

BAB II

DASAR TEORI

Untuk mempermudah dalam memahami cara kerja rangkaian dasar-dasar perencanaan dari alat ini, maka perlu adanya penjelasan dan uraian teori penunjang yang digunakan dalam penulisan skripsi ini. Teori-teori penunjang yang akan dijelaskan dalam bab ini adalah:

1. Printer Infus.
2. Mikrokontroler AT89S51.
3. Sensor.
4. Pompa
5. Relay.
6. LCD (*Liquid Crystal Display*).
7. Saklar.
8. Transistor.
9. Dioda.

2.1 Printer Infus

Printer merupakan alat untuk mencetak apa saja dalam bentuk tinta di atas kertas yang disediakan serta mempunyai ukuran yang bermacam-macam sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Printer pada prinsipnya adalah alat untuk mencetak dari media elektronik dalam hal ini komputer, camera ataupun scanner yang intinya hasil karya akan dicetak dalam suatu media kertas dan sesuai dengan ukuran yang dikehendaki.

Pemasangan infus membuat suplai tinta tidak cepat habis. Ukuran normal untuk sebuah *cartridge* terisi sebanyak kurang lebih 20 ml. Jika dipasang infus sistem biasanya disediakan 6 X lipatnya atau sebanyak 120 ml (termasuk yang ada di *cartridge*). Dampaknya tentu saja tidak disibukkan dengan isi ulang tinta. Menambah umur *cartridge*. Pada printer infuse tidak perlu mengganti *cartridge* saat tinta habis.

2.2 Mikrokontroler AT89S51

Secara umum, mikrokontroler berfungsi sama dengan komputer. Bedanya adalah mikrokontroler memiliki desain dalam sebuah *single chip* (IC). Mikrokontroler terdapat di hampir semua peralatan elektronik di sekeliling kita, didalam tape, TV, radio, telepon genggam (*hand phone*) dan lain-lain. Mikrokontroler memiliki kemampuan yang diperlukan untuk membuat keputusan berdasarkan sinyal dari luar dengan kata lain mikrokontroler merupakan otak dari sebuah perangkat elektronik.

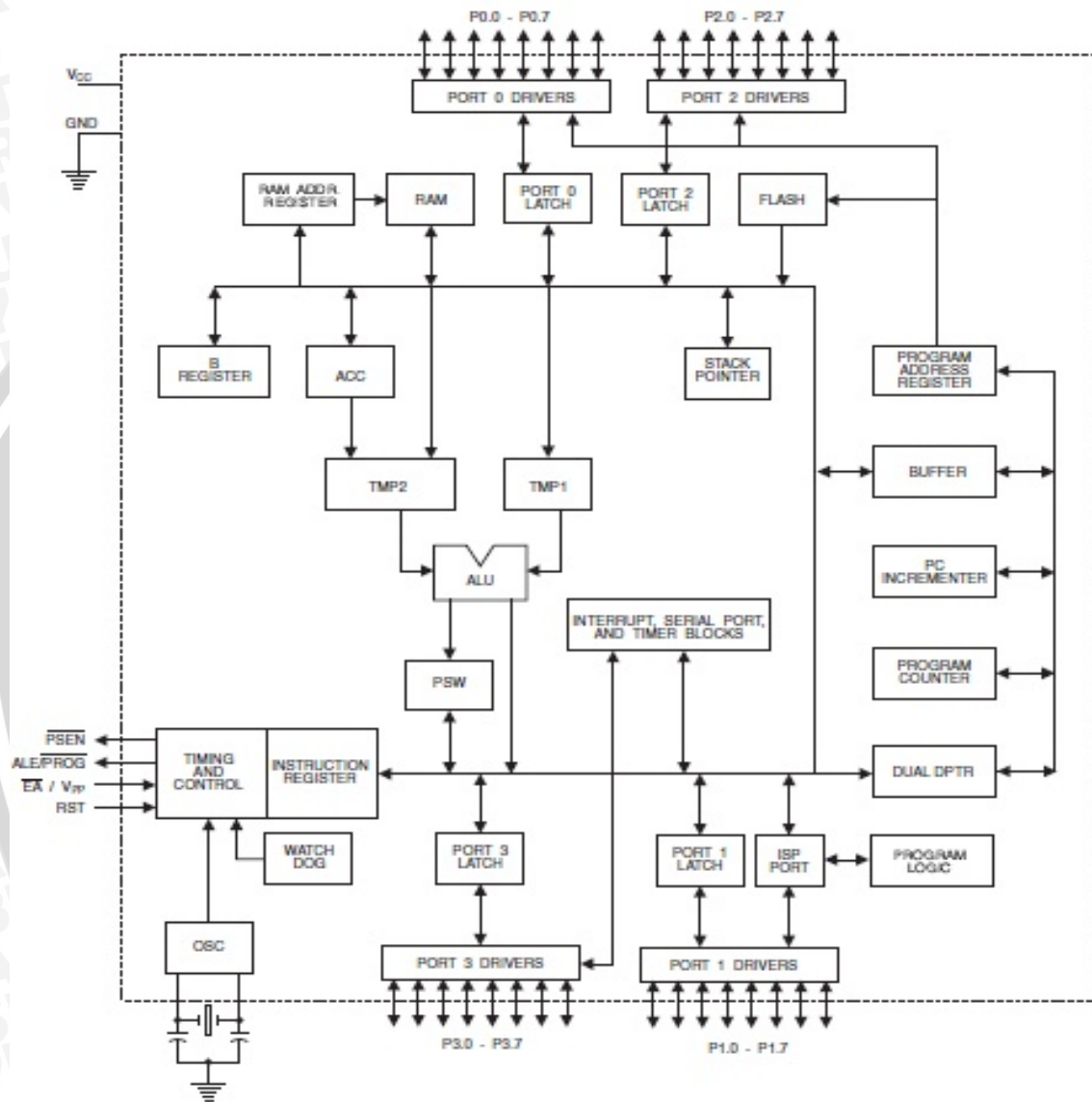
AT89S51 adalah mikrokontroler keluaran Atmel dengan 4K *byte* Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), AT89S51 merupakan memori dengan teknologi *nonvolatile memory*, yaitu isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali.

