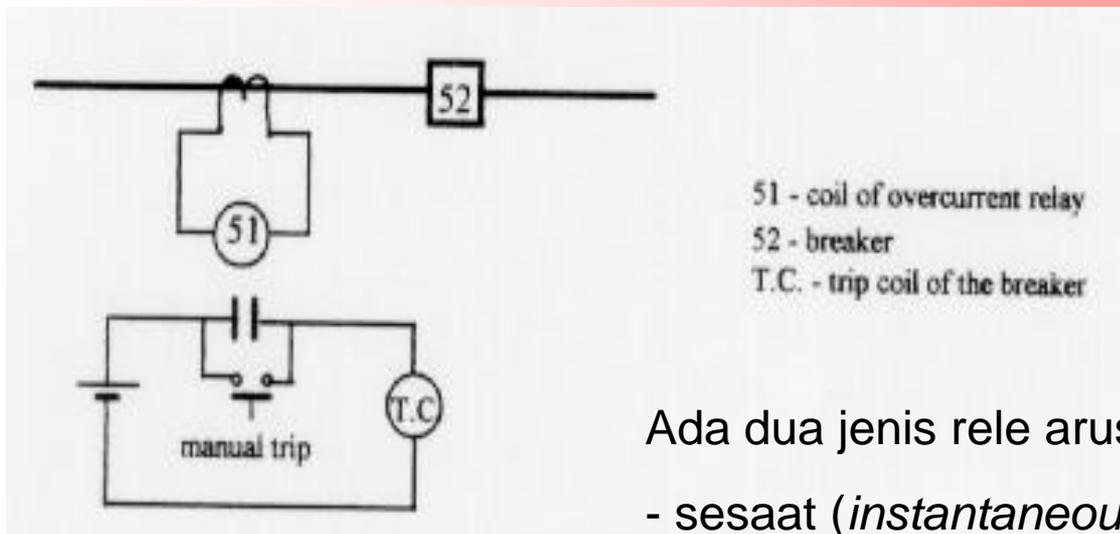


# RELE ARUS LEBIH (*OVERCURRENT RELAY*)

Nomor NEMA 51 50

Rele arus lebih digunakan untuk melindungi saluran, transformator, generator dan motor.

## Prinsip Proteksi Arus Lebih

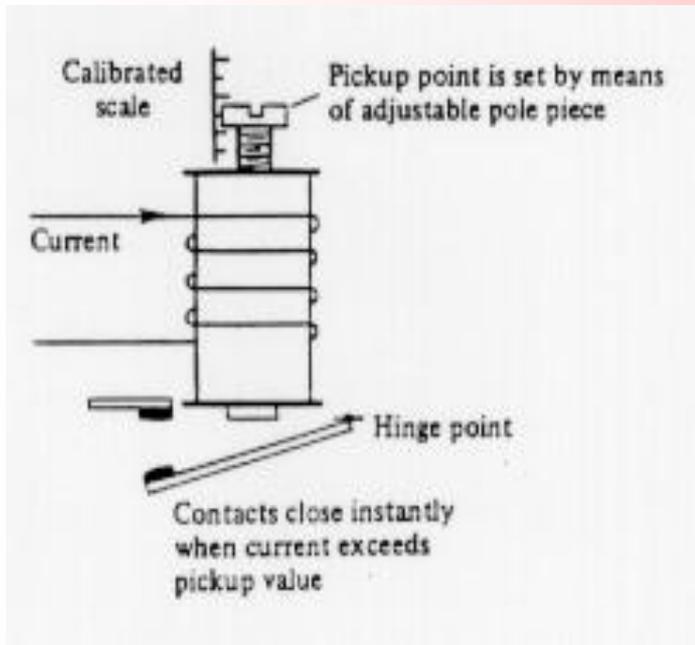


Ada dua jenis rele arus lebih:

- sesaat (*instantaneous*) – NEMA # 50
- arus lebih waktu (*time overcurrent*) – NEMA # 51



**Rele Sesaat (*Instantaneous Relays*)** beroperasi tanpa delay waktu yang disengaja (*intentional*). Rele ini digunakan untuk gangguan yang dekat ke sumber ketika arus gangguan sangat tinggi. Waktu operasi kira-kira 10 ms. Konstruksi rele sesaat biasanya berupa armature bergerak, *plunger* (pengisap), atau piringan induksi.



