# BAB II

# DASAR TEORI

## 2.1 Sistem Kelistrikan dalam Instalasi

Perkembangan system arus bolak-balik (a.c.sistim) dimulai di Amerika Serikat tahun 1885, ketika *George Westinghouse* membeli *patent-patent* Amerika yang meliputi system transmisi arus bolak-balik yang dikembangkan oleh *L. Gaulard* dan *J.D. Gibbs* dari Paris.

Instalasi listrik dibagi tiga golongan , yaitu:

1. Instalasi perumahan/ instalasi penerangan /instalasi cahaya
2. Instalasi pabrik/ instalasi tenaga
3. Instalasi tegangan tinggi

Yang dimaksud dengan instalai adalah pengalir, pesawat pengukur, penghubung, dan pesawat pembantu yang lain yang sifatnya tetap baik untuk pemberian tenaga maupun pemakain tenaga listrik.

Instalasi penerangan adalah termasuk instalasi listrik tegangan rendah, sedangkan instalasi tenaga/ instalasi pabrik, dapat merupakan intalasi tegangan rendah atau instalasi tegangan tinggi, tergantung pada tegangan kerja dari pda sistem kerja tersebut. Menurut perjanjian yang ada dalam peraturan, tegangan rendah dimaksudkan tegangan listrik yang setingginya 300 volt, sedangkan untuk tegangan lebih dari 300 volt, di golongkan dalam tegangan tinggi. Sesungguhnya di dalam instalasi penerangan tidak hanya penerangan saja, tetapi sering juga

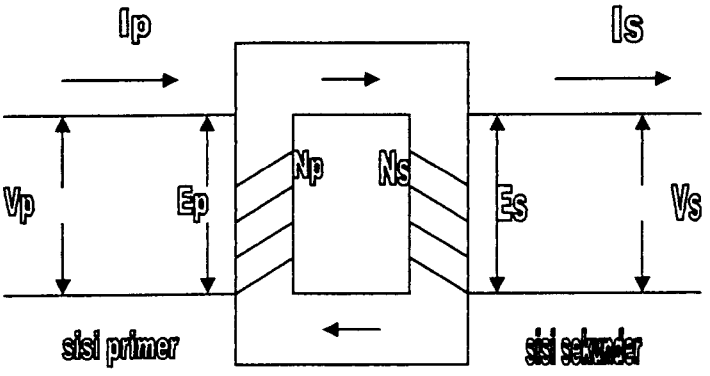
terdapat instalasi tengan seperti kipas angin, seterika listrik dan lain lain, tetapi dalam hal ini pemakaian tenaga dalam persentase yang kecil bila dibandingkan terhadap pemakaian penerangan.

## 2.2 Sensor Trafo Arus

Sensor Trafo Arus merupakan bagian dari sistem yang mengubah arus AC menjadi arus DC. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi perubahan arus. Arus yang sudah dideteksi tersebut kemudian akan diubah kebentuk tegangan DC.

### 2.2.1 Trafo Arus

Trafo Arus adalah sensor arus yang mempunyai dua buah beliatan yakni sisi primer dan sisi sekunder. Sisi primer dihubungkan serial ke sumber tegangan bolak balik maka akan timbul fluks pada inti trafo, dan ternyata fluks ini juga dilingkupi oleh belitan di sisi sekunder. Fluks ini disebut fluks bergandeng. ("muatan fluks"). Bila sisi sekunder tehubung dengan beban sehingga merupakan ragkaian tertutup, maka akan ada arus y ang mengalir pada sisi sekunder. Berarti ada energi listrik yang pindah dari sisi primer ke sekunder.




Gambar 2. 1. Gambaran fluks pada inti trafo

Besarnya perbandingan tegangan sisi primer (Vp) dan tegangan sisi sekunder (Vs) dari transformator ternyata harganya sama dengan perbandingan antara tegangan induksi primer (Ep) dan tegangan induksi sekunder (Es). Harga ini disebut dengan perbandingan transformasi atau kostanta trafo, dan disimbolkan dengan a.

Perbandingan jumlah lilitan sisi primer dan lilitan sisi sekunder, pada trafo arus ialah:

$$N_p = 100N_s \quad \text{.....(2.1)}$$

Persamaan-persamaan tersebut antara lain:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = a \quad \text{.....(2.2)}$$

Untuk trafo ideal berlaku persamaan:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a \quad \text{.....(2.3)}$$

Jika rugi-rugi trafo tidak diperhitungkan dan *efisiensi* dianggap 100%, maka:

$$E_1 \times I_1 \times PF_1 = E_2 \times I_2 \times PF_2 \quad \text{.....(2.4)}$$

Secara praktis faktor daya primer (PF1)= faktor daya sekunder (PF2), maka:

$$E_1 \times I_1 = E_2 \times I_2 \quad \text{.....(2.5)}$$

Atau

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} = a \quad \text{.....(2.6)}$$

Dengan: $I_1$ = sisi primer; $I_1$ = sisi sekunder

## 2.3 ADC (*Analog to Digital Converter)*

Dalam dunia elektronika dikenal dua jenis rangkaian untuk menjembatani dunia Analog ke Digital, jenis pertama dikenal sebagai rangkaian konversi besaran digital ke analog (*Digital Analog Converter* disingkat sebagai DAC), yang kedua adalah rangkaian konversi besaran analog ke digital (*Analog Digital Converter* disingkat sebagai ADC).

Tegangan analog yang merupakan masukan dari ADC berasal dari tranduser. Tranduser inilah yang mengubah besaran kontinu seperti temperatur, tekanan, kecepatan, ataupun putaran motor menjadi tegangan listrik. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh tranduser yang berubah secara kontinu pada suatu range tertentu disebut tegangan analog, dan tegangan analog ini diubah oleh ADC menjadi bentuk digital yang sebanding dengan tegangan analognya.

