

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Photodiode dan *Infrared*

2.1.1 Photodiode

Photodiode adalah diode yang bekerja berdasarkan intensitas cahaya, dimana jika photodiode terkena cahaya maka photodiode bekerja seperti diode pada umumnya, tetapi jika tidak mendapat cahaya maka photodiode akan berperan seperti resistor dengan nilai tahanan yang besar sehingga arus listrik tidak dapat mengalir. Pada gambar 2.1 a. Simbol dan bentuk photodiode hampir sama dengan LED, tetapi simbol photodiode arah dua panahnya menghadap ke dalam (pada gambar 2.1 b.). Photodiode banyak digunakan sebagai sensor cahaya dalam dunia elektronika, karena sifatnya yang peka terhadap cahaya.



a. bentuk fisik photodiode



b. Simbol photodiode

Gambar 2.1

(www.alldatasheet.com/pdf/229832)

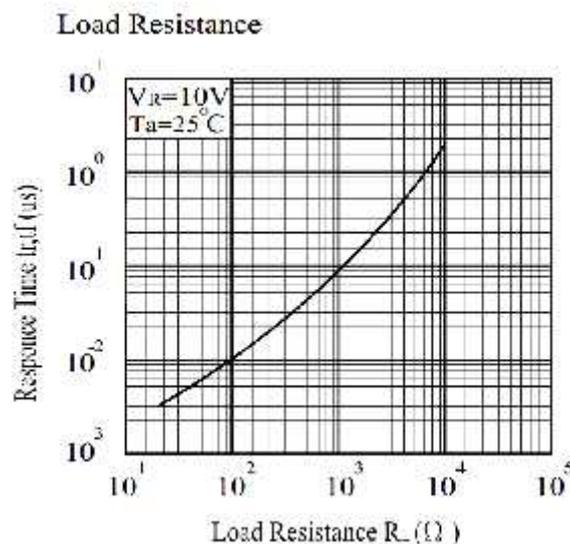
2.1.2 Karakteristik Photodiode

Photodiode mempunyai karakteristik yang lebih baik dari pada phototransistor dalam responnya terhadap cahaya *infrared*. Photodiode mempunyai respon 100 kali lebih cepat dari pada phototransistor karena sebuah photodiode dikemas dengan plastik transparan yang berfungsi sebagai lensa. Lensa tersebut merupakan lensa cembung yang mempunyai sifat mengumpulkan cahaya serta merupakan filter cahaya, lebih dikenal sebagai *optical filter*. Salah satu faktor yang mempengaruhi penerimaan cahaya adalah *active area* dan *respond time*. Karakteristik photodiode yang digunakan pada alat ini dapat dilihat pada tabel I dan gambar 2.2

Tabel I *Electrical Characteristic photodiode*

Symbol	Parameter	Min	TYP	Max	Test Condition
I_{R}	Reverse Light Current				
	OP993	12,5	-	μA	$V_R = 5V, E_E = 1,7, nW/CM^2(3)$
	OP999	6,5	-		$V_R = 5V, E_E = 0,25mW/CM^2(3)$
I_{DR}	Reverse Dark Current		1	nA	$V_R = 5V, E_E = 0,25mW/CM^2(3)$
V_{BR}	Reverse Breakdown Volt	60		V	$V_R = 30V, I_R = 100 \mu A$
V_F	Forward Voltage			V	$I_R = 100 \mu A$ $I_F = 1 mA$
C_T	Total Capacitance		4	pF	$V_R = 20V, E_E = 0, F = 1 MHz$
t_R	Rise Time		5	Ns	$V_R = 20V, I_F = 1 mA$
t_F	Fall Time		5		$V_R = 20V, I_F = 1 mA$ $R_L = 50 \Omega$

Photodiode yang digunakan pada alat ini adalah OP999, karakteristik bahan photodiode ini adalah Silikon (Si): arus lemah sangat gelap, kecepatan tinggi, sensitivitas yang bagus antara 400nm sampai 1000nm. Grafik karakteristik resistansi pada photodiode ditunjukkan pada gambar 2.2



gambar 2.2 Karakteristik resistansi photodiode
(alldatasheet.everlight/Photodiode/doct/)

2.1.3 *Infrared*



Gambar 2.3 bentuk fisik *infrared*
(www.alldatasheet.com/pdf/219282)

Gambar 2.3 menunjukkan bentuk fisik *Infrared*, yaitu komponen yang memberikan radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang lebih panjang dari cahaya tampak, 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 *infrared* memiliki panjang gelombang antara 700 nm dan 1 mm. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya *infrared* tidak akan terlihat oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih dapat dirasakan/dideteksi.

Infrared ditemukan secara tidak sengaja oleh *Sir William Herschell*, astronom kerajaan Inggris ketika ia sedang mengadakan penelitian mencari bahan penyaring optik yang akan digunakan untuk mengurangi kecerahan gambar matahari dalam tata surya teleskop. Sedangkan pembangkit sinar *infrared* ini adalah sebuah dioda LED yang secara kasat mata, cahaya *infrared* tidak dapat dilihat.

Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi *infrared* termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. cahaya *infrared* mempunyai panjang gelombang yang tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang nampak sehingga cahaya *infrared* tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata.

Sinar infra merah yang dipancarkan oleh pemancar *infrared* tentunya mempunyai aturan tertentu agar data yang dipancarkan dapat diterima dengan baik pada penerima. Oleh karena itu baik di pengirim *infrared* maupun penerima *infrared* harus mempunyai aturan yang sama dalam mentransmisikan (bagian pengirim) dan menerima sinyal tersebut kemudian mengkodekannya kembali

menjadi data *biner* (bagian penerima). Komponen yang dapat menerima *infrared* ini merupakan komponen yang peka cahaya yang dapat berupa dioda (photodiode) atau transistor (phototransistor). Komponen ini akan merubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya *infrared*, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal *infrared* sebanyak mungkin sehingga pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik.

