

BAB V

RELE ARUS LEBIH

(OVER CURRENT RELAY)

5.1 Pendahuluan

Saluran dilindungi oleh relai arus lebih, relai jarak dan rele pilot, tergantung pada persyaratan. Relay arus lebih adalah sederhana, murah dan bekerjanya lebih cepat. Proteksi arus lebih sangat berbeda dari perlindungan terhadap beban lebih, yang biasanya menggunakan relay beroperasi dalam waktu yang terkait di tingkat tertentu dengan kemampuan termal perangkat yang akan dilindungi. Sedangkan proteksi arus lebih diarahkan sepenuhnya pada proses pembersihan gangguan, bahkan dengan pengaturan biasanya mengadopsi beberapa derajat arus beban lebih yang dicapai. Oleh karena itu, arus beban maksimum harus diketahui untuk menentukan rasio minimum saat ini untuk beban maksimum cukup tinggi untuk mengaktifkan relay arus lebih.

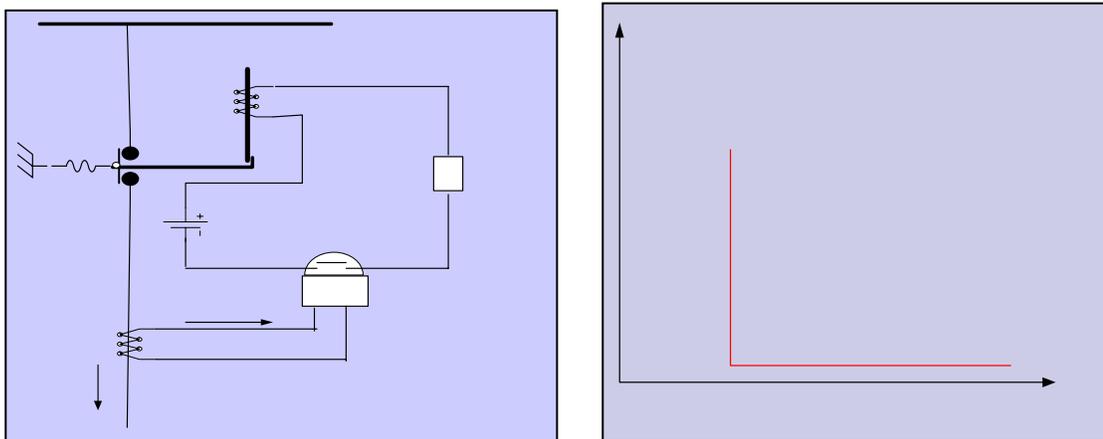
Rele arus lebih banyak digunakan untuk mengamankan peralatan terhadap gangguan hubung singkat antar fase, hubung singkat satu fase ketanah dan dapat

digunakan sebagai pengaman beban lebih. Juga digunakan sebagai pengaman utama pada jaringan distribusi dan sub-transmisi sistem radial. Sebagai pengaman cadangan generator, transformator daya dan saluran transmisi.

5.2 Jenis-jenis karakteristik rele arus lebih

1. Relay arus lebih sekitika (moment-instantaneous)

Gambar rangkaian dan karateristiknya dapat ditunjukkan pada gambar 5.1 dibawah beriku ini.



Gambar 5.1 Karakteristik OCR tipe arus sesaat

Bila arus baban naik melebihi harga yang diijinkan, maka harga Ir juga akan naik. Bila naiknya arus melebihi harga operasi dari relai (setting arus), maka relay akan bekerja yang ditandai dengan alarm yang berbunyi dan TC melepas engkol sehingga PMT membuka. Jangka waktu kerja relay sangat singkat yakni sekitar 20 ÷100 mili detik.