Ada 3 karakteristik yang perlu diperhatikan dalam pemilihan komponen ADC, antara lain :

1. Resolusi

Resolusi merupakan spesifikasi terpenting pada rangkaian ADC, Resolusi merupakan besaran analog terkecil yang masih dapat dikonversi menjadi satuan digital. Resolusi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Resolusi(r) = \left(\frac{1}{2^n - 1}\right) \cdot Vref \qquad (2.7)$$

Dimana : n adalah banyaknya bit ADC

Vref tegangan referensi yang digunakan

2. Akurasi

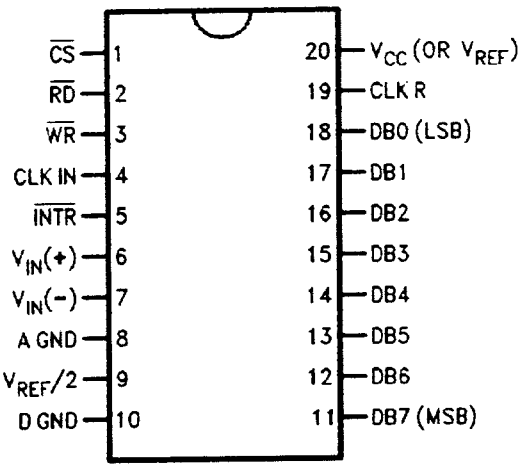
Adalah jumlah dari semua kesalahan, misalnya kesalahan non linieritas, skala penuh, skala nol dan lain-lain. Dapat juga menyatakan perbedaan antara tegangan input analog secara teoritis yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu kode biner tertentu terhadap tegangan input nyata yang menghasilkan tegangan kode biner tersebut.

3. Waktu konversi

Merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mendigitalkan setiap sampel atau waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu konversi. Memiliki masukan analog 1 pin dan keluaran 8 pin, resolusi 8 bit dengan ketelitian +/- 1 angka LSB, tegangan *input* maksimum 5 volt, 3mA, tidak perlu pengatur tegangan nol dan tegangan maksimum, waktu ukur 100 mikro detik, frekuensi pulsa untuk kerja 10 sampai dengan 1280 kHz.

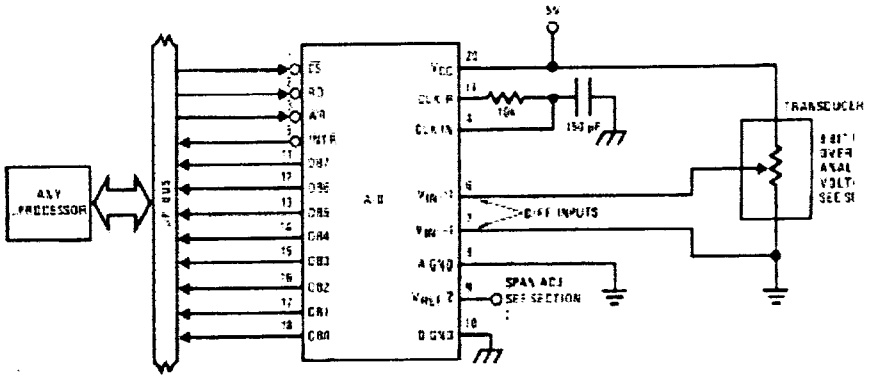
ADC ini menawarkan beberapa keistimewaan antara lain kecepatan tinggi dan konsumsi daya yang rendah. Karenanya ADC ini banyak digunakan pada proses kontrol peralatan elektronika.

Gambar 2.2 berikut ini menunjukkan tampilan pin ADC0804.




Gambar 2. 2. Tampilan Pin ADC 0804

Contoh aplikasi rangkaian ADC 0804 seperti pada gambar 2.3 berikut :



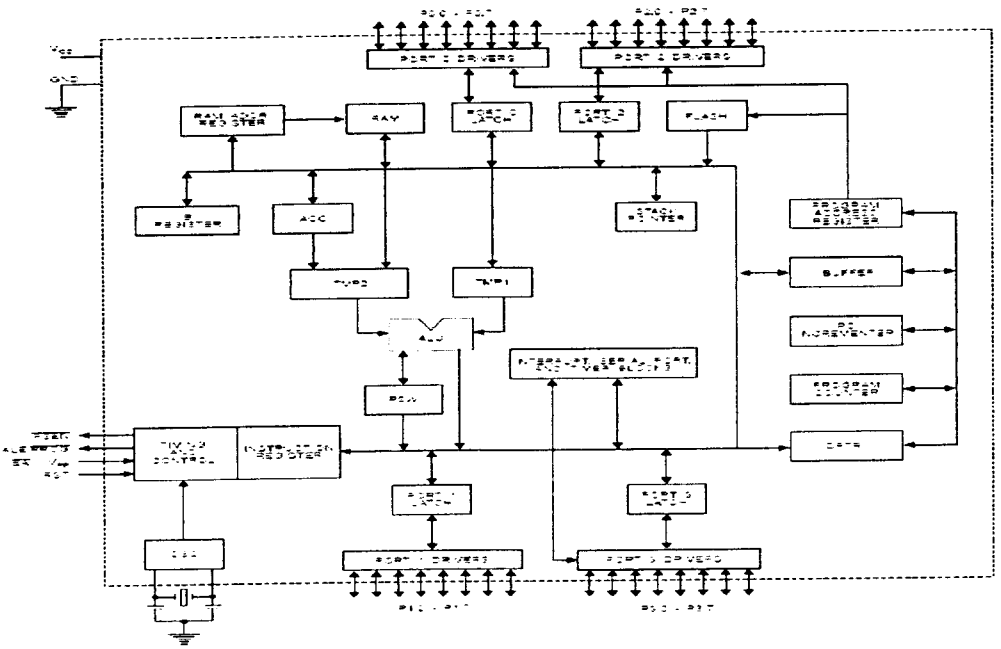
Gambar 2. 3. Rangkaian aplikasi ADC0804

## 2.4 MIKROKONTROLLER AT89C51

Mikrokontroller AT89C51 merupakan Mikroprosessor 8 bit CMOS yang membutuhkan daya rendah namun memiliki kinerja yang cukup handal. Mikrokontroller ini dilengkapi dengan 4 K*byte Flash* PEROM (*Programable Erasable Read Only)* sehingga program yang telah ditanam langsung kedalam mikrokontroller dapat dihapus dan ditulis ulang. Mikrokontroller *flash* AT89C51 memiliki ruang alamat dan memori data dan memori program yang terpisah.

