BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Karakteristik Gas Elpiji

Elpiji merupakan merk dagang dari LPG atau *Liquefied Petroleum Gasses*. Merupakan campuran dari berbagai *hydrocarbon*, sebagai hasil penyulingan minyak mentah, berbentuk gas. Dengan menambah tekanan atau menurunkan suhunya membuat menjadi cairan. Inilah yang kita kenal dengan bahan bakar gas cair. Elpiji merupakan senyawa *hydrocarbon* yang dikenal sebagai butana, Propana, Isobutana atau campuran antara Butana dengan Propana.

2.1.1 Sifat Khas Elpiji

Perlu diketahui, gas elpiji bersifat mudah terbakar. Dalam batas *flammabality*, elpiji adalah sumber api yang terbuka. Sehingga letup (percikan api) yang sekecil apapun dapat segera menyambar gas elpiji.

Maka pastikan bahwa bau gas elpiji telah hilang sama sekali dari dalam rumah, walaupun membutuhkan waktu yang agak lama. Hal ini karena sifat gas elpiji yang sangat lamban berputar di udara.

2.1.2 Sifat Umum Elpiji

Sebagai bahan bakar, gas elpiji mudah terbakar apabila terjadi persenyawaan di udara. Untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan perlu diketahui beberapa sifat umumnya.

a. Tekanan gas elpiji cukup besar, sehingga bila terjadi kebocoran elpiji akan membentuk gas secara cepat, memuai dan sangat mudah terbakar
b. Berat jenis gas elpiji lebih besar dari udara, yaitu :
    - Butana mempunyai berat jenis dua kali berat jenis udara sehingga cenderung bergerak kebawah.
    - Propana mempunyai berat jenis satu setengah kali berat udara sehingga cenderung bergerak kebawah.
c. Tidak mempunyai sifat pelumasan terhadap metal.

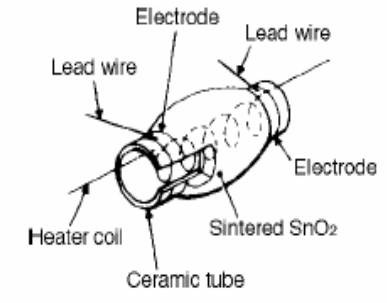
d. Merupakan *Solvent* yang baik terhadap karet, sehingga perlu diperhatikan terhadap kemasan atau tabung yang di pakai.
e. Tidak berwarna baik berupa cairan maupun dalam bentuk gas.
f. Tidak berbau. Sehingga untuk kesalamatan, elpiji komersial perlu ditambah zat odor, yaitu *Ethyl Mercaptane* yang berbau menyengat seperti petai.
g. Tidak mengandung racun.
h. Bila menguap di udara bebas akan menbentuk lapisan karena kondensasi sehingga adanya aliran gas.
i. Setiap kilo gram elpiji cair dapat berubah menjadi kurang lebih 500 liter gas elpiji.

2.2 Sensor Gas TGS 813

Sensor Figaro TGS seri-8 adalah suatu jenis semipenghantar oksida-logam yang menawarkan biaya rendah, tahan lama, dan memiliki kepekaan yang baik terhadap target gas walaupun dugunakan untuk pemanfaatan pada suatu rankaian elektris sederhana. TGS813 menunjukan kepekaan dan ketelitian yang tinggi terhadap LP Gas dan Gas Metana.

2.2.1 Struktur Sensor Gas TGS 813

Gambar 2.7 menunjukan struktur TGS813. Sensor ini adalah suatu semipenghantar yang tersusun atas sebagian besar timah dioksida (SnO2). Material semipenghantar dan electroda dibentuk pada suatu tabung keramik alumunium. Suatu alat pemanas *(Heater Coil),* dibuat dari kawat berdiameter 60 mikron, yang terletak di dalam tabung keramik. Ujung kawat dari elektroda sensor adalah suatu paduan emas berdiameter 80 mikron. Alat pemanas dan ujung kawat adalah *spotwelded* tehadap pin-pin sensor yang telah diatur agar cocok dengan sebuah tabung soket mini 7-pin.



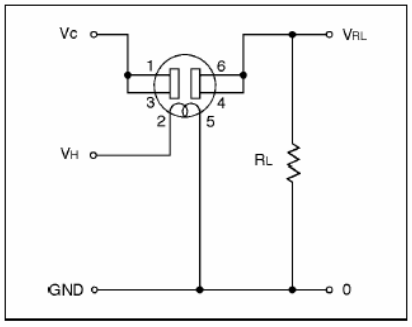
Gambar 2.1 *Struktur Sensor*

2.2.2 Dasar Pengukuran Rangkaian

Gambar 2.2 menunjukan dasar pengukuran rangkaian yang digunakan untuk TGS813. Tegangan Circuit (Vc) diterapkan pada unsur sensor yang mempunyai suatu tahanan antara dua sensor electroda dan resistor beban (RL) yang dihubungkan secara urut. Sinyal Sensor (Vrl) terukur secara tidak langsung sebagai perubahan di dalam teganga mengalir melalui RL. Rs diperoleh dari rumusan yang ditunjukan oleh persamaan dibawah ini :

Rumusan Menentukan Rs

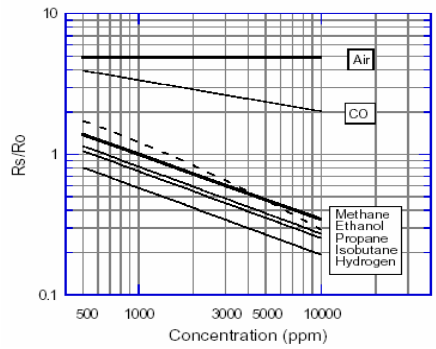
$$R_S = \frac{V_{CC} - V_{RL}}{V_{RL}} x R_L \text{ …….....(2.1)}$$



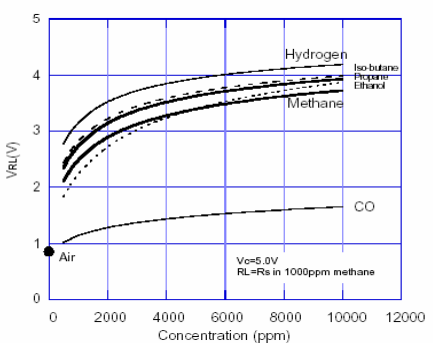
Gambar 2.2 *Rangkaian Dasar Pengukuran*

2.2.3 Karakteristik Dasar Kepekaan Terhadap Berbagai Gas

Gambar 2.3 menunjukan kepekaan TGS813 yang relatif terhadap berbagai gas. Y-Axis menunjukkan perbandingan tahanan sensor dalam berbagai gas (Rs) terhadap tahanan sensor dalam 1000ppm gas metana(Ro). Gunakan dasar pengukur rangkaian yang digambarkan pada gambar 2, karakteristik kepekaan ini menyebabkan perubahan tengangan keluaran sensor [VRL) seperti ditunjukkan **Gambar 2.4**.



