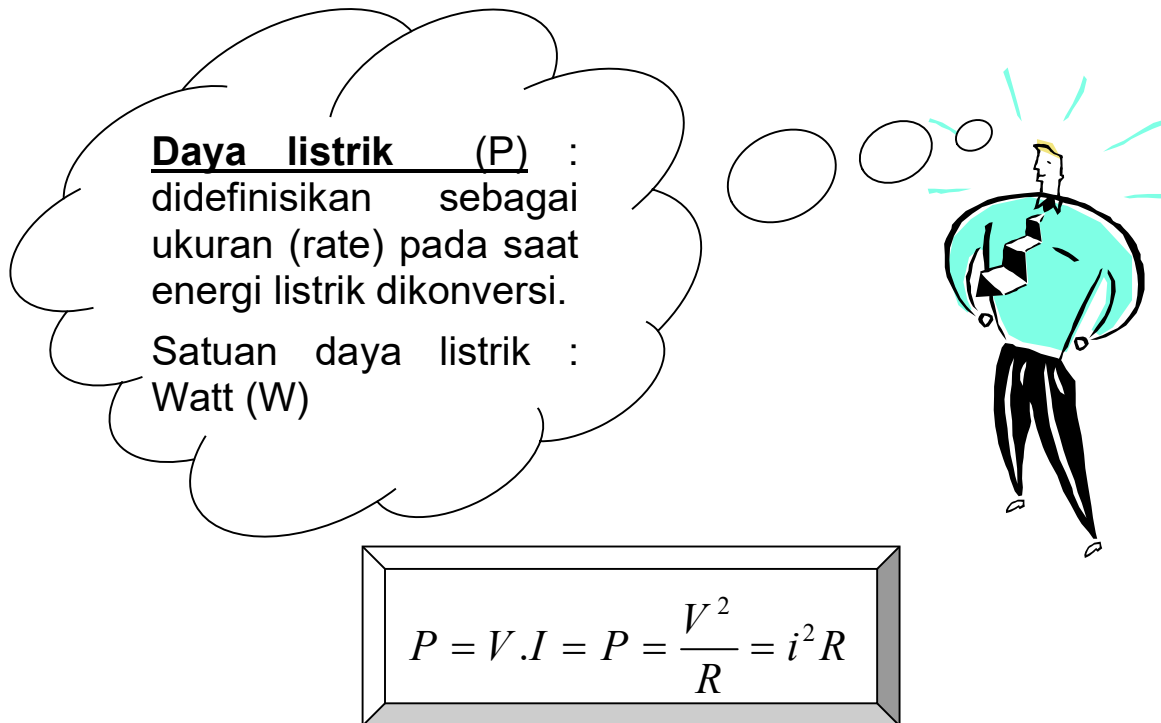
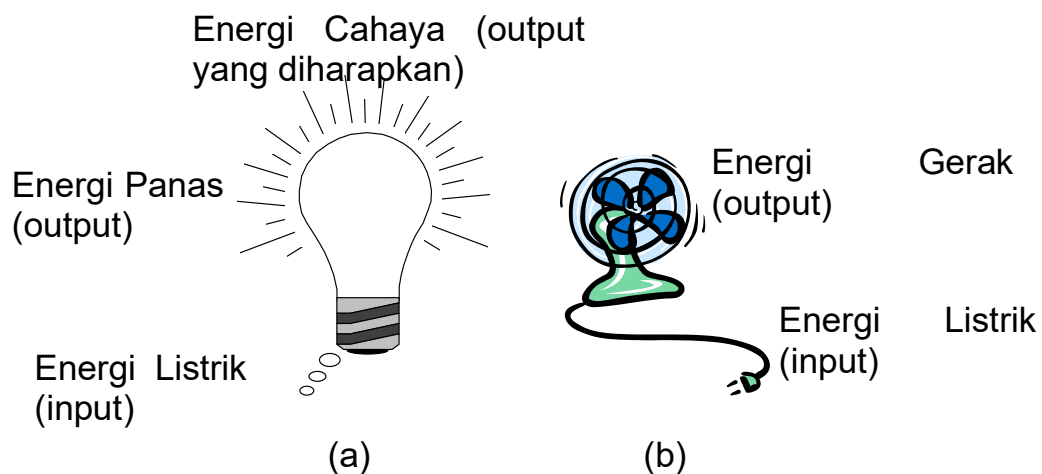


OHT 3

Contoh Konversi Daya

Gamb. 1.3 Daya dan Energi Listrik

OHT 4

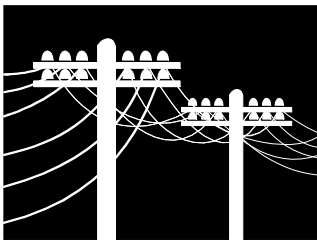
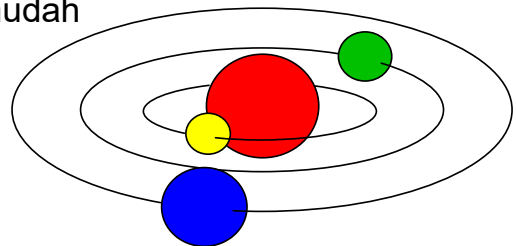
1.4 Bahan – bahan Listrik

Berdasarkan sifat dan jenisnya, bahan-bahan yang dipakai dalam bidang listrik dapat dibagi menjadi 3 golongan, yaitu :

1. Bahan Konduktor
2. Bahan Isolator
3. Bahan Semikonduktor

1.4.1 Bahan Konduktor

- Bahan yang dapat dengan mudah menghantarkan arus listrik.
- Contoh : Tembaga, aluminium, besi, kuningan, perak, emas dan lain sebagainya.



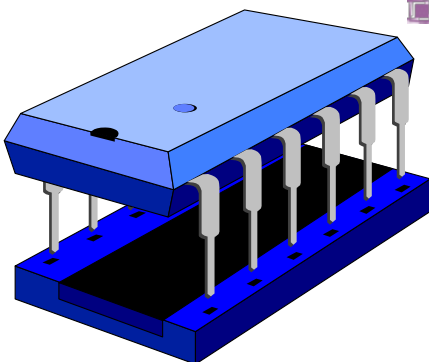
- Bahan penghantar yang banyak dipakai adalah tembaga, karena tembaga memiliki daya hantar listrik yang cukup tinggi dan juga mempunyai ketahanan terhadap korosi dan oksidasi.

1.4.2 Bahan Isolator

- Bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.
- Contoh : Porselin, mika, kaca, kertas, keramik dan lain sebagainya.



1.4.3 Bahan Semikonduktor

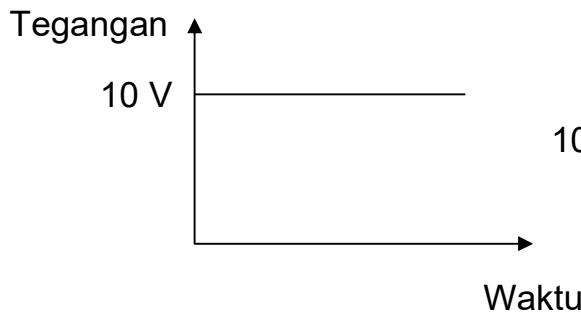


- Bahan yang bersifat setengah menghantar listrik.
- Bahan semikonduktor nilai resistansinya akan menurun sebanding dengan kenaikan suhu dalam jangkauan tertentu.
- Contoh : Germanium dan Silikon.

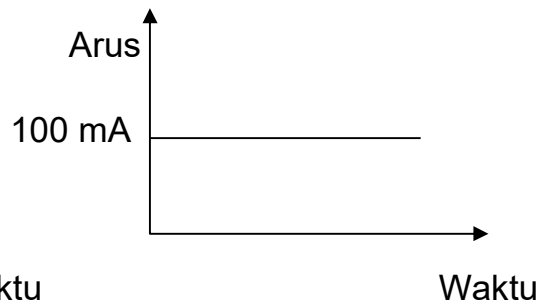
OHT 5

1.5 Direct Current (DC) dan Alternating Current (AC)

- ◆ *Direct Current* adalah arus yang memiliki besar dan arah yang konstant / tetap bila dibandingkan terhadap waktu.



(a) Tegangan DC

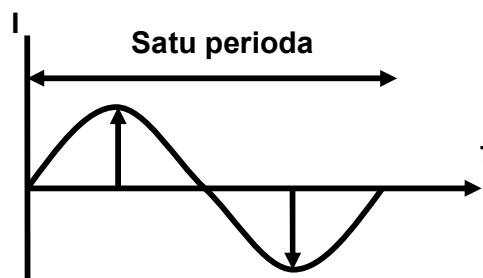


(b) Arus DC

- ◆ Sumber DC : Baterai atau gelombang AC yang telah disearahkan
- ◆ *Simbol DC* :



- ◆ *Alternating Current* adalah arus yang besar dan arahnya berubah sepanjang waktu.



$$I(t) = I_m \sin \omega t$$

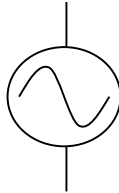
dimana $\omega = 2 \pi f$

- ◆ Berbeda dengan DC, arus bolak-balik biasanya diukur dalam tiga jenis:

- Harga Puncak (V_{mak} atau I_{mak})
- Harga Rata-rata (V_{av} atau I_{av})
- Harga efektif atau RMS (root mean square) / V_{rms} atau I_{rms}

OHT 6

- ◆ Sumber AC : Biasanya dari Generator AC
- ◆ simbol untuk sumber AC adalah sebagai berikut:



1.6 Bahaya – Bahaya Potensial Bila Bekerja dengan Listrik



Bahaya yang paling besar adalah bahaya ssengatan listrik

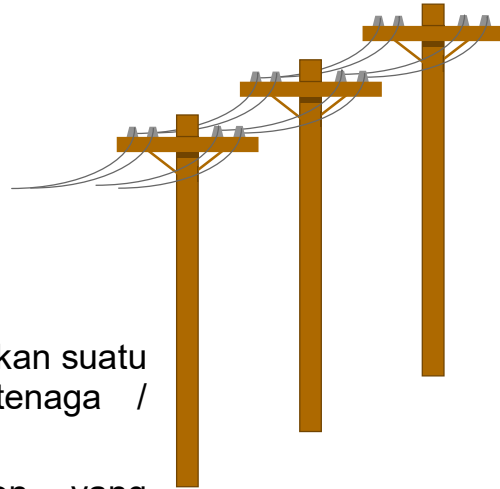
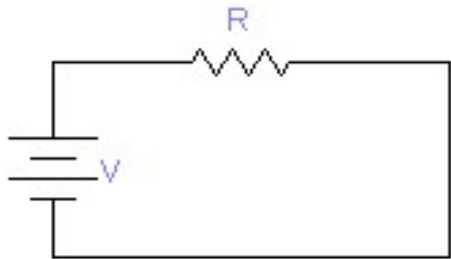
Arus yang mengalir ke tubuh manusia yang lebih dari 10 miliampere dapat melumpuhkan korban dan membuat tidak mungkin konduktor atau komponen “hidup”

Langkah Bekerja dengan listrik :

1. Selalu ikuti prosedur
2. Gunakan manual servis sesering mungkin. Manual itu berisi informasi pengaman khusus.
3. Selidiki sebelum anda bertindak
4. Jika anda ragu, jangan bertindak. Tanyakanlah kepada instruktur atau pengawas anda.

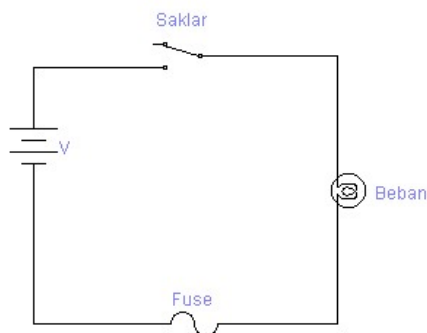
Dasar Operasi Rangkaian Listrik

2.1 Beberapa Istilah dalam Rangkaian Listrik



- Sumber energi listrik (V) merupakan suatu elemen yang menyediakan tenaga / energi listrik.
- Beban (load) adalah elemen yang menerima energi listrik untuk menjalankan atau menggerakkan apa yang telah didisain
- Hubung singkat (*short circuit*) merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan suatu hubungan antara 2 titik yang berlainan potensialnya melalui suatu resistansi yang sangat rendah / kecil.
- Beban Lebih / *Overload* merupakan suatu rangkaian yang memiliki arus / daya yang lebih besar dari keluaran yang ditarifkan / yang sebenarnya untuk suatu elemen.

