

BAB VII.

RELE JARAK (DISTANCE RELAY)

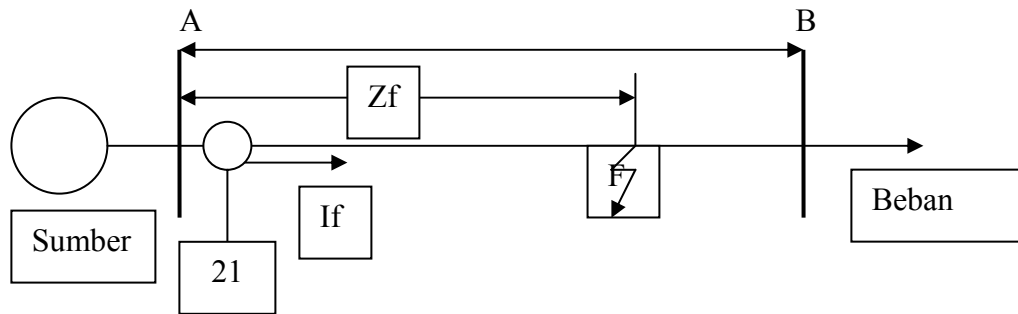
7.1 Pendahuluan.

Rele jarak merespon terhadap banyak input sebagai fungsi dari rangkaian listrik yang panjang (jauh) antara lokasi rele dengan titik gangguan. Karena impedansi (Z) saluran transmisi sebanding dengan panjangnya saluran. Untuk pengukuran ini digunakan Distance Rele (DR) yang mampu mengukur impedansi saluran yang ditentukan terhadap titik yang dipilih. Oleh karena itu DR membedakan gangguan yang mungkin terjadi antara bagian saluran dengan membandingkan tegangan dan arus dengan power system untuk menentukan apa gangguan ada didalam atau diluar daerah operasinya.

Seperti terlihat pada diakram dibawah bahwa rele tidak dapat membedakan arah, rele akan beroperasi bila ada gangguan pada line AB. Dalam pengoperasian biasanya dikalibrasikan dengan rele arah sehingga gangguannya dapat diarahkan

Saluran transmisi yang ditunjukkan pada gambar 7.1 dibawah mengasumsikan bahwa suatu rele jarak (21) yang diletakkan pada bus dan A dan menerima arus sekunder yang sama terhadap arus gangguan primer dan tegangan sekunder sama sebagai hasil dari arus gangguan dan impedansi gangguan pada titik gangguan F yang

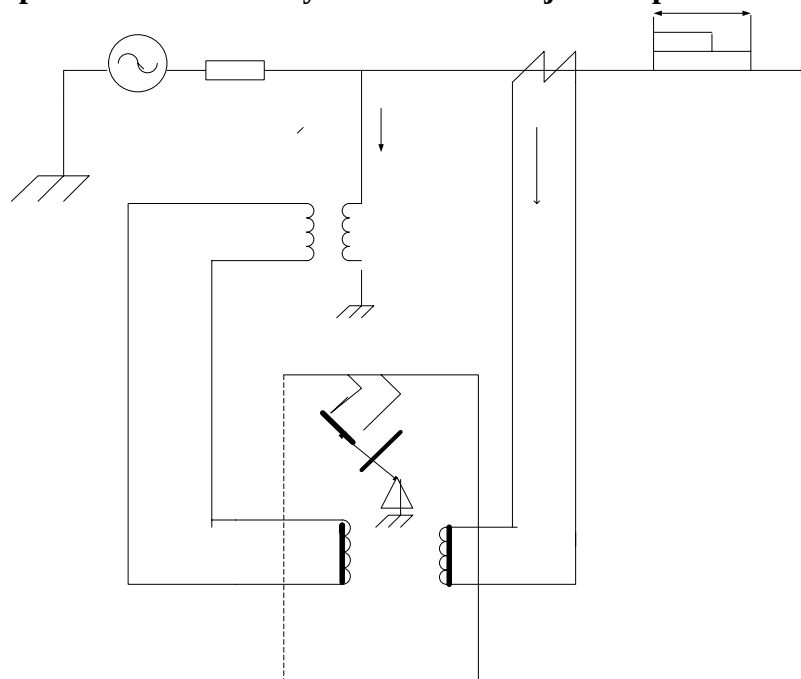
daapat ditulis $V_f = I_f \times Z_f$. Rele didesign sedemikian rupa, beroperasi adalah sebanding dengan arus dan tegangan pada saat gangguan.



