BAB II

DASAR TEORI

2.1 Sumber Cahaya

Pada dasarnya terdapat 2 jenis sumber cahaya, yaitu cahaya alami dan cahaya buatan (*artificial lighting*). Cahaya alami merupakan cahaya yang berasal dari matahari, sedangkan cahaya buatan berasal dari lilin, lampu gas, lampu minyak, dan lain-lain. Kedua sumber cahaya ini mempunyai kelebihan dan kekurangan antara lain: sumber cahaya alami memiliki sifat tidak menentu, tergantung pada iklim, musim, dan cuaca. Sinar *ultraviolet* (UV) yang terkandung dalam cahaya alami dapat merusak struktur permukaan material. Sedangkan cahaya buatan membutuhkan biaya tertentu, namun peletakan dan kestabilan cahaya dapat diatur.

Sumber cahaya alami yang masuk melalui *skylight* ataupun jendela dapat dirancang secara langsung maupun tidak langsung. Dengan penambahan aksesoris seperti tirai, kaca film, ataupun bidang yang disususn pada lubang cahaya sebagai penghalang atau penyaring cahaya akan memberikan efek tertentu dalam ruang dalam. Sedangkan sumber cahaya buatan awalnya mengalami kesulitan untuk penempatan posisi dan untuk mempertahankan kestabilan kuat cahayanya. Namun dengan semakin berkembangnya zaman, cahaya buatan menjadi mudah untuk diaplikasikan di berbagai tempat dan kuat cahayanya dapat diatur sesuai keinginan penggunanya.

Terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan untuk memperoleh pencahayaan yang optimal dan dapat memnuhi fungsi supaya mata dapat melihat dengan jelas dan nyaman yaitu:

- tingkat kuat penerangan (*lighting level*),
- distribusi kepadatan cahaya (*luminance distribution*),
- pembatasan kesilauan (*limitation of glare*),
- kondisi dan iklim ruangan.

2.1.1 Konsep Cahaya

Konsep cahaya pada prinsipya merupakan bentuk gelombang elektromagnetik. Proses gelombang elektromagnetik ini adalah juga merupakan gejala getaran identik dengan frekuensi.

Mengacu pada konsep gelombang elektromagnetik, maka kecepatan rambat gelombang di ruang bebas sama dengan $3x10^5$ km per detik. Panjang gelombang cahaya sangat menentukan terlihat atau tidaknya cahaya tersebut oleh mata manusia. Sehingga panjang gelombang dapat diukur dengan menggunakan persamaan:

$$\lambda \frac{v}{f} \quad \text{.....(2.1)}$$

dimana:

λ = panjang gelombang

v = kecepatan rambat cahaya

f = frekuensi gelombang cahaya

Dikaitkan dengan energi listrik, jika suatu sumber cahaya memancarkan cahaya sebesar 1 watt dengan panjang gelombang 555 $m\mu$, berarti dinilai sama dengan 1 watt cahaya. Jumlah seluruh cahaya yang dipancarkan suatu sumber cahaya dalam satu detik disebut flux cahaya, satuan flux cahaya dinyatakan dalam lumen (lm), 1 watt cahaya kira-kira sama dengan 680 lumen. Semakin besar nilai flux cahaya dari suatu sumber cahaya, maka semakin terang cahaya yang dapat ditangkap oleh mata manusia.

Energi listrik yang dialirkan pada sebuah sumber cahaya (lampu) tidak semuanya terubah sebagai energi cahaya, sebagian besar dari energi listrik tersebut berubah menjadi panas dan hanya sebagian kecil saja yang berubah menjadi gelombang cahaya. Nilainya tergantung dari jenis lampu yang digunakan, namun tidak lebih dari 20% saja.

2.1.2 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya (I) dengan satuan candela (cd) adalah arus cahaya dalam lumen yang diemisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh sebuah sumber cahaya. Kata candela berasal dari *candle* (lilin) merupakan satuan tertua pada teknik penerangan dan diukur berdasarkan intensitas cahaya standar.

Biasanya suatu sumber cahaya tidak memancarkan jumlah fluks persatuan sudut ruang yang sama ke semua arah, jadi umumnya intensitas cahaya suatu sumber berbeda untuk arah yang berlainan. Suatu sumber titik

(ideal) yang memancarkan fluks cahaya merata kesemua arah disebut sumber titik uniform (serba sama).

2.1.3 Fluks Cahaya

Lampu *fluorescent* menghasilkan cahaya melalui pemanasan partikel (filamen) dan hasil dari suatu radiasi sehingga cahaya menjadi lebih terang. Benda yang menghasilkan cahaya disebut dengan *lumen* (benda yang bercahaya). Sebaliknya, benda seperti bulan yang tidak menghasilkan cahaya sendiri, akan tetapi hanya merefleksikan cahaya dari sumber lain disebut dengan *illuminasi* (benda yang tidak bercahaya).

Jumlah cahaya yang terlihat dan dipancarkan oleh suatu sumber dinyatakan oleh fluks pancaran cahaya total F dari sumber (*total luminous flux*). Menurut definisi, fluks pancaran cahaya total yang berasal dari sumber titik isotropik yang memiliki intensitas pancaran cahaya I (*luminous intensity*) adalah:

$$F = 4\pi . I$$

.....(2.2)

dimana:

F = Fluks pancaran cahaya total

π = 3,14

I = intensitas cahaya

Satuan fluks adalah *lumen* (lm)

2.2 Lampu

Lampu pertama kali ditemukan pada tahun 1878 oleh Thomas Alfa Edison dalam bentuk lampu pijar. Konsep dasar dari sebuah lampu adalah salah satu bentuk pemanfaatan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari transfer energi fisik maupun kimiawi yang terjadi pada saat lampu menyala. Energi elektromagnetik tidak semuanya dapat terlihat oleh mata telanjang, hanya gelombang antara 380 nm sampai dengan 750 nm saja yang dapat dengan mudah diubah menjadi terlihat oleh manusia. Gelombang yang terlihat oleh manusia itulah yang selanjutnya merupakan cahaya yang dihasilkan lampu.

Ada beberapa macam lampu yang kita gunakan saat ini diantaranya adalah lampu *Incandescent*, lampu *fluorescent* (TL) dan lampu halogen.

