

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konverter

Konverter berfungsi untuk mengubah satu bentuk ke bentuk lain yang dibutuhkan. Terdapat empat macam konverter daya berdasarkan jenis pemanfaatan energinya, yaitu:

1. *DC Chopper* (konverter DC ke DC).
2. *Rectifier* (konverter AC ke DC).
3. *Inverter* (konverter DC ke AC).
4. *Cycloconverter* (konverter AC ke AC).

Hasil konversi terdiri atas dua macam, yaitu *fix output* dan *variable output*.

2.1.1 Konverter Daya dari DC ke DC (*DC Chopper*)

Konverter DC-DC tipe peralihan atau dikenal juga dengan sebutan *DC Chopper* dimanfaatkan terutama untuk penyediaan tegangan keluaran DC yang bervariasi besarnya sesuai dengan permintaan pada beban. Konverter DC-DC merupakan salah satu jenis rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan masukan searah konstan menjadi tegangan keluaran searah yang dapat divariasikan berdasarkan perubahan *duty cycle* oleh rangkaian kontrolnya.

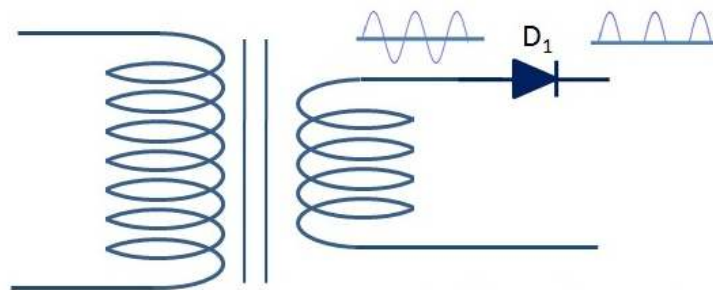
2.1.2 Konverter Daya dari AC ke DC (*Rectifier*)

Pengkonversi tegangan AC ke DC disebut juga sebagai *rectifier* atau penyearah gelombang. Komponen utama dalam *rectifier* adalah dioda yang dikonfigurasi secara *forward bias*. Dalam sebuah *power supply* tegangan AC rendah, sebelum tegangan AC tersebut diubah menjadi tegangan DC, maka tegangan AC tersebut perlu diturunkan menggunakan transformator *step-down*. Penyearah gelombang ini dibagi menjadi 2, yaitu:

2.1.2.1 Penyearah Setengah Gelombang (*Half Wave Rectifier*)

Half wave rectifier atau penyearah setengah gelombang adalah penyearah gelombang yang paling sederhana karena menggunakan satu blok dioda (bisa dioda tunggal atau banyak dioda yang diparalel), untuk mengubah tegangan dengan arus AC (bolak-balik) menjadi tegangan dengan arus DC (searah).

Untuk mengurangi besarnya tegangan sampai ke dioda digunakan trafo, yang kumparan primernya dapat di hubungkan ke jala-jala listrik. Gambar rangkaian penyearah setengah gelombang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang (Dickson Kho, 2019)

Prinsip kerja penyearah yang satu ini adalah dengan memanfaatkan karakteristik yang ada pada dioda dimana hanya bisa dilalui oleh arus satu arah saja. Penyearah ini disebut setengah gelombang karena hanya melewatkan siklus positif dari sinyal AC. Penyearah ini banyak digunakan pada rangkaian *power supply* berfrekuensi tinggi seperti *power supply* SMPS.

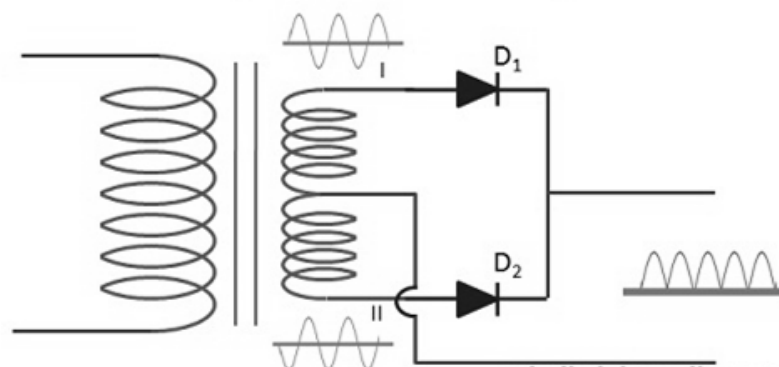
Kelebihan dari penyearah setengah gelombang adalah rangkaiannya yang sangat simpel dan murah karena hanya menggunakan dioda tunggal. Sedangkan kekurangannya adalah *ripple*-nya yang sangat besar, dan jika digunakan dalam aplikasi frekuensi rendah menjadi tidak halus dan membutuhkan kapasitor yang besar.

2.1.2.2 Penyearah Gelombang Penuh (*Full Wave Rectifier*)

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan menggunakan transformator CT adalah terminal sekunder dari transformator CT mengeluarkan dua buah tegangan keluaran yang sama tetapi fasanya berlawanan dengan titik CT sebagai titik tengahnya. Kedua keluaran ini masing-masing dihubungkan ke D1 dan D2, sehingga saat D1 mendapat sinyal siklus positif maka D2 mendapat sinyal siklus negatif, dan sebaliknya. Gambar rangkaian penyearah gelombang penuh ditunjukkan pada gambar 2.2.

Dengan demikian, D1 dan D2 hidupnya bergantian. Namun karena arus i_1 dan i_2 melewati tahanan beban (RL) dengan arah yang sama, maka i_L menjadi satu arah. Rangkaian penyearah gelombang penuh ini merupakan gabungan dua buah penyearah setengah gelombang yang hidupnya bergantian setiap setengah siklus, sehingga arus maupun tegangan rata-ratanya adalah dua kali dari penyearah setengah gelombang.

