

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kapal Remote Control (Boat RC)**

Kapal *Remote Control* merupakan kapal cepat menggunakan baterai sebagai sumber tenaga penggerak dengan bantuan pengendali gerak berupa *Remote Control* (RC). Biasanya alat ini terdiri dari Mikrokontroler ATMEGA 8535, *Remote Control*, Motor DC dan dengan modifikasi tambahan sensor Jarak dan *Bluetooth* HC-05. Kapal ini bekerja ketika Mikro ATmega 8535 akan menerima data dari *Remote Control* dan menterjemahkannya untuk menggerakkan Motor DC, sehingga Kapal RC dapat dikendalikan dengan Remote Control dari jarak jauh. Proses kendali akan putus jika komunikasi dengan Remote putus baik diputus atau karena diluar jangkauan. Kapal RC memiliki 2 Motor DC dengan fungsi yang berbeda yaitu motor penggerak untuk menggerakkan kapal maju-mundur dan untuk belok kanan-kiri.

#### **2.2. Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sebuah sistem *microprosesor* dimana didalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, *clock* dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatannya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai. Sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai aturan penggunaan oleh pabrik yang membuatnya.

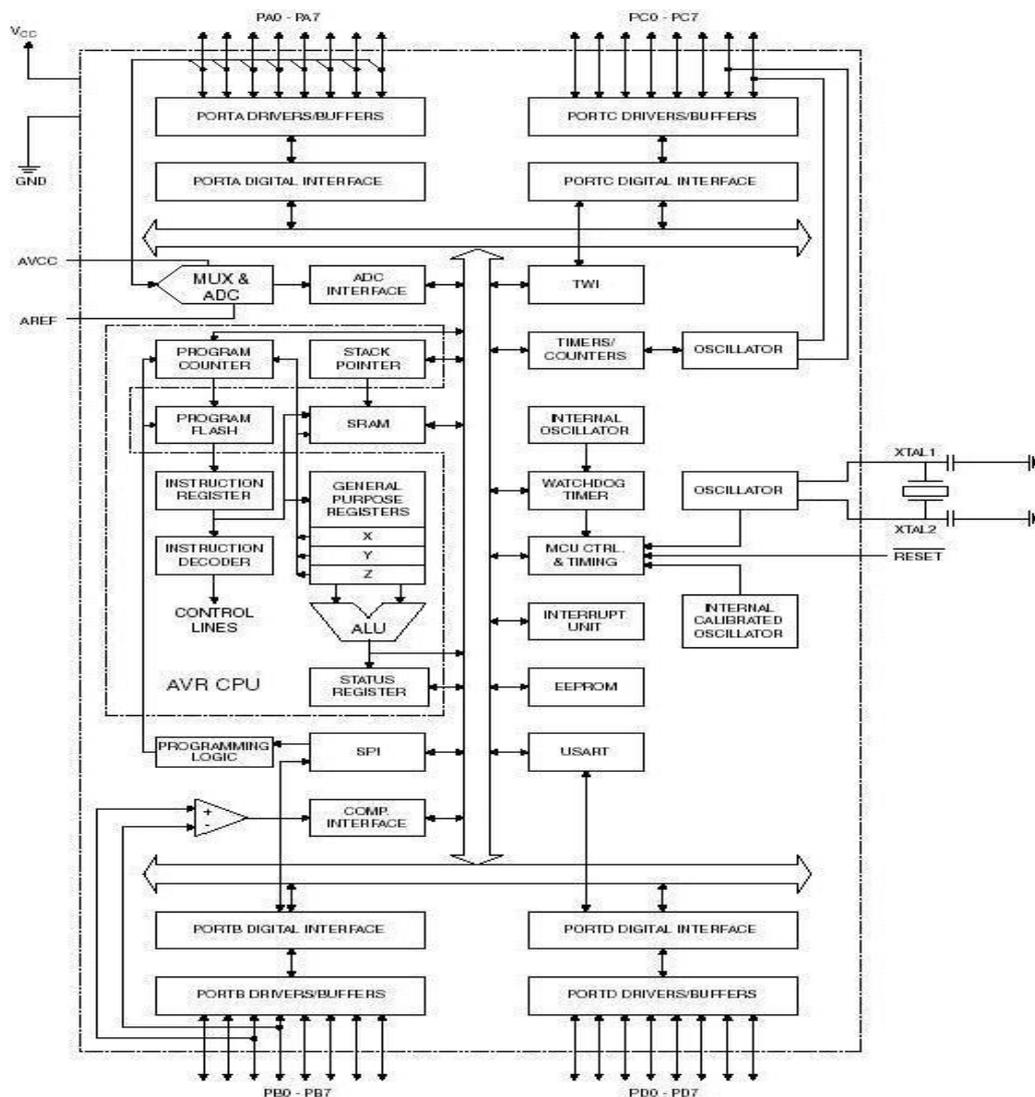
##### **2.2.1 Mikrokontroler ATmega8535**

Mikrokontroler ATmega8535 adalah mikrokontroler CMOS 8 bit daya rendah berbasis arsitektur RISC. Semua intruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit *word*) dan sebagian besar intruksi dieksekusi dalam satu siklus intruksi *clock*. ATmega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz, hal ini membuat ATmega8535 dapat bekerja dengan kecepatan tinggi walaupun dengan penggunaan daya rendah. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebuah solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan.

Mikrokontroler AVR ATmega8535 merupakan salah satu dari keluarga AVR. Mikrokontroler AVR ATmega8535 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mikrokontroler AVR ATmega8535 telah dilengkapi dengan ADC *internal*, EEPROM *internal*, Timer/Counter, PWM, analog comparator, dan lain-lain.

### 2.2.2 Arsitektur Atmega8535

Secara umum arsitektur mikrokontroler Atmega8535 dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



**Gambar 2.1** Blok Diagram Fungsional ATmega8535

(Sumber : <http://www.atmel.com/Images/2502s.pdf>)

Dari gambar blok diagram diatas dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki

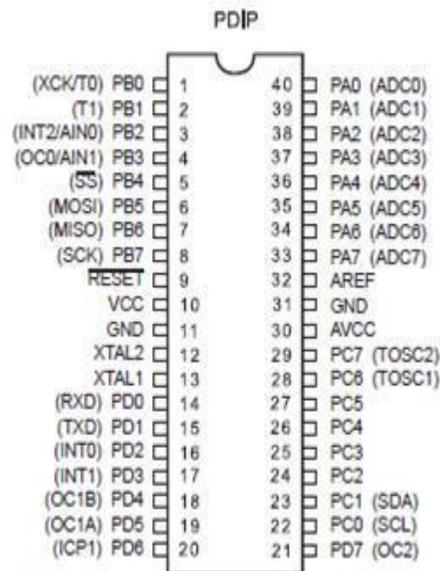
bagian –bagian sebagai berikut :

- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C*, dan *port D*.
- b. Kecepatan maksimal 16 MHz.
- c. ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 bit sebanyak 8 *channel*.  
ADC ATmega8535 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter yang amat fleksibel.
- d. Tiga buah *timer/counter* dengan kemampuan pembandingan.  
Tiga buah *timer/counter* ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain. Selain itu, *timer/counter* juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing-masing *timer/counter* ini memiliki *register* tertentu yang digunakan untuk mengatur mode dan cara kerjanya.
- e. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*.  
32 buah *register* ini dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM atau dapat diakses sebagai I/O.
- f. *Watchdog timer* dengan osilator *internal*.
- g. SRAM sebesar 512 *byte*.
- h. Memori *flash* sebesar 8 Kb dengan kemampuan *Read While Write*.
- i. Unit interupsi *internal* dan *eksternal*.
- j. Port antarmuka SPI.  
*Serial Peripheral Interface* (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi *serial synchronous* kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATmega8535.
- k. EEPROM sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi.  
Memori EEPROM hanya dapat diakses dengan menggunakan *register – register I/O* yaitu *register EEPROM Address*, *register EEPROM Data*, dan *register EEPROM Control*. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data *eksternal*, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

### 2.2.3 Konfigurasi Pin dan Fungsi Masing –Masing Pin ATmega8535

Konfigurasi pin ATmega8535 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual Inline*

