

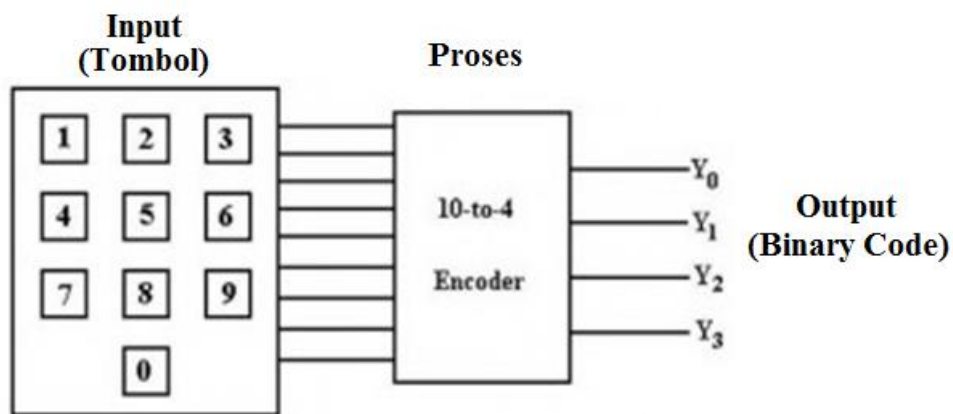
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Enkoder

Enkoder atau penyandi adalah rangkaian kombinasi beberapa gerbang logika yang memiliki input banyak yang terbentuk dalam *line input* menjadi bentuk format bilangan digital yaitu bilangan biner.

Rangkaian enkoder merupakan kebalikan dari dekoder, jika enkoder mengubah inputan tombol menjadi kode – kode bilangan biner maka decoder mengubah kode – kode biner menjadi output desimal yang sesuai dengan urutan.



Gambar 2.1 Diagram Blok Enkoder Secara Umum

(sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/digital-enkoder/> tanggal: 9 April 2015)

2.1.1 Jenis – jenis Enkoder

a. Enkoder 10 to 4 (10 jalur masukan ke 4 jalur keluaran)

Enkoder ini berfungsi untuk mengubah jalur masukan desimal (0 – 9) menjadi bentuk keluaran berupa bilangan biner 4 bit ABCD (0000 – 1001). Untuk IC digital yang berfungsi sebagai enkoder desimal ke biner adalah IC jenis TTL dengan seri 74147. IC jenis ini memiliki masukan rendah dengan logika 0 dan keluaran aktif rendah dengan logika 0.

Tabel 2.1 Tabel Kebenaran Enkoder 10 to 4

I ₉	I ₈	I ₇	I ₆	I ₅	I ₄	I ₃	I ₂	I ₁	I ₀	D	C	B	A
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Dari tabel 2.1 diatas maka persamaannya adalah:

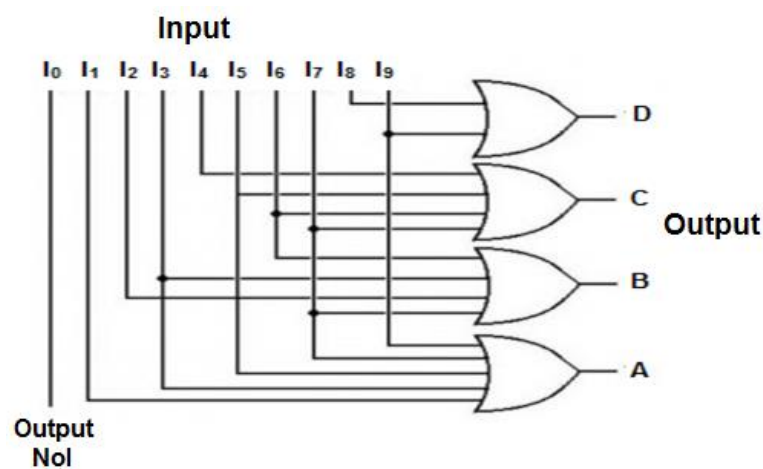
$$A = I_1 + I_3 + I_5 + I_7 + I_9$$

$$B = I_2 + I_3 + I_6 + I_7$$

$$C = I_4 + I_5 + I_6 + I_7$$

$$D = I_8 + I_9$$

Dari persamaan tersebut maka rangkaian enkoder untuk masukan 10 keluaran 4 bit biner adalah

**Gambar 2.2 Rangkaian Enkoder 10 to 4**

(Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/> di edit tanggal 9 April 2015)

b. Enkoder 8 to 3 (8 jalur masukan dan 3 jalur keluaran)

Enkoder tersebut berfungsi untuk mengubah jalur masukan dengan 8 *line input* (format bilangan octal) menjadi kode bilangan biner dengan format 3 karakter ABC (000 – 111). Salah satu jenis IC yang dapat merubah enkoder 8 *line input* menjadi kode biner 3 karakter adalah IC jenis TTL dengan seri 74148 yang karakteristiknya sama dengan IC 74147. Yaitu dengan masukan rendah dengan logika 0 dan keluaran aktif rendah dengan logika 0.