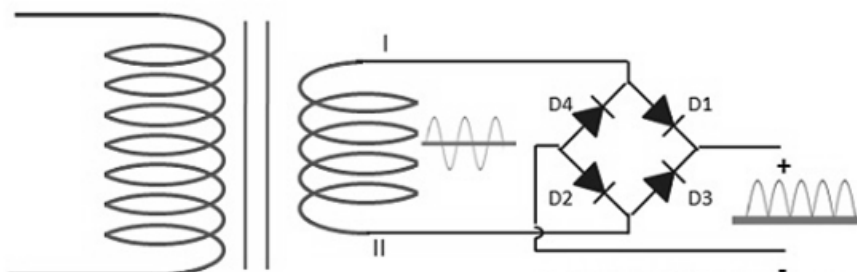
Kelebihan dari penyearah gelombang penuh ini adalah outputnya yang halus, stabil, dan efisien karena mengeluarkan seluruh siklus sinyal input AC. Sedangkan kekurangan dari gelombang penuh adalah rangkaianannya yang lebih sulit dan tentunya biaya yang diperlukan juga lebih besar.



Gambar 2.2 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh (Dickson Kho, 2019)

2.1.2.3 Penyearah Jembatan (*Bridge Rectifier*)

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh ini adalah menggunakan 4 dioda. Pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward* bias dan D2, D3 pada posisi *reverse* bias. Kemudian paada saat output transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif, maka D2, D4 pada posisi *forward* bias dan D1, D2 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Gambar rangkaian penyearah jembatan ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Rangkaian Penyearah Jembatan (Dickson Kho, 2019)

Saat ini dikenal dua sistem *power supply*, yaitu:

1. Sistem Konvensional

Pada *power supply* konvensional, tegangan AC ini lebih dahulu diturunkan melalui sebuah transformator *step-down* lalu keluaran trafo disearahkan dengan dioda dan diratakan dengan kapasitor elektrolit (elco). *Power supply* linier ini masih menonjol untuk kebutuhan daya sedang dan merupakan jenis catudaya konvensional. Prinsip *power supply* jenis ini masih menerapkan mode pengubahan tegangan AC ke DC menggunakan transformator *step-down* sebagai komponen utama penurunan tegangan.

2. Sistem *Switching*

Pada sistem SMPS (*Switch Mode Power Supply*) menggunakan metode pensaklaran yang disebut sistem *switching*. Pada *power supply* sistem *switching*, sinyal AC dari tegangan jala-jala listrik 220V disearahkan lebih dahulu menjadi tegangan DC melalui sebuah rangkaian dioda penyearah dan elco. Tegangan DC hasil penyearahan ini kemudian disaklar *on-off* secara terus menerus dengan

frekuensi tertentu sehingga memungkinkan nilai induktor dari transformator menjadi kecil. Hal inikhususnya untuk meningkatkan efesiensi daya dan memperkecil ukuran *power supply*.

2.1.3 Konverter Daya dari DC ke AC (*Inverter*)

Konverter DC-AC dikenal juga sebagai *inverter* adalah suatu rangkaian elektronika yang dapat mengubah tegangan masukan searah ke tegangan bolak-balik. Tegangan keluaran dapat dikendalikan dengan mengubah-ubah *conduction time* dari rangkaian regulatornya. Saat ini sudah ada beberapa topologi *inverter*, mulai dari yang dapat menghasilkan tegangan keluaran kotak bolak-balik (*push-pull inverter*) hingga yang dapat menghasilkan tegangan sinus murni (tanpa harmonisa).

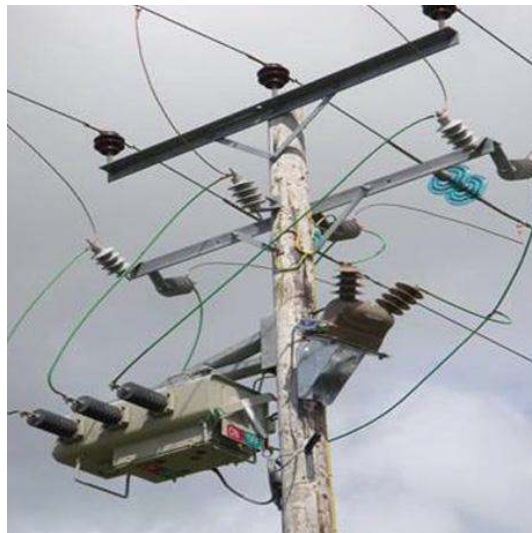
2.1.4 Konverter Daya dari AC ke AC (*Cycloconverter*)

Cycloconverter adalah rangkaian elektronika daya yang dapat mengubah gelombang masukan AC dengan frekuensi tertentu ke gelombang keluaran AC dengan frekuensi yang berbeda. Tegangan keluaran dapat dikendalikan dengan mengubah-ubah *conduction time* dari rangkaian regulatornya. Konverter jenis ini dapat digunakan untuk menjalankan berbagai aplikasi diantaranya untuk pengendalian motor AC pada mesin industri dan lainnya.

2.2 Load Break Switch (LBS)

Saklar pemutus beban atau *Load Break Switch* (LBS) merupakan saklar atau pemutus arus tiga fasa untuk penempatan di luar ruas pada tiang pancang, yang dikendalikan secara manual maupun secara elektronis. *Load Break Switch* (LBS) mirip dengan alat pemutus tenaga (PMT) atau *Circuit Breaker* (CB) dan biasanya dipasang dalam saluran distribusi listrik.

Load Break Switch (LBS) berfungsi sebagai peralatan hubung yang bekerja membuka dan menutup rangkaian arus listrik, mempunyai kemampuan memutus arus beban dan tidak mampu memutus arus gangguan. LBS juga berfungsi sebagai pemutusan lokal atau penghubung instalasi listrik 20 kV pada saat dilakukan perawatan jaringan distribusi pada daerah tertentu sehingga tidak mengganggu daerah lain yang masih beroperasi.



Gambar 2.4 *Load Break Swich* (LBS) (Swastika Mahardika, 2014)

Monitoring dan pengendaliannya menggunakan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) dengan peralatan modul pengontrol berupa RTU (*Remote Terminal Unit*). Basis komunikasi antara RTU pada panel LBS dan ruang kontrol PLN secara umum terdiri dari dua jenis, yaitu GPRS dan radio.

Sistem pengendalian elektronik *Load Break Switch* (LBS) ditempatkan pada sebuah kotak pengendali yang terbuat dari baja anti karat sehingga dapat digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan. Panel pengendali atau kubikel LBS merupakan alat yang mempermudah dalam proses pengoperasian LBS, serta harus rutin pada pemeliharaannya.



