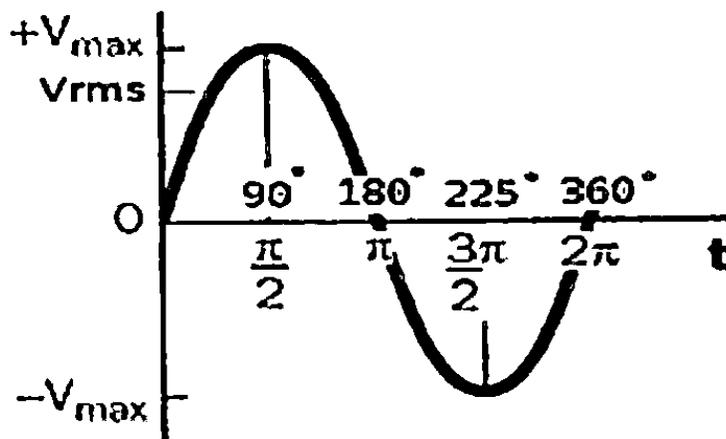


## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Tegangan AC Satu Phasa

Tegangan AC satu phasa apabila dilihat dalam sebuah oscilloscope berdasarkan grafik pada kawasan waktu ( $t$ ) terhadap tegangan ( $v$ ) dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Bentuk gelombang tegangan AC ideal.

Arus dan tegangan bolak-balik atau alternating current (AC) dihasilkan oleh generator AC yang merupakan penerapan dari konsep induksi Faraday. Tegangan listrik bolak-balik merupakan sumber gaya gerak listrik (ggl) berubah terhadap waktu secara sinusoida yang dinyatakan dengan persamaan :

$$V = V_{max} \cdot \sin \omega \cdot t \quad (1)$$

Keterangan :

$V_{max}$  = Tegangan maksimum atau tegangan puncak (volt)

$\omega = 2\pi f$  = Kecepatan sudut atau frekuensi sudut (rad/s)

$f$  = Frekuensi (Hz)

$t$  = Waktu tertentu (s)

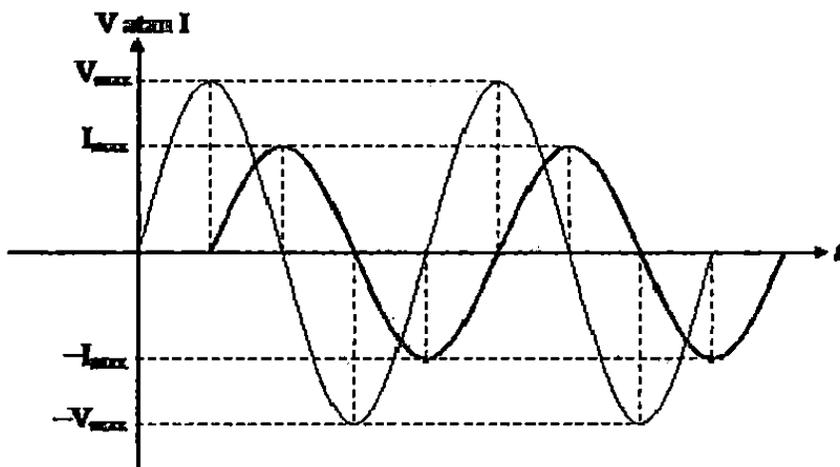
Arus listrik bolak-balik secara umum memiliki persamaan :

$$I = I_{max} \cdot \sin \omega \cdot t \quad (2)$$

Keterangan :

$I$  = Arus listrik pada saat  $t$  (ampere)

$I_{max}$  = Arus listrik maksimum atau arus puncak (ampere)



**Gambar 2.2** Grafik tegangan dan arus bolak-balik terhadap waktu.

Gambar 2.2 memperlihatkan bahwa dalam setiap setengah panjang gelombang atau setengah periode, tegangan maupun arus listrik bolak-balik (AC) berubah tanda dari positif ke negatif, atau sebaliknya. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketika tegangan diberikan pada sebuah resistor (hambatan), arus bergerak bolak-balik (tangan Induksi Faraday). Dan nilai tegangan serta arus listrik yang



Pada kontrol on-off, saklar thyristor menghubungkan beban dengan sumber AC selama beberapa putaran tegangan masukan dan diputus selama beberapa putaran yang lain. Pada control sudut fasa, saklar thyristor menghubungkan beban dengan sumber AC untuk setiap bagian dari putaran tegangan masukan. Pengontrol Tegangan AC dapat digolongkan menjadi dua: (1) Pengontrol satu fasa dan (2) Pengontrol tiga fasa. Tiap jenis dapat dibagi lagi menjadi: kontrol setengah gelombang atau banyak arah dan kontrol gelombang penuh atau dua arah. Karena tegangan masukannya AC, thyristor merupakan komutasi garis dan natural, sehingga tidak ada rangkaian komutasi tambahan dan rangkaian untuk pengontrol Tegangan AC nya sangat sederhana.