2.2 Dasar Operasi Rangkaian Listrik Sederhana



- Ketika saklar dihubungkan maka mengalir elektron dari kutub negatif melalui kawat penghantar melewati sekering (fuse), beban, saklar yang tertutup dan kembali ke sumber energi (kutub +). Beban menggunakan sebagian dari energi sumber seluruhnya.

- Saklar ini berfungsi untuk melewatkan arus dalam rangkaian dan juga menghentikan aliran arus dalam rangkaian.
- Supaya rangkaian berjalan sesuai dengan yang telah di tentukan perhatian selanjutnya adalah mengenai Pelindung Arus lebih dan hubung singkat.

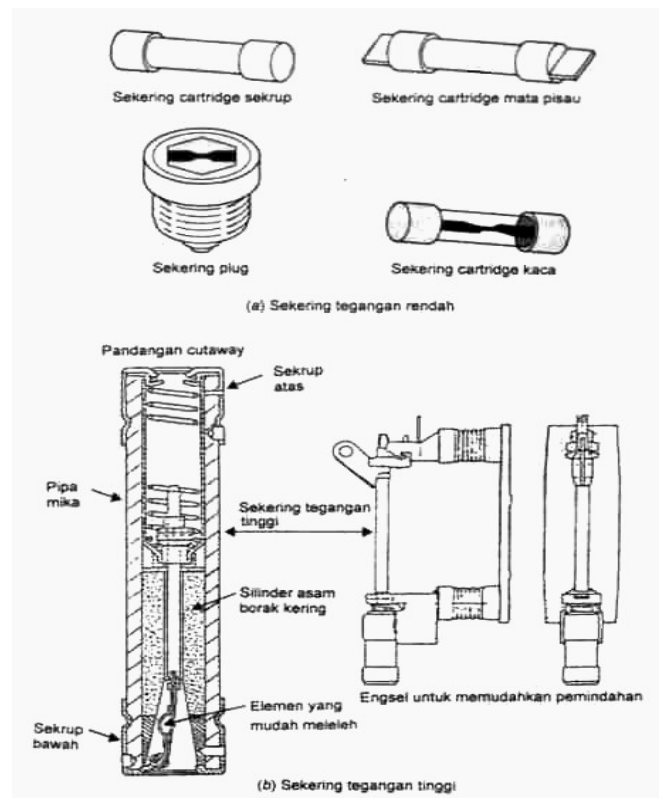
- Sekering (Fuse)

Lambang sekering:

Sekering / Fuse



atau



- Pemutus rangkaian (*circuit breaker*)

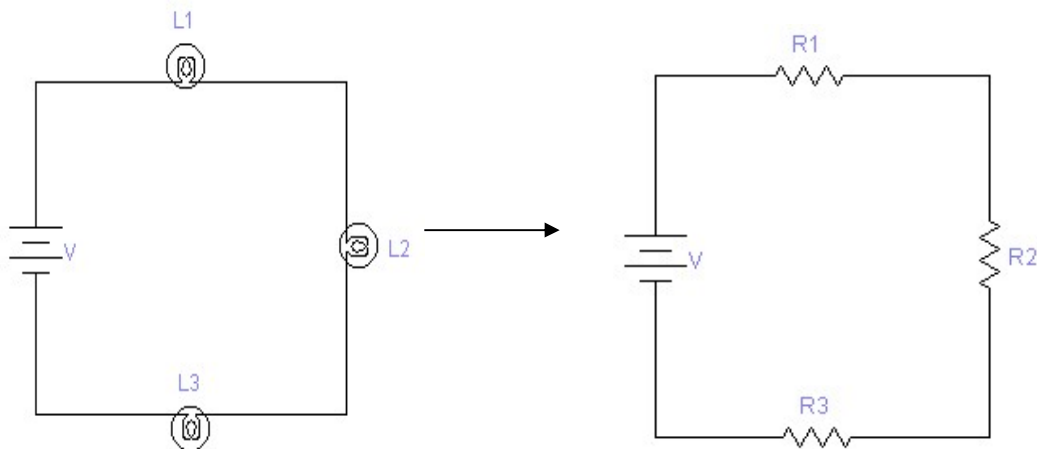
Merupakan saklar yang secara otomatis membuka rangkaian listrik ketika terjadi kondisi beban lebih.

- Tipe magnetik.
- *Thermal overload*

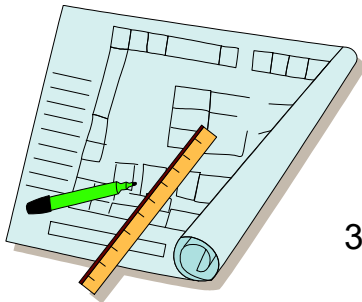
Rangkaian Seri dan Paralel

3.1 Rangkaian Seri

Rangkaian seri adalah rangkaian dimana arus hanya mengalir dalam satu lintasan saja.



Beberapa karakteristik atau teorema dasar dalam rangkaian seri, yaitu:



1. Resistansi total

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

2. Besarnya arus total

$$I_t = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

3. Besarnya tegangan total

$$V_t = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

4. Tegangan jatuh pada masing – masing komponen / resistansi

$$V_1 = R_1 \cdot I ; V_2 = R_2 \cdot I ; V_n = R_n \cdot I$$

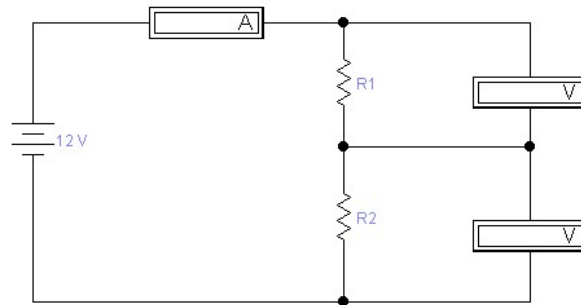
5. Daya total rangkaian

$$P_t = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$\text{Dimana : } P_1 = I^2 \cdot R_1 ; P_2 = I^2 \cdot R_2 ; P_n = I^2 \cdot R_n$$

OHT 10

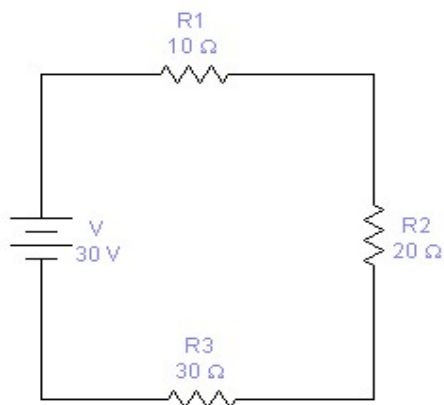
Pengukuran arus dan tegangan dari rangkaian seri



Pengukuran Tegangan dan Arus Rangkaian Seri

Contoh 1:

Berapakah resistansi tahanan total rangkaian ini ?



diketahui : $R_1 = 10 \text{ ohm}$

$R_2 = 15 \text{ ohm}$

$R_3 = 30 \text{ ohm}$

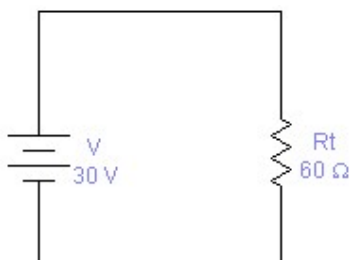
$V = 30 \text{ volt}$

Ditanya : R total dan arus total rangkaian ?

Jawab:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

$$= 10 + 20 + 30 = 60 \text{ ohm}$$

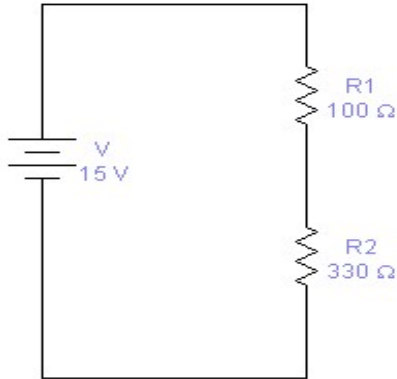


$$I_t = \frac{V}{R_t} = \frac{30 \text{ volt}}{60 \text{ ohm}} = 0,5 \text{ Amper}$$

Rangkaian pengganti

OHT 11

Contoh 2:



Hitunglah tegangan dari masing – masing resistor pada rangkaian ini ?

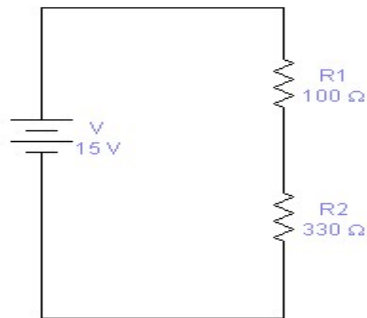
Diketahui : $R_1 = 100 \text{ ohm}$

$R_2 = 330 \text{ ohm}$

$V = 15 \text{ volt}$

Ditanya : V dari masing – masing resistor ?

Jawab:

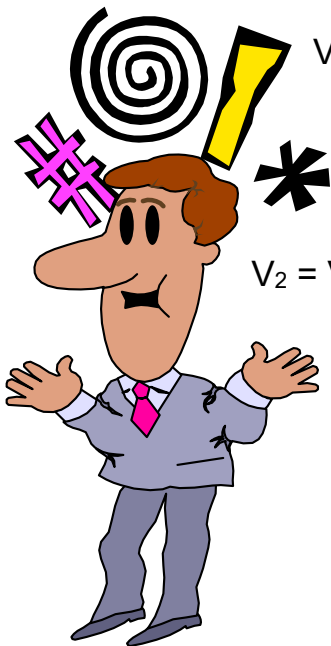


$$R_t = R_1 + R_2$$

$$= 100 \text{ ohm} + 330 \text{ ohm}$$

$$= 430 \text{ ohm}$$

$$I_t = \frac{V}{R_t} = \frac{15 \text{ volt}}{430 \text{ ohm}} = 34,88 \text{ mA}$$



$$V_1 = I \cdot R_1 = (34,88 \times 10^{-3} \text{ A})(100 \text{ ohm}) = 3,488 \text{ volt}$$

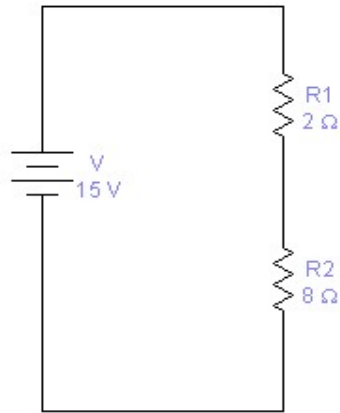
$$V_2 = I \cdot R_2 = (34,88 \times 10^{-3} \text{ A})(330 \text{ ohm})$$

$$= 11,512 \text{ volt}$$

Atau V_2 dapat di cari dengan cara:

$$V_2 = V - V_1 = 15 \text{ volt} - 3,488 \text{ volt} = 11,512 \text{ volt}$$

OHT 12

Contoh 3:

2 buah resistor dipasang dalam rangkaian seri, dengan harga resistansi sebesar 2 ohm dan 8 ohm. Tentukanlah daya total dan daya yang hilang dari masing – masing resistor tersebut bila besarnya tegangan sumber adalah 10 volt ?

Diketahui : $R_1 = 2 \text{ ohm}$

$R_2 = 8 \text{ ohm}$

$V = 10 \text{ volt}$

Ditanya : daya total dan daya pada masing – masing R ?