Gambar 2.5 Kubikel/Panel Pengendali *Load break switch* (LBS)
(Swastika Mahardika, 2014)

2.3 *Fuse*

Fuse adalah suatu alat yang digunakan sebagai pengaman dalam suatu rangkaian listrik apabila terjadi kelebihan muatan listrik atau suatu hubungan arus pendek. Cara kerjanya apabila terjadi kelebihan muatan listrik atau terjadi hubungan arus pendek, maka secara otomatis *fuse* tersebut akan memutuskan aliran listrik dan tidak akan menyebabkan kerusakan pada komponen yang lain.

Karakteristik *fuse* menunjukkan hubungan antara arus dan waktu putus berbanding terbalik, artinya bila arus yang melalui patron lebur makin besar maka waktu pemutusan semakin singkat, sehingga patron lebur ini merupakan gawai proteksi arus lebih (GPAL) dengan karakteristik waktu terbalik (*invers*). Arus penguat sebuah pengaman lebur tidak sama dengan arus yang menyebabkan pengaman putus. Sebuah proteksi harus dapat dibebani dengan arus nominalnya secara kontinyu tanpa batas waktu. Arus nominalnya kira-kira 70% dari batas arus maksimalnya (I_g). Kalau dibebani dengan batas ini terus-menerus lama kelamaan pengaman akan putus.

Pemilihan kapasitas fuse harus diadaptasi dengan beban kelistrikan yang akan digunakan. Untuk memilih kapasitas *fuse* yang dipakai, perlu diketahui

ukuran dari daya beban kelistrikan yang digunakan. Setelah mengetahui daya yang digunakan akan mempermudah untuk memilih kapasitas *fuse* yang akan digunakan.

Bentuk *fuse* (Sekering) yang paling sering ditemukan adalah berbentuk tabung (*silinder*) dapat dilihat pada gambar 2.6 (a) dan Pisau (*blade type*) dapat dilihat pada gambar 2.6 (b). *Fuse* yang berbentuk tabung atau silinder sering ditemukan di peralatan listrik rumah tangga sedangkan *fuse* yang berbentuk pisau (*blade*) lebih sering digunakan di bidang otomotif (kendaraan bermotor).

Nilai *fuse* biasanya tertera pada badan *fuse* itu sendiri ataupun diukir pada terminal *fuse*, nilai *fuse* diantaranya terdiri dari arus listrik (dalam satuan Ampere (A) ataupun miliAmpere (mA) dan Tegangan (dalam satuan Volt (V) ataupun miliVolt (mV).



Gambar 2.6 (a) *Cartridge type*
(b) *Blade type*

2.4 Induktor

Induktor merupakan komponen elektronika pasif yang sering ditemukan dalam rangkaian elektronika, terutama pada rangkaian yang berkaitan dengan frekuensi radio. Induktor atau dikenal juga dengan *coil* adalah komponen

elektronika pasif yang terdiri dari susunan lilitan kawat yang membentuk sebuah kumparan.

Spesifikasi-spesifikasi induktor umumnya mencakup nilai induktansi, rating arus, dan ketepatan atau toleransi. Nilai induktansi sebuah induktor dinyatakan dengan satuan Henry dan ditulis dengan notasi huruf H. Besarnya induktansi dari induktor yang ada dipasaran rata-rata pada kisaran mikroHenry (μH) dan miliHenry (mH). Tabel 2.1 merangkum karakteristik-karakteristik dari empat jenis induktor yang paling umum. Gambar 2.7 memperlihatkan simbol dan bentuk dari macam-macam induktor.

Nilai induktansi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

1. Jumlah lilitan, semakin banyak lilitan semakin besar nilai induktansinya.
2. Panjang lilitan, semakin pendek lilitan (yang dimaksud bukan panjang kawat) semakin besar nilai induktansinya.
3. Kerapatan lilitan, semakin rapat lilitan semakin besar nilai induktansinya.
4. Diameter inti lilitan, semakin besar diameter inti semakin besar nilai induktansinya.
5. Panjang inti lilitan, semakin panjang inti semakin besar nilai induktansinya.
6. Permeabilitas bahan inti, semakin tinggi permeabilitas bahan semakin besar nilai induktansinya.

Berikut ini adalah beberapa fungsi dari induktor diantaranya adalah:

1. Menyimpan arus listrik dalam bentuk medan magnet.
2. Menahan arus bolak balik (AC).
3. Meneruskan atau meloloskan arus searah (DC).
4. Sebagai penapis (filter) sebagai penalaan (tunning).
5. Kumparan atau koil (lilitan) ada yang memiliki inti udara, inti besi, dan inti ferit.
6. Tempat terjadinya gaya magnet.
7. Bersama kapasitor induktor dapat berfungsi sebagai rangkaian resonator yang dapat beresonansi pada frekuensi tinggi.









8. Dua induktor atau lebih yang terkopel secara magnetik membentuk transformator.
9. Pelipat ganda tegangan yang dialirkan.
10. Sebagai pembangkit getaran.

Berdasarkan jenis dan bahan inti yang digunakan untuk membuat induktor sebagai berikut:

1. Induktor inti udara.
2. Induktor inti besi.
3. Induktor inti ferit.
4. Induktor variabel.

Tabel 2.1 Karakteristik jenis-jenis umum induktor (Michael Tooley, 2002)