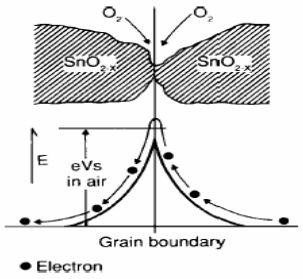
Gambar 2.3 *Kepekaan Terhadap Bebagai Gas Rs/Ro*



Gambar 2.4 *Kepekaan Terhadap Bebagai Gas* V_{RL}

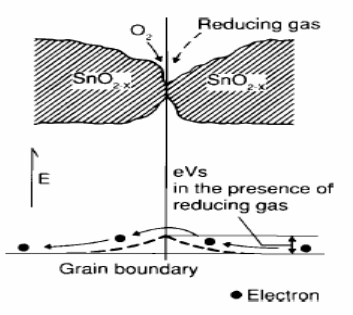
2.2.4 Prinsip Operasi

Material yang ada di dalam TGS sensor gas adalah oksida metal, yang paling khas SnO2. Ketika suatu kristal oksida metal seperti SnO2 dipanaskan pada suatu temperatur yang tinggi tertentu di udara, oksigen menyebar pada permukaan kristal dengan suatu muatan negatif. Kemudian elektron donor dalam permukaan kristal ditransfer ke oksigen yang adsorbed, menghasilkan muatan positif dalam suatu lapisan muatan ruang. Potensi permukaan dibentuk untuk bertindak sebagai suatu potensial barrier menghambat terhadap aliran electron Ilustrasinya dapat dilihat pada gambar **Gambar 2.5.**



Gambar 2.5 *Model Inter-Grain Potensial Barirer (ketika tidak ada gas)*

Di dalam sensor, arus elektrik mengalir sepanjang bagian penghubung dari kristal mikro SnO2. Pada batas butiran, penyebaran oksigen membentuk suatu potensial barrier untuk mencegah carriers yang bebas. Hambatan elektris sensor dihubungkan dengan potensil barrier ini. Di hadapan suatu *deoxidizing* gas, kepadatan permukaan mengurangi oksigen yang bermuatan negatif, sehingga tingginya hambatan dalam *Grain Boundary* dikurangi lihat **Gambar 2.6.** Tingginya hambatan yang dikurangi mengakibatakan berkurangnya tahanan sensor.



Gambar 2.6 *Model Inter-Grain Potensial Barirer (ketika ada gas)*

Hubungan antara tahanan sensor dan konsentrasi deoxidizing gas dapat dinyatakan oleh persamaan yang berikut atas suatu cakupan konsentrasi gas tertentu:

$R_S = A[C]^{-\alpha}$ …….....(2.2)

Dimana :

Rs = Hambatab Elektonik dari Sensor

A = Konstanta

[C] = Konsentrasi Gas

α = Kurva Kemiringan dari Rs

2.3 Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroller yang digunakan didalam Tugas Akhir ini adalah AT89S51 dari ATMEL yang merupakan keluarga MCS 51 yang banyak berada di pasaran. Mikrokontroler ini merupakan mikrokontroler 8 bit yang merupakan *single chip microcontroller*, dimana semua rangkaian termasuk memori dan I/O tergabung dalam satu pak IC. Mikrokontroller AT89S51 memiliki fasilitas antara lain:

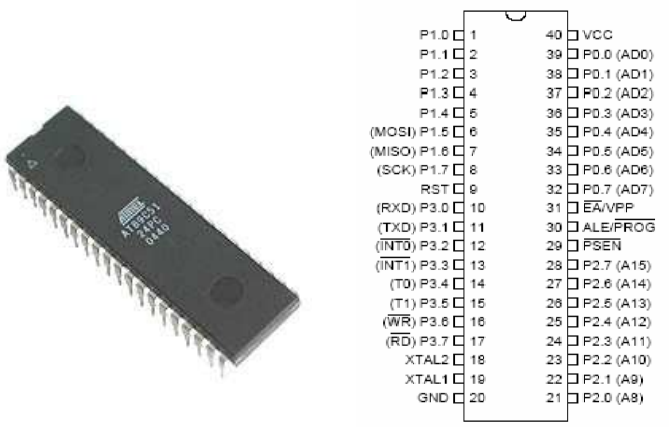
- 4K Bytes In-System Programmable (ISP) Flash Memori, Daya tahan: 1000 kali tulis/hapus.
- Range operasi 4.0V ke 5.5V.
- Operasi Secara penuh Statis: 0 Hz ke 33 MHZ.
- Tiga Level Program Memori Lock.
- 128 x 8-bit RAM Internal.
- 32 jalur I/O Programmable.
- Dua 16-bit Timer/Counters.
- Enam Sumber Interrupt.

- UART Full Duplex Saluran Serial.
- Low-Power Idle dan Power-Down Modes.
- Interrupt Recovery dari Power-Down Modes

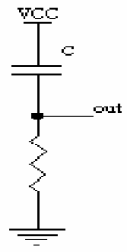
2.3.1 Konfigurasi Pin Mikrokontroller AT89S51

Konfigurasi pin dari Mikrokontroler AT89S51 dapat dilihat pada **Gambar 2.7** :

a. Pin 1 sampai 8 (port 1) merupakan port pararel 8 bit dua arah *(bidirectional*) yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan *(general purpose)*
b. Pin 9 *(reset)* adalah masukan *reset (aktif high).* Pulsa transisi dari rendah ke tinggi akan me-reset. Pin ini dihubungkan dengan rangkaian power on reset pada gambar 2.2.
c. Pin 10 sampai 17 (port 3) adalah port pararel 8 bit dua arah yang memiliki fungsi pengganti. Fungsi pengganti meliputi TxD *(Transmit Data),* RxD *(Receive Data),* Int0 *(Interupt 0*), Int1 *(Interupt 1),* T0 *(timer 0),* T1 *(timer 1),* WR *(Write),* RD *(Read).* Bila pin pin ini tidak dipakai, pena-pena ini dapat digunakan sebagai port pararel serbaguna.
d. Pin 18 (XTAL 1) adalah pin masukan ke rangkaian osilator internal.
e. Pin 19 (XTAL 2) adalah pin keluaran ke rangkaian osilator internal. Pin ini di pakai bila mengunakan osilator kristal.
f. Pin 20 (GND) dihubungkan ke *ground.*
g. Pin 21 sampai 28 (port 2) adalah port pararel 2 selebar 8 bit dua arah *(bidirectional).*
h. Pin 29 adalah pin PSEN *(Program store enable).*
i. Pin 30 adalah pin ALE *(Address Latch Enable)* yang digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.
j. Pin 31 (EA). Bila pin ini diberi logika tinggi mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari ROM/EPROM. Bila diberi logika rendah mikrokontroler akan melaksanakan seluruh instruksi dari memori lua



Gambar 2.7 *IC Atmel 89S51 dan Konfigurasi Pin-nya*



Gambar 2.8 *Rangkaian Power On Reset*

k. Pin 32 sampai 39 (port 0) merupakan port pararel 8 bit *open drain* dua arah.

l. Pin 40 (Vcc) dihubungkan ke Vcc (+5 volt).