Jawab:

$$R_t = R_1 + R_2 = 2 \text{ ohm} + 8 \text{ ohm} = 10 \text{ ohm}$$

$$I_t = \frac{V}{R_t} = \frac{10 \text{ volt}}{10 \text{ ohm}} = 1 \text{ A}$$

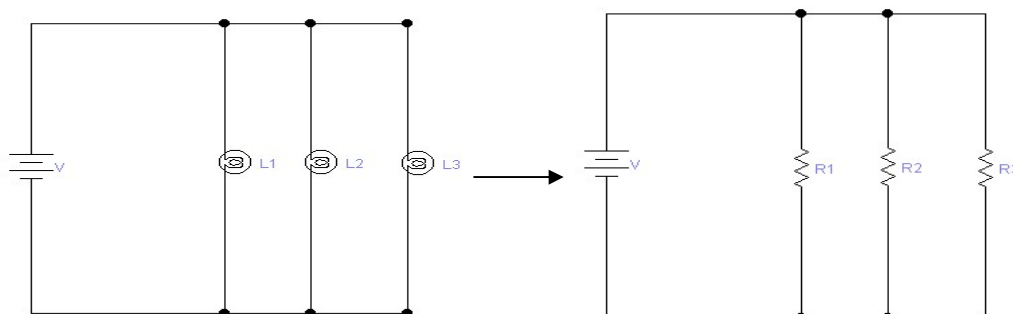
$$P_t = V \cdot I_t = (10 \text{ volt})(1 \text{ A}) = 10 \text{ Watt}$$

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 = (1)^2 \text{ A} (2 \text{ ohm}) = 2 \text{ Watt}$$

$$P_2 = I^2 \cdot R_2 = (1)^2 \text{ A} (8 \text{ ohm}) = 8 \text{ Watt}$$

3.2. Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel didefinisikan sebagai suatu rangkaian yang memiliki lintasan arus yang lebih dari satu dalam besar tegangan yang sama.



OHT 13

Teorema yang berlaku, diantaranya:

1. Besar Resistansi total rangkaian

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

2. Besarnya arus total

$$I_t = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

3. Besarnya tegangan total

$$V_t = V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

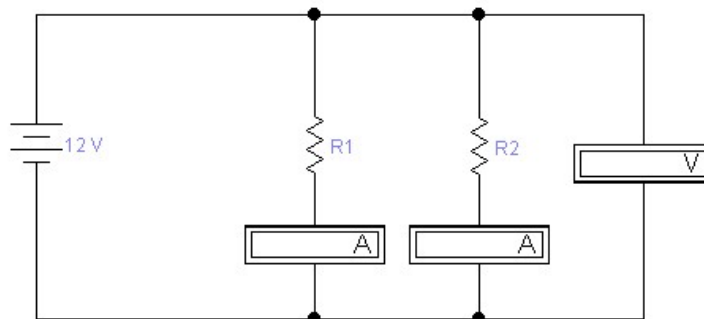
4. Besarnya arus dari masing – masing lintasan adalah :

$$I_1 = \frac{V}{R_1} ; I_2 = \frac{V}{R_2} ; I_n = \frac{V}{R_n}$$

5. Daya total rangkaian

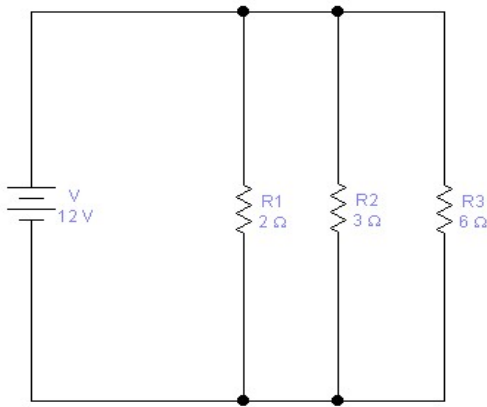
$$P_t = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

Pengukuran tegangan dan arus rangkaian paralel



OHT 14

Contoh 1:



Hitunglah besarnya tahanan total dan tegangan dari masing – masing resistor dari gambar di bawah ini!

Diketahui : $R_1 = 2 \text{ ohm}$

$R_2 = 3 \text{ ohm}$

$R_3 = 6 \text{ ohm}$

Ditanya: Besar R total dan Tegangan masing – masing R ?

Jawab:



$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{6}{6}$$

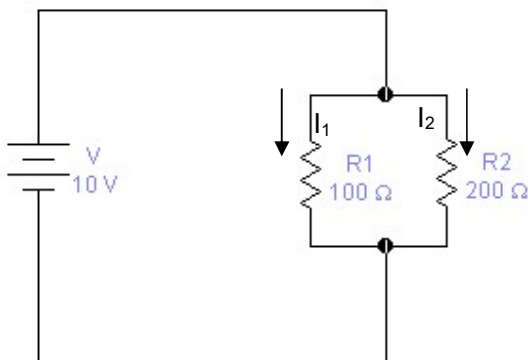
$$R_t = \frac{6}{6} \text{ ohm} = 1 \text{ ohm}$$

Terlihat bahwa tegangan dari masing – masing resistor adalah sama dengan tegangan sumber itu sendiri yaitu 12 volt.

→ Rangkaian pengganti

Contoh 2:

Hitunglah besarnya arus yang pada resistor 100 ohm dan 200 ohm pada rangkaian di bawah ini.



Diketahui: $R_1 = 100 \text{ ohm}$

$R_2 = 200 \text{ ohm}$

$V = 10 \text{ volt}$

Ditanya: Arus pada masing – masing R ?

OHT 15

Jawab:

Karena harga tegangan adalah sama, maka kita dapat langsung menggunakan persamaan:

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{10 \text{ volt}}{100 \text{ ohm}} = 0,1 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{10 \text{ volt}}{200 \text{ ohm}} = 0,05 \text{ A}$$

Contoh 3:

Dari contoh 2 di atas, tentukanlah daya total dan daya yang hilang pada masing – masing resistor ?

Diketahui : $R_1 = 100 \text{ ohm}$

$R_2 = 200 \text{ ohm}$

$V = 10 \text{ volt}$

Ditanya: Besarnya daya total dan daya pada masing – masing R ?

Jawab:

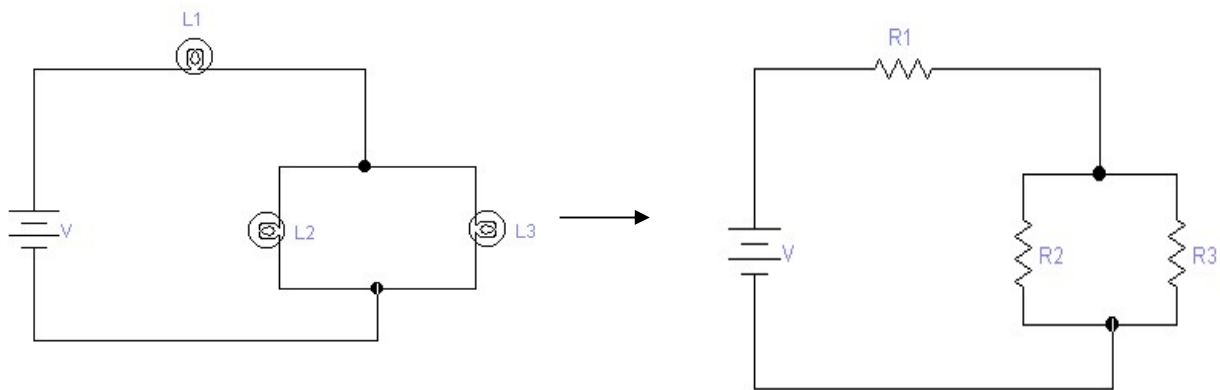
Dari contoh 2 telah dihitung harga I pada masing – masing R, sehingga untuk menghitung daya pada masing – masing R adalah sebagai berikut:

$$P_1 = V.I = V \cdot \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} = \frac{V^2}{R_1} = \frac{10^2 \text{ volt}}{100 \text{ ohm}} = 1 \text{ Watt}$$

$$P_2 = \frac{V^2}{R_2} = \frac{10^2 \text{ volt}}{200 \text{ ohm}} = 0,5 \text{ Watt}$$

$$P_t = P_1 + P_2 = 1 \text{ Watt} + 0,5 \text{ Watt} = 1,5 \text{ Watt}$$

3.3 Rangkaian Kombinasi Seri dan Paralel



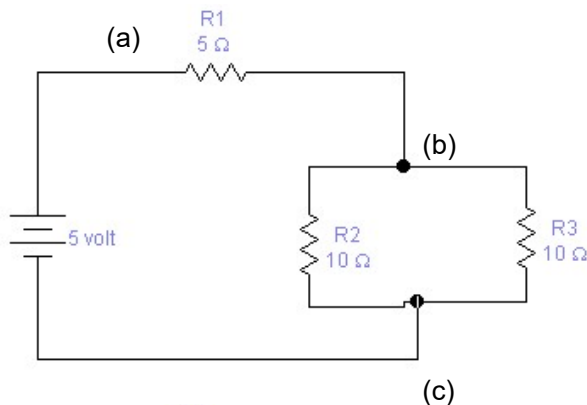
Beberapa langkah yang dapat kita lakukan:

1. Gambarkan secara jelas dan sederhana kemudian tentukan titik – titik percabangannya
2. Selanjutnya tentukan setiap titik cabang tersebut merupakan suatu rangkaian seri atau paralel.
3. Tuliskan harga – harga yang diketahui
4. Bilamana rangkaian paralel merupakan bagian dari rangkaian seri terlebih dahulu dihitung harga resistansi pada rangkaian paralel dan kemudian rangkaian seri demikian sebaliknya bila rangkaian seri merupakan bagian dari rangkaian paralel, terlebih dahulu dihitung harga resistansi pada rangkaian seri dan baru kemudian rangkaian paralel.
5. Tentukan persamaan yang diperlukan kemudian selesaikan berdasarkan teorema rangkaian seri dan paralel di atas.

OHT 17

Contoh:

Tentukanlah resistansi arus total rangkaian dan arus yang melewati masing – masing resistansi rangkaian di bawah ini:



Diketahui: $R_1 = 5\ \text{ohm}$

$R_2 = 10\ \text{ohm}$

$R_3 = 10\ \text{ohm}$

$V = 5\ \text{volt}$

Ditanya: Arus total rangkaian ?

Jawab:

Langkah penyelesaiannya:

1. Tentukan resistansi di cabang (b-c)

Merupakan rangkaian paralel

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

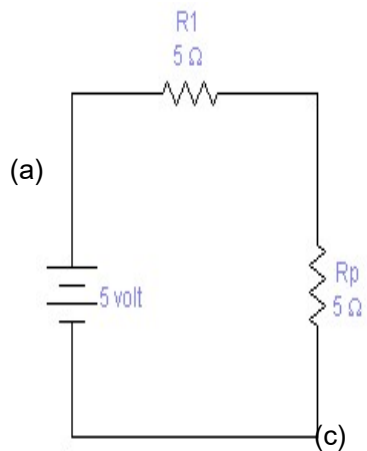
$$R_t = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10\ \text{ohm} \cdot 10\ \text{ohm}}{10\ \text{ohm} + 10\ \text{ohm}} = 5\ \text{ohm}$$

2. Tentukan resistansi cabang (a-c) , Seri

$$R_{tt} = R_t + R_1 = 5\ \text{ohm} + 5\ \text{ohm} = 10\ \text{ohm}$$

3. Tentukan arus total,

$$I = \frac{V}{R_{tt}} = \frac{5\ \text{volt}}{10\ \text{ohm}} = 0,5\ \text{A}$$



OHT 18

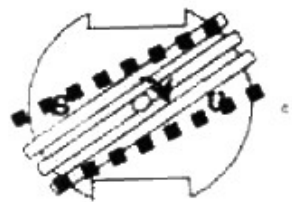
Sistem Pendistribusian Listrik di Gedung dan Sekitarnya

4.1 Sistem daya satu fasa dan tiga fasa

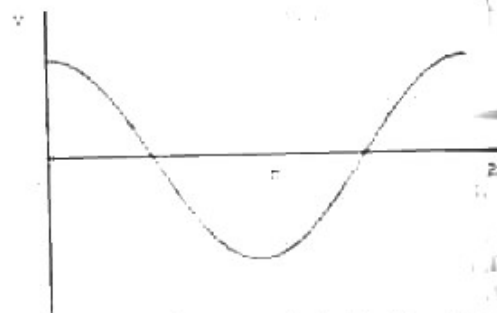
4.1.1 Sistem Satu Fasa (*Single-phase System*)



Dapat diartikan bahwa satu pasang kawat konduktor membawa energi listrik dari dan ke sebuah beban dalam rangkaian AC.