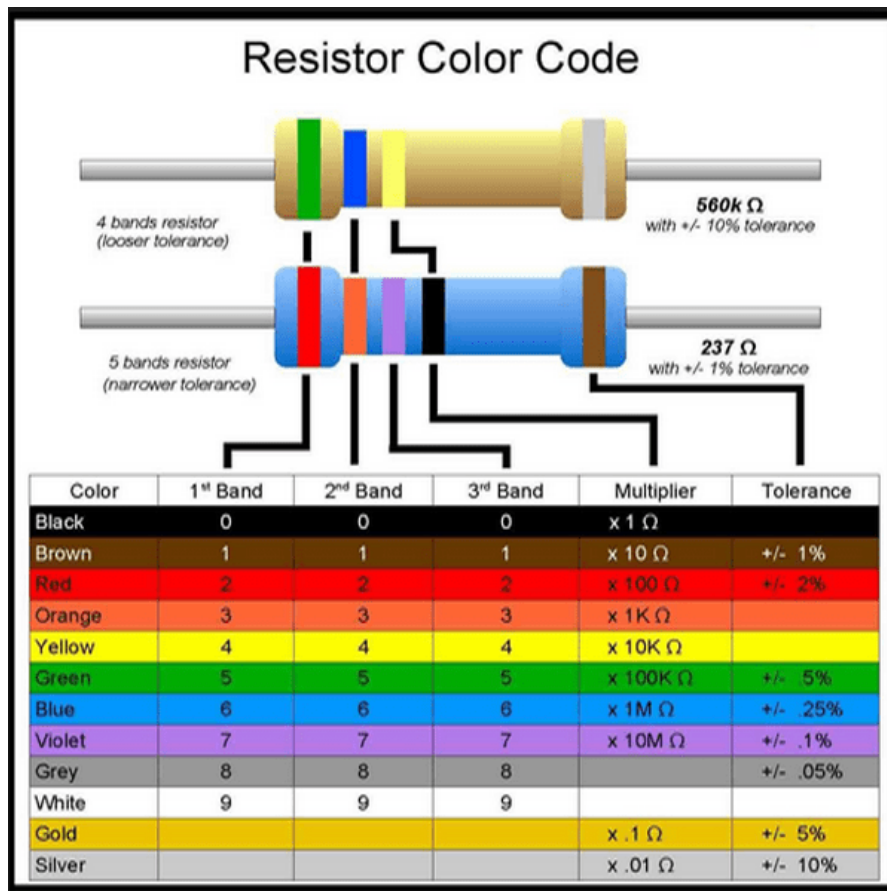
Parameter	Jenis Induktor			
	Inti udara	Inti besi	Inti ferit	Inti ferit pot
Bahan inti	Udara	Besi	Ferit	Ferit
Kisaran induktansi (H)	50 n hingga 100 μ	20 m hingga 200 H	10 μ hingga 1m	1 m hingga 100 m
Resistansi d.c tipikal (Ω)	0.05 hingga 10	10 hingga 200	1 hingga 100	2 hingga 100
Toleransi tipikal	± 10	± 10	± 10	± 10
Faktor-Q tipikal	60	20	80	40
Kisaran frekuensi tipikal	1 M hingga 500 M	50 Hz – 10 kHz	100 k hingga 100 M	1 k hingga 10 M
Aplikasi-aplikasi tipikal	Rangkaian penyalaras	<i>Choke</i> perataan dan filter LF	Filter dan transformator HF	Filter LF dan MF dan transformator

Simbol	 induktor inti udara	 induktor inti besi	 induktor inti ferrit	 variabel induktor
Gambar				

Gambar 2.7 Bentuk dan Simbol Induktor

2.5 Resistor

Tahanan listrik yang ada pada sebuah penghantar dilambangkan dengan huruf R, tahanan merupakan komponen yang didesain untuk memiliki besar tahanan tertentu. Resistor merupakan sarana untuk mengontrol arus dan tegangan yang bekerja dalam rangkaian-rangkaian elektronik. Resistor juga dapat berperan sebagai beban mensimulasi keberadaan suatu rangkaian selama pengujian. Spesifikasi-spesifikasi untuk suatu resistor umumnya meliputi nilai resistansi [dinyatakan dalam ohm (Ω), kiloohm ($K\Omega$), megaohm ($M\Omega$)], nilai ketepatan atau toleransi (dinyatakan sebagai penyimpangan maksimum yang diizinkan dari nilai yang tertera), dan rating daya (harus sama dengan atau lebih besar daripada disipasi daya maksimumnya). Nilai resistansi suatu resistor dapat diketahui melalui kode warna pada komponen tersebut.



Gambar 2.8 Kode warna resistor (PT.Mettakindo Dayakubus,2019)

Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut.

Rumus resistor adalah sebagai berikut:

$$R = V/I.....(1)$$

dimana:

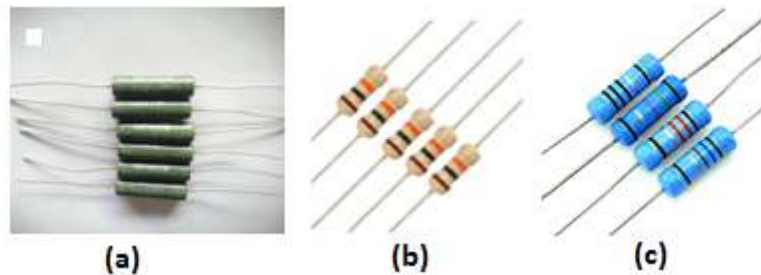
R = Tahanan dengan satuan Ohm

V = Tegangan dengan satuan Volt

I = Arus dengan satuan Ampere

Berdasarkan jenis dan bahan yang digunakan untuk membuat resistor dibedakan menjadi:

1. Resistor Kawat (*Wirewound Resistor*)
2. Resistor Arang (*Carbon Resistor*)
3. Resistor Oksida Logam (*Metal Film Resistor*)



Gambar 2.9 (a) *Wirewound Resistor*
 (b) *Carbon Resistor*
 (c) *Metal Film Resistor*

2.6 Kapasitor

Kapasitor (*capacitor*) atau disebut juga dengan kondensator (*condensator*) adalah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Dalam rangkaian elektronika, kapasitor sendiri disingkat dengan huruf “C”. Kapasitor yang digunakan dalam peralatan elektronika merupakan satuan Farad yang dikecilkan menjadi :

- Piko Farad (pF) = 1×10^{-12} F
- Nano Farad (nF) = 1×10^{-9} F
- Micro Farad (μ F) = 1×10^{-6} F

Kapasitor sendiri merupakan komponen elektronika yang terdiri dari 2 (dua) pelat konduktor yang umumnya terbuat dari logam & sebuah isolator yang diantaranya sebagai pemisah. Kapasitansi suatu kapasitor bergantung pada dimensi-dimensi fisik kapasitor tersebut (yaitu ukuran pelatnya dan jarak pemisahannya) dan bahan dielektrik diantara kedua pelat. Spesifikasi kapasitor

umumnya mencakup nilai kapasitansi, rating tegangan, dan ketepatan atau toleransi.