2.3.2 Konfigurasi I/O

Mikrokotroler AT89S51 mempunyai 32 bit jalur I/O yang terbagi dalam 4 port yaitu port 0 sampai dengan port 3.

a. Port 0

Port 0 merupakan 8 bit biderectional I/O dengan dengan dengan rangkaian open drain sebagai penggerak di dalamnya, sehingga saat diisi logika satu maka port ini akan bersifat mengambang (*high impedance*). Jadi supaya dapat dijadikan rangkaian I/O diperlukan resistor pull-up eksternal. Port 0 juga dapat dijadikan sebagai *multiplexed low order address bus* saaat dikonfigurasikan dengan rangkaian memori eksternal. Saat flash programing port ini menerima byte kode program dan mengeluarkan byte kode saaat proses verifikasi.

b. Port 1

Port 1 terdiri dari 8 bit I/O *biderectional* dengan *internal resistor pull-up*

c. Port 2

Port 2 Merupakan 8 bit *biderectional* I/O dengan internal resistor *pull-up*. Saat dikonfigurasikan dengan rangkaian memori eksternal port ini akan berfungsi sebagai addres bus byte yang tinggi (A8-A15) 3 . Port 2 berfungsi sebagai *multiplexed high order address bus* saat flash programing dan sebagai bit kontrol saat proses verifikasi.

d. Port 3

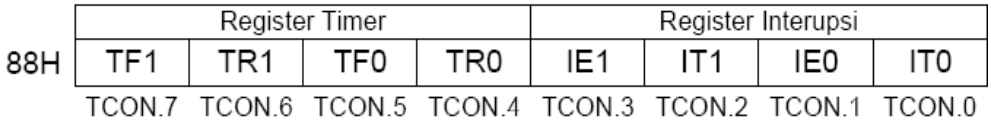
Port 3 Merupakan 8 bit biderectional I/O dengan internal resistor *pull up*. Port 3 juga dapat difungsikan untuk beberapa fungsi khusus seperti yang ditunjukkan pada table berikut:

Tabel 2.1 *Konfigurasi Alternatif dari port AT89S51*

Kaki Port	Fungsi Alternatif
P3.0 (1)	T2 (masukan eksternal pewaktu/pencacah)
P3.1 (1)	T2 EX (pemicu *capture / reload* pewaktu / pencacah 2)
P3.0	RXD (*port* masukan serial)
P3.1	TXD (*port* keluaran serial)
P3.2	$\overline{INT0}$ (interupsi eksternal 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (masukan eksternal pewaktu / pencacah 0)
P3.5	T1 (masukan eksternal pewaktu / pencacah 1)
P3.6	$\overline{WR}$ (sinyal tanda baca memori eksternal)
P3.7	$\overline{RD}$ (sinyal tanda tulis memori data eksternal)

2.3.3 Timer/Counter

Mikrokontroler AT89S1 mempunyai dua buah *register Timer/Counter* 16 bit, Timer 0 dan Timer 1. Pada saat sebagai Timer, register naik satu (*increment*) setiap satu cycle. Jika digunakan osilator 12 Mhz, maka satu cycle sama dengan 1/12 frekuensi osilator = 1_s. Pada saat sebagai counter, register naik satu *(increment)* pada saat transisi 1 ke 0 dari input eksternal, T0 atau T1. Apabila periode tertentu telah dilampaui, *Timer/Counter* segera menginterupsi mikrokontroler untuk memberitahukan bahwa perhitungan periode waktu telah selesai dilaksanakan. Pengontrol kerja *Timer/Counter* ada pada register *timer control* (TCON). Adapun definisi dari bit-bit pada *timer control* adalah seperti pada **Gambar 2.9**:



Gambar 2.9 *TCON (Timer Control)*

Tabel 2.2 *TCON (Timer Control)*

Simbol	Posisi	Fungsi
TF1	TCON.7	Timer 1 overflow flag. Di set oleh hardware pada saat timer/counter overflow. Di clear oleh hardware pada saat menjalankan rutin interupsi.
TR1	TCON.6	Timer 1 Run control bit. Di set / clear oleh software. Digunakan untuk mengaktifkan / menonaktifkan timer/counter
TF0	TCON.5	Timer 0 overflow flag. Di set oleh hardware pada saat timer/counter overflow. Di clear oleh hardware pada saat menjalankan rutin interupsi.
TR0	TCON.4	Timer 0 Run control bit. Di set / clear oleh software. Digunakan untuk mengaktifkan / menonaktifkan timer/counter
IE1	TCON.3	Interrupt 1 Edge flag. Di set oleh hardware ketika interupsi eksternal mendeteksi adanya Edge. Di clear ketika proses interupsi.
IT1	TCON.2	Interrupt 1 Type control bit. Di set / clear oleh software untuk menentukan pen-triger-an interupsi eksternal pada transisi turun / low level.
IE0	TCON.1	Interrupt 0 Edge flag. Di set oleh hardware ketika interupsi eksternal mendeteksi adanya Edge. Di clear ketika proses interupsi.
IT1	TCON.0	Interrupt 0 Type control bit. Di set / clear oleh software untuk menentukan pen-triger-an interupsi eksternal pada transisi turun / low level.

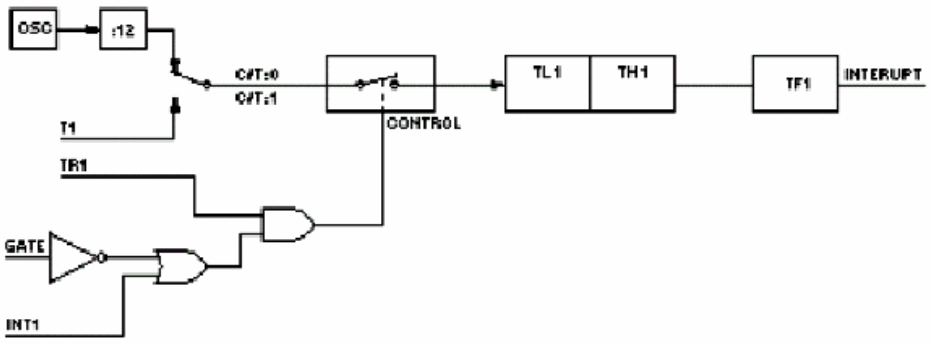
Pengontrol pemilihan mode operasi Timer/Counter ada pada register timer mode (TMOD) .