### **2.3 Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Mikrokontroler ATmega16 ialah mikrokomputer CMOS 8 bit dengan 16 KB Flash PEROM (Programmable and Erasable Only Memory) yang dapat dihapus dan ditulisi sebanyak 1000 kali. Mikrokontroler ini diproduksi dengan menggunakan teknologi high density non-

program untuk deprogram ulang dalam sistem (in-system programming) atau dengan menggunakan programmer non-volatile memori konvensional.

### **2.3.1 Mikrokontroler AVR ATmega16**

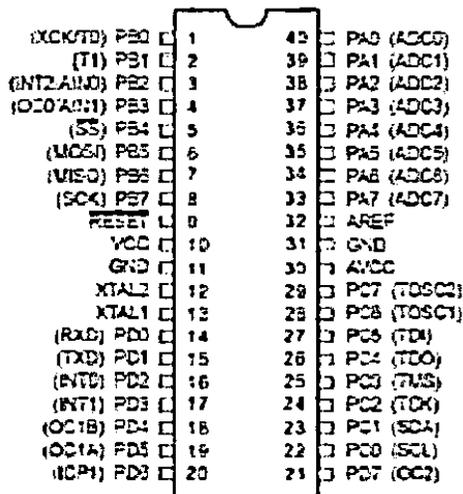
AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai In-System Programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATmega16. ATmega16 mempunyai throughput mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses. Sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, programmer dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomasi industry, peralatan telekomunikasi, dan berbagai keperluan lain. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (Complex Instruction Set Compute) dimana mikrokontroler MCS51 membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi.

Adapun fitur yang dimiliki Mikrokontroler AVR ATmega16 adalah sebagai berikut :

- 1) Frekuensi clock maksimum 16 MHz.
- 2) Jalur I/O 32 buah, yang terbagi dalam port A, port B, port C, dan port D.
- 3) Analog to Digital Converter (ADC) 10 bit sebanyak 8 input.
- 4) Timer/counter sebanyak 3 buah.
- 5) CPU 8 bit yang terdiri dari 32 register.
- 6) Watchdog timer dengan osilator internal.
- 7) SRAM internal sebesar 1K byte.
- 8) Memori flash sebesar 16K byte dengan kemampuan read while write.
- 9) Interrupt internal maupun eksternal.
- 10) Port komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface)
- 11) EEPROM (Electrically Erasable Program-mable Read Only Memory) sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- 12) Analog komparator.
- 13) Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps

### **2.3.2 Fungsi PIN Mikrokontroler AVR ATmega16**

Pin-pin pada ATmega16 dengan kemasan 40-pin DIP (dual inline package) Guna memaksimalkan performa, AVR menggunakan arsitektur Harvard (dengan memori dan bus terpisah untuk program dan data). untuk



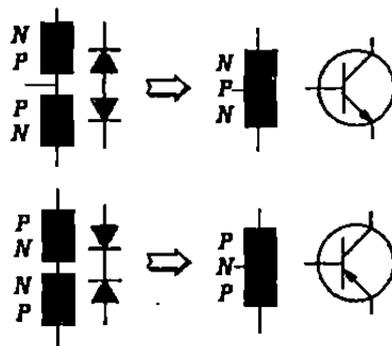
**Gambar 2.3** pin ATmega16

ATMega16 mempunyai empat buah port yang bernama PortA, PortB, PortC, dan PortD. Keempat port tersebut merupakan jalur bidirectional dengan pilihan internal pull-up. Tiap port mempunyai tiga buah register bit, yaitu DDxn, PORTxn, dan PINxn. Huruf „x“ mewakili nama huruf dari port sedangkan huruf „n“ mewakili nomor bit. Bit DDxn terdapat pada I/O address DDRx, bit PORTxn terdapat pada I/O address PORTx, dan bit PINxn terdapat pada I/O address PINx. Mikrokontroler ATmega16 dikemas dalam bentuk DIP 40 pin, 32 kaki diantaranya adalah kaki untuk keperluan port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 kaki, dengan demikian 32 kaki tersebut membentuk 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenal sebagai Port A, Port B, Port C, dan Port D. Nomor dari masing- masing jalur(kaki) dari Port paralel mulai dari 0 sampai 7, jalur (kaki) pertama Port A disebut sebagai PA.0 dan jalur terakhir untuk Port D adalah PD.7.