Fungsi dari kapasitor yaitu sebagai berikut:

1. Sebagai penyimpan sebuah arus atau tegangan listrik.
2. Sebagai konduktor yang bisa melewatkan arus AC.
3. Sebagai isolator yang bisa menghambat arus DC.
4. Sebagai filter (penyaring) dalam rangkaian catu daya.
5. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian osilator.
6. Sebagai penggeser fasa.
7. Sebagai pemilih gelombang frekuensi (kapasitor variabel yang digabungkan dengan sepul antena dan osilator).
8. Sebagai kopling.

Penandaan nilai kondensator dengan penanda alfabet-numerik merupakan metode yang paling sering digunakan pada kapasitor keramik. Cara menghitung nilai kapasitor berdasarkan kode tersebut adalah sebagai berikut:

Kode : 473Z

Nilai Kapasitor = 47×10^3

Nilai Kapasitor = 47×1000

Nilai Kapasitor = 47.000pF atau 47nF atau 0,047 μ F

Huruf dibelakang angka menandakan toleransi dari nilai kapasitor tersebut, berikut adalah tabel nilai toleransi kapasitor:

Tabel 2.2 Nilai Toleransi Kapasitor (Abi Royen, 2014)

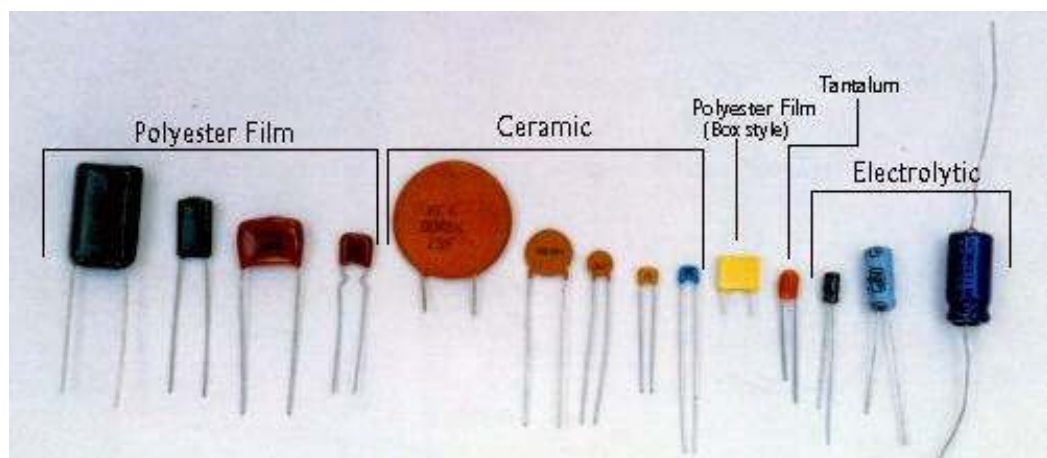
Nilai Toleransi
B = 0.10 pF
C = 0.25 pF
D = 0.5 pF
E = 0.5%

Nilai Toleransi
F = 1%
G = 2%
H = 3%
J = 5%
K = 10%
M = 20%
Z = + 80% dan -20%

Jadi kapasitor dengan kode 473Z berkapasitas 47,000pF +80% dan -20% atau berkisar antara 37.600 pF ~ 84.600 pF.

Berdasarkan jenis dan bahan yang digunakan untuk membuat kapasitor dibedakan menjadi berikut:

1. Kapasitor Keramik
2. Kapasitor Polyester atau Milar
3. Kapasitor Mika
4. Kapasitor Elektrolit
5. Kapasitor Kertas
6. Kapasitor Tantalum



Gambar 2.10 Macam-macam Kapasitor (Abi Royen, 2014)

2.7 Dioda

Dioda merupakan salah satu komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor. Dioda terdiri dari sambungan semikonduktor yang bersifat positif dan negatif (*junction* PN). Pada *junction* PN terdapat daerah deplesi yang memiliki energi sebesar 0,7 volt untuk dioda berbahan silikon dan 0,3 volt untuk dioda berbahan germanium. Daerah deplesi (*depletion layer*) merupakan daerah dengan kesetimbangan *hole* dan elektron.

Sebuah dioda ideal akan melewatkan arus tak terhingga pada satu arah dan sama sekali tidak melewatkan arus pada arah sebaliknya. Sebagai tambahan, nilai ambang maju harus dilampaui sebelum dioda dapat melewatkan arus. Dioda akan mulai mengalirkan arus apabila tegangan terkecil sekalipun diberikan. Arus bocor yang kecil akan mengalir pada arah mundur, biasanya ini merupakan pecahan yang sangat kecil dari arus yang mengalir pada arah majunya. Dioda normal akan rusak jika diberi tegangan *breakdown* mundur- yang terlampaui.

Arus listrik pada dioda hanya mengalir jika dioda diberi tegangan positif pada lapisan positifnya dan diberi tegangan negatif pada lapisan negatifnya (*forward bias*). Pada kondisi *forward bias*, *depletion layer* semakin menyempit sehingga arus dapat mengalir pada dioda. Pada kondisi ini dioda berfungsi sebagai penghantar.















Reverse bias adalah kondisi dimana lapisan negatif dioda diberi tegangan positif dan lapisan positifnya diberi tegangan negatif. Pada kondisi *reverse bias*, *depletion layer* melebar sehingga arus listrik tidak dapat melewati dioda. Karena sifatnya yang seperti katup (dapat mengalirkan arus hanya pada satu arah saja) maka dioda sering digunakan pada rangkaian penyearah, yaitu pengkonversi arus AC menjadi arus DC.

Fungsi dioda adalah untuk menyalurkan arus listrik yang mengalir dalam satu arah dan menahan arus tersebut dari arah sebaliknya. Dioda juga dapat berfungsi sebagai penyearah arus, rangkaian catu daya dan juga untuk stabilisator tegangan. Fungsi dioda sebenarnya tidak menunjukkan hidup mati yang sempurna

atau bisa di bilang benar benar menghantar saat panjar maju dan menyumbat pada saat panjar mundur, tetapi mempunyai karakteristik listrik tegangan arus tak linier kompleks yang tergantung pada teknologi yang kita gunakan dan kondisi penggunaannya.

