

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Motor DC**

Motor DC (*direct current*) adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang disain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu (Pitowarno, 2006: 76). 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 di bawah merupakan contoh dari motor DC yang dipakai sebagai penggerak robot.



**Gambar 2.1** Motor DC

##### **2.1.1 Konstruksi Motor DC**

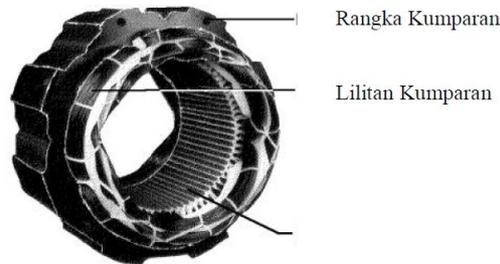
Secara garis besar motor DC mempunyai bagian atau susunan konstruksi sebagai berikut :

- 1) 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.

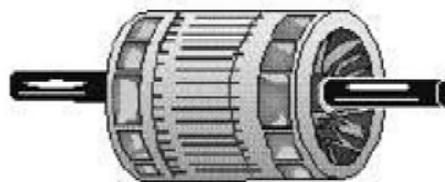


**Gambar 2.2** Konstruksi Bagian Stator Motor

(Sumber : Afifi, Baba MI. 2013. *Aplikasi Motor DC dengan Driver H-Bridge pada Alat Pemotong Lenjangan Otomatis*)

## 2) Rotor dan Jangkar Motor DC

Fungsi dari rotor atau jangkar yaitu untuk merubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar. Rotor terdiri dari poros baja dimana tumpukan keping-keping inti yang berbentuk silinder dijepit. Pada inti terdapat alur-alur dimana lilitan rotor diletakkan. Suatu kumparan motor akan berfungsi apabila mempunyai kumparan medan, kumparan tersebut berfungsi sebagai penghasil medan magnet. Kumparan jangkar, berfungsi sebagai penghasil medan magnet. Kumparan jangkar, berfungsi sebagai pembangkit GGL pada konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar. Celah udara yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.



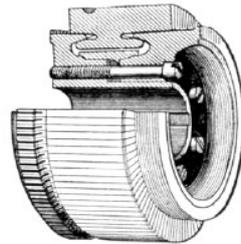
**Gambar 2.3** Konstruksi Rotor dan Jangkar Motor

(Sumber : Afifi, Baba MI. 2013. *Aplikasi Motor DC dengan Driver H-Bridge pada Alat Pemotong Lenjangan Otomatis*)



### 3) Komutator

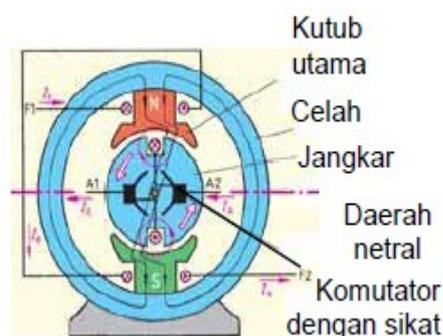
Konstruksi dari komutator terdiri dari lamel-lamel, antar lamel dengan lamel lainnya diisolasi dengan mica. Gambar di bawah ini merupakan gambar komutator pada motor DC.



**Gambar 2.4** Konstruksi Komutator

(Sumber : Afifi, Baba MI. 2013. *Aplikasi Motor DC dengan Driver H-Bridge pada Alat Pemotong Lenjangan Otomatis*)

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  $B$ . Lihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.5** Konstruksi Motor DC

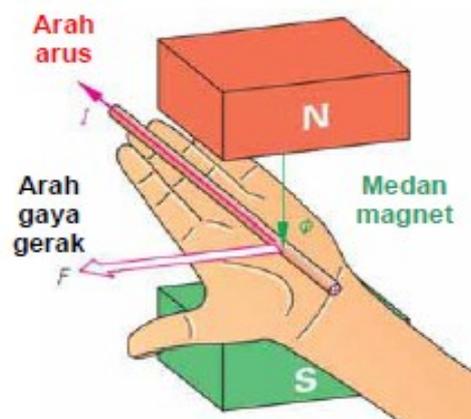
(Sumber : Herlangga, Prolan. 2012. *Aplikasi Motor DC pada Alat Penghitung dan Pengelompokan Barang Otomatis*)

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 2.3 berikut:



**Gambar 2.6** Penentuan Arah Gaya Pada Kawat Berarus Listrik Dalam Medan Magnet

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

### 2.1.2 Prinsip Kerja Motor DC

Sesuai dengan namanya, motor DC didayai dengan tegangan DC (*Direct Current* = arus searah). Dengan demikian putaran motor DC akan berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga di ubah.