Tabel 2.3 *Mode timer*

M1	M0	Mode	Operasi
0	0	0	Timer 13 bit
0	1	1	Timer/counter 16 bit
1	0	2	Register THx berisi nilai isi ulang yang akan dikirim ke TLx setiap *overflow*.
1	1	3	3 Pada mode ini, AT89C51 bagaikan memiliki 3 buah timer. Timer 0 terpisah menjadi 2 buah timer 8 bit (TL0 – TF0 dan TH0 – TF1) dan timer 1 tetap 16 bit

a. Mode 0

Pada mode ini timer bekerja sebagai timer 13 bit yang terdiri dari counter 8-bit dengan pembagi 32 (pembagi 5 bit). Gambar menunjukkan diagram timer yang bekerja pada mode 0. Setelah perhitungan selesai, mikrokontroller akan mengeset Timer Interrupt Flag (TF1). Dengan membuat GATE = 1, timer dapat dikontrol oleh input dari luar (INT1), untuk fasilitas pengukuran lebar pulsa. Register 13 bit yang digunakan terdiri dari 8 bit dari TH1 dan 5 bit bawah dari TL1 (bit 6,7,8 tidak digunakan).Mengeset TR1 tidak akan menghapus isi register. Operasi pada mode 0 untuk Timer 0 dan Timer 1 adalah sama. Untuk lebih jelasnya lihat **Gambar 2.10.**



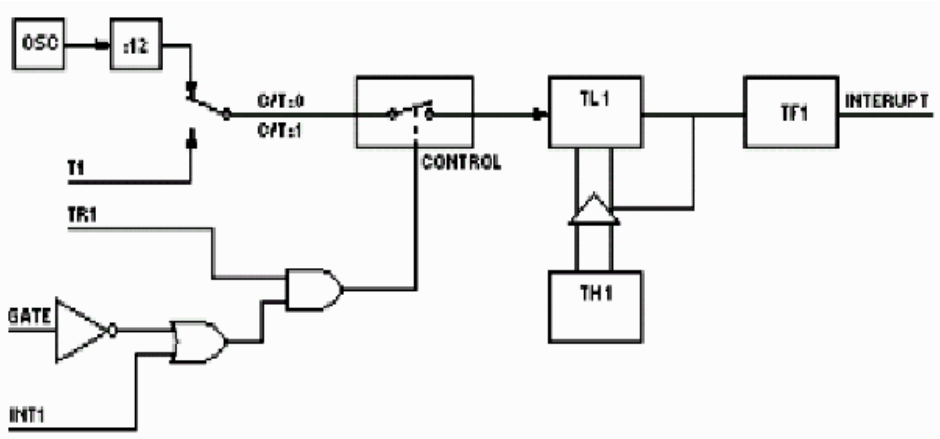
Gambar 2.10 *Timer/Counter 1 bekerja dalam mode 0, sebagai T/C 13-bit*

b. Mode 1

Mode 1 sama dengan mode 0 kecuali register timer akan bekerja dalam mode 16 bit.

c. Mode 2

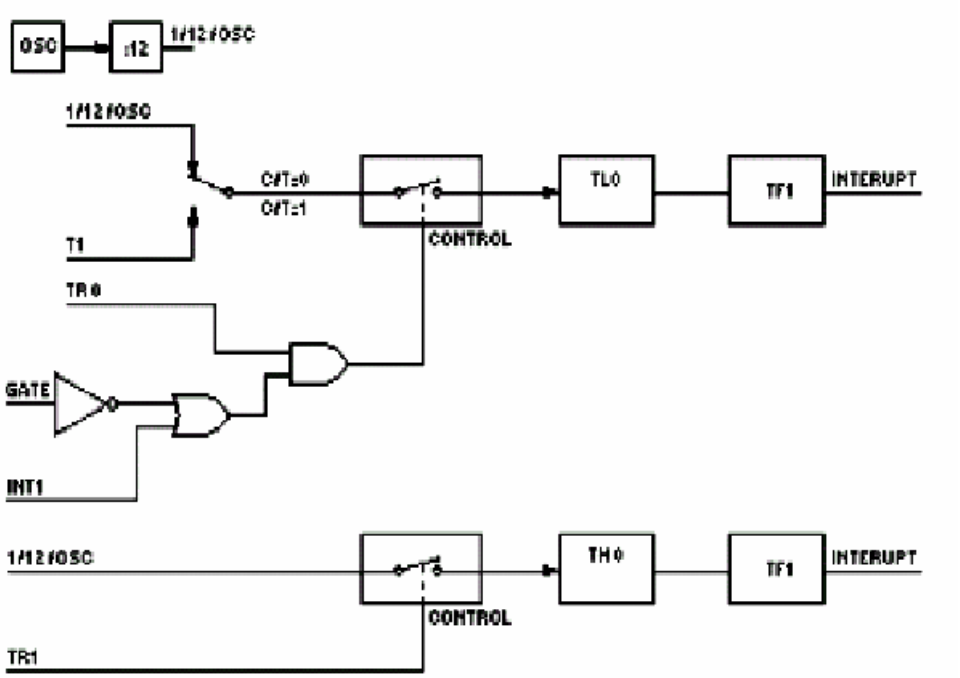
Mode 2 menyusun register timer sebagai 8 bit counter (TL1) dengan kemampuan reload otomatis seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.11**. *Overflow* dari TL1 tidak hanya menset TF1 tetapi juga mengisi TL1 dengan isi TH1 yang diisi sebelumnya oleh software. Pengisian ulang ini tidak mengubah nilai TH1. Untuk lebih jelasnya lihat **Gambar 2.11.**



Gambar 2.11 *Timer/Counter 1 bekerja dalam mode 0, sebagai T/C 13-bit*

d. Mode 3

Dalam operasi mode 3 Timer 1 akan berhenti, hitungan yang sedang berjalan dipegang. Efeknya sama seperti mengatur TR1 = 0. Timer 0 dalam mode 3 membuat TL0 dan TH0 sebagai dua counter terpisah. TL0 menggunakan *control bit timer 0* yaitu C/T, GATE, TR0, INT 0, dan TF0. TH0 berfungsi hanya sebagai timer dan mengambil alih penggunaan TR1 dan TF1 dari Timer1 dan sekarang TH0 mengontrol interupsi *Timer 1. Mode 3* diperlukan untuk aplikasi yang membutuhkan ekstra *Timer/Counter* 8 bit. Dengan *timer 0* dalam *mode 3,* mikrokontroler 8051 seperti memiliki 3 T/C. Saat *Timer 0* dalam *mode 3, Timer 1* dapat dihidupkan atau dimatikan, atau dapat digunakan oleh port serial sebagai pembangkit *baud rate* dalam aplikasi komunikasi serial. Untuk lebih jelasnya lihat **Gambar 2.12.**



