

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sensor

Secara umum sensor didefinisikan sebagai alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik baik arus listrik ataupun tegangan. Fenomena fisik yang mampu menstimulus sensor untuk menghasilkan sinyal elektrik meliputi temperatur, tekanan, gaya, medan magnet cahaya, pergerakan dan sebagainya.

Sensor adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

#### 2.2 Sensor Infra Merah

Sensor *infrared* termasuk dalam kategori sensor biner yaitu sensor yang menghasilkan output 1 atau 0 saja. *Infra Red* Sensor (IR Sensor) dapat digunakan untuk berbagai keperluan misalnya sebagai sensor pada *robot line follower*<sup>1</sup>. Pembuatan IR sensor dapat menggunakan *infrared* dan *photodiode*.

Infra Merah / *Infra Red* merupakan radiasi elektromagnetik yang panjang gelombangnya lebih panjang dari cahaya yang nampak yaitu di antara 700 nm dan 1 mm, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Namanya berarti "bawah merah" (dari bahasa Latin *infra*, "bawah"), merah merupakan warna dari cahaya tampak dengan gelombang terpanjang. Radiasi inframerah memiliki jangkauan tiga "order" dan memiliki panjang gelombang antara 700 nm dan 1 mm<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Heri Andrianto, *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*, (Bandung: Informatika, 2013), h. 89

<sup>2</sup> <http://id.wikipedia.org/wiki/Inframerah>, Diakses 22 April 2014 Pukul 20.15

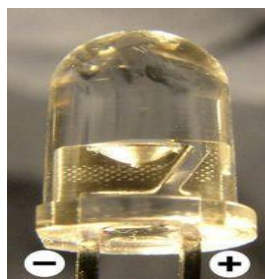


Untuk sensor elektronik dengan menggunakan Infra Merah diperlukan pemancar Infra Merah yang dapat menghasilkan gelombang Infra Merah dan pendeteksi Infra Merah yang dapat mendeteksi gelombang Infra Merah. Infra Merah adalah suatu gelombang cahaya yang mempunyai panjang gelombang lebih tinggi dari pada cahaya merah. Table 2.1 menunjukkan spektrum cahaya tampak dan cahaya Infra Merah.

**Tabel 2.1 Spektrum Cahaya**

Warna	Panjang Gelombang (nm)
Ungu	400
Biru	470
Hijau	565
Kuning	590
Jingga	630
Merah	780
Infra Merah	800-1000

Sinar infra merah tergolong ke dalam sinar yang tidak tampak. Jika dilihat dengan spektroskop sinar maka radiasi sinar infra merah tampak pada spektrum gelombang elektromagnet dengan panjang gelombang diatas panjang gelombang sinar merah. Dengan panjang gelombang ini, sinar infra merah tidak dapat dilihat oleh mata tetapi radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa. Sinar infra merah tidak dapat menembus bahan-bahan yang mana sinar tampak tidak dapat menembusnya.



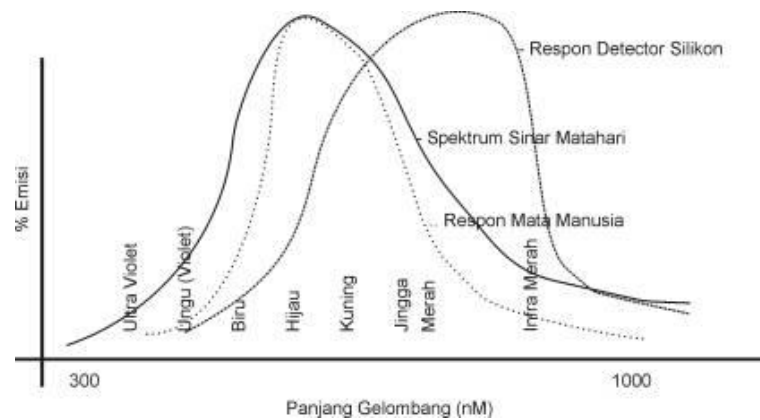
**Gambar 2.1** Simbol Infra Merah

Sumber : <http://hobbielektronika.blogspot.com/2013/03/mengenal-infra-merah-infra-red.html>



### 2.2.1 Karakteristik Infra Merah

1. Bentuknya tidak terlihat dengan kasat mata atau mata telanjang.
2. Timbulnya diakibatkan oleh komponen-komponen pendukung seperti panas.
3. Tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang.
4. Merupakan salah satu teknologi yang tembus pandang.
5. Panjang gelombang pada infra merah memiliki hubungan yang berlawanan atau berbanding terbalik dengan suhu. Ketika suhu mengalami kenaikan, maka panjang gelombang mengalami penurunan.



