ATmega8535. (Bejo, 2008)



**Gambar 2.4.** Konfigurasi Pin ATmega8535

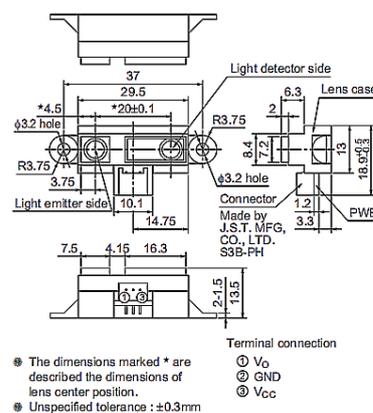
Dari Gambar 2.4. diatas dapat dilihat ada 40 pin IC yang Secara fungsional konfigurasi pin tersebut sebagai berikut :

- VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
- GND merupakan pin ground.
- Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
- Port B (PB0.. PB7) merupakan pin I / O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*,komparator *analog*,dan *SPI*.
- Port C (PC0.. PC7) merupakan pin I / O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *TWI*, komparator *analog* dan *timer Oscillator*.
- Port D (PD0.. PD7) merupakan pin I / O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator *analog*, interupsi eksternal, dan Komunikasi *serial*.
- *RESET* merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
- XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* ekstenal.
- AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- AREF merupakan pin masukan tegangan Referensi ADC.

(Bejo, 2008)

### 2.3. Sensor Jarak GP2D12

GP2D12 adalah sensor untuk mengukur jarak suatu obyek dengan menggunakan media infra merah. Sensor ini mengeluarkan sinyal analog dan mampu mengukur jarak pada rentang 10 cm sampai dengan 80 cm. Konfigurasi sensor GP2D12 dapat dilihat dalam Gambar 2.5 di bawah ini.



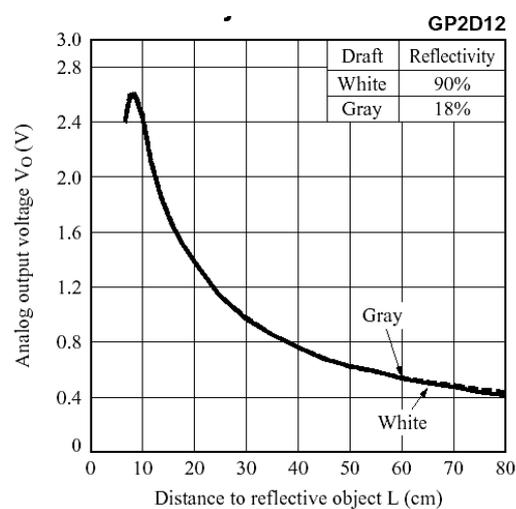
**Gambar 2.5.** Konfigurasi sensor GP2D12

Berikut adalah fitur-fitur yang dimiliki oleh sensor GP2D12:

1. keluaranya berupa sinyal analog,
2. pembacaan efektif mulai dari 10 cm s.d 80 cm,
3. konsumsi tegangan 5 Vdc,
4. konsumsi arus 33 mA s.d 50 mA,
5. hampir tidak terpengaruh oleh warna yang terdeteksi.

Sensor ini terdiri satu buah pemancar (*transciever*) dan satu buah penerima (*reciever*). Keluaran sensor ini bersifat tidak linier yang dapat dilihat dari bentuk gelombang keluaranya. Tegangan keluaran hasil proses pengukuran adalah tegangan analog. Pada jarak 10 cm tegangan keluaran sebesar 2,4 Vdc dan akan terus turun sampai 0.4 Vdc pada jarak 80 cm. Gambar 2.6 merupakan gambar karakteristik keluaran sensor GP2D12.

Sensor infra merah menggunakan media cahaya dalam hal pengukuran posisi obyek. Frekuensi cahaya infra merah berada pada rentang daerah frekuensi 1011Hz sampai dengan 1014 Hz. Prinsip kerja sensor adalah mula-mula cahaya infra merah dipancarkan oleh *tranciever* secara terus menerus. Setelah mengenai obyek, cahaya akan dipantulkan kembali dan hasil pantulannya akan diterima oleh susunan detektor infra merah (*reciever*). Sudut pantul cahaya infra merah akan berubah sesuai dengan perubahan jarak sensor terhadap obyek.



**Gambar 2.6.** Karakteristik keluaran sensor GP2D12

Dalam aplikasi yang menggunakan mikrokontroler sebagai pengolah data, sinyal keluaran analog tidak dapat langsung digunakan. Ini disebabkan sinyal I/O yang diproses dalam mikrokontroler adalah sinyal digital. Maka sinyal keluaran analog harus terlebih dahulu diubah kedalam sinyal digital dengan menggunakan komponen *analog to digital converter* (ADC). (Micromega, 2005)

#### **2.4 Motor Stepper**

*Motor stepper* adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. (Supardi, 2012)

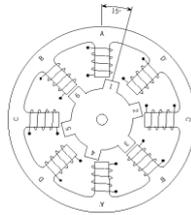
Keunggulannya antara lain adalah:

1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
2. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak
3. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran)
5. Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC
6. Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya
7. Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

Pada dasarnya terdapat 3 tipe motor stepper yaitu:

1. Motor stepper tipe *Variable reluctance* (VR)

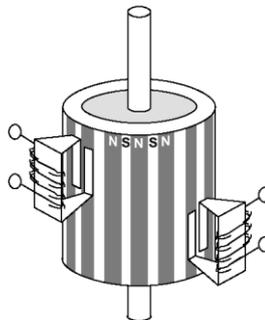
Motor stepper jenis ini telah lama ada dan merupakan jenis motor yang secara struktural paling mudah untuk dipahami. Motor ini terdiri atas sebuah rotor besi lunak dengan beberapa gerigi dan sebuah lilitan stator. Ketika lilitan stator diberi energi dengan arus DC, kutub-kutubnya menjadi termagnetasi. Perputaran terjadi ketika gigi-gigi rotor tertarik oleh kutub-kutub stator. Berikut ini adalah penampang melintang dari motor stepper tipe *variable reluctance* (VR):



**Gambar 2.7.** Penampang melintang dari motor stepper tipe *variable reluctance* (VR)

## 2. Motor stepper tipe *Permanent Magnet* (PM)

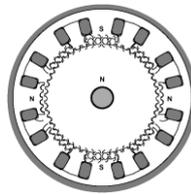
Motor stepper jenis ini memiliki rotor yang berbentuk seperti kaleng bundar (*tin can*) yang terdiri atas lapisan magnet permanen yang diselang-seling dengan kutub yang berlawanan (perhatikan gambar 2.9). Dengan adanya magnet permanen, maka intensitas fluks magnet dalam motor ini akan meningkat sehingga dapat menghasilkan torsi yang lebih besar. Motor jenis ini biasanya memiliki resolusi langkah (*step*) yang rendah yaitu antara 7,50 hingga 150 per langkah atau 48 hingga 24 langkah setiap putarannya. Berikut ini adalah ilustrasi sederhana dari motor stepper tipe *permanent magnet*:



**Gambar 2.8.** Ilustrasi sederhana dari motor stepper tipe *permanent magnet* (PM)

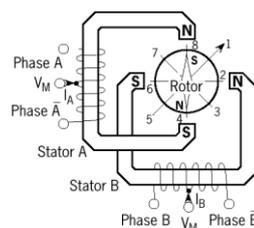
### 3. Motor *stepper* tipe *Hybrid* (HB)

Motor *stepper* tipe hibrid memiliki struktur yang merupakan kombinasi dari kedua tipe motor *stepper* sebelumnya. Motor *stepper* tipe hibrid memiliki gigi-gigi seperti pada motor tipe VR dan juga memiliki magnet permanen yang tersusun secara aksial pada batang porosnya seperti motor tipe PM. Motor tipe ini paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena kinerja lebih baik. Motor tipe hibrid dapat menghasilkan resolusi langkah yang tinggi yaitu antara 3,60 hingga 0,90 per langkah atau 100-400 langkah setiap putarannya. Berikut ini adalah penampang melintang dari motor *stepper* tipe hibrid:



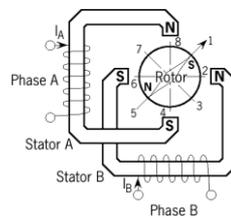
**Gambar 2.9.** Penampang melintang dari motor *stepper* tipe *hybrid*

Berdasarkan metode perancangan rangkain pengendalinya, motor *stepper* dapat dibagi menjadi jenis unipolar dan bipolar. Rangkaian pengendali motor *stepper* unipolar lebih mudah dirancang karena hanya memerlukan satu switch / transistor setiap lilitannya. Untuk menjalankan dan menghentikan motor ini cukup dengan menerapkan pulsa digital yang hanya terdiri atas tegangan positif dan nol (*ground*) pada salah satu terminal lilitan (*wound*) motor sementara terminal lainnya dicatu dengan tegangan positif konstan ( $V_M$ ) pada bagian tengah (*center tap*) dari lilitan (perhatikan gambar 2.8).



**Gambar 2.10.** Motor *stepper* dengan lilitan *unipolar*

Untuk motor stepper dengan lilitan bipolar, diperlukan sinyal pulsa yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya. Jadi pada setiap terminal lilitan (A & B) harus dihubungkan dengan sinyal yang mengayun dari positif ke negatif dan sebaliknya (perhatikan gambar 2.9). Karena itu dibutuhkan rangkaian pengendali yang agak lebih kompleks daripada rangkaian pengendali untuk motor unipolar. Motor stepper bipolar memiliki keunggulan dibandingkan dengan motor stepper unipolar dalam hal torsi yang lebih besar untuk ukuran yang sama.

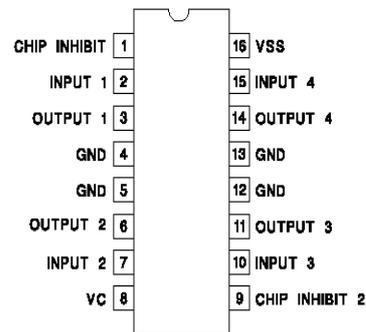


**Gambar 2.11.** Motor stepper dengan lilitan bipolar

## 2.5 Perangkat *H-Bridge*

Rangkaian dasar yang biasa digunakan untuk menggerakkan motor DC dikenal dengan nama rangkaian *H-Bridge*, rangkaian ini digunakan jika motor akan digerakkan dalam dua arah. *H-Bridge* adalah suatu rangkaian elektronik yang memungkinkan motor DC dapat berputar ke depan (*forward*) atau ke belakang (*backward*). *H-Bridge* tersedia dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC) atau dapat dirangkai sendiri dari komponen-komponen elektronika. Saat ini IC penggerak motor DC sudah banyak beredar dipasaran, diantaranya L293D, L298, UCN 2998, dan lain-lain.