2.1.4 Karakteristik *Infrared*

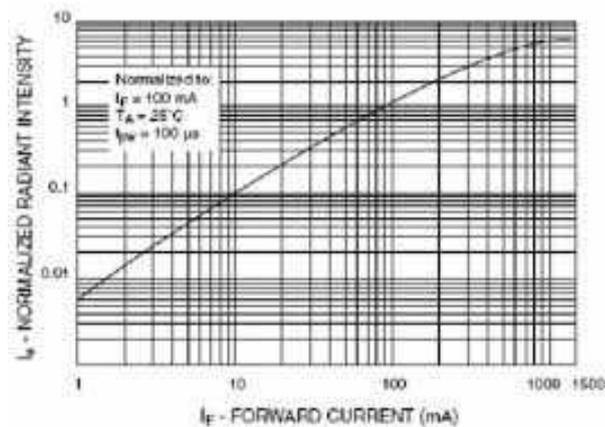
Spektrum gelombang elektromagnetik dikelompokkan berdasarkan panjang gelombangnya atau bisa juga dikelompokkan berdasarkan frekuensinya. Mengenai spektrum gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombangnya atau Frekuensinya dapat dilihat pada Tabel II.

Tabel II Spektrum gelombang elektromagnetik

No. Jenis gelombang elektromagnetik	Panjang gelombang (m)	Frekuensi (Hertz)
1. Gelombang radio:	$10^4 - 10^{-3}$	$1 - 10^{11}$
a. Radio gelombang panjang	$10^4 - 10^3$	$1 - 10^5$
b. Radio gelombang pendek	$10^3 - 10$	$10^5 - 10^7$
c. Komunikasi <i>bands</i>	$10^5 - 10^{-3}$	$10^3 - 10^{11}$
d. Televisi	$10 - 10^{-1}$	$10^7 - 10^9$
2. Gelombang Mikro:	$10 - 10^{-5}$	$10^7 - 10^{13}$
a. Radar	$10 - 10^{-3}$	$10^8 - 10^{11}$
3. <i>Infrared</i>	$10 - 10^{-5}$	$10^{13} - 10^{14}$
4. Cahaya tampak	$10^{-7} - 10^{-6}$	$10^{14} - 10^{16}$
5. Ultra ungu	$10^{-9} - 10^{-10}$	$10^{18} - 10^{19}$
6. Sinar	$10^{-9} - 10^{-10}$	$10^{15} - 10^{20}$
7. Sinar gamma	$10^{-10} - 10^{-12}$	$10^{16} - 10^{24}$

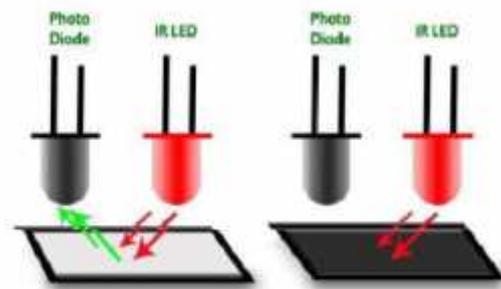
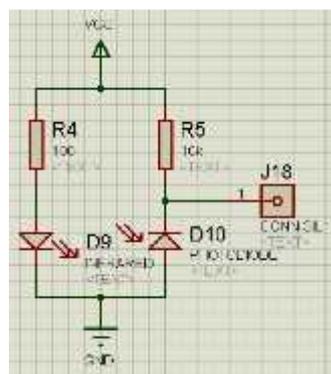
Intensitas cahaya yang dikeluarkan oleh *infrared* tergantung arus yang mengalir pada *infrared* tersebut. Semakin besar arus yang melaluinya maka

intensitas cahaya yang dikeluarkan akan semakin besar, dan semakin kecil arus yang melalui *infrared* tersebut maka akan semakin kecil pula intensitas cahaya yang dikeluarkan. Kode *infrared* yang dipakai pada alat ini adalah IR333C-A. Gambar perbandingan antara intensitas cahaya yang dikeluarkan *infrared* dengan arus yang melaluinya diperlihatkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Kurva Karakteristik *infrared*
(www.alldatasheet.com/pdf/219282)

2.1.5 Aplikasi photodioda dan *infrared* pada rangkaian *sensing*



a. Rangkaian Photodioda b. Proses *sensing* photodioda dan *infrared*

Gambar 2.5

Gambar 2.5 a. menunjukkan rangkaian *sensing* photodioda dan *infrared*. Cara kerja sensor *infrared* dan photodioda pada *line follower* robot diletakkan pada jalur, usahakan posisi jalur hitam berada ditengah - tengah sensor, untuk

mendeksi jalur . Pada gambar 2.5 b. photodioda menerima cahaya jika cahaya dari *infrared* memantul pada permukaan yang berwarna putih , dan photodioda tidak menerima cahaya jika cahaya dari *infrared* memantul pada permukaan yang berwarna hitam, dikarenakan permukaan yang berwarna hitam meresap cahaya yang dipantulkan oleh *infrared*. Nilai hambatan pada photodioda tentunya mengalami perubahan dan hambatan pada *infrared* akan tetap, karena menggunakan sistem langsung (tidak memakai *timer*). Photodioda dapat juga di analogikan terhalang atau tidak terhalang berikut ini gambar 2.6 a. proses photodioda pada saat terhalang dan gambar gambar 2.6 b. proses photodioda pada saat tidak terhalang.



a. Photodioda pada saat terhalang

b. Photodioda pada saat tidak terhalang

Gambar 2.6

Perhitungan resistansi kedua komponen tersebut adalah dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{V}{I}$$

Keterangan:

R = Resistansi

V = Tegangan

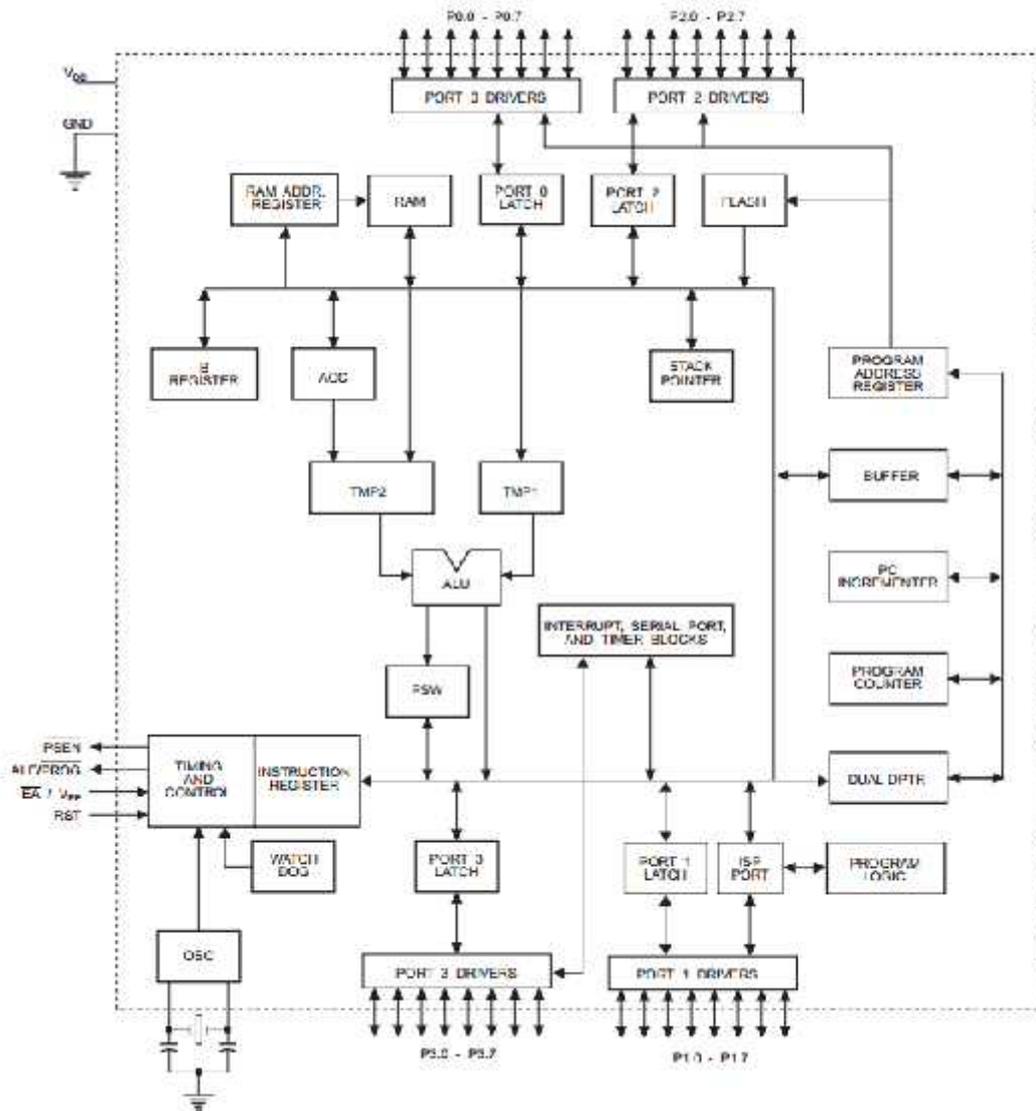
I = Arus

2.2 *Integrated Circuit*

Di ilmu elektronika, *Integrated Circuit* atau sirkuit yang mengintegrasikan (juga dikenal sebagai IC , *microcircuit* , *microchip* , *chip silicon* , atau *chip*) adalah bagian sirkuit elektronik (alat terdiri atas semipenghantar yang banyak, dikenal sebagai komponen pasif) yang didesain di sebuah benda tipis material semi penghantar. *Integrated Circuit* ini digunakan hampir di semua perlengkapan elektronik dalam kehidupan kita sehari-hari, dan IC ini telah membuat suatu revolusi dunia ilmu elektronika dan telah menggantikan Tabung Hampa.

2.2.1 Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 adalah satu anggota dari keluarga MCS-51seri 8052 merupakan pengembangan dari seri 8051, dirancang oleh atmel yang paling banyak digunakan karena dilengkapi dengan internal 8 Kbyte Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), yang memungkinkan memori program untuk dapat diprogram berkali-kali (1000 siklus baca/tulis). Berikut ini gambar 2.7 blok diagram fungsional AT89S52.



Gambar 2.7 Blok Diagram Fungsional AT89S52

(docs/alldatasheets/atmel/at89s52_ds.pdf)

Mikrokontroler AT89S52 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. *Read Only Memory* (ROM) sejumlah 8 Kbyte

ROM atau *Read Only memory* merupakan memori penyimpanan data yang isinya tidak dapat diubah atau dihapus (hanya dapat dibaca). ROM biasanya diisi dengan program untuk menjalankan mikrokontroler setelah *power* dinyalakan dan berisi data-data konstanta/ kode yang diperlukan oleh program. Kapasitas memori yang disediakan oleh AT89S52 ini sejumlah 8 Kbyte

2. *Random Access Memory* (RAM) sejumlah 256 byte

RAM atau *Random Access Memory* merupakan memori penyimpanan data yang isinya dapat diubah dan dihapus. RAM biasanya berisi data-data variabel dan register. Data yang tersimpan pada RAM bersifat *votile* (hilang jika catu daya yang terhubung dimatikan/diputuskan).

3. Empat buah *port* I/O, yang masing-masing terdiri dari 8 bit

I/O (*Input/Output*) *port* merupakan sarana yang dipergunakan oleh mikrokontroler untuk mengakses peralatan-peralatan lain, berupa pin-pin yang dapat berfungsi untuk mengeluarkan data-data digital atau berfungsi untuk mengimput data. Selain itu, dapat digunakan sebagai terminal komunikasi *paralel*, serta komunikasi *serial* (pin 10 dan pin 11)

4. Tiga buah 16 bit *timer/couter/time*

16 bit (2 byte) *timer/couter* merupakan salah satu *register* khusus yang berfungsi sebagai pencacah/ penghitung eksekusi program mikrokontroler.