Keterangan :

P : Pegas

R : Relay

CT : Current transformator

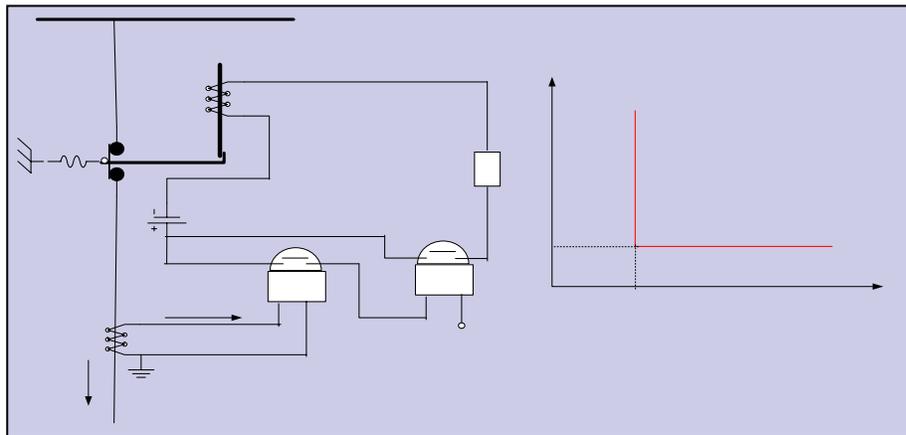
TC : Triping Coil

A : Alarm

2. Relay arus lebih waktu tertentu (definite time)

- Jenis relay ini jangka waktu relay mulai pick-up sampai selesainya kerja relay.
- Dilengkapi dengan relay kelambatan waktu (time lag relay).
- Kerja relay tergantung pada penyetelan / setting relay kelambatan waktu.

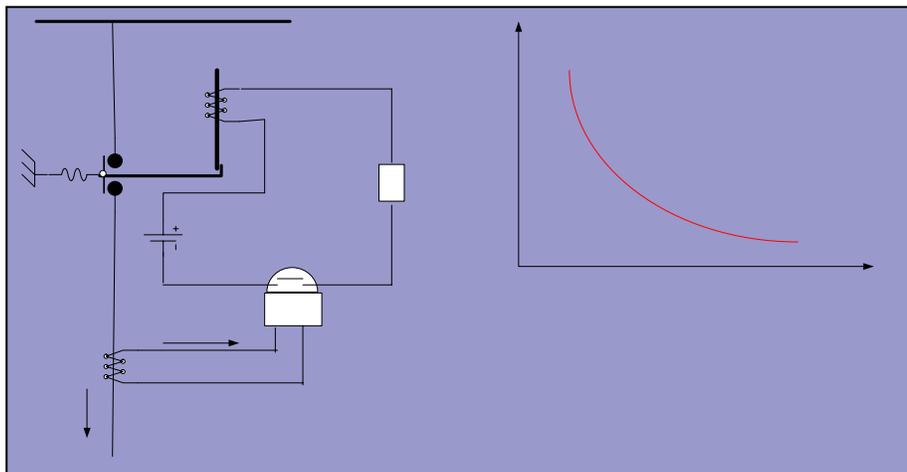
Gambar rangkaian dan karakteristiknya dapat ditunjukkan pada gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Karakteristik OCR tipe definite time

3. Relay arus lebih berbanding terbalik (invers)

Gambar rangkaian dan karakteristiknya dapat ditunjukkan pada gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3 Karakteristik OCR tipe invers

Relay arus lebih dengan karakteristik waktu-arus berbending terbalik adalah jenis relay arus lebih dimana waktu relay mulai pick-up sampai dengan selesainya kerja relay tergantung dari besarnya arus yang melewati kumparan relaynya, maksudnya relay tersebut mempunyai sifat terbalik untuk nilai arus dan waktu bekerjanya. Kurva/ karakteristik Rele Arus Lebih

Standard / Normal Invers (SI)

$$t = \frac{0,14}{I^{0,02} - 1} tms$$

Very Invers (VI)

$$t = \frac{13,5}{I - 1} tms$$

Extremely Invers (EI)