Namun tentunya seperti disebutkan diawal kegunaan dioda tidak hanya sebagai penyearah saja, masih banyak fungsi dioda lainnya diantaranya yaitu:

1. Dioda sebagai fungsi dasarnya yaitu penyearah arus, biasa digunakan pada *circuit power supply*.
2. Dioda sebagai proteksi pada sebuah rangkaian elektronik.
3. Dioda penyetabil tegangan, jenis untuk fungsi ini yaitu dioda zener..
4. Dioda sebagai indikator/ pencahayaan backlight.
5. Sebagai sensor cahaya yaitu fungsi dari dioda photo.
6. Sebagai komponen kontrol frekuensi pada sebuah rangkaian osilator yaitu dioda varactor.

DIODA	Rectifier	Zener	LED	Photo Dioda	Schottky	Varactor	LASER
GAMBAR							
SIMBOL							

Gambar 2.11 Bentuk dan Simbol Dioda (Andalan Elektro, 2018)

2.8 Transformator

Transformator adalah suatu alat untuk mempertinggi atau memperendah suatu tegangan bolak-balik. Pada dasarnya sebuah transformator terdiri dari sebuah kumparan primer dan sebuah kumparan sekunder yang digulung pada sebuah inti besi lunak. Arus bolak-balik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah-ubah dalam inti besi. Medan magnet ini menginduksi GGL (Gaya Gerak Listrik) bolak-balik dalam kumparan sekunder.



Gambar 2.12 Transformator (Dickson Kho, 2015)

Didalam tenaga listrik transformator dikelompokkan menjadi:

1. Transformator daya disebut juga transformator penarik tegangan (*step-up*) digunakan untuk menaikkan tegangan pembangkit menjadi tegangan transmisi.
2. Transformator distribusi disebut juga sebagai transformator penurun tegangan (*step-down*) digunakan untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan yang dapat disalurkan kekonsumen atau pemakai.
3. Transformator pengukuran yang terdiri dari transformator arus dan tegangan.

Prinsip kerja transformator adalah sebagai berikut:

1. Kumputan primer dihubungkan kepada sumber tegangan yang hendak diubah besarnya. Karena tegangan primer itu tegangan bolak-balik, maka besar dan arah tegangan itu berubah-ubah.
2. Dalam inti besi timbul medan magnet yang besar dan arahnya berubah-ubah pula. Perubahan medan magnet ini menginduksi tegangan bolak-balik pada kumputan sekunder.

Tegangan pada sisi primer (V_p) dan tegangan sekunder (V_s) ditentukan oleh jumlah lilitan pada kawat pada kumputan primer dan sekunder. Perbandingan antara lilitan kawat pada kumputan primer (N_p) dan lilitan kawat pada kumputan sekunder (N_s) disebut rasio lilitan (n). Sedangkan perbandingan antara tegangan primer (V_p) dengan tegangan sekunder (V_s) disebut rasio tegangan. Besar rasio tegangan dengan rasio lilitan harus sama. Perbandingan antara arus primer dengan

arus sekunder adalah berbanding terbalik dengan perbandingan antara tegangan induksi primer dan tegangan induksi sekunder ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{V_1}{V_2} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

N_p = Jumlah lilitan primer

N_s = Jumlah lilitan sekunder

V_p = Tengan *input* (primer)

V_s = Tenganan *output* (sekunder)

2.9 MOSFET

MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor FET*) adalah suatu jenis FET. Transistor efek medan (*Field effect transistor/FET*) terbentuk dari kanal bahan tipe-P atau tipe-N yang dikelilingi oleh bahan dengan kutub yang berlawanan. Ujung-ujung kanal (dimana konduksi langsung) membentuk elektroda-elektroda yang dikenal dengan *source* dan *drain*. Lebar efektif dari kanal tersebut (dimana konduksi berlangsung dikendalikan oleh muatan yang diberikan kepada elektroda (*gate*). Resistansi efektif antara *source* dan *drain* karenanya ditentukan oleh tegangan yang timbul pada gerbang.

MOSFET mempunyai masukan *impedance* yang sangat tinggi. Mengingat harga yang cukup tinggi, maka MOSFET hanya digunakan pada bagian bagian yang benar-benar memerlukannya. Penggunaannya misalnya sebagai RF *amplifier* pada *receiver* untuk memperoleh amplifikasi yang tinggi dengan desah yang rendah. Dalam pengemasan dan perakitan dengan menggunakan MOSFET perlu diperhatikan bahwa komponen ini tidak tahan terhadap elektrostatik, mengemasnya menggunakan kertas timah, pematriannya menggunakan jenis solder yang khusus untuk pematrian MOSFET. Seperti halnya pada FET, terdapat dua macam MOSFET ialah Kanal P dan Kanal N.

Beberapa karakteristik penting dari MOSFET, yaitu:

1. Mempunyai frekuensi yang sangat cepat $t_{off} \approx 50 - 500 \mu\text{sec}$.
2. R_{dsON} sebanding dengan V_{BD} ; pada umumnya $R_{ds} \approx 40 \text{ m}\Omega$ untuk komponen 100 V dan 100 A.
3. Pengaktifan perubahan *ON* dan *OFF* dengan $V_{GS} \approx 5 - 20 \text{ V}$ (*Voltage control*).
4. Tidak bisa diproteksi dengan menggunakan *fuse*.
5. Tidak ada proteksi tegangan balik
6. Komponen ini akan lebih mudah dihubungkan secara paralel



Gambar 2.13 Transistor tipe MOSFET (Electronics tutorials, 2016)

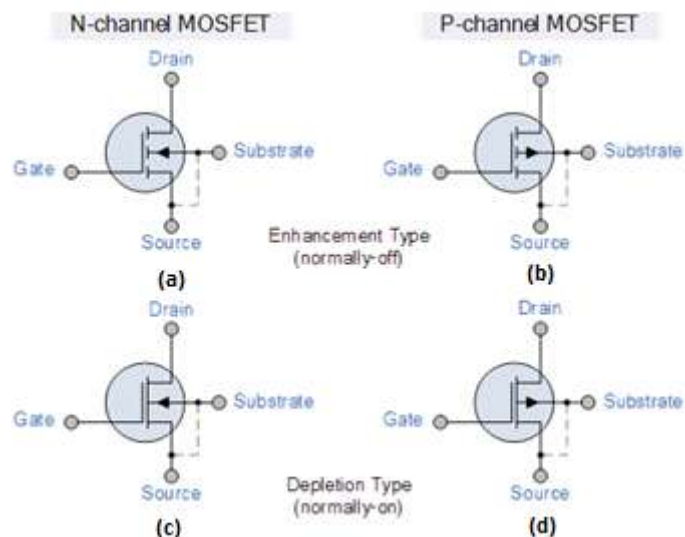
Bila dilihat dari cara kerjanya, Transistor MOSFET dapat dibagi dua, yaitu:

1. Transistor Mode Pengosongan (*Depletion Mode Transistor*)

Pada Transistor Mode Pengosongan, antara *drain* dan *source* terdapat saluran yang menghubungkan dua terminal tersebut, yang mempunyai fungsi sebagai saluran tempat mengalirnya elektron bebas. Lebar saluran dapat dikendalikan oleh tegangan gerbang.