5. Komunikasi Serial (*Interface*)

komunikasi serial (*Interface*) merupakan suatu fungsi *port* yang terdapat dalam mikrokontroler dalam melakukan antarmuka (*interface*) *serial* yaitu pada P3.0 dan P3.1

6. Memiliki kemampuan *Arithmetic and Logic Unit* (ALU)

Arithmetic and Logic Unit (ALU) memiliki kemampuan mengerjakan proses-proses aritmatika (penyumlahan, pengurangan, pengalian, pembagian) dan operasi logika (AND, OR, XOR, NOT) terhadap bilangan bulat 8 atau 16 bit.

Arsitektur *hardware* mikrokontroler AT89S52 dari perspektif luar atau biasa disebut pin *out* digambarkan pada gambar 2.8 Berikut ini penjelasan mengenai fungsi dari tiap-tiap pin (kaki) yang ada pada mikrokontroler AT89S52:

(T2) P1.0	1	40	VCC
(T2 EX) P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISC) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	\overline{E}/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	\overline{PSEN}
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(I/O) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

Gambar 2.8 Konfigurasi Pin AT89S52
(docs/alldatasheets/atmel/at89s52_ds.pdf)

a. *Port 0* (Pin 39 – Pin 32)

Merupakan *dual-purpose port* (*port* yang memiliki dua kegunaan), pada *design* yang sederhana, *port 0* digunakan sebagai *port Input/output (I/O)*.

b. *Port 1* (Pin 1 – Pin 8)

Port 1 berfungsi sebagai I/O biasa, pada kaki ke 6, ke 7 dan ke 8 terdapat Mosi, Miso dan Sck sebagai masukan dari *ISP Programmer* yang terhubung ke komputer. Tanpa adanya *port* ini maka mikrokontroler tidak dapat diprogram oleh *ISP programmer*.

c. *Port 2* (Pin 21 – Pin 28)

Merupakan *dual-purpose port*. Pada *design* minimum digunakan sebagai *port I/O (Input/Output)*. Sedangkan pada *design* lebih lanjut digunakan sebagai *high byte* dari *address* (alamat)

d. *Port 3* (Pin 10 – Pin 17)

Merupakan *dual-porpose port*. Selain sebagai *port I/O (Input/Output)*, *port 3* juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus tersebut diperlihatkan pada tabel III

Tabel III Fungsi khusus *port 3* IC AT89s52

No. Pin	Port pin	Nama Port	Fungsi
10	P3.0	RXD	Menerima data untuk <i>port</i> serial
11	P3.1	TXD	Mengirim data untuk <i>port</i> paralel
12	P3.2	INT 0	Interrupt 0 eksternal
13	P3.3	INT 1	Interrupt 1 eksternal
14	P3.4	T0	<i>Timer 0 input</i> eksternal
15	P3.5	T1	<i>Timer 1 input</i> eksternal
16	P3.6	WR	Memori data eksternal <i>write strobe</i>
17	P3.6	RD	Memori data eksternal <i>read strobe</i>

e. PSEN (Pin 29)

PSEN (*Program Store Enable*) adalah sinyal kontrol yang mengizinkan untuk mengakses program (kode) memori eksternal. Pin ini dihubungkan ke pin OE (*output Enable*) dari EPROM. Sinyal PSEN akan “0” (*low*) pada tahap *fetch* (penjemputan) instruksi. PSEN akan selalu bernilai “1” (*high*) pada pembacaan program memori internal.

f. ALE (Pin 30)

ALE (*Address Latch Enable*) digunakan untuk *demultiplexing address* (alamat) data bus. Ketika menggunakan program memori eksternal, port 0 akan berfungsi sebagai *address* (alamat) dan data bus. Pada setengah paruh pertama memori *cycle* ALE akan bernilai “1” (*high*) sehingga akan mengizinkan penulisan *address* (alamat) pada register eksternal. Pada setengah paruh berikutnya akan bernilai “1” (*high*) sehingga *port 0* dapat digunakan sebagai data bus.

g. EA (Pin 31)

EA (*external Access*) pada kondisi *low*, pin ini akan berfungsi sebagai EA yaitu mikrokontroler akan menjalankan program yang ada pada memori eksternal setelah sistem *reset*. Jika kondisi *high*, pin ini akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada pada memori internal.

h. RST (Pin 9)

Jika pin ini diberi input “1” (*high*) selama minimal 2 *cycle*, maka sistem akan *reset* (kembali keawal).

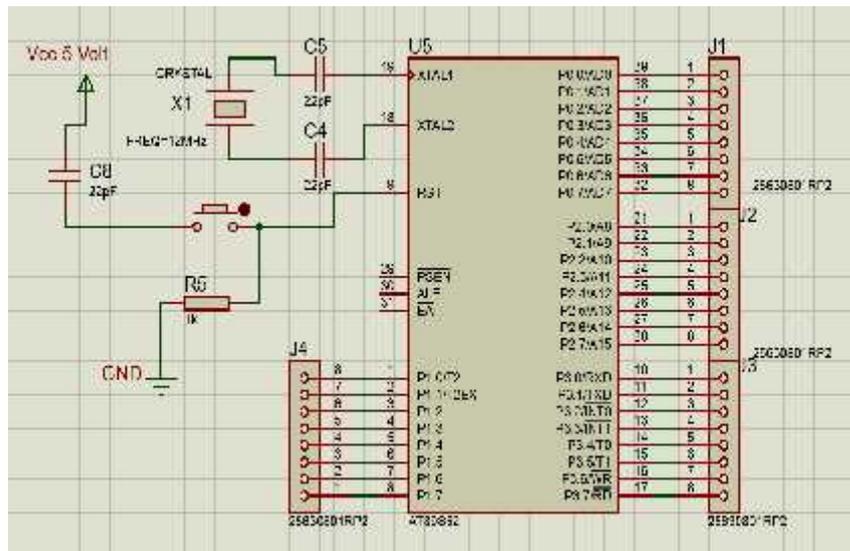
i. *On-Chip oscillator*

AT89S52 telah memiliki on-chip oscillator yang dapat bekerja jika di *drive* menggunakan kristal. Tambahan kapasitor diperlukan untuk menstabilkan sistem. Salah satu nilai kristal yang dapat digunakan pada AT89S52 ini adalah 12 MHz. *On-chip oscillator* pada AT89S52 terdiri dari XTAL1 (pin 19) *input* untuk *clock* internal dan XTAL2 (pin 18) *output* dari osilator.

k. Koneksi *Power*

AT89S52 beroperasi pada tegangan 5 volt. Pin Vcc terdapat pada pin 40, sedangkan *ground* terdapat pada pin 20.