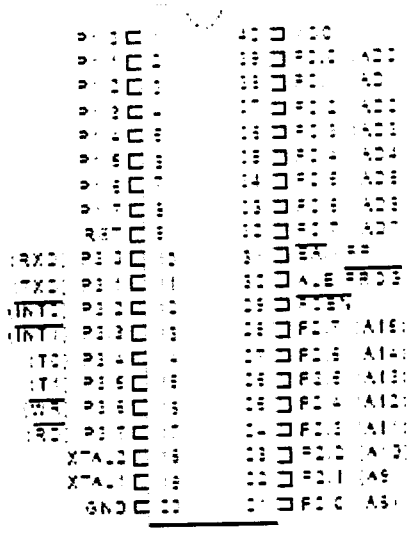
Pemisahan memori program dan data tersebut memperbolehkan memori data diakses dengan alamat 8 bit, sehingga dapat dengan cepat dan mudah disimpan serta dimanipulasi oleh CPU 8 bit. Mikrokontroller AT89C51 terdiri dari beberapa bagian yang berfungsi untuk mendukung pengendaliannya, bagiam-bagiannya sebagai berikut :

1. Kapasitas memori internal 4 kB (*flash* 4 k*Bytes*)
2. 8x28 *byte* RAM (Random Acess *Memory*) internal
3. 32 jalur I/O yang dapat diprogram
4. 2 buah 16 bit pewaktu/pencacah (*timer*/counter)
5. *Serial port full duplex*
6. *Chip Oscilator* dan *clock*
7. 6 buah sumber *interupsi*
8. *Kompatibel* dengan semua produk MCS-51



Gambar 2. 4. Diagram blok mikrokontroler AT89C51

### 2.4.1 Konfigurasi *pin* AT89C51



Gambar 2.5 Konfigurasi *Pin* Mikroprosessor AT89C51

Konfigurasi *pin* mikrokontroller AT89C51 terdiri atas :

1. *Port* 1, nomor *pin* 1 sampai dengan 8 (yang terdiri dari *pin* P1.0 sampai dengan P1.7)

   *Port* 1 berfungsi sebagai I/O biasa atau menerima *low order address bytes* selama pada saat *flash* programming. *Port* ini memiliki *internal pull up* dan berfungsi sebagai *input* dengan memberikan logika 1. Sebagai *output port* ini dapat memberikan *output sink* ke empat buah *input* TTL.

2. Nomor *pin* 9 (RST)

   Reset akan aktif dengan memberikan *input* high selama 2 siklus (*cycle*).

3. *Port* 3,nomor *pin* 10 sampai dengan 17 (yang terdiri dari P3.0 sampai dengan P3.7)

Sebagai I/O biasa *port* 3 mempunyai sifat yang sama dengan *port* 1 maupun *port* 2, sedangkan sebagai fungsi spesial *port-port* ini mempunyai keterangan sebagai berikut :

*Pin* 10 (P3.0 atau RXD) sebagai *port serial input.*

*Pin* 11 (P3.1 atau TXD) sebagai *port serial output.*

*Pin* 12 (P3.2 atau INT0) sebagai *port external interrupt* 0.

*Pin* 13 (P3.3 atau INT1) sebagai *port external interrupt* 1.

*Pin* 14 (P3.4 atau T0) sebagai *port external timer* 0 *input.*

*Pin* 15 (P3.5 atau T1) sebagai *port external timer* 1 *input.*

*Pin* 16 (P3.6 atau WR) sebagai *port external* data *memory write strobe.*

*Pin* 17 (P3.7 atau RD) sebagai *port external* data *memory read strobe.*

4. Nomor *pin* 18 (XTAL2).

   Sebagai *output* osilator.

5. Nomor *pin* 19 (XTAL1)]

   Sebagai *input* osilator.

6. Nomor *pin* 20 (GND)

   Berfungsi sebagai pentanahan (*ground*)

7. *Port* 2,nomor *pin* 21 sampai dengan 28 (yang terdiri atas P2.0 sampai dengan P2.7)

   *Pin-pin* dapat juga berfungsi sebagai A8 s/d A15. *Port* 2 sebagai I/O biasa atau *high order address*, pada saat mengakses memori secara 16 bit. Pada saat mengakses memori secara 8 bit , *port* ini akan mengeluarkan isi dari P2 *special function register. Port* ini mempunyai *internal pull up* dan

berfungsi sebagi *input* dengan memberikan logika 1. Sebagai *output port* ini dapat memberikan *output sink* ke empat buah *input* TTL.

8. Nomor *pin* 29 (PSEN)

   *Pin* ini berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak pada memori eksternal. PSEN akan aktif 2 kali setiap siklus (*cycle*).

9. Nomor *pin* 30 (ALE)

   *Pin* ini juga dapat sebagai alternatif PROG *pin* ini dapat berfungsi sebagai *Address Latch Enable* (ALE) yang *Me-latch low byte address* pada saat mengakses memori eksternal. Sedangkan pada saat *Flash Programming* (PROG) berfungsi sebagai *pulse input* untuk pada saat mengakses memori eksternal. Sinyal *clock* pada *pin* ini dapat pula di-*disable* dengan men-*set* bit 0 dari *Special Function register* (SFR) dialamat 8EH.