2. Transistor Mode Peningkatan (*Enhancement Mode Transistor*)

Transistor mode ini pada fisiknya tidak memiliki saluran antara *drain* dan *source*-nya, karena lapisan bodi meluas dengan lapisan SiO_2 pada terminal *gate*. Transistor MOSFET mode peningkatan terdiri dari tipe-N dan tipe-P.



Gambar 2.14 (a) Simbol *Enhancement* N- Channel MOSFET
 (b) Simbol *Enhancement* P- Channel MOSFET
 (c) Simbol *Depletion* N- Channel MOSFET
 (d) Simbol *Depletion* P- Channel MOSFET
 (Electronics tutorials, 2016)

2.10 EMI Filter

Interferensi elektromagnetik (EMI) dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis: konduksi EMI yang berasal dari komponen dan kabel dalam suatu sirkuit; dan radiasi EMI (atau interferensi frekuensi radio), yang dipancarkan langsung ke lingkungan dari peralatan itu sendiri sebagai gelombang elektromagnetik dilakukan ini dapat mempengaruhi kinerja perangkat lain pada jaringan yang sama. Rentang frekuensi yang paling menjadi perhatian adalah 10 kHz hingga 30 MHz (konduksi) dan 30 MHz hingga 1 GHz (radiasi). Filter EMI seperti yang dibahas disini biasanya menekan EMI yang dilakukan, sementara gangguan radiasi diperbaiki dengan menggunakan bahan pelindung.

EMI yang dilakukan dibagi menjadi *common mode noise* (CMN) dan *differential mode noise* (DMN). Filter EMI dirancang untuk menapis kedua jenis kebisingan.

CMN, juga dikenal sebagai *noise* simetris atau *line-to-ground*, muncul di kedua kabel yang terhubung ke filter. Dalam konfigurasi daya tiga kawat, CMN

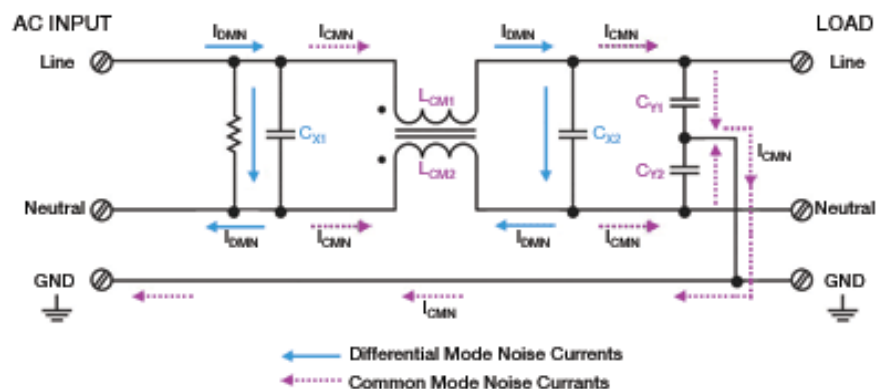
akan mengalir ke arah yang sama pada kedua konduktor daya dan kembali melalui kabel *arde*. Jenis ini disebabkan oleh petir, *switching*, dan *grounding* yang buruk. Filter menekan CMN menggunakan induktor dan kapasitor Y.

DMN, juga dikenal sebagai noise normal, simetris, atau *line-to-line*, ada di antara dua konduktor aktif dan 180° keluar dari fasa dengan dirinya sendiri. DMN mengalir satu arah di sepanjang konduktor dan kembali melalui konduktor lain di arah yang berlawanan. Perpindahan muatan besar sering menyebabkan DMN; Kapasitor X dalam filter sering digunakan untuk melemahkannya.

Sumber dan efek Kerusakan dari kebisingan EMI dapat dihasilkan oleh hampir semua perangkat elektronik atau listrik. Perangkat yang beralih atau mengatur arus seperti catu daya mode sakelar (SMPS), peredup lampu, motor AC, dan lampu sangat rentan terhadap EMI yang tidak diinginkan.

Konduksi EMI muncul bersamaan dengan pengoperasian pada SMPS. Penyebab utama munculnya gangguan EMI berasal dari *switching* regulator yang menjadi komponen utama pada SMPS. *Switch on-off* dari *switching regulator* akan menghasilkan *discontinuous current* yang muncul pada input, output maupun input-output pada *power supply*. *Discontinuous current* inilah yang akan menghasilkan *voltage ripple*. *Voltage ripple* yang muncul yang dapat mengkonduksi perangkat lain disekitar SMPS seperti sumber tegangan jala-jala, beban, dan lain sebagainya. Untuk meredam sinyal EMI diperlukan rangkaian EMI Filter. EMI filter diperlukan manakala suatu perangkat elektronik dapat terganggu kinerjanya oleh pengaruh EMI yang terdapat di jalur kelistrikan yang menjadi sumber tenaganya dan ketika suatu perangkat elektronik dapat menjadi sumber EMI potensial sehingga dapat mengganggu perangkat elektronik lainnya yang tersambung kepada sumber tenaga kelistrikan yang sejalur dengannya.

Skema filter EMI tipikal pada gambar 2.15. Seperti dibahas di atas, filter biasanya menggunakan kombinasi induktor dan kapasitor untuk menghilangkan CMN dan kapasitor saja untuk menghilangkan DMN.



Gambar 2.15 Skema filter EMI (IEEE GlobalSpec)

Dalam contoh ini, pasangan induktor (L_{CM}) menghilangkan sebagian besar gangguan mode-umum dalam fasa, sementara kebisingan frekuensi tinggi didorong ke *ground* oleh sepasang kapasitor (C_Y). Sepasang kapasitor C_X menetralkan dan menekan DMN *out-of-phase* antara saluran aktif dan habis setelah daya dimatikan.