(a) Generator Satu Fasa



(b) Tegangan bolak balik yang dibangkitkan.

Gamb. 4.1 Konstruksi dan Bentuk Sinyal Sistem Satu Fasa

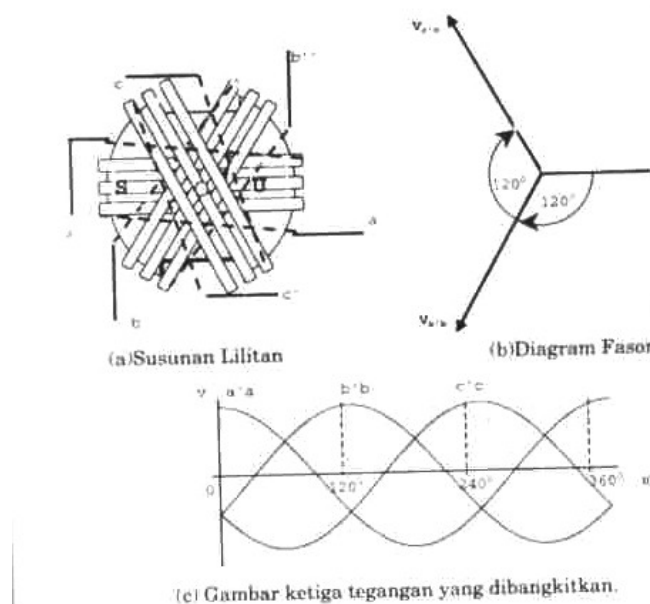
OHT 19

4.1.2 Sistem Tiga Fasa (*Three-phase System*)

Karena beban meningkat, jelas sistem satu fasa tidak lagi efektif. Tiga fasa dapat mengirimkan daya 1,73 kali dibandingkan satu fasa

Keuntungan lain Tiga Fasa adalah lainnya:

1. Generator lebih murah dilihat dari jumlah daya yang dihasilkannya.
2. Lebih mudah untuk meregulasi tegangan dari sistem tiga fasa
3. Motor tiga fasa lebih efisien dan memiliki karakteristik operasi yang lebih baik dibanding satu fasa
4. Generator tiga fasa dapat menghasilkan sumber daya satu fasa ataupun tiga fasa, tetapi generator satu fasa tidak dapat menghasilkan daya tiga fasa.



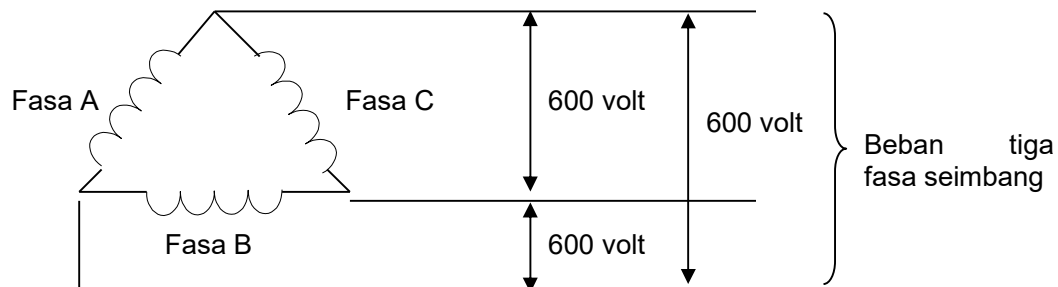
Gamb. 4.2 Sistem Daya Tiga Fasa

OHT 20

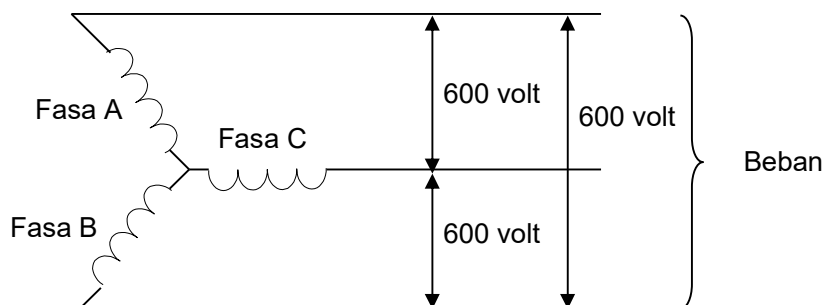
Ada dua pengawatan dalam sistem tiga fasa yaitu:

1. Sistem tiga fasa dengan tiga konduktor (*Three-phase Three-wire system*)
2. Sistem tiga fasa empat konduktor (*Three-phase Four-wire system*).

Kedua sistem pengawatan dalam tiga fasa dapat dihubungkan dalam sistem **Delta** atau **Bintang (Wye)**.



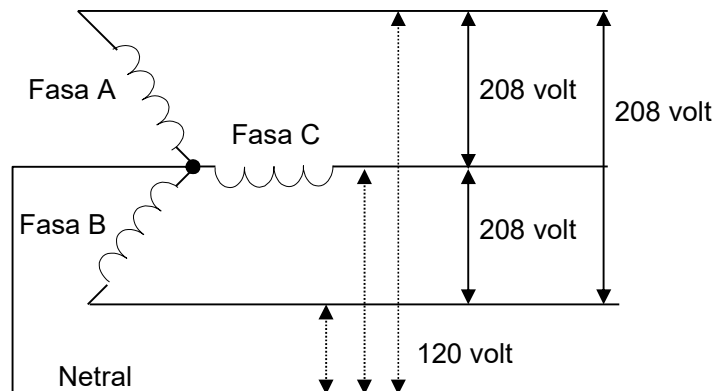
Gamb.4.3 Hubungan tiga fasa tiga kawat delta



Gamb. 4.4 Hubungan Tiga Fasa Tiga Konduktor wye / bintang

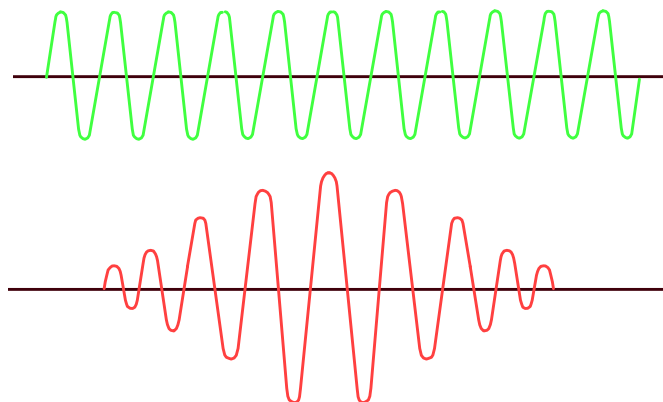
Distribusi tiga fasa yang umum digunakan adalah tiga fasa empat konduktor, dengan jenis hubungan *bintang (wye)*

OHT 21

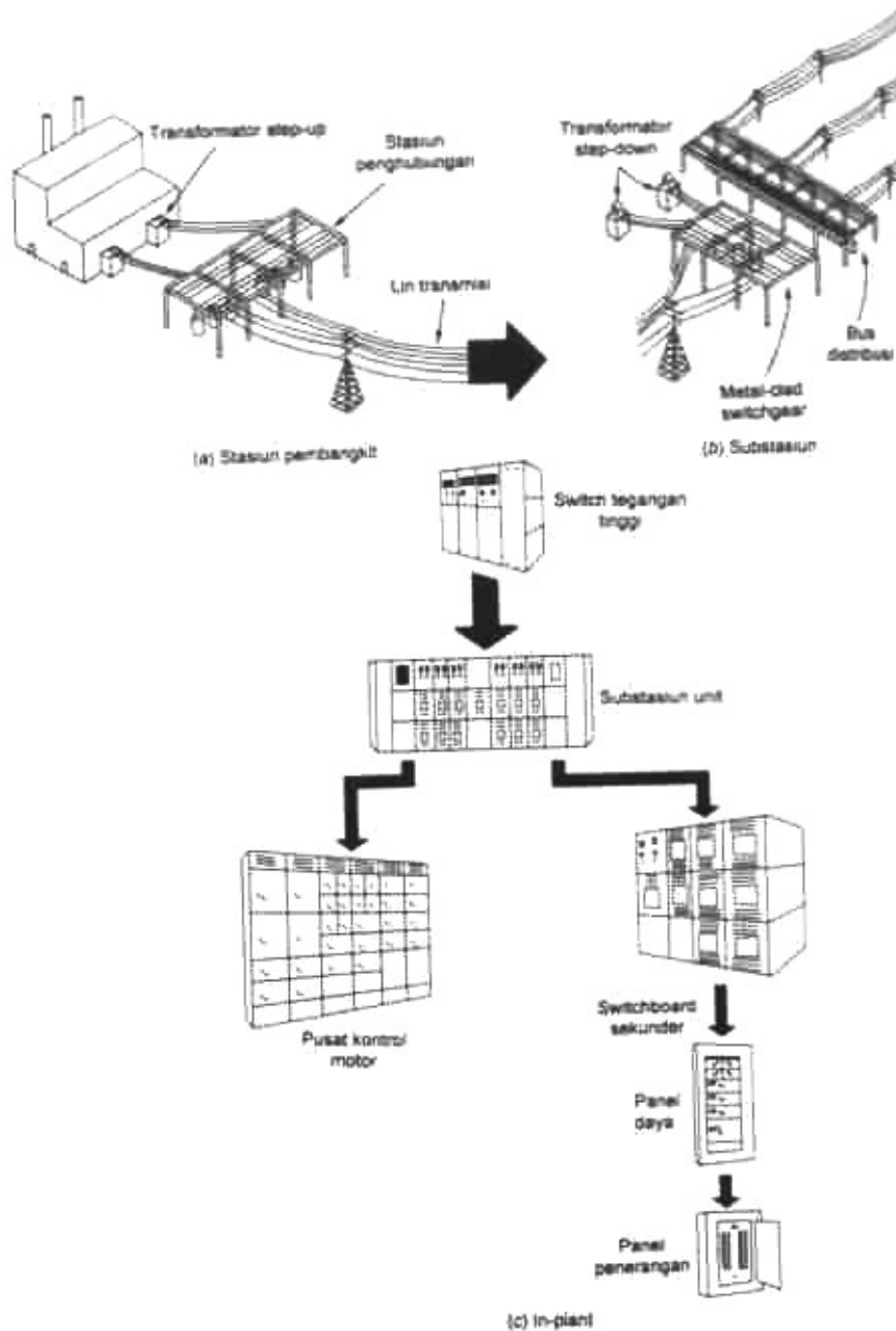


Gamb. 4.5 Hubungan Tiga Fasa Empat Konduktor wye / bintang

- Fasa-fasa berbeda 120 derajat listrik satu sama lain,
- Fasa-fasa mempunyai titik bersama, sehingga tegangan dari fasa ke fasa adalah sama dengan tegangan dari fasa ke netral dikalikan 1,73 (angka 1,73 adalah akar 3, digunakan karena kumparan berbeda 120 derajat listrik satu sama lain)
- Dua tegangan yang umum digunakan adalah tiga fasa empat konduktor 120 volt / 208 volt dan tiga fasa empat kawat 347 volt / 600 volt.