10. Nomor *pin* 31 (EA)

    *Pin* ini dapat juga sebagai VP. Pada kondisi low maka *pin* ini akan berfungsi sebagai EA, yaitu mikrokontroller akan menjalankan program yang ada pada memori internal, dan pada saat *flash* programming *pin* ini kan mendapatkan tegangan 12 Volt (VP).

11. Nomor *pin* 32 s/d 39 (P0.0 s/d P0.7)

    *Port* 0 dapat berfungsi sebagai I/O biasa, loqw order multiplex address data atau menerima kode *byte* pada saat *flash* programming. *Pin-pin* ini dapat berfungsi sebagai D0 s/d D7 & A0 s/d A7. Pada fungsi sebagai I/O biasa *port* ini dapat memberikan *output sink* ke 8 buah TTL *input* atau dapat diubah sebagai *input* dengan memberikan logika 1 pada *port*

tersebut. Pada fungsi sebagai *low order multiplex address / data point port* ini akan mempunyai *internal pull up.* Pada saat *flash* programming diperlukan eksternal *pull up* terutama pada saat verivikasi program.

12. Nomor *pin* 40 (VCC). Berfungsi sebagai sumber tegangan +5 Volt (*power supply).*

### 2.4.2 Struktur Memori

Mikrokontroller AT89C51 memiliki ruang alamat memori program (4 K *byte Flash programmable and erasable read only memory)* dan memori data yang terpisah. Pemisahan memori program ini memperbolehkan memori data diakses dengan alamat 8 bit, sehingga dapat dengan cepat dan mudah disimpan dan dimanipulasi oleh CPU 8-bit. Namun demikian, alamat memori data 16 bit dapat juga dihasilkan melalui *register* DPTR.*(Data Pointer).*

1. Memori Program

   Memori program adalah memori yang digunakan untuk menyimpan program *actual* mikrokontroller. Panjang memori maksimal mencapai 64 K*byte* dengan memori internal sebesar 4 K*byte.* Selain itu dimungkinkan untuk memiliki 4 *Kbyte* memori dalam *chip* dan 64 *Kbyte* diluar *Chip.*

2. Memori Data.

   Memori data yng dimiliki AT89C51 sebanyak 128 *byte.* Memori internal terbagi dua bagian yaitu : internal RAM dan *Special Function Register* (SFR).

AT89C51 mempunyai struktur atau organisasi memori yang terdiri beberapa bagian, bagian-bagian tersebut terdiri atas :

#### 2.4.2.1 RAM Internal

RAM internal adalah memori sebesar 128 *byte* yang biasanya digunakan untuk menyimpan *variable* atau data yang bersifat sementara.

RAM internal juga terbagi dalam tiga bagian diantaranya :

1. *Register Bank*

   *Register* ini mempunyai 8 buah *register* yang terdiri dari atas R0 hingga R7. Delapan buah *register* ini selalu terletak pada alamat 00H hingga 07H pada setiap kali sistem direset.

2. *Bit Addressable RAM*

   Pengalamatan bit (*Bit Addressable)* RAM pada alamat 20H hingga 2FH dan hanya dengan sebuah instruksi saja setiap bit dalam area ini dapat di*set, clear*, AND dan OR. Dengan adanya sistem *bit addressable* RAM, proses yang seharusnya dijalankan dengan tiga siklus (*cycle)* dapat digantikan dengan sebuah instruksi yang hanya membutuhkan satu siklus saja.

3. *General Purpose RAM*

   RAM untuk keperluan umum dapat diakses dengan pengalamatan langsung maupun tak langsung.

#### 2.4.2.2 *Register* Fungsi Khusus (*special function register)*

SFR adalah internal RAM yang menempati ruang memori mulai alamat 80H hingga FFH. Tidak semua alamat diimplementasikan sebagai SFR, namun dikelompokkan menjadi tiga macam :

1. SFR *Port* I/O

   AT89C51 mempunyai 4 macam *port*, yaitu P0, P1, P2 dan P3. untuk memasukkan atau mengeluarkan data melalui *port* dapat dilakukan dengan menuliskan atau membaca ke masing-masing *register*.

2. SFR Kontrol

   SFR ini berfungsi untuk mengontrol atau mengkonfigurasi beberapa aspek dari AT89C51.

3. SFR yang lainnya

   SFR ini bersifat tidak langsung mengontrol AT89C51 tetapi tanpa SFR AT89C51 tidak dapat bekerja.

Selain mempunyai *register-register* khusus AT89C51, juga mempunyai *register* A atau akumulator merupakan *register* umum untuk mengakumulasikan hasil dari instruksi-instruksi. *Akumulator* memiliki lebar 8 bit dan mrupakan *register* penampung 8 bit tetapi terbatas hanya untuk instruksi perkalian (MUL) dan perintah pembagian (DIV). *Register* R memiliki 8 buah *register* R (R0-R7) yang tersimpan dalam 4 buah *bank*. Jadi total ada 32 buah *register* R. penggunaan *register* R pada *bank* yang mana diatur oleh *bit register selet (RS)*.

**2.4.2.3 Fungsi SFR**

1.SP (*Stack Pointer*, alamat 81H)

SFR ini menunjukkan lokasi yang akan dituliskan atau dibaca dari tumpukan (*stack)* pada RAM.

2.DPL/DPH (*Data Pointer Low/High*, alamat 82H/83H)

SFR DPL dan DPH bekerja bersama-sama membebtuk 16 bit yang dikenal dengan *Data Pointer* (DPTR). *Data Pointer* (DPTR) digunakan dalam operasi yang melibatkan memori eksternal.