Apabila IC 89s52 di aplikasikan ke suatu sistem, IC tersebut memerlukan *crystal*, sebagai penghasil frekuensi, yang diperlukan pada proses eksekusi program yang di *flash* ke dalam IC tersebut. Berikut ini gambar 2.9 pengaplikasian IC 89s52 ke rangkaian sistem minimum

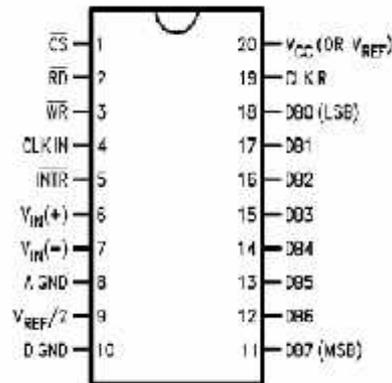


Gambar 2.9 aplikasi IC 89s52 pada rangkaian sistem minimumnya

2.2.2 ADC (Analog Converter To Digital) 0804

ADC 0804 adalah salah satu jenis ADC *successive-approximation*. ADC 0804 adalah IC terpadu yang berguna untuk mengubah tegangan analog menjadi data-data biner yang sesuai. Metode yang digunakan untuk mengubah tegangan masukan analog menjadi kode biner 8 bit oleh ADC 0804 adalah metode pendekatan berturut-turut. ADC0804 mempunyai dua buah masukan analog yang diperuntukkan untuk tipe masukan differensial ($V_{in\ analog} = V_{in+} - V_{in-}$).

ADC 0804 didesain khusus supaya cocok dipakai sistem mikroprosesor dengan tambahan komponen eksternal yang sedikit. Keluaran *output* data tiga kondisi dapat langsung dihubungkan dengan jalur data. Agar keluaran dari sensor dapat dibaca oleh mikrokontroler, maka sinyal analog tersebut harus diubah menjadi data digital. ADC0804 adalah sebuah chip (IC CMOS) yang terdiri dari 20 pin IC DIP yang banyak diproduksi oleh *National Semiconductor*, *Signetic* dan *Intersil*. IC ADC 0804 diperlihatkan pada gambar 2.10



Gambar 2.10 konfigurasi pin IC ADC 0804

(<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc0804-n.pdf>)

Keterangan gambar:

- CS pemilih *chip* aktif rendah
- RD *enable output* aktif rendah
- WR *start* konversi aktif rendah
- CLKIN masukan *clock* external/titik koneksi untuk kapasitor jika digunakan *clock* internal
- INTR aktif konversi aktif rendah
- Vin+, Vin- masukan analog tipe differensial
- AGND *ground* analog
- Vref/2 pin koneksi untuk Vref2
- DGND digital *ground*
- Vcc 5V catu daya positif dan sebagai referensi
- CLK R titik koneksi untuk R pada mode *clock* internal
- D0-D7 *output* digital

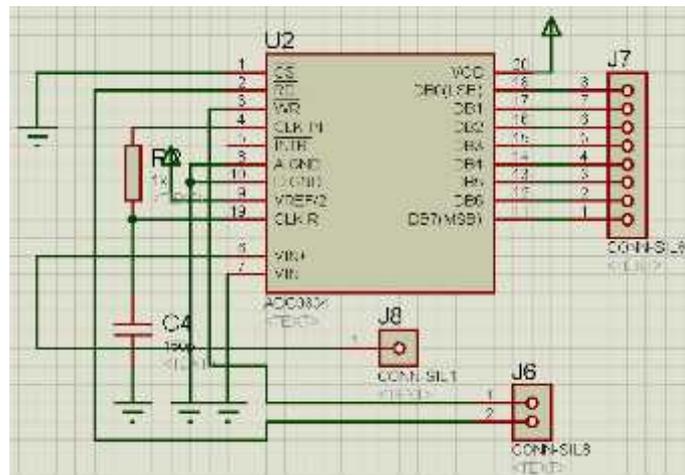
Keunggulan ADC 0804 ini adalah :

1. Sesuai (*kompatibel*) dengan derivatif μ P 8080 sehingga tidak memerlukan antarmuka tambahan dan mempunyai waktu akses 135 nS.
2. Mudah dalam teknik antarmuka untuk segala macam mikroprocessor dan dapat dioperasikan sendiri (*stand alone*) tanpa perangkat tambahan.

3. Tegangan masukan dan logika keluaran sesuai dengan *level* tegangan CMOS dan TTL.
4. Tegangan referensi 2.5 volt – 5 volt.
5. Mempunyai pembangkit detak internal.
6. Tidak memerlukan pengesetan nol.
7. Dioperasikan dengan tegangan $V_{cc} = 5$ volt dan tegangan masukan analog yang differensial.
8. Mempunyai waktu konversi sebesar 100 μ S dan total kesalahan konversi sebesar ± 1 bit.

ADC ini memiliki generator *clock* internal yang harus diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara CLK *OUT* dan CLK *IN* serta sebuah kapasitor (C) antara CLK *IN* dan *ground* digital.