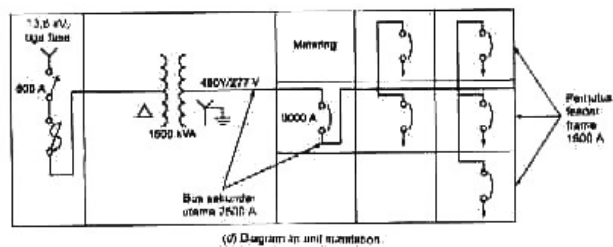
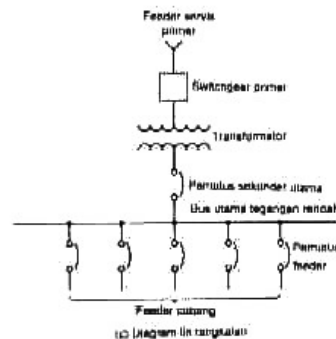
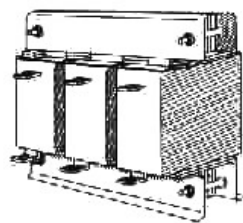
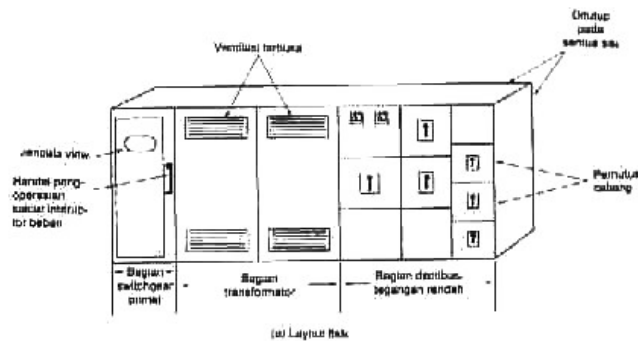
4.4 Sistem Distribusi Daya Listrik



Gamb. 4.6 Tahapan dalam Pengiriman daya ke Pengguna Industri

OHT 23

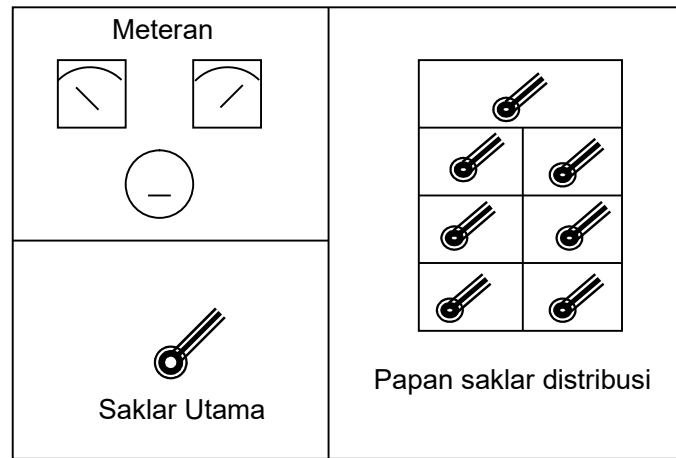
Pendistribusian listrik di suatu gedung atau pabrik biasanya dimulai dari unit gardu induk (substation sekunder). Gardu induk membentuk jantung distribusi listrik pabrik, industri atau bangunan komersil. Mereka menerima daya listrik dari utility listrik dan menurunkannya menjadi level tegangan nominal 600 volt atau lebih rendah untuk distribusi seluruh bangunan.



OHT 24

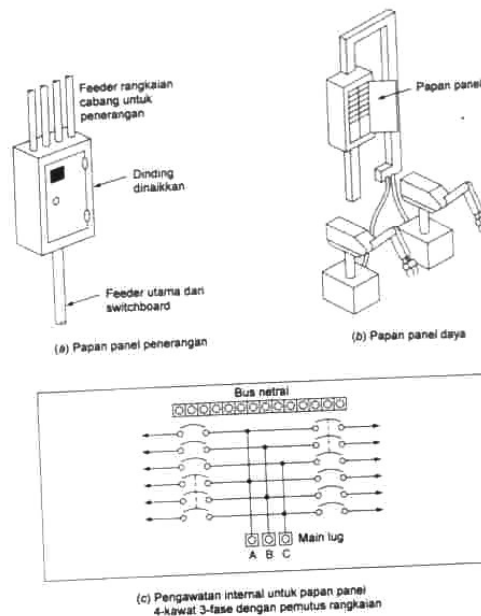
Unit gardu induk terdiri dari tiga komponen sebagai berikut:

1. Bagian *Switch-gear* (alat penghubung) tegangan tinggi.
 - Bagian ini menggabungkan terminasi untuk kabel pemasukkan primer dan *switch-gear* primer, semua ditempatkan pada satu kotak berlapisan metal.
 - Perakitan saklar dan sekering interuptor beban banyak digunakan untuk *switch-gear* primer
 - Saklar interuptor beban dapat menginterupsi arus kerja yang terus menerus, umumnya 600 A atau 1200 A.
 - Biasanya ada perlindungan terhadap petir jika unit gardu induk disuplai dari sistem distribusi udara.
2. Bagian Transformator
 - Bagian ini menempatkan transformator untuk menurunkan tegangan primer sampai level pemakaian tegangan rendah.
 - Transformator jenis kering, didinginkan dengan udara secara universal digunakan sebab mereka tidak menghendaki persyaratan konstruksi tahan api yang khusus.
3. Bagian Distribusi Tegangan-rendah (*switchboard* / papan saklar)
 - Bagian ini menyediakan perlindungan dan pengendalian untuk rangkaian pengisi tegangan rendah
 - Terdiri atas saklar yang bisa memutuskan dengan memakai sekering, memutuskan rangkaian dengan kotak dicetak, pemutus rangkaian (*circuit breaker*) atau kombinasi dari alat – alat tersebut.
 - Mungkin juga berisi alat ukur untuk pengukuran tegangan, arus, daya, power factor atau energi
 - *Switch-gear* sekunder dimaksudkan untuk memutuskan dalam keadaan beban lebih atau kesalahan pada pengisian rangkaian sekunder dari transformator.



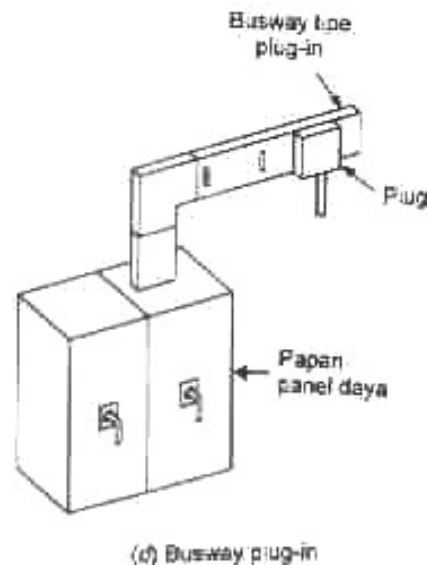
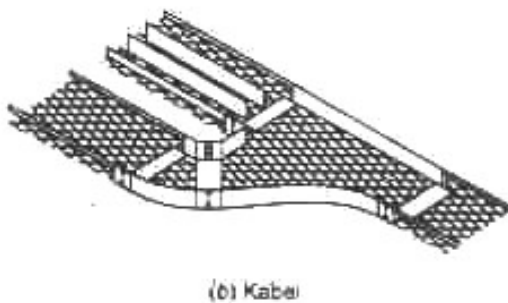
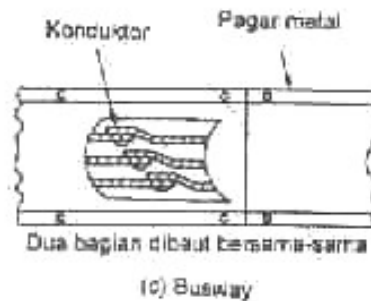
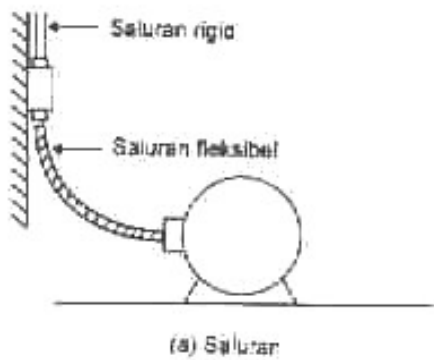
Gamb. 4.10 Kombinasi Papan Saklar (Switchboard)

Selain Papan Saklar, ada lagi yang disebut sebagai *papan panel*. Papan panel adalah almari distribusi yang dipasang pada dinding yang berisi sekelompok pemutus rangkaian atau alat perlindungan sekering untuk beban yang sudah spesifik misalnya penerangan, stop kontak, motor, peralatan tujuan khusus.

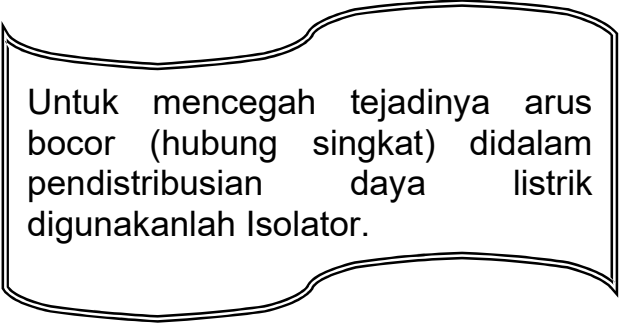


Gamb. 4.11 Papan Panel

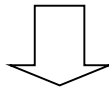
Semua penghantar yang dipasang pada gedung harus dilindungi, biasanya dengan memasangnya di dalam “raceaway”. Raceaway memperlengkapai ruangan, penyangga, perlindungan mekanik untuk penghantar dan memperkecil kemungkinan bahaya kejutan listrik dan kebakaran.



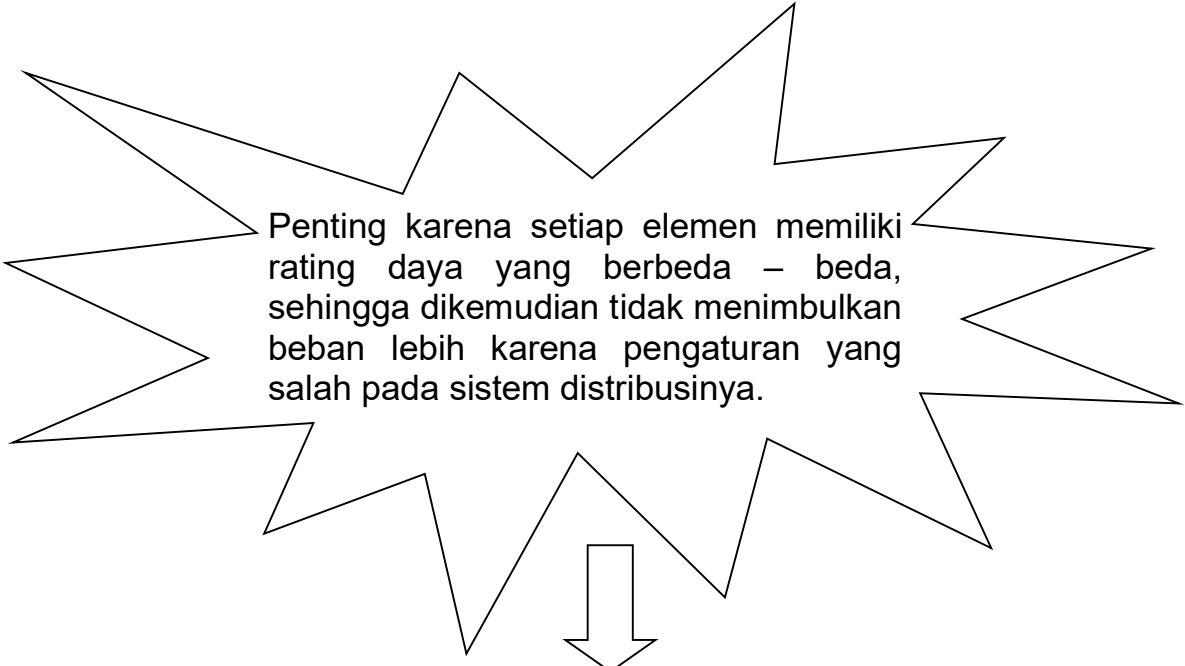
Jenis – jenis Raceaway yang Umum Digunakan

OHT 27

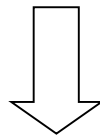
Untuk mencegah terjadinya arus bocor (hubung singkat) didalam pendistribusian daya listrik digunakanlah Isolator.