Apabila motor disupply tegangan luar ( $V$ ) 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. Pada sebuah motor berlaku hubungan:

$$\begin{aligned} V &= E + IR \\ &= k\Phi n + IR \\ n &= \frac{V - IR}{k\Phi} \dots\dots\dots(2.1) \end{aligned}$$

Dimana:

- $V$  = tegangan (Volt)
- $E$  = gaya gerak listrik (Volt)
- $R$  = tahanan dalam jangkar motor (Ohm)
- $I$  = arus jangkar (Ampere)
- $N$  = putaran motor (rpm)
- $k$  = konstanta
- $\Phi$  = Fluk magnet yang terbentuk pada motor

Karena tahanan jangkar relatif kecil, maka kenaikan perkalian antara  $I R$  jauh lebih kecil di banding dengan kenaikan tegangan ( $V$ ). Sehingga kecepatan putaran motor akan tergantung dari besarnya tegangan luar ( $V$ ) yang menyalurkan tegangan ke motor.



## 2.2 Driver Motor DC L293D

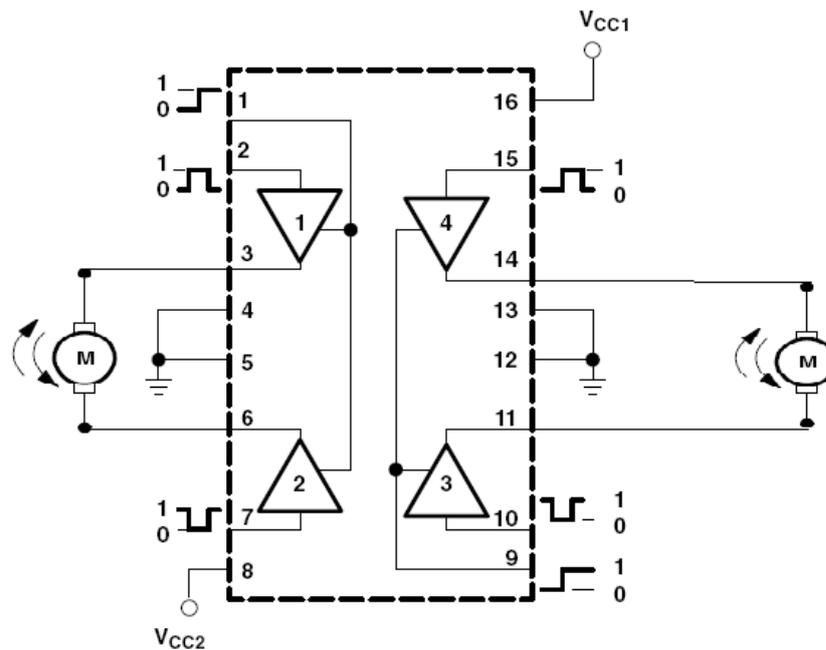
L293D adalah suatu bentuk rangkaian daya tinggi terintegrasi yang mampu memiliki 4 buah beban dengan arus nominal 600 mA hingga maksimum 1,2 A. Keempat kanal inputnya didesain untuk dapat menerima masukan level logika TTL (Syahrul, 2014: 609). Secara umum IC ini memiliki fitur sebagai berikut:

- Keluaran dapat mencapai 600mA tiap kanal
- Tersedia fasilitas enable (pengaktif)
- Proteksi terhadap suhu berlebih
- Logic "0" sampai dengan tegangan 1,5 volt

Dengan menggunakan IC driver L293D ini ada beberapa keuntungan yang didapat, yakni:

- Berukuran kompak sehingga lebih praktis
- Dapat mengatur arah putaran motor DC
- Dapat mengatur kecepatan motor DC