## 2. 4 Transistor

Transistor adalah komponen semikonduktor yang dipakai sebagai penguat,

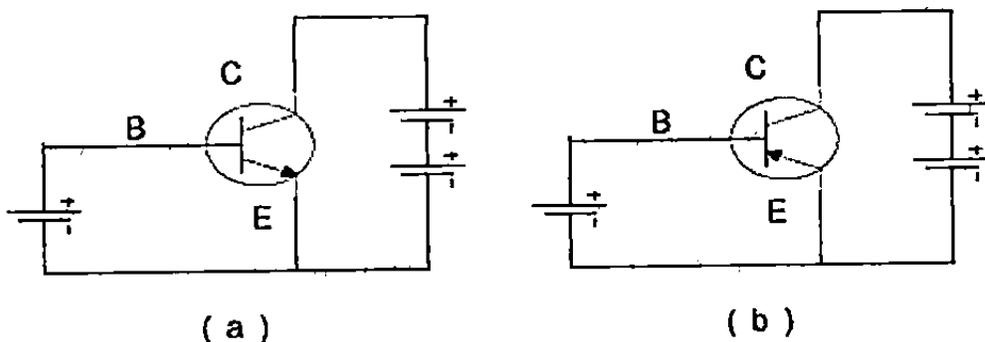
modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal, yaitu Basis (B), Emitor (E) dan Colektor (C). Tegangan di satu terminalnya misalnya Emitor dapat dipakai untuk mengatur arus dan tegangan yang akan dikuatkan melalui kolektor



**Gambar 2.4** Jenis transistor

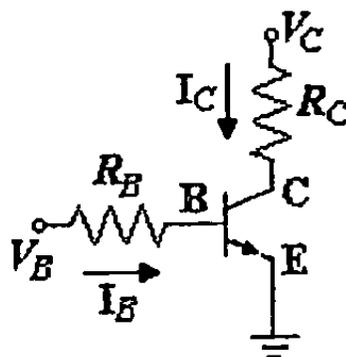
Dalam keadaan kerja normal, transistor harus diberi polaritas sebagai berikut :

1. Pertemuan Emitor-Basis diberi polaritas dari arah maju seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5 (a).
2. Pertemuan Basis-kolektor diberi polaritas dalam arah mundur seperti ditunjukkan pada gambar 2.5 (b).



Transistor adalah suatu komponen yang dapat memperbesar level sinyal keluaran sampai beberapa kali sinyal masukan. Sinyal masukan disini dapat berupa sinyal AC ataupun DC. Prinsip dasar transistor sebagai penguat adalah arus kecil pada basis mengontrol arus yang lebih besar dari kolektor melewati transistor. Transistor berfungsi sebagai penguat ketika arus basis berubah. Perubahan kecil arus basis mengontrol perubahan besar pada arus yang mengalir dari kolektor ke emitter. Pada saat ini transistor berfungsi sebagai penguat.

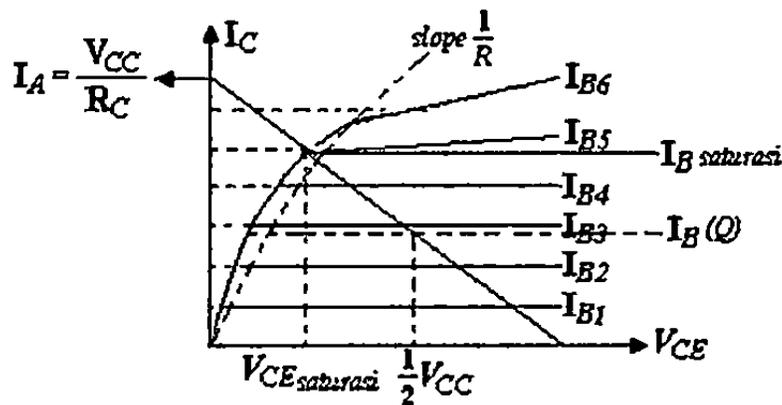
Dan dalam pemakaiannya transistor juga bisa berfungsi sebagai saklar dengan memanfaatkan daerah penjuanan (saturasi) dan daerah penyumbatan (cut-off). Pada daerah penjuanan nilai resistansi penyambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan nol atau kolektor terhubung langsung (short). Ini menyebabkan tegangan kolektor emitter  $V_{ce} = 0$  pada keadaan ideal. Dan pada daerah cut off, nilai resistansi persambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan tak terhingga atau terminal kolektor dan emitter terbuka yang menyebabkan tegangan  $V_{ce}$  sama dengan tegangan sumber  $V_{cc}$ . Dengan sifat pensaklaran seperti ini transistor bisa digunakan sebagai gerbang atau yang sering disebut TTL yaitu Transistor Transistor Logic.