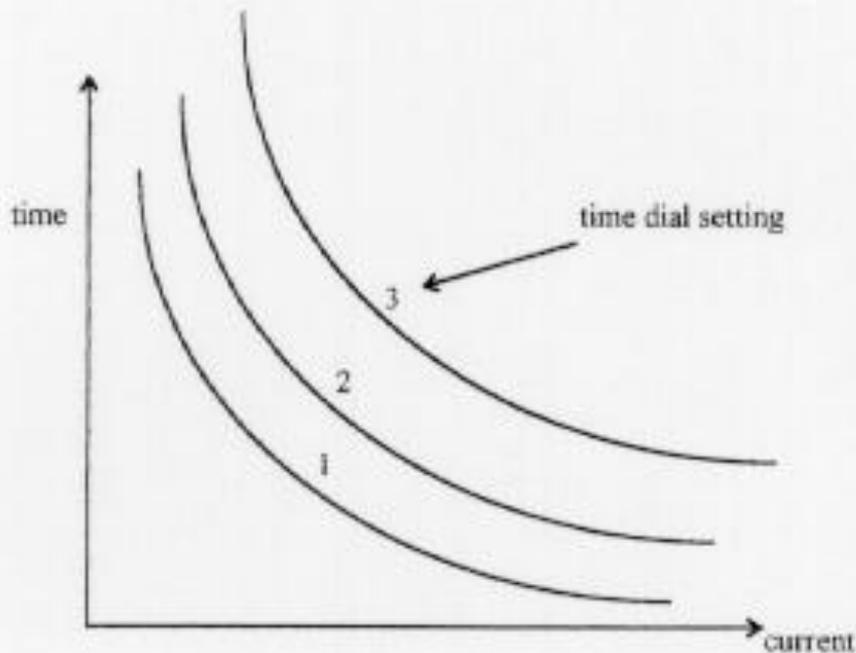
Karakteristik yang penting dari rele sesaat adalah *drop-out ratio*.

$$\text{dropout ratio} = \frac{\text{ arus dropout }}{\text{ arus pickup }}$$

Dropout ratio biasanya kurang dari 1.



**Rele Arus Lebih Waktu (*Time Overcurrent Relays*)** beroperasi dengan delay waktu. Delay waktu dapat diatur. Untuk setting yang diberikan, delay waktu aktual bergantung kepada arus yang melalui kumparan rele. Secara umum, arus yang lebih tinggi akan menyebabkan operasi rele yang lebih cepat. Arus minimum pada saat rele beroperasi (*pick-up current*) juga dapat diatur.