Gambar 2.12 *Timer/Counter 1 bekerja dalam mode 3, sebagai 2 T/C 8-bit*

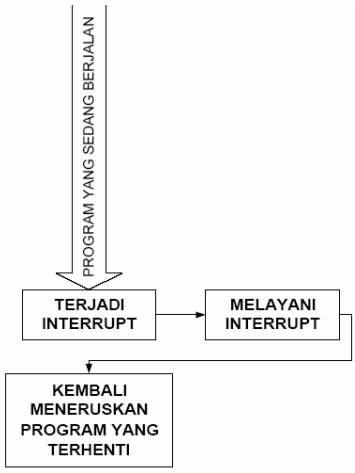
e. Menset timer/counter 0 atau timer/counter 1

Sebagai contoh untuk menjalankan *Timer/Counter 0* dalam *mode* 8-bit *timer auto reload* dengan kontrol internal maka nilai yang harus dimasukkan ke *register* TMOD adalah 02H. Untuk menjalankan *Timer/Counter 0* dalam *mode 16 bit counter* dengan kontrol eksternal maka nilai yang harus dimasukkan ke *register* TMOD adalah 0DH. Nilai yang dimasukkan ke *register* TMOD diatas hanya akan beroperasi pada satu timer bila diinginkan untuk menjalankan timer1 dan timer 0 secara bersamaan, maka nilai diatas di OR kan dengan nilai yang diperlukan untuk mengoperasikan *Timer/Counter 1*. Sebagai contoh T/C 1 pada *mode timer 13-bit control internal* dan T/C 0 pada *mode 8-bit auto-reload* dengan kontrol internal maka nilai yang harus dimasukkan ke TMOD adalah 02H. Dalam mode kontrol internal, operasi *Timer/Counter* dihidup-matikan dengan mengeset bit "TRx" *(control software).* Pada kontrol eksternal, timer dihidup-matikan dengan memberikan logika 0 pada pin INT 0 *(control hardware).*

2.3.4 Interrupt

Interrupt adalah suatu kejadian atau peristiwa yang menyebabkan mikrokontroler berhenti sejenak untuk melayani interrupt tersebut. Program yang dijalankan pada saat melayani interrupt disebut *Interrupt Service Routine*. Analoginya adalah sebagai berikut, seseorang sedang mengetik laporan, mendadak telephone berdering dan meng interrupsi orang tersebut sehingga menghentikan pekerjaan mengetik untuk mengangkat telephone. Setelah pembicaraan telephone yang dalam hal ini adalah merupakan analogi dari *Interrupt Service Routine* selesai maka orang tersebut kembali meneruskan pekerjaanya mengetik.

Demikian pula pada sistem mikrokontroler yang sedang menjalankan programnya, saat terjadi *interrupt,* program akan berhenti sesaat, melayani interrupt tersebut dengan menjalankan program yang berada pada alamat yang ditunjuk oleh *vektor* dari *interrupt* yang terjadi hingga selesai dan kembali meneruskan program yang terhenti oleh *interrupt* tadi. Seperti yang terlihat Gambar dibawah, sebuah program yang seharusnya berjalan terus lurus, tiba-tiba terjadi interrupt dan harus melayani interrupt tersebut terlebih dahulu hingga selesai sebelum ia kembali meneruskan pekerjaannya.



Proses yang dilakukan oleh mikrokontroler saat melayani *interrupt* adalah sebagai berikut:

Proses yang terjadi saat mikrokontroler melayani interrupt adalah sebagai berikut:

- Instruksi terakhir yang sedang dijalankan diselesaikan terlebih dahulu.
- *Program Counter* (alamat dari instruksi yang sedang berjalan) disimpan ke *stack*.

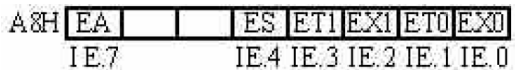
- *Interrupt Status* disimpan secara internal.
- Interrupt dilayani sesuai peringkat dari interrupt *(lihat Interrupt Priority).*
- *Program Counter* terisi dengan alamat dari vector interrupt *(lihat Interrupt Vector)* sehingga mikrokontroler langsung menjalankan program yang terletak pada *vector interrupt*.

Program pada *vector interrupt* biasanya diakhiri dengan instruksi RETI di mana pada saat ini proses yang terjadi pada mikrokontroler adalah sebagai berikut:

- *Program Counter* diisi dengan alamat yang tersimpan dalam *stack* pada saat *interrupt* terjadi sehingga mikrokontroler kembali meneruskan program di lokasi saat *interrupt* terjadi
- *Interrupt Status* dikembalikan ke kondisi terakhir sebelum terjadi *interrupt*

Enable Interrupt

Dalam suatu kondisi dapat juga dibutuhkan suatu program yang sedang berjalan tidak boleh *diinterrupt*, untuk itu 89C51 mempunyai lima buah interrupt yang masing-masing dapat *dienable* ataupun *disable* satu per satu. Pengaturan *enable* dan *disable interrupt* dilakukan pada *Register Interrupt Enable* yang terletak pada alamat A8H.



EA: *Disable* semua *interrupt* apabila *bit* ini *clear*. Bila *bit* ini *clear*, maka apapun kondisi *bit* lain dalam *register* ini, semua *interrupt* tidak akan dilayani, oleh karena itu untuk mengaktifkan salah satu *interrupt*, bit ini harus set.

ES: *Enable/disable Serial Port Interrupt, set = enable, clear = disable* Apabila *Serial Port Interrupt* aktif maka interusi akan terjadi setiap ada data yang masuk ataupun keluar melalui serial port yang membuat *Flag* RI *(Receive Interrupt Flag)* ataupun TI *(Transmit Interrupt Flag).*

ET1: *Enable/disable Timer 1 Interrupt, set = enable, clear = disable* Apabila interpsi ini *enable* maka interupsi akan terjadi pada saat *Timer 1 overflow.*

EX1: *Enable/disable External Interrupt 1, set = enable, clear = disable.* Apabila interupsi ini *enable* maka interupsi akan terjadi pada saat terjadi pulsa *low* pada INT1

ET0: *Enable/disable Timer 0 Interrupt, set = enable, clear = disable.* Apabila interupsi ini *enable* maka interrupt akan terjadi pada saat *Timer 0 overflow*.

EX0: *Enable/disable External Interrupt 0, set = enable, clear = disable.* Apabila interrupt ini *enable* maka interupsi akan terjadi pada saat terjadi pulsa *low* pada INT0.