Dari rangkaian diatas diperoleh persamaan sebagai berikut

$$I_B = \frac{V_B - V_{CE}}{R_B} \text{ dan } I_C = \frac{V_C - V_{CE}}{R_C}, \text{ disebut persamaan garis beban.}$$

Sedangkan karakteristik keluaran transistor dan garis beban adalah sebagai berikut:



Gambar 2.7 karakteristik keluaran transistor dan garis beban

Dari gambar diatas, pada kondisi saturasi (jenuh) menaikkan  $I_B$  tidak dapat menaikkan  $I_C$ . Sedangkan  $I_{B5}$  ;  $I_{B6}$  menghasilkan  $I_C$  yang sama dengan  $I_C$  saturasi. Pada kondisi ini, diperoleh :

$$V_{CE} \cong 0 \text{ kecil}$$

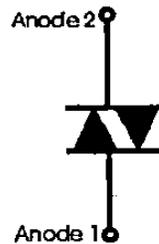
$$I_C = \frac{V_C}{R_C}$$

Artinya arus besar, tegangan menuju nol (0). Dapat dikatakan hambatan pada  $C_E$ , menuju nol (sebagai saklar ON), jadi untuk membuat transistor berlaku sebagai saklar yang ON, harus diberikan tegangan  $V_B$  yang mengakibatkan

ini transistor pada kondisi tidak menghantarkan arus  $I_C$  sama dengan kondisi saklar terbuka.

## 2.5 Diac

Istilah diac diambil dari Dioda AC yang merupakan salah satu dari keluarga thyristor dan termasuk dalam jenis Bidirectional Thyristor. Diac mempunyai dua buah elektroda atau terminal dan dapat menghantar dari kedua arah oleh karenanya diac dianggap sebagai homo atau non-polar. Diac tersusun dari empat lapis semikonduktor seperti dioda lapis empat. Gambar ini memperlihatkan simbol diac.

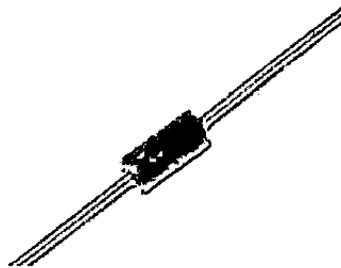


Gambar 2.8 simbol Diac

### 2.5.1 Prinsip Kerja Diac

Diac mempunyai impedansi yang tinggi dalam dua arah, guna mencapai titik konduktanya diperlukan tegangan antara 28 sampai 36 volt. Jika tegangan diberikan pada diac menyamai atau melebihi tegangan konduktanya, maka salah satu saklar akan menutup, demikian sebaliknya untuk kondisi

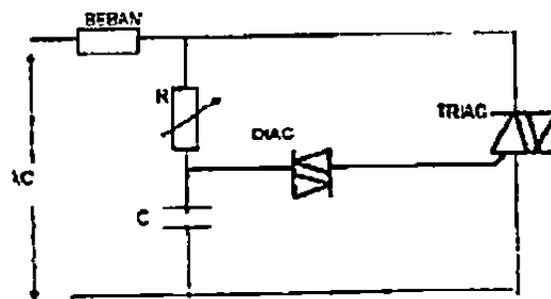
Karena homopolar, maka untuk menentukan kaki diac adalah sama saja baik yang kiri maupun yang kanan. Bentuk fisiknya menyerupai dioda rectifier dengan ciri-ciri seperti yang digambarkan ini.



**Gambar 2.9** Bentuk fisik Diac

### 2.5.2 Penggunaan Diac dalam rangkaian

Piranti Diac banyak digunakan sebagai pemacu rangkaian pengendali daya, misalnya pemacu TRIAC. Gambar dibawah ini memperlihatkan salah satu contoh rangkaian yang melibatkan Diac.