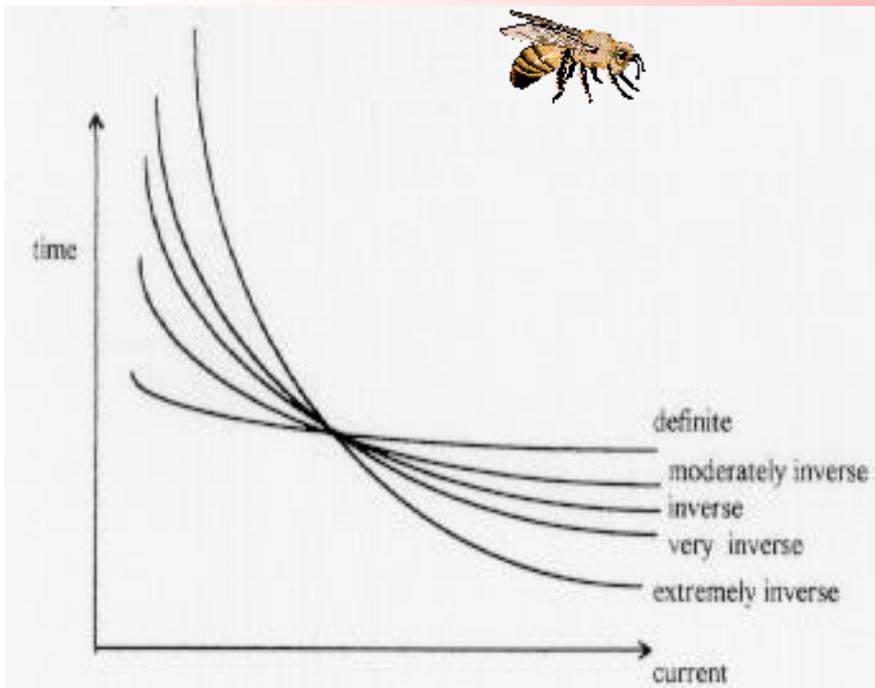


*(Karakteristik khusus rele arus lebih)*



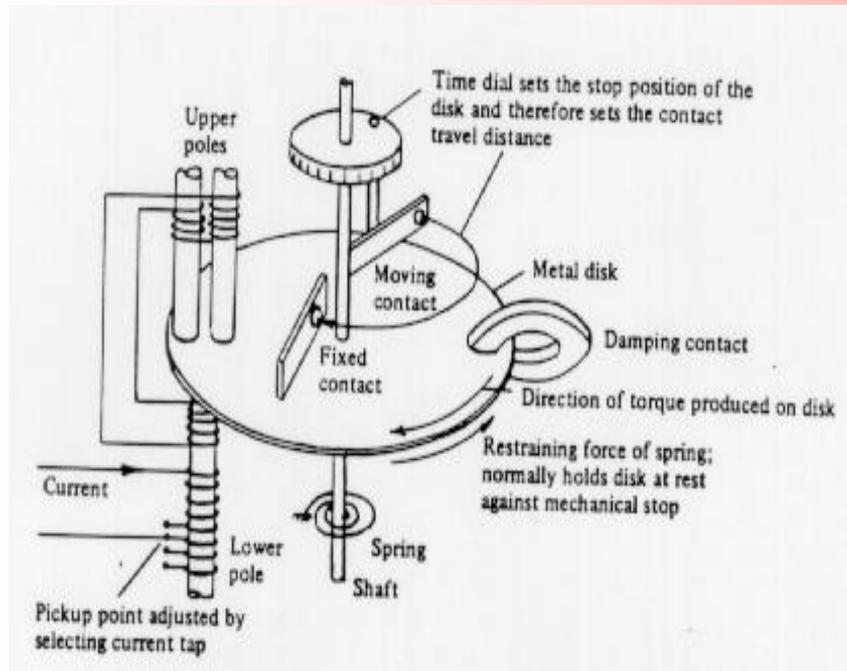
**Rele Arus Lebih Waktu** muncul dalam lima versi yang berbeda yang didefinisikan berdasarkan kecuraman karakteristik waktu-arus lebih.

- definite time
- moderately inverse
- inverse
- very inverse
- extremely inverse



Rele arus lebih yang paling banyak digunakan biasanya menggabungkan keduanya, unit sesaat dan unit arus lebih waktu. Respon sesaat disediakan oleh unit armatur bergerak. Gunanya untuk beroperasi pada arus yang sangat besar. Respon waktu invers disediakan oleh unit piringan induksi dan di-set untuk beroperasi pada arus gangguan yang lebih rendah.