Berikut gambar dari ic driver:



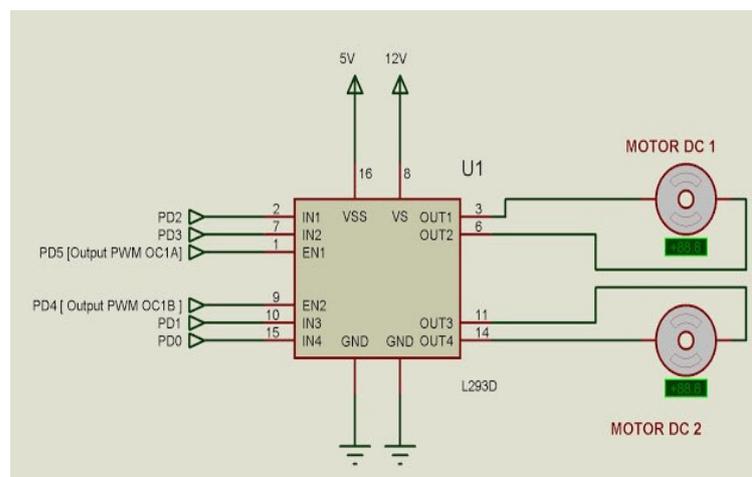
**Gambar 2.7** Susunan Pin L293D Motor Driver



Tabel 2.1 Fungsi Pin-pin IC L293D

Pin	Nama	Kegunaan
1	Enable 1 (1,2EN)	Enable untuk motor 1 (output 1 dan output 2)
2	Input 1 (1A)	Masukan 1 untuk motor 1
3	Output 1 (1Y)	Keluaran 1 untuk motor 1
4,5	Ground	Ground
6	Output 2 (2Y)	Keluaran 2 untuk motor 1
7	Input 2 (2A)	Masukan 2 untuk motor 1
8	Vcc2	Sumber tegangan untuk motor 1 dan motor 2
9	Enable 2 (3,4EN)	Enable untuk motor 2 (output 3 dan output 4)
10	Input 3 (3A)	Masukan 1 untuk motor 2
11	Output 3 (3Y)	Keluaran 1 untuk motor 2
12,13	Ground	Ground
14	Output 4 (4Y)	Keluaran 2 untuk motor 2
15	Input 4 (4A)	Masukan 2 untuk motor 2
16	Vcc	Logic power supply (+5Volt)

Cara kerja *driver* L293D cukup sederhana yakni dengan memberikan menggunakan tegangan 5 Volt sebagai Vcc pada pin 16 dan 12 Volt pada pin 8 untuk tegangan motor, maka IC siap digunakan (Syahrul, 2014: 610).



Gambar 2.8 Driver Motor DC



Jika IN1 diberi logik 1 dan IN2 diberi logik 0, maka motor dc 1 akan berputar berlawanan arah jarum jam. Dan sebaliknya jika IN1 diberi logik 0 dan IN2 diberi logik 1, maka motor A akan berputar searah jarum jam. Jika diberi logik 1 pada IN1 dan IN2, maka Motor dc 1 akan berhenti. Begitu juga dengan motor dc 2.

Untuk mengganti kecepatan motor caranya adalah mengganti tegangan Vcc2 atau VS. Cara yang lain adalah dengan mengganti input dari enable 1 (pin1) dan enable 2 (pin9), yang tadinya 5 volt menjadi input PWM (Pulse Width Modulation).

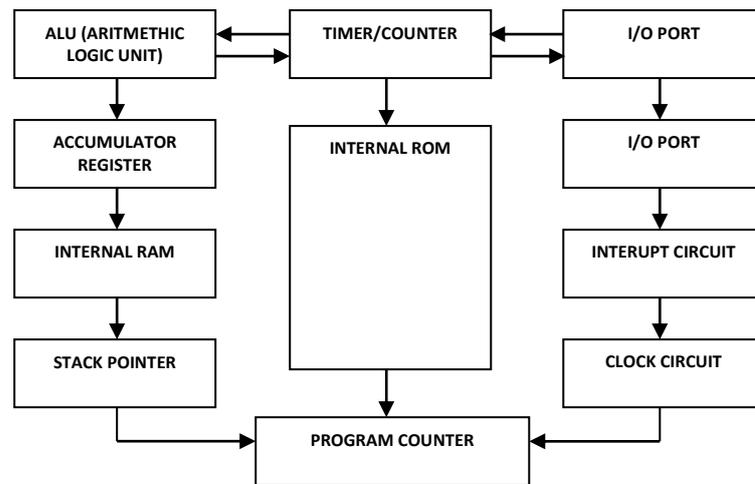
### **2.3 Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah suatu Central Processing Unit (CPU) yang disertai dengan memori serta sarana input output dan dibuat dalam bentuk chip. CPU ini terdiri dari dua bagian yaitu yang pertama adalah unit pengendali dan yang kedua adalah unit aritmatika dan logika.