Package) dapat dilihat pada gambar 2.2



**Gambar 2.2** Konfigurasi Pin ATmega8535

(Sumber : <http://www.immersa-lab.com/pengenalan-mikrokontroler.htm>)

Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing –masing pin ATmega8535 sebagai berikut:

1. VCC berfungsi sebagai masukan catu daya sebesar +5V.
2. GND berfungsi sebagai pertanahan atau *grounding*.
3. Port A (Port A7 –Port A0) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin masukan ADC, seperti yang dapat dilihat dalam tabel 2.1 :

**Tabel 2.1** Fungsi Pin Pada Port A

Pin	Keterangan
PA.7	ADC7 (ADC Input Channel7)
PA.6	ADC6 (ADC Input Channel6)
PA.5	ADC5 (ADC Input Channel5)
PA.4	ADC4 (ADC Input Channel4)
PA.3	ADC3 (ADC Input Channel3)

<b>Pin</b>	<b>Keterangan</b>
PA.2	ADC2 (ADC Input Channel2)
PA.1	ADC1 (ADC Input Channel1)
PA.0	ADC0 (ADC Input Channel0)

4. *Port B (Port B7 –Port B0)* merupakan pin *input/output* dua arah dan memiliki fungsi khusus, seperti yang dapat dilihat dalam tabel 2.2:

**Tabel 2.2** Fungsi Pin Pada *Port B*

<b>Pin</b>	<b>Keterangan</b>
PB.7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB.6	VISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB.5	VISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB.4	SS (SPI Slave Select Input)
PB.3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OCC (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB.2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt2 Input)
PB.1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB.0	T0 (Timer/Counter0 External Counter Input) XCK (JSART External Clock Input/Output)

5. *Port C (Port C7 –Port C0)* berfungsi sebagai *port I/O* dua arah. Fungsi lain port ini seperti yang dapat dilihat dalam tabel 2.3:

**Tabel 2.3** Fungsi Pin Pada *Port C*

<b>Pin</b>	<b>Keterangan</b>
PC.7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin2)

<b>Pin</b>	<b>Keterangan</b>
PC.6	TOSC1 ( <i>Timer Oscillator Pin1</i> )
PC.5	<i>Input/Output</i>
PC.4	<i>Input/Output</i>
PC.3	<i>Input/Output</i>
PC.2	<i>Input/Output</i>
PC.1	SDA ( <i>Two –Wire Serial Bus Data Input/Output Line</i> )
PC.0	SCL ( <i>Two –Wire Serial Bus Clock Line</i> )

6. Port D (Port D7 –Port D0) berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, yang dipergunakan untuk komunikasi serial. Fungsi lain port ini selengkapnya dapat dilihat dalam tabel 2.4 :

**Tabel 2.4** Fungsi Pin Pada Port D

<b>Pin</b>	<b>Keterangan</b>
PD.7	OC2 ( <i>Timer/Counter Output Compare Match Output</i> )
PD.6	ICP ( <i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i> )
PD.5	OC1A ( <i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i> )
PD.4	OC1B ( <i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i> )
PD.3	INT1 ( <i>External Interrupt 1 Input</i> )
PD.2	INT0 ( <i>External Interrupt 0 Input</i> )
PD.1	TXD ( <i>USART Output Pin</i> )
PD.0	RXD ( <i>USART Input Pin</i> )

7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me –reset mikrokontroller.  
 8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock eksternal*.  
 9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.

#### 2.2.4 Konstruksi Memori ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah.

- a. Memori program ATmega8535 memiliki kapasitas memori program sebesar 8 Kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h –0FFFh dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 16 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program *boot* dan bagian program aplikasi.
- b. Memori data ATmega8535 memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. ATmega8535 memiliki 32 byte register serba guna, 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 512 byte digunakan untuk memori data SRAM.

Memori EEPROM ATmega8535 memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM *Address*, register EEPROM *Data*, dan register EEPROM *Control*. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

#### 2.3. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Jenis objek yang dapat diindranya adalah zat padat, zat cair dan butiran. Sensor

ultrasonik dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler melalui satu pin I/O.

Sensor ultrasonik pada umumnya digunakan untuk menentukan jarak sebuah objek. Sensor ultrasonik mempunyai kemampuan mendeteksi objek lebih jauh terutama untuk benda-benda yang keras. Pada benda-benda yang keras yang mempunyai permukaan yang kasar gelombang ini akan dipantulkan lebih kuat dari pada benda yang permukaannya lunak. Tidak seperti pada sensor-sensor lain seperti inframerah atau sensor laser. Sensor ultrasonik ini memiliki jangkauan deteksi yang relatif luas. Sehingga dengan demikian untuk jarak deteksi yang didapat tanpa menggunakan pengolahan lanjutan.

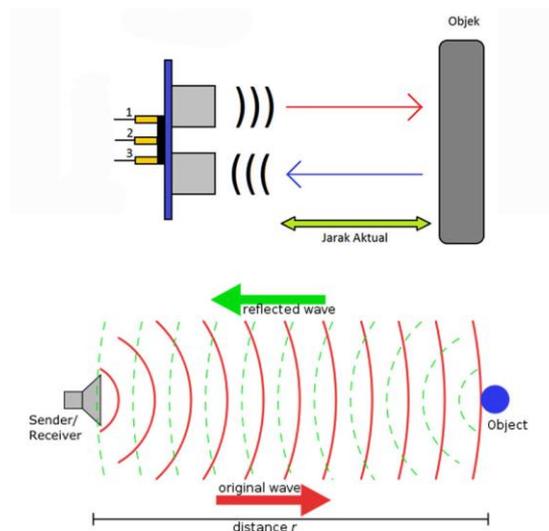
Pada perancangan alat ini digunakan sebuah sensor untuk membantu proses deteksi kecepatan dan penghitung jumlah kendaraan antara lain sensor Ultrasonik. Adapun jenis sensor yang dipakai pada rancang bangun alat ini adalah sensor jarak ultrasonik SRF04.

### **2.3.1. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik**

Frekuensi kerja sensor ultrasonik pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz – 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak – balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak – balik dengan frekuensi yang sama. Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit

sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima.

Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



**Gambar 2.3** Prinsip Kerja dan Pemantulan Sensor Ultrasonik

(sumber;[http://skp.unair.ac.id/repository/GuruIndonesia/SENSORULTRASONIK\\_lilikgunarta\\_12436.pdf](http://skp.unair.ac.id/repository/GuruIndonesia/SENSORULTRASONIK_lilikgunarta_12436.pdf))

Sensing yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim (Tx) sampai diterima oleh rangkaian penerima (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan didepannya.

### 2.3.2. Sensor Ultrasonik SRF04

SRF04 adalah sensor non-kontak pengukur jarak menggunakan ultrasonik. Dalam suatu perlombaan robot, terdapat faktor lain yang menyebabkan robot tidak bekerja sesuai yang diinginkan. Contoh dalam perlombaan kapal rc adalah

kapal tidak bisa mendeteksi rintangan, sehingga bisa menyebabkan kapal menabrak dinding pembatas. Jika hal ini terjadi maka poin kapal tersebut dapat berkurang. Sensor Ultrasonik bekerja untuk menutupi kekurangan dalam hal ini. Ketika kapal akan menabrak rintangan, maka sensor akan mendeteksi bahwa kapal terlalu dekat dengan rintangan. Keputusan kapal akan mengurangi kecepatannya, berbelok arah, atau memberhentikan kapal, sehingga kapal tidak akan menabrak rintangan. Sensor Ultrasonik dalam kapal rc bertugas sebagai pendeteksi cadangan dalam mendeteksi rintangan yang akan dihadapi oleh kapal. Sensor yang akan digunakan adalah sensor ultrasonic RF04. Sensor ini memiliki spesifikasi berupa pengukuran jarak 2 cm hingga 2,5 meter dan presisi hingga 0,3 cm. Spesifikasi tersebut sesuai dengan kebutuhan kapal rc. Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek.