- Lampu *Incandensent*

  Lampu jenis ini lebih dikenal dengan sebutan lampu pijar. Lampu pijar menghasilkan cahaya ketika arus listrik melewati filamen yang mempunyai resistivitas tinggi sehingga menyebabkan kerugian tegangan yang selanjutnya menyebabkan kerugian daya dan mengakibatkan panas pada filamen dan panas inilah yang menghasilkan cahaya (Muhaimin, 2001). Semakin panas filament tersebut maka cahaya yang dipancarkan oleh lampu semakin terang.

  Daya yang didisipasikan oleh filament lampu pijar dipengaruhi tegangan kerja dan resistansi filament pada kondisi panas yang dirumuskan.

  $$Pd = \frac{V^2}{R} \quad \text{.....(2.3)}$$

  Dimana.

- Pd = Daya yang didisipasikan
- V = tegangan kerja
- R = resistansi filament

Temperatur kerja filament saat menyala dapat mencapai 2500^0C samapai 3000^0C kondisi ini mengakibatkan resistansi filamen naik menjadi 15 kali pada kondisi dingin.



Gambar 2.1 Bentuk lampu *incandensent*.

- Lampu *fluorescent* TL (*Tube Luminesent*)

Lampu ini lebih dikenal dikalangan masyarakat indonesia dengan nama lampu TL. Lampu ini dikembangkan sejak tahun 1980, bekerja dengan menggunkan gas *fluor* untuk menghasilkan cahaya. Energi listrik akan membangkitkan emisi gas di dalam tabung lampu sehingga akan timbul sinar ultraviolet. Sinar-sinar yang membentur bubuk *fluorescent* yang dilapiskan pada bagian dalam tabung mengubah sinar ultraviolet menjadi radiasi dalam spektrum yang dapat dilihat.



Gambar 2.2 Bentuk lampu TL *(Tube Luminesent)*.

- Lampu Halogen.

Lampu halogen adalah lampu pijar yang diisi dengan gas dan diberi sedikit campuran yodium. Sewaktu lampu menyala atau kawat wolfram pijar akan terjadi reaksi kimia yang dapat mengembalikan penguapan kawat wolfram karena suhu yang tinggi. Umumnya lampu halogen bentuknya kecil dan temperature kawat pijarnya sangat tinggi. Bola lampu halogen dari kwarsa. Lampu halogen sering juga disebut lampu yodium.

Lampu halogen menghasilkan flux cahaya spesifik 20lm/watt, umur nyala lampu berkisar 2000jam. Sedangkan untuk flux cahaya 25 lm/watt umur nyala lampu relative lebih pendek kira-kira 200 jam.



Gambar 2.3 Bentuk lampu halogen.

2.3 Ballast Elektromagnetik

Fungsi utama dari ballast pada lampu *fluorescent* adalah untuk membatasi aliran arus listrik agar rangkaian lampu bekerja sesuai dengan range daya yang dibutuhkan. Prinsip kerja dari ballast elektromagnetik pada lampu TL yaitu ketika tegangan AC 220 volt dihubungkan ke satu set lampu TL maka tegangan diujung-ujung *starter* sudah cukup untuk membuat gas neon di tabung *starter* panas (terionisasi), sehingga *starter* yang dalam kondisi normalnya "*open*" akan menjadi "*closed*". Oleh karenanya gas neon menjadi dingin (deionisasi), dan dalam kondisi starter "*closed*" ini terdapat aliran arus yang memanaskan *filament* tabung lampu TL sehingga gas didalam tabung lampu TL terionisasi.

Pada saat gas neon di dalam tabung starter sudah cukup dingin maka bimetal di dalam tabung starter tersebut akan "*open*" kembali sehingga ballast akan menghasilkan *spike* tegangan tinggi yang mengakibatkan lompatan *electron* dari kedua elektroda dan memendarkan lapisan *fluorescent* pada tabung lampu TL tersebut. Peristiwa ini akan berulang ketika gas dalam tabung lampu TL tidak terionisasi penuh sehingga tidak terdapat cukup arus yang melewati *filament* lampu tersebut. Lampu tersebut akan tampak berkedip, selain itu jika tegangan induksi dari ballast tidak cukup besar walaupun tabung neon TL tersebut sudah terionisasi penuh tetap tidak akan menyebabkan lompatan electron dari salah satu elektroda tersebut.

Jika proses "*starting up*" pertama tidak berhasil maka tegangan diujung-ujung *starter* cukup untuk membuat gas neon di dalamnya terionisasi (panas) sehingga *starter* "*closed*". Dan seterusnya sampai lampu TL masuk pada kondisi *steady state* yaitu saat impedansinya turun menjadi ratusan ohm. Impedansi dari tabung akan

turun dari ratusan mega ohm menjadi ratusan ohm saja pada saat kondisi *steady state*. Arus yang ditarik oleh lampu TL tergantung pada dari impedansi trafo ballast seri dengan impedansi lampu TL. Sselain itu karena tidak ada sinkronisasi dengan tegangan input maka ada kemungkinan ketika starter berubah kondisi dari "*closed*" ke "*open*" terjadi pada saat tegangan AC turun mendekati nol sehingga tegangan yang dihasilkan ballast tidak cukup menyebabkan lompatan *electron* pada tabung TL.



Gambar 2.4 Trafo Ballast dan Starter pada lampu TL

2.4 Modulasi

Modulasi didefinisikan sebagai proses dimana beberapa karakteristik *carrier* bervariasi terhadap gelombang pemodulasi. Modulasi melibatkan dua buah sinyal, yaitu sinyal pemodulasi, yang mempresentasikan pesan yang akan dikirim, dan *carrier* (gelombang pembawa) yang sesuai dengan aplikasi yang diterapkan.

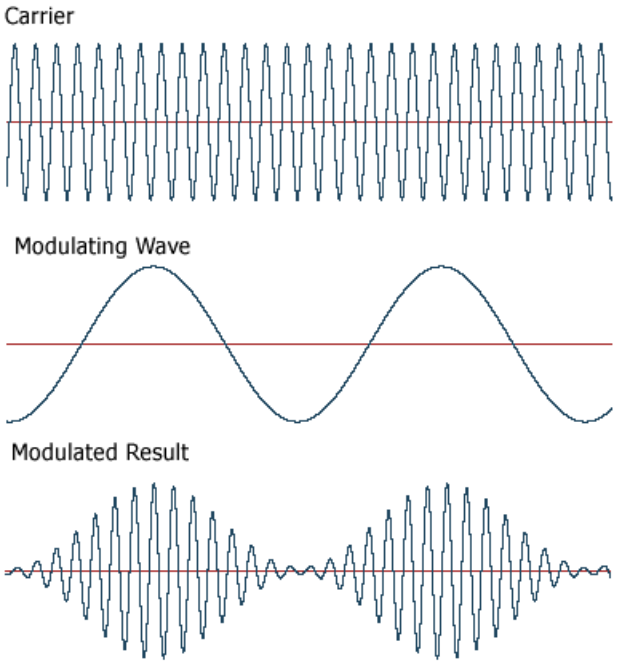
Pada dasarnya modulasi secara garis besar terbagi atas modulasi analog dan digital. Perbedaan mendasar antara modulasi analog dan digital terletak pada bentuk sinyal informasinya. Pada modulasi analog, sinyal informasinya berbentuk analog.