Unit pengendali berfungsi untuk mengambil instruksi-instruksi yang tersimpan dalam memori, memberi kode instruksi-instruksi tersebut dan melaksanakannya. Unit pengendali menghasilkan sinyal pengendali yang berfungsi untuk menyamakan operasi serta mengatur aliran informasi. Sedangkan unit aritmatika dan logika berfungsi untuk melakukan proses-proses perhitungan yang diperlukan selama suatu program dijalankan.

#### **2.3.1 Struktur Mikrokontroler**

Pada blok diagram mikrokontroler, terdapat bagian-bagian yang saling dihubungkan melalui internal bus. Umumnya terdiri dari tiga bus yaitu *address bus*, *data bus*, dan *control bus*. Untuk lebih mengenal blok diagram dari mikrokontroler, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2.9** Blok Diagram Mikrokontroler

(sumber: Nasution, F. 2011. *Mikrokontroler ATmega 16*, <http://repository.usu.ac.id>)

#### -Register

Register adalah suatu tempat penyimpanan (variable) bilangan bulat 8 bit atau 16 bit. Pada umumnya register jumlahnya banyak, masing-masing ada yang memiliki fungsi khusus dan ada pula yang memiliki kegunaan umum. Register yang memiliki kegunaan umum misalnya adalah register timer yang berisi data perhitungan pulsa untuk timer, atau register pengatur mode operasi counter (pencacah pulsa). Sedangkan register yang bersifat umum digunakan untuk menyimpan data sementara yang diperlukan untuk proses penghitungan dan proses operasi mikrokontroler. Register dengan kegunaan umum dibutuhkan, mengingatkan pada saat yang bersamaan mikrokontroler hanya mampu melakukan operasi aritmatik atau logic hanya pada satu atau dua operad saja. Sehingga untuk operasi-operasi yang melibatkan banyak variabel harus dimanupulasi dengan menggunakan variabel-variabel register umum.

#### -Accumulator

Accumulator adalah register yang berfungsi untuk menyimpan data sementara. Register Accumulator ini sering digunakan dalam proses



aritmatika, logika, pengambilan data, dan pengiriman data. Register ini juga bisa dialamati secara bit.

**-Program Counter**

Program counter merupakan salah satu register khusus yang berfungsi sebagai penghitung eksekusi program mikrokontroler.

**-ALU (Arithmetic Logic Unit)**

ALU memiliki kemampuan mengerjakan proses-proses aritmatika (penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian) dan operasi logika (misalnya AND, OR, XOR, NOT) terhadap bilangan bulat 8 atau 16 bit.

**-Clock Circuit**

Mikrokontroler adalah rangkaian logika sekuensial, dimana proses kerjanya berjalan melalui sinkronisasi clock. Karena diperlukan clock circuit yang menyediakan clock bagi seluruh bagian rangkaian.

**-Internal ROM**

Merupakan memori penyimpanan data yang isinya tidak dapat diubah atau dihapus (hanya dapat dibaca). ROM biasanya diisi dengan program untuk menjalankan mikrokontroler segera setelah power dinyalakan, dan berisi data-data konstanta yang diperlukan oleh program. Isi ROM tidak dapat hilang walaupun power dimatikan.

**-Internal RAM**

Merupakan memori penyimpanan data yang isinya dapat diubah atau dihapus. RAM biasanya berisi data-data variabel dan register. Data yang tersimpan pada RAM bersifat hilang jika catu daya yang terhubung padanya dimatikan.