**Gambar 2.4** Sensor Ultrasonik SRF04

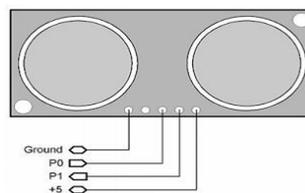
(Sumber : <https://www.robot-elektronics.co.uk/htm/srf04tech.htm>)

SRF04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3 cm – 3 m dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu *TRIGGER* dan *ECHO*. Untuk mengaktifkan SRF04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin *TRIGGER* minimal 10  $\mu$ s, selanjutnya SRF04 akan mengirimkan pulsa positif melalui pin *ECHO* selama 100  $\mu$ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek.

Spesifikasi dari sensor ultrasonik SRF04 adalah sebagai berikut:

- Dimensi: 43 mm (P) x 20 mm (L) x 17 mm (T).
- Tegangan: 5VDC

- Konsumsi Arus: 30 mA (rata – rata), 50 mA (max)
- Frekuensi Suara: 40 kHz
- Jangkauan Minimum: 3cm
- Jangkauan Maksimum: 3 m
- Sensitivitas: Mampu mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak > 2m
- Input Trigger: 10  $\mu$ S minimum, pulsa level TTL
- Pulsa Echo: Sinyal level TTL positif, lebar berbanding proporsional dengan jarak yang dideteksi.



**Gambar 2.5** Konfigurasi Pin SRF 04

(sumber: [www.robot-electronics.co.uk/htm/srf04tech.htm](http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf04tech.htm))

Konfigurasi SRF 04 seperti pada gambar 2.5. Sensor ini memiliki 5 pin, tetapi hanya 4 pin saja yang digunakan yaitu :

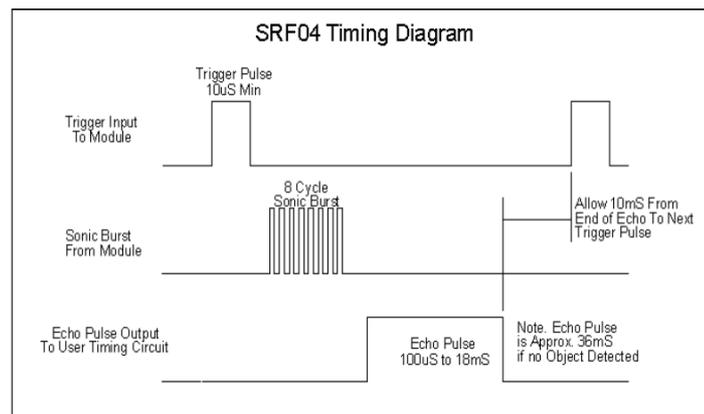
1. *5v supply*
2. *Echo pulse output*
3. *Trigger pulse input*
4. *ground*

Dari gambar 2.5 diatas sudah jelas bahwa sensor ini membutuhkan tegangan supply 5VDC yang dihubungkan ke pin 5v *Supply* dan *ground* yang di hubungkan ke pin ground. Pin *echo pulse* berfungsi sebagai pin output yang nantinya dihubungkan ke controller sehingga kontroler dapat membaca pulsa yang dihasilkan sensor dan pin trigger pulse adalah pin input yang nantinya dihubungkan ke kontroler untuk mendapatkan pulsa dari kontroler.

### 2.3.3. Cara Kerja Sensor Ultrasonik SRF04

Prinsip kerja SRF04 adalah *transmitter* memancarkan seberkas sinyal ultrasonik (40 KHz) yang berbentuk pulsa, kemudian jika di depan SRF04 ada

objek padat maka *receiver* akan menerima pantulan sinyal ultrasonik tersebut. *Receiver* akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek di depan sensor dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 2.5 berikut.



**Gambar 2.6** *Timing Diagram* Sensor Ultrasonik SRF04

(Sumber : Ultrasonic range finder SRF04 datasheet )

Pin *trigger* dan *echo* dihubungkan ke mikrokontroler. Untuk memulai pengukuran jarak, mikro akan mengeluarkan output high pada pin *trigger* selama minimal  $10\mu\text{S}$ , sinyal high yang masuk tadi akan membuat SRF04 ini mengeluarkan suara ultrasonik. Kemudian ketika bunyi yang dipantulkan kembali ke sensor SRF04, bunyi tadi akan diterima dan membuat keluaran sinyal high pada pin *echo* yang kemudian menjadi input pada mikrokontroler. SRF04 akan memberikan pulsa  $100\mu\text{s}$  -  $18\text{ms}$  pada outputnya tergantung pada informasi jarak pantulan objek yang diterima. Lamanya sinyal high dari *echo* inilah yang digunakan untuk menghitung jarak antara sensor SRF04 dengan benda yang memantulkan bunyi yang berada di depan sensor ini.

Untuk menghitung lamanya sinyal high yang diterima mikrokontroler dari pin *echo*, maka digunakan fasilitas timer yang ada pada masing – masing mikrokontroler. Ketika ada perubahan dari low ke high dari pin *echo* maka akan mengaktifkan timer dan ketika ada perubahan dari high ke low dari pin *echo* maka akan mematikan timer.

Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan persamaan :

$$s = \frac{v \times t}{2}$$

Keterangan :

s = jarak antara gelombang dengan objek yang dideteksi (meter)

v = cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344 m/detik)

t = selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang (detik)

#### 2.4. Modul Bluetooth HC-05

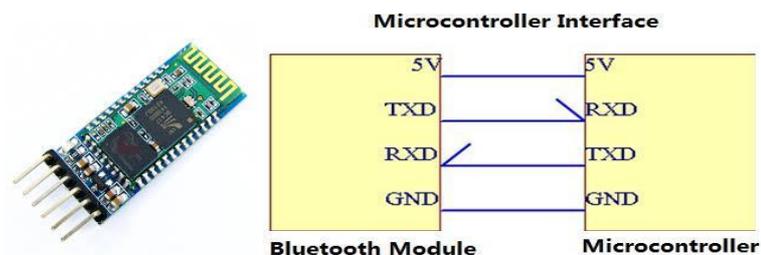
HC-05 Adalah sebuah modul Bluetooth SPP (*Serial Port Protocol*) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial wireless (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke Bluetooth. HC-05 menggunakan modulasi bluetooth V2.0 + EDR (*Enhanced Data Rate*) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz.

Modul ini dapat digunakan sebagai slave maupun master. HC-05 memiliki 2 mode konfigurasi, yaitu *AT mode* dan *Communication mode*. AT mode berfungsi untuk melakukan pengaturan konfigurasi dari HC-05. Sedangkan *Communication mode* berfungsi untuk melakukan komunikasi bluetooth dengan piranti lain.

Dalam penggunaannya, HC-05 dapat beroperasi tanpa menggunakan *driver* khusus. Untuk berkomunikasi antar Bluetooth, minimal harus memenuhi dua kondisi berikut :

1. Komunikasi harus antara master dan slave.
2. *Password* harus benar (saat melakukan *pairing*).

Jarak sinyal dari HC-05 adalah 30 meter, dengan kondisi tanpa halangan. Konfigurasinya dapat dilihat pada gambar 2.8



**Gambar 2.7** Konfigurasi Input Output Bluetooth HC 05

(sumber: <http://tokoone.com/modul-bluetooth-modul-serial/>)

**Adapun spesifikasi dari HC-05 adalah :**

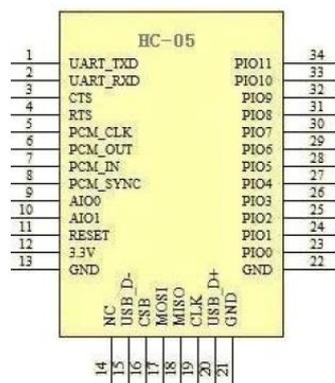
**Hardware :**

- Sensitivitas -80dBm (Typical)
- Daya transmit RF sampai dengan +4dBm.
- Operasi daya rendah 1,8V –3,6V I/O.
- Kontrol PIO.
- Antarmuka UART dengan baudrate yang dapat diprogram.
- Dengan antenna terintegrasi.