Sedangkan pada modulasi digital, sinyal informasinya berbentuk digital dan sinyal *carrier* nya analog.

Modulasi analog umumnya memakai teknik:

- *Amplitudo Modulation* (AM)

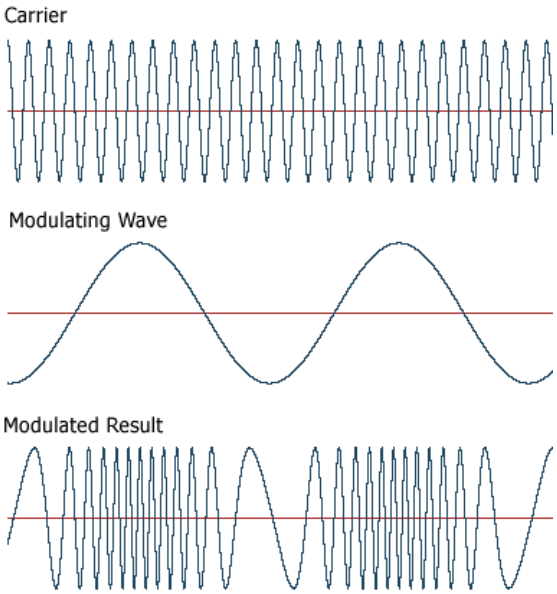
  Modulasi ini merupakan modulasi yang paling sederhana dimana frekuensi pembawa atau carrier diubah amplitudonya sesuai dengan signal informasi atau *message signal* yang akan dikirim.



Gambar 2.5 Sinyal termodulasi AM.

- *Frequency Modulation* (FM)

  Frekuensi dari gelombang pembawa (*carrier wave*) diubah-ubah menurut besarnya amplitudo dari sinyal informasi. Karena noise pada umumnya terjadi dalam bentuk perubahan amplitudo, FM lebih tahan noise dibandingkan dengan AM



Gambar 2.6 Sinyal termodulasi FM.

Modulasi digital umumnya memakai teknik:

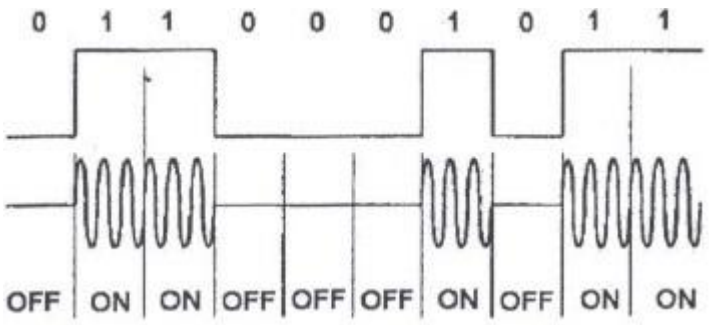
- *Amplitudo Shift Keying* (ASK) merupakan pengiriman signal berdasarkan pergeseran amplitude. Modulasi yang mewakili data digital sebagai variasi dalam amplitudo gelombang carrier.
- *Frekuensi Shift Keying* (FSK) merupakan pengiriman signal melalui pergeseran frekuensi.
- *Phase Shift Keying* (PSK) merupakan pengiriman signal melalui pergeseran phasa.

2.5 Modulasi *Amlplitudo Shift Keying* (ASK)

Sinyal termodulasi ASK dapat diekpresikan sebagai:

$$X_{ASK}(t) = A_f \cos(\omega_c + \phi_0) \quad 0 \leq t \leq T \quad i = 1,2,\dots,M, \qquad (2.4)$$

Dengan amplitudo Ai mempunyai M harga yang mungkin, frekuensi angular ω_c dan *phase* ϕ_0 adalah konstan. Jika M = 2 (A_1 = 0 dan A_2 =A, dengan A adalah konstanta sembarang), X_{ASK} (t) merupakan sinyal biner ASK termodulasi seperti pada Gambar 2.4. Sinyal ASK mentranmisikan pesan biner ketika data modulasi adalah logika *high* dan off ketika modulasi sinyal adalah logika *low.* Sering juga disebut dengan *Modulasi On-Off Keying (OOK).*

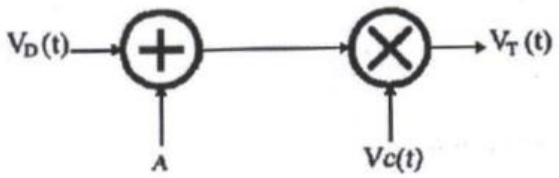


Gambar 2.7 Sinyal ASK termodulasi.

Gambar 2.7 menunjukkan modulator ASK, A merepresentasikan bias dc, sinusoidal carrier $V_c(t) = A_c \cos\pi 2f_c t$, dan modulasi sinyal $V_D(t)$ adalah data biner. Sinyal termodulasi $V_T(t)$ dapat diekpresikan sebagai:

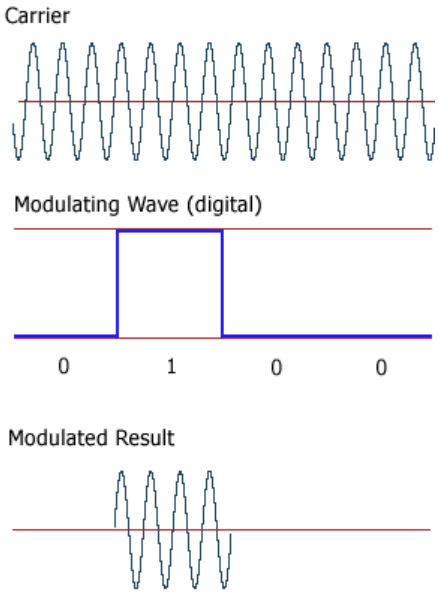
$$V_t(t) = [V_D(t) + A]A_c cos 2\pi f_c t \quad \text{.....(2.5)}$$

Bentuk sinyal dari $V_D(t)$, $[V_D(t) + A]$ dan $V_T(t)$ digambarkan pada Gambar 2.6. Terlihat bahwa sinyal ASK termodulasi $V_T(t)$ terdiri dari tingkat $[V_D(t) + V_L]A_C$ dan $[V_D(t) + V_H]A_C$ bergantung pada V_L dan V_H dari sinyal modulasi $V_D(t)$ secara berturut-turut.