**Gambar 2.10** Penggunaan diac

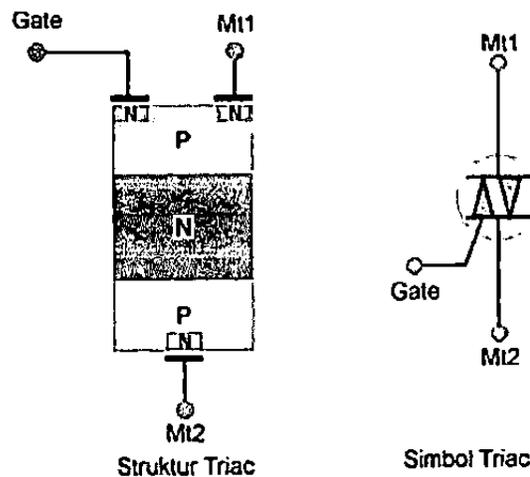
## 2.6 Triac

### 2.6.1 Pengertian TRIAC

TRIAC merupakan singkatan *TRIode Alternating Current* yang artinya

...

pengembangan dari pendahulunya yaitu Diode Alternating Current (DIAC) dan Silicon Control Rectifier (SCR). Ketiganya merupakan sub-jenis dari Thyristor, piranti berbahan silikon yang umum digunakan sebagai saklar elektronik, disamping transistor dan Field Effect Transistor (FET). Perbedaan diantara ketiganya adalah dalam penggabungan unsur-unsur penyusunnya, serta dalam segi arah penghantaran arus listrik yang melaluinya. TRIAC sebenarnya adalah gabungan dua buah SCR atau Thyristor yang dirancang anti paralel dengan satu buah elektroda gerbang (gate electrode) yang menyatu. SCR merupakan piranti zat padat (solid state) yang berfungsi sebagai sakelar daya berkecepatan tinggi.

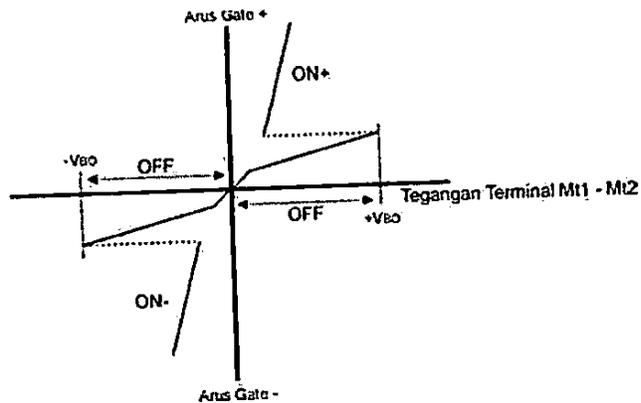


**Gambar 2.11** Struktur dan Simbol TRIAC

### 2.6.2 Karakteristik TRIAC

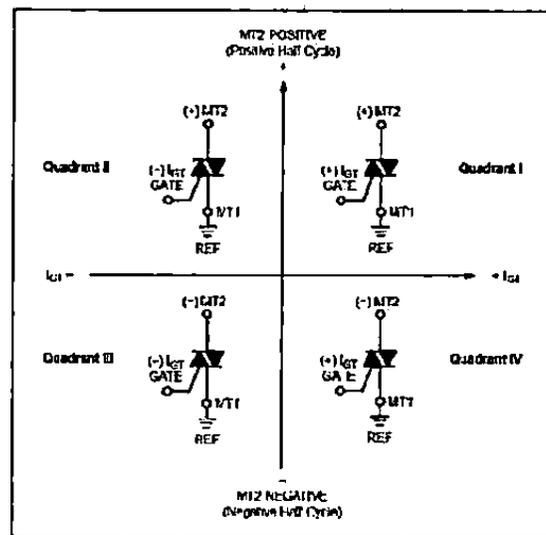
Triac memiliki karakteristik swithcing seperti pada SCR, kecuali bahwa Triac dapat berkonduksi dalam berbagai arah. Triac dapat digunakan untuk mengontrol aliran arus dalam rangkaian AC. Elemen seperti penyearah dalam

M1 dan M2. Pengaturan dilakukan dengan memberi sinyal antara gate (gerbang) dan M1.



**Gambar 2.12** Karakteristik TRIAC

Karena dapat bersifat konduktif dalam dua arah, biasanya Triac digunakan untuk mengendalikan fasa arus AC. Selain itu, karena Triac merupakan bidirectional device, terminalnya tidak dapat ditentukan sebagai anode atau katode. Jika terminal MT2 positif terhadap terminal MT1, Triac dapat dimatikan dengan memberikan sinyal gerbang positif antara gerbang Gate dan MT1, sebaliknya jika terminal MT2 negatif terhadap MT1 maka Triac akan dapat dihidupkan dengan memberikan sinyal pulsa negatif antara gerbang G dan terminal MT1.