Batas tegangan masukan analog dapat diubah selain 0-5 V dengan memanfaatkan masukan V_{ref2} . Hal ini akan mengakibatkan jangkauan tegangan yang lebih sempit dikodekan menjadi 8 bit biner. Pada pemakaian normal pin V_{ref2} tidak dihubungkan dan memiliki nilai 2,5Volt. Dengan menghubungkan V_{ref2} batas masukan analog menjadi lebih rendah, misal jika dihubungkan dengan tegangan 2V maka jangkauan menjadi 0-4V, dihubungkan dengan tegangan 1,5V jangkauan menjadi 0-3V, dan sebagainya. Semakin rendah/kecil batas tegangan maka akurasi akan menjadi semakin tinggi. Berikut pengaplikasian IC 0804 pada proses pengaturan CLK *IN* dan CLK *R* sesuai dengan datasheet IC 0804 pada *testing circuit*. Berikut ini Gambar 2.11 yang menunjukkan pengaplikasian IC 0804 pada rangkaian *converter* tegangan ke 8 bit ADC



Gambar 2.11 Aplikasi IC 0804 pada rangkaian *converter* tegangan ke 8 bit ADC

ADC 0804 menggunakan metode perubahan *successive approximation*. Pada ADC tipe ini masukan cuplikan dibandingkan dengan tegangan-tegangan berurutan yang dibandingkan dengan tegangan-tegangan berurutan yang dibangkitkan oleh *successive approximation register (SAR)* register. Proses akan dimulai pada skala separuh penuh ($MSB=1$) dan jika berbeda dengan tegangan dan masukan cuplikan, SAR akan mengatur keluaran digital sesuai kebutuhan.

Pengubahan dimulai dari bit signifikan terbesar dari keluaran biner. Keadaan ini dinyatakan sebagai logika 1, diumpungkan ke pengubah digital ke analog, yang akan mengubahnya menjadi bentuk analog yang akan dibandingkan dengan tegangan masukan cuplikan. Jika 1 pada MSB menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan masukannya, logika 1 akan diubah menjadi 0. jika logika 1 pada MSB menunjukkan nilai yang lebih besar daripada masukan, maka status dipertahankan.

Proses ini diulang untuk bit berikutnya, sampai dengan tegangan keluaran ADC sama dengan masukan kira-kira separuh bit terkecil. Perbedaan yang ada disebabkan kesalahan kuantitas yang muncul pada pengubahan digital.

Successive approximation dapat dikendalikan oleh perangkat lunak yaitu berupa sistem komputer. ADC ini relatif cepat dan mempunyai ukuran kecil. Keuntungan tambahan adalah setiap cuplikan diubah pada selang waktu yang sama. Dengan kata lain, waktu pengubahan tetap sama tidak bergantung pada

tegangan masukan dan secara keseluruhan ditentukan oleh frekuensi yang mengendalikan *clock* dan resolusi dari pengubah. Kekurangan dari ADC jenis ini adalah kekebalan yang rendah terhadap derau (*noise*) dan diperlukan adanya pengubah digital ke analog yang tepat dan pembanding dengan unjuk kerja yang tinggi.

Masukan \overline{CS} (*chip select*, aktif rendah) digunakan untuk mengaktifkan ADC 0804. Jika \overline{CS} berlogika 1, ADC 0804 tidak aktif (*disable*) dan semua keluaran digital akan berada dalam keadaan Hi-Z (*impedasi tinggi*). Masukan \overline{RD} (*read* atau *output enable*) digunakan untuk mengaktifkan keluaran digital ADC 0804. Kalau $\overline{CS} = \overline{RD} = 0$, keadaan logika di $D_0 - D_7$ akan mewakili hasil konversi A/D terakhir dan dapat dibaca oleh mikrokontroler. Masukan (*write* atau *start conversion*) digunakan untuk memulai proses konversi. Untuk itu \overline{WR} harus diberi logika 0. Keluaran \overline{INTR} (*interrupt* atau *end of conversion*) menyatakan akhir konversi. Pada saat dimulai proses konversi, \overline{INTR} akan berubah menjadi tinggi. Di akhir konversi \overline{INTR} akan kembali ke logika 0. Perhitungan konversi dari V_{in} ke Bit ADC adalah:

$$signal = \frac{sample}{max_value} reference_voltage$$

Keterangan:

signal = tegangan input IC 0804

sample = output bit ADC dari IC 0804

max_value = nilai maksimal 8 bit ADC (255)

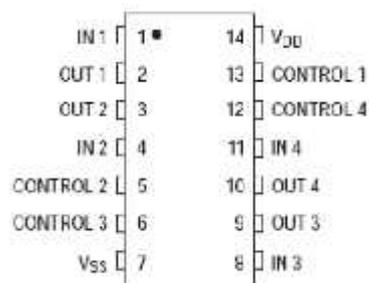
$V_{(ref)}$ = tegangan referensi

2.2.3 IC 4066

IC 4066 adalah IC *Quad bilateral switch*. IC ini dapat berfungsi sebagai pengganti relay dan digunakan untuk bekerja pada arus lemah. IC 4066 di *design* untuk memenuhi performa dari peralatan standard industri. IC 4066 dapat beroperasi dari 2 Volt sampai 16 Volt. Tiap *device* dalam IC 4066 dikontrol oleh

input level TTL/CMOS dan dapat dipakai secara bilateral *switch* atau *multiplexer / demultiplexer*. Karena arus yang dipergunakan oleh IC ini sangat kecil sekitar 100pA dan konsumsi daya yang juga sangat kecil 0,5 μ W maka IC 4066 ini ideal untuk dioperasikan menggunakan baterai.

IC 4066 digunakan sebagai *multiplexer* baik sinyal analog maupun sinyal digital atau dikenal dengan *switching digital*. *switching digital* ini sama dengan saklar analog biasa namun yang membedakan adalah *trigger* yang digunakan berupa pulsa *clocks*. *switching digital* ini memiliki respon frekuensi sampai dengan 40 MHz, sehingga cocok sekali digunakan untuk mengambil sinyal sampel dengan frekuensi yang tinggi. Gambar 2.12 menunjukkan pin konfigurasi IC 4066.