Gambar 2.8 Blok Diagram dari Modulator ASK

Sistem komunikasi digital disebut *coherent* jika *local reference* dapat digunakan sebagai demodulasi yang *in-phase* dengan *carrier* tranmisi (dengan pergeseran *phase* tetap dari perhitungan delay transmisi). Atau, disebut *non-coherent* yaitu sebaliknya, jika sinyal periodik dapat digunakan pada *receiver* yang sinkron dengan bagian sinyal digital tranmisi (sebagai *clock*), sistem termasuk *synchronous*, jika teknik signaling dilakukan sehingga *clock* tersebut tidak diperlukan, sistem disebut *asynchronous*.



Gambar 2.9 Bentuk Sinyal Modulator ASK

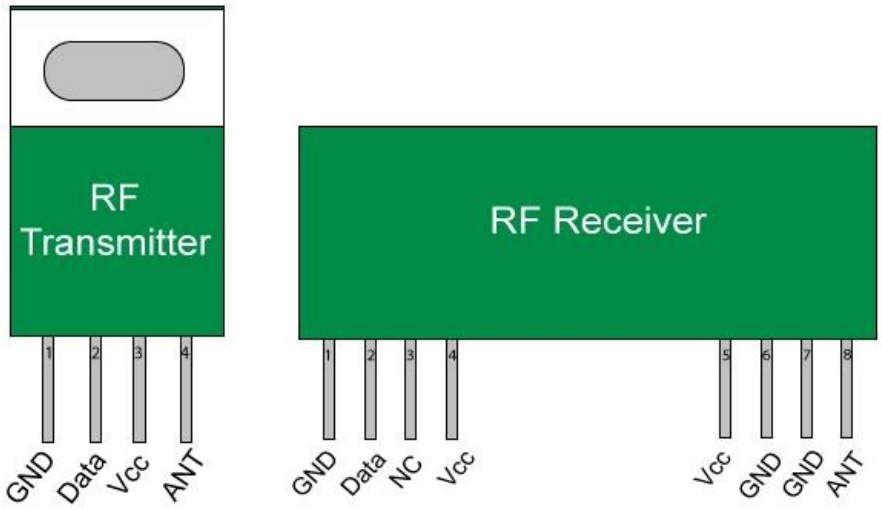
2.6 Modulasi digital ASK dengan menggunakan modul TLP 434 dan RLP 434

Akhir-akhir ini, terdapat kecenderungan penggunaan komunikasi data secara *wireless* dalam aplikasi komputer, PDA, ponsel dll. Berbagai macam teknologi digunakan sebagai sarana komunikasi nirkabel seperti RF, Infra Red, Bluetooth, *Wireless* LAN dan sebagainya. Modul RF yang digunakan adalah TLP-434 yang berfungsi sebagai pemancar dan RLP-434 yang berfungsi sebagai penerima. Penggunaan modul TLP dan RLP 434A sebagai modul RF (Radio Frekuensi) pada tugas akhir ini, selain kemampuannya di dalam pengiriman dan penerimaan data yang cukup baik, harganya tergolong relatif murah.

Modul TLP dan RLP 434A dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler atau peralatan digital yang lainnya. Input data adalah serial dengan level TTL (*Transistor-Transistor Logic*). Jarak pancar maksimum dari modul RF ini adalah 100 meter tanpa halangan dan 30 meter di dalam gedung. Ukuran daya pancar dapat dipengaruhi oleh faktor antena, kebisingan, dan tegangan kerja dari pemancar. Panjang antena yang digunakan adalah 17 cm, dan terbuat dari kawat besi. Modul RF ini berbentuk IC dengan kemasan sil (S*ingle In Iine*).



Gambar 2.10 Modul TLP 434 dan RLP 434.



Gambar 2.11 Konfigurasi modul TLP 434 dan RLP 434.

Tabel 2.1 Susunan pin modul TLP 434A.

Pin	Fungsi	Nama
1	Ground (0V)	Ground
2	Serial data input pin	Data
3	Supply voltage; 5V	Vcc
4	Antenna output pin	ANT

Tabel 2.2 Susunan pin modul RLP 434A.

Pin	Fungsi	Nama
1	Ground (0V)	Ground
2	Serial data output pin	Data
3	Linear output pin; not connected	NC
4	Supply voltage; 5V	Vcc
5	Supply voltage; 5V	Vcc
6	Ground (0V)	Ground
7	Ground (0V)	Ground
8	Antenna input pin	ANT

2.7 Keypad (3x4)

Keypad Module merupakan suatu modul *keypad* berukuran 3 kolom x 4 baris. Modul ini dapat difungsikan sebagai *input* dalam aplikasi seperti pengaman *digital*, absensi, pengendali kecepatan motor, robotik, dan sebagainya.

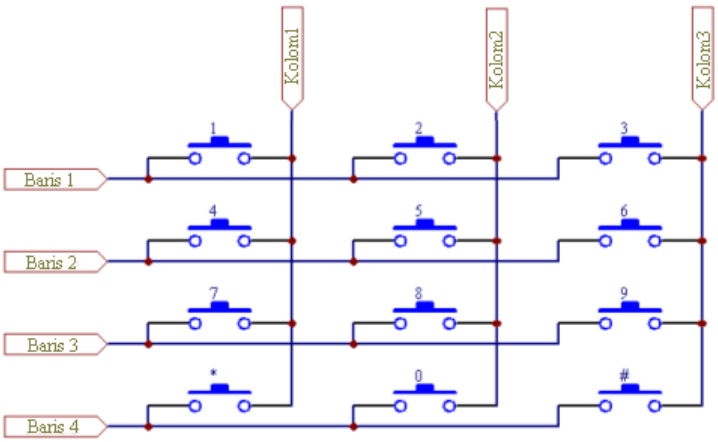
Spesifikasi *Hardware* adalah sebagai berikut :

1. Memiliki 12 tombol (fungsi tombol tergantung aplikasi).
2. Memiliki konfigurasi 4 baris dan 3 kolom.

Tabel 2.3 Keypad 3x4.