**Gambar 2.2** Respon Penerimaan Sensor Infra Merah

### 2.2.2 Jenis-Jenis Infra Merah

Sinar Infra Merah akan terlihat, jika dilihat dengan menggunakan spektroskop cahaya dengan begitu maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spectrum elektromagnet yang mana panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Dengan adanya panjang gelombang maka cahaya infra merah yang ada, tidak akan terlihat oleh mata telanjang. Walaupun begitu radiasi yang dihasilkan yaitu panas, akan terasa atau terdeteksi oleh kulit tubuh. Infra Merah dapat dibedakan menjadi tiga daerah, yaitu:

1. Infra merah jarak dekat (*Near Infra Red*) dengan panjang gelombang 0.75 – 1.5  $\mu\text{m}$ .
2. Infra merah jarak menengah (*Mid Infra Red*) dengan panjang gelombang 1.50 – 10  $\mu\text{m}$ .



3. Infra merah jarak jauh (*Far Infra Red*) dengan panjang gelombang 10 – 100  $\mu\text{m}$ .

### 2.2.3 Kegunaan Infra Merah Dalam Kehidupan

Kegunaannya dari Infra Merah dalam bidang komunikasi yaitu:

1. Terdapat system sensor Infra Merah yang dapat digunakan untuk menghubungkan dua perangkat. Yang mana sinar Infra Merah merespon Infra Merah yang dikirimkan melalui pemancar.
2. Terdapat kamera yang tembus pandang dengan menggunakan Infra Merah. Yang mana sinar Infra Merah memang tidak dapat ditangkap dengan mata telanjang, namun dengan menggunakan kamera digital atau hendycam sinar Infra Merah dapat tertangkap. Dengan begitu kamera digital dan handycam akan meningkat.
3. Untuk pencitraan pandangan seperti nightscoop.
4. Digunakan untuk komunikasi jarak dekat, seperti pada remote TV.
5. Dapat digunakan sebagai alat komunikasi, yang mana jarak maximum adalah 10 meter dan tidak ada penghalangnya.
6. Sebagai salah satu standardisasi komunikasi tanpa kabel.

Kemudian pada bidang Industri digunakan sebagai:

1. Lampu Infra Merah, Merupakan lampu pijar yang kawat pijarnya bersuhu di atas  $\pm 2500^{\circ}\text{K}$ .
2. Pemanasan Infra Merah, Merupakan suatu kondisi ketika energi infra merah menyerang sebuah objek dengan kekuatan energi elektromagnetik yang dipancarkan di atas  $-273^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{K}$  dalam suhu mutlak).

### 2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Infra Merah

Kelebihan yang dimiliki oleh infra merah dalam pengiriman data yaitu:

1. Dapat dilakukan kapan saja, tanpa membutuhkan sinyal.
2. Pengirimannya sangat mudah karena termasuk alat yang sederhana.



3. Pengiriman data melalui ponsel dengan menggunakan infra Merah tidak memakan biaya.

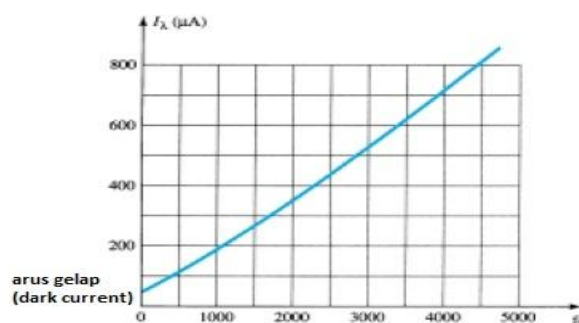
Adapun kelemahan yang dimiliki oleh infra merah dalam pengiriman data yaitu:

1. Pada pengiriman data dengan infra merah, kedua lubang infra merah harus berhadapan satu sama lain. Hal ini agak menyulitkan kita dalam mentransfer data karena caranya yang merepotkan.
2. Infra merah sangat berbahaya bagi mata, sehingga jangan sekalipun sorotan infra merah mengenai mata.
3. Pengiriman data dengan infra merah dapat dikatakan lebih lambat dibandingkan dengan rekannya Bluetooth.

### 2.3 Photodioda

Photo dioda adalah jenis dioda yang berfungsi untuk mendeteksi cahaya. Berbeda dengan dioda biasa, komponen elektronik ini akan mengubah cahaya menjadi arus listrik. Cahaya yang dapat di deteksi oleh dioda ini mulai dari infrared, sinar ultra violet, sampai dengan sinar X.

Photodioda merupakan sambungan P N yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam arah terbalik<sup>3</sup>. Makin besar intensitas cahaya yang mengenainya makin kecil nilai hambatannya. Umumnya photodioda memiliki resistansi sebesar 150 k $\Omega$ , resistansi ini akan berkurang sesuai dengan warna yang dikenainya.