Memori ini biasa digunakan untuk menyimpan instruksi (perintah) berstandar MCS-51 code sehingga memungkinkan mikrokontroler ini untuk bekerja dalam mode *single chip operation* (mode operasi keping tunggal) yang tidak memerlukan *external memory* (memori luar) unruk menyimpan *source code* tersebut.

Sebagai suatu sistem kontrol, mikrokontroler AT89S51 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler AT89S51 sudah mempunyai RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut :

- Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel.
- Memiliki memori baca-tulis (RAM) sebesar 128 *byte*.
- Empat buah *programmable port I/O*, masing-masing terdiri atas 8 buah jalur I/O.
- Sebuah *port serial* dengan kontrol *full duplex*.
- *Reprogrammable Flash memory* yang besarnya 4 kbyte untuk memori program.
- Mampu beroperasi sampai 33 MHz.

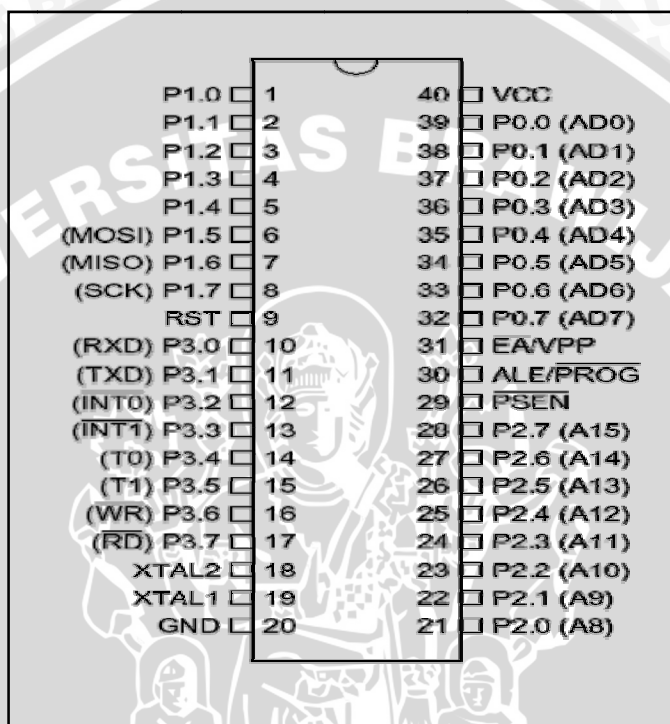
AT89S51 adalah mikrokontroler mempunyai kompatibilitas instruksi dan konfigurasi pin dengan mikrokontroler MCS-51. Blok diagram MCS-51 ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Blok Diagram AT89S51 (Atmel, 1997:3)

2.2.1 Konfigurasi Pin

Masing-masing kaki dalam mikrokontroler AT89S51 mempunyai fungsi tersendiri. Dengan mengetahui fungsi masing-masing kaki mikrokontroler AT89S51, perancangan aplikasi mikrokontroler AT89S51 akan lebih mudah merencanakan dan membuat sistem yang dirancang. AT89S51 mempunyai 40 pin, susunan masing-masing pin dapat dilihat dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin AT89S51 (Atmel, 1997:2)

Fungsi kaki-kaki AT89S51 adalah:

1. *Port 1* (Pin 1-8), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.
2. Pin 9 RST, merupakan saluran dua masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika tinggi.
3. *Port 3* (Pin 10-17), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus meliputi TXD (*Transmit Data*), RXD (*Receive Data*), $\overline{INT0}$ (*Interrupt 0*), $\overline{INT1}$ (*Interrupt 1*), T0 (*Timer 0*), T1 (*Timer 1*), \overline{WR} (*Write*), \overline{RD} (*Read*).