		Kolom		
		C1	C2	C3
Baris	R1	1	2	3
	R2	4	5	6
	R3	7	8	9
	R4	*	0	#

Penggunaan *Keypad* dilakukan dengan cara menjadikan tiga buah kolom sebagai inputan dan empat buah baris sebagai outputnya. Dibawah ini adalah rangkaian dasar keypad yang berfungsi sebagai inputan.



Gambar 2.12 Konfigurasi keypad 3x4.

Cara kerja rangkaian *keypad*:

1. apabila kolom pertama diberi '0', kolom kedua dan kolom ketiga diberi '1' maka program akan mengecek tombol 1, 4, 7, dan *, sehingga apabila salah satu baris berlogika '0' maka ada tombol yang ditekan,
2. apabila kolom pertama dan kolom ketiga diberi '1', kolom kedua '0' maka program akan mengecek tombol 2, 5, 8, dan 0, sehingga apabila salah satu baris berlogika '0' maka ada tombol yang ditekan,
3. apabila kolom pertama dan kedua diberi '1', kolom ketiga diberi '0' maka program akan mengecek tombol 3, 6, 9, dan #, sehingga apabila salah satu baris berlogika '0' maka ada tombol yang ditekan.

Kemudian kembali ke semula, artinya program looping terus mendeteksi data kolom dan data baris, cara ini disebut *scanning* atau penyapuan *keypad* untuk mendapatkan saklar mana yang ditekan. Berikut ini tabel kebenaran hasil dari scaning keypad 3x4.

Tabel 2.4 Data Keypad.

No	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Baris 1	Baris 2	Baris 3	Baris 4
1	0	1	1	0	1	1	1
4	0	1	1	1	0	1	1
7	0	1	1	1	1	0	1
*	0	1	1	1	1	1	0
2	1	0	1	0	1	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1
8	1	0	1	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1	1	0
3	1	1	0	0	1	1	1
6	1	1	0	1	0	1	1
9	1	1	0	1	1	0	1
#	1	1	0	1	1	1	0

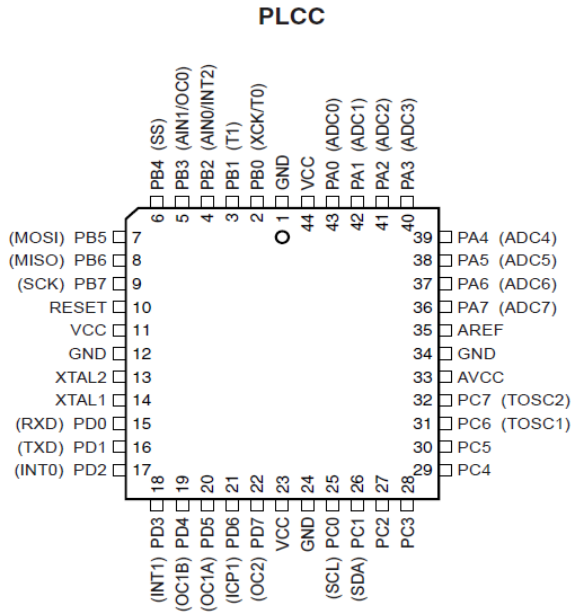
2.8 Mikrokontroller Atmega8535

AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator* eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal oscillator. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 *byte* sampai dengan 512 byte.

ATMega8535 merupakan salah satu mikrokontroler 8 bit buatan Atmel untuk keluarga AVR yang diproduksi secara masal pada tahun 2006. Karena merupakan keluarga AVR, maka ATMega8535 juga menggunakan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*).

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu memiliki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* (lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS51 yang memiliki arsitektur *Complex Intruction Set Computer* (CISC)). ATMega8535 memiliki fitur , antara lain:

1. Sistem mikroprosesor berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 Mhz.
2. Memiliki *memory flash* untuk program sebesar 8 Kb.
3. SRAM sebesar 512 *byte.*
4. EEPROM sebesar 512 *byte.*
5. 2 buah *Timer/Counter* 8-*bit* 1 buah *Timer*/*Counter* 16-*bit.*
6. 4 *channel* PWM *channel.*
7. ADC dengan resolusi 10-*bit*.
8. Komunikasi USART.



Gambar 2.13 Konfigurasi pin Atmega8535 tipe PLCC

Berikut penjelasan fungsi-fungsi pin ATMega8535:

- VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai *pin* masukan catu daya.
- GND merupakan *pin ground*.
- PORTA (PA0..PA7) merupakan *pin* I/O dua arah dan *pin* masukan ADC
- PORTB (PB0..PB7) merupakan *pin* I/O dua arah dan *pin* fungsi khusus, yaitu *timer*/*counter*, *comparator analog*,dan SPI.
- PORTC (PC0..PC7) merupakan *pin* I/O dua arah dan *pin* fungsi khusus, yaitu TWI, *comparator analog* dan *timer oscillator*.
- PORTD (PD0..PD7) merupakan *pin* I/O dua arah dan *pin* fungsi khusus, yaitu *comparator analog*, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
- *RESET* merupakan *pin* yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
- XTAL1 dan XTAL2 merupakan *pin* masukan *clock* eksternal.

- AVCC merupakan *pin* masukan tegangan untuk ADC.
- AREF merupakan *pin* masukan tegangan referensi ADC.

ATMega8535 memiliki 4 buah PORT I/O dinamakan PORTA, PORTB, PORTC, dan PORTD. Masing-masing PORT memiliki 3 *register* PORTx, DDRx dan PINx (x = urutan, misalnya PORTA, DDRA, PINA). Masing-masing *register* dapat diatur dan dibaca tiap *bit*-nya. DDRx merupakan *register* pengaturan arah PORT, sedangkan PORTx digunakan untuk mengeluarkan dan PINx untuk membaca dari PORT.