Status Interrupt

Status-status interupsi dari 89C51 terletak pada *Register* TCON yaitu:

INT0: Bit IE0, clear oleh *hardware* saat interupsi terjadi pada *mode aktif level*

INT1: *Bit* IE1, *clear* oleh *hardware* saat interupsi terjadi pada *mode aktif level*

Timer 0: Bit TF0, *clear* oleh *hardware* saat interupsi terjadi

Timer 1: Bit TF1, *clear* oleh *hardware* saat interupsi terjadi

Serial Port (TXD) : Bit TI, *clear* oleh *software*

Serial Port (RXD) : Bit RI, *clear* oleh *software*

External Interrupt 0 maupun *External Interrupt 1* dapat diatur menjadi aktif level maupun aktif transisi dengan mengubah bit IT0 atau IT1 pada Register TCON. *External Interrupt* akan bekerja secara aktif level bila bit ITx (x = 0 untuk INT0 dan x =1 untuk INT1) berkondisi *low* dan bekerja secara aktif transisi bila bit ITx berkondisi *high*.

Interrupt Priority

Dalam melayani interupsi, mikrokontroler bekerja berdasarkan prioritas yang dapat diatur pada *Register Interrupt Priority:*

IP0 atau PX0 : untuk *External Interrupt 0*

IP1 atau PT0 : untuk *Timer 0 Interrupt*

IP2 atau PX1 : untuk *External Interrupt 1*

IP3 atau PT1 : untuk *Timer 1 Interrupt*

IP4 atau PS : untuk *Serial Interrupt*

Bit-bit ini akan berkondisi set apabila interrupt yang diaturnya ditempatkan pada prioritas yang tinggi. Interupsi dengan prioritas yang tinggi dapat meng-interupsi interupso lain yang mempunyai prioritas lebih rendah, sedangkan interupsi dengan prioritas tinggi itu sendiri tidak dapat di interupsi oleh interupsi lain.

Apabila terjadi lebih dari satu interrupt yang mempunyai prioritas yang sama secara bersamaan, maka prioritas akan diatur secara polling mulai dari:

- External Interrupt 0
- Timer 0 Interrupt
- External Interrupt 1
- Timer 1 Interrupt
- Serial Interrupt

Interrupt Vector

Interrupt Vector adalah harga yang disimpan ke *Program Counter* pada saat terjadi interupsi sehingga program akan menuju ke alamat yang ditunjukkan oleh *Program Counter*. Pada saat program menuju ke alamat yang ditunjuk oleh *Interrupt Vector* maka *flag-flag* yang *set* karena terjadinya interrupt akan *di-clear* kecuali RI dan TI. Kelima interupsi dan sistem reset dari 89C51 mempunyai *Vector* masing-masing yang dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2.4 *Interrupt Vector*

INTERRUPT	FLAG	ALAMAT VEKTOR
System Reset	RST	0000H
External Interrupt 0	I E0	0003H
Timer 0	TF0	000BH
External Interrupt 1	I E1	0013H
Timer 1	TF1	001BH
Serial Port	RI atau TI	0023H

Masing-masing alamat vektor mempunyai jarak yang berdekatan sehingga akan timbul masalah bila diperlukan sebuah *Interrupt Service Routine* yang cukup panjang, misalnya hendak digunakan External Interrupt 0 dan Timer 0 dalam satu sistem, maka bila *Interrupt Service Routine* untuk *External Interrupt 0* diletakkan pada alamat 0003H dan *Interrupt Service Routine* untuk *Timer 0* diletakkan pada alamat 000BH akan terjadi bentrok alamat antara kedua *Interrupt Service Routine* ini apabila tidak dilakukan suatu trik berikut yang terlihat pada listing berikut.

```
ORG 0000H
LJMP Start
ORG 0003H
LJMP Int0
ORG 000BH
LJMP Timer0
```

```
......
Start:
...... ;Main Program
......
Int0:
......
...... ;Int0 ISR
......
RETI
Timer0:
...... ;Timer 0 ISR
......
RETI
```

Jadi pada *listing* ini, saat terjadi interupsi *Program Counter* memang tetap berisi nilai dari *Interrupt Vector* sehingga program juga meloncat ke alamat tersebut, namun karena di alamat tersebut sudah diletakkan instruksi untuk meloncat ke label yang lain seperti Int0 untuk *External Interrupt 0 Service Routine* maka tidak akan terjadi bentrok alamat antara kedua *Interrupt Service Routine* ini.

2.4 Komparator LM 3915N

LM 3915N adalah suatu *integrated circuit* (IC) monolitis yang mampu mengukur tegangan analog dan mengendalikan 10 LED, LCD atau display ruang hampa, menyediakan suatu l*ogaritmis 3 dB/step display analog*. Satu pin merubah display dari suatu bar grafik terhadap suatu titik display begerak. Arah arus LED diatur dan terprogram, menghilangkan kebutuhan yang akan membatasi resistor. Keseluruhan sistem display dapat beroperasi dari Satu suplay antara 3V - 25V.

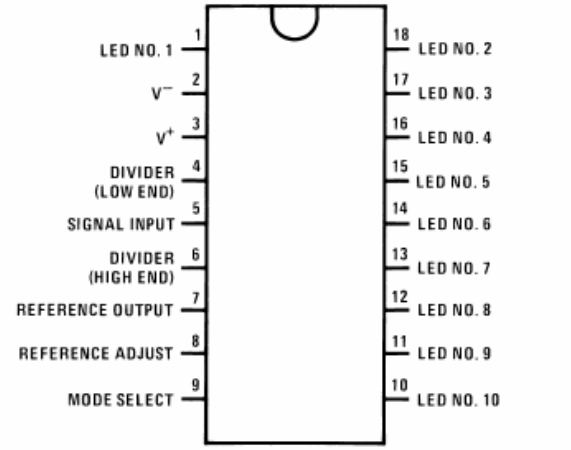
IC ini berisi suatu acuan tegangan yan dapat disetel dan 10 buah tahap pembagi tegangan yang akurat. Impedansi tinggi Masukan *buffer* menerima sinyal ke bawah hingga ke *ground* dan ke atas sampai 1.5V suplay yang positif. Selanjutnya, tidak memerlukan hambatan apapun terhadap masukan 35V. Masukan *Buffer* mengendalikan 10 pembanding masing-masing mengacu kepada pembagi ketepatan. Ketelitiannya sangat baik sampai 1 dB.

LM3915N cocok untuk sinyal dengan cakupan dinamis yang luas, seperti *audio* mengukur, menggerakkan, intensitas cahaya atau getaran. Aplikasi *Audio* meliputi rata-

rata atau mencapai puncak tingkatan indikator, menggerakkan meter dan RF meter kekuatan sinyal. Menggantikan meter konvensional dengan suatu LED menghasilkan grafik bar dalam respon yang cepat

LM3915N sangat mudah untuk diaplikasikan. 1.2V meter total memerlukan hanya satu resistor sebagai tambahan terhadap 10 LED. Satu lagi program resistor di manapun yang total dari 1.2V ke 12V tidak terikat pada suplay tegangan. Terang LED mudah dikendalikan dengan pot tunggal.