4. Pin 18 dan 19 ($XTAL_1$ dan $XTAL_2$), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Untuk pewaktuan dapat dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
5. Pin 20 V_{SS} , merupakan hubungan ke *ground* dari rangkaian.
6. *Port 2* (Pin S21..28), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah.
7. Pin 29 \overline{PSEN} (*Program Store Enable*), merupakan sinyal baca untuk mengaktifkan memori program eksternal.
8. Pin 30 $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ (*Address Latch Enable*), merupakan pulsa yang berfungsi untuk menahan alamat rendah (A0-A7) dalam *port 0*, selama proses baca/tulis memori eksternal. Frekuensi \overline{ALE} adalah $\frac{1}{6}$ kali frekuensi osilator, dan dapat digunakan sebagai pewaktu. Pin ini juga berfungsi sebagai saluran program selama dilakukan pemrograman jika menggunakan memori program internal.
9. Pin 31 \overline{EA}/VPP (*External Access Enable*), untuk mengatur penggunaan memori program eksternal dan internal. Pin ini harus dihubungkan dengan *ground* bila menggunakan memori program eksternal dan dihubungkan dengan VPP sebesar 5 volt jika menggunakan memori program internal.
10. *Port 0* (Pin 32-39), merupakan saluran masukan/keluaran *open drain*.
11. Pin 40 V_{CC} , merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi lebih kurang 10%. (*datasheet* Mikrokontroler AT89S51)

2.2.2 Struktur dan Operasi Port

Mikrokontroler AT89S51 memiliki 4 buah port. Setiap port memiliki 8 buah jalur I/O yang bersifat *bidirectional*. Beberapa karakteristik port mikrokontroler AT89S51 dijelaskan secara singkat sebagai berikut:

1. Port 0 merupakan port I/O 8-bit yang tidak mempunyai *pull-up* internal. Sebagai sebuah keluaran, maka setiap pin juga dapat mengendalikan 8 beban TTL. Port 0 juga dapat digunakan untuk memultipleks bus alamat rendah dan data memori dengan menggunakan *pull-up* internal. Selain itu, port 0 juga menerima kode mesin (dalam byte) selama pemrograman

EPROM dan mengeluarkan kode mesin selama program verifikasi dari EPROM. Selama program verifikasi dibutuhkan *pull-up* eksternal. Pada port ini berlaku ketentuan yang berbeda dengan port-port lain, yaitu bila digunakan sebagai keluaran harus diberikan tambahan resistor *pull-up*.

2. Port 1 merupakan sebuah port I/O *bidirectional* yang mempunyai *pull-up* internal. *Buffer* keluaran dari port 1 dapat mengendalikan 4 beban TTL. Pin-pin dari port 1 dapat juga digunakan sebagai masukan jika di *pull-up* tinggi oleh *pull-up* internal dan jika *pull-up low* internal. Port 1 juga menerima bus alamat rendah (dalam byte) selama pemrograman EPROM dan selama program verifikasi dari EPROM.
3. Port 2 dapat dipergunakan sebagai *input* atau *output* seperti pada port 1. Alternatif lain dari port 2 dapat dipergunakan sebagai alamat bus tinggi pada saat mengakses memori eksternal.
4. Port 3 merupakan sebuah port I/O 8-bit *bidirectional* yang mempunyai *pull-up* internal. *Buffer* keluaran dari port 3 dapat mengendalikan dan menghasilkan arus IIL karena adanya *pull-up* internal. Port 3 juga mempunyai fungsi yang lain seperti yang tertera pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi Alternatif Port 3

<i>Port Pin</i>	<i>Fungsi</i>
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (External interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (External interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 eksternal input)
P3.5	T1 (timer 1 eksternal input)
P3.6	WR (eksternal data memory write strobe)
P3.7	RD (eksternal data memory data read strobe)

Sumber: Atmel, 1997:4

2.2.3 Organisasi Memori

Mikrokontroler MCS-51 memiliki pembagian ruang alamat untuk program dan data. Memori data diakses oleh alamat 8 bit, tetapi alamat data 16 bit juga dapat dihasilkan mikrokontroler melalui register DPTR (*Data Pointer Register*). Alamat data dan program yang bisa dialamati oleh mikrokontroler adalah sebesar 64 kilobyte yaitu dari alamat 0000_H - $FFFF_H$.