**-Stack Pointer**

Stack adalah bagian dari RAM yang memiliki metode penyimpanan dan pengambilan data secara khusus. Data yang disimpan dan dibaca tidak dapat dilakukan dengan metode acak, karena data yang masuk kedalam stack pada urutan yang terakhir adalah data yang pertama kali dibaca kembali. Stack Pointer bersifat offset dimana posisi data stack yang terakhir masuk (atau yang pertama kali dapat diambil.).



#### -I/O (Input/ Output)

Merupakan sarana yang digunakan oleh mikrokontroller untuk mengakses data-data lain dari luar dirinya, berupa pin-pin yang dapat berfungsi untuk mengeluarkan data digital ataupun menginputkan data.

#### -Interrupt circuit

Adalah rangkaian yang memiliki fungsi untuk mengendalikan sinyal-sinyal interupsi baik internal maupun eksternal. Adanya sinyal interupsi akan menghentikan eksekusi normal program mikrokontroller untuk selanjutnya menjalankan sub-program untuk melayani interupsi tersebut.

## 2.4 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 Analog converter) dan serial komunikasi.

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (Reduce Instruction Set Computer) 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*). (sumber: Nasution, F. 2011, "Mikrokontroler ATmega 16", <http://repository.usu.ac.id>)

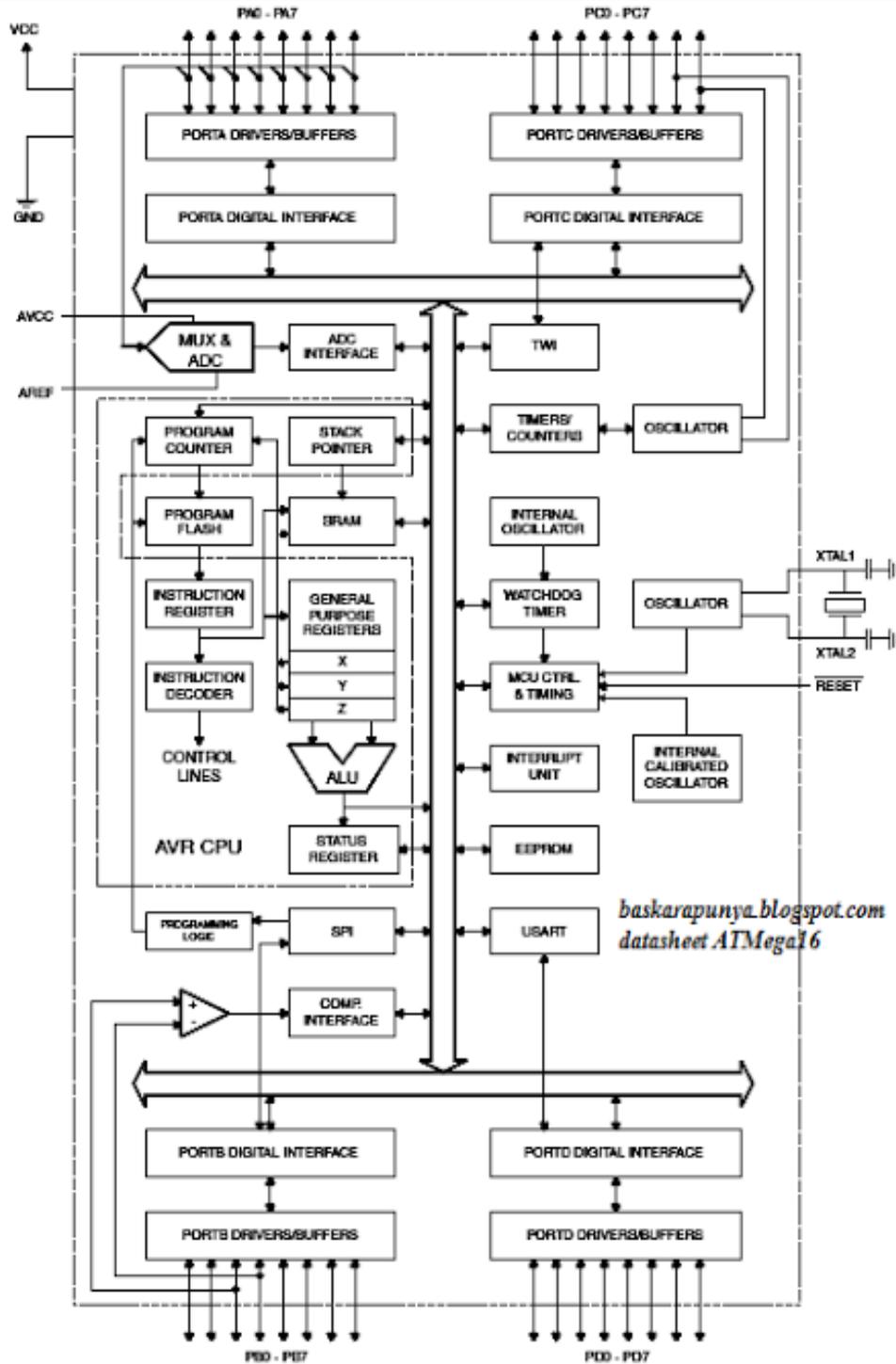


### **2.4.1 Arsitektur ATMega 16**

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 2.10 Blok Diagram ATmega 16

(sumber: Nasution, F. 2011. *Mikrokontroler ATmega 16*, <http://repository.usu.ac.id>)



### 2.4.2 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).

(XCK/T0) PB0	1	40	FA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	FA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	FA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	FA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	FA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	FA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	FA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	FA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5 (TDI)