Tabel 2.2 Tabel Kebenaran Enkoder 8 to 3

I_7	I_6	I_5	I_4	I_3	I_2	I_1	I_0	C	B	A
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

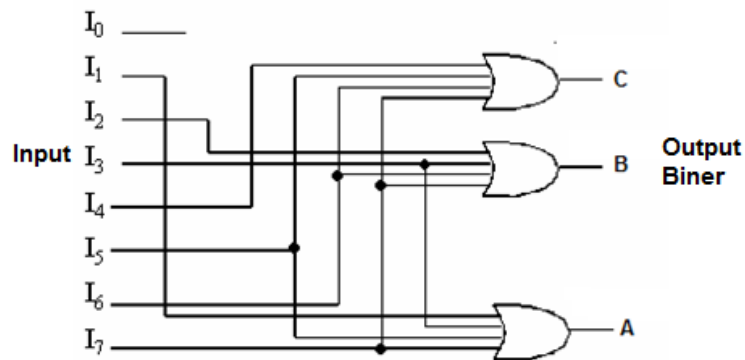
Dari tabel 2.2 diatas maka persamaannya adalah:

$$A = I_1 + I_3 + I_5 + I_7$$

$$B = I_2 + I_3 + I_6 + I_7$$

$$C = I_4 + I_5 + I_6 + I_7$$

Dari persamaan tersebut maka rangkaian enkoder untuk masukan 8 keluaran 3 bit biner adalah



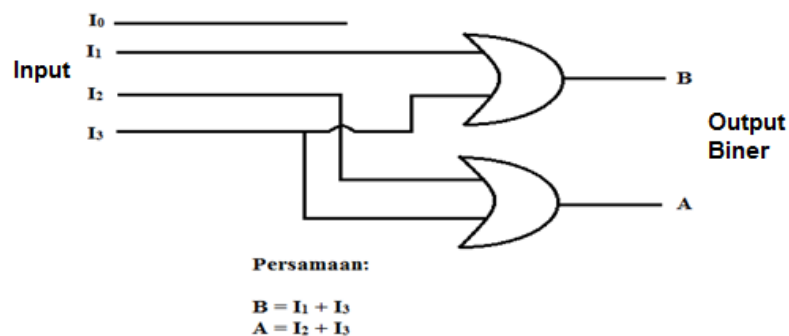
Gambar 2.3 Rangkaian Enkoder 8 to 3

c. Enkoder 4 to 2 (4 jalur masukan dan 2 jalur keluaran)

Enkoder 4 to 2 adalah jenis enkoder yang terdiri dari 4 jalur masukan dalam *line input* antara 0 sampai 3 menjadi format bilangan biner 2 bit (00 – 11). Pada perancangan digital enkoder ini menggunakan dua buah gerbang dasar logika OR dengan input 0 diabaikan atau tidak termasuk dalam sistem logika. IC yang digunakan yaitu jenis TTL dengan seri 7432 dan CMOS seri 4071.

Tabel 2.3 Tabel Kebenaran Enkoder 4 to 2

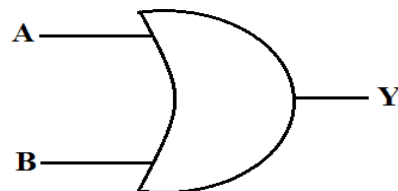
I_0	I_1	I_2	I_3	A	B
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1



Gambar 2.4 Rangkaian Encoder 4 to 2

2.1.2 Penggunaan Gerbang OR Pada Enkoder

Gerbang OR merupakan salah satu dari 7 gerbang dasar logika. Gerbang OR memiliki *statement* atau pernyataan bahwa jika salah satu masukan atau kedua masukan berlogika 1 maka keluarannya berlogika 1.

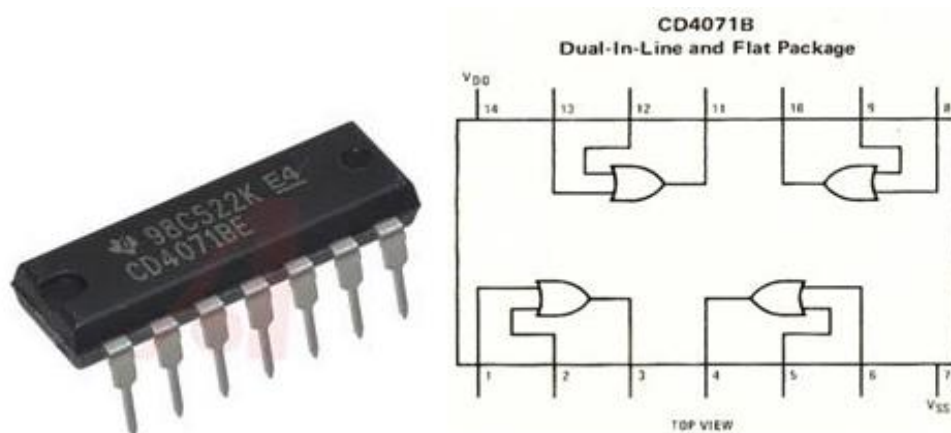


Gambar 2.5 Gerbang OR

Tabel 2.4 Tabel Kebenaran Gerbang OR

Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Salah satu IC untuk gerbang OR adalah IC CD4071 yang merupakan IC dari keluarga CMOS yang memiliki tegangan operasi sekitar 3 V sampai 15 V dengan isi berupa 4 buah gerbang OR 2 input (*Quad 2-Input OR Gate*).