Tabel 2.5 Pengaturan PORT mikrokontroler ATmega8535

Inisialisasi	DDR *bit* = 1	DDR *b*it = 0
PORT *bit* = 1	*Output High*	*Input Pull-up*
PORT *bit* = 0	*Output Low*	*Input floating (Tri-state)*

2.8.1 Timer/Counter.

ATmega8535 Memiliki 3 buah *timer/counter*, yaitu *timer/counter0* (8-*bit*), *Timer/counter1* (16-*bit*) dan *timer/counter2* (8-*bit*). Penjelasan untuk masing-masing *timer/counter* akan dijelaskan sebagai berikut:

1. *Timer/Counter0 dan Timer/Counter2*

   Timer/counter0 dan *timer/counter2* adalah 8-*bit timer/counter* yang serbaguna. Kedua *timer/counter* tersebut memiliki fitur antara lain:

   a. 1 *channel counter*,

   b. *timer* dinolkan (*clear*) pada *match-compare* (*auto reload*),

   c. *glitch-free, phase correct pulse width modulator* (PWM),

d. *counter* yang di-*trigger* dari luar (hanya pada *timer/counter0*),

e. 10-*bit clock prescaler*,

f. interupsi pada saat *overflow* (TOVn) dan *match compare* (OCFn).

Register TCNTn (*Timer/Counter Register*) merupakan *register* yang menyimpan nilai dari *timer/counter*. *Register* OCRn (*Output Compare Register*) merupakan *register* pembanding, jika nilai OCRn = TCNTn maka terjadi *Compare Match*. *Compare Match* dapat digunakan untuk menghasilkan pulsa pada *pin* OCn. Pengaturan *timer/counter0* dan *timer/counter2* dilakukan melalui *register Timer/Counter Control Register* (TCCRn).

2. Timer/Counter1

Timer/counter1 merupakan *timer/counter* 16-*bit* yang memungkinkan pewaktuan yang lebih akurat. Fitur dari *Timer/Counter1* antara lain:

a. 16-*bit* (memungkinkan untuk 16-*bit* PWM), 2 buah *compare unit*,

b. 2 buah *register* pembanding,

c. 1 buah *input capture unit* dengan *noise canceller*,

d. *clear timer* pada *match compare* (*auto reload*),

e. *glitch-free*, *Phase Correct Pulse Width Modulator* (PWM),

f. perioda PWM yang dapat diubah-ubah,

g. generator frekuensi,

h. *counter* yang di-*trigger* dari luar,

i. 4 buah pemicu interupsi, (TOV1, OCF1A, OCF1B, and ICF1).

Register TCNT1H:TCNT1L (*Timer/Counter1 Register*) merupakan *register* 16-*bit* yang menyimpan nilai dari *timer/counter1*. *Timer/counter1* memiliki 2 *register* pembanding OCR1AH:OCR1AL dan OCR1BH:OCR1BL (*Output Compare Register*) merupakan *register* pembanding 16-*bit*.

Selain diatas *timer/counter1* juga memiliki *register* ICR1H:ICR1L (*Input Capture Register*) yang mencacah kejadian pada *pin* ICP1. Pengaturan *timer/counter1* dilakukan melalui 2 buah *register Timer/Counter1 Control Register* (TCCR1A dan TCCR1B).

2.8.2 Interrupt/Interupsi

Interupsi adalah kondisi di mana pada saat program utama dieksekusi/dikerjakan oleh CPU kemudian tiba-tiba berhenti untuk sementara waktu karena ada rutin lain yang harus ditangani terlebih dahulu oleh CPU, dan setelah selesai mengerjakan rutin tersebut CPU kembali mengerjakan instruksi pada program utama. ATmega8535 mempunyai beberapa 21 buah sumber interupsi. Untuk mengaktifkan *interrupt bit* I (*Global Interrupt Enable*) pada SREG perlu diaktifkan terlebih dahulu kemudian melakukan pengaturan pada *register* yang bersesuaian untuk masing-masing *interrupt*.

Tabel 2.6 Alamat *Interrupt*

No	Nama	Alamat	Sumber
1	Reset	0x0000	*Reset*
2	INT0	0x0001	*External Interrupt Request 0*
3	INT1	0x0002	*External Interrupt Request 1*
4	TIMER2 COMP	0x0003	*Timer/Counter 2 Compare Match*

5	TIMER2 OVF	0x0004	*Timer/Counter 2 Overflow*
6	TIMER1 CAPT	0x0005	*Timer/Counter 1 Capture Event*
7	TIMER1 COMPA	0x0006	*Timer/Counter 1 Compare Match A*
8	TIMER1 COMPB	0x0007	*Timer/Counter 1 Compare Match B*
9	TIMER1 OVF	0x0008	*Timer/Counter 1 Overflow*
10	TIMER0 OVF	0x0009	*Timer/Counter 0 Overflow*
11	SPI STC	0x000A	*Serial Transfer Complete*
12	USART RXC	0x000B	*USART Rx Complete*
13	USART UDRE	0x000C	*USART Data Register Empty*
14	USART TXC	0x000D	*USART Tx Complete*
15	ADC	0x000E	*ADC Conversion Complete*
16	EE_RDY	0x000F	*EEPROM Ready*
17	ANA_COMP	0x0010	*Analog Comparator*
18	TWI	0x0011	*Two-Wire Serial Interface*
19	INT2	0x0012	*External Interrupt Request 2*
20	TIMER2_COMP	0x0013	*Timer/Counter0 Compare Match*
21	SPM_RDY	0x0014	*Store Program Memory Ready*

2.8.3 Komunikasi serial Atmega8535

ATMega8535 telah dilengkapi *Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter* (USART). Terdapat 2 jenis cara komunikasi USART, yaitu : sinkron dan asinkron. Melalui USART dapat dilakukan komunikasi serial dengan komputer atau perangkat lainnya.

Komunikasi USART dilakukan melalui *kaki* RXD (PD0) dan TXD (PD1) serta *kaki* XCK (PB0) untuk komunikasi serial sinkron. Untuk mengontrol USART digunakan *register* UCSRA, UCSRB dan UCSRC (USART *Control and Status Register* A,B,C) dan UBRR (USART *Baud Rate Register*). Untuk mengirim dan terima digunakan register UDR (USART

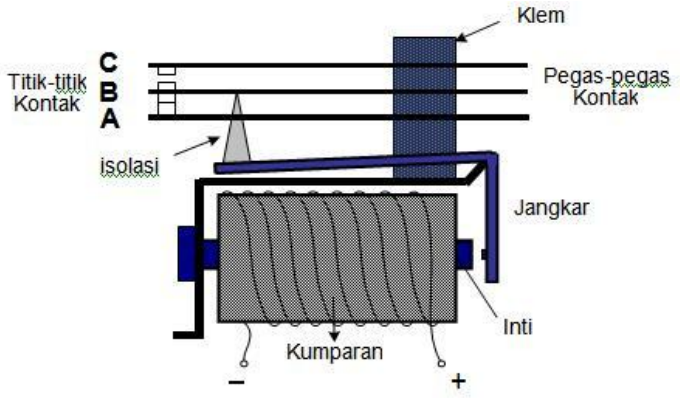
Data Register), menulis ke UDR akan mengirimkan data sedangkan membaca dari UDR akan mengambil data dari *buffer*.