(TXD) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

**Gambar 2.11** Pin ATmega 16

(sumber : <http://www.futurlec.com/Atmel/ATMEGA16.shtml>)

### 2.4.3 Deskripsi Mikrokontroler ATmega 16

- VCC (Power Supply) dan GND (Ground)
- 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.



- 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.

- 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.

- 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.

- RESET (Reset input)

- XTAL1 (Input Oscillator)

- XTAL2 (Output Oscillator)

- AVCC adalah pena penyedia tegangan untuk bandar A dan Konverter A/D.

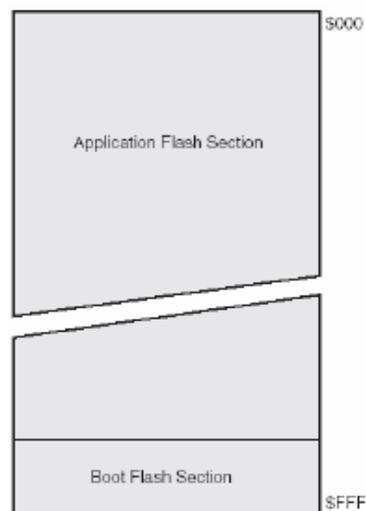
- AREF adalah pena referensi analog untuk konverter A/D.



#### 2.4.4 Peta Memori ATmega 16

##### a. 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 2.10 Bootloader adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.



**Gambar 2.12** Peta Program Memory

(sumber : <http://www.futurlec.com/Atmel/ATMEGA16.shtml>)

##### b. 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.

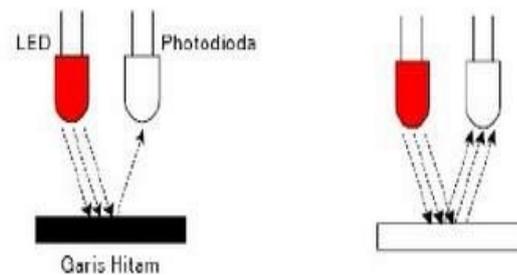
### c. Memori Data EEPROM

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.

## 2.5 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 pasangan LED 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 2.13 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 LED 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 (Vcc).



**Gambar 2.13** Prinsip Kerja Sensor Proximity

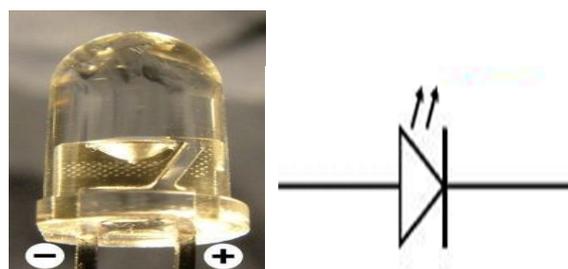
(sumber: ZM, Mas Ngabei Erwan. 2010. *Rancang Bangun Prototype Mobil Otomatis Yang Dapat Membedakan Warna Menggunakan Konsep Robot Line Follower*, [http://eprints.upnjatim.ac.id/2268/3/BAB\\_II.pdf](http://eprints.upnjatim.ac.id/2268/3/BAB_II.pdf))