Gambar 2.6 Bentuk Fisik IC4071 dan Diagram Logika

(Sumber: <http://www.fadishop.eu/CD4071-4-OR-logic-gate/en> diakses tanggal 13 Juni 2015)

2.2 Sistem Mikrokontroler AT89s52

Mikrokontroler AT89S52 merupakan pengembangan dari mikrokontroler MCS 51/52 yang dilengkapi dengan internal 8 Kbyte Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), yang memungkinkan memori program untuk dapat deprogram kembali.

Mikrokontroler AT89S52 memiliki :

- a. Sebuah CPU (*Central Processing Unit*) 8 Bit.
- b. 256 byte RAM (*Random Acces Memory*) internal.
- c. Empat buah port I/O, yang masing masing terdiri dari 8 bit
- d. Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- e. Dua buah *timer/counter* 16 bit
- f. Lima buah jalur interupsi (2 buah interupsi eksternal dan 3 interupsi internal).
- g. Sebuah port serial dengan *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).
- h. Mampu melaksanakan proses perkalian, pembagian, dan Boolean.
- i. EPROM yang besarnya 8 KByte untuk memori program.
- j. Kecepatan maksimum pelaksanaan instruksi per siklus adalah 0,5 μ s pada frekuensi *clock* 24 MHz. Apabila frekuensi *clock* mikrokontroler yang digunakan adalah 12 MHz, maka kecepatan pelaksanaan instruksi adalah 1 μ s.

2.2.1 Bagian – bagian Mikrokontroler AT89s52

a. CPU (Central Processing Unit)

Bagian ini berfungsi mengendalikan seluruh operasi pada mikrokontroler. Unit ini terbagi atas dua bagian, yaitu unit pengendali atau CU (*Control Unit*) dan unit aritmatika dan logika atau ALU (*Aritmetic logic Unit*) Fungsi utama unit pengendali adalah mengambil instruksi dari memori (*fetch*) kemudian menterjemahkan susunan instruksi tersebut menjadi kumpulan proses kerja sederhana (*decode*), dan melaksanakan urutan instruksi sesuai dengan langkah-langkah yang telah ditentukan program (*execute*). Unit aritmatika dan logika merupakan bagian yang berurusan dengan operasi aritmatika seperti penjumlahan,

pengurangan, serta manipulasi data secara logika seperti operasi AND, OR, dan perbandingan.

b. Perangkat Masukan dan Keluaran

Bagian ini berfungsi sebagai alat komunikasi *chip* dengan piranti di luar sistem. Sesuai dengan namanya, perangkat I/O dapat menerima maupun memberi data dari /ke *chip* mikrokontroler tersebut.

Ada dua macam piranti I/O yang digunakan, yaitu piranti untuk hubungan serial UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) dan piranti untuk hubungan paralel yang disebut dengan PIO (*Pararel Input Output*). Kedua jenis I/O tersebut telah tersedia di dalam *chip* AT89S52.

c. Konfigurasi Mikrokontroler AT89s52

Mikrokontroler AT89S52 mempunyai 40 kaki pin, 32 kaki diantaranya digunakan sebagai port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 kaki, dengan demikian 32 kaki tersebut membentuk 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenal sebagai port 0, port 1, port 2, dan port 3. Susunan masing-masing pin dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin AT89s52

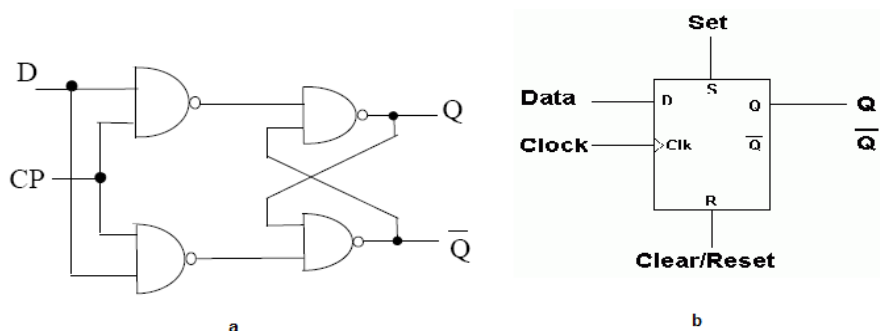
Fungsi dari masing – masing pin mikrokontroler AT89s52:

1. Pin 1 sampai 8 (Port 1) merupakan port paralel 8 bit dua arah (*bidirectional*) yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan (*general purpose*).
2. Pin 9 merupakan pin reset, reset aktif jika mendapat catuan tinggi.
3. Pin 10 sampai 17 (Port 3) adalah port paralel 8 bit dua arah yang memiliki fungsi pengganti sebagai berikut :
 - a. P3.0 (10) : RXD (port serial penerima data)
 - b. P3.1 (11) : TXD (port serial pengirim data)
 - c. P3.2 (12) : INT0 (input interupsi eksternal 0, aktif *low*)
 - d. P3.3 (13) : INT1 (input interupsi eksternal 1, aktif *low*)
 - e. P3.4 (14) : T0 (eksternal input *timer / counter* 0)
 - f. P3.5 (15) : T1 (eksternal input *timer / counter* 1)
 - g. P3.6 (16) : WR (*Write*, aktif *low*) Sinyal kontrol penulisan data dari port 0 ke memori data dan input-output eksternal.
 - h. P3.7 (17) : RD (*Read*, aktif *low*) Sinyal kontrol pembacaan memori data input –output eksternal ke port 0.
4. Pin 18 sebagai XTAL 2, keluaran osilator yang terhubung pada kristal.
5. Pin 19 sebagai XTAL 1, masukan ke osilator berpenguatan tinggi, terhubung pada kristal.
6. Pin 20 sebagai Vss, terhubung ke 0 atau ground pada rangkaian.
7. Pin 21 sampai 28 (Port 2) adalah port paralel 8 bit dua arah. Port ini mengirim byte alamat bila pengaksesan dilakukan pada memori eksternal.
8. Pin 29 sebagai PSEN (*Program Store Enable*) adalah sinyal yang digunakan untuk membaca, memindahkan program memori eksternal (ROM / EPROM) ke mikrokontroler (aktif *low*).
9. Pin 30 sebagai ALE (*Address Latch Enable*) untuk menahan alamat bawah selama mengakses memori eksternal. Pin ini juga berfungsi sebagai PROG (aktif *low*) yang diaktifkan saat memprogram internal *flash* memori pada mikrokontroler (*on chip*).

10. Pin 31 sebagai EA (*External Accesss*) untuk memilih memori yang akan digunakan, memori program internal ($EA = V_{cc}$) atau memori program eksternal ($EA = V_{ss}$), juga berfungsi sebagai V_{pp} (*programming supply voltage*) pada saat memprogram internal *flash* memori pada mikrokontroler.
11. Pin 32 sampai 39 (Port 0) merupakan port paralel 8 bit dua arah. Berfungsi sebagai alamat bawah yang dimultipleks dengan data untuk mengakses program dan data memori eksternal.
12. Pin 40 sebagai V_{cc} , terhubung ke +5 V sebagai catuan untuk mikrokontroler.

2.3 D Flip – Flop

D Flip-flop adalah flip-flop yang mempunyai hanya satu masukan, yaitu D. Jenis flip-flop ini sangat banyak dipakai sebagai sel memori dalam komputer. Pada umumnya flip-flop ini dilengkapi masukan *clock* (pewaktu). Keluaran flip-flop D akan mengikuti apapun keadaan D pada saat *clock* aktif, yaitu: $Q = D$. Perubahan itu terjadi hanya apabila sinyal *clock* dibuat berlogika 1 ($CP=1$) dan tentunya akan terjadi sesudah selang waktu tertentu, yaitu selama tundaan waktu pada flip-flop itu. Bila masukan D berubah selagi *Clock Position* = 0, maka Q tidak akan terpengaruh. Keadaan Q selama *Clock Position* = 0 adalah keadaan masukan D tepat sebelum CP berubah menjadi 0. Dikatakan keadaan keluaran Q dipalang (*latched*) pada keadaan D saat perubahan *Clock Position* dari aktif ke tak-aktif dan keluaran Q akan menjadi 0 adalah pada saat *Clock Position* dipicu kembali dengan masukan D = 0.



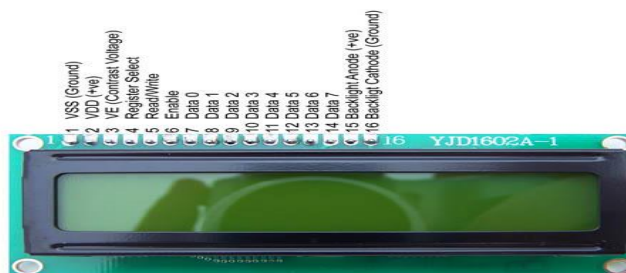
Gambar 2.8 (a) D Flip-Flop Dengan Gerbang NAND (b) Simbol D Flip – Flop

Tabel 2.5 Tabel Kebenaran D Flip – Flop

D	<i>Clock</i>	Q	Q'
0	0	0	1
1	1	1	0

2.4 LCD Display

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berguna untuk menampilkan suatu data, baik karakter, huruf maupun grafik. Tampilan LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dan pelengkap lainnya. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan. LCD dapat bekerja dengan tegangan sebesar 5 volt yang didapat dari keluaran mikrokontroler, untuk itu biasanya LCD dihubungkan dengan mikrokontroler.

**Gambar 2.9 Tampilan Dasar LCD Display****Gambar 2.10 Tampilan LCD Berdasarkan Letak Pin**

(Sumber: www.prostack.com/blog/2010/03/character-lcd-display-part-1/ diakses tanggal 4 mei 2015)

Tabel 2.6 Tabel Keterangan Konfigurasi LCD Display

No Pin	Nama Pin	Deskripsi pin
1	Vss	GND
2	Vdd	Tegangan Catu
3	Vee	Tegangan pengatur
4	Rs	<i>Register Select</i>
5	R/W	<i>Read/Write</i>
6	E	<i>Enable</i>
7	D ₀	Data 0
8	D ₁	Data 1
9	D ₂	Data 2
10	D ₃	Data 3
11	D ₄	Data 4
12	D ₅	Data 5
13	D ₆	Data 6
14	D ₇	Data 7