Hal terakhir didalam pendistribusian daya listrik adalah pengaturan setiap elemen / peralatan listrik yang akan digunakan seperti lampu, motor, pemanas, elevator, dll



Penting karena setiap elemen memiliki rating daya yang berbeda – beda, sehingga dikemudian tidak menimbulkan beban lebih karena pengaturan yang salah pada sistem distribusinya.



Pentanahan berkaitan dengan hubungan dari bagian – bagian instalasi pengawatan ke bumi (*a common earth connection*). Pada umumnya pentanahan bertujuan untuk melawan dua bahaya: kebakaran dan sengatan listrik.

Alat dan Sistem Pengendalian di Industri

5.1 Alat – alat Pengendali di Industri

1. Saklar

Saklar adalah salah satu komponen pengendali yang berfungsi untuk menghubungkan satu bagian dengan bagian lainnya.

- Saklar togel



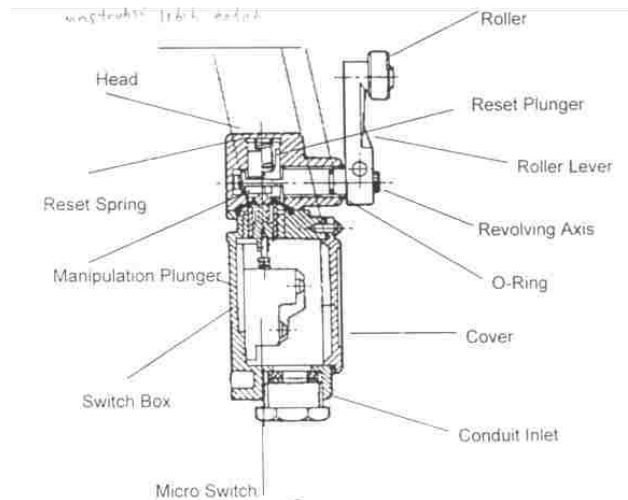
- Saklar geser,



- Saklar tekan (pushbutton)

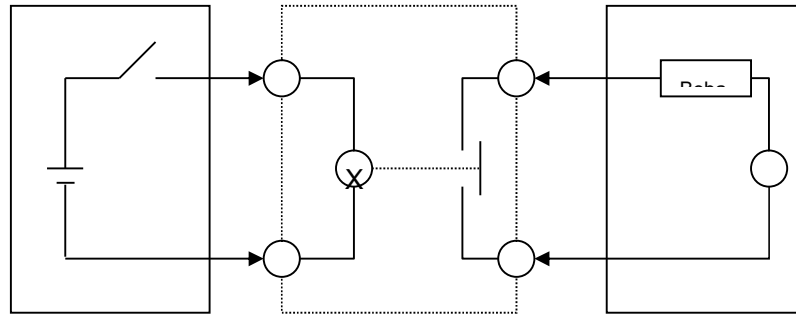


- Saklar limit (*limit switch*)



2. Relai

Relai (relay) adalah alat yang dioperasikan dengan listrik yang secara mekanis mengontrol penghubungan rangkaian listrik.



Prinsip Kerja Relai

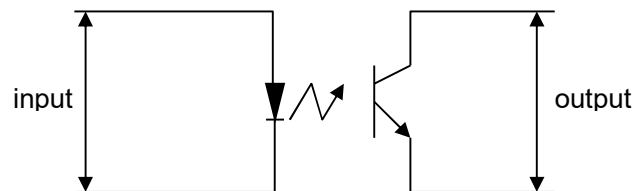
Klasifikasikan Relai

a. Mekanik

- Elektromagnetik relai
Adalah peralatan mekanik, dimana kontak menutup / membuka ketika arus lewat melalui kumparan dari elektromagnetik.
- Reed Relai

b. Statik

- Relai Solid State (SSR)



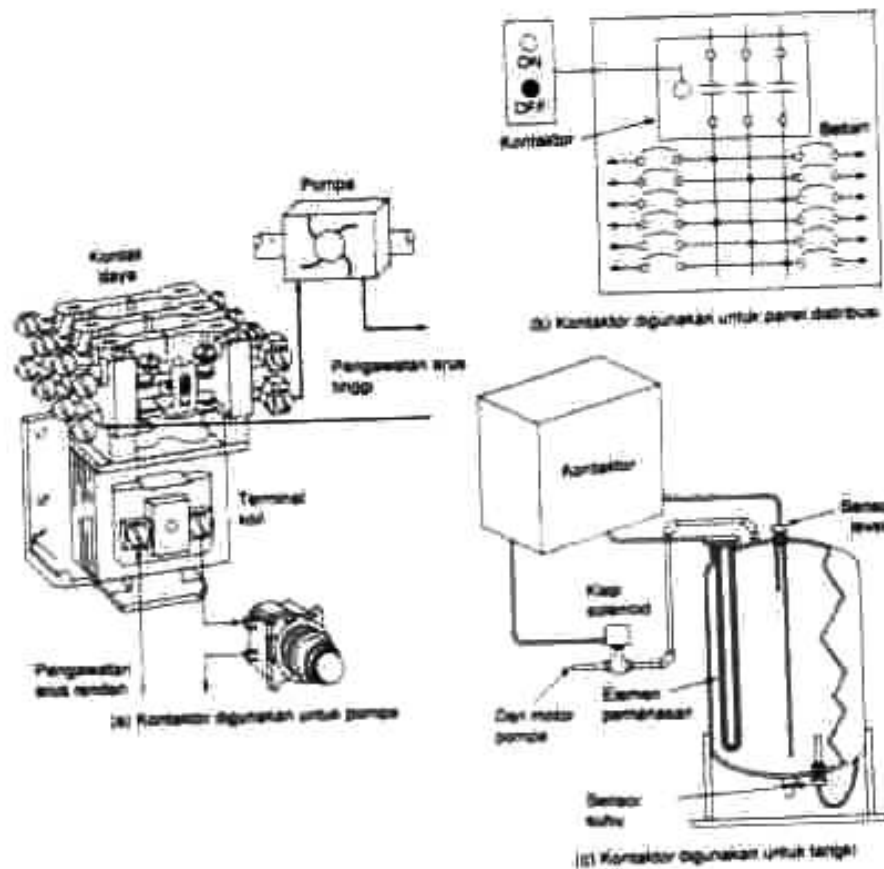
- Relai MOS FET

3. Kontaktor magnetis

kontaktor dirancang untuk menyambung dan membuka rangkaian daya listrik tanpa merusak

OHT 30**Aplikasi Kontaktor:**

- (a). Kontaktor digunakan untuk saklar daya ON dan OFF pada panel distribusi
- (b). Kontaktor juga digunakan pada alat pilot untuk mengontrol suhu dan level cairan dari tangki

**Aplikasi Kontaktor****Keuntungan penggunaan kontaktor magnetis**

- Untuk penanganan arus besar atau tegangan tinggi
- Pengoperasian yang harus diulang beberapa kali dalam satu jam
- Meningkatkan keselamatan/keamanan instalasi.
- Dengan kontaktor peralatan kontrol dapat dipasangkan pada titik yang jauh.
- Kontrol otomatis dan semi otomatis dapat dilakukan dengan peralatan seperti kontrol logika yang dapat diprogram (PLC).

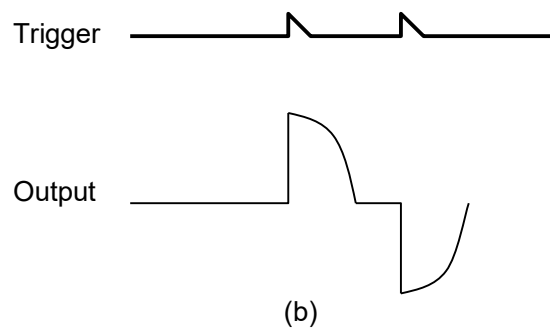
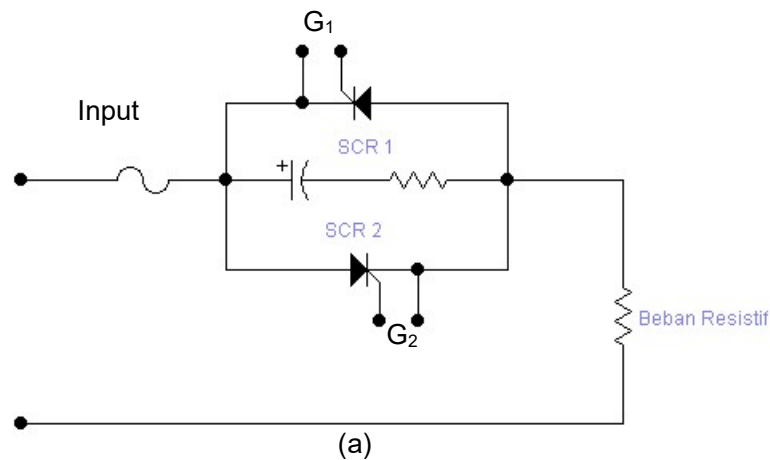
OHT 31

4. Motor Startter (Pengasut Motor)

Startter motor magnetis sama dengan kontaktor baik dalam desain maupun cara kerja. Keduanya mempunyai keistimewaan penting secara umum: kontak bekerja apabila kumparan diberi energi. Perbedaan penting adalah penggunaan relai beban lebih pada startter motor.

5. Kontaktor Solid State

Penghubungan solid state berarti pemutusan daya dengan cara elektronis non mekanis. Kontaktor solid state adalah alat penghubungan daya yang dirancang untuk mengganti kontaktor magnet untuk aplikasi yang melibatkan beban resistif maupun induktif.

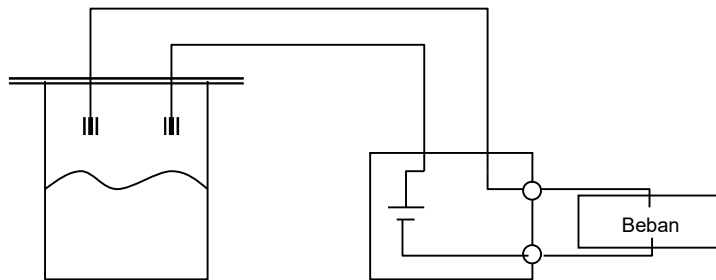


6. Peralatan Proteksi Beban lebih (Overload Protection devices)

- Relai beban lebih magnetis
- Relai beban lebih panas
- Relai beban lebih elektronis
- Elemen dobel atau sekering

7. Detektor

Detektor merupakan alat yang hanya digunakan untuk mendeteksi adanya sesuatu. Misalnya detektor ketinggian air (detektor level



Rangkaian Sederhana Detektor Level

8. Sensor

Sensor adalah suatu alat yang mendeteksi perubahan bentuk temperatur, cahaya, magnet, dan lainnya menjadi tegangan dan arus listrik.



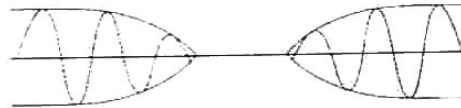
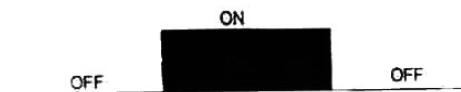
Peranan dalam otomatisasi pada proses kontrol

• Sensor Proximity (sensor kedekatan)

Suatu komponen yang mendeteksi keberadaan suatu obyek tanpa kontak fisik dan merubahnya dalam bentuk medan magnet atau elektrik.