### 2.5.1 Karakteristik Sensor Proximity

Berikut ini bagian-bagian dari sensor proximity :

- LED

LED (Light Emitting Diode) atau dalam bahasa Indonesia disebut “diode pancaran cahaya” adalah semikonduktor yang mana bila diberikan tegangan maju “forward bias” akan menghasilkan pancaran cahaya. Simbol skema elektronika untuk LED hampir sama dengan simbol dioda, hanya saja ada tambahan dua panah ke arah luar seperti terlihat pada gambar berikut.



**Gambar 2.14** LED dan Simbol LED

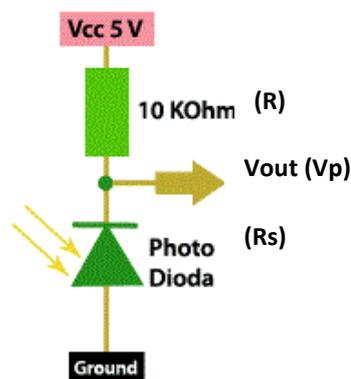
Bila dioda pemancar cahaya (LED) dibias forward, electron pita konduksi melewati junction dan jatuh ke dalam hole. Pada saat elektron-elektron jatuh dari pita konduksi ke pita valensi, mereka memancarkan energi. Pada dioda Led energy dipancarkan sebagai cahaya, sedangkan pada dioda penyearah energi ini



keluar sebagai panas. Dengan menggunakan bahan dasar pembuatan Led seperti gallium, arsen dan fosforparik dapat membuat Led dengan memancarkan cahaya warna merah, kuning, dan infra merah (tak kelihatan). Led yang menghasilkan pancaran yang kelihatan dapat berguna pada display peralatan, mesin hitung, jam digital dan lain-lain. Sedangkan Led infra merah dapat digunakan dalam sistem tanda bahaya pencuri dan lingkup lainnya yang membutuhkan cahaya tak kelihatan. Keuntungan lampu Led dibandingkan lampu pijar adalah umurnya panjang, tegangannya rendah dan saklar nyala matinya cepat. (sumber: Hutomo, Imam B. 2012. *Dioda*, <http://www.scribd.com/doc/86324555/DIODA>)

#### - Photodioda

Merupakan salah satu jenis variabel resistor type LDR, yaitu jenis resistor non linier yang nilai hambatannya terpengaruh oleh intensitas cahaya yang mengenainya. Makin besar intensitas cahaya yang mengenainya makin kecil nilai hambatannya. Umumnya photodioda memiliki resistansi sebesar 150 k $\Omega$ , resistansi ini akan bekurang sesuai dengan warna yang dikenainya. Sedangkan untuk tegangan yang dikeluarkan dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut.



**Gambar 2.15** Rangkaian Photodioda

$$V_p = \frac{R_s}{(R_s + R)} \times V_{cc} \dots\dots\dots(2.2)$$



Dimana :

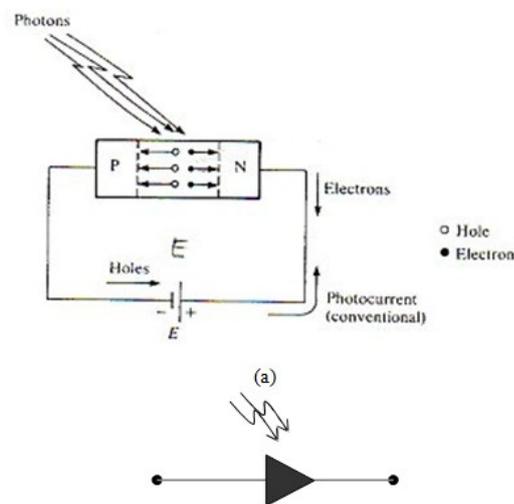
$V_p$  : Tegangan Photodiode (Volt)

$R_s$  : Resistansi Photodiode (Ohm)

$R$  : Resistansi Resistor (Ohm)

$V_{cc}$  : Supply (Volt)

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 2.15 melukiskan situasi ini.