Gambar 7.1 Single line diagram antara dua bus-bar.

Sesuai dengan dengan nilai arus relatif berpengaruh terhadap masing-masing coil. Ada suatu perbandingan yang jelas pada titik keseimbangan dari rele. Oleh karena itu setiap kenaikan arus coil tanpa dengan peningkatan yang luar biasa dalam tegangan coil, maka menyebabkan rele tidak seimbang.

7.2 Prinsip dasar distance relay elektromekanis jenis impedansi.



Gambar 7.2 Prinsip dasar kerja rele jarak

$T_1 < T_v + T_p$ Rele tidak bekerja

$T_1 > T_v + T_p$ Rele bekerja

Dimana $T_p = k_3 =$ Torsi pegas

$T_1 = I^2 \times k_1$ dan $T_2 = V^2 \times k_2$

$I^2 \times k_1 > V^2 \times k_2 + T_p$

$$\frac{k_1}{k_2} - \frac{k_3}{k_2 I^2} \geq \frac{V^2}{I^2} \quad \frac{V^2}{I^2} \leq \frac{k_1}{k_2} \quad \longrightarrow \quad \frac{V}{I} \leq \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} = k \quad \text{maka} \quad Z \leq k$$

Prinsip dasar pengukuran adalah membandingkan arus gangguan yang dirasakan oleh rele terhadap tegangan dititik / lokasi daerah rele terpasang. Dengan membandingkan ke dua besaran tersebut impedansi (Z) saluran transmisi dari lokasi relay sampai ketitik gangguan dapat diukur.

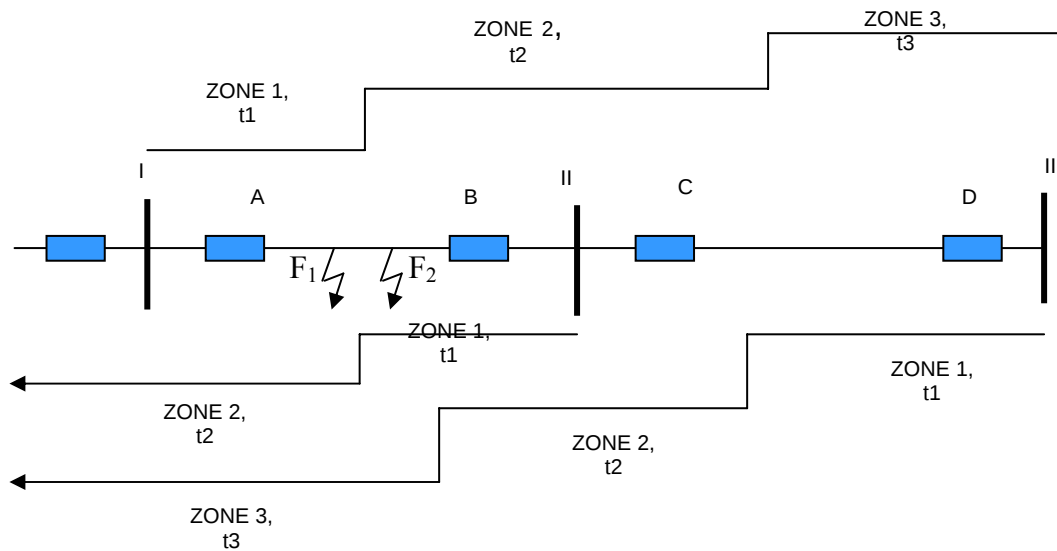
Rele ini bekerja atas dasar Z_f (impedansi bayangan) yang terlihat pada terminal-terminalnya yaitu perbandingan antara tegangan dan arus pada saat itu dan sudut Q_f (besar sudut antara tegangan dan arus)

7.3 Hubungan waktu dengan jarak

Gambar 7.3 dibawah ini memperlihatkan bagaimana suatu penghantar yang mengalami gangguan dieliminir secara selektif dimulai dari lokasi proteksi sampai ujung saluran yang diamankan.