Kaki pin LCD 16x2 memiliki beberapa fungsi dan kegunaan yang sesuai dengan karakteristik sebagai berikut :

a. Pin Data

Pin data dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti Mikrokontroler dengan lebar data 8 bit. Pin data ini berguna untuk menampilkan data yang terbaca dari mikrokontroler.

b. Pin RS (*Register Select*)

Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukkan yang masuk adalah data.

c. Pin R/W (*Read Write*)

Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada LCD jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data. Pin R/W juga sering disebut dengan pin perintah.

d. Pin E (*Enable*)

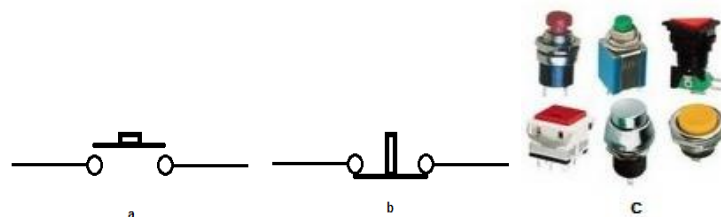
Pin E (*Enable*) digunakan untuk membaca data baik masuk atau keluar. Data masukan ataupun keluaran dari mikrokontroler yang akan ditampilkan pada layar LCD 16x2.

e. Pin VLCD

Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 KOhm, jika tidak digunakan dihubungkan dengan ground, sedangkan tegangan catu daya yang dibutuhkan untuk mengaktifkan LCD sebesar 5 volt.

2.5 *Push Button*

Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain (suatu sistem saklar tekan push button terdiri dari saklar tekan start. Stop reset dan saklar tekan untuk *emergency*. Push button memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*). Simbol dan bentuk fisik Push button dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.11 (a) *Push Button* Jenis NO (b) *Push Button* Jenis NC (c) Bentuk Fisik *Push Button*

(Sumber: <http://souful89.wordpress.com/2011/09/24/push-button/> diakses tanggal 13 April 2015 pukul 11.30 WIB)

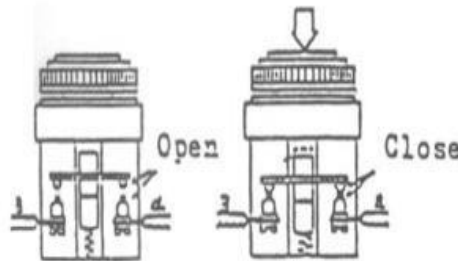
2.5.1 Cara Kerja *Push Button*

Prinsip kerja *Push Button* adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan

berfungsi sebagai stop (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai start (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri. Push button dibedakan menjadi beberapa tipe, yaitu:

a. Tipe *Normally Open* (NO)

Tombol ini disebut juga dengan tombol start karena kontak akan menutup bila ditekan dan kembali terbuka bila dilepaskan. Bila tombol ditekan maka kontak bergerak akan menyentuh kontak tetap sehingga arus listrik akan mengalir.

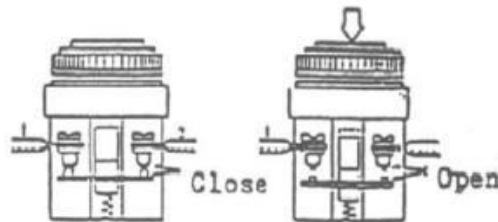


Gambar 2.12 Push Button Jenis *Normally Open*

(Sumber: <http://soulful89.wordpress.com/2011/09/24/push-button/> diakses tanggal 13 April 2015 pukul 11.30 WIB)

b. Tipe *Normally Close* (NC)

Tombol ini disebut juga dengan tombol stop karena kontak akan membuka bila ditekan dan kembali tertutup bila dilepaskan. Kontak bergerak akan lepas dari kontak tetap sehingga arus listrik akan terputus.

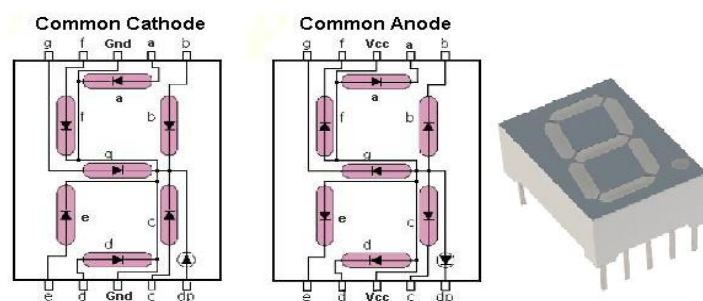


Gambar 2.13 Push Button Jenis *Normally Close*

(Sumber: <http://soulful89.wordpress.com/2011/09/24/push-button/> diakses tanggal 13 April 2015 pukul 11.30 WIB)