**Software :**

- Default baudrate 9600, Data bit : 8, Stop bit = 1, Parity : No Parity, Mendukung baudrate : 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400 dan 460800.
- Auto koneksi pada saat device dinyalakan (default).
  - Auto reconnect pada menit ke 30 ketika hubungan putus karena range konek

Modul *Bluetooth* HC-05 dengan *supply* tegangan sebesar 3,3 V ke pin 12 modul *Bluetooth* sebagai VCC. Pin 1 pada modul *Bluetooth* sebagai transmitter. kemudian pin 2 pada *Bluetooth* sebagai *receiver*. Berikut merupakan konfigurasi pin *bluetooth* HC-05 ditunjukkan pada gambar 2.9 dibawah ini:



**Gambar 2.8** Konfigurasi Pin HC-05

(sumber: <http://eprints.polsri.ac.id/>)

## 2.5 Bahasa Pemrograman pada Mikrokontroler

Pemrograman mikrokontroler AVR (Atmega 8535) menggunakan beberapa

bahasa pemrograman seperti bahasa Basic, C atau Asembler. Untuk bahasa basic kita menggunakan *software* BASCOM, AVR sedang bahasa C dan assembler kita gunakan Winavr. file heksa inilah yang akan kita tuliskan ke memori *flash* mikrokontroller AVR melalui sebuah alat yang disebut *downloader*.

### 2.5.1 Basic Compiler (BASCOM) AVR

Bascom AVR merupakan singkatan dari Basic Compile AVR. Bascom-avr termasuk dalam program mikrokontroller mcs electronics yang mengadaptasi bahasa tingkat tinggi yang sering digunakan (bahasa *basic*). BASCOM AVR merupakan *software compiler* dengan menggunakan bahasa *basic* yang dibuat untuk melakukan pemrograman chip-chip mikrokontroller tertentu, salah satunya atmega 8535 BASCOM AVR adalah program basic compiler berbasis windows. Untuk mikrokontroller keluarga AVR seperti Atmega 8535, Atmega 8515 dan yang lainnya. BASCOM AVR merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi. *basic* yang dikembangkan dan dikeluarkan oleh AVR *electronics*. Program ini digunakan dalam pengisian mikrokontroller. Kompiler ini cukup lengkap karena dilengkapi simulator LED, LCD dan monitor untuk komunikasi serial. selain itu bahasa *basic* jauh lebih mudah dipahami dibandingkan dengan bahasa pemrograman lainnya.

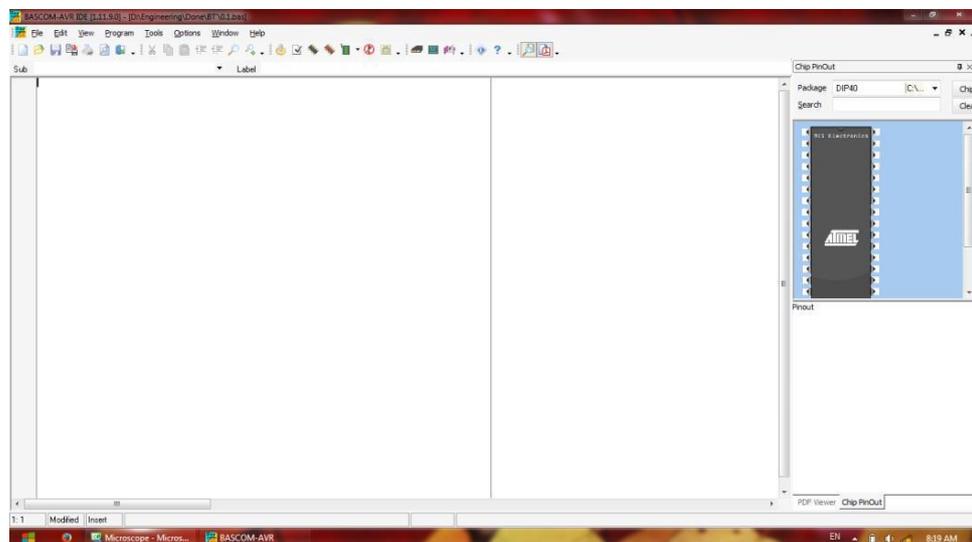
Dengan menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi, maka pemrograman mendapat banyak kemudahan dalam mengatur sistem kerja dari mikrokontroller. Bagian bagian BASCOM AVR dan dapat dilihat juga pada tabel 2.5 Keterangan ikon-ikon dari program BASCOM AVR :

**Tabel 2.5** Keterangan Ikon-Ikon Dari Program BASCOM AVR

Ikon	Nama	Fungsi	Shortcut
	<i>File New</i>	Membuat <i>file</i> baru	Ctrl + N
	<i>Open File</i>	Membuka <i>File</i>	Ctrl + O
	<i>File Close</i>	Menutup program yang dibuka	-

	<i>File Save</i>	Menyimpan <i>File</i>	Ctrl + S
	<i>Save As</i>	Menyimpan dengan nama lain	-
	<i>Print Preview</i>	Melihat tampilan sebelum	-
	<i>Print</i>	Mencetak dokumen	Ctrl + P
	<i>Exit</i>	Keluar dari program	-
	<i>Program Compile</i>	Mengompile program yang dibuat. <i>Outputnya</i> bisa berupa *hex, *bin, dan lain-lain	F7
	<i>Program Chip</i>	Memasukkan program ke chip	F4
	<i>Syntax Check</i>	Memeriksa kesalahan bahasa	Ctrl + F7
	<i>Show Result</i>	Menampilkan hasil kompilasi Program	Ctrl + W

Bagian-bagian Bascom AVR dapat dilihat pada gambar 2.9



**Gambar 2.9** Bagian-Bagian (BASCOM-AVR)

## 2.5.2 Dasar Pemrograman Basic

### 1. Tipe data

Setiap variabel 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. Dalam BASCOM ada beberapa aturan dalam penamaan sebuah variabel;

- Nama variabel maksimum terdiri dari 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 tipe datanya, contoh pendeklarasian menggunakan DIM sebagai berikut :

Dim *as byte*

Dim tombol1 *as integer*

Dim tombol2 *as word*

Dim tombol 3 *as word*

Dim tombol 4 *as word*

## 3. Alias

Dengan menggunakan alias sebuah variabel yang lama dapat diberikan nama lain, tujuannya mempermudah proses pemrograman. biasanya alias digunakan untuk mengganti nama variabel yang telah baku seperti port mikrokontroller.

## 4. Konstanta

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

## 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 mengikuti jumlah elemennya.

1. Operasi-operasi dalam Bascom
2. 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 sebuah angka, hasilnya dapat digunakan untuk membuat keputusan sesuai dengan program yang kita buat. Yang termasuk operator relasi dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut ini:

**Tabel 2.6** Operator Relasi Bascom AVR

Operator	Relasi	Pernyataan
=	Sama dengan	X=Y
<>	Tidak sama dengan	X<>Y
<	Lebih kecil dari	X<Y
>	Lebih besar dari	X>Y
<=	Lebih kecil atau sama dengan	X<=Y
>=	Lebih besar atau sama dengan	X>=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.

### 2.5.3 Kontrol Program

#### 1. *If then*

Dengan pernyataan ini kita dapat mengetes sebuah kondisi tertentu dan kemudian diinginkan

#### 2. *Gosub*

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

#### 3. *Goto*

Perintah ini digunakan untuk melakukan percabangan, perbedaanya dengan gosub ialah perintah goto tidak memerlukan perintah return sehingga programnya tidak akan kembali ke titik dimana perintah goto

### 2.5.4 Memasukkan Program ke Mikrokontroller

Cara memasukkan program ke mikrokontroller adalah sebagai berikut :

1. Sambungkan kabel usb dari PC ke sistem minimum ATMEGA 8535, pastikan downloader terhubung dengan modul.
2. Lampu modul dan mikrokontroller akan menyala jika 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

Bila proses telah selesai maka ic sudah terprogram sesuai dengan program yang kita masukkan.