2.11 Optocoupler

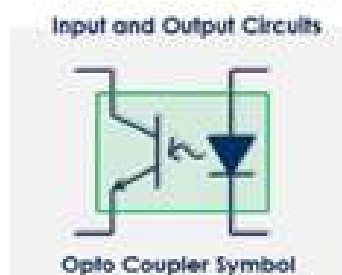
Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan receiver, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis. Optocoupler adalah suatu komponen penghubung yang bekerja berdasarkan picu cahaya optik.

Optocoupler terdiri dari dua bagian yaitu :

1. Pada *transmitter* 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 dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang.
2. Pada bagian *receiver* dibangun dengan dasar komponen phototransistor. Phototransistor merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula

dengan spektrum infra merah. Karena spektrum infra mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka phototransistor lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah.

LED infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Jika diberi prasiikap maju, LED infra merah yang terdapat pada optocoupler akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer. Phototransistor memiliki sambungan kolektor–basis yang besar dengan cahaya infra merah, karena cahaya ini dapat membangkitkan pasangan lubang elektron. Dengan diberi prasiikap maju, cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor. Phototransistor memiliki bahan utama yaitu germanium atau silikon yang sama dengan bahan pembuat transistor. Tipe phototransistor juga sama dengan transistor pada umumnya yaitu PNP dan NPN. Perbedaan transistor dengan phototransistor hanya terletak pada rumahnya yang memungkinkan cahaya infra merah mengaktifkan daerah basis, sedangkan transistor biasa ditempatkan pada rumah logam yang tertutup.



Gambar 2.16 Simbol *optocoupler* (Supriyono Fixy44, 2016)

2.12 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) didekatnya. Ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid

sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar disesuaikan dengan spesifikasi relay yang digunakan.

Relay elektro mekanik memiliki kondisi saklar dalam 3 posisi. Ketiga posisi saklar akan berubah pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya. Ketiga posisi saklar relay tersebut adalah:

1. Posisi *Normally Open* (NO), yaitu posisi saklar yang terhubung ke terminal NO (*Normally Open*). Kondisi ini sering terjadi pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
2. Posisi *Normally Close* (NC), yaitu posisi saklar relay yang terhubung ke terminal NC (*Normally Close*). Kondisi ini terjadi saat relay tidak mendapat tegangan pada sumber elektromagnetnya.
3. Posisi *Change Over* (CO), yaitu kondisi perubahan saklar relay yang berubah dari posisi NC ke NO atau sebaliknya dari NO ke NC. Kondisi ini terjadi saat sumber tegangan diberikan ke elektromagnet yang ada pada *relay* atau saat tegangan diputus dari elektromagnet pada relay.

Karena relay merupakan salah satu jenis dari saklar, maka istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada relay. *Pole* yaitu banyaknya kontak (*contact*) yang dimiliki oleh sebuah relay. *Throw* adalah banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah kontak (*contact*)

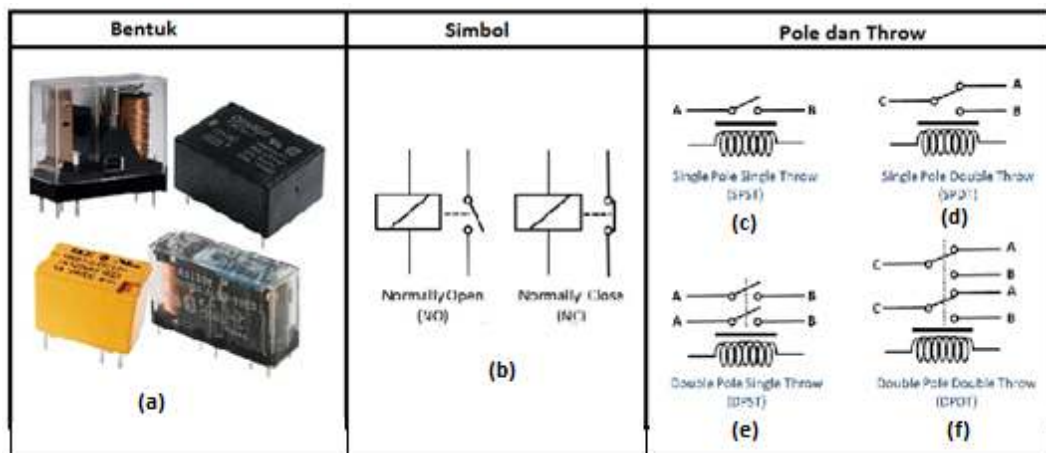
Berdasarkan penggolongan jumlah *pole* dan *throw*-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi:

1. *Single Pole Single Throw* (SPST): Relay golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.
2. *Single Pole Double Throw* (SPDT): Relay golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.
3. *Double Pole Single Throw* (DPST): Relay golongan ini memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar

sedangkan 2 terminal lainnya untuk coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 *coil*.

4. *Double Pole Double Throw* (DPDT): Relay golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, diantaranya 6 terminal yang merupakan 2 pasang relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) *coil*. Sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*.

Selain golongan relay diatas, terdapat juga relay-relay yang *pole* dan *throw*-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya.



Gambar 2.17 (a) Bentuk Relay

(b) Simbol *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC),

(c) *Single Pole Single Throw*

(d) *Single Pole Double Throw*

(e) *Double Pole Single Throw*

(f) *Double Pole Double Throw*

2.13 *Accumulator* (Aki)

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau *accumulator* adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi

elektrokimia *reversibel* adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan di dalam sel.

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang.

Kapasitas baterai merupakan kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian.

Kapasitas baterai juga menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (*discharging*) selama waktu tertentu, dinyatakan dalam Ah (*Ampere – hour*). Berarti sebuah baterai dapat memberikan arus yang kecil untuk waktu yang lama atau arus yang besar untuk waktu yang pendek. Pada saat baterai diisi (*charging*), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (*Ampere-hour*), muatan inilah yang akan dikeluarkan untuk menyuplai beban ke pelanggan. Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini:

$$Ah = \text{Kuat Arus (ampere)} \times \text{waktu (hours)} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

Ah = kapasitas baterai aki

I = kuat arus (ampere)

t = waktu (jam/sekon)