**Gambar 2.16** Photodiode, (a) prinsip operasi dan (b) simbol

Di dalam daerah diplesi, 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 electron 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. (Sumber: Darajat, Ulya. 2012. *Photodiode*, <http://www.scribd.com/doc/86649740/Kuliah-5-6>)

Sensor proximity ini memiliki kelebihan, diantaranya :

- Respon yang cepat
- Tahan lama
- Power supply 0-5 volt
- Dapat membedakan antara garis putih dengan garis hitam
- Sensor proximity bisa kita buat sendiri
- Dapat mendeteksi garis dengan jarak bekisar 1 cm

## 2.6 *Lyquid 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.

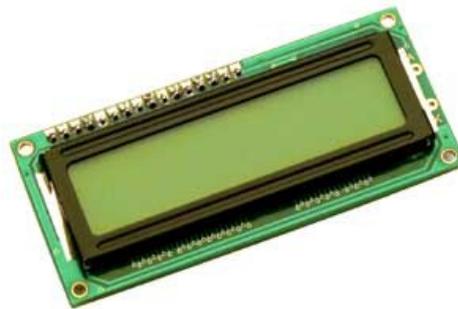
Teknologi yang ditemukan semenjak tahun 1888 ini merupakan pengolahan kristal cairan kimia, dimana molekul-molekulnya dapat diatur sedemikian rupa bila diberi medan elektrik seperti molekul-molekul metal bila diberi medan magnet. Bila diatur dengan benar, sinar dapat melewati Kristal cair tersebut.



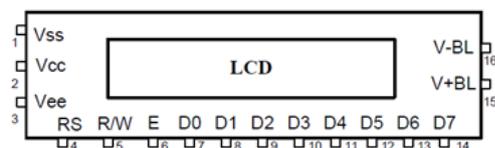
Banyak sekali kegunaan LCD dalam perancangan suatu sistem yang menggunakan mikrokontroler. LCD berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan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

### 2.6.1 Karakteristik *Display* LCD

Display LCD terdiri dari beberapa pin I/O yang berfungsi untuk menampilkan maupun mengaktifkan kristal cair yang terkandung didalam kemasan LCD tersebut, pada gambar 2.17 menampilkan bentuk fisik dari display LCD 16 X 2, dimana 16 merupakan kolom yang tersedia, dan 2 adalah baris yang tersedia pada LCD.



**Gambar 2.17** *Lyquid Crystal Display* (LCD)



**Gambar 2.18** Konfigurasi Pin LCD

Terdapat dua register yang sangat penting dalam LCD. Pin Rs digunakan untuk memilih register tersebut. Jika  $Rs=0$ , maka artinya kita sedang memilih register kode perintah (*command code register*) yang mengizinkan pengguna untuk mengirimkan *command* misalnya membersihkan tampilan, penempatan cursor dan sebagainya. Jika  $Rs=1$ , maka artinya kita sedang memilih register data



yang mengizinkan pengguna untuk mengirim data yang akan ditampilkan pada LCD.

Sinyal R/W digunakan untuk mengizinkan pengguna apakah akan menulisi LCD atau akan membaca LCD. Jika R/W=0 maka artinya kita dapat menulis data ke LCD dan sebaliknya ketika R/W=1 kita dapat membaca data dari LCD. Kemudian terdapat lagi satu sinyal yang sangat penting yaitu E (*enable*). Pin E digunakan oleh LCD untuk menahan (*latch*) informasi yang terdapat pada pin data (DB0 - DB7) (Syahrul, 2014: 562). Untuk penjelasan dari fungsi pada tiap pin LCD terlihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.2** Fungsi Pin-pin LCD

No.	Simbol	Level	Fungsi
1	Vss	-	0 Volt
2	Vcc	-	5 + 10 % Volt
3	Vee	-	Penggerak LCD
4	RS	H/L	H= Memasukkan data L= Memasukkan Ins
5	R/W	H/L	H= Baca L= Tulis
6	E		Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bus
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	V+BL		Kecerahan LCD
16	V-BL		