## 2.6 Visual Basic 6.0

Visual Basic adalah salah satu bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman adalah perintah yang dimengerti oleh komputer untuk

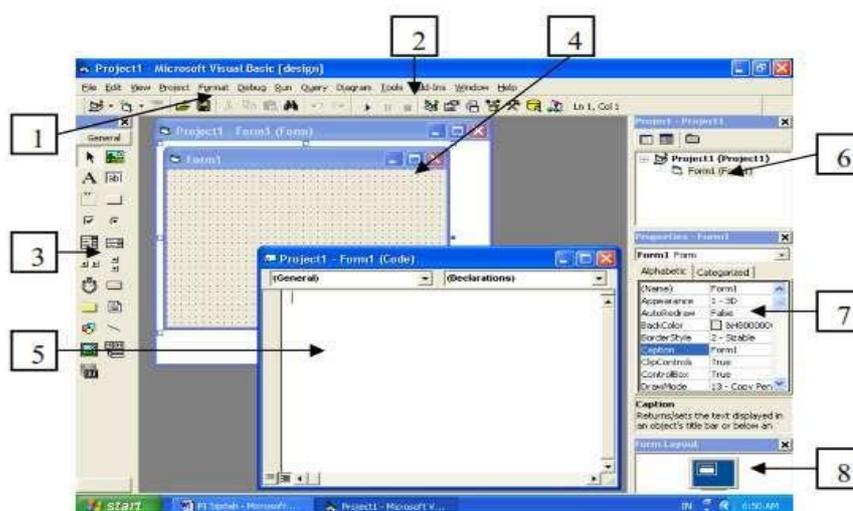
melakukan tugas-tugas tertentu.

Bahasa pemrograman Visual Basic, yang dikembangkan oleh Microsoft sejak tahun 1991, merupakan pengembangan dari pendahulunya yaitu bahasa pemrograman BASIC (*Beginner's-I-purpose Symbolic Instruction Code*) yang dikembangkan pada era 1950-an. Visual Basic merupakan salah satu *Development Tool* yaitu alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer, khususnya yang menggunakan sistem operasi Windows. Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang mendukung object (*Object Oriented Programming = OOP*).

Bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 dapat digunakan untuk menyusun dan membuat program aplikasi pada sistem operasi windows. Program aplikasi dapat berupa program database, program grafis dan lain sebagainya. Didalam Visual Basic 6.0 terdapat komponen - komponen yang sangat membantu dalam pembuatan program aplikasi. Dalam pembuatan program aplikasi pada Visual Basic 6.0 dapat didukung oleh *software* seperti *Microsoft Access*, *Microsoft Exel*, *Seagate Crystal Report*, dan lain sebagainya.

### 2.6.1 Komponen Pada Layar Visual Basic

Pada keadaan standar ketika menjalankan Visual Basic, pada layar akan muncul seperti terlihat pada gambar 2.11



**Gambar 2.10** Tampilan Layar dalam Keadaan Standar

*Keterangan :*

1 : Menu Utama

- 2 : *ToolBar*
- 3 : *ToolBox*
- 4 : *Form*
- 5 : *Jendela Kode*
- 6 : *Project Explorer*
- 7 : *Jendela Properties*
- 8 : *Jendela Posisi Form*

#### 2.6.2.1. Menu Bar (Menu Utama)

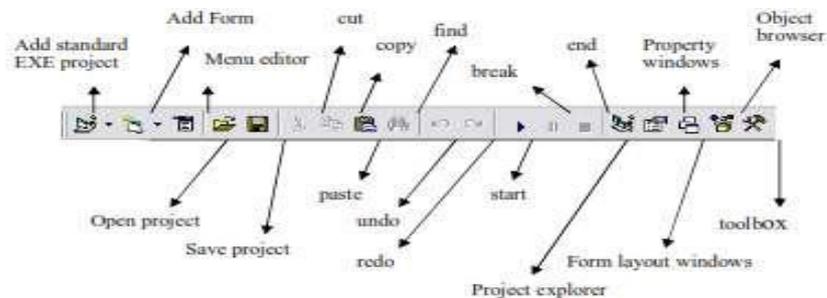
Pada layar *Menu Bar* akan muncul bagian-bagian seperti terlihat pada gambar 2.12

File Edit View Project Format Debug Run Query Diagram Tools Add-Ins Window Help

**Gambar 2.11** Menu Bar Visual Basic 6.0

Menu bar atau menu utama adalah menu yang terdapat pada bagian atas Microsoft Visual Basic. Menu ini tidak dapat disembunyikan seperti halnya menu yang lain. Menu ini merupakan menu yang terlengkap dari pada menu-menu yang ada pada toolbar.

#### 2.6.2.2 Toolbar (Standar)



**Gambar 2.12** Toolbar Standar Visual Basic 6.0

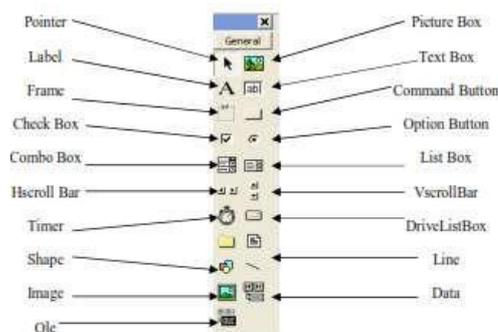
*Toolbar* merupakan tombol-tombol yang membantu dalam mempercepat akses perintah yang memungkinkan untuk tersembunyi.

Keterangan masing-masing toolbar standard yaitu :

- Add Standard EXE Project yaitu untuk membuat sebuah project baru jenis standar.
- Add Form yaitu untuk menambahkan sebuah form ke dalam project yang sedang terbuka.
- Menu Editor yaitu untuk menampilkan menu editor yang berfungsi sebagai pembuat menu.

- *Open Project* yaitu untuk membuka sebuah project yang pernah dibuat.
- *Save Project* yaitu untuk menyimpan project yang sedang terbuka tanpa menutupnya.
- *Cut* yaitu untuk memotong objek terpilih, lalu memasukkan objek tersebut ke container windows.
- *Copy* yaitu untuk membuat salinan objek terpilih lalu disimpan di container windows.
- *Paste* yaitu untuk membuat salinan dari container windows lalu ditempatkan di lokasi terpilih.
- *Find* yaitu untuk menemukan objek tertentu.
- *Undo* yaitu untuk menggagalkan pelaksanaan perintah-perintah terurut dari belakang yang pernah dilakukan.
- *Redo* yaitu kebalikan dari proses undo.
- *Start* yaitu untuk menjalankan program yang sedang aktif.
- *Break* yaitu untuk menghentikan sementara program yang sedang berjalan.
- *End* yaitu untuk menghentikan program yang sedang berjalan.
- *Project explorer* yaitu untuk mengaktifkan Windows Project Explorer yang menampung project berikut bagian-bagiannya.
- *Properties Windows* yaitu untuk mengaktifkan properties windows.
- *Form Layout Windows* yaitu untuk mengaktifkan Form Layout windows.
- *Object Browser* yaitu untuk mengaktifkan Object Browser yang mampu mengorganisir object yang dipakai dalam project.
- *Toolbox* yaitu untuk mengaktifkan Toolbox.

### 2.6.2.3 Toolbox



**Gambar 2.13** Toolbox Visual Basic 6.0

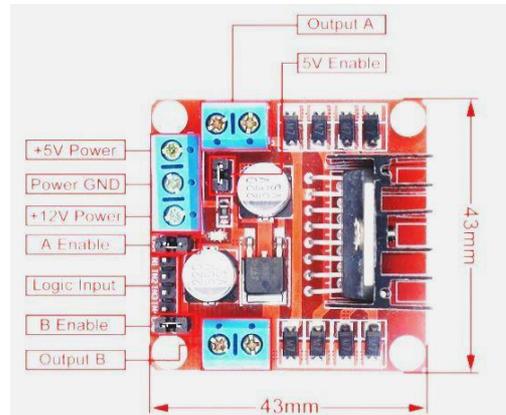
Tool Box adalah tempat untuk mengambil kontrol-kontrol yang akan dipasangkan pada form. VB 6.0 dalam keadaan standar akan menyediakan kontrol-kontrol sebagai berikut :

- *Pointer* yaitu sebagai penunjuk kontrol .
- *Picture Box* untuk menampilkan gambar statis maupun aktif dari luar.
- *Label* untuk menampilkan text yang tidak bisa diubah oleh user.
- *Frame* untuk mengelompokkan beberapa kontrol.
- *Command Button* untuk membuat tombol pelaksanaan perintah.
- *CheckBox* untuk menampilkan pilihan benar atau salah dan memungkinkan untuk beberapa pilihan sekaligus.
- *ListBox* untuk menampilkan daftar item pemakai, user dapat memilih salah satu dari beberapa item yang ditampilkan.
- *Hscrollbar* memungkinkan pemakai memilih suatu tampilan dari rangkaian objek horizontal.
- *VscrollBar* memungkinkan pemakai memilih suatu tampilan dari rangkaian objek Vertikal.
- *Shape* memungkinkan program untuk menampilkan bentuk lingkaran, persegi empat pada form.
- *Line* memungkinkan program menampilkan garis lurus pada form.
- *Option Button check Button* yang hanya dapat memiliki satu pilihan benar dari berbagai pilihan dalam satu group.
- *Timer* untuk penghitung waktu dalam internal yang ditentukan. Pada program yang sedang aktif Timer tidak akan ditampilkan.
- *Image* untuk menampilkan gambar pada form.
- *Data* untuk menyediakan sarana akses data dalam suatu database.
- *OLE* untuk menghasilkan proses link dan embeded objek antar aplikasi.