\overline{PSEN} adalah sinyal yang digunakan untuk pembacaan memori program *eksternal*. Mikrokontroler MCS-51 mempunyai dua buah alternatif untuk pembacaan memori program yaitu *internal* dan *eksternal*. Pembacaan memori program *eksternal* dengan men-set pin \overline{EA} pada logika 0 dan pembacaan memori program *internal* pin \overline{EA} diset pada logika 1.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki RAM internal 128 byte (00_H - $7F_H$) yang dapat digunakan untuk menampung data-data yang diperlukan dalam pemrograman. RAM internal tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut: 80 byte *general purpose* (30_H - $7F_H$), 32 byte (00_H - $1F_H$) sebagai *register bank* yang dapat dimanfaatkan seperti RAM biasa, dan 16 byte (20_H - $2F_H$) *bit addressable*.

2.3 Sensor

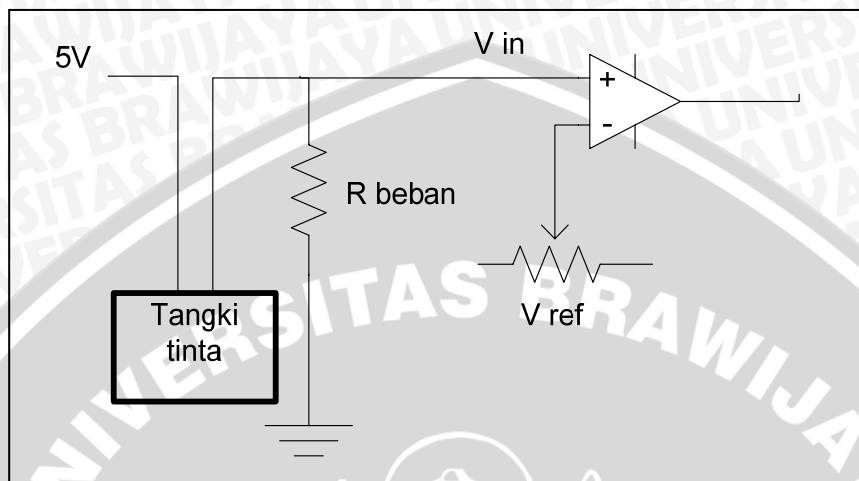
Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam mendukung terjadinya kontrol proses, yang mana berfungsi sebagai berikut:

- a. Menyediakan *input* dari proses dan dari lingkungan *eksternal*
- b. Mengubah informasi fisik misalnya suhu, tekanan, laju aliran dan posisi untuk sinyal listrik
- c. Terkait dengan variabel fisik pada cara yang diketahui sehingga sinyal listriknya dapat digunakan untuk memonitor dan mengontrol proses.

Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain yaitu sensor cahaya, sensor suhu, sensor tekanan dan lain-lain.

2.3.1 Sensor Level Ketinggian

Rangkaian sensor ketinggian yang digunakan pada pengisian tinta dapat dilihat dalam Gambar 2.3 :



Gambar 2.3 Rangkaian Sensor Level (Perancangan)

Sensor ini bekerja untuk mendeteksi ketinggian cairan tinta yang digunakan sebagai *input* dari Mikrokontroler. Ketika sensor terhubung dengan cairan tinta yang disambungkan dengan tegangan bernilai lebih besar dari V_{ref} tersentuh maka akan berlogika *High* sehingga menjadi *input* pada mikrokontroler kemudian diolah sebagai *input* dari pompa sedangkan ketika tidak ada cairan tinta yang mengenai rangkaian sensor maka *input* akan berlogika *low* atau *ground* yang berarti V_{ref} memiliki nilai lebih besar. Namun sebelumnya harus di *drive* oleh *converter* yang berfungsi sebagai saklar transistor untuk menyesuaikan dengan kebutuhan tegangan *input* Mikrokontroler.

2.3.1.1 Komparator Pada Sensor Level Ketinggian

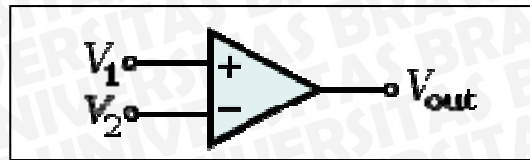
Komparator adalah sebuah jaringan yang dapat membandingkan besar tegangan masukan. Komparator biasanya menggunakan Op-Amp sebagai piranti utama dalam rangkaian. V_{ref} di hubungkan ke + V supply, kemudian R1 dan R2 digunakan sebagai pembagi tegangan, sehingga nilai tegangan yang di referensikan pada masukan + op-amp adalah sebesar: $V = [R1 / (R1 + R2)]$

Vsupply Op-amp tersebut akan membandingkan nilai tegangan pada kedua masukannya, bila masukan (-) lebih besar dari masukan (+) maka, rilis op-amp akan menjadi sama dengan - Vsupply, bila tegangan masukan (-) lebih kecil dari masukan (+) maka keluaran op-amp akan menjadi sama dengan + Vsupply. Jadi dalam hal ini jika V_{input} lebih besar dari V maka keluarannya akan menjadi - Vsupply, jika sebaliknya, V_{input} lebih kecil dari V maka keluarannya akan menjadi + Vsupply.