Pemilihan tipe IC (*chip*) yang digunakan berdasarkan nilai tegangan dan arus motor yang mampu dikendalikannya. Untuk motor kecil ( $< 600$  mA), salah satu *driver* tersebut yaitu L293D, sedangkan kebutuhan arus motor yang lebih besar ( $< 4$  A) dapat digunakan L298. IC L293D berisi empat *driver* H berarus tinggi. IC tersebut didesain guna menyediakan pengatur (*driver*) arus listrik secara dua arah (*bidirectional*) hingga mencapai lebih dari 1 A pada tegangan dari 4.5 V sampai dengan 36 V. Gambar skematis *pin-pin* pada IC L298 yang ditunjukkan pada gambar 2.12.



**Gambar 2.12.** Konfigurasi *Pin Driver* Motor (L298)

Pada IC L298 dapat digunakan untuk mengendalikan dua motor sekaligus, yang dikendalikan yaitu kecepatan putar (dengan PWM) dan arah putar. Sinyal PWM yang berasal dari mikrokontroler menjadi masukkan kaki EN (*Enable*) L298, sedangkan IN1 dan IN2 mendapat masukkan sumber tetap.

Namun, jika dikehendaki, dapat mengendalikannya dengan kontroler, maka perlu menghubungkan ke mikrokontroler. Jadi, secara ideal, sebuah motor membutuhkan 3 pin I/O mikrokontroler. Adapun tabel kebenaran L298 terdapat pada tabel 2.1.

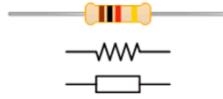
(Supardi, 2012)

**Tabel 2.1** Tabel Kebenaran L298

EN ( <i>Enable</i> )	IN1	IN2	Fungsi
1	1	0	Putar Kanan
1	0	1	Putar Kiri
1	0	0	Henti Segera
1	1	1	Henti Segera
0	X	x	Henti Lambat

## 2.6 Resistor

Resistor (hambatan) adalah komponen elektronika yang selalu digunakan dalam setiap rangkaian elektronika karena berfungsi sebagai pengatur arus listrik. Satuan hambatan adalah ohm. Yang menemukan adalah George Simon Ohm seorang ahli fisika berkebangsaan Jerman. Resistor dapat dilihat pada Gambar 2.13.



**Gambar 2.13.** Resistor

Sebuah hambatan mempunyai cincin sebanyak lima yaitu cincin pertama, cincin kedua, cincin ketiga (*multiplier*), cincin keempat (toleransi) dan cincin kelima (kualitas). Untuk penjelasan tentang warna dan nilai dari warna-warna pada resistor di tunjukan pada table 2.1.

(Malvino, 1994)

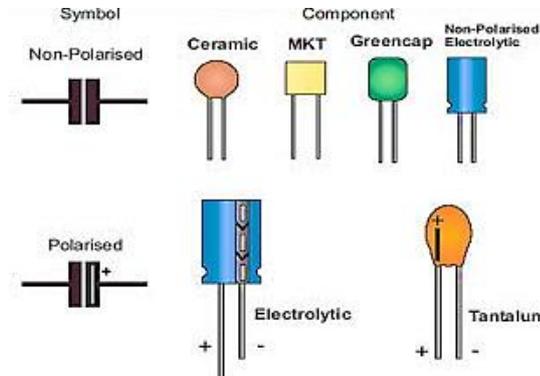
**Tabel 2.2** Tabel warna dan nilai resistor

Warna	Gelang 1	Gelang 2	Gelang 3	Multiplier	Toleransi
Hitam	0	0	0	1 $\Omega$	
Coklat	1	1	1	10 $\Omega$	$\pm 1\%$ (F)
Merah	2	2	2	100 $\Omega$	$\pm 2\%$ (G)
Jingga	3	3	3	1K $\Omega$	
Kuning	4	4	4	10K $\Omega$	
Hijau	5	5	5	100K $\Omega$	$\pm 0.5\%$ (D)
Biru	6	6	6	1M $\Omega$	$\pm 0.25\%$ (C)
Ungu	7	7	7	10M $\Omega$	$\pm 0.10\%$ (B)
Abu-abu	8	8	8		$\pm 0.5\%$
Putih	9	9	9		
Emas					$\pm 5\%$ (J)
Perak					$\pm 10\%$ (K)

## 2.7 Kapasitor

Kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara

vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Bentuk kapasitor dapat dilihat pada Gambar 2.14.