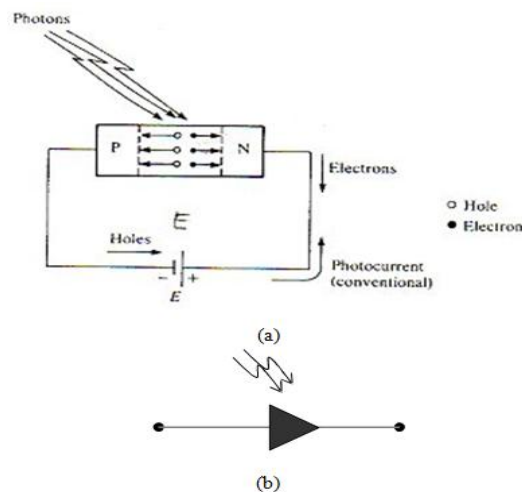
**Gambar 2.3**

Hubungan Antara Intensitas Cahaya dengan  
Arus yang Dihasilkan pada Photodioda

<sup>3</sup> Barry Woollard, *Elektronika Praktis*, (Jakarta: Pradnya Paramita), h. 145



Salah satu detektor cahaya yang amat populer adalah photodiode, yaitu diode yang dioperasikan pada mode *reverse* dimana daerah deplesinya diinteraksikan dengan energi cahaya. Perlu diingat bahwa diode tanpa tegangan bias memiliki daerah deplesi secara relatif sempit, yaitu daerah dimana muatan bebasnya (elektron atau hole) sangat jarang. Dengan memperbesar tegangan bias *reverse* daerah deplesi ini akan membesar. Photon yang datang pada daerah deplesi ini akan menghasilkan pasangan elektron-hole (muatan bebas) yang selanjutnya berpindah karena tegangan yang diberikan antara sambungan. Gambar 2.2 melukiskan situasi ini.



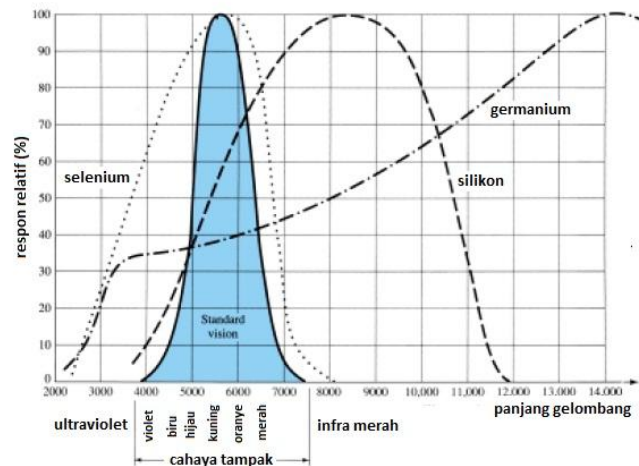
**Gambar 2.4** Photodiode, (a) Prinsip Operasi dan (b) Simbol

Sumber : <http://robotika.web.id/robot-line-follower>

Di dalam daerah deplesi, pasangan elektron dan hole bergerak karena tegangan listrik yang diberikan. Perlu diketahui bahwa karena daerah deplesi memiliki resistansi yang amat tinggi, maka pada daerah ini akan terdapat medan listrik,  $E$  yang amat besar yang digunakan untuk mempercepat pasangan elektron dan hole. Beberapa photon mungkin diserap pada daerah P atau daerah N diluar daerah deplesi. Beberapa electron mungkin melakukan rekombinasi sehingga menghasilkan arus (*photocurrent*). Sebagai akibatnya daerah deplesi ini perlu diperlebar untuk memungkinkan terjadi absorpsi photon cahaya sebanyak mungkin untuk menghasilkan arus (*photocurrent*) sebesar mungkin. Untuk merealisasikan hal ini, maka dikembangkanlah



photodiode dengan struktur PIN Photodiode. Penting dicatat bahwa *photocurrent* (arus yang dihasilkan oleh photon cahaya) memiliki polaritas yang sama sebagaimana arus *reverse* (arus *leakage*) dari photodiode. Karenanya penting untuk menjaga arus *leakage* (*dark current*) ini sekecil mungkin.



**Gambar 2.5**

Respon Spektral Relatif untuk Bahan Silikon, Germanium, dan Selenium

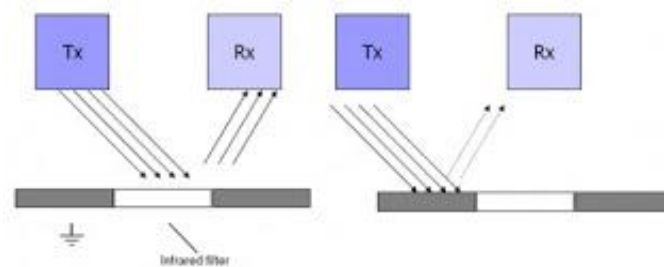
## 2.4 Sensor Proximity

Sensor proximity adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu obyek. Dalam dunia robotika, sensor proximity seringkali digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu garis pembimbing gerak robot atau dikenal dengan istilah “*Line Follower Robot*” atau “*Line Tracer Robot*”, juga biasa digunakan untuk mendeteksi penghalang berupa dinding atau penghalang lain pada Robot *Avolder*. Jenis sensor proximity ini ada beberapa macam, seperti *ultrasonic proximity*, *proximity (infra merah)*, *camera* dan lain sebagainya.