Gambar 2.12 Konfigurasi Pin IC 4066

(docs/alldatasheets/4066_quad_bilateral_switch.pdf)

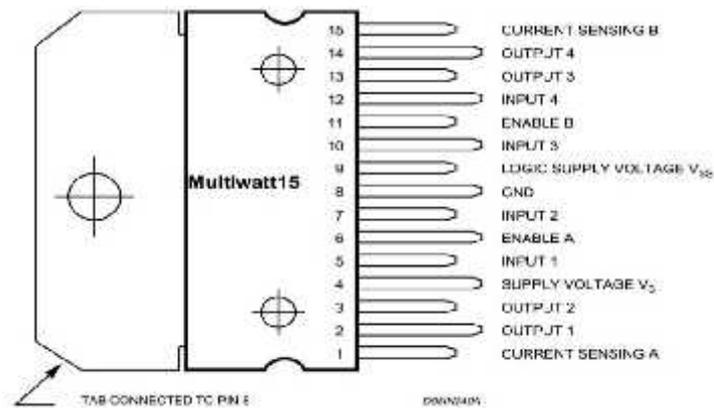
Berikut ini adalah fitur yang dimiliki IC *quad bilateral switch* tipe 4066 :

- Mempunyai *range supply* antara 3V sampai dengan 15 V
- Memiliki ketebalan terhadap *noise* sebesar 0.45 VDD
- Memiliki respon frekuensi sebesar 40 MHz pada saat kondisi *switch* dalam keadaan “ ON “.

2.2.4 Driver Motor DC (IC L298)

L298 adalah IC yang dapat digunakan sebagai *driver* motor DC. IC ini menggunakan prinsip kerja *H-Bridge*. Tiap *H-Bridge* dikontrol menggunakan *level* tegangan TTL yang berasal dari *output* mikrokontroler. L298 dapat mengontrol 2 buah motor DC. Tegangan yang dapat digunakan untuk

mengendalikan robot bisa mencapai tegangan 46 VDC dan arus 2 A untuk setiap kanalnya. Berikut ini Gambar 2.13 Pin Konfigurasi IC L298



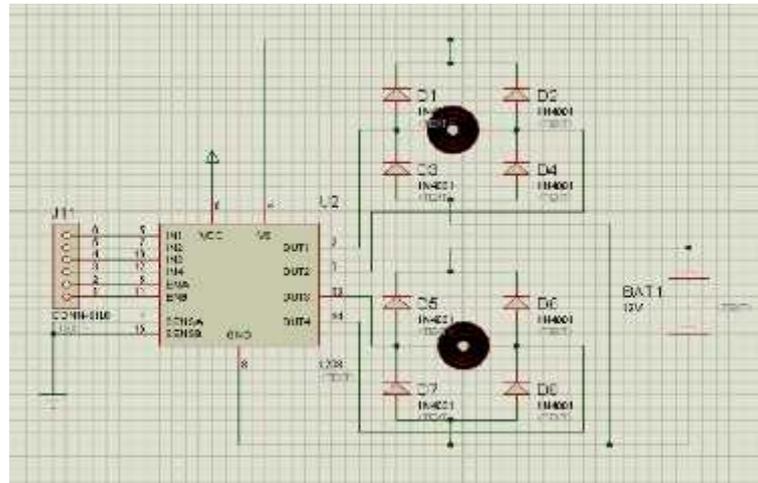
Gambar 2.13 Konfigurasi IC L298

(<document/datasheet/CD00000240.pdf>)

Tabel IV *Electrical Characteristic* L298

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	$V_{IH} + 2.5$		46	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I_S	Quiescent Supply Current (pin 4)	$V_{OH} = H; I_L = 0$ $V_I = L$ $V_I = H$		13 50	22 70	mA mA
I_{SS}	Quiescent Current from V_{SS} (pin 9)	$V_{OH} = H; I_L = 0$ $V_I = L$ $V_I = H$ $V_{OH} = L$ $V_I = X$		24 7	36 12	mA mA
V_L	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		-0.3		1.5	V
V_H	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		V_{SS}	V
$I_{L,L}$	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	$V_I = L$			-10	μA
$I_{L,H}$	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	$V_I = H \pm V_{SS} - 0.6V$		30	100	μA
$V_{en} = L$	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{en} = H$	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V_{SS}	V
$I_{en} = L$	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	$V_{OH} = L$			-10	μA
$I_{en} = H$	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	$V_{OH} = H \pm V_{SS} - 0.6V$		30	100	μA
$V_{O(sat)}$	Source Saturation Voltage	$I_L = 1A$ $I_L = 2A$	0.95	1.35 2	1.7 2.7	V V
$V_{O(sink)}$	Sink Saturation Voltage	$I_L = 1A$ (5) $I_L = 2A$ (5)	0.85	1.2 1.7	1.6 2.3	V V
$V_{O(sat)}$	Total Drop	$I_L = 1A$ (5) $I_L = 2A$ (5)	1.80		3.2 4.9	V V
$V_{S(sens)}$	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V

IC L298 tidak memiliki dioda pengaman, sehingga diperlukan rangkaian dioda pengaman pada setiap *output* kanalnya. Berikut ini gambar 2.14, penerapan IC L298 pada rangkaian *driver* motor:



Gambar 2.14 Aplikasi IC L298 pada rangkaian *driver* motor

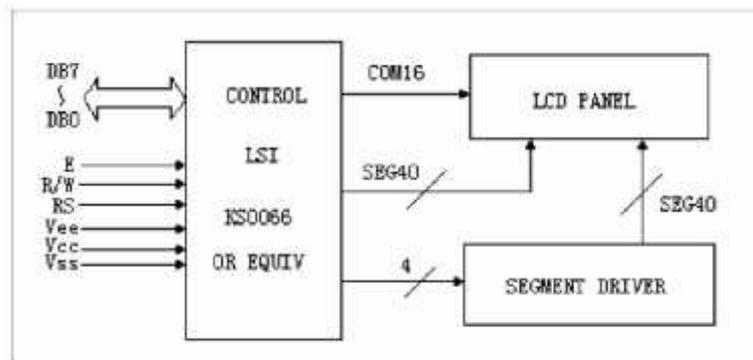
2.3 LCD (Liquid Crystal Display)

Display LCD sebuah *liquid crystal* atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam).