## 2.7 *Motor Driver L298N*

Merupakan sebuah *motor driver* berbasis IC L298 *dual H-bridge*. *Motor driver* ini berfungsi untuk mengatur arah ataupun kecepatan motor DC. Diperlukannya rangkaian *motor driver* ini karena pada umumnya motor DC akan

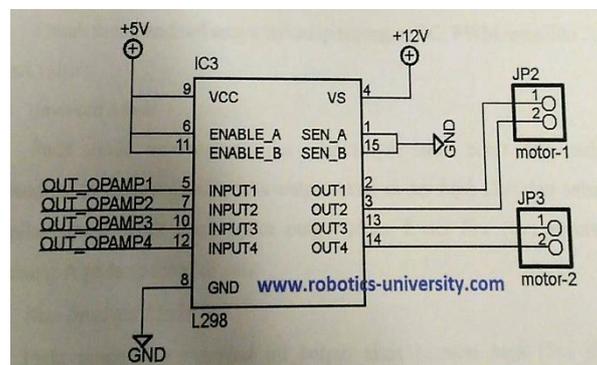
bekerja dengan membutuhkan arus lebih dari 250 mA. Untuk beberapa IC seperti keluarga ATmega tidak bisa memberikan arus melebihi nilai tersebut.



**Gambar 2.14** Motor Driver L298N

(Sumber : [http://repository.its.ac.id/1895/1/2214105029-Undergraduate\\_These.pdf](http://repository.its.ac.id/1895/1/2214105029-Undergraduate_These.pdf))

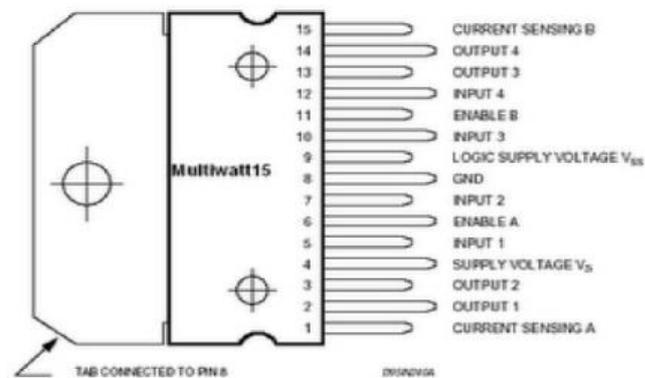
IC *H-Bridge driver* motor DC L298 memiliki dua buah rangkaian *H-Bridge* di dalamnya, sehingga dapat digunakan untuk *drive* dua buah motor DC. *H-Bridge driver* motor DC L298 masing-masing dapat mengantarkan arus hingga 2A. Namun, dalam penggunaannya, *H-Bridge driver* motor DC L298 dapat digunakan secara paralel, sehingga kemampuan menghantarkan dari *H-Bridge driver* motor DC L298 arusnya menjadi 4A. Konsekuensi dari pemasangan *H-Bridge driver* motor DC L298 dengan mode paralel maka, kamu perlu 2 buah *H-Bridge driver* motor DC L298 untuk mengendalikan 2 motor DC menggunakan *H-Bridge driver* motor DC L298 pada mode paralel.



**Gambar 2.15** Rangkaian Driver Motor DC L298N

Sumber: (<http://www.robotics-university.com/2015/01/driver-motor-dcmp-menggunakan-ic-l298.html>)

Prinsip kerja IC L298, IC ini memiliki empat *channel* masukan yang didesain untuk dapat menerima masukan *level* logika TTL. Masing-masing *channel* masukan ini memiliki *channel* keluaran yang bersesuaian. Gambar 2.17 memperlihatkan penampang IC L298. Dengan memberi tegangan 5 volt pada pin *enable A* dan *enable B*, masing-masing *channel output* akan menghasilkan logika *high* (1) atau *low* (0) sesuai dengan *input* pada *channel* masukan. Untuk lebih jelasnya fungsi pin IC L298 dapat dilihat pada tabel 2.7.



**Gambar 2.16** Penampang IC L298

(Sumber : <http://www.robotics-university.com/2015/01/driver-motor-dcmp-menggunakan-ic-l298.html>)

Pin-pinnya terdiri dari:

- Out 1, Out 2 : mengatur/menjalankan motor DC A
- Out 3, Out 4 : mengatur/menjalankan motor DC B
- GND : penghubung ground
- 5V : sumber suplai tegangan 5V ke modul
- In1, In2 : mengatur masukan ke motor DC A
- In3, In4 : mengatur masukan ke motor DC B
- EnB : mengaktifkan PWM untuk motor DC B

**Tabel 2.7.** Keterangan fungsi kaki/pin IC L298

Pin	Nama Pin	Pin	Nama Pin
1	<i>Current sensing A</i>	9	<i>Vss (tegangan supply IC)</i>
2	<i>Output 1</i>	10	<i>Input 3</i>
3	<i>Output 2</i>	11	<i>Enable B</i>
4	<i>Vs (tegangan supply motor)</i>	12	<i>Input 4</i>
5	<i>Input 1</i>	13	<i>Output 3</i>

Pin	Nama Pin	Pin	Nama Pin
6	<i>Enable A</i>	14	<i>Output 4</i>
7	<i>Input 2</i>	15	<i>Current sensing B</i>
8	<i>GND</i>		

**Tabel 2.8** Data karakter elektronis IC L298

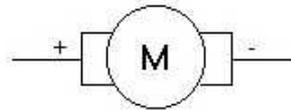
Parameter	Simbol	Nilai
Tegangan <i>Supply</i>	V <sub>s</sub>	50 V
Tegangan <i>Supply</i>	V <sub>ss</sub>	7 V
Tegangan <i>Input &amp; enable</i>	V <sub>i</sub> , V <sub>en</sub>	-0,3 sampai 7 V
Arus output puncak (non-repetitive, t= 100μs)	I <sub>o</sub>	3 A
Arus <i>output</i> puncak (repetitive 80% on, - 20% off, ton = 10 ms)	I <sub>o</sub>	2,5 A
Arus <i>output</i> puncak (DC operating)	I <sub>o</sub>	2A
Tegangan sensing	V <sub>sens</sub>	-1 sampai 2,3 V
Total disipasi daya (T <sub>case</sub> = 75°C)	P <sub>tot</sub>	25 W
Suhu operasi ( <i>Junction</i> )	T <sub>op</sub>	-25 sampai 130° C
Suhu <i>storage &amp; Junction</i>	T <sub>stg</sub> , T <sub>i</sub>	-40 sampai 150°C

## 2.8 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa

tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Berikut konstruksi motor dc dapat melihat gambar 2.17.



**Gambar 2.17** Simbol Motor DC

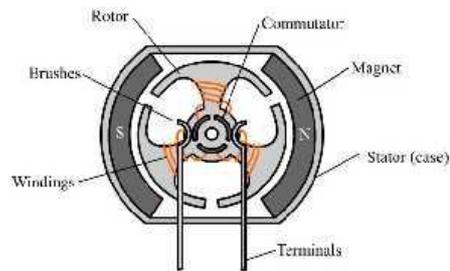
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/wp-content/uploads/2012/05/Simbol-Motor-DC.jpg>)

Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung (*direct-undirectional*). Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar. Yang ditunjukkan seperti gambar 2.19.