3.PCON (Power Control, alamat 87H)

SFR ini digunakan untuk mengendalikan mode *power control.* Contohnya adalah pada mode "*sleep*" yang membutuhkan daya rendah.

4.TCON (*Timer Control*, alamat 88H, pengalamatan bit)

SFR ini digunakan untuk mengkonfigurasi dan memodifikasi operasi dua *timer* AT89C51.

5.TMOD (*Timer Mode,* alamat 89H)

SFR ini digunakan untuk mengkonfigurasi mode operasi setiap *timer.* Dengan SFR ini program dapat dimodifikasi *timer* sebagai *timer* 16-bit.

6.TL0/TH0 (*Timer 0 Low/High,* alamat 8AH/8Bh)

TL0/TH0 bersama-sama membentuk *timer* 0. *Timer* ini dikendalikan oleh TMOD, karena *timer* selalu menghitung naik (*up counter).*

7.TL1/TH1 (*Timer 1 Low/High,* alamat 8CH/8DH)

TL1 dan TH1 bersama-sama membentuk I*timer* 1. *Timer* ini juga dikendalikan oleh TMOD.

8.SCON (*Serial Control,* alamat 98H, pengalamatan bit)

SFR ini digunakan untuk mengkonfigurasi keluaran *port serial* AT89C51 yang aktif menandakan pengiriman dan peneriamaan data secara sukses.

9.SBUF (*Serial Buffer,* alamat 99H)

*Serial buffer* digunakan untuk mengirim maupun menerima data melalui *port serial.* Data yang dituliskan pada SBUF akan dikirim melalui *pin* TXD, sedangkan data yang diterima melalui RXD akan disampaikan ke SBUF.

10. IE (*Interrupt Enable,* alamat A8H)

SFR ini digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan *interrupt* tertentu. Bit-7 digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan semua *interrupt.*

11. IP (*Interrupt Priority,* alamat B8H)

SFR ini digunakan untuk mengatur prioritas interupt satu terhadap yang lainnya. Prioritas rendah dinyatakan dengan logika 0 dan prioritas tinggi dinyatakan dengan logika 1.

12. PSW (*Program Status Word,* alamat D0H)

SFR ini digunakan untuk menyimpan bilangan dari bit-bit yang penting yang akan diset maupun di*clear* oleh intruksi AT89C51.

13. ACC (*Accumulator,* alamat E0H)

*Accumulator* adalah SFR yang banyak digunakan dalam intruksi diantaranya adalah operasi aritmatika., pengaksesan eksternal RAM dan lain-lain

14. B (*Register B,* alamat F0H)

*Register B* digunakan dalam instruksi dan pembagian. *Register* ini juga dapat digunakan sebagai *register temporary.*

### 2.4.3 Interupsi (*Interrupt*)

Interupsi adalah suatu kejadian atau peristiwa yang menyebabkan berhenti jalannya program sejenak, yang sedang berjalan untuk melayani interupsi tersebut. Setelah melayani interupsi maka program yang dihentikan tadi akan dilanjutkan kembali secara normal. AT89C51 menyediakan 5 sumber interupsi, yaitu: 2 interupsi eksternal, 2 interupsi pewaktu dan sebuah interupsi *serial.*

#### 2.4.3.1 Pengaktifan interupsi

Interupsi dapat diaktifkan dan dimatikan secara individual atau dengan memberi nilai 0 pada bit-bit IE (*interrupt Enable)* dalam SFR.

Tabel 2.1 *Register Interrupt Enable (IE)*

| Bit | Nama | Alamat | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 0 | EX0 | A8H | Mengaktifkan/menonaktifkan interupsi eksternal 0 |
| 1 | ET0 | A9H | Mengaktifkan/menonaktifkan interupsi *timer* 0 |
| 2 | EX1 | AAH | Mengaktifkan/menonaktifkan interupsi eksternal 1 |
| 3 | ET1 | ABH | Mengaktifkan/menonaktifkan interupsi *timer* 1 |
| 4 | ES | ACH | Mengaktifkan/menonaktifkan interupsi *timer serial* |
| 5 | - | ADH | Tidak ada |
| 6 | - | AEH | Tidak ada |
| 7 | EA | AFH | Menonaktifkan semua interupsi jika bit ini clear |

### 2.4.3.2 Prioritas interupsi

Interupsi dengan prioritas rendah dapat diinterupsi oleh prioritas yang lebih tinggi, tetapi tidak untuk prioritas yang sama (sama rendahnya). Interupsi dengan prioritas yang lebih tinggi tidak dapat diinterupsi oleh sumber interupsi yang lain.

Tabel 2.2 *Register Interrupt Priority (IP)*

| Bit | nama | alamat | Keterangan |
|---|---|---|---|
| IP.0 | PX0 | B8H | Prioritas interupsi eksternal 0 |
| IP.1 | PT0 | B9H | Prioritas interupsi *timer* 0 |
| IP.2 | PX1 | BAH | Prioritas interupsi eksternal 1 |
| IP.3 | PT1 | BBH | Prioritas interupsi *timer* 1 |
| IP.4 | PS | BCH | Prioritas interupsi *serial* |
| IP.5 | PT2 | BDH | Prioritas interupsi *timer* 2 |
| IP.6 | - | BEH | Cadangan |
| IP.7 | - | BFH | Cadangan |

### 2.4.3.3 Vektor interupsi

Vektor interupsi adalah harga atau nilai yang disimpan di PC (Program Counter) pada saat terjadi interupsi, sehingga nilai tadi akan menuju ke alamat yang ditentukan oleh PC.