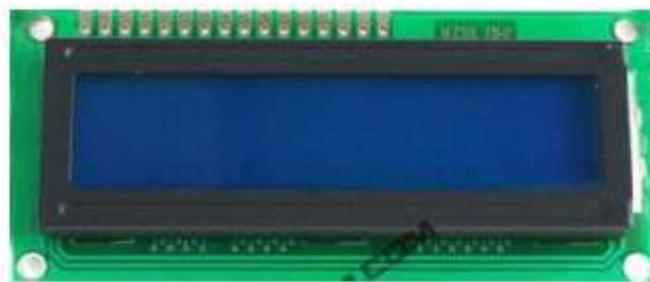
Dalam menampilkan numerik ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan alfanumerik kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara *independent*. Ketika kristal *off* (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang.

Sangat penting untuk menyadari perbedaan antara layar LCD dan layar LED. Sebuah LED *display* (sering digunakan dalam radio jam) terdiri dari sejumlah LED yang benar-benar mengeluarkan cahaya (dan dapat dilihat dalam gelap). Sebuah layar LCD hanya mencerminkan cahaya, sehingga tidak dapat dilihat dalam gelap.

LMB162A adalah modul LCD matrix dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris *pixel* dan 5 kolom *pixel* (1 baris terakhir adalah kursor). Berikut ini gambar 2.15 a. Blok Diagram LCD dan gambar 2.15 b. Bentuk fisik LCD 16 x 2



a. Blok Diagram LCD



a. Bentuk fisik LCD 16 x 2

Gambar 2.15

(braude.ac.il/files/departments/electrical_electronic_engineering/labs/materials/LCD.pdf)

Klasifikasi LED *Display* 16x2 *Character* :

- a. 16 karakter x 2 baris
- b. 5x7 titik *Matrix* karakter + kursor

- c. HD44780 *Equivalent LCD* controller/*driver Built-In*
- d. 4-bit atau 8-bit MPU *Interface*
- e. Tipe standar
- f. Bekerja hampir dengan semua Mikrokontroler.

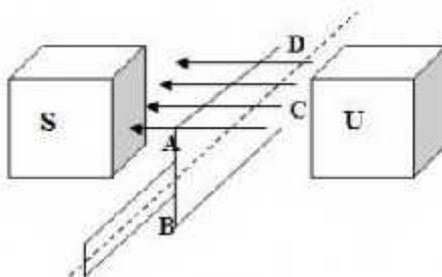
Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronika dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen tersebut.

- a. Kaki 1 (*Ground*) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 Volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya.
- b. Kaki 2 (VCC) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (*Ground*).
- c. Kaki 3 (VEE/VDD) : Tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada trimpot. Kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
- d. Kaki 4 (RS) : *Register Select*, kaki pemilih *register* yang akan diakses. Untuk akses ke *Register Data*, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke *Register Perintah*, logika dari kaki ini adalah 0.
- e. Kaki 5 (R/W) : Logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *Ground*.
- f. Kaki 6 (E) : *Enable Clock* LCD, kaki mengaktifkan *clock* LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
- g. Kaki 7 – 14 (D0 – D7) : *Data bus*, kedelapan kaki LCD ini adalah bagian dimana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data

- h. Kaki 15 (Anoda) : Berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* LCD sekitar 4,5 volt (hanya terdapat untuk LCD yang memiliki *backlight*).
- i. Kaki 16 (Katoda) : Tegangan negatif *backlight* LCD sebesar 0 volt (hanya terdapat pada LCD yang memiliki *backlight*).

2.4 Motor DC

Motor adalah suatu mesin listrik yang menghasilkan gerak mekanis dengan prinsip elektromagnetis. Motor ditinjau dari catu-nya dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu motor arus searah (Motor DC) dan motor arus bolak-balik (Motor AC) Motor DC tersusun dari dua bagian yaitu bagian diam (*stator*) dan bagian bergerak (*rotor*). *Stator* motor arus searah adalah badan motor atau kutub magnet (sikat-sikat), sedangkan yang termasuk *rotor* adalah jangkar lilitanya. Pada motor, kawat penghantar listrik yang bergerak tersebut pada dasarnya merupakan lilitan yang berbentuk persegi panjang yang disebut kumparan.



Gambar 2.16 Prinsip Kerja Motor DC

(<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor>)

Pada Gambar 3.2 kumparan ABCD terletak dalam medan magnet serba sama dengan kedudukan sisi aktif AD dan CB yang terletak tepat lurus arah *fluks* magnet. Sedangkan sisi AB dan DC ditahan pada bagian tengahnya, sehingga apabila sisi AD dan CB berputar karena adanya gaya Lorentz, maka kumparan ABCD akan berputar. Hasil perkalian gaya dengan jarak pada suatu titik tertentu disebut momen, sisi aktif AD dan CB akan berputar pada porosnya karena

pengaruh momen putar (T). Setiap sisi kumparan aktif AD dan CB pada gambar diatas akan mengalami momen putar sebesar :

$$T = F \cdot r$$

Dimana :

T = momen putar (Nm)

F = gaya tolak (newton)

r = jarak sisi kumparan pada sumbu putar (meter)

Pada daerah di bawah kutub-kutub magnet besarnya momen putar tetap karena besarnya gaya lorentz. Hal ini berarti bahwa kedudukan garis *netral* sisi-sisi kumparan akan berhenti berputar. Supaya motor dapat berputar terus dengan baik, maka perlu ditambah jumlah kumparan yang digunakan. Kumparan-kumparan harus diletakkan sedemikian rupa sehingga momen putar yang dialami setiap sisi kumparan akan saling membantu dan menghasilkan putaran yang baik. Dengan pertimbangan teknis, maka kumparan-kumparan yang berputar tersebut dililitkan pada suatu alat yang disebut jangkar, sehingga lilitan kumparan itupun disebut lilitan jangkar.

Adapun arus listrik yang melewati kumparan akan menyebabkan terbentuknya GGL lawan (Eb) pada kumparan sebesar :

$$Eb = \frac{\phi \cdot n \cdot P}{a}$$

Dimana :

Eb = GGL lawan (volt)

P = jumlah kutub-kutub motor

a = jumlah cabang sisi kumparan

n = jumlah penghantar

= *fluks* per kutub