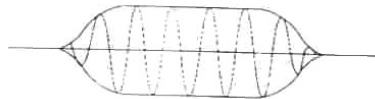
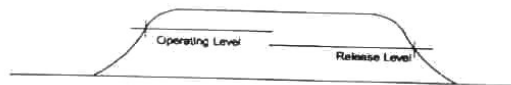
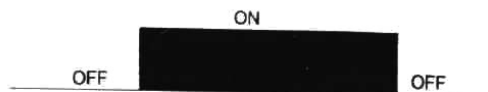
Tipe sensor proximity:

- Tipe induktif
Sensor yang merasakan / diaktifkan oleh obyek logam

Amplitude of Oscillation*Output Voltage of Rectifier**Output of Switching Circuit*

Konfigurasi Sinyal Rangkaian Proximity Induktif

- Tipe Kapasitif
Sensor yang merasakan dan diaktifkan oleh bahan konduktif dan non konduktif (kayu, plastik, cairan, gula dan terigu / gandum).

Amplitude of Oscillation*Output Voltage of Rectifier**Output of Switching Circuit*

Konfigurasi Sinyal Rangkaian Proximity Kapasitif

OHT 34

- **Sensor Sinar / Fotolistrik (*Photo Electric sensor*)**

Adalah suatu komponen yang mendeteksi keberadaan suatu obyek dengan menggunakan sinar dan mengubahnya menjadi sinyal listrik.

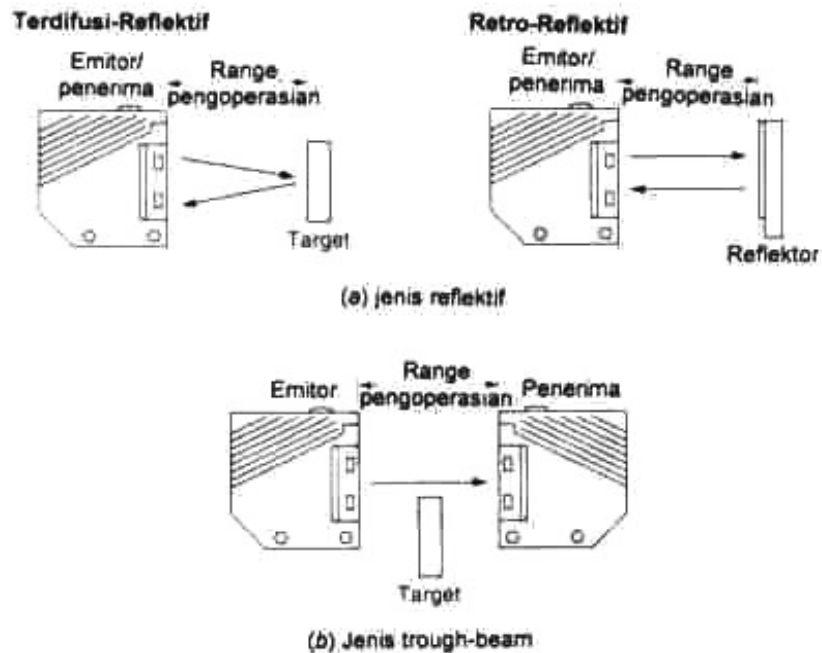
Ada dua jenis sensor fotolistrik utama yang digunakan untuk merasakan posisi :

1. Sensor fotolistrik jenis reflektif

Digunakan untuk mendeteksi sorotan sinar yang dipantulkan dari target.

2. Sensor fotolistrik jenis sorotan

Digunakan untuk mengukur perubahan jumlah sinar yang disebabkan oleh target yang menyeberang sumbu optik.

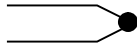



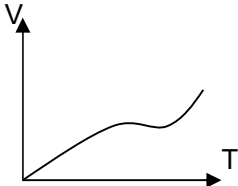
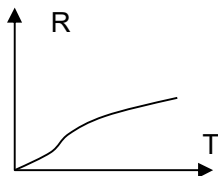
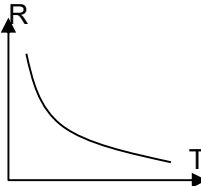
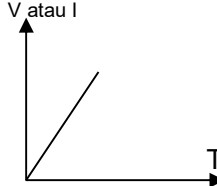


Sensor fotolistrik

- **Sensor Suhu**

Ada empat jenis utama sensor suhu yang biasa digunakan: termocouple, detektor suhu tahanan (RTD), termistor dan sensor IC.

Tabel Perbedaan antar komponen sensor suhu

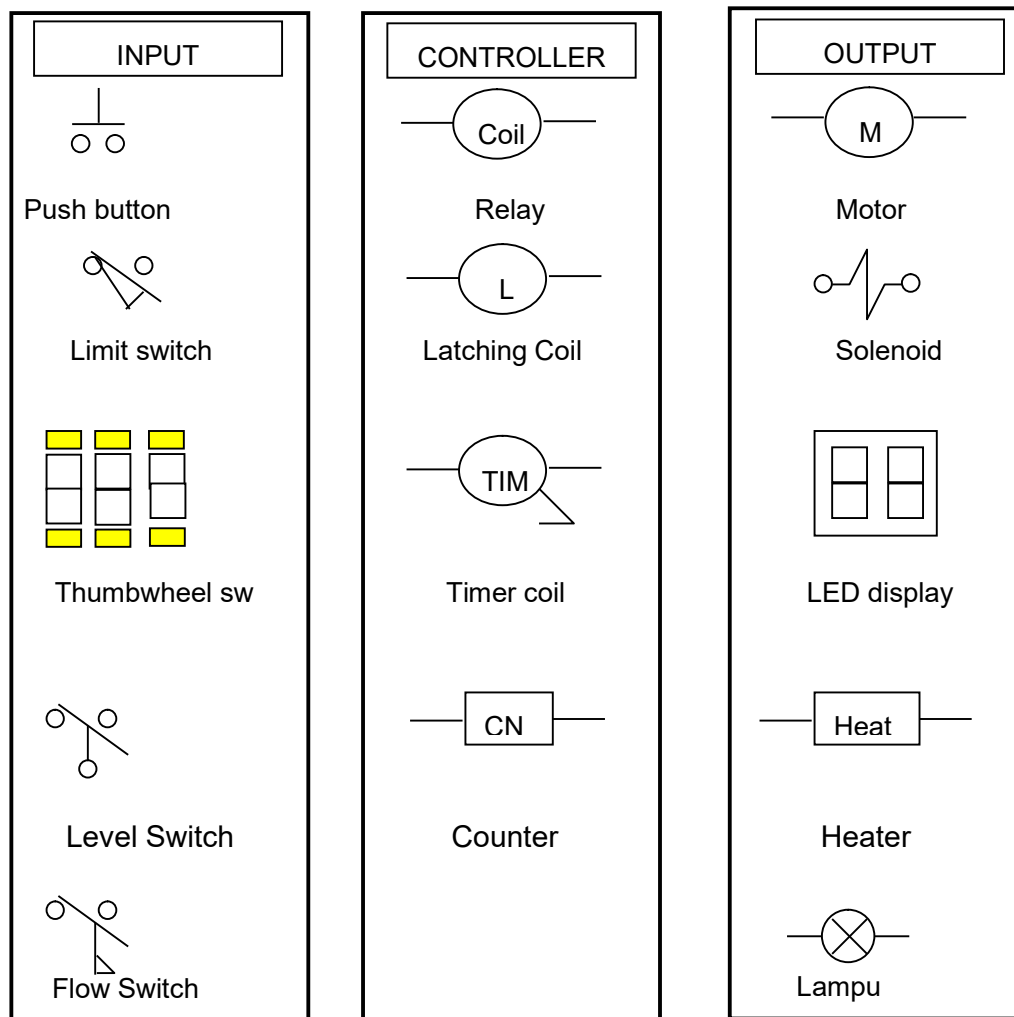
| | Termokopel | RTD | Termistor | IC Sensor |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Simb |  |  |  |  |
| Linieritas |  |  |  |  |
| Kekuatan | <ul style="list-style-type: none"> • Self powered • Sederhana • Kasar • Murah • Banyak macamnya • Range suhu luas | <ul style="list-style-type: none"> • Paling stabil • Paling akurat • Lebih linier dibandingkan termokopel | <ul style="list-style-type: none"> • Output tinggi • Cepat • Mengukur ohm dua kawat | <ul style="list-style-type: none"> • Paling linier • Output paling tinggi • Murah |
| Kelemahan | <ul style="list-style-type: none"> • Tidak linier • Tegangan rendah • Memerlukan referensi • Kurang stabil • Kurang sensitif | <ul style="list-style-type: none"> • Mahal • Memerlukan suplai daya • Perubahan R kecil • Tahanan absolut rendah • Self heating | <ul style="list-style-type: none"> • Tidak linier • Range suhu terbatas • Rentan • Memerlukan suplai daya • Self heating | <ul style="list-style-type: none"> • $T < 200\text{ C}$ • Memerlukan suplai daya • Lambat • Self heating • Konfigurasi terbatas |

5.2 Pengendalian / Otomatisasi di Industri

5.2.1 Otomatisasi Sistem Diskrit

Perkembangan pengendalian proses atau otomatisasi suatu sistem di industri dimulai dari pengendalian menggunakan komponen relai elektromagnetik. Peralatan ini di beri pengawatan untuk melakukan suatu fungsi khusus, seperti pengendalian pergerakan konveyor, lamanya waktu pengepresan, pengendalian level permukaan cairan dan lain sebagainya.

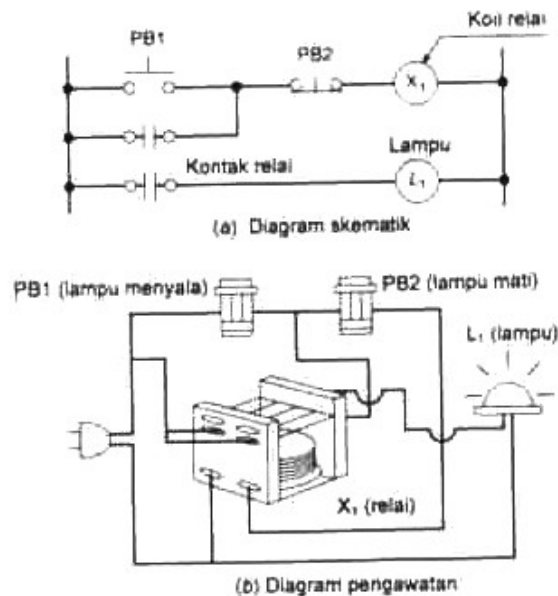
Seperti sudah dijelaskan bahwa pengendalian menggunakan sistem diskrit adalah menggunakan relai sebagai peralatan utamanya. Tetapi sebenarnya komponen – komponen lain juga digunakan dalam sistem ini seperti timer coil, counter, latching coil dan lainnya yang mendukung otomatisasi sistem diskrit.



OHT 37

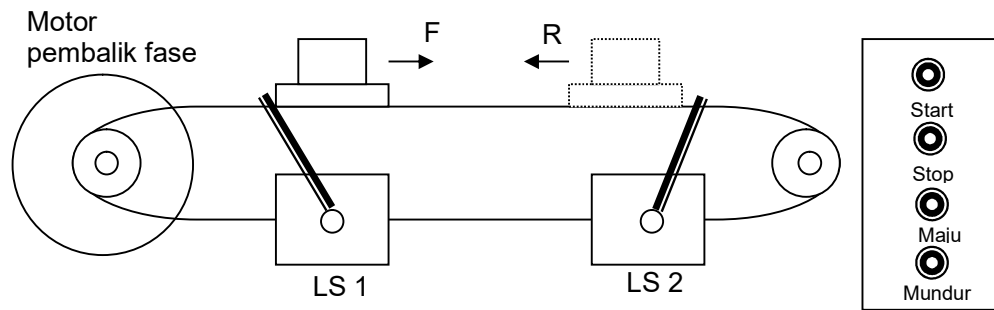
Dalam sistem diskrit peralatan – peralatan di atas umumnya hanya digunakan untuk satu tugas tertentu. Sehingga ketika terjadi perubahan sistem (penambahan input atau output), peralatan diskrit tadi tidak dapat digunakan atau bila masih dapat digunakan maka penambahan peralatan akan sulit dilakukan.