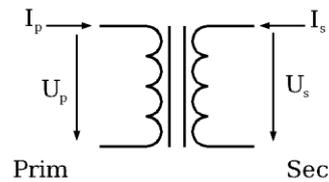


**Gambar 2.14.** Kapasitor

Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan terkumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutup negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutup positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujungnya. (Malvino, 1994)

## 2.8 Transformator

Transformator atau yang lebih dikenal dengan nama trafo adalah suatu alat elektronik yang memindahkan energi dari satu sirkuit elektronik ke sirkuit yang lainnya melalui pasangan magnet. Trafo mempunyai dua bagian, yaitu bagian input (primer) dan bagian output (sekunder). Pada bagian primer ataupun bagian sekunder terdiri dari lilitan-lilitan tembaga. Pada bagian primer, tegangan yang masuk disebut dengan tegangan primer ( $V_p$ ) dengan lilitan yang disebut dengan lilitan primer ( $N_p$ ), sedangkan pada bagian sekunder ( $V_s$ ) dengan lilitannya disebut dengan lilitan sekunder ( $N_s$ ). Gambar 2.17 merupakan gambar transformator.



**Gambar 2.15.** Transformator

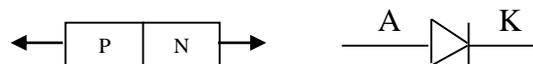
Trafo juga memiliki 2 jenis antara lain :

1. Trafo *step down* digunakan untuk menurunkan tegangan
2. Trafo *step up* digunakan untuk menaikkan tegangan

(Malvino, 1994)

## 2.9 Dioda

Dioda adalah komponen semikonduktor yang paling sederhana, ia terdiri atas dua elektroda yaitu *katoda* dan *anoda*. Susunan dan simbol dioda dapat dilihat pada Gambar 2.18.



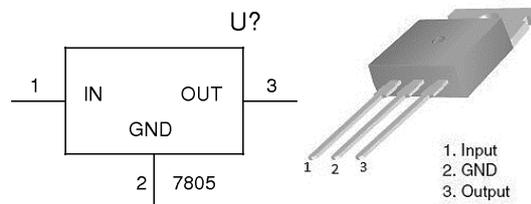
**Gambar 2.16.** Susunan dan simbol dioda

Ujung badan dioda biasanya diberi bertanda, berupa gelang atau berupa titik, yang menandakan letak katoda. Dioda hanya bisa dialiri arus DC searah saja, pada arah sebaliknya arus DC tidak akan mengalir. Apabila dioda silikon dialiri arus AC ialah arus listrik dari PLN, maka yang mengalir hanya satu arah saja sehingga arus output dioda berupa arus DC. Bila anoda diberi potensial positif dan katoda negatif, dikatakan dioda diberi *forward bias* dan bila sebaliknya, dikatakan dioda diberi *reverse bias*. Pada *forward bias*, perbedaan *voltage* antara katoda dan anoda disebut *threshold voltage* atau *knee voltage*. Besar *voltage* ini tergantung dari jenis diodanya, bisa 0.2V, 0.6V dan sebagainya. Bila dioda diberi reverse bias (yang beda voltagenya tergantung dari tegangan catu) tegangan tersebut disebut *tegangan terbalik*.

Tegangan terbalik ini tidak boleh melampaui harga tertentu, harga ini disebut *breakdown voltage*, misalnya dioda type 1N4001 sebesar 50V. Dioda jenis germanium misalnya type 1N4148 atau 1N60 bila diberikan forward bias dapat meneruskan getaran frekuensi radio dan bila *forward* bias dihilangkan, akan memblok getaran frekuensi radio tersebut. (Malvino, 1994)

## 2.10 IC Regulator LM7805

IC LM7805 merupakan komponen yang digunakan untuk meregulasi tegangan untuk memperoleh keluaran sebesar  $\pm 5$  volt. IC ini memiliki 3 buah kaki yaitu kaki *input*, *common*, dan *output*. Gambar 2.19 merupakan IC LM7805.



**Gambar 2.17.** IC LM7805

Meskipun IC LM7805 dirancang terutama untuk output tegangan tetap sebesar 5 volt, IC ini juga memungkinkan untuk digunakan oleh komponen *eksternal* agar mendapatkan output tegangan DC sebesar 5V, 6V, 8V, 9V, 10V, 12V, 15V, 18V, 20V, dan 24V. (Malvino, 1994)

## 2.11 Bahasa Pemrograman C

Bahasa program adalah suatu bahasa ataupun suatu tata cara yang dapat digunakan oleh manusia (*programmer*) untuk berkomunikasi secara langsung dengan komputer. Dalam perancangan perangkat lunak alat ini, program yang digunakan adalah pemrograman bahasa C. Bahasa C adalah bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada di antara bahasa beraras rendah dan beraras tinggi. Bahasa beraras rendah artinya bahasa yang berorientasi pada mesin, sedangkan beraras tinggi berorientasi pada manusia. Bahasa beraras rendah misalnya assembler, ditulis dengan sandi yang hanya dimengerti oleh mesin sehingga hanya digunakan bagi yang memprogram mikroprosesor. Bahasa beraras tinggi relatif

mudah digunakan karena ditulis dengan bahasa manusia sehingga mudah dimengerti dan tidak tergantung mesinnya. Bahasa beraras tinggi umumnya digunakan pada komputer.

Program Bahasa C tidak mengenal aturan penulisan dikolom tertentu sehingga bisa dimulai dari kolom manapun. Namun demikian untuk mempermudah pembacaan program dan keperluan dokumentasi sebaiknya penulisan bahasa C diatur sedemikian rupa sehingga mudah dan enak di baca. Program dalam bahasa C selalu berbentuk fungsi seperti ditunjukkan main ( ). Program yang dijalankan berada dalam tubuh program dan dimulai dengan tanda kurung buka { dan diakhiri dengan kurung tutup }. Semua yang tertulis di dalam tubuh program disebut blok.