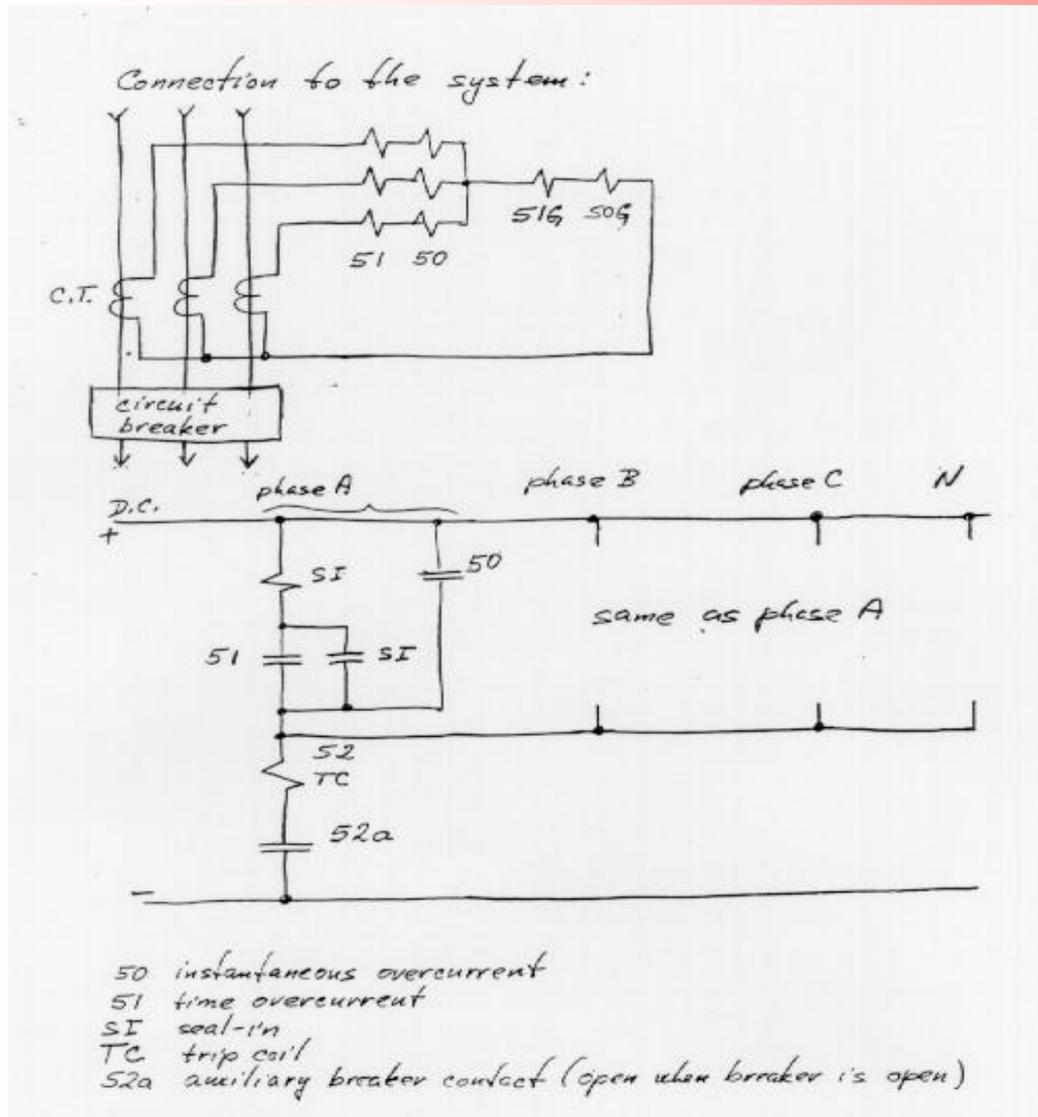
Unit piringan induksi beroperasi dengan prinsip yang sama seperti motor induksi. Piringan metal dilekatkan pada poros yang dapat berputar secara bebas. Arus kumparan adalah tertentu (*fixed*). Arus ini menghasilkan medan magnetik yang menginduksikan arus eddy pada piringan metal. Medan magnetik arus eddy berinteraksi dengan medan magnet yang dihasilkan kumparan stasioner dan menghasilkan torsi pada piringan.