2.9 Relay

Relay merupakan salah satu komponen yang dapat digunakan dalam pensaklaran (*switching*). Switching dapat dilakukan terhadap suatu beban dengan tegangan dan daya tinggi berdasarkan input sinyal yang lebih rendah. Pensaklaran dengan menggunakan relay dilakukan secara mekanik dengan memanfaatkan medan magnet yang dibangkitkan oleh solenoid berdaya rendah. Relay ini menghubungkan rangkaian beban ON atau OFF dengan pemberian energi elektromagnetis. Relay mempunyai variasi aplikasi yang luas baik pada rangkaian listrik maupun elektronis, misalnya digunakan pada control dari kran-daya cairan dan di banyak kontrol urutan mesin, misalnya operasi pemboran (tanah), pemboran plat.

Relay biasanya hanya mempunyai satu kumparan, tetapi relay dapat mempunyai beberapa kontak. Relay elektromekanis berisi kontak diam dan kontak bergerak. Kontak yangbergerak dipasangkan pada plunger. Kontak ditunjuk sebagai *normally open* (NO) dan *normally close* (NC). Apabila kumparan diberi tenaga, terjadi medan elektromekanis. Aksi pada medan pada gilirannya menyebabkan plunger bergerak pada kumparan menutup kontak NO dan membuka kontan NC.

Karena dalam transistor tidak dapat berfungsi sebagai *switch* (saklar) tegangan AC atau tegangan tinggi yang arusnya lebih besar (>5 ampere). Sehingga dibutuhkan *relay* yang berfungsi sebagai saklar yang bekerja berdasarkan *input*-an yang dimilikinya.



Gambar 2.14 Kontruksi *relay.*

Relay merupakan aplikasi elektromagnetik sesungguhnya dimana ia tersusun atas kumparan kawat beserta sebuah inti besi lunak. Pada dasarnya *relay* adalah sakelar elektromagnetik yang bekerja apabila arus mengalir melalui kumparannya, sehingga inti besi menjadi magnet dan manarik kontak bila gaya magnet mengalahkan gaya pagas yang melawannya. Sehingga kontak antara A dan B terputus(terbuka), dan membuat kontak B dan C menutup.

Keuntungan *relay*:

- Dapat digunakan untuk *switch* AC dan DC.
- *Relay* dapat dijadikan sebagai *switch* tegangan tinggi.
- *Relay* pilihan yang tepat untuk *switch* arus yang besar.



Gambar 2.15 Relay SPDT.

2.10 Optocoupler

Optocoupler digunakan untuk mengisolasi antara rangkaian AC dengan Rangkaian DC. Berdasarkan arti katanya Opto berarti optic dan coupler (kopling), berarti pemicu sehingga bias diartikan *optocupler* bekerja berdasarkan picu cahaya optic dan digunakan sebagai saklar elektrik yang bekerja secara otomatis. *Optocoupler* terdiri dari berbagai jenis (baik merek, bentuk dan tipe). *Optocoupler* terdiri dari dua bagian yaitu:

1. Bagian transmitter yang dibangun dari sebuah LED infra merah. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarakan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang.
2. Bagian receiver yang dibangun dengan dasar komponen photodiode. Photodiode merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suau sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spectrum infra merah. Karena spectrum infra merah mempunyai efek

panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka photodiode lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah.

Oleh karena itu, *optocoupler* dapat dikatakan sebagai gabungan dari LED infra merah dengan photodiode yang terbungkus menjadi satu chip. LED infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Jika diberi bias maju, LED infra merah yang terdapat pada *optocoupler* akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer. Photodiode merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai detektor cahaya infra merah.

Proses terjadinya pancaran cahaya pada LED infra merah dalam *optocoupler* adalah sebagai berikut, saat dioda menghantarkan arus, electron lepas dari ikatannya karena memerlukan tenaga dari catu daya listrik. Setelah *electron* lepas, banyak *electron* yang bergabung dengan lubang yang ada di sekitarnya (memasuki lubang lain yang kosong).

Pada saat masuk lubang yang lain, *electron* melepaskan tenaga yang akan diradiasikan dalam bentuk cahaya, sehingga diode akan menyala atau memancarkan cahaya pada saat dilewati arus. Cahaya infra merah yang terdapat pada *optocoupler* tidak perlu lensa untuk memfokuskan cahaya karena dalam satu chip mempunyai jarak yang dekat dengan penerimanya.

Prinsip kerja dari *optocoupler* adalah:

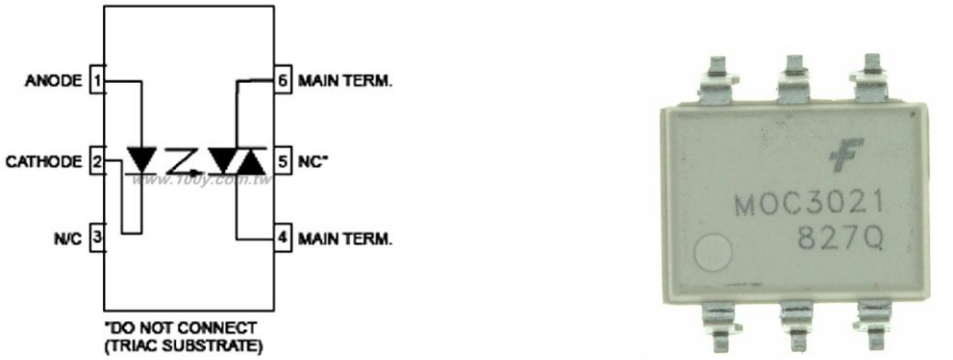
1. Jika antara photodioda dan LED terhalang maka photodioda tersebut akan off sehingga output dari kolektor akan berlogika high.

2. Sebaliknya jika antara photodiode dan LED tidak terhalang maka photodiode tersebut akan on sehingga outputnya akan berlogika low.