Masing-masing proteksi mengamankan penghantar pada suatu arah tertentu dan membeikan komando trip pada waktu-waktu yang berbeda-bada atau bertahap t_1, t_2, t_3, t_4 dan seterusnya tergantung pada posisi gangguan dalam daerah (zone) yang diawasi.

- F1 berarti didaerah zone 1 dilihat dari relay A pada saat t_1
- F2 dilihat dari A maka berada pada zone 2 pada saat t_2
- F1 dilihat dari B berada pada zone 1 pada saat t_1
- F2 dilihat dari rele D berada pada zone 3 pada saat t_3
- F1dilihat dari rele C berada pada zone 2 pada saat t_2

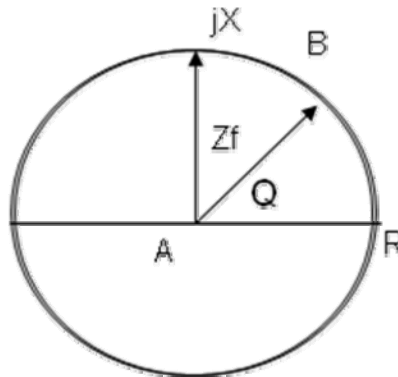


Gambar 7.3 Hubungan waktu dengan jarak

7.4 Tipe- tipe Distance Rele (Rele Jarak)

1. Tipe Impedansi (Z)

Rele ini bekerja berdasarkan batas nilai Z atau disebut Z distance rele dengan karakteristik kerja seperti gambat 7.4 dibawah.



Gambar 7.4 Karakteristik rele tipe Impedansi

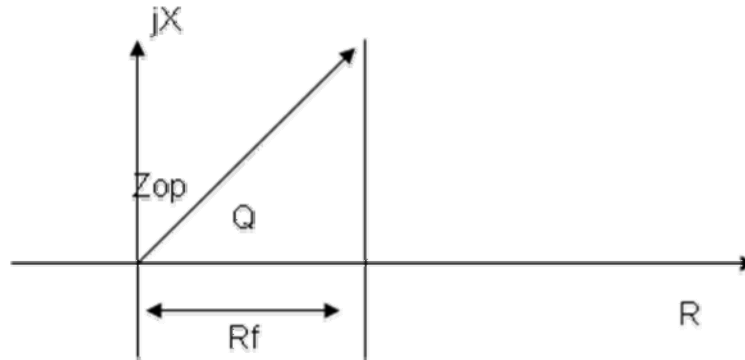
$$Z_f = Z_{op} = V_f / I_f \quad Z_{op} = Z_{operasi} = R + jX$$

Over type Daerah kerja rele (karakteristik kerjanya berada diluar daerah lingkaran)

Under type Daerah kerja rele (karakteristik kerjanya berada didalam daerah lingkaran)

2. Tipe Resistance (R)

Karakteristik kerjanya merupakan garis lurus yang paralel dengan garis lurus jX dan berjarak R_f



Gambar 7.5 Karakteristik rele tipe Resistansi

Rele ini bekerja berdasarkan komponen aktif dan R bayangan Z_f

$$R_f = Z_f = U_f / I_f \cos Q_f = Z_f \cos Q_f$$

Disini rele bekerja dipengaruhi oleh sudut Q_f

Over Distance relay daerah kerjanya diluar daerah arsir

Under Distance relay daerah kerjanya didalam daerah arsir

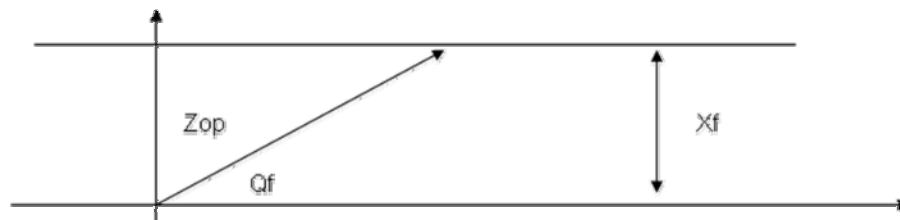
3. Tipe Reaktansi (jX)

Rele ini bekerja berdasarkan komponen reaktif dari impedansi bayangan yaitu

$$Z_f = V_f / I_f \sin Q_f$$

$$X_f = Z_f \sin Q_f$$

Karakteristik kerjanya merupakan garis lurus yang paralel dengan absis R yang berjarak X_f sbb.