Tabel 2.3 *Register Vektor* pada saat Interupsi

| Interupsi | Flag | Alamat |
|---|---|---|
| *Serial* | R1/T1 | 0023H |
| *Timer* 1 | TF1 | 001BH |
| Eksternal 1 | IE1 | 0013H |
| *Timer* 0 | TF0 | 000BH |
| Eksternal 0 | IE0 | 0003H |
| Sistem Reset | RST | 0000H |

### 2.4.4 Pewaktu (*timer*)

Pada AT89C51 mempunyai 2 buah *timer* yaitu *timer* 0 dan *timer* 1. Masing-masing *timer* mempunyai 16-bit *counter* yang bersifat *programmable. Register-register* yang dimiliki *timer* yaitu :

1. *Timer Mode Register (*TMOD)
2. *THx dan TLx (*x adalah nomor *timer*)
3. *Timer Control Register (TCON)*

TMOD dan TCON digunakan sebagai *register* kendali. TMOD mempunyai alamat 89H, THx dan TLx mempunyai alamat 8AH sampai 8DH dan TCON mempunyai alamat 88H. TCON adalah *register* yang dapat diakses per-bit yang digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *timer,* dan menentukan jenis interupsi eksternal *timer* dan menandakan dengan adanya *overflow flag.*

Tabel 2.4 Kombinasi operasi mode *timer 1* dan *timer 0*

| M1 | M2 | Mode | Fungsi Operasi |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | Sebagai *timer* 13 bit |
| 0 | 1 | 1 | Sebagai *Timer*/Counter |
| 1 | 0 | 2 | Sebagai *Timer* auto reload 8 bit (Pengisian otomatis) |
| 1 | 1 | 3 | Sebagai *timer* terbagi |

Tabel 2.5 *Register Timer Mode Register (*TMOD)

| *GATE* | C/T | M1 | M0 | *GATE* | C/T | M1 | M0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

*Timer* Mode 1 *Timer* Mode 0

*Register* TMOD mempunyai 8-bit *register* yang terletak pada alamat 89H.

Keterangan :

*GATE* : *Timer* ini akan berfungsi *timer 0* jika bit INT0 diset pada *pin* P3.2 dan *timer* 1 jika bit INT1 diset pada *pin* P3.3.

C/T : Sebagai pemilih fungsi dari *timer* (0) dan *counter* (1).

M1 dan M0 : Sebagai pemilih mode *timer*.

Tabel 2.6 *Register Timer Control Register* (TCON)

| TF1 | TR1 | TF0 | TR0 | IE1 | IT1 | IE0 | IT0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

*Timer* Mode 1 *Timer* Mode 0 *Register* Interupsi

TCON ini hanya mempunyai 4-bit mode *timer*, yang terletak pada alamat 88H.

Keterangan :

TF1 : *Timer* 1 *overflow flag yang* diset jika *timer overflow.*

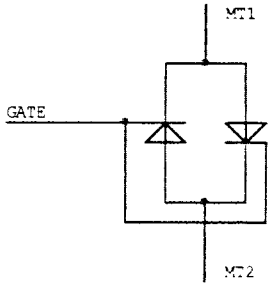
TR1 : Sebagai *selector timer activation.* 1 *timer* aktif pada mode 1, 0 *timer* nonaktif pada mode 1.

TF0 : Fungsinya sama dengan TF1.

TR0 : Fungsinya sama dengan TR1.

## 2.5 TRIAC

Triac adalah komponen seminkonduktor yang terbuat dari silicon. Triac merupakan salah satu keluarga Thyristor yang mempunyai kemampuan mengantarkan arus 2 arah (*bi directional*). Triac tersusun dari P-N *junction* yang komplek atau secara teori triac terdiri dari 2 buah SCR yang digabungkan. Triac mempunyai 3 buah kaki yaitu MT1, MT2 dan *gate*. Dalam aplikasinya triac biasa digunakan sebagai *switch* untuk beban atau tegangan yang tinggi.

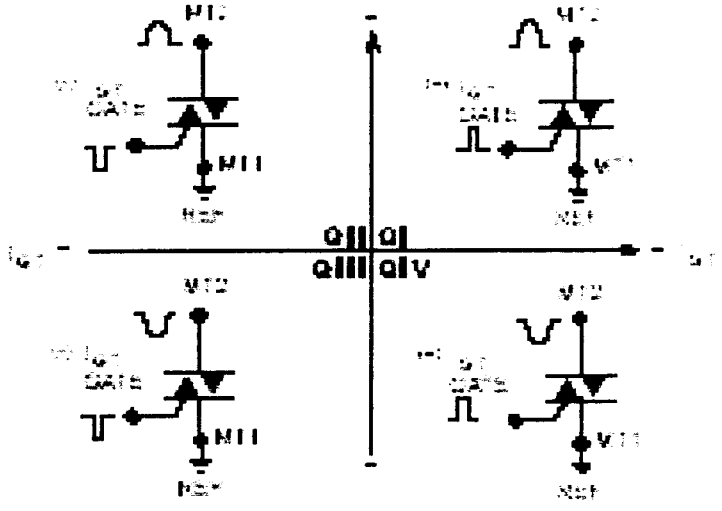



Gambar 2.6 Konfigurasi Triac

Tegangan picu arus positif yang masuk pada kaki *gate* akan menyebabkan MT2 akan menghambat arus yang melewatinya dan menyebabkan kaki MT1 mengalirkan arus listrik. Hal ini juga berlaku saat kaki *gate* mendapatkan picu

arus yang lebih negatif atau 0, maka MT2 akan mengalirkan arus dan MT1 menahan arus.