Sensor *proximity* yang digunakan untuk robot *line follower* dibuat menggunakan infrared dan photodiode. Jika sensor berada diatas garis hitam maka photodiode akan menerima sedikit cahaya pantulan. Tetapi jika sensor berada diatas garis putih maka photodiode akan menerima banyak cahaya pantulan, hal ini dapat dilihat pada gambar 2.3 sifat dari photodiode adalah jika



semakin banyak cahaya yang diterima, maka nilai resistansi diodanya semakin kecil. Sehingga bila sensor berada di atas garis putih maka cahaya infrared akan memantul pada garis dan diterima oleh photodiode kemudian photodiode menjadi on sehingga tegangan output akan mendekati 0 volt. Sebaliknya jika sensor berada di atas garis hitam yang berarti tidak terdapat pantulan cahaya maka photodiode tidak mendapat arus bias sehingga menjadi off, dengan demikian tegangan output sama dengan tegangan induk ( $V_{cc}$ ).



**Gambar 2.6** Prinsip Kerja Sensor *Proximity*

Sumber : <http://nethre3x.blogspot.com/>

## 2.5 Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Gambar 2.4 merupakan contoh dari motor DC.



**Gambar 2.7** Foto Motor DC

Sumber : Herlangga, Prolan. 2012. Aplikasi Motor DC pada Alat Penghitung dan Pengelompokan Barang Otomatis





### 2.5.1 Konstruksi Motor DC

Secara garis besar motor DC mempunyai bagian atau susunan konstruksi seperti yang dipelihatkan pada Gambar 2.5 berikut:

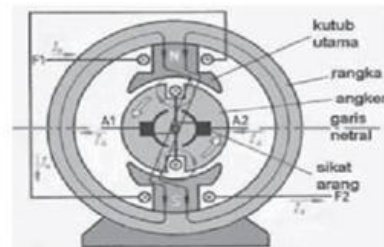
1. Bagian yang tetap / stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnetik) ataupun magnet permanen. Bagian stator terdiri dari bodi motor yang memiliki magnet yang melekat padanya. Untuk motor kecil, magnet tersebut adalah magnet permanen. Fungsi dari stator adalah untuk menghasilkan medan magnet. Stator terdiri dari rumah dengan kutub magnet yang dibuat dari pelat-pelat yang dipejalkan dengan gulungan penguat magnet.
2. Bagian yang berputar disebut rotor yakni berupa sebuah koil di mana arus listrik mengalir. Rotor tersusun atas beberapa bagian, yaitu:
  - Komutator berfungsi untuk membuat arah arus jangkar mengalir dalam satu arah tertentu sehingga putaran motor juga searah.
  - Isolator yang digunakan yang terletak antara komutator. Isolator digunakan untuk menentukan kelas dari motor berdasarkan kemampuan terhadap suhu yang timbul dalam mesin tersebut. Jadi, isolator yang digunakan harus tahan terhadap panas.
  - Jangkar merupakan tempat membelitkan kabel-kabel jangkar yang berfungsi untuk menghasilkan torsi.
  - Lilitan jangkar pada motor DC berfungsi sebagai tempat terbentuknya GGL ( Gaya gerak listrik ).

Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh megnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya Lourentz, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet

---



akan menimbulkan gaya. Gaya  $F$ , timbul tergantung pada arah arus  $I$ , dan arah medan magnet  $B$ <sup>4</sup>.



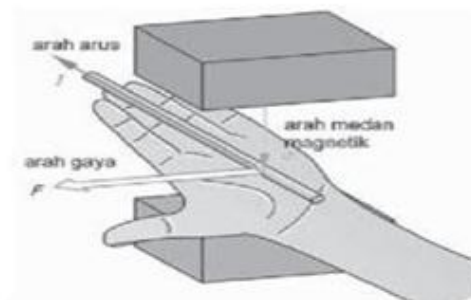
**Gambar 2.8** Konstruksi Motor DC

Sumber : Herlangga, Prolan. 2012. Aplikasi Motor DC pada Alat Penghitung dan Pengelompokan Barang Otomatis

Belitan stator merupakan elektromagnet dengan penguat magnet terpisah  $F1-F2$ . Belitan jangkar ditopang oleh poros dengan ujung-ujungnya terhubung ke komutator dan sikat arang  $A1-A2$ . Arus listrik DC pada penguat magnet mengalir dari  $F1$  menuju  $F2$  menghasilkan medan magnet yang memotong belitan jangkar. Belitan jangkar diberikan listrik DC dari  $A2$  menuju ke  $A1$ . Sesuai kaidah tangan kiri jangkar akan berputar berlawanan jarum jam.

Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya Lorentz, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya. Gaya  $F$ , timbul tergantung pada arah arus  $I$ , dan arah medan magnet  $B$ . Arah gaya  $F$  dapat ditentukan dengan aturan tangan kiri seperti pada gambar 2.6 berikut.

<sup>4</sup> Syahrul, *Pemrogramman Mikrokontroler AVR*, (Bandung: Informatika, 2014), h.594



**Gambar 2.9**

Penentuan Arah Gaya Pada Kawat Berarus Listrik Dalam Medan Magnet

Sumber : Herlangga, Prolan. 2012. Aplikasi Motor DC pada Alat Penghitung dan Pengelompokan Barang Otomatis

### 2.5.2 Prinsip Kerja Motor DC

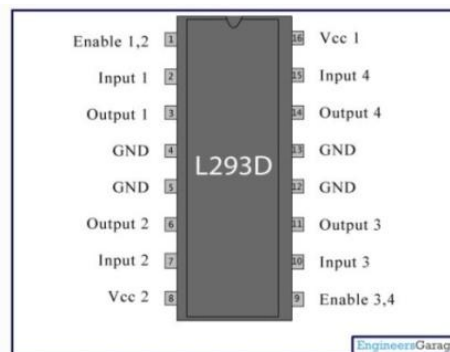
Sesuai dengan namanya, motor DC di dayai dengan tegangan DC (Direct Current = arus searah). Dengan demikian putaran motor DC akan berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga di ubah. Motor DC juga datang dengan tegangan kerja yang bervariasi. Ada yang memiliki tegangan kerja 3 Volt, 6 Volt, dan 12 Volt. Untungnya, motor DC 6 Volt biasanya masih bisa beroperasi bila diberikan tegangan kerja 3 Volt, walaupun putarannya menjadi lambat dan torsi yang dihasilkan juga lebih kecil.

Apabila motor di supply tegangan luar ( $U$ ) maka pada motor akan mengalir arus listrik sebesar  $I$  lewat sikat yang diumpankan ke jangkar melalui komutator. Sehingga pada jangkar akan timbul torsi  $T$  yang besarnya berbanding lurus dengan besar arus listrik yang mengumpankan kepadanya. Komutator menyebabkan arah arus selalu tetap pada suatu arah tertentu, dimana arah torsi (kopel) adalah sama dengan arah dari arus tersebut. Karena pengaruh dari torsi ini maka rotor yang berada suatu bantalan yang licin berputar. Karena perputaran jangkar ini berada dalam medan magnet konduktor jangkar dimana arus mengalir sehingga perputaran kopel tersebut memotong medan magnet, sehingga menimbulkan gaya listrik padanya. Gaya gerak listrik ini berlawanan arah dengan arus penyebabnya, sehingga disebut gaya gerak lawan.



## 2.6 Driver Motor L293D

IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 buah motor DC. Berikut konstruksi pin driver motor DC IC L293D.



**Gambar 2.10**

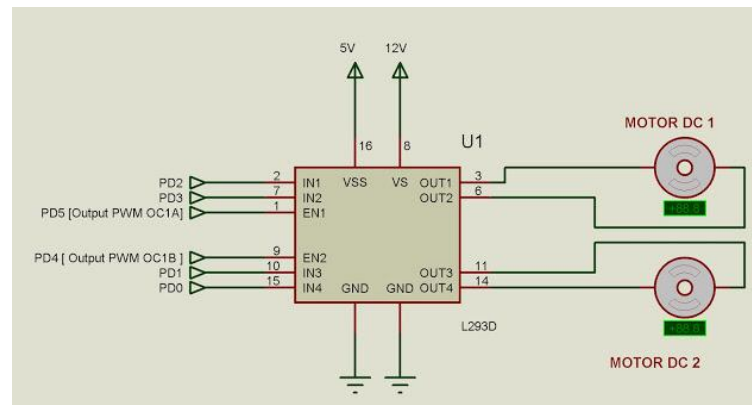
Konstruksi Pin Driver Motor DC IC L293D

Sumber : [Http://elektronika-dasar.web.id/komponen/driver-motor-dc-l293d/](http://elektronika-dasar.web.id/komponen/driver-motor-dc-l293d/)

**Tabel 2.2 Fungsi Pin Driver Motor DC IC L293D**

Pin No	Function	Name
1	Enable pin for Motor 1; active high	Enable 1,2
2	Input 1 for Motor 1	Input 1
3	Output 1 for Motor 1	Output 1
4	Ground (0V)	Ground
5	Ground (0V)	Ground
6	Output 2 for Motor 1	Output 2
7	Input 2 for Motor 1	Input 2
8	Supply voltage for Motors; 9-12V (up to 36V)	Vcc 2
9	Enable pin for Motor 2; active high	Enable 3,4
10	Input 1 for Motor 1	Input 3
11	Output 1 for Motor 1	Output 3
12	Ground (0V)	Ground
13	Ground (0V)	Ground
14	Output 2 for Motor 1	Output 4
15	Input 2 for Motor 1	Input 4
16	Supply voltage; 5V (up to 36V)	Vcc 1

Sumber : [Http://www.8051projects.net](http://www.8051projects.net)



**Gambar 2.11**

Konfigurasi Driver Motor DC Menggunakan IC L293D

Sumber : [Http://www.8051projects.net/t31971/8051](http://www.8051projects.net/t31971/8051)

Prinsip kerja driver menggunakan L293D yaitu dengan memberikan tegangan 5 Volt sebagai Vcc pada pin 16 dan 12 Volt pada pin 8 untuk tegangan motor, maka IC siap digunakan <sup>5</sup>.