$$t = \frac{80}{I^2 - 1} tms$$

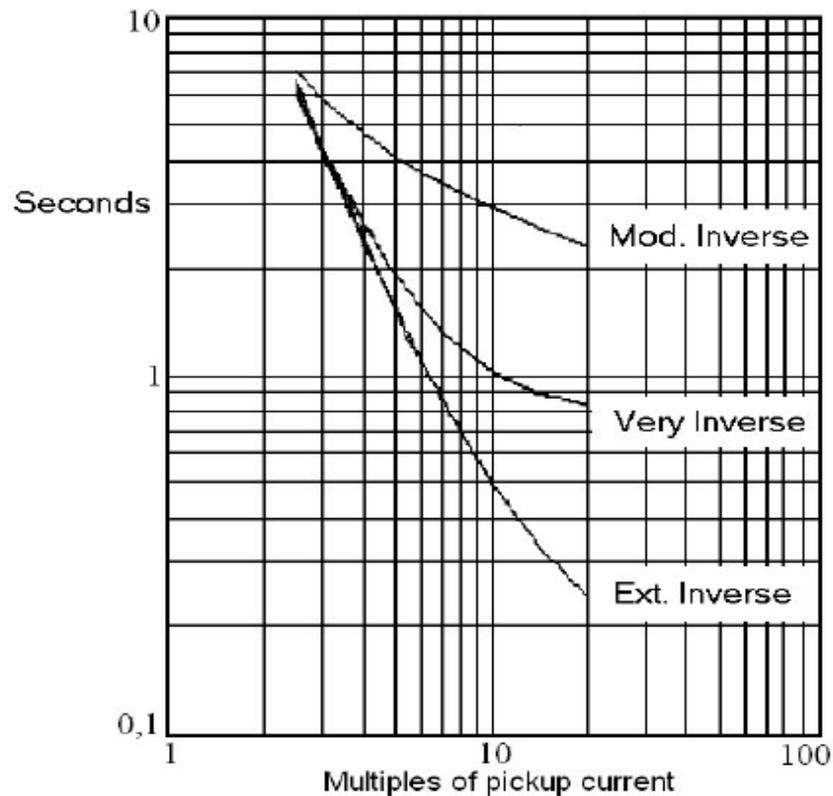
Long Time Inverse (LTI)

$$t = \frac{120}{I - 1} tms$$

Dimana tms = setting waktu untuk rele beroperasi

I = setting arus untuk rele beroperasi

t = waktu sebenarnya rele beroperasi



Gambar 5.4 Karakteristik Invers

Secara umum, relay arus lebih digunakan untuk melindungi saluran subtransmisi dan saluran distribusi radial, karena kesalahan dalam saluran tersebut biasanya tidak mempengaruhi stabilitas sistem dan, karenanya, jangan menggunakan berkecepatan tinggi. Kadang-kadang, over current digunakan pada jaringan transmisi untuk perlindungan utama. Namun, dengan meningkatnya permintaan untuk mempercepat penormalan kesalahan, perlindungan terhadap jarak untuk kesalahan tanah utama dan cadangan perlindungan jalur transmisi perlahan-lahan menggantikan menyampaikan arus lebih. Meskipun penerapan arus lebih menyampaikan rangkaian radial relatif sederhana, aplikasi yang di loop dan / atau rangkaian yang saling berhubungan menjadi paling sulit, membutuhkan penyesuaian karena perubahan sistem konfigurasi. Selanjutnya, relay arus lebih tidak bisa membedakan arah arus gangguan, dan karena itu, ketika digunakan untuk perlindungan gangguan, maka hanya berlaku ketika kesalahan minimum.

Dalam metode tingkatan waktu, ini dicapai dengan bantuan relay yang memiliki karakteristik waktu inverse-relay arus lebih. Dengan karakteristik ini, waktu operasi berbanding terbalik dengan tingkat kesalahan arus dan karakteristik sebenarnya adalah fungsi dari waktu dan pengaturan saat estafet.