Piringan dan poros berotasi dan membawa kontak bergerak menuju kontak tetap (*fixed*) pada posisi tertutup (*closed*). Gerakan poros dilawan oleh pegas yang mengembalikan piringan dan kontak bergerak ke posisi terbuka (*open*) pada saat arus jatuh di bawah nilai preset. Waktu untuk menutup kontak bergantung kepada jarak tempuh kontak yang di-set oleh *time dial*. Arus pick-up diatur dengan memilih tap arus pada kumparan arus. Rele yang ada biasanya memiliki tiga rentang dari tap arus: 0,5 - 2,0 A; 1,5 - 6,0 A, dan 4 - 16 A. *Time dial* biasanya memiliki posisi yang ditandai dari 0 sampai 10, dimana untuk setting 0, kontak tertutup permanen.



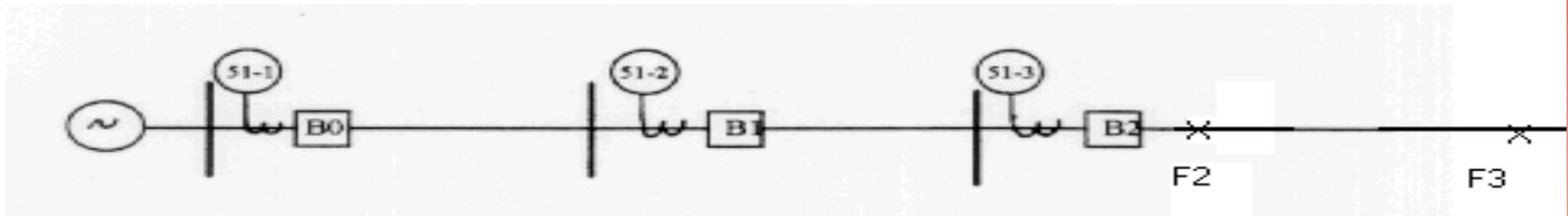


## Koneksi Rele Arus Lebih pada Sistem Tenaga



## Proteksi Sistem Radial dengan Rele Arus Lebih

Perhatikan kasus saluran radial yang mencatu tiga station seperti yang ditunjukkan pada gambar:

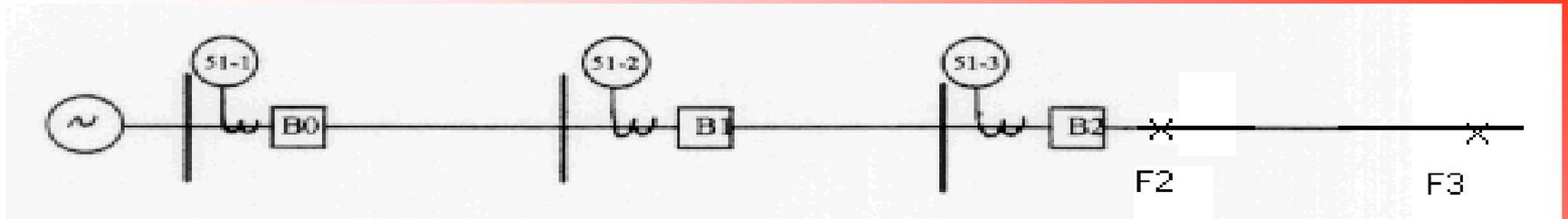


Proteksi harus memenuhi ketentuan berikut:

- Pada kondisi normal, breaker tidak akan trip
- Pada kondisi ada gangguan, hanya breaker yang paling dekat ke gangguan, pada sisi sumber yang akan trip
- Jika breaker paling dekat gagal beroperasi, breaker berikutnya yang lebih dekat ke sumber seharusnya trip.