Contoh 1:

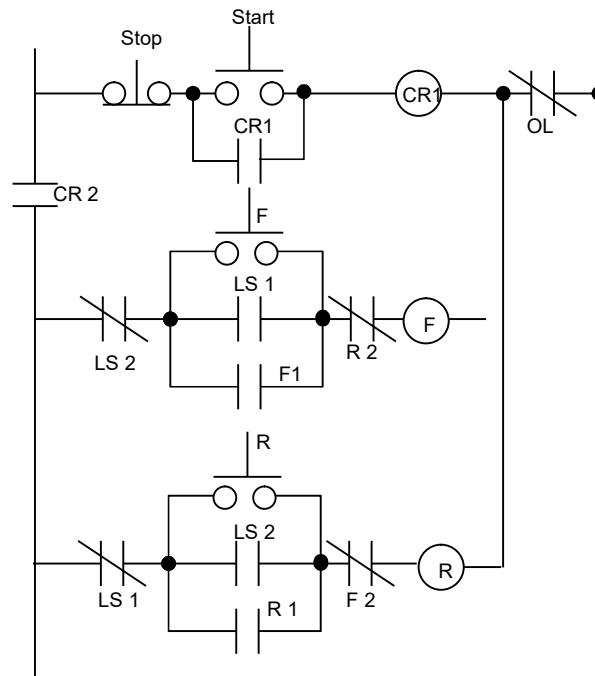


Contoh Pengendalian Menggunakan Sistem Diskrit

Contoh 2:



Gamb. 5.26 Layout Umum Sistem



Skema Rangkaian Kontrol

OHT 39

5.2.2 Otomatisasi Sistem Programmable

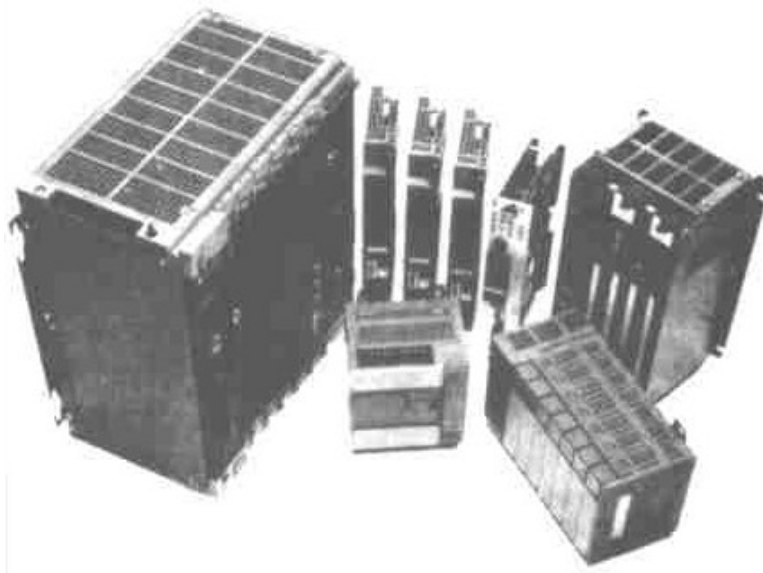
Kini persaingan industri semakin meningkat, efisiensi produksi umumnya dianggap sebagai kunci sukses. Efisiensi produksi meliputi area yang luas seperti:

1. Kecepatan dimana peralatan produksi dan line produksi dapat di set untuk membuat suatu produk.
2. Menurunkan biaya material dan upah kerja dari suatu produk
3. Meningkatkan kualitas dan menurunkan barang rusak (reject)
4. Meminimalkan downtime dari mesin produksi
5. Biaya peralatan produksi murah.

Oleh karena tuntutan tersebut, maka pengontrolan menggunakan peralatan diskrit sudah tidak memadai, apalagi apabila ditambah dengan tuntutan untuk adanya suatu sistem pemrosesan data dan sistem monitor terpusat, kontrol logika yang konvensional / diskrit tidak dapat memenuhi tuntutan – tuntutan tersebut dan lahirlah sistem otomatisasi baru yaitu *Programmable Controller*.

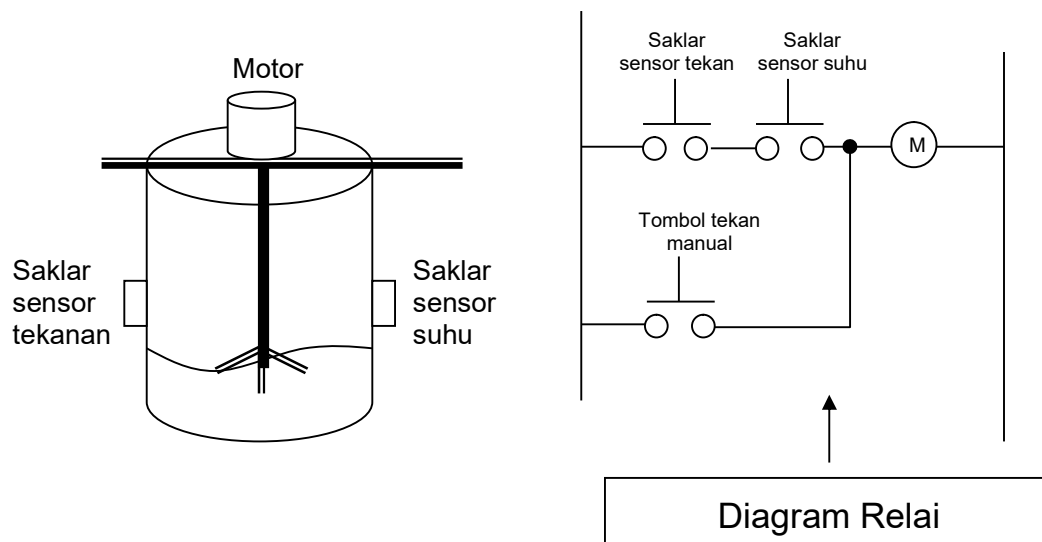
Perbedaan Wired Logic dengan Programmable

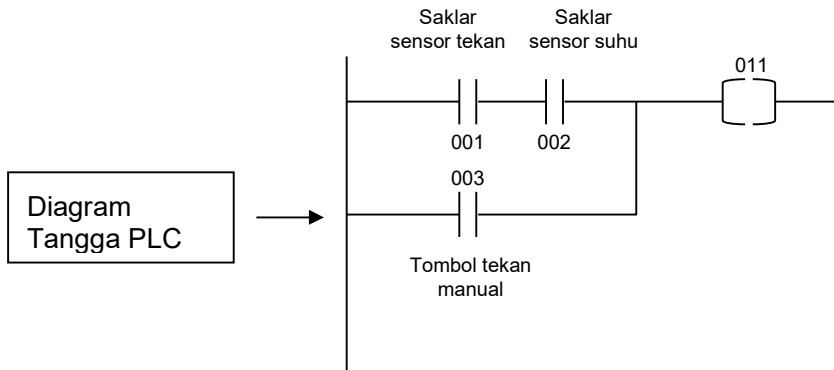
| Spesifikasi | Wired Logic | Programmable Controller |
|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Peralatan yang dikontrol | Tujuan khusus | Tujuan umum |
| Skala kontrol | Kecil dan sedang | Sedang dan besar |
| Pengubahan / penambahan pada spesifikasi | Sukar | Mudah |
| Perawatan | Sukar | Mudah |
| Ketahanan uji | Tergantung desain | Sangat Tinggi |
| Efisiensi dari segi ekonomi | Keuntungan pada operasi skala kecil | Keuntungan pada operasi skala kecil, sedang dan besar. |

OHT 40

Pengontrol Logika yang Dapat Diprogram

Contoh :



OHT 41

Aplikasi Kontrol Proses

BAB 5 CARA MENILAI UNIT INI

Apa yang Dimaksud dengan Penilaian ?

Penilaian adalah proses pengumpulan bukti-bukti hasil ujian/pekerjaan dan pemberian nilai atas kemajuan peserta pelatihan dalam mencapai kriteria unjuk kerja seperti yang dimaksud dalam Standar Kompetensi. Bila pada nilai yang ditetapkan telah tercapai (sesuai dengan kriteria), maka dinyatakan bahwa kompetensi sudah dicapai . Penilaian lebih untuk mengidentifikasi pencapaian dan penguasaan kompetensi peserta pelatihan dari pada hanya untuk membandingkan prestasi peserta terhadap peserta lain.

Apa yang Dimaksud dengan Kompeten?

Tanyakan pada diri Anda sendiri : “Kemampuan kerja apa yang benar-benar dibutuhkan oleh peserta pelatihan”?

Jawaban terhadap pertanyaan ini akan mengatakan kepada Anda tentang apa yang kita maksud dengan kata “kompeten”. Untuk menjadi kompeten dalam suatu pekerjaan yang berkaitan dengan keterampilan berarti bahwa orang tersebut harus mampu untuk :

- menampilkan keterampilan pada level (tingkat) yang dapat diterima
- mengorganisikan tugas-tugas yang dibutuhkan.
- merespon dan bereaksi secara layak bila sesuatu salah
- memenuhi suatu peranan dalam sesuatu rangkaian tugas-tugas pada pekerjaan
- mentransfer/mengimplementasikan keterampilan dan pengetahuan pada situasi baru.

Bila Anda menilai kompetensi ini Anda harus mempertimbangkan seluruh *issue-issue* di atas untuk mencerminkan sifat kerja yang nyata .

Pengakuan Kompetensi yang Dimiliki

Prinsip penilaian terpadu memberikan pengakuan terhadap kompetensi yang ada tanpa memandang dari mana kompetensi tersebut diperoleh. Penilai mengakui bahwa individu-individu dapat mencapai kompetensi dalam berbagai cara:

- kualifikasi terdahulu
- belajar secara informal.

Pengakuan terhadap kompetensi yang ada dengan mengumpulkan bukti-bukti kemampuan untuk dinilai apakah seseorang telah memenuhi standar kompetensi, baik memenuhi standar kompetensi untuk suatu pekerjaan maupun untuk kualifikasi formal.

Kualifikasi Penilai

Dalam kondisi lingkungan kerja, seorang penilai industri yang diakui akan menentukan apakah seorang pekerja mampu melakukan tugas yang terdapat dalam unit kompetensi ini . Untuk menilai unit ini mungkin Anda akan memilih metode yang ditawarkan dalam pedoman ini, atau mengembangkan metode Anda sendiri untuk melakukan penilaian. Para penilai harus memperhatikan petunjuk penilaian dalam standar kompetensi sebelum memutuskan metode penilaian yang akan dipakai.

Ujian yang Disarankan

Umum

Unit Kompetensi ini, secara umum mengikuti format berikut:

- (a) Menampilkan pokok keterampilan dan pengetahuan untuk setiap sub-kompetensi/kriteria unjuk kerja.
- (b) Berhubungan dengan sesi praktik atau tugas untuk memperkuat teori atau mempersiapkan praktik dalam suatu keterampilan.

Hal ini penting sekali, di mana peserta dinilai (penilaian formatif) pada setiap elemen kompetensi. Mereka tidak boleh melanjutkan unit berikutnya sebelum mereka benar-benar menguasai (kompeten) pada materi yang sedang dilatihkan .

Sebagai patokan disini seharusnya paling sedikit satu penilaian tugas untuk pengetahuan pokok pada setiap elemen kompetensi. Setiap sesi praktik atau tugas seharusnya dinilai secara individu untuk tiap Sub-Kompetensi. Sesi praktik seharusnya diulang sampai tingkat penguasaan yang disyaratkan dari sub kompetensi dicapai.

Tes pengetahuan pokok biasanya digunakan tes obyektif. Sebagai contoh, pilihan ganda, komparasi, mengisi/melengkapi kalimat. Tes essay dapat juga digunakan dengan soal-soal atau pertanyaan yang relevan dengan unit ini.

Penilaian untuk unit ini, berdasar pada dua hal yaitu:

- pengetahuan dan keterampilan pokok
- hubungan dengan keterampilan praktik.