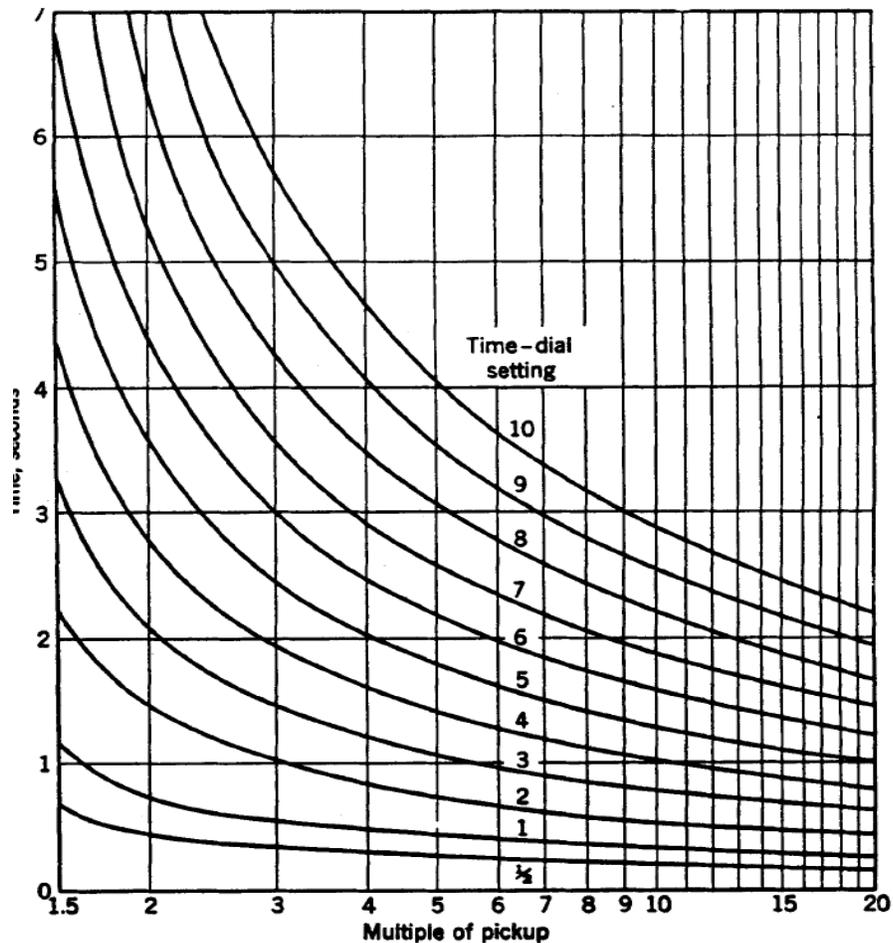


Fig. 3. Inverse-time curves.
Gambar 5.5 Karakteristik Invers

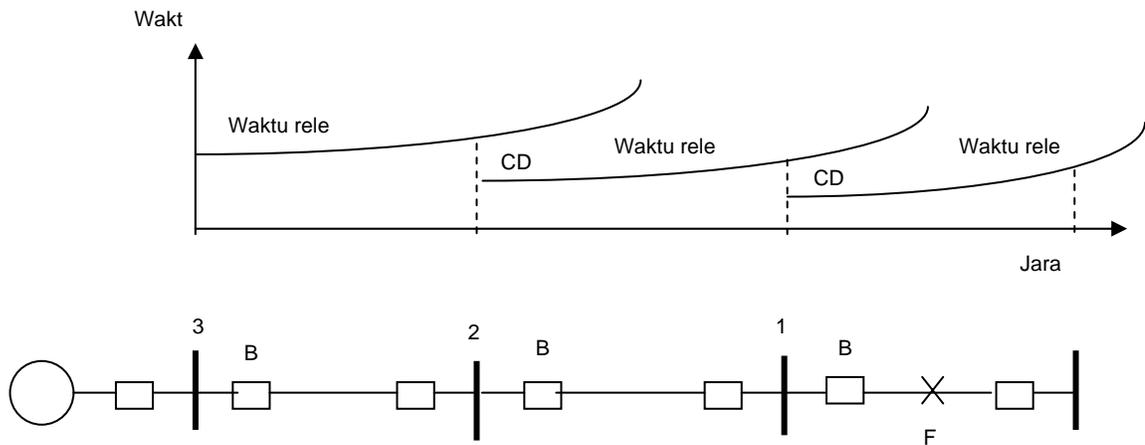
Gambar 5.5 menunjukkan beberapa ke khasan karakteristik relay inverse- Oleh karena itu, ada pengaturan adjustable dasar tentang semua relay inverse-waktu: pengaturan (CTSS) dan pengaturan waktu dial (TDSS). Oleh karena itu, sekarang ditentukan dengan menyesuaikan CTSS. Perhatikan bahwa pickup arus kontak saat ini yang menyebabkan relay beroperasi dan menutup. Untuk menentukan pengaturan CDS,

arus maksimum kesalahan yang dapat mengalir pada setiap lokasi relay pada sistem yang diberikan harus dihitung.