**Gambar 2.13** Kuadran Operasi TRIAC

Dalam kenyataannya, sensitifitas bervariasi antara satu kuadran dengan kuadran lain dan Triac biasanya beroperasi di kuadran I+ (tegangan dan arus gerbang positif) atau kuadran III- (tegangan dan arus gerbang negatif). Arus pada terminal M1 dan M2 akan mengalir sesuai dengan besar arus yang diberikan pada terminal gate. Semakin besar tegangan pada terminal gate, semakin besar pula arus tegangan yang mengalir pada M2 ke M1, dengan syarat tegangan yang diberikan pada terminal gate tersebut tidak lebih kecil atau melebihi tegangan yang diberikan pada terminal M1 dan M2.

### 2.6.3 Penggunaan TRIAC

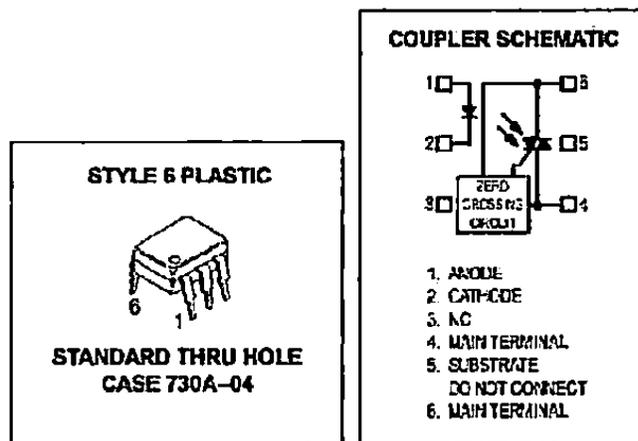
Piranti Triac dipakai secara luas untuk menggantikan ke-dudukan relai dan saklar mekanik konvensional. Triac dapat digunakan sebagai penyearah, tergantung dari cara pemakaian gerbangnya. Triac juga banyak dipakai untuk mengatur siklus piksel LCD, dengan menyambung/memutus arus yang

dihasilkan oleh piksel (picture element) dalam satuan milidetik

Pengembangan karakteristik unsur penyusun Triac dapat menghasilkan waktu on-off yang lebih singkat. Triac kebanyakan digunakan dalam rangkaian kontrol gelombang penuh AC, karena Triac memberikan dua kelebihan dibandingkan dengan dua thyristor. Kelebihan Triac tersebut adalah rancangan keping pendingin yang lebih sederhana dan rangkaian pemacu yang relatif lebih ekonomis.

## **2.7 Triac Opto isolator**

TRIode Alternating Current (TRIAC) Optoisolators merupakan jenis Triac yang mempunyai prinsip kerja seperti saklar elektronik yang diaktifkan oleh cahaya (LED). Triac ini tertanam bersama sebuah LED dalam sebuah rangkaian terintegrasi (Integrated Circuit). Perbedaan Triac Optoisolators dengan Triac biasa yaitu terletak dari cara pengaktifannya. Triac pada umumnya diaktifkan dengan cara memberi arus listrik secara langsung pada terminal gate Triac tersebut, sehingga mengakibatkan arus pada terminal M1 dan terminal M2 terhubung. Pada Triac Optoisolators, terminal gate tidak diberi arus listrik secara langsung, akan tetapi terminal gate yang berupa optik terisolasi diaktifkan oleh cahaya dari sebuah LED. Salah satu contoh dari IC Triac Optoisolators adalah IC tipe



**Gambar 2.14** Bentuk dan Konfigurasi IC MOC3041

Berdasarkan tegangan kerjanya, Triac Optoisolators ini dapat bekerja pada level tegangan 400VAC, MOC3041 memiliki rangkaian zero-crossing. Rangkaian zero-crossing ini berfungsi untuk mendeteksi perpotongan gelombang sinus pada tegangan AC dengan titik nol pada tegangan tersebut (zero point), sehingga dapat memberikan acuan untuk memulai waktu pen-trigger-an.

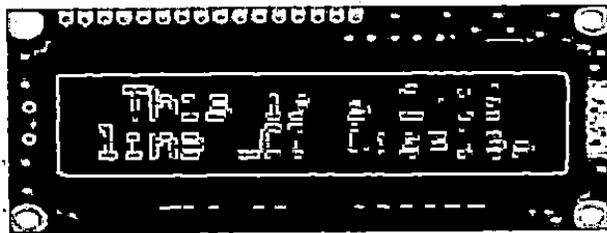
Triac Optoisolators banyak diaplikasikan pada Selenoid/Valve Controls, Lighting Controls, Statics Power Switches, AC Motor Drivers, Temperature Controls, AC Motor starters, Solid State Relays.