1. **Stator.** *Stator* merupakan bagian dari motor dc yang permanen atau tidak berputar. Bagian ini menghasilkan medan magnet, baik yang dihasilkan dari koil maupun dari medan magnet.

2. **Rotor.** Bila arus masuk menuju rotor (bagian motor yang bergerak), maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Rotor yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, rotor berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub – kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub – kutub utara dan selatan dinamo.

3. **Komutator.** Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikkan arah arus listrik dalam dinamo. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya. Prinsip kerja motor dc adalah jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Medan magnet hanya terjadi di sekitar konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor. Motor dc dapat dilihat pada gambar 2.18

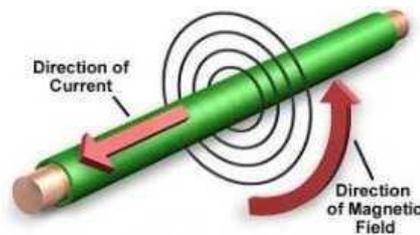


**Gambar 2.18** Bagian Motor DC (*Direct Current*)

(Sumber : [http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG\\_1822.jpg](http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG_1822.jpg))

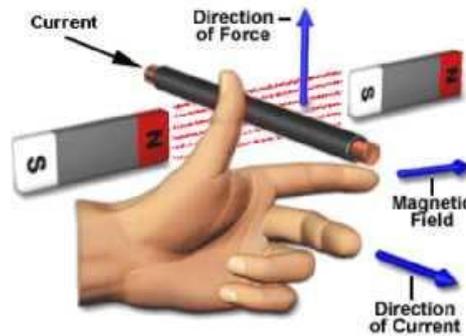
Pada dasarnya, motor arus searah merupakan suatu transduser yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Proses konversi ini terjadi melalui medan magnet.

Ketika arus ( $I$ ) melalui sebuah konduktor, akan dihasilkan garis – garis gaya magnet (*fluks*)  $B$ . Arah dari *fluks* bergantung pada arus yang mengalir atau dimana terjadi perbedaan potensial tegangan. Hubungan arah arus dan arah medan magnet ditunjukkan oleh gambar 2.19. Menggunakan kaidah tangan kanan dari gaya *lorentz*.



**Gambar 2.19** Konduktor Yang Dilalui Arus Listrik

Berdasarkan aturan tangan kiri *Fleming*, ditunjukkan oleh gambar 2.20, ibu jari menunjukkan arah gerak, jari telunjuk menunjukkan arah medan, dan jari tengah menunjukkan arah arus. Jika sebuah kumparan yang dialiri arus listrik diletakkan disekitar medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen, maka pada penghantar tersebut akan mengalami gaya. Prinsip inilah kemudian yang digunakan pada motor .



**Gambar 2.20** Kaidah Tangan Kiri *Fleming*

Sumber : [http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG\\_2227.png](http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG_2227.png),

Secara matematis, gaya *Lorentz* dapat dituliskan dengan persamaan :

$$\mathbf{F} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{I} \cdot \mathbf{L}$$

dengan :

F = Gaya magnet pada sebuah arus (Newton)

B = Medan magnet (Tesla)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

L = Panjang konduktor (meter)

## 2.9 Modulasi Lebar Pulsa (PWM)

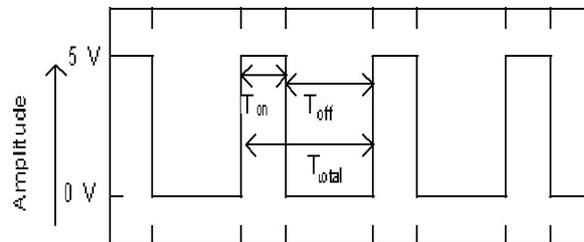
PWM adalah suatu sinyal yang dikirim dengan frekuensi tetap namun dapat memiliki panjang pulse yang berbeda-beda dalam setiap periodenya. Perbedaan ini biasanya disebut dengan Duty cycle, yaitu perbandingan lama pulse dengan keseluruhan periode sinyal. Duty cycle dinyatakan dalam persen. PWM adalah istilah yang biasanya disebut sebagai sinyal keluaran (output) analog. Caranya adalah dengan mengubah tegangan rata-rata setiap periodenya. *Duty Cycle* merupakan representasi dari kondisi logika high dalam suatu periode sinyal dan dinyatakan dalam bentuk (%) dengan range 0% sampai 100%, sebagai contoh jika sinyal berada dalam kondisi high terus menerus artinya memiliki *duty cycle* sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan high sama dengan keadaan low maka sinyal mempunyai *duty cycle* sebesar 50%.

Aplikasi penggunaan PWM biasanya ditemui untuk pengaturan kecepatan motor dc, pengaturan cerah/redup LED, dan pengendalian sudut pada motor servo.

Contoh penggunaan PWM pada pengaturan kecepatan motor dc semakin besar nilai *duty cycle* yang diberikan maka akan berpengaruh terhadap cepatnya putaran motor. Apabila nilai *duty cycle*-nya kecil maka motor akan bergerak lambat.

**2.9.1 Prinsip Dasar PWM**

Modulasi lebar pulsa (PWM) dicapai/diperoleh dengan bantuan sebuah gelombang kotak yang mana siklus kerja (*duty cycle*) gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut.



**Gambar 2.21.** Bentuk gelombang kotak (pulsa) pada kondisi *high* 5V & *low* 0V  
(Sumber : BAB\_II\_LANDASAN\_TEORI\_2.1PWMPulseWidt.pdf)

**T<sub>on</sub>** adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (baca: *high* atau *1*) dan, **T<sub>off</sub>** adalah waktu dimana tegangan keluaran berada Pada posisi rendah (baca: *low* atau *0*).

Anggap **T<sub>total</sub>** adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara **T<sub>on</sub>** dengan **T<sub>off</sub>**, biasa dikenal dengan istilah “periode satu gelombang”.

Anggap **T<sub>total</sub>** adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara **T<sub>on</sub>** dengan **T<sub>off</sub>**, biasa dikenal dengan istilah “periode satu gelombang”.

$$T_{total} = T_{on} + T_{off} \dots\dots\dots (2.1)$$

Siklus kerja atau *duty cycle* sebuah gelombang di definisikan sebagai,

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan *duty-cycle* dan dapat dirumusan sebagai berikut,

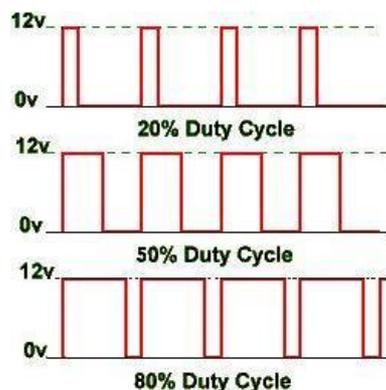
$$V_{out} = D \times V_{in} \text{ sehingga : } \boxed{V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dari rumus diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tegangan keluaran dapat diubah-ubah secara langsung dengan mengubah nilai  $T_{on}$ .

Apabila  $T_{on}$  adalah 0,  $V_{out}$  juga akan 0.

Apabila  $T_{on}$  adalah  $T_{total}$  maka  $V_{out}$  adalah  $V_{in}$  atau katakanlah nilai maksimumnya.