Sebuah kesalahan tiga-tahap di bawah generasi maksimum menyebabkan kesalahan maksimum saat ini dan kesalahan fasa ke fasa, sedangkan di bawah generasi minimum menyebabkan kesalahan minimum saat ini. Jadi, relay harus merespon arus kesalahan antara kedua nilai ekstrem. Pada sistem radial, pengaturan CDS terendah harus di terjauh dan. Pengaturan yang meningkat untuk relay berurutan menuju sumber. Seperti dikatakan sebelumnya, posisi ulang kontak yang bergerak dari relay inverse-waktu adalah waktu dial. Ini perubahan waktu operasi dari relay untuk pengaturan kerja diberikan dan besarnya saat ini. Untuk memiliki koordinasi yang baik antara berbagai relay pada sebuah sistem radial, relay terjauh dari sumber harus diatur untuk beroperasi dalam waktu minimum yang mungkin. Pengaturan waktu yang meningkat untuk relay berurutan menuju sumber. Untuk relay arus lebih waktu invers, maka pengaturan waktu ditentukan berdasarkan gangguan maksimum saat ini, maka secara otomatis akan memiliki diskriminasi yang lebih besar atas kesalahan minimum, fakta bahwa kurva karakteristik invers di daerah yang lebih rendah.

Selang waktu yang diperlukan antara dua relay berdekatan tersebut penundaan waktu koordinasi (CDT). Ini adalah interval minimum yang didasarkan pada permintaan relay dan pemutus sirkuitnya, adalah untuk menggunakan CDT dari 0.4s. itu tergantung pada

- (1) Kesalahan waktu sekarang dari pemutus arus (ini adalah sekitar 0,1 s atau enam siklus untuk CB melepas),
- (2) overtravel dari relay (ketika relay ini di energizes, operasi dapat melanjutkan untuk sedikit lebih lama sampai ada energi yang tersimpan telah hilang),
- (3) kesalahan akibat relay dan toleransi CT (menyebabkan keberangkatan operasi relay aktual dari karakteristik dipublikasikan) dan diperkenalkan oleh aproksimasi kesalahan perhitungan, dan (4) beberapa penyisihan tambahan (keselamatan margin) yang diperlukan untuk memastikan bahwa kesenjangan kontak tetap memuaskan. Jumlah faktor 2-4 disebut margin error dan biasanya diberikan sebagai 0.3 s.



Gambar 5.6 Penerapan OCR untuk jaringan radial

Gambar 5.6 diatas menunjukkan penerapan relay arus lebih waktu untuk serangkaian garis radial. Ini ilustrasi bagaimana koordinasi waktu dicapai antara relay arus lebih waktu invers pada setiap lokasi CB. Sebuah garis vertikal ditarik melalui lokasi gangguan diasumsikan akan memotong kurva waktu pengoperasian berbagai relay dan dengan demikian akan menunjukkan waktu di mana masing-masing relay akan beroperasi jika kesalahan terus mengalir untuk waktu yang panjang. Untuk kesalahan yang ditampilkan, relay pemutus tersandung B1 Beroperasi cepat pada waktu T 1, diikuti oleh relay mengendalikan B2 dan B3 sehingga B1 beroperasi sebelum B2 dan B2 sebelum B3. Oleh karena itu, waktu pengoperasian T 2 dari relay pada bus 2 dapat diekspresikan sebagai:

$$T_2 = T_1 + CDT$$

Dimana,

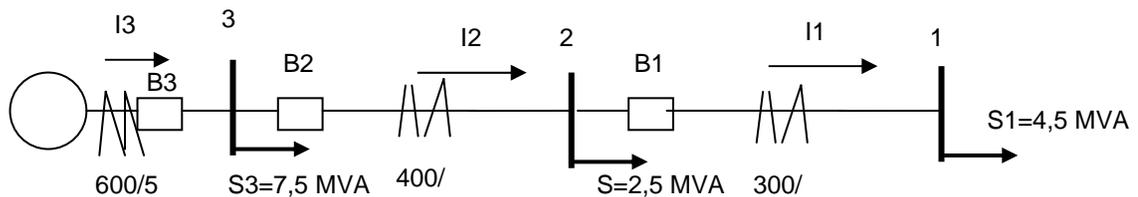
$$CDT = (\text{waktu pengoperasian pemutus B1}) + (\text{margin error})$$