Pin EN1 adalah pin untuk mengenablekan motor 1 (ON / OFF) biasanya Pin EN1 dihubungkan dengan PWM untuk mengontrol kecepatan motor. Sementara untuk EN2 fungsinya sama dengan EN1 bedanya EN2 untuk mengontrol motor DC 2. Sementara untuk mengontrol arah putar motor saya tampilkan dalam tabel seperti berikut.

**Tabel 2.3 Arah Putar Motor L293D**

IN 1	IN 2	Kondisi Motor DC 1
0	0	Fast Motor Stop
0	1	Putar Searah Jarum Jam
1	0	Putar Berlawanan Arah Jarum Jam
1	1	Fast Motor Stop

<sup>5</sup> Syahrul, *Pemrogramman Mikrokontroler AVR*, (Bandung: Informatika, 2014), h.611



IN 3	IN 4	Kondisi Motor DC 2
0	0	Fast Motor Stop
0	1	Putar Searah Jarum Jam
1	0	Putar Berlawanan Arah Jarum Jam
1	1	Fast Motor Stop

Sumber : Herlangga, Prolan. 2012. Aplikasi Motor DC pada Alat Penghitung dan Pengelompokan Barang Otomatis

Jika IN1 diberi logik 1 dan IN2 diberi logik 0, maka motor A akan berputar kebalikan arah jarum jam. Dan sebaliknya jika IN1 diberi logik 0 dan IN2 diberi logik 1, maka motor A akan berputar searah jarum jam. Jika memberi logik 1 atau 0 pada IN1 dan IN2 bersamaan, Motor A akan berhenti (Pengereman Secara Cepat). Begitu juga dengan motor B. Sementara untuk mengatur kecepatan motor adalah dengan mengatur input dari enable 1 (pin1) dan enable 2 (pin9) menggunakan PWM (Pulse Width Modulation).

## 2.7 Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (chip). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (Read-Only Memory), RAM (Read-Write Memory), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, ADC (Analog to Digital converter), DAC (Digital to Analogconverter) dan serial komunikasi.

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (Reduce Instruction Set/Compute) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya. Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya Arithmetic and Logical Unit (ALU), himpunan register kerja,



---

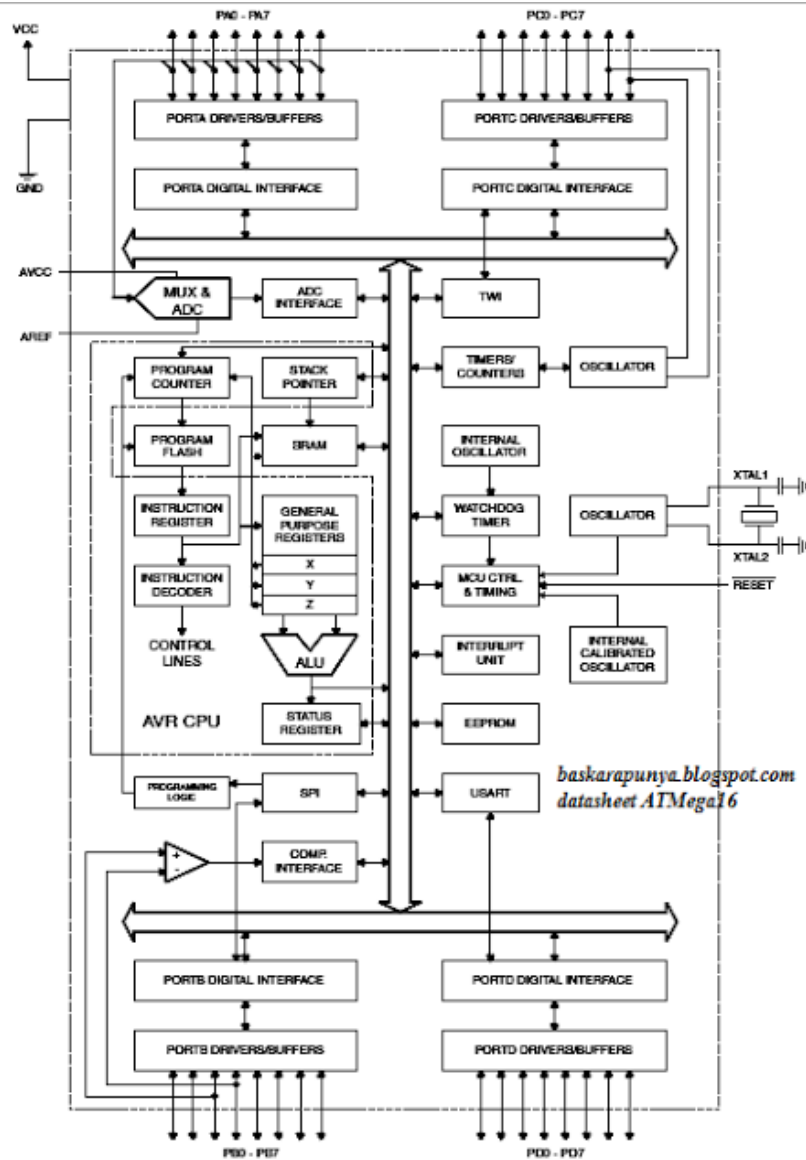
register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (in chip).