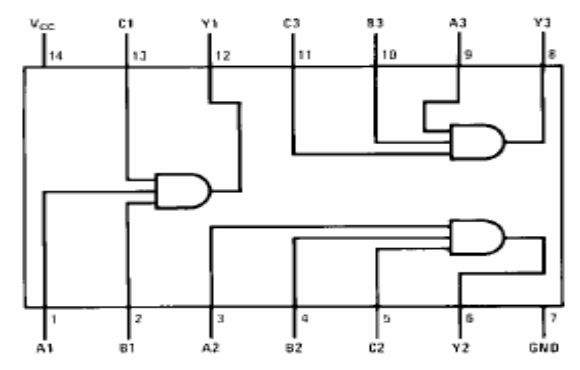
LM3915N sangat serbaguna. Keluaran dapat mengendalikan LCD, ruang hampa yang berpijar dan bohlam bercahaya seperti halnya LED segala warna . Berbagai alat yang kecil untuk suatu titik atau gaya bar display dengan range 60 atau 90 dB. LM3915N dapat juga digabungkan dengan LM3914 untuk suatu yang *linier / log display* atau dengan LM3916 untuk suatu extended-range VU meter.



Gambar 2.13 *Konfigurasi Pin dari LM3915N*

2.5 Gerbang AND 74LS11

Gerbang dasar logika meruppakan suatu piranti elektronik berlogika biner dengan beberapa saluran masukan dan satu keluaran . 74LS11 ini masing-masing memiliki tiga gerbang yang mana akan menghasilkan fungsi logika AND dan masing-masing gerbang memiliki tiga inputan dan satu keluaran . Keluaran gerbang AND akan berlogika 1 hanya jika semua masukan berlogika 1.



Gambar 2.14 *Diagram Koneksi*

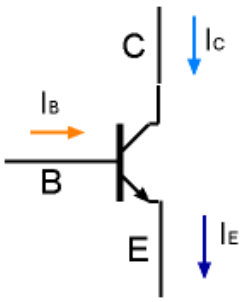
Tabel 2.5 *Tabel Kebenaran 74LS11*

Y = ABC

Inputs			Output
A	B	C	Y
X	X	L	L
X	L	X	L
L	X	X	L
H	H	H	H

2.6 Transistor Sebagai Saklar

Transistor adalah komponen aktif yang menggunakan aliran electron sebagai prinsip kerjanya didalam bahan. Sebuah transistor memiliki tiga daerah doped yaitu daerah emitter, daerah basis dan daerah disebut kolektor. Transistor ada dua jenis yaitu NPN dan PNP. Transistor memiliki dua sambungan: satu antara emitter dan basis, dan yang lain antara kolektor dan basis. Karena itu, sebuah transistor seperti dua buah dioda yang saling bertolak belakang yaitu dioda emitter-basis, atau disingkat dengan emitter dioda dan dioda kolektor-basis, atau disingkat dengan dioda kolektor.



Gambar 2.15 *Arah Arus Transistor*

Bias basis berguna didalam rangkaian-rangkaian digital karena rangkaian tersebut biasanya dirancang untuk beroperasi didaerah jenuh dan cutoff. Oleh sebab itu, mereka memiliki tegangan keluaran rendah ataupun tegangan keluran tinggi. Rangkaian digital sering dinamakan rangkaian saklar karena titik Q berubah diantara dua titik pada garis beban yaitu daerah jenuh dan cutoff.



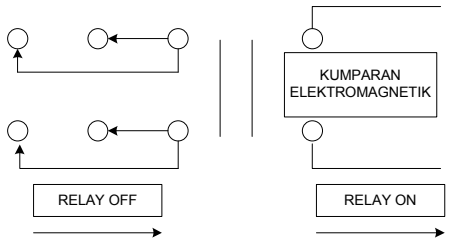
Gambar 2.16 *Komponen Transistor*

2.7 Relay

Relay adalah sebuah saklar elektromagnetik yang prinsip kerjanya menggunakan azas kumparan listrik. *Relay* merupakan sebuah kumparan yang berintikan sebuah lempengan besi luak yang apabila dialiri listrik, maka leempengan besi lunak tersebut akan menjadi magnit. Magnit tersebut menarik atau menolak pegas kontak sebuah alat penghubung dan akibatnya akan terjadi kontak dan lepas kontak dari alat penghubung tersebut.

2.7.1 Relay DPDT *(Double Pole Double Throw)*

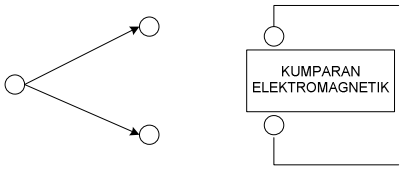
Relay DPDT yaitu saklar yang terdiri dari dua buah DPDT dimana yang satu dengan yang lainnya terpisah.



Gambar 2.17 *Relay DPDT*

2.7.2 Relay SPDT *(Single Pole Double Throw)*

Relay SPDT yaitu saklar yang dapat menghubungkan satu titik beban ke beban yang lain.



Gambar 2.18 *Relay SPDT*

2.8 Komponen Instrumentasi

2.8.1 Regulator IC LM 78xx

IC dengan tiga kaki yang digunakan sebagai komponen pendukung dari Vcc untuk menghasilkan tegangan 5V dan 12V. Tegangan pada transformator tidak selalu tetap atau selalu berubah-ubah, agar transformator stabil maka ditambahkan IC regulator untuk menstabilkan tegangan.

Karakteristik IC regulator :

1. Untuk meregulasi tegangan positif.
2. Penerapan IC mengharuskan Vi>Vo.
3. Dalam praktek, minimum Vi~Vo + 3Volt.
4. Agar dapat menerapkan Vi>Vo perlu menggunakan komponen-komponen lepasan.
5. Transistor dalam konfigurasi tunggal emitor, dimana Vi > Vo hanya kalau transistornya jenuh.



Gambar 2.19 *Regulator IC LM78xx*

2.8.2 Kapasitor

Kapasitor disebut juga kondensator, yaitu komponen yang berfungsi untuk menyimpan muatan/tegangan listrik atau menahan arus searah.

Kapasitor elco (*electrolit capasitor*) terbuat dari keeping alumunium dan elektrolit yang dikandung dalam lembaran kertas berpori. Plat alumunium bersifat sebagai isolator dan elektrolit, berfungsi sebagai konduktor. Kapasitor elco memiliki kekutuban atau polaritas yaitu tanda positif (+) dan tanda negative (-). Jika dalam

pemasangan kutub-kutub elco terbalik maka kapasitor akan meledak. Untuk satuan dari kapasitor elco adalah micro (µ), kapasitor keramik adalah piko, dan kapasitor milar adalah nano.



Gambar 2.20 *Kondensator Elektrolit dan Nonpolar*

2.8.3 Resistor

Resistor secara umum berfungsi sebagai penghambat arus, satuannya adalah ohm (Ω). Resistor merupakan sebuah sifat makroskopik. Material yang mamiliki hambatan disebut resistor. Untuk mengetahui nilai hambatan dari resistor dapat ditelusuri dengan memperhatikan cincin kode warna atau tulisan pada badan resistor.