PWM bekerja sebagai switching power suplai untuk mengontrol on dan off. Tegangan dc dikonvert menjadi sinyal kotak bolak balik, saat on mendekati tegangan puncak dan saat off mrnjadi nol (0) volt. Jika frekuensi switching cukup tinggi maka temperatur (suhu) air yang dikendalikan akan semakin sesuai dengan yang diharapkan. Dengan mengatur duty cycle dari sinyal (modulasi lebar pulsa dari sinyal disebabkan oleh PWM). Terlihat pada gambar di bawah sinyal ref adalah sinyal tegangan dc yang dikonversi oleh sinyal gergaji dan menghasilkan sinyal kotak



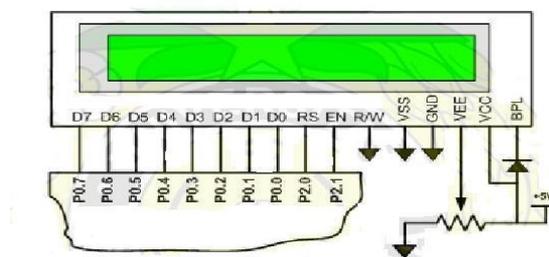
**Gambar 2.22** Sinyal Referensi ( sinyal tegangan DC)

Informasi analog dapat dikirimkan dengan menggunakan pulsa-pulsa tegangan atau pulsa-pulsa arus. Dengan modulasi pulsa, pembawa informasi terdiri dari pulsa-pulsa persegi yang berulang- ulang. Salah satu teknik modulasi yang sering digunakan adalah teknik modulasi durasi atau lebar dari waktu tunda positif ataupun waktu tunda negatif pulsa-pulsa persegi tersebut. Untuk membangkitkan sinyal PWM adalah dengan menggunakan fungsi timer/counter yang dibandingkan nilainya dengan sebuah register tertentu.

## 2.10 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD sekarang semakin banyak digunakan, dari yang berukuran kecil, seperti LCD pada sebuah MP3 player sampai yang berukuran besar seperti monitor PC atau televisi. Warna yang dapat ditampilkan bisa bermacam-macam, dari yang 1 warna (*monochrome*) sampai yang 65.000 warna. Pola (*pattern*) LCD juga bisa bervariasi, dari pola yang membentuk display 7 segmen (misalnya LCD yang dipakai untuk jam tangan) sampai LCD yang bisa menampilkan karakter/teks dan LCD yang bisa menampilkan gambar.

Pada LCD yang bisa menampilkan karakter (LCD karakter) dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik), diperlukan memori untuk membangkitkan gambar CGROM (*Character Generator ROM*) dan juga RAM untuk menyimpan data (teks atau gambar) yang sedang ditampilkan (DDRAM atau *Display Data RAM*). Diperlukan pula pengendali (*controller*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Dimensi dari LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar 2.19.



**Gambar 2.23** Konfigurasi Pin LCD 16x2

(sumber :<https://dorado.web.ugm.ac.id/2011/4/12/pin-lcd.>)

LCD karakter adalah LCD yang bisa menampilkan karakter ASCII dengan format dot matriks. LCD jenis ini bisa dibuat dengan berbagai ukuran, 1 sampai 4 baris, 16 sampai 40 karakter per baris dan dengan ukuran font 5x7 atau 5x10. LCD ini biasanya dirakit dengan sebuah PCB yang berisi pembangkit karakter dan IC pengendali serta driver-nya. Walaupun ukuran LCD berbeda-beda, tetapi IC pengendali yang digunakan biasanya sama sehingga protokol komunikasi dengan IC juga sama. Antarmuka yang digunakan sesuai dengan level digital TTL (*Transistor-transistor logic*) dengan lebar bus data yang bisa dipilih

bit atau 8 bit. Pada bus data 4 bit komunikasi akan 2 kali lebih lama karena data atau perintah akan dikirimkan 2 kali, tetapi karena mikrokontroler sangat cepat, hal ini tidak akan menjadi masalah. Penggunaan bus data 4 bit akan menghemat pemakaian port mikrokontroler. Semua fungsi display diatur oleh instruksi–instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikrokontroler. LCD tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter.

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*).

Mikrokontroler pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan *register*.

Memori yang digunakan mikrokontroler *internal* LCD adalah :

1. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

*Register control* yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

1. *Register* perintah yaitu *register* yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
2. *Register* data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada *register* akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

## 2.11 *Remote Control*

Penggunaan *remote control* dalam kehidupan sehari-hari sudah sering kita jumpai seperti pada TV, DVD, AC, TAPE dll. Dengan ditemukannya teknologi remote control maka kita dapat mengendalikan suatu perangkat dari jarak jauh. Secara garis besar ada 2 macam tipe *remote control*.

1. Tipe RF (menggunakan frekuensi radio)
2. Tipe infrared (menggunakan LED inframerah)

Walaupun setiap tipe berbeda tetapi tetap terdiri dari perangkat pengirim dan penerima. Pada pembahasan kali ini kita khususkan pada remote control jenis gelombang RF. Cara kerja gelombang RF membawa sinyal-sinyal berupa pulsa yang nantinya akan dipisahkan kembali oleh rangkaian penerima agar dapat digunakan untuk menggerakkan motor.



**Gambar 2.24** Remote Control

Kapal RC harus bisa berjalan secara otomatis dan manual. Dengan remote control ini kapal juga dapat dikontrol arah dan kecepatan gerakannya.

Untuk lebih jelasnya, berikut akan dibahas mengenai dasar-dasar rangkaian pemancar dan penerima serta komponen-komponen yang membangun rangkaian tersebut.

### 2.11.1 Pemancar

Pemancar adalah sebuah alat yang dapat memancarkan sinyal atau gelombang elektromagnetik dengan frekuensi tertentu. Dalam suatu pemancar terdapat dua buah sinyal/ gelombang yang berbeda. Gelombang pertama adalah gelombang pembawa (*carrier*), yang kedua adalah gelombang pemodulasi yang mempunyai frekuensi lebih rendah dari pada gelombang pembawa. Sinyal pemodulasi pada alat pengendali pintu gerbang dari jarak jauh dalam tugas akhir ini berupa pulsa yang dibangkitkan oleh rangkaian pembangkit pulsa.

### 2.11.2 Penerima

*Receiver* atau penerima adalah sebuah rangkaian yang dapat menerima gelombang yang mempunyai frekuensi yang sama dengan frekuensi yang dimilikinya. Penerima ini digunakan untuk menerima gelombang yang dipancarkan oleh *transmitter* atau pemancar. Didalam gelombang RF yang telah diterima oleh penerima terdapat sinyal asli / sinyal pemodulasi dari pembawa termodulasi dan nantinya akan digunakan untuk mengendalikan motor.

### 2.12 Battery

Baterai (*Battery*) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi Listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti Handphone, Laptop, Senter, ataupun Remote Control menggunakan Baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya Baterai, kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis Baterai yaitu Baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (*Single Use*) dan Baterai yang dapat di isi ulang (*Rechargeable*).

#### 2.12.1 Jenis-jenis Battery

Setiap Baterai terdiri dari Terminal Positif( Katoda) dan Terminal Negatif (Anoda) serta Elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Output Arus Listrik dari Baterai adalah Arus Searah atau disebut juga dengan Arus DC (*Direct Current*). Pada umumnya, Baterai terdiri dari 2 Jenis utama yakni Baterai Primer yang hanya dapat sekali pakai (*single use battery*) dan Baterai Sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*).

##### 2.12.1.1 Battery Primer (Baterai Sekali Pakai/*Single use*)

Baterai Primer atau Baterai sekali pakai ini merupakan baterai yang paling sering ditemukan di pasaran, hampir semua toko dan supermarket menjualnya. Hal ini dikarenakan penggunaannya yang luas dengan harga yang lebih terjangkau. Baterai jenis ini pada umumnya memberikan tegangan 1,5 Volt

dan terdiri dari berbagai jenis ukuran seperti AAA (sangat kecil), AA (kecil) dan C (medium) dan D (besar). Disamping itu, terdapat juga Baterai Primer (sekali pakai) yang berbentuk kotak dengan tegangan 6 Volt ataupun 9 Volt.

### 2.12.1.2 Baterai Sekunder (Baterai Isi Ulang/*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 (*Charger*) 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*).

### 2.12.2 Distribusi Daya

Suplai yang digunakan adalah baterai Lipo 12 volt untuk Motor penggerak yaitu Motor DC Stepper, dan supply baterai 5 volt mikrokontroler & transmitter serta baterai dynamax 9,6 volt untuk remote control. Penggunaan baterai ini di sesuaikan dengan kebutuhan rangkaian elektronik dan spesifikasi masing-masing komponen untuk menghindari kerusakan atau error.



**Gambar 2.25** Baterai Lipo & Baterai Dynamax

(sumber :<https://www.atomikrc.com/collections/lipo-batteries>)