Persamaan, T waktu pengoperasian 3 dari relay pada bus 3 dapat dinyatakan sebagai

$$T_3 = T_2 + CDT$$

Contoh 1,

Gambar dibawah menunjukkan diagram satu-garis sistem 13,2 kV radial. Asumsikan bahwa semua beban memiliki faktor daya yang sama dan rasio CT adalah 300:5, 400:5, dan 600:5, seperti yang ditunjukkan. Arus gangguan di bus 1, 2, dan 3 adalah 2400, 2700, dan 3000 A,. Waktu pengoperasian setiap relay enam siklus. Gunakan tiga CO-7 relay per pemutus dan tentukan CTS dan TDS keterlambatan masing-masing.



Penyelesaian:

Arus pada masing-masing beban untuktiga bus

$$I_{i1} = \frac{4.5 \times 10^6}{\sqrt{3}(13.2 \times 10^3)} = 196.82 A$$

$$I_{i2} = \frac{7 \times 10^6}{\sqrt{3}(13.2 \times 10^3)} = 306.17 A$$

$$I_{i3} = \frac{14.5 \times 10^6}{\sqrt{3}(13.2 \times 10^3)} = 634.21 A$$

Menggunakan rasio CT yang diberikan, koordinasi arus relay akibat beban dapat ditemukan sebagai berikut

$$I_{i,R1} = \frac{196.82}{300/5} = 3.28 A$$

$$I_{i,R2} = \frac{306.17}{400/5} = 3.83 A$$

$$I_{i,R3} = \frac{634.21}{600/5} = 5.29 A$$

Pengaturan CTS tersedia untuk relay CO-7 diberikan pada Gambar 7.59 sebagai 4, 5, 6,

7, 8,10 dan 12A. Oleh karena itu, pengaturan untuk CTS, relay R1 R2 dan R3 yang dipilih sebagai berikut

$$CTS1 = 4A$$

$$CTS2 = 4A$$

$$CTS3 = 6A$$

Tugas berikutnya yang diperlukan dalam proses koordinasi adalah pemilihan pada pengaturan TDS untuk setiap relay menggunakan arus kesalahan maksimum. Relay R1 adalah pada akhir sistem radial, dan karena itu tidak ada koordinasi dengan relay lainnya diperlukan. Kesalahan saat ini seperti yang terlihat oleh R1 relay dapat ditentukan sebagai

$$I_{f,R1} = \frac{2400}{300/5} = 40A$$

Atau, sebagai beberapa dari CTS yang dipilih (atau nilai pickup),

$$\frac{I_{f,R1}}{CTS_1} = \frac{40}{4} = 10$$

Untuk operasi tercepat yang diinginkan, TDS terkecil dipilih. Oleh karena itu, TDS untuk relay R1 adalah

$$TDS_1 = \frac{1}{2}$$

Waktu pengoperasian untuk relay R1 dapat dibaca dari kurva terkait dalam Gambar 7.59 sebagai

$$T1 = 0.15 \text{ s}$$

Dalam rangka untuk mengatur relay R2 sebagai relay cadangan, untuk menanggapi kesalahan fase seimbang tiga fase pada bus 1, diasumsikan bahwa batas kesalahan adalah 0.3. Oleh karena itu, waktu pengoperasian T2 dapat ditemukan dari persamaan (7,122) dan (7.123) sebagai

$$T_2 = T_1 + 0.1 + 0.3 = 0.55 \text{ s}$$

Kesalahan saat ini untuk kesalahan pada bus 1 sebagai kelipatan dari CTS di bus 2 dapat ditemukan dari