Tanda () digunakan untuk mengapit *argument* suatu fungsi. Argumen adalah suatu nilai yang akan digunakan dalam fungsi tersebut. Dalam fungsi main tidak ada argument sehingga tak ada data dalam (). Yang merupakan perintah dan harus dikerjakan oleh prosesor. Setiap pernyataan diakhiri tanda titik koma;. Baris pertama `#include <...>` bukanlah pernyataan sehingga tak diakhiri tanda titik koma (;). Baris tersebut meminta *compiler* untuk menyertakan file yang namanya ada di antara tanda `<...>` dalam proses kompilasi. File-file ini (berekstensi.h) berisi deklarasi fungsi ataupun *variable*. File ini disebut *header* dan digunakan semacam perpustakaan untuk pernyataan yang ada di tubuh program.

### a) Tipe Data

Tipe data merupakan bagian program paling penting karena mempengaruhi setiap instruksi yang akan dilaksanakan oleh komputer. Tipe-tipe data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3

**Tabel 2.3** Tipe-tipe data

<b>Tipe Data</b>	<b>Ukuran</b>	<b>Jangkauan Nilai</b>
Bit	1 bit	0 atau 1
Char	1 byte	-128 s/d 225
Unsigned Char	1 byte	0 s/d 225
Signed Char	1 byte	-128 s/d 127

Int	2 byte	-32.768 s/d 32.767
Short Int	2 byte	-32.768 s/d 32.767
Unsigned Int	2 byte	0 s/d 65.535
Signed Int	2 byte	-32.768 s/d 32.767
Long Int	4 byte	-2.147.483.648 s/d 2.147.483.647
Unsigned Long Int	4 byte	0 s/d 4.294.967.295
Signed Long Int	4 byte	-2.147.483.648 s/d 2.147.483.647
Float	4 byte	$1.2 \cdot 10^{-38}$ s/d $3.4 \cdot 10^{+38}$
Double	4 byte	$1.2 \cdot 10^{-38}$ s/d $3.4 \cdot 10^{+38}$

### b) Konstanta

Konstanta merupakan suatu nilai yang tidak dapat diubah selama proses program berlangsung. Konstanta nilainya selalu tetap dan harus didefinisikan terlebih dahulu di awal program. Kemudian konstanta dapat bernilai *integer*, pecahan, karakter, dan *string*.

### c) Variabel

Variabel adalah suatu pengenalan yang digunakan untuk mewakili nilai tertentu dalam proses program. Berbeda dengan konstanta yang nilainya selalu tetap, nilai suatu variabel bisa di ubah-ubah sesuai kebutuhan. Namun suatu variabel dapat ditentukan sendiri oleh program dengan aturan sebagai berikut:

1. Terdiri atas gabungan huruf dan angka dengan karakter pertama harus berupa huruf.
2. Tidak boleh mengandung spasi
3. Tidak boleh mengandung simbol khusus kecuali garis bawah
4. Panjangnya bebas, tetapi hanya 32 karakter pertama yang terpakai

#### d) Deklarasi Variabel

Bentuk umum pendeklarasian suatu variabel adalah: Nama\_tipe nama\_variabel. Contohnya:

1. Int x; // Deklarasi x bertipe integer
2. Char y, huruf, nim[10]; // deklarasi variabel bertipe char
3. Float nilai; // deklarasi variabel bersifat float
4. Double beta; // deklarasi variabel bertipe double
5. Int array[5][4]; // deklarasi array bertipe integer
6. Char \*p; // deklarasi pointer p bertipe char

#### e) Deklarasi Constanta

Dalam bahasa C konstanta dideklarasikan menggunakan *preprocessor* #define. Contohnya:

```
#define PH 3.14
#define nama "muttakin"
```

#### f) Deklarasi Fungsi

Fungsi merupakan bagian terpisah dari program dan dapat diaktifkan atau dipanggil di mana pun dalam program. Ada fungsi dalam bahasa C yang sudah disediakan sebagai fungsi pustaka, seperti printf(), scanf(), dan getch(). Kemudian fungsi tersebut tidak perlu dideklarasikan untuk menggunakannya.

Fungsi yang perlu dideklarasikan terlebih dahulu adalah fungsi yang dibuat oleh programmer. Bentuk umum deklarasi sebuah fungsi adalah:

Tipe\_fungsi nama\_fungsi(parameter\_fungsi); contohnya:

1. Float luas\_lingkaran(int jari);
2. Void tampil();
3. Int tambahan(int x, int y);

#### g) Operasi Aritmatika

Bahasa C menyediakan lima operator aritmatika yaitu:

1. .\* : untuk perkalian

2. / : untuk pembagian
3. % : untuk sisa pembagian (modulus)
4. + : untuk penjumlahan
5. - : untuk pengurangan

#### **h) Operasi Logika**

Jika operator hubungan membandingkan hubungan antara dua *operand* maka operator logika digunakan untuk membandingkan logika hasil operator-operator hubungan. Operator logika ada tiga macam yaitu:

1. && : Logika AND (dan)
2. || : Logika OR (atau)
3. ! : Logika NOT (ingkaran)

Operasi AND akan bernilai benar jika dua ekspresi bernilai benar. Operasi OR akan bernilai benar jika dan hanya jika salah satu ekspresinya bernilai benar. Sementara operasi NOT menghasilkan nilai benar jika ekspresinya bernilai salah, dan akan bernilai salah jika ekspresinya bernilai benar.