Hal-hal yang diperlukan dalam menggunakan optoisolator adalah besarnya arus pada diode infra merah untuk membuat photo triac terkunci (latch), juga besarnya arus maksimum yang mampu dilewati photo triac untuk mengalirkan arus gate pada triac daya. Kemampuan Optoisolator tipe MOC302x dan MOC304x dalam mengisolasi tegangan antara rangkaian kontrol dan rangkaian daya, arus driver maksimum yang boleh diberikan ke komponen Optoisolator MOC302x dan MOC304x, dan tegangan maksimum yang dapat di kontrol

**Tabel 2.1** Karakteristik Opto Isolator

Tipe	Arus maksimum LED	Tegangan puncak <i>v<sub>ic</sub></i>	Tegangan isolasi	Keterangan
MOC 3021	15 mA	400 V	7500 V	-
MOC 3022	10 mA	400 V	7500 V	-
MOC 3023	5 mA	400 V	7500 V	-
MOC 3041	15 mA	400 V	7500 V	zero cross circuit
MOC 3042	10 mA	400 V	7500 V	zero cross circuit
MOC 3043	5 mA	400 V	7500 V	zero cross circuit

## 2.8 LCD 2\*16



**Gambar 2.15** *Liquid Crystal Display*

LCD adalah sebuah dot matriks *Liquid Crystal Display* yang mampu menampilkan 16\*2, membutuhkan daya kecil, dan dilengkapi panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi, serta pengendali LCD CMOS yang telah terpasang dalam modul tersebut. Pengendali memiliki pembangkit karakter ROM/RAM, sehingga modul LCD ini dengan mudah dapat disambungkan dengan unit Mikroprosesor (MPU). LCD tipe ini memiliki penyemat (kaki) sebanyak 16 pin dengan fungsi-fungsi tiap pin yang dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.2** Fungsi-fungsi pin pada LCD 2\*16

No	Simbol	Level	Fungsi
1	V <sub>ss</sub>		power supply, 0 volt (GND)
2	V <sub>cc</sub>		power supply, 5 volt + 10%

3	Vee		power supply, LCD drive
4	RS	H/L	H : data input, L : instruction input
5	R/W	H/L	H : read, L : write
6	E		Enable signal
7	Db0	H/L	DATA BUS
8	Db1	H/L	
9	Db2	H/L	
10	Db3	H/L	
11	Db4	H/L	
12	Db5	H/L	
13	Db6	H/L	
14	Db7	H/L	
15	V+BL		Back light supply 4 - 4.2 volt, 50 – 200 mA
16	V-BL		Back light supply 0 volt (GND)

## 2.9 Sistem Kendali

Istilah sistem kendali dalam teknik listrik mempunyai arti suatu peralatan atau sekelompok peralatan yang digunakan untuk mengatur fungsi kerja suatu mesin dan memetakan tingkah laku mesin tersebut sesuai dengan yang dikehendaki. Fungsi kerja mesin tersebut mencakup antara lain menjalankan (start), mengatur (regulasi), dan menghentikan suatu proses kerja. Pada umumnya, sistem kendali merupakan suatu kumpulan peralatan listrik atau elektronik, peralatan mekanik, dan peralatan lain yang menjamin stabilitas dan transisi halus serta ketepatan

suatu proses kerja. Sistem kendali mempunyai tiga unsur yaitu input, proses, dan output.



**Gambar 2.16** Unsur-unsur sistem kendali

Input pada umumnya berupa sinyal dari sebuah transduser, yaitu alat yang dapat merubah besaran fisik menjadi besaran listrik, misalnya tombol tekan, saklar batas, termostat, dan lain-lain. Transduser memberikan informasi mengenai besaran yang diukur, kemudian informasi ini diproses oleh bagian proses. Bagian proses dapat berupa rangkaian kendali yang menggunakan peralatan yang dirangkai secara listrik, atau juga berupa suatu sistem kendali yang dapat diprogram misalnya PLC.

Pemrosesan informasi (sinyal input) menghasilkan sinyal output yang selanjutnya digunakan untuk mengaktifkan aktuator (peralatan output) yang dapat berupa motor listrik, kontaktor, katup selenoid, lampu, dan sebagainya. Dengan peralatan output, besaran listrik diubah kembali menjadi besaran fisik.