2.6 LED Peraga Seven Segment

LED *Seven Segment* adalah komponen Elektronika yang dapat menampilkan angka desimal melalui kombinasi-kombinasi segmennya. *Seven Segment Display* pada umumnya dipakai pada Jam Digital, Kalkulator, Penghitung atau Counter Digital, Multimeter Digital dan juga Panel Display Digital seperti pada Microwave Oven ataupun Pengatur Suhu Digital. *Seven Segment Display* pertama diperkenalkan dan dipatenkan pada tahun 1908 oleh Frank. W. Wood dan mulai dikenal luas pada tahun 1970-an setelah aplikasinya pada LED (*Light Emitting Diode*). *Seven Segment Display* memiliki 7 Segmen dimana setiap segmen dikendalikan secara *ON* dan *OFF* untuk menampilkan angka yang diinginkan. Angka-angka dari 0 (nol) sampai 9 (Sembilan) dapat ditampilkan dengan menggunakan beberapa kombinasi Segmen. Selain 0 – 9, *Seven Segment Display* juga dapat menampilkan Huruf Heksadesimal dari A sampai F. (Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-seven-segment-display-layar-tujuh-segmen/>)



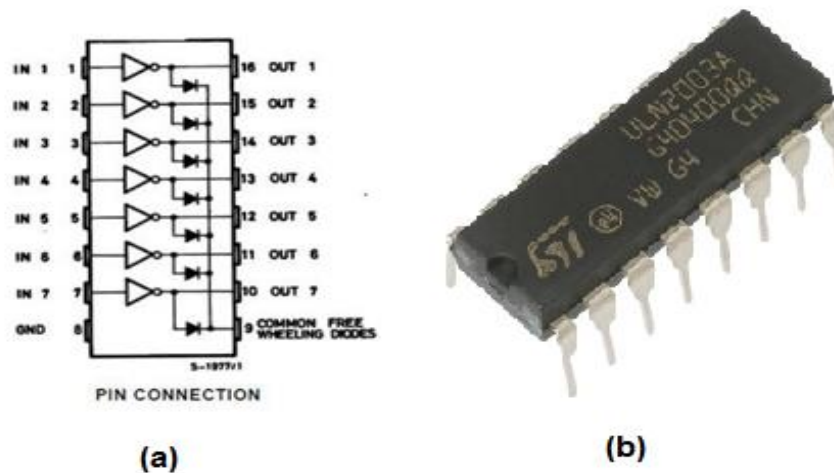
Gambar 2.14 LED Seven Segment

2.7 Driver Relay ULN2003

IC ULN 2003 adalah sebuah IC yang memiliki 7 bit input dan 7 bit output, tegangan maksimal 50 volt dan arus 500 mA. IC ini termasuk dalam jenis IC TTL. Didalam IC ini terdapat transistor pasangan *darlington*. Pasangan *darlington* adalah rangkaian yang terdiri dari sepasang transistor bipolar (dwi kutub) yang tersambung secara tandem (seri). Sambungan seri seperti ini dipakai untuk mendapatkan penguatan (gain) yang tinggi, karena hasil penguatan pada transistor

yang pertama akan dikuatkan lebih lanjut oleh transistor kedua. Keuntungan dari rangkaian *Darlington* adalah penggunaan ruang yang lebih kecil dari pada rangkaian dua buah transistor biasa dengan bentuk konfigurasi yang sama.

Fungsi IC ULN 2003 adalah sebagai driver pada benda – benda elektromekanis seperti *relay* dan motor stepper. Prinsip kerja ULN2003 ini apabila diberi inputan pada ic ULN 2003 sebesar 3,5 V maka pada bagian output IC tersebut akan berubah menjadi *logic 0* artinya output pada *driver* IC ULN 2003 ini bersifat sebagai *ground*.

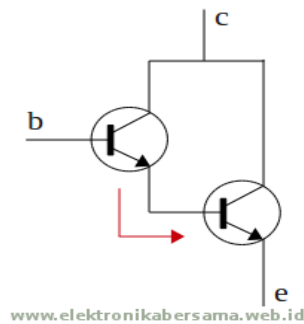


Gambar 2.15 (a) Konfigurasi Pin ULN2003, (b) IC ULN2003

(Sumber: <https://pccontrol.wordpress.com/2011/05/04/driver-relay/> diakses tanggal 13 April 2015)

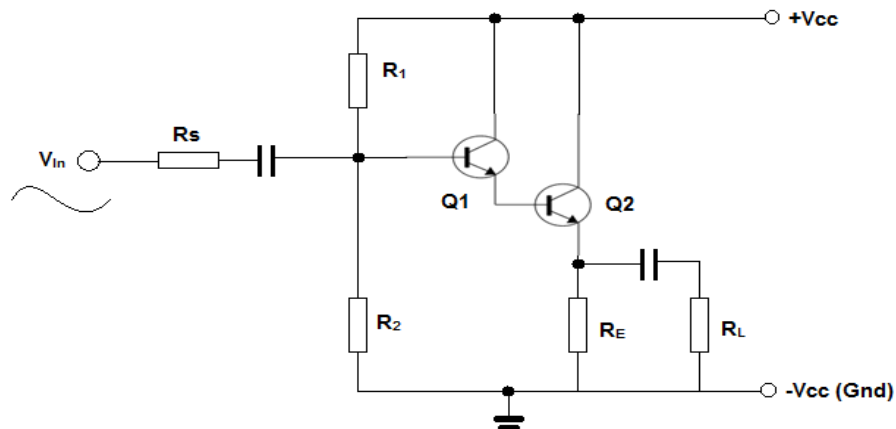
1. Pasangan *Darlington*

Konfigurasi Transistor *Darlington* merupakan rangkaian yang terdiri dari pengikut emitter yang disusun secara kaskade, artinya emitter pada transistor pertama masuk ke basis transistor kedua dengan kedua kolektor tergabung. Keuntungan dari rangkaian *Darlington* adalah penggunaan ruang yang lebih kecil dari pada rangkaian dua buah transistor biasa dengan bentuk konfigurasi yang sama. Penguatan arus listrik atau gain dari rangkaian transistor *Darlington* ini sering dituliskan dengan notasi β atau h_{FE} .