Komparator merupakan jaringan elektronik yang akan membandingkan suatu input dengan referensi tertentu untuk menghasilkan output berupa dua nilai (kualitas dan ukuran). Suatu komparator mempunyai dua masukan yang terdiri dari tegangan acuan ($V_{reference}$) dan tegangan masukan (V_{input}) serta satu tegangan output (V_{output}).

Dalam operasinya opamp akan memiliki sebuah rilis konstan yang bernilai "low" saat V_{in} lebih besar dari $V_{reference}$ dan "kualitas" saat V_{in} lebih kecil dari $V_{reference}$ atau sebaliknya. Nilai ukuran dan kualitas tersebut akan ditentukan oleh desain dari komparator itu sendiri. Kondisi output ini disebut sebagai karakteristik output komparator.

Kerja dari komparator hanya membandingkan V_{in} dengan V_{ref} -nya maka dengan mengatur V_{ref} , kita sudah mengatur kepekaan sensor terhadap perubahan tingkat intensitas cahaya yang terjadi. Dimana semakin rendah V_{ref} semakin sensitif komparator terhadap perubahan tegangan V_{in} yang diakibatkan oleh perubahan intensitas cahaya.



Gambar 2.4 Simbol Pembanding Komparator

- Output komparator memenuhi aturan berikut:
 - Ketika V_1 adalah lebih besar dari V_2 bit output adalah 1.
 - Ketika V_1 lebih kecil dari V_2 bit output adalah 0

2.4 Pompa

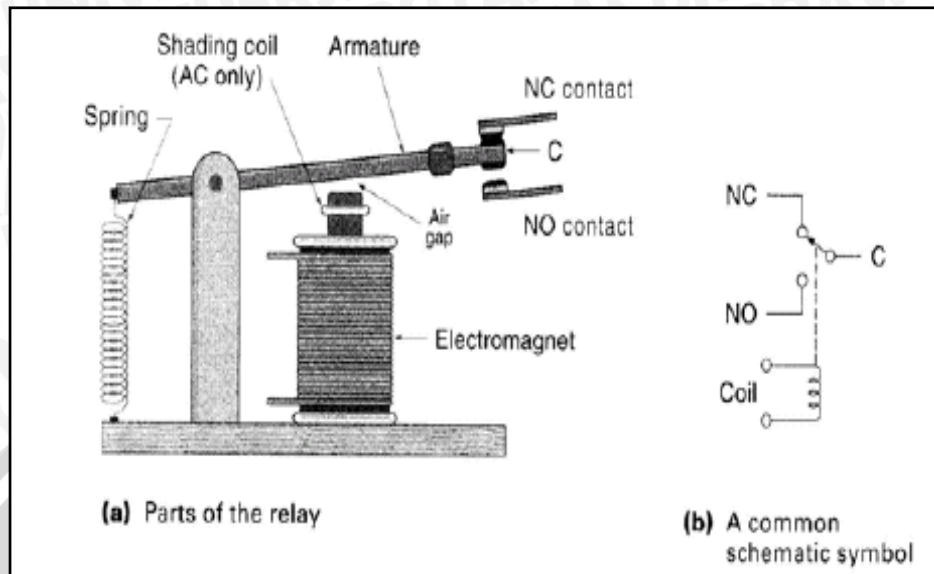
Pompa berfungsi untuk mengalirkan tinta dari tandon, mengalirkan tinta tersebut pada selang kapiler yang tersambung pada tabung tinta infus. Pompa ini merupakan jenis Pompa kedap air yang mengkonsumsi daya langsung dari tegangan yang berasal dari mikrokontroler. Dalam perancangan sistem pengendali level cairan tinta isi ulang pada printer infus dengan mikrokontroler AT 89S51 ini, pompa akan dimanfaatkan sebagaimana fungsi umumnya yaitu mengalirkan cairan dari tandon menuju tabung tinta infus melalui selang kapiler yang telah disediakan. Pompa yang digunakan merupakan pompa yang langsung berada pada tabung tandon.

2.5 Relay

Relay adalah sebuah alat elektromagnetik yang dapat mengubah kontak-kontak saklar saat alat ini menerima sinyal listrik. Sebuah relay terdiri dari satu kumparan dan inti, yang mana bila dialiri arus kumparan tersebut akan menjadi magnet dan menutup atau membuka kontak-kontak. Kontak-kontaknya ada dua macam, yaitu NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). *Normally Close* adalah kontak relay yang terhubung saat belum ada arus.

Ketika ada arus yang melewati kumparan relay, inti besi lunak akan dimagnetisasi, dan menarik kontak, Sehingga kontak yang terbuka kini terhubung. Keuntungan dari relay ini adalah dapat menghubungkan daya yang besar dengan memberi daya yang kecil pada kumparannya.