#### **i) Komentar Program**

Komentar program hanya diperlukan untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman suatu program (untuk keperluan dokumentasi program). Dengan kata lain, komentar program hanya merupakan keterangan atau penjelasan program. Cara memberikan komentar atau penjelasan dalam bahasa C adalah menggunakan pembatas /\* dan \*/ atau menggunakan tanda // untuk komentar yang hanya terdiri atas satu baris. Komentar program tidak akan ikut diproses dalam program (akan diabaikan). Contoh pertama:

```
// program ini dibuat oleh.....
```

Dibelakang tanda // tak akan diproses dalam kompilasi. Tanda ini hanya untuk satu baris kalimat.

Contoh kedua:

```
/** program untuk memutar motor DC atau motor stepper */
```

Bentuk ini berguna kalau pernyataannya berupa kalimat panjang sampai beberapa baris.

### 2.12 *CodeVision AVR*

*CodeVisionAVR* merupakan sebuah *cross compiler C*, *Integrated Development Environment (IDE)*, dan *Automatic Program Generator* yang didesain untuk mikrokontroler buatan Atmel seri AVR. *CodeVisionAVR* dapat dijalankan pada sistem operasi Windows 95, 98, Me, NT4, 2000, dan XP.

*Cross-compiler C* mampu menerjemahkan hampir semua perintah dari bahasa ANSI C, sejauh yang diijinkan oleh arsitektur dari AVR, dengan tambahan beberapa fitur untuk mengambil kelebihan khusus dari arsitektur AVR dan kebutuhan pada sistem *embedded*.

*File object COFF* hasil kompilasi dapat digunakan untuk keperluan debugging pada tingkatan C, dengan pengamatan variabel, menggunakan *debugger* Atmel AVR Studio.

IDE mempunyai fasilitas internal berupa software AVR *Chip In-System Programmer* yang memungkinkan Anda untuk melakukan transfer program kedalam chip mikrokontroler setelah sukses melakukan kompilasi/assembly secara otomatis. *Software In-System Programmer* didesain untuk bekerja dengan Atmel STK500/AVRISP/AVRProg, Kanda Systems STK200+/300, Dontronics DT006, Vogel Elektronik VTEC-ISP, Futurlec JRAVR dan MicroTronics ATCPU/Mega2000 programmers/development boards.

Untuk keperluan *debugging* sistem *embedded*, yang menggunakan komunikasi serial, IDE mempunyai fasilitas internal berupa sebuah Terminal. (Rangkuti, Syahban, 2011)

Selain library standar C, *CodeVisionAVR* juga mempunyai *library* tertentu untuk:

- a. Modul LCD alphanumeric
- b. Bus I2C dari Philips
- c. Sensor Suhu LM75 dari National Semiconductor
- d. Real-Time Clock: PCF8563, PCF8583 dari Philips, DS1302 dan DS1307 dari Maxim/Dallas Semiconductor

- e. Protokol 1-Wire dari Maxim/Dallas Semiconductor
- f. Sensor Suhu DS1820, DS18S20, dan DS18B20 dari Maxim/Dallas Semiconductor
- g. Termometer/Termostat DS1621 dari Maxim/Dallas Semiconductor
- h. EEPROM DS2430 dan DS2433 dari Maxim/Dallas Semiconductor
- i. SPI
- j. Power Management
- k. Delay
- l. Konversi ke Kode Gray

CodeVisionAVR juga mempunyai *Automatic Program Generator* bernama CodeWizardAVR, yang mengizinkan Anda untuk menulis, dalam hitungan menit, semua instruksi yang diperlukan untuk membuat fungsi-fungsi berikut:

- a. Set-up akses memori eksternal
- b. Identifikasi sumber reset untuk chip
- c. Inisialisasi port input/output
- d. Inisialisasi interupsi eksternal
- e. Inisialisasi Timer/Counter
- f. Inisialisasi Watchdog-Timer
- g. Inisialisasi UART (USART) dan komunikasi serial berbasis buffer yang digerakkan oleh interupsi
- h. Inisialisasi Pembanding Analog
- i. Inisialisasi ADC
- j. Inisialisasi Antarmuka SPI
- k. Inisialisasi Antarmuka Two-Wire
- l. Inisialisasi Antarmuka CAN
- m. Inisialisasi Bus I2C, Sensor Suhu LM75, Thermometer/Termostat DS1621 dan
- n. Real-Time Clock PCF8563, PCF8583, DS1302, dan DS1307
- o. Inisialisasi Bus 1-Wire dan Sensor Suhu DS1820, DS18S20

p. Inisialisasi modul LCD

CodeVisionAVR merupakan hak cipta dari Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.  
(Bejo, 2008)

## 2.13 Visual Basic

Visual Basic merupakan bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman adalah perintah-perintah atau instruksi yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu. Visual Basic selain disebut sebagai bahasa pemrograman, juga sering disebut sebagai sarana (*tool*) untuk menghasilkan program-program aplikasi berbasis windows.