Gambar 2.16 Transistor Darlington

Sumber: <http://www.elektronikabersama.web.id/2011/10/pasangan-darlington.html>
(diakses tanggal 14 April 2015 pukul 00.08 wib)



Gambar 2.17 Rangkaian Penguat Dengan Transistor Darlington

(Sumber: Malvino. *Aproksimasi Rangkaian Semikonduktor Edisi Keempat*. Digambar Ulang Pada 4 Mei 2015)

Pada gambar 2.16 diatas merupakan salah satu rangkaian penguat dengan menggunakan prinsip transistor yang disusun membentuk pasangan *darlington*. Inputan pada transistor tersebut berupa sinyal AC dengan tegangan kecil dimana terdapat kapasitor yang berfungsi sebagai *coupling* (penghubung) dari sinyal AC. Pada masukan basis terdapat dua buah resistor yang disusun membentuk pra pembagi tegangan DC.

Untuk menentukan tegangan DC pada Basis Pertama persamaannya adalah:

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC} \dots\dots\dots(2.1)$$

Karena masing – masing ttransistor mempunyai penurunan tegangan sebesar V_{BE} yaitu 0,7 V maka tegangan DC pada penghambat emitter adalah:

$$V_E = V_B - 2V_{BE} \dots\dots\dots(2.2)$$

Sedangkan pada analisis AC untuk menentukan hambatan beban AC pada emitter transistor kedua atau emitter akhir adalah:

$$r_L = \frac{R_E \cdot R_L}{R_E + R_L} \dots\dots\dots(2.3)$$

Untuk Menentukan besar Penguatan Total maka persamaannya adalah:

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \dots\dots\dots(2.4)$$

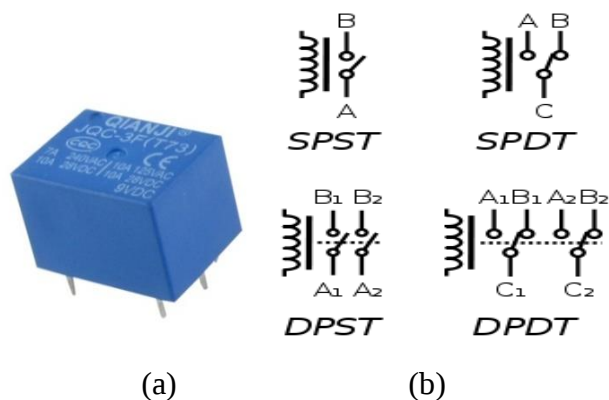
2.8 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi.

Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Dalam pemakaiannya biasanya *relay* yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang di-paralel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat *relay* berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya.



Gambar 2.18 (a) Bentuk Fisik *Relay* (b) Simbol *Relay*

2.8.1 Jenis – jenis *relay*

Ada beberapa jenis *relay* berdasarkan cara kerjanya yaitu:

- a. *Normaly On* : Kondisi awal kontaktor tertutup (*ON*) dan akan terbuka (*OFF*) jika *relay* diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (*coil*) *relay*. Istilah lain kondisi ini adalah *Normaly Close* (*NC*).
- b. *Normaly Off* : Kondisi awal kontaktor terbuka (*OFF*) dan akan tertutup jika *relay* diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (*coil*) *relay*. Istilah lain kondisi ini adalah *Normaly Open* (*NO*).
- c. *Change-Over* (*CO*) atau *Double-Throw* (*DT*) : *Relay* jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu *Normaly Open* (*NO*) dan *Normaly Close* (*NC*).

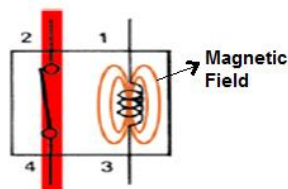
Ada juga jenis *relay* berdasarkan bentuk dan fungsi saklarnya yaitu:

- a. *SPST* (*Single Pole Single Throw*) : *Relay* ini memiliki empat terminal. Dua terminal kumparan (*coil*) dan dua terminal saklar (A dan B) yang dapat terhubung dan terputus.
- b. *SPDT* (*Single Pole Double Pole*) : *Relay* ini memiliki lima terminal. Dua terminal kumparan (*coil*) dan tiga terminal saklar (A,B, dan C) yang dapat terhubung dan terputus dengan satu terminal pusat. Jika suatu saat terminal A terputus dengan terminal pusat (C) maka terminal lain (B) terhubung dengan terminal C, demikian juga sebaliknya.
- c. *DPST* (*Double Pole Single Throw*) : *Relay* ini mempunyai enam terminal. Dua terminal kumparan (*coil*), dan empat terminal merupakan dua pasang saklar yang dapat terhubung dan terputus (A1 dan B1 - A2 dan B2).
- d. *DPDT* (*Double pole Double Throw*) : *Relay* ini mempunyai delapan terminal. Dua terminal kumparan (*coil*), enam terminal merupakan dua set saklar yang dapat terputus dan terhubung (A1,B1,C1 dan A2, B2, C2).