$$\frac{I_{f,R1}}{CTS_2} = \frac{40}{4} = 10$$

Oleh karena itu, dari karakteristik yang diberikan pada Gambar 7.59, untuk R2 relay untuk waktu operasi 0.55 s dan 10 rasio, itu TDS dapat ditentukan sebagai

$$TDS_s \cong 2.3$$

Langkah selanjutnya adalah menentukan pengaturan untuk relay R3. Sebuah kesalahan tiga-fase pada bus 2 menghasilkan arus gangguan sebesar 2700 A. Oleh karena itu,

$$I_{f,R2} = \frac{2700}{400/5} = 33.75 \text{ A}$$

Dan

$$\frac{I_{f,R2}}{CTS_2} = \frac{33.75}{4} = 8.44$$

Sebuah kurva baru untuk dial Pengaturan waktu 2,3 terdapat dalam Gambar 7.59 antara kedua kurva ditampilkan untuk pengaturan waktu dial dari 2 dan 3. Kemudian waktu pengoperasian R2 relay dapat ditemukan dari kurva baru untuk beberapa asosiasi dari CTS sebagai 0.60 s. Oleh karena itu, yang memungkinkan CDT sama untuk relay R3 untuk merespon pada bus 2 sebagai R2 relay untuk menanggapi suatu kesalahan pada bus 1,

$$T_3 = 0.60 + 0.1 + 0.3 = 1.0 \text{ s}$$

Arus terkait dalam estafet dapat diberikan sebagai kelipatan dari pickup relay saat ini. Dengan demikian,

$$\frac{I_{f,R2}}{CTS_3} = \frac{3000}{(600/5)6} = 4.17$$

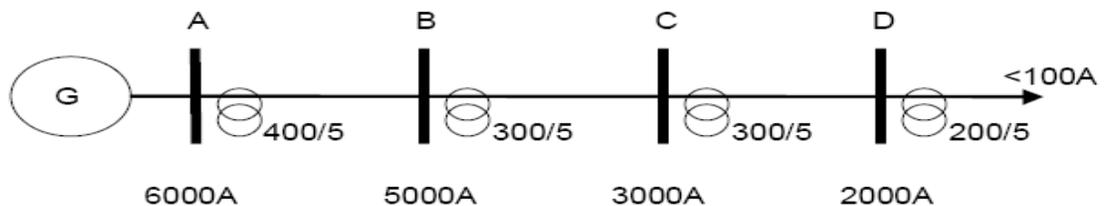
Oleh karena itu, untuk relay R3 untuk waktu operasi 1.0 s dan 4.17 TDS rasionya dapat ditentukan sebagai berikut :

$$TDS_s \cong 2.8$$

Contoh 2,

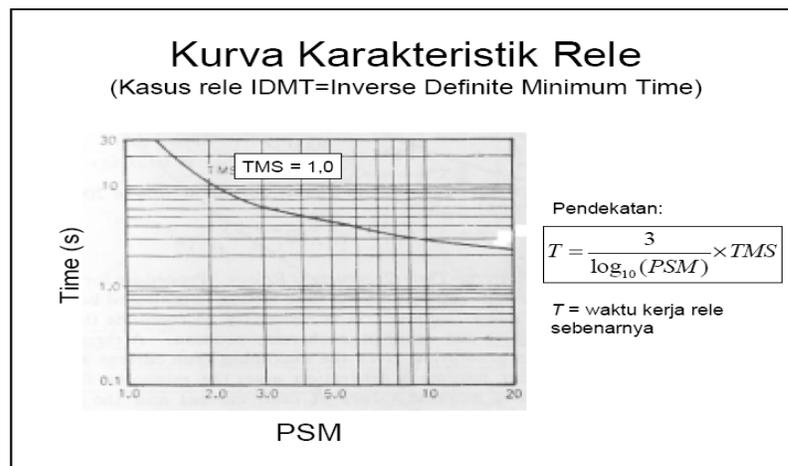
Koordinasi Rele

Suatu sistem seperti gambar dibawah.



Diketahui feeder radial dengan rasio CT dan arus hubung-singkat seperti di atas. Arus beban pada ujung feeder tidak melebihi 100A.

Lakukan setting rele di setiap bus dengan menggunakan rele IDMT.