Variable resistor merupakan salah satu Janis dari resistor tiga kaki yang digunakan untuk mengetahui range maksimum dari suatu komponen, dengan memutar-mutar arah variable resistor tersebut.



Gambar 2.21 *Resistor Tetap dan Resistor Variable*

2.8.4 Osilator/Kristal

Kristal merupakan pembangkit clock internal yang menentukan rentetan kondisi-kondisi (*state*) yang membentuk sebuah siklus mesin mikrokontroller. Siklus mesin tersebut diberi nomor S1 hingga S6, masing-masing kondisi panjangnya dua periode osilator, dengan demikian satu siklus mesin paling lama dikerjakan dalam 12 periode osilator atau 1µd, karena frekuensi kristal yang digunakan sekitar 11,0592MHz, Th1 adalah 253 atau 0FDH. Nilai periode (T) dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$T = \frac{12}{F} = \frac{12}{11{,}0592MHz} = 1{,}085\mu d \quad \text{.....(2.3)}$$

Osilator juga digunakan untuk mengetahui kecepatan permanen dari *baudrate*, dimana untuk Mode 0 adalah 1/2 frekuensi osilator dan mode 2 adalah 1/64 frekuensi osilator.



Gambar 2.22 *Osilator/Kristal*

2.8.5 Dioda

Kebanyakan dioda dikenali dengan kode 1Nxxxx. Sebuah dioda yang terbuat dari semikonduktor mamiliki sambungan (*junction*) yaitu PN, dengan dua terminal, sebuah anoda (+) dan sebuah katode (-). Dioda akan mengalirkan arus dari anoda ke katoda. Dioda dapat mengalirkan arus mulai dari 1A hingga 1000A bahkan mungkin lebih.



Gambar 2.23 *Bentuk Sebuah Dioda*

Sebuah dioda, ketika diberikan bias maju maka ia akan seperti sebuah tahanan atau resistor dengan resistansi sangat rendah, dan jika diberikan bias mundur maka akan menjadi sebuah tahanan dengan resistansi sangat tinggi.

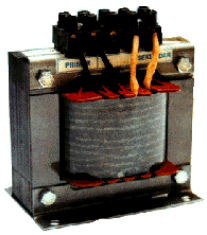
2.8.6 Trafo (*Transformator*)

Trafo merupakan kumparan yang terdiri dari kumparan *primer* dan kumparan sekunder. Kumparan-kumparan itu berisikan besi lunak.

Pada dasarnya trafo bekerja atas dasar prinsip induksi dari suatu gulungan primer terhadap gulungan sekunder.

Fungsi dan kegunaan trafo antara lain :

a. Untuk menaikkan tegangan, disebut trafo penaik tegangan (*step-up trafo*).
b. Untuk menurunkan tegangan, disebut trafo penurun tegangan (*step-down trafo*).
c. Untuk tenaga, disebut trafo adaptor.
d. Untuk menahan tegangan, disebut trafo penahan tegangan.
e. Untuk membalik fasa, disebut trafo pembalik fasa.



Gambar 2.24 *Bentuk Sebuah Trafo*

2.8.7 LED

LED adalah singkatan dari *Light Emmiting Diode* yang artinya adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya. Tegangan LED yang diperlukan antara lain 1.2V, 2V, 3V, dengan arus 10mA s/d 30mA. LED akan menyala apabila dialiri arus antara anoda dan katodanya, dan pemasangan LED jangan terbalik yang akibatnya tidak akan menghasilkan cahaya.



Gambar 2.25 *Bentuk Komponen LED*

2.9 Bahasa Pemograman Bagi Mikrokontroler

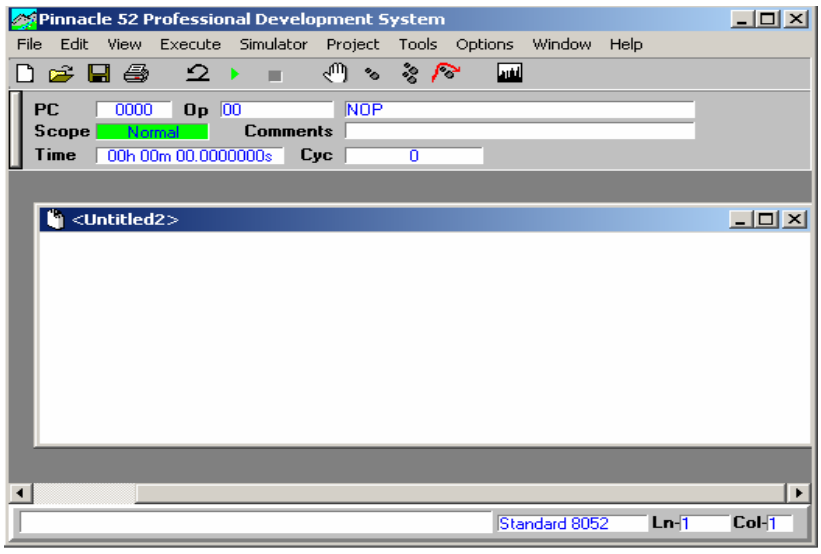
2.9.1 Bahasa Mesin dan Assembler

Bahasa mesin adalah satu-satunya bahasa yang dimengerti oleh mikrokontroler. Bahasa ini tidak mudah untuk dimengerti oleh manusia. Sedangkan bahasa *assembly* adalah suatu bentuk bahasa mesin yang bisa dimengerti oleh manusia. Setiap pernyataan dari bahasa *assembly* menggambarkan satu pernyataan bahasa mesin. Sebagai contoh instruksi JMP (asal kata JUMP) akan lebih mudah dimengerti dibandingkan instruksi B3H. Pemrograman dengan menggunakan bahasa *assembly/mesin* menghasilkan program yang kecil dan cepat. Hal ini dikarenakan kita sepenuhnya mengontrol kerja dari program, tetapi tentu saja jika kita membuat program yang bertele-tele dan berbelit akan menyebabkan program berjalan lambat.

2.9.2 Editor Program

Banyak editor Program yang dapat digunakan untuk membuat program dengan bahasa assembler, salah satunya adalah *pinnacle 52*, yang memiliki beberapa fitur diantaranya: *Registers, Data Pointer (DPTR), Ports, Timers, Internal RAM, External RAM, SFR Direct-View, Bit Field, Code Memmory (Disassembly), UARTs (Terminal Emulations), 12C Devices, SPI Devices dan juga Keypad Simulations.*

Keunggulan editor ini selain mudah di gunakan, juga memiliki fitur-fitur yang cukup lengkap dan editor ini adalah editor yang digunakan saat praktikum membuat program.



Gambar 2.26 *Editor Pinnacle 52*