Gambar 7.4 Karakteristik rele tipe Reaktansi.

Dalam hal ini bekerjanya relay dipengaruhi oleh besarnya sudut ϕ

Over type rele daerah bekerja diluar daerah yang diarsir

Under type rele daerah kerjanya didalam arsiran

4. Tipe Admitansi (mho) rele

Berdasarkan perbandingan fasa pada permulaan pengoperasian rele admitansi dapat dijelaskan melalui persamaan dibawah,

$$k_1.k_3 [A]^2 + k_2.k_4 [B]^2 + (k_1.k_4 + k_2.k_3 [A][B])^2 \cos (\phi-\theta) = 0$$

Jika tanda masukan diberikan .

$$S_1 = -k_a . V + k_b . I < \phi-\theta$$

$$S_2 = k_a . V$$

Maka didapatkan

$$k_1 = -k_a , \quad k_2 = k_b < \phi , \quad k_3 = k_a , \quad k_4 = 0 , \quad A = V \quad \text{dan} \quad B = I$$

Persamaan diatas disubsitusikan

$$-k_a^2 [V]^2 + k_a.k_b [V][I] \cos (\phi-\theta) = 0$$

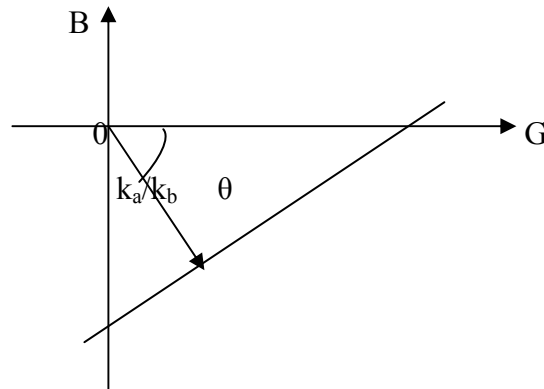
$$\text{atau} \quad I/V \cos (\phi-\theta) = k_a/k_b$$

$$\text{Jadi} \quad Y . \cos (\phi-\theta) = k_a/k_b$$

Rumus diatas dapat mewakili karakteristik dari rele admitansi (mho) yang dapat digambarkan seperti gambar 7.5a dibawah.

Gambar 7.5a Karakteristik tipe mho distance rele

Diagram admitansi (G-B) dapat ditunjukkan dengan garis lurus seperti yang digambarkan pada gambar 7.5b dibawah



Gambar 7.5b Karakteristik tipe mho distance rele pada bidang G-B

Pada gambar tersebut diatas tanda panah menggambarkan arah dari rele, karena itu salah satu dari karakteristiknya adalah mengukur pada satu arah saja. Dengan demikian tidak membutuhkan unit tersendiri. Jangkauan titik setting dari rele admitansi tidak sama sudutnya dengan pengukuran untuk impedansinya. Gangguan untuk suatu sudut tergantung kepada harga relatif dari R dan X. Jika kondisi gangguan terjadi pada busur maka harga R akan meningkat dengan sendirinya, serta resistansi dari busur R_{arc} akan memicu terjadinya perubahan gangguan sudut. Maka pada persoalan ini menyebabkan rele menjadi jauh jangkauannya. Jika karakteristik sudutnya adalah sama untuk garis sudutnya. Karena itu menset terlebih dahulu rele dengan kondisi karakteristiknya, dengan demikian akan dapat dihitung nalainya tanpa menyebabkan penyimpangan jangkauan rele .