Sistem kendali dibedakan menjadi dua, yaitu sistem kendali loop terbuka dan sistem kendali loop tertutup.

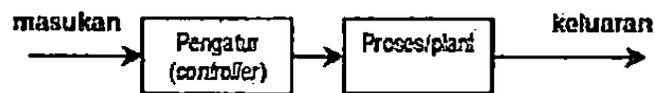
### **2.9.1 Sistem Kendali Loop Terbuka**

Sistem kendali loop terbuka adalah proses pengendalian di mana

di mana sistem kendali loop

terbuka atau umpan maju (feedforward control) umumnya mempergunakan pengatur (controller) serta aktuator kendali (control actuator) yang berguna untuk memperoleh respon sistem yang baik. Sistem kendali ini keluarannya tidak diperhitungkan ulang oleh controller. Suatu keadaan apakah plant benar-benar telah mencapai target seperti yang dikehendaki masukan atau referensi, tidak dapat mempengaruhi kinerja kontroler.

Gambar berikut menunjukkan diagram blok sistem kendali loop terbuka.



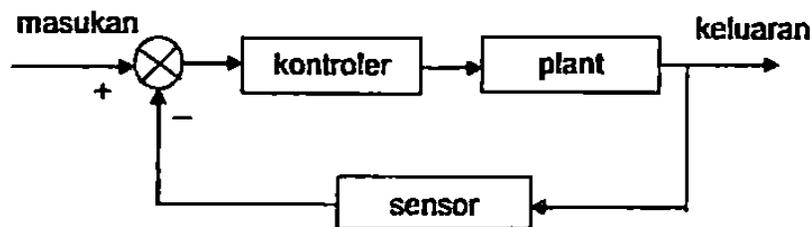
**Gambar 2.17** Sistem pengendalian loop terbuka

### 2.9.2 Sistem Kendali Loop Tertutup

Sistem kendali loop tertutup adalah suatu proses pengendalian di mana variabel yang dikendalikan (output) disensor secara kontinu, kemudian dibandingkan dengan besaran acuan. Variabel yang dikendalikan dapat berupa hasil pengukuran temperatur, kelembaban, posisi mekanik, kecepatan putaran, dan sebagainya. Hasil pengukuran tersebut diumpam-balikkan ke pembanding (komparator) yang dapat berupa peralatan mekanik, listrik, elektronik, atau pneumatik. Pembanding membandingkan sinyal sensor yang berasal dari variabel yang dikendalikan dengan besaran acuan, dan hasilnya berupa sinyal kesalahan. Selanjutnya, sinyal kesalahan diumpankan kepada peralatan kendali dan diproses untuk memperbaiki kesalahan sehingga

menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki. Dengan kata lain, kesalahan sama dengan nol.

Konfigurasi dasar dari suatu sistem pengendalian umpan balik sederhana digambarkan dalam blok diagram sebagai berikut :



**Gambar 2.18** Blok Diagram Sistem Kendali Umpan Balik

Keterangannya adalah sebagai berikut :

- *Input* (masukan) adalah isyarat luar yang diterapkan ke sistem pengendalian umpan balik untuk memerintahkan tindakan tertentu plant tersebut.
- *Comparator* (pembanding) digunakan untuk membandingkan keluaran dengan masukan acuan. *Comparator* ini menghasilkan *error* sebagai isyarat penggerak.
- *Controller* (pengendali) adalah komponen yang diperlukan untuk membangkitkan isyarat pengendalian yang tepat untuk diterapkan ke *plant* tersebut, termasuk didalamnya adalah *aktuator* atau penggerak.
- *Plant* (sistem terkendali) adalah benda, proses, atau mesin, dimana besaran atau keadaan tertentu harus dikendalikan

- Elemen umpan balik (sensor) adalah komponen yang diperlukan untuk menetapkan hubungan fungsional antara isyarat umpan balik primer dan keluaran kendali.

## 2.9 Dimmer

Dimmer adalah rangkaian pengatur intensitas cahaya lampu, dengan rangkaian dimmer, intensitas cahaya lampu bisa diatur sedemikian rupa dari yang paling terang, remang-remang sampai yang paling gelap (mati).

Komponen utama dari rangkaian dimmer ini adalah diac, triac, dan variabel resistor (potensio meter). Diac dan variabel resistor (potensio meter) berfungsi sebagai pengatur bias triac yang menentukan dimana titik kerja on-off dari triac.

Komponen triac itu sendiri sebagai komponen utama yang berfungsi untuk mengatur tegangan AC yang masuk ke lampu