Penyelesaian.

Setting Rele di Bus D

Bus D adalah bus yg terjauh, maka TMS harus di-set paling rendah, misalnya TMS=0,1. Karena arus beban di ujung feeder <100A, maka setting arus rele (sekunder) di set 50%. Jadi

$$PSM = \frac{2000}{(50\% \times 5) \times 200 / 5} = \frac{2000}{100} = 20$$

Dari kurva karakteristik IDMT, untuk PSM=20 akan diperoleh waktu operasi rele 2,2s. Karena TMS=0,1 maka waktu operasi rele sebenarnya adalah 0,22s.

Setting Rele di Bus C

Untuk arus gangguan yang sama (yaitu 2000A di bus D), rele di bus Charus beroperasi dengan 0,5s delay (grading margin = 0,5s) dari rele di bus D, yaitu 0,22+0,5=0,72s. Setting arus rele di bus C harus dinaikkan, misalnya 100%, maka PSM pada 2000A adalah.

$$PSM = \frac{2000}{(100\% \times 5) \times 300 / 5} = \frac{2000}{300} = 6,66$$

Dari kurva karakteristik rele, untuk PSM=6,66 akan diperoleh waktu operasi rele 3,5s. Untuk waktu operasi rele sebenarnya 0,72s maka TMS = 0,72/3,5 = 0,21. Untuk gangguan di bus C dengan arus 3000A dengan setting arus rele 100% diperoleh,

$$PSM = \frac{3000}{(100\% \times 5) \times 300 / 5} = \frac{3000}{300} = 10$$

Dari kurva, harga PSM ini memberikan waktu operasi 3,0s. Karena TMS=0,21 maka waktu operasi rele sebenarnya 0,21x3,0=0,63s.

Catatan: Sering dikatakan bahwa 2000A adalah arus HS minimum dan 3000A adalah arus HS maksimum untuk bus C

Setting Rele di Bus B

Untuk arus gangguan yang sama (yaitu 3000A di bus C), rele di bus B beroperasi dengan 0,5s delay dari rele di bus C, yaitu 0,63+0,5=1,13s.

Dengan menaikkan setting arus rele di bus B misalnya menjadi 150%, maka PSM pada 3000A adalah

$$PSM = \frac{3000}{(150\% \times 5) \times 300 / 5} = \frac{3000}{450} = 6,66$$

Dari kurva karakteristik rele, untuk PSM=6,66 akan diperoleh waktu operasi rele 3,5s. Untuk waktu operasi rele sebenarnya 1,13s maka $TMS = 1,13/3,5 = 0,32$. Untuk gangguan di bus B dengan arus 5000A dengan setting arus rele 150% diperoleh

$$PSM = \frac{5000}{(150\% \times 5) \times 300 / 5} = 11,1$$

Dari kurva, harga PSM ini memberikan waktu operasi 2,95s. Karena $TMS=0,32$ maka waktu operasi rele sebenarnya $0,32 \times 2,95 = 0,945s$.

Setting Rele di Bus A

Untuk arus gangguan yang sama (yaitu 5000A di bus B), rele di bus A beroperasi dengan 0,5s delay dari rele di bus B, yaitu $0,945 + 0,5 = 1,445s$.

Karena rasio CT yang meningkat, maka setting arus rele di bus A dapat dijaga konstan yaitu 150%, maka PSM pada 5000A adalah

$$PSM = \frac{5000}{(150\% \times 5) \times 400 / 5} = 8,34$$

Dari kurva karakteristik rele, untuk PSM=8,34 akan diperoleh waktu operasi rele 3,2s. Untuk waktu operasi rele sebenarnya 1,445s maka $TMS = 1,445/3,2 = 0,45$.

Untuk gangguan di bus A dengan arus 6000A dengan setting arus rele 150% diperoleh

$$PSM = \frac{6000}{(150\% \times 5) \times 400 / 5} = 10$$

Dari kurva, harga PSM ini memberikan waktu operasi 3,0s. Karena $TMS=0,45$ maka waktu operasi rele sebenarnya untuk arus gangguan 6000A adalah $0,45 \times 3,0 = 1,35s$.