Visual Basic memungkinkan pembuatan aplikasi *Graphical User Interface* (GUI) atau pemrograman yang menggunakan tampilan grafis sebagai alat komunikasi dengan pemakainya. Dalam Visual Basic untuk pembuatan tampilan user interface relatif mudah dilakukan karena hanya perlu meletakkan objek-objek grafis ke sumber (*form*) yang sudah disediakan Visual Basic.

Beberapa kemampuan atau manfaat dari Visual Basic diantaranya adalah:

- Untuk membuat program aplikasi berbasis Window
- Untuk membuat objek-objek pembantu program seperti kontrol ActiveX, file Help, aplikasi internet dan sebagainya.
- Menguji program (*debugging*) dan menghasilkan program akhir berakhiran EXE yang bersifat *Executable* atau dapat langsung dijalankan.

(Rosita, 2011:1)

### 2.13.1 Lingkungan Visual Basic 6.0

#### 1. Main Menu

Main menu terdiri dari dua komponen yaitu MenuBar dan TitleBar. MenuBar menampilkan menu yang berisi perintah-perintah pada Visual Basic, sedangkan TitleBar menampilkan judul proyek Visual Basic yang sedang dikerjakan.

#### 2. Menu ToolBar

Menu ToolBar merupakan menu berbentuk icon yang berisi perintah. ToolBar disediakan Visual Basic untuk mengakses berbagai fungsi yang ada dalam menu secara lebih cepat dan lebih mudah.

### **3. Menu ToolBox**

ToolBox mengandung semua objek atau kontrol yang dibutuhkan untuk membentuk suatu program aplikasi. Kontrol adalah suatu objek yang akan menjadi *interface* (penghubung) antara program aplikasi dan *user*.

### **4. Form Window**

Form Window atau jendela form adalah daerah kerja utama, Form Window untuk meletakkan berbagai macam objek interaktif seperti teks, gambar, tombol-tombol perintah, *scrollbar* dan sebagainya. Pada saat program aplikasi dijalankan, semua yang terdapat di dalam form akan ditampilkan pada layar window.

### **5. Project Explorer**

Jendela Project Explorer adalah jendela yang mengandung semua file di dalam aplikasi Visual Basic. Setiap aplikasi dalam Visual Basic disebut dengan istilah *project* (proyek), dan setiap proyek bisa mengandung lebih dari satu file. Pada Project Explorer ditampilkan semua file yang terdapat pada aplikasi (proyek), misalnya form, modul, class dan sebagainya.

(Rosita, 2011:15)

## **2.14 Bluetooth**

Bluetooth merupakan suatu teknologi komunikasi *wireless* (tanpa nirkabel) yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara dengan jarak jangkauan terbatas yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz *unlicensed ISM* (*Industrial, Scientific, and Medical*) dengan menggunakan sebuah *frequency hopping transceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data secara *real-time* antara *host-host bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas. Didalam perkembangannya bluetooth memiliki kekurangan dan kelebihan. (Sukanto, 2011:1).

Kelebihan dari bluetooth adalah sebagai berikut:

1. Bluetooth dapat menembus dinding, kotak, dan berbagai rintangan lain walaupun jarak transmisi hanya sekitar 30 kaki atau 10 meter.
2. Bluetooth tidak memerlukan kabel atau kawat.
3. Bluetooth dapat mensinkronisasi basis data dari telepon genggam ke komputer dan dapat digunakan sebagai perantara modem.

Kelemahan dari bluetooth adalah sebagai berikut:

1. Sistem ini menggunakan frekuensi yang sama dengan LAN standar.
2. Apabila dalam suatu ruangan terlalu banyak koneksi bluetooth yang digunakan, akan menyulitkan pengguna untuk menemukan penerima yang diharapkan.
3. Banyak mekanisme keamanan bluetooth yang harus diperhatikan untuk mencegah kegagalan pengiriman atau penerimaan informasi.

**Tabel 2.4** Tabel Keunggulan *Bluetooth*

Size/Weight	25 mm × 13 mm × 2 mm, several grams
Cost	Long term \$5 per endpoint
Range	10 meters or less; up to 100 meters with PA
Universal	Intended to work worldwide
Security	Very, link layer security, SS radio
Topology	Dapat menyamungkan sampai 8 simultaneous links piconet
Flexibility	Mudah dibawa kemana-mana, ukuran kecil
	Tembus tembok, tubuh, baju
Data Rate	1 MSPS, 721 Kbps
Power	0.1 Watts active power

Bluetooth dirancang untuk memiliki fitur-fitur keamanan sehingga dapat digunakan secara aman baik dalam lingkungan bisnis maupun rumah tangga. Fitur-fitur yang disediakan bluetooth antara lain:

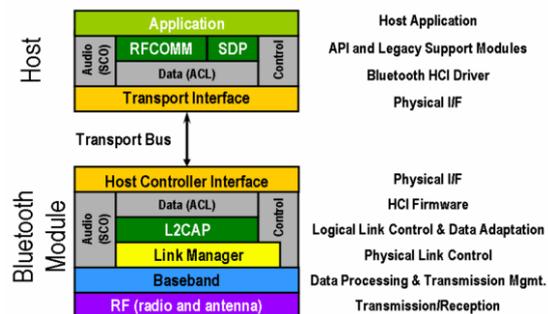
1. Enkripsi data.
2. Autentifikasi user.
3. Fast frekuensi-hopping (1600 hops/sec).
4. Output power control.