Ditinjau dari penggunaanya, fisik *optocoupler* dapat berbentuk macam-macam. Bila hanya digunakan untuk mengisolasi level tegangan atau data pada sisi transmitter dan sisi receiver, maka *optocoupler* ini biasanya dibuat dalam bentuk solid (tidak ada ruang antara LED dan photodioda). Sehingga sinyal listrik yang ada pada input dan output akan terisolasi. Dengan kata lain optocoupler ini digunakan sebagai optoisolator jenis IC.

Sebagai piranti elektroonika yang berfungsi sbagai pemisah antara rangkaian power dengan rangkaian kontrol. Komponen ini merupakan salah satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on/off-nya. *Optocoupler* yang juga disebut sensor digunakan sebagai isolator dari rangkaian tegangan rendah ke rangkaian tertegangan tinggi.

IC MOC 3021 memiliki 6 kaki, kaki anoda (1) , kaki katoda (2), kaki (4) dan (6) dihubungkan ke beban dan kaki 3 dan 5 tidak digunakan (*not connected*). *Optocoupler* bisa juga dikatakan sebagai driver TRIAC karena secara tidak langsung, *optocoupler* yang memberikan pemicu pada kaki *gate* TRIAC.

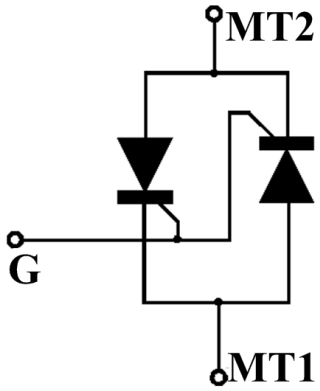


Gambar 2.16 Konfigurasi (kiri) dan Bentuk fisik (kanan) MOC3021

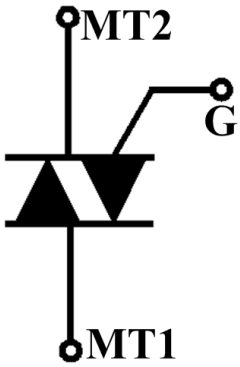
2.11 Triac

TRIAC merupakan singkatan dari *TRIode Alternating Current*, yang artinya adalah saklar triode untuk arus bolak-balik. TRIAC adalah pengembangan dari pendahulunya yaitu DIAC dan SCR. Ketiganya merupakan sub-jenis dari Thyristor, piranti berbahan silikon yang umum digunakan sebagai saklar elektronik, disamping transistor dan 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 (*Silicon Controlled Rectifier*) atau Thyristor yang dirancang anti paralel dengan 1 (satu) buah elektroda gerbang (*gate electrode*) yang menyatu. SCR merupakan piranti zat padat (*solid state*) yang berfungsi sebagai sakelar daya berkecepatan tinggi.

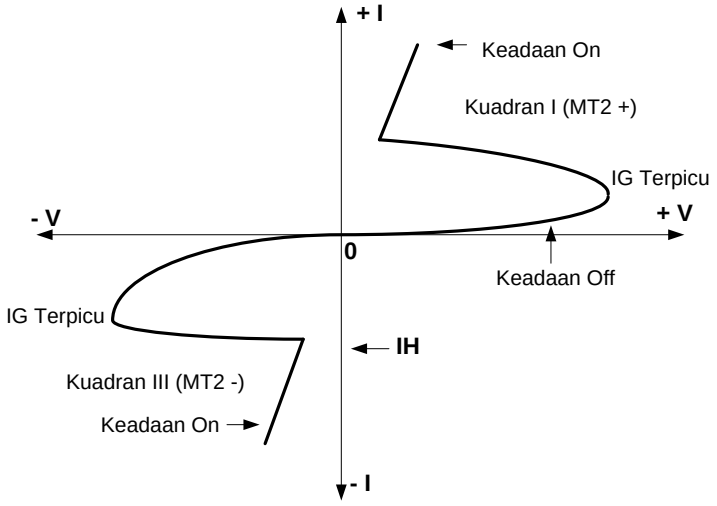


Gambar 2.17 Rangkaian ekuivalen TRIAC.



Gambar 2.18 Simbol TRIAC.

TRIAC memiliki karakteristik swicthing 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 kedua arah menunjukkan kemungkinan dua aliran arus antara terminal utama MT1 dan MT2. Pengaturan dilakukan dengan menerapkan sinyal antara gate (gerbang) dan MT1.0



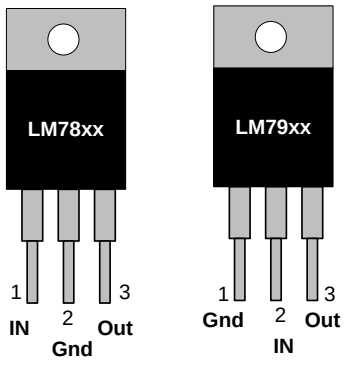
Gambar 2.19 Karakteristik TRIAC.

Karena dapat bersifat konduktif dalam dua arah, biasanya TRIAC digunakan untuk mengendalikan fasa arus AC (contohnya kontroler tegangan AC). Selain itu, karena TRIAC merupakan devais bidirektional, 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 G 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. Tidak perlu untuk memiliki kedua sinyal gerbang positif dan negatif dan TRIAC akan dapat dihidupkan baik dengan sinyal positif atau negatif. Dalam prakteknya 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).

2.12 Regulator Tegangan Catu Daya

Catu daya memiliki peranan penting dalam sebuah rangkaian elektronika karena sebagai sumber tegangan kerja untuk menjalankan rangkaian. Catu daya yang baik selalu dilengkapi dengan regulator tegangan.

Tujuan pemasangan regulator tegangan pada rangkaian catu daya adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya. Fungsi lain dari regulator tegangan adalah untuk perlindungan dari terjadinya hubung singkat pada beban. Salah satu regulator tegangan tetap yang umum dipakai adalah tipe LM78xx digunakan untuk tegangan positif sedangkan untuk tegangan negative digunakan tipe LM79xx. Regulator tegangan tipe LM 78xx adalah salah satu regulator tegangan tetap dengan tiga terminal, yaitu Vin, GND dan Vout. Regulator tegangan tetap LM 78xx dibedakan dalam tiga versi yaitu LM 78xxC, LM 78lxx dan LM 78Mxx. Arsitektur dari IC regulator tegangan tersebut sama, yang membedakan adalah kemampuan mengalirkan arus pada regulator tegangan tersebut.



Gambar 2.20 Susunan Kaki IC LM78xx dan LM79xx.