Harga rata rata dari busur resistansi dapat digambarkan dari rumus empiris yang dirumuskan oleh Werington

$$R_{arc} = 8750 \cdot L / I^2 \text{ ohm}$$

L = panjang daribusur (m)

I = Arus busur (A)

Pada awalnya lengan busur sama untuk jarak pada setiap konduktor didalam fasa ke fasa dan jarak dari fasa ke ground dari konduktor kemenara. Pada saat persilangan diudara zone 2 dan zone 3 terjadi waktu penundaan dalam jarak dan resistansi akan

meningkat dengan busur yang besar, serta akan dapat menyebabkan penyimpangan yang sangat mengkhawatirkan yang dapat digambarkan melalui persamaan dibawah

$$R_{arc} = 8750 \cdot (d + 3vt) / I^2 \text{ ohm}$$

.d = jarak konduktor (m)

.v = kecepatan angin (mil/hours)

.t = lama waktu (dt)

Efek dari busur resistansi dapat meningkat secara signifikan dalam waktu yang pendek didalam saluran dengan gangguan arus kurang dari 2000 A. Hal ini tidak akan berpengaruh untuk saluran transmisi jarak jauh dengan menara dari baja dengan pentanahan yang baik, tetapi sebaliknya akan sangat berpengaruh untuk transmisi jarak jauh yang menggunakan menara kayu tanpa pentanahan.

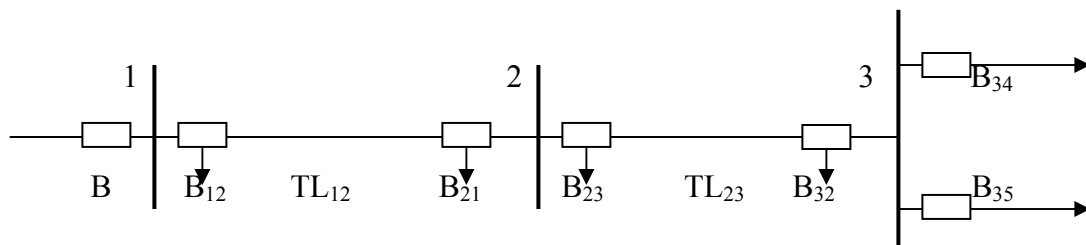
Contoh1,

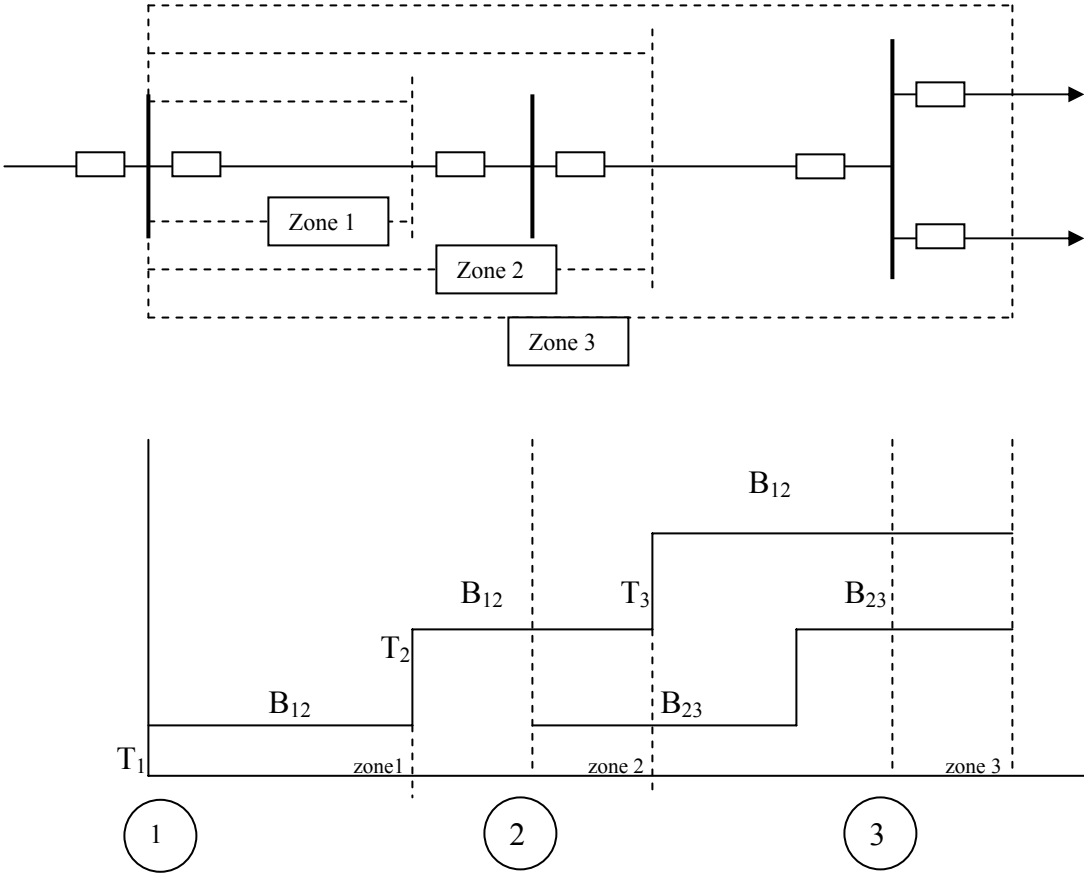
Suatu jaringan transmisi yang dproteksi dengan rele distance (jarak) R_{12} dan R_{21} , yang diperlihatkan pada gambar 7.6 dibawah