Berikut ini gambar referensi sinyal masukan dan keluaran triac:



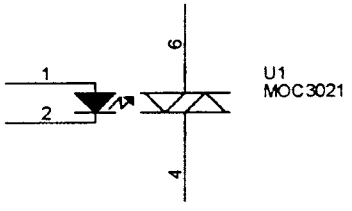

Gambar 2.7. Referensi sinyal masukan dan keluaran triac

### *2.6 Optocoupler*

*Optocoupler* termasuk dalam optic tranduser, dimana komponen ini terdiri dari LED *Infra* merah sebagai sumber cahaya dan phototransistor sebagai penyensor. Pada umumnya *Optocoupler* diproduksi dalam bentuk paket plastic dan dapat diberi lensa atau filter untuk menaikkan kepekaannya.

Dalam sebuah sistem digital *Optocoupler* banyak digunakan sebagai saklar digital dan juga sebagai isolator diantara kedua sirkit. Hal ini disebabkan karena dengan terpisahnya antara jalur cahaya dengan penerima cahayanya sehingga menyebabkan terjadinya sebuah *transver* energi listrik dalam satu arah, dari IRED

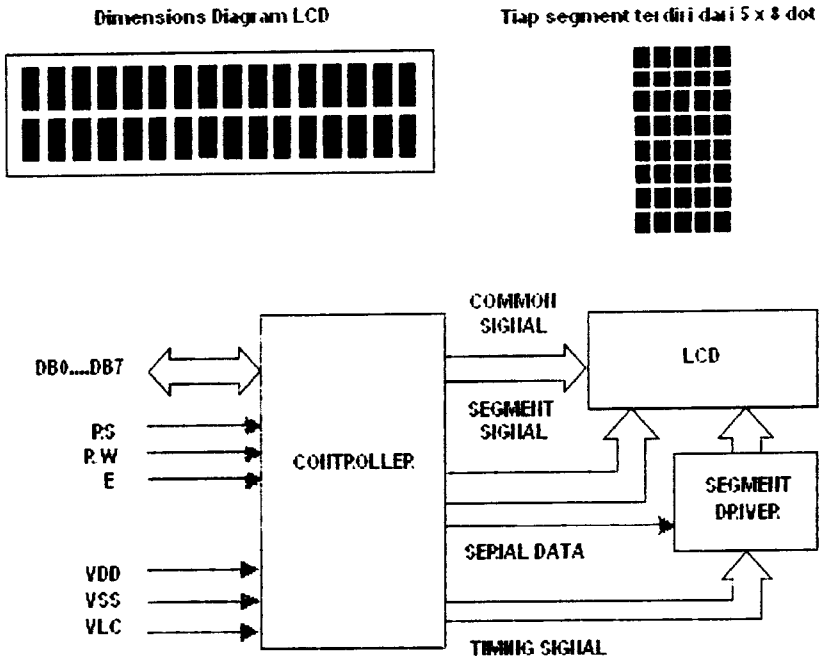
ke photo detektor, sambil mempertahankan isolasi listrik diantara kedua sirkit, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.




Gambar 2.8 *Optocoupler*

## 2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu *display* dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem *dot matriks*. LCD yang digunakan pada alat ini adalah LCD M1632. M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya yang rendah. Modul ini dilengkapi dengan mikrokontroler yang dirancang hanya untuk mengendalikan LCD. Mikrokontroler HD44780 buatan *Hitachi* yang berfungsi sebagai pengendali LCD ini mempunyai CGROM (*Character Generator Read Only Memory*), CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) dan DDRAM (*Display Data Random Access Memory*), dan juga memiliki 3 bit *control* yaitu E yang merupakan *input clock*, R/W sebagai *input* untuk memilih *read* atau *write* dan RS sebagai register *select*, juga memiliki 8 bit data yaitu DB0 sampai DB7. Diagram blok LCD M1632 ditunjukkan pada gambar 2.9.




Gambar 2.9. Diagram Blok LCD M1632

Register perintah adalah register untuk membaca perintah-perintah dari mikrokontroler ke HD44780 pada saat proses penulisan data atau tempat status dari HD44780. Penulisan data ke register perintah dilakukan dengan tujuan mengatur tampilan LCD, inisialisasi dan mengatur *address counter* maupun *address data.* Kondisi RS berlogika '0' menunjukkan akses data ke register perintah, R/W berlogika '0' yang menunjukkan proses penulisan data akan dilakukan. Untuk antarmuka mode 8 bit, proses penulisan dapat langsung dilakukan secara 8 bit dan diawali sebuah pulsa logika '1' pada E *clock.*

Sedangkan register data adalah register dimana mikrokontroler dapat menuliskan atau membaca data ke atau dari DDRAM. Penulisan data pada register ini akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya. Penulisan data pada register data dilakukan untuk mengirimkan data yang akan ditampilkan pada LCD. Prosesnya diawali dengan

membuat RS berlogika '1' yang menunjukkan akses ke register data, kondisi R/W diatur pada logika '0' yang menujukkan proses penulisan data, kemudian memberi sebuah pulsa '1' pada E *clock*.

### 2.7.1. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*)

DDRAM merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan berada. Contoh, untuk karakter 'A' atau 41h (0100 0001b) yang ditulis pada alamat 00h, maka karakter tersebut akan tampil pada baris pertama dan kolom pertama dari LCD. Apabila karakter tersebut ditulis pada alamat 40h, maka karakter tersebut akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari LCD.

| Display position | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DDRAM address | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 |
| | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| For shift left | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 |
| | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| For shift right | 27 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
| | 67 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 |