### **2.7.1 Arsitektur ATmega 16**

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (concurrent).

Secara garis besar mikrokontroler ATmega16 terdiri dari :

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



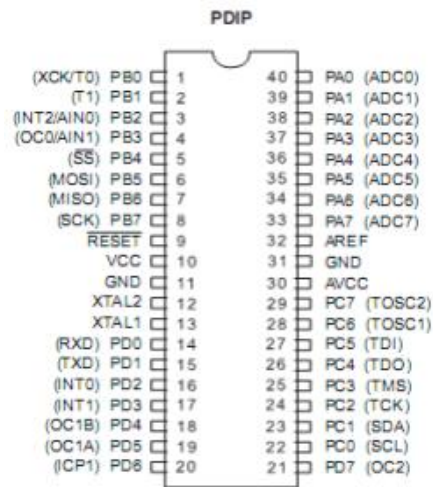
**Gambar 2.12** Blok Diagram ATmega16

Sumber: Nasution, F. 2011, "Mikrokontroler ATmega 16", <http://repository.usu.ac.id>

### 2.7.2 Konfigurasi Pin ATmega 16

Konfigurasi pena (pin) mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40-pena dapat dilihat pada Gambar 2.10 dari gambar tersebut dapat terlihat ATmega16 memiliki 8 pena untuk masing-masing bandar A (Port A), bandar B (Port B), bandar C (Port C), dan bandar D (Port D).





**Gambar 2.13** Pin ATmega 16

Sumber: Nasution, F. 2011, "Mikrokontroler ATmega 16", <http://repository.usu.ac.id>

### 2.7.3 Deskripsi Mikrokontroler ATmega 16

1. VCC (Power Supply) dan GND(Ground).
2. Bandar A (PA7..PA0).

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

3. Bandar B (PB7..PB0).

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



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

4. Bandar C (PC7..PC0).

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

5. Bandar D (PD7..PD0)

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

6. RESET (Reset input) merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.

7. XTAL1 (Input Oscillator) .

8. XTAL2 (Output Oscillator) .

9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.

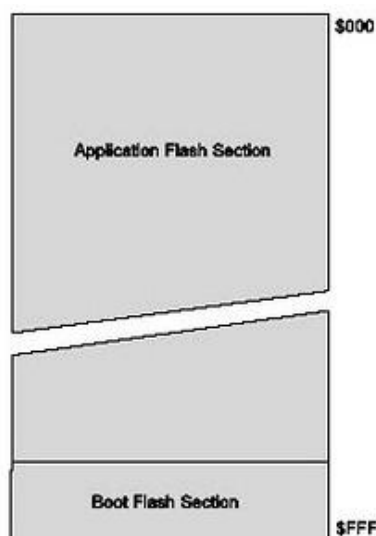
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC.



## 2.7.4 Peta Memori ATmega16

### 2.7.4.1 Memori Program

Arsitektur ATmega16 mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, ATmega16 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATmega16 memiliki 16K byte On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory untuk menyimpan program. Instruksi ATmega16 semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori flash diatur dalam 8K x 16 bit. Memori flash dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program boot dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar 2.11 Bootloader adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor. (Sumber: Andrianto, Heri. 2013. "Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)". Informatika. Bandung)



**Gambar 2.14** Peta Program Memory

Sumber: Nasution, F. 2011, "Mikrokontroler ATmega 16", <http://repository.usu.ac.id>

### 2.7.4.2 Memori Data (SRAM)

Memori data AVR ATmega16 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 register umum, 64 buah register I/O dan 1 Kbyte SRAM internal. General purpose register menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F. Memori I/O



merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai fitur mikrokontroler seperti kontrol register, timer/counter, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. 1024 alamat berikutnya mulai dari \$60 hingga \$45F digunakan untuk SRAM internal.