### 2.14.1 Bluetooth Protocol Stack

Protokol bluetooth berfungsi untuk mempercepat pengembangan pada aplikasi-aplikasi dengan menggunakan teknologi *bluetooth*. Layer-layer yang ada pada *stack protokol bluetooth* dirancang untuk menyediakan suatu dasar yang fleksibel untuk pengembangan protokol yang lebih lanjut. Protokol-protokol yang lain seperti RFCOMM diambil dari protokol-protokol yang sudah ada dan protokol ini hanya dimodifikasi sedikit untuk disesuaikan dengan kepentingan bluetooth. *Stack protokol bluetooth* dapat dibagi ke dalam empat layer sesuai dengan tujuannya.

**Tabel 2.5 Bluetooth Protocol Stack**

Protocol Layer	Protocol In The Stack
Bluetooth Core Protocols	Baseband, LMP, L2CAP, SDP
Cable Replacement Protocol	RFCOMM
Telephony Control Protocols	TCS Binary, AT-commands
Adopted Protocols	PPP, UDP/TCP/IP, OBEX, WAP, vCard, vCal, IrMC, WAE



**Gambar 2.18 Bluetooth Protocol Stack**

Pada Gambar diatas menunjukkan bagaimana tugas-tugas pada bluetooth dibagi dari mulai *host* sampai ke RF dan sebaliknya. Tiap layer pada bluetooth melakukan fungsi yang spesifik, sama seperti pada sebuah *Ethernet stack*. Arsitektur ini akan membuat desain sistem menjadi lebih mudah dan membuat banyak implementasi muncul.

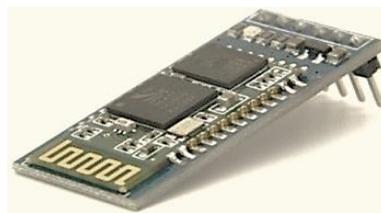
Modul pada bluetooth memiliki fungsi yang berbeda:

1. L2CAP (*Logical Link Control and Adaptation Protocol*)
  - a. Mengatur proses *creation* dan *termination* dari *virtual connections* yang disebut *channels* dengan *devices* lain. Negosiasi dan/atau *dictates parameters*.
  - b. Termasuk *Security* dan *Quality of Service (QoS)* dan lain-lain.
  - c. Mengatur aliran data antara *host* dan *Link Manager*.
2. *Link Manager*

Secara fisik mengatur *creation, configuration, dan termination* dari *device* ke *device links*. Juga mengatur data *flow* antar L2CAP and *Baseband* dengan membangun *channel*.
3. *Baseband*
  - a. Melakukan semua proses operasi data, seperti *Speech coding, data whitening, optional encryption/decryption, packetization, header* dan *payload error detection dan correction*.
  - b. Mengatur dan mengontrol *radio interface*.

### 2.14.2 Bluetooth HC-05

Modul bluetooth yang di pasang pada board Arduino Mikrokontroler adalah modul bluetooth HC-05 dengan supply tegangan sebesar 3,3 V ke pin 12 modul bluetooth. Pin 1 pada modul bluetooth sebagai transmitter yang akan dihubungkan ke pin 3 mikrokontroler ATmega 8535, kemudian pin 2 pada bluetooth sebagai receiver yang akan dihubungkan ke pin 2 mikrokontroler ATmega 8535. (Saputra dkk, Vol. 4 No. 1 Jan 2014)



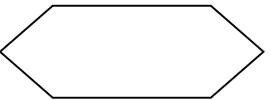
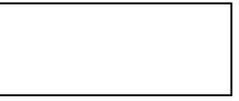
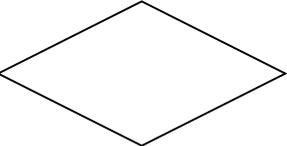
**Gambar 2.19.** Modul Bluetooth HC-05

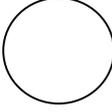
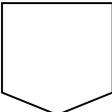
## 2.15 Flowchart

*Flowchart* merupakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan tipe operasi program yang berbeda. Sebagai *representasi* dari sebuah program. *Flowchart* maupun algoritma dapat menjadi alat bantu untuk memudahkan perancangan alur urutan logika suatu program, memudahkan pelacakan sumber kesalahan program, dan alat untuk menerangkan logika program. (Choir, 2014)

Berikut merupakan simbol-simbol yang sering digunakan dalam *flowchart*.

**Tabel 2.6** Simbol-simbol *Flowchart*

Simbol	Nama	Fungsi
	<i>Terminator</i>	Permulaan/akhir program
	Garis alir	Arah alir program
	<i>Preparation</i>	Proses inisialisasi / pemberian harga awal
	Proses	Proses perhitungan/proses pengolahan data
	<i>Input / output data</i>	Proses <i>input/output</i> data, parameter, informasi
	<i>Predefined process</i> (sub program)	Permulaan sub program / proses menjalankan sub program
	<i>Decision</i>	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan

		pilihan untuk langkah selanjutnya
	<i>On page connector</i>	Penghubung ke bagian-bagian <i>flowchart</i> yang berada pada satu halaman
	<i>Off page connector</i>	Penghubung bagian-bagian <i>flowchart</i> yang berada pada halaman berbeda