

Institut Teknologi Padang

Jurusan Teknik Elektro

BAHAN AJAR

SISTEM PROTEKSI TENAGA LISTRIK

TATAP MUKA XII&XIII.

Oleh:

Ir. Zulkarnaini, MT.

2011

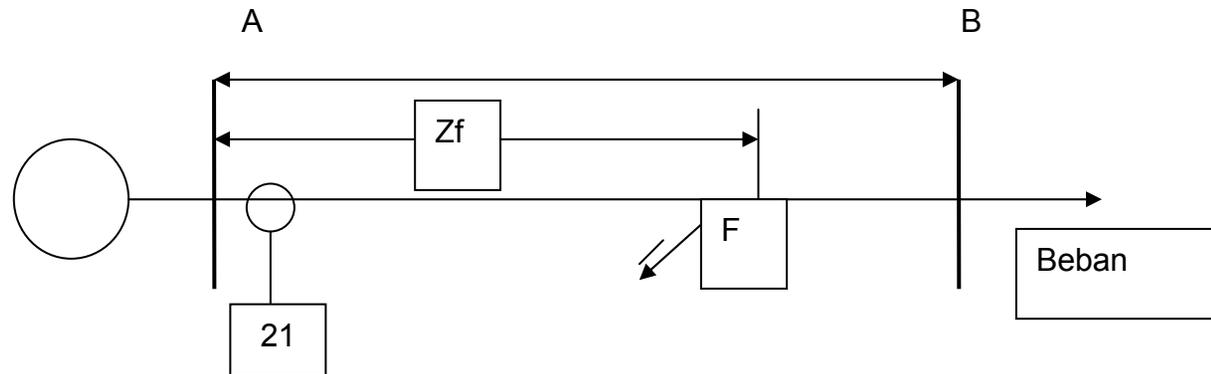
RELE JARAK (DISTANCE RELAY)

- 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.