2.8.2 Cara Kerja Relay

a. Relay dalam Keadaan Aktif

Arus mengalir melalui rangkaian kontrol (pin 1 dan 3) membuat sebuah medan magnet kecil yang mengakibatkan saklar menjadi tertutup, pin 2 dan pin 4. Saklar yang merupakan bagian dari rangkaian beban digunakan untuk mengontrol suatu rangkaian listrik apabila terhubung dengannya. Arus sekarang mengalir melalui pin 2 dan 4 yang ditunjukkan warna merah ketika *relay* dalam keadaan aktif.

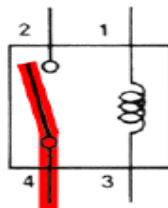


Gambar 2.19 Relay dalam Keadaan Aktif

(Sumber: Kevin R Sullivan *Understanding Relay. Pdf* halaman 4)

b. Relay dalam Keadaan Tidak Aktif

Ketika arus berhenti mengalir melalui rangkaian kontrol pin 1 dan 3, *relay* akan kembali tidak aktif. Tanpa adanya medan magnet, saklar terbuka dan arus tidak mengalir melalui pin 2 dan 4. *Relay* sekarang pada posisi OFF.



Gambar 2.20 Relay dalam Keadaan Tidak Aktif

(Sumber: Kevin R Sullivan *Understanding Relay. Pdf* halaman 5)

2.9 Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. (sumber: http://id.wikipedia.org/wiki/Lampu_pijar diakses tanggal 28 April 2015).

Sejarah lampu pijar dapat dikatakan telah dimulai dengan ditemukannya tumpukan volta oleh Alessandro Volta. Pada tahun 1802, Sir Humphry Davy menunjukkan bahwa arus listrik dapat memanaskan seuntai logam tipis hingga menyala putih. Lalu, pada tahun 1820, Warren De la Rue merancang sebuah lampu dengan cara menempatkan sebuah kumparan logam mulia platina di dalam sebuah tabung lalu mengalirkan arus listrik melaluinya. Dan Pada tahun 1870-an, seorang penemu bernama Thomas Alva Edison dari Menlo Park, negara bagian New Jersey, Amerika Serikat, mulai ikut serta dalam usaha merancang lampu pijar. Tetapi Rancangan ini relatif tidak praktis namun Edison tetap berusaha mencari elemen lain yang dapat dipanaskan secara ekonomis dan efisien. Untuk menyelesaikan masalah ini, Edison kembali mencoba menggunakan untaian karbon yang ditempatkan dalam bola lampu hampa udara hingga pada tanggal 19 Oktober 1879 dia berhasil menyalakan lampu yang mampu bertahan selama 40 jam.

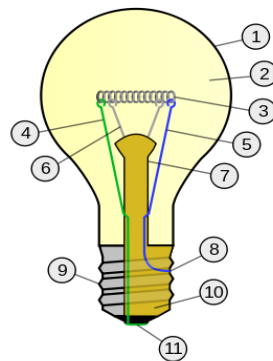


Gambar 2.21 Bentuk Fisik Lampu

(Sumber: <http://bintaroled.com/abcd/mengenal-jenis-jenis-lampu-pijar-halogen-tl-led/> diakses tanggal: 28 April 2015)

2.9.1 Konstruksi Lampu Pijar

Komponen utama dari lampu pijar adalah bola lampu yang terbuat dari kaca, filamen yang terbuat dari wolfram, dasar lampu yang terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi, dan kaki lampu.



Gambar 2.22 Konstruksi Lampu Pijar

(sumber: http://id.wikipedia.org/wiki/Lampu_pijar diakses tanggal 28 April 2015)

Keterangan:

1. Bola lampu
2. Gas bertekanan rendah (argon, neon, nitrogen)
3. Filamen wolfram
4. Kawat penghubung ke kaki tengah
5. Kawat penghubung ke ulir
6. Kawat penyangga
7. Kaca penyangga
8. Kontak listrik di ulir
9. Sekrup ulir
10. Isolator
11. Kontak listrik di kaki tengah

2.9.2 Kelebihan dan Kekurangan Menggunakan Lampu Pijar

a. Kelebihan

Lampu pijar ini mempunyai keunggulan antara lain :

1. Mempunyai bentuk fisik lampu yang sederhana, macam-macam bentuknya yang menarik, praktis pemasangannya.
2. Dan harganya relatif lebih murah serta mudah didapat di toko-toko.
3. Instalasi murah, tidak perlu perlengkapan tambahan.
4. Lampu dapat langsung menyala.

5. Terang-redupnya dapat diatur dengan *dimmer* (pengatur terang dan redup).
6. Cahayanya dapat difokuskan.

b. Kekurangan

Sedangkan kelemahan lampu pijar antara lain:

1. Mempunyai efisiensi rendah, karena energi yang dihasilkan untuk cahaya hanya 10% dan sisanya memancar sebagai panas.
2. Umur lampu pijar relatif pendek dibandingkan lampu jenis lainnya (sekitar 1.000 jam).
3. Sensitif terhadap tegangan.
4. Pencahayaannya sangat mengganggu atau silau.