Skema relay elektromekanik ditunjukkan dalam Gambar 2.5 :



Gambar 2.5 Skema Relay Elektromekanik (Kilian, Christopher T, Modern Control Technology, (West Publishing Co:1996))

Karena relay adalah alat elektromagnetik yang dapat membangkitkan tegangan mundur, maka sebuah dioda harus dipasang dalam rangkaian untuk melindungi transistor yang ada.

2.6 LCD (Liquid Crystal Display)

Untuk menampilkan menu dari suatu peralatan elektronika seperti catu daya *switching* misalnya tentang berapa tegangan keluaran yang diinginkan, maka diperlukan suatu tampilan. Yang lebih sering digunakan adalah LCD.

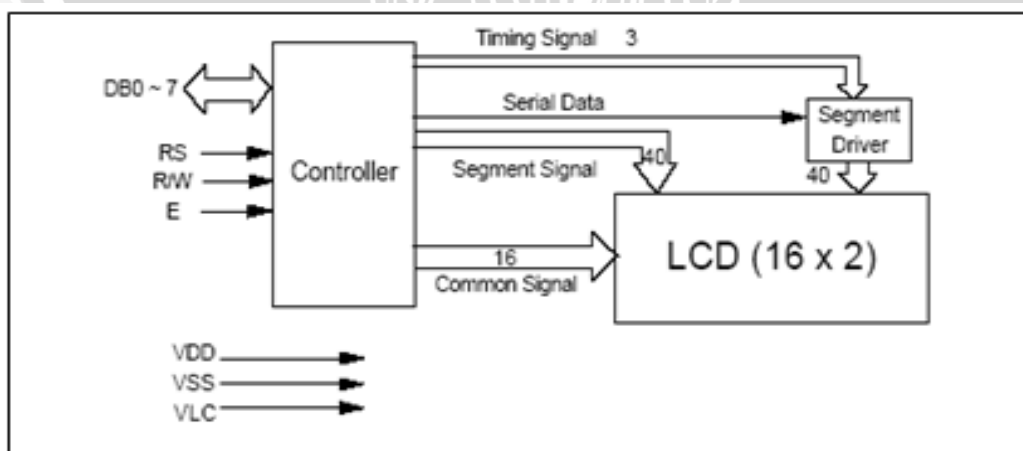
Liquid crystal display (LCD) merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter baik itu angka, huruf atau karakter tertentu, sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara *visual*. Pemakaian LCD sebagai indikator tampilan banyak digunakan disebabkan daya yang dibutuhkan LCD relatif kecil (orde mikrowatt), disamping itu dapat juga menampilkan angka, huruf atau simbol dan karakter tertentu. Meskipun pada komponen ini dibatasi oleh sumber cahaya eksternal/internal, suhu, dan *lifetime*.

LCD terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca dengan pinggiran tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar masing-masing keping kaca mempunyai lapisan tembus cahaya seperti oksida timah (*tin oxide*) atau oksida indium (*indium oxide*). Sel mempunyai ketebalan 1×10^{-5} meter dan diisi dengan kristal cair.

LCD yang digunakan untuk menampilkan perintah-perintah dalam tahapan pengisian bahan bakar secara mandiri. LCD yang akan digunakan bertipe M1632 produksi SEIKO instrument inc. corporation. Spesifikasi dari LCD ini adalah sebagai berikut:

- Menampilkan 16 karakter pada tiap baris TN LCD dengan 5 x 7 dot matrik
- Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter
- Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter
- 80 x 8 bit data RAM
- Tegangan catu 5 volt dan temperatur operasi 0-50°C
- Otomatis reset pada saat dihidupkan

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul LCD ini berupa bus data yang masih termultipleks dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol, yaitu RS, R/W dan E. Sementara pengendali dot matrix LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang pada modul LCD. Gambar 2.6 adalah Blok Diagram dari LCD M1632.



Gambar 2.6 Blok Diagram LCD M1632 (Anonymous, 2001:3)

Fungsi pin dari LCD M1632 ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Fungsi Pin-Pin pada LCD M1632.