#### **2.7.4.3 Memori Data EEPROM**

ATMega16 terdiri dari 512 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat ditulis/dibaca dari memori ini, ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat nonvolatile. Alamat EEPROM mulai dari \$000 sampai \$1FF.

### **2.8 *Liquid Crystal Display (LCD)***

*Liquid Crystal Display (LCD)* merupakan sebuah teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata (*flat*) dengan memberi sinar pada Kristal cair dan filter berwarna yang mempunyai struktur molekul polar, diapit antara dua elektroda yang transparan. Bila medan listrik diberikan, molekul menyesuaikan posisinya pada medan membentuk susunan kristalin yang mempolarisasi cahaya yang melaluinya.

Teknologi yang ditemukan semenjak tahun 1888 ini merupakan pengolahan kristal cairan kimia, dimana molekul-molekulnya dapat diatur sedemikian rupa bila diberi medan elektrik seperti molekul-molekul metal bila diberi medan magnet. Bila diatur dengan benar, sinar dapat melewati Kristal cair tersebut.

Banyak sekali kegunaan LCD dalam perancangan suatu sistem yang menggunakan mikrokontroler. LCD berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD.

Pemakaian LCD disini adalah untuk pengecekan dan untuk mempermudah pemakai agar dapat melihat apakah berat benda sudah cukup atau belum sesuai dengan yang diinginkan.



### 2.8.1. Karakteristik Display LCD

Display LCD memiliki terdiri dari beberapa pin I/O yang berfungsi untuk menampilkan maupun mengaktifkan kristal cair yang terkandung didalam kemasan LCD tersebut. Pada gambar 2.15 menampilkan bentuk fisik dari display LCD 16 X 2. LCD mempunyai tampilan dengan lebar 16 kolom dan 2 baris atau biasa disebut sebagai LCD karakter dengan 16 pin konektor <sup>6</sup>.



**Gambar 2.15** Liquid Crystal Display (LCD)

Sumber: [Http://elektronika-dasar.web.id/komponen/lcd-liquid-cristal-display](http://elektronika-dasar.web.id/komponen/lcd-liquid-cristal-display)

**Tabel 2.4 Konfigurasi Pin Pada LCD**

NO	NAMA	INPUT / OUTPUT	FUNGSI
1.	V <sub>ss</sub>	-	Ground dari modul ke rangkaian.
2.	V <sub>dd</sub>	Input	Catu daya luar +5V ke modul tampilan.
3.	V <sub>o</sub>	Input	Tegangan kemudi LCD – tegangan pengatur kontras dan sudut penglihatan modul LCD.
4.	R <sub>s</sub>	Input	Sinyal pemilih mode: 0 = operasi instruksi ke LCD. 1 = operasi kirim data ke LCD.
5.	R/W	Input	Kontrol arah data: 0 = Tulis ke modul LCD. 1 = Baca modul dari LCD.
6.	E	Input	Enable = Mengaktifkan fungsi baca atau tulis
7-10	DB0 - DB3	Input / Output	4 Bit MSB dari bus data dua arah. Jalur-jalur ini hanya digunakan pada mode transfer data 8 bit.
11-14	DB4 – DB7	Input / Output	4 Bit MSB dari bus data dua arah.

Sumber: Syahrul. 2014. “Pemrograman Mikrokontroler AVR”. Informatika. Bandung.

<sup>6</sup> Syahrul, *Pemrograman Mikrokontroler AVR*, (Bandung: Informatika, 2014). h.561



### 2.8.2 Prinsip Kerja LCD Display

Prinsip kerja LCD yaitu dengan memberikan tegangan  $V_{dd}$  sebesar 5Vdc untuk mengaktifkan layar LCD, dan mengatur pin R/W dengan memberikan logika 0 agar LCD dapat menulis instruksi ke modul, R/W dalam kondisi 1 berfungsi untuk membaca data dari LCD seperti perintah untuk membersihkan layar dll, selanjutnya pin RS diatur menjadi nilai logika 1 agar dapat mengirim instruksi ke LCD, pengiriman data ke LCD dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan metode 4 bit atau 8 bit, metode 4 bit yaitu pengiriman data dikirim melalui 4 jalur bus dari mikrokontroler, dimana jalur yang tersedia untuk melakukan pengiriman data memiliki keterbatasan yaitu berjumlah 4 bus, oleh karena itu data akan dikirim sebanyak 2 kali agar sesuai dengan instruksinya, hal ini akan menghasilkan waktu delay yang cukup lama, berbeda dengan metode 8 bit, pengiriman data dengan metode ini dapat dilakukan dengan 1 kali pengiriman karena jalur bus yang tersedia cukup untuk melakukan pengiriman data sebesar 8 bit dalam 1 waktu.

Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Setiap huruf terdiri dari 5x7 dot-matrix cursor.
3. Terdapat 192 macam karakter.
4. Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter).
5. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
6. Dibangun dengan osilator lokal.
7. Satu sumber tegangan 5 volt.
8. Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
9. Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C.