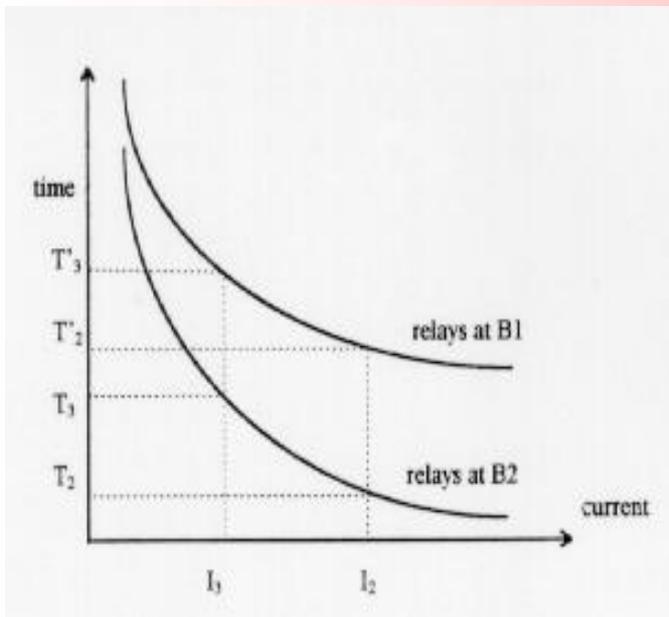
Contoh: untuk gangguan di F3, breaker B2 seharusnya trip, dan B1 dan B0 seharusnya tetap tertutup sehingga daya tetap dapat disalurkan ke beban pada bus 0, 1, and 2. Hanya jika breaker B2 gagal trip, B1 seharusnya trip setelah delay waktu. B0 seharusnya tetap tertutup.





Dalam sistem radial, arus gangguan menurun bila jarak dari sumber naik. Jadi arus gangguan akan memiliki nilai tertinggi untuk gangguan yang dekat ke bus 0, dan paling rendah untuk gangguan setelah bus 2.

Marilah kita asumsikan gangguan di F3. Rele pada breaker B2 harus beroperasi untuk gangguan ini. Rele pada B1 juga akan mendeteksi gangguan, tapi harus ada delay pada operasinya yang memungkinkan breaker B2 trip lebih dahulu.



$T_2$  = waktu pick-up rele di B2 untuk gangguan di F2  
 $T'_2$  = waktu pick-up rele di B1 untuk gangguan di F2  
 $T_3$  = waktu pick-up rele di B2 untuk gangguan di F3  
 $T'_3$  = waktu pick-up rele di B1 untuk gangguan di F3

$(T'_3 - T_3)$  dan  $(T'_2 - T_2)$  harus cukup besar untuk memungkinkan rele di B2 beroperasi dan breaker B2 trip dan menghilangkan gangguan sebelum rele pada B1 dapat beroperasi. Hal ini juga harus memungkinkan untuk overtravel dari rele di B1.



## Rele Arus Pentanahan (*Ground Current Relays*)

Selama kondisi seimbang, arus yang melalui netral adalah 0. Jika ada gangguan tidak seimbang (gangguan satu fasa atau dua fasa ke tanah) arus yang melalui netral tidak lagi nol. Kehadiran arus pada netral mengindikasikan bahwa terjadi gangguan. *Ground current relays* dapat di-set sampai nilai yang cukup rendah untuk mendeteksi arus ini dan beroperasi.

### Contoh:

Pada kondisi normal, arus di ketiga fasa adalah seimbang dan arus di netral (atau di ground jika netral diground) jumlahnya adalah nol:

$$\vec{I}_a = 10\angle 0^\circ \text{A} = 10 + j0\text{A}$$

$$\vec{I}_b = 10\angle -120^\circ \text{A} = -5 - j8.66\text{A}$$

$$\vec{I}_c = 10\angle 120^\circ \text{A} = -5 + j8.66\text{A}$$

$$\vec{I}_n = \vec{I}_a + \vec{I}_b + \vec{I}_c = 0$$



Jika ada gangguan pada fasa A, arus di fasa A akan naik, sementara arus di kedua fase yang lain tetap sama. Arus di netral tidak lagi berjumlah nol:

$$\vec{I}_a = 20\angle 0^\circ \text{A} = 20 + j0\text{A}$$

$$\vec{I}_b = 10\angle -120^\circ \text{A} = -5 - j8.66\text{A}$$

$$\vec{I}_c = 10\angle 120^\circ \text{A} = -5 + j8.66\text{A}$$

$$\vec{I}_n = \vec{I}_a + \vec{I}_b + \vec{I}_c = 10\text{A}$$



## Contoh karakteristik khas waktu - arus lebih dari rele arus lebih