Tentukanlah

- Daerah (zone) yang diproteksi B_{12}
- Koordinasikan Rele B_{12} dan rele B_{21} pada waktu operasi dengan versi impedansi (Z)

Solusi ,





Gambar 7.6 Sistem jaringan transmisi dari contoh 1

Contoh 2,

Anggap sistem transmisi gambar 7.6 diatas dengan tegangan 230 Volt, dimana impedansi urutan positif pada jaringan TL_{12} dan TL_{23} adalah $2 + j20$ ohm dan $2.5 + j25$ ohm. Beban puncak yang disuplai pada TL_{12} adalah 100 MVA dengan power factor 0.9 . Rencanakan proteksi sitem distance rele tipe Z untuk tiga zone (daerah) untuk B_{12}

Hitunglah: a. Arus beban maximum

b. CT ratio dan PT ratio

c. Impedansi yang dirasakan rele

d. Impedansi beban dasar pada bagian sekunder

e. Setting rele B_{12} pada zone 1

f. Setting rele B_{12} pada zone 2

g. Setting rele B_{12} pada zone 3

Solusi,

a. Arus beban maximum.

$$I_{\max} = \frac{100 \times 10^6}{\sqrt{3}(230 \times 10^3)} = 251.02 A$$

b. CT ratio nya diambil 250 : 5 Ampere

PT ratio, sistem tegangan fasa netral $(230/\sqrt{3}) = 132,79$ kV. Dengan tegangan sekunder PT adalah 69 Volt fasa ke netral .

$$\text{Maka PT ratio} = 132.79 \times 10^3 / 69 = 1924.5/1$$

c. Impedansi yang dirasakan rele

$$\frac{V_p / 1924.5}{I_p / 50} = 0.026 Z_{line}$$

$$TL_{12} = 0.026 \times 2 + j20 = 0.052 + j 0.5196 \text{ ohm dan}$$

$$TL_{23} = 0.026 \times 2.5 + j25 = 0.065 + j 0.6495 \text{ ohm}$$

d. Impedansi beban dasar pada bagian sekunder

$$Z_{beban} = \frac{69}{251.02(5/250)} (0.9 + j0.4359) = 12.37 + j5.99 \text{ ohm (sekunder)}$$

e. Setting rele B_{12} pada zone 1

$$Z_r = 0.80 (0.052 + j0.5196) = 0.0416 + j0.4157 \text{ ohm.} \quad (\text{sekunder})$$

f. Setting rele B_{12} pada zone 2

$$Z_r = 1.2 (0.052 + j0.5196) = 0.0624 + j0.6235 \text{ ohm.} \quad (\text{sekunder})$$

g. Setting rele B_{12} pada zone 3

Setting zone 3 melewati panjang jaringan yang dihubungkan pada bus 2

$$0.052 + j 0.5196 + 1.2 (0.065 + j 0.6495) = 0.130 + j1.299 \text{ ohm (sekunder)}$$

7.5 Studi kasus