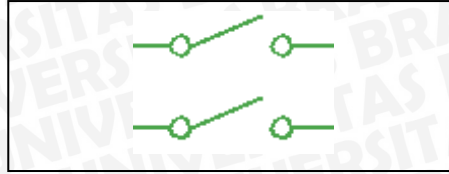
No Pin	Nama Pin	Fungsi
16	V - BL	Sebagai <i>ground</i> dari <i>backlight</i>
15	V + BL	Sebagai kutub positif dari <i>backlight</i>
7 - 14	DB0- DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan.
6	E	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 = tulis 1 = baca
4	RS	Sinyal pemilih register 0 = register instruksi (tulis) 1 = register data (tulis dan baca)
3	Vlc	Untuk mengendalikan kecerahan LCD dengan mengubah Vlc
2	Vcc	Tegangan catu + 5 volt
1	Vss	Terminal <i>Ground</i>

2.7 Saklar

2.7.1 Saklar Tombol Tekan

Saklar yang dioperasikan secara manual adalah saklar yang dikontrol dengan tangan. Saklar tombol tekan adalah bentuk paling umum dari pengendali manual yang ditemui di industri. Pada kenyataannya di dalam industri, saklar tekan/*push button* (PB) adalah bagian dari piranti listrik yang terdiri atas tombol yang harus ditekan terlebih dahulu untuk dapat mempengaruhi suatu operasi.

Saklar tombol tekan terdiri dari dua keadaan, *normally open*(NO) dan *normally closed*(NC). Saklar tombol tekan NO akan menyambung rangkaian atau menghubungkan rangkaian ketika tombol ditekan, sedangkan Saklar tombol tekan NC akan memutus rangkaian ketika tombol ditekan.



Gambar 2.7 Saklar

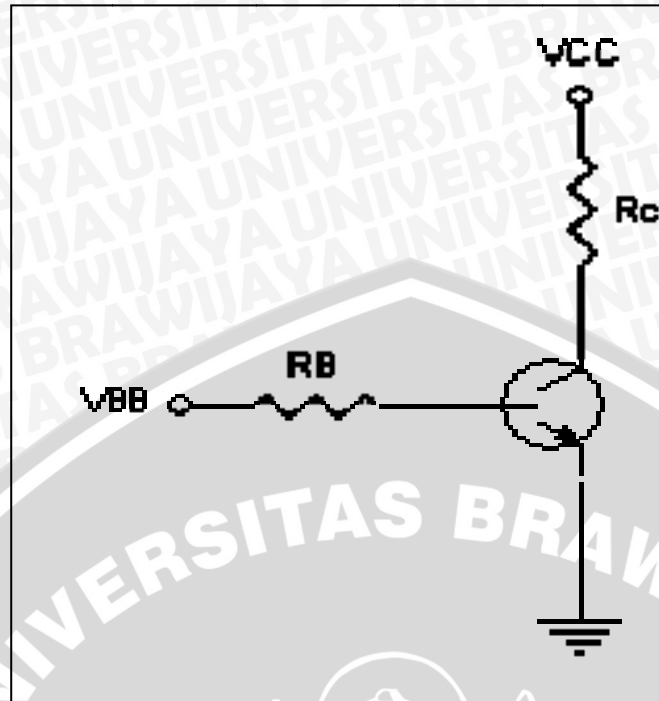
2.8 Transistor

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya atau tegangan inputnya, memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal. Tegangan atau arus yang dipasang di satu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya.

Transistor adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam *amplifier* (penguat). Rangkaian analog melingkupi pengeras suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori, dan komponen-komponen lainnya.

2.8.1 Transistor sebagai Saklar

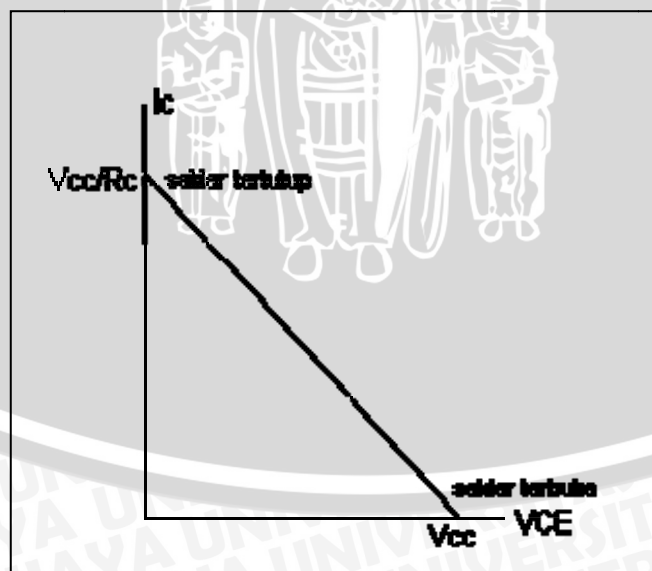
Transistor difungsikan sebagai sebuah saklar, mengoperasikan pada salah satu dari saturasi atau titik sumbat. Jika sebuah transistor berada dalam keadaan saturasi, transistor tersebut seperti sebuah saklar yang tertutup dari kolektor ke emiter. Jika transistor tersumbat (*cut off*), transistor tersebut seperti sebuah saklar yang terbuka. Gambar 2.8 menunjukkan rangkaian transistor sebagai saklar.