Gambar 2.10. Alamat DDRAM M1632

### 2.7.2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*)

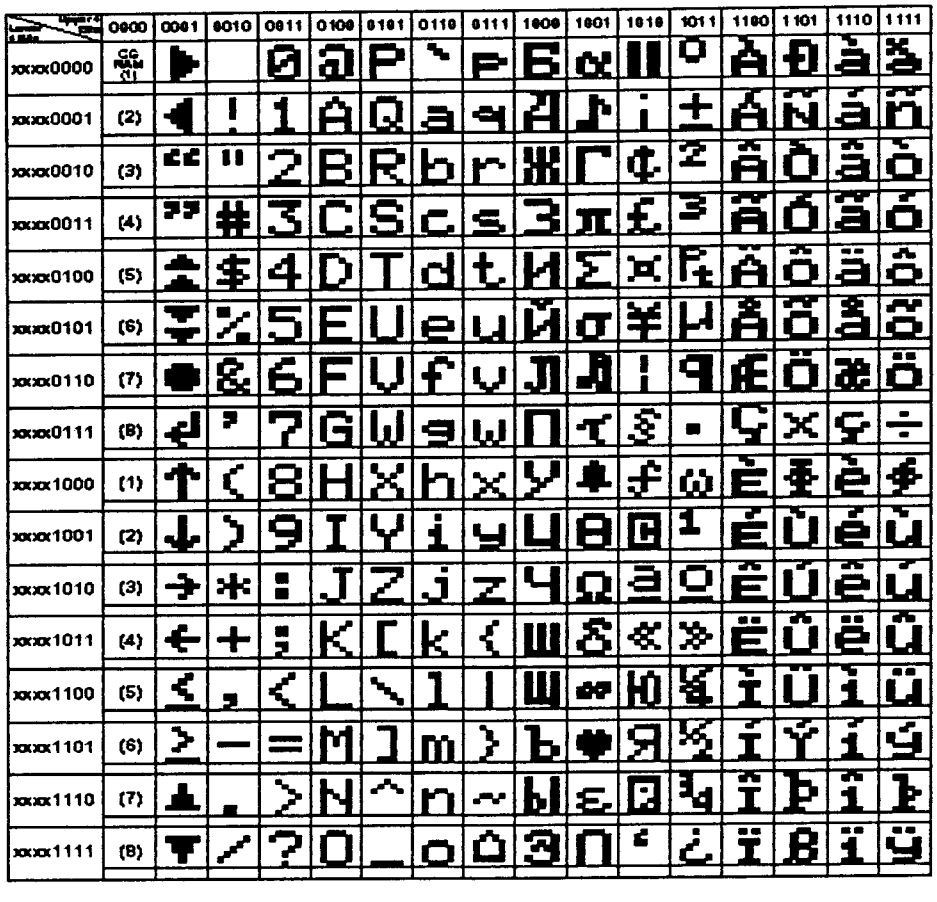
CGRAM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai keinginan, tetapi memori ini akan hilang saat *power supply* tidak aktif, sehingga pola karakter akan hilang.

### 2.7.3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*)

CGROM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari HD44780 sehingga pengguna tidak dapat mengubah lagi. Tetapi karena ROM bersifat

permanen, maka pola karakter tersebut tidak akan hilang walaupun *power supply* tidak aktif.

Sebagai contoh yakni pada saat HD44780 akan menampilkan data 41h yang tersimpan pada DDRAM, maka HD44780 akan mengambil data dialamat 41h (0100 0001b) yang ada pada CGROM yaitu pola karakter 'A'. Gambar 2.11. dibawah ini adalah pola-pola karakter yang tersimpan dalam lokasi-lokasi tetentu dalam CGROM.




Gambar 2.11. Pola Karakter CGROM

### 2.7.4. Konfigurasi Pin LCD M1632

Pada tabel berikut ditunjukkan konfigurasi Pin LCD M1632 sebagai berikut:

Tabel 2.7. Konfigurasi Pin LCD M1632

| No | Nama Pin | Keterangan |
|---|---|---|
| 1 | VCC | +5V |
| 2 | GND | 0V |
| 3 | VEE | tegangan kontras LCD |
| 4 | RS | Register Select, 0 = Register Perintah, 1 = Register Data |
| 5 | R/W | 1 = Read, 0 = Write |
| 6 | E | Enable Clock LCD, logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data |
| 7 | D0 | Data Bus 0 |
| 8 | D1 | Data Bus 1 |
| 9 | D2 | Data Bus 2 |
| 10 | D3 | Data Bus 3 |
| 11 | D4 | Data Bus 4 |
| 12 | D5 | Data Bus 5 |
| 13 | D6 | Data Bus 6 |
| 14 | D7 | Data Bus 7 |

### 2.7.5. Register

HD44780, mempunyai dua buah register yang aksesnya diatur dengan menggunakan kaki RS. Pada saat RS berlogika '0', maka register yang diakses adalah register perintah dan pada saat RS berlogika '1', maka register yang diakses adalah register data.

#### 2.7.5.1. Register Perintah

Register ini adalah register dimana perintah-perintah dari mikrokontroler ke HD44780 pada saat proses penulisan data atau tempat status dari HD44780 dapat dibaca pada saat pembacaan data.

#### 2.6.5.2. Register Data

Register ini adalah register dimana mikrokontroler dapat menuliskan atau membaca data ke atau dari DDRAM. Penulisan data pada register ini akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

### 2.7.6. Penulisan Data ke Register Perintah dan Register Data

Penulisan data ke register perintah dilakukan dengan tujuan mengatur tampilan LCD, inisialisasi dan mengatur *Address Counter* maupun *Address Data.* Kondisi RS berlogika '0' menunjukkan akses data ke register perintah. RW berlogika '0' yang menunjukkan proses penulisan data. Sedangkan penulisan data pada register data dilakukan untuk mengirimkan data yang akan ditampilkan pada LCD. Proses diawali dengan adanya logika '1' pada RS yang menunjukkan akses ke register data, kondisi R/W diatur pada logika '0' yang menunjukkan proses penulisan data. Pengiriman data dari data bus DB4 - DB7 diawali dengan pemberian pulsa logika '1' pada E *clock* dan diakhiri dengan pulsa logika '0' pada E *clock.*