Gambar 2.8 Transistor Sebagai Saklar (*National Data Acquisition Data Book, 1995 : 2-54*)

Garis beban DC yang menunjukkan operasi transistor dapat dilihat dalam gambar

2.9. Pada daerah saturasi $I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$ dan pada daerah *cut off* $V_{CE} = V_{CC}$.



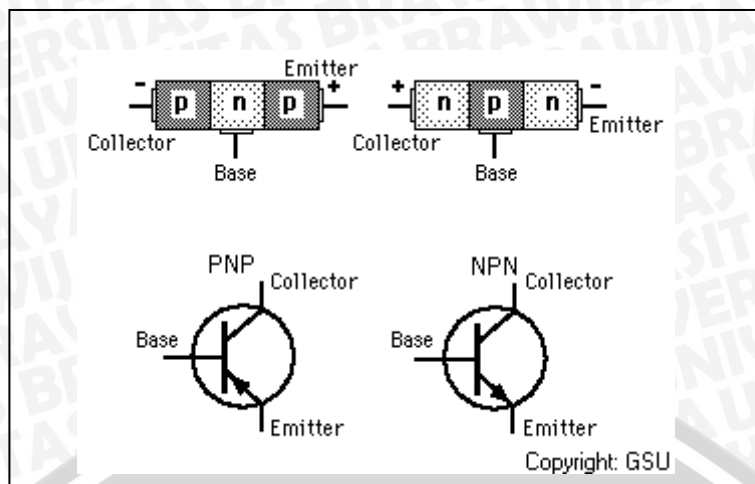
Gambar 2.9 Garis Beban DC (*National Data Acquisition Data Book, 1995 : 2-54*)

2.8.2 Transistor NPN dan PNP

Terdapat dua jenis transistor ialah jenis NPN dan jenis PNP. Pada transistor jenis NPN, tegangan basis dan kolektornya positif terhadap emitor, sedangkan pada transistor PNP tegangan basis dan kolektornya negatif terhadap tegangan emitor.

Pada rangkaian elektronik, sinyal inputnya adalah 1 atau 0 ini selalu dipakai pada basis transistor, yang mana kolektor dan emitor sebagai penghubung untuk pemutus (short) atau sebagai pembuka rangkaian. Aturan transistor sebagai berikut:

- Pada transistor NPN, memberikan tegangan positif dari basis ke emitor, menyebabkan hubungan kolektor ke emitter terhubung singkat, yang menyebabkan transistor aktif (on). Memberikan tegangan negatif atau 0 V dari basis ke emitor menyebabkan hubungan kolektor dan emitor terbuka, yang disebut transistor mati (off).
- Saturasi tegangan pada kaki basis lebih besar daripada tegangan di kaki emitor, maka arus mengalir dari kolektor ke emitor.
- Pada PNP transistor PNP, memberikan tegangan negatif dari basis ke emitor ini akan menyalakan transistor (on). Dan memberikan tegangan positif atau 0 V dari basis ke emitor ini akan membuat transistor mati (off).
- Saturasi tegangan pada kaki basis lebih kecil daripada tegangan di kaki emitor, maka arus mengalir dari emitor ke kolektor.

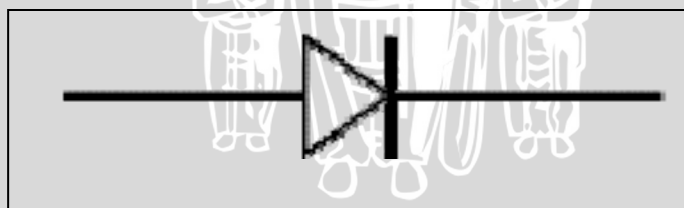


Gambar 2.10 Simbol Transistor PNP dan NPN

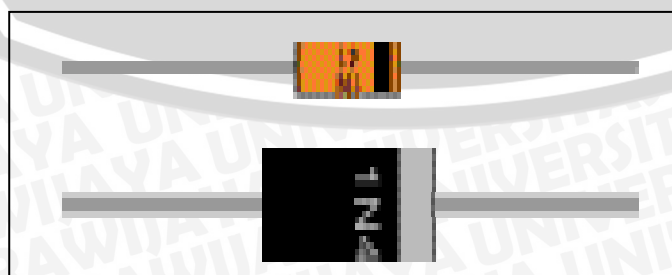
2.9 Dioda

Dioda adalah devais semikonduktor yang mengalirkan arus satu arah saja. Dioda terbuat dari *Germanium* atau *Silicon* yang lebih dikenal dengan Dioda *Junction*. Dioda juga digunakan pada adaptor yang berfungsi sebagai penyearah dari sinyal AC ke DC.

Dioda memungkinkan listrik mengalir hanya dalam satu arah. Pada Gambar 2.11. Panah simbol sirkuit menunjukkan arah di mana arus dapat mengalir.



Gambar 2.11 Simbol Dioda



Gambar 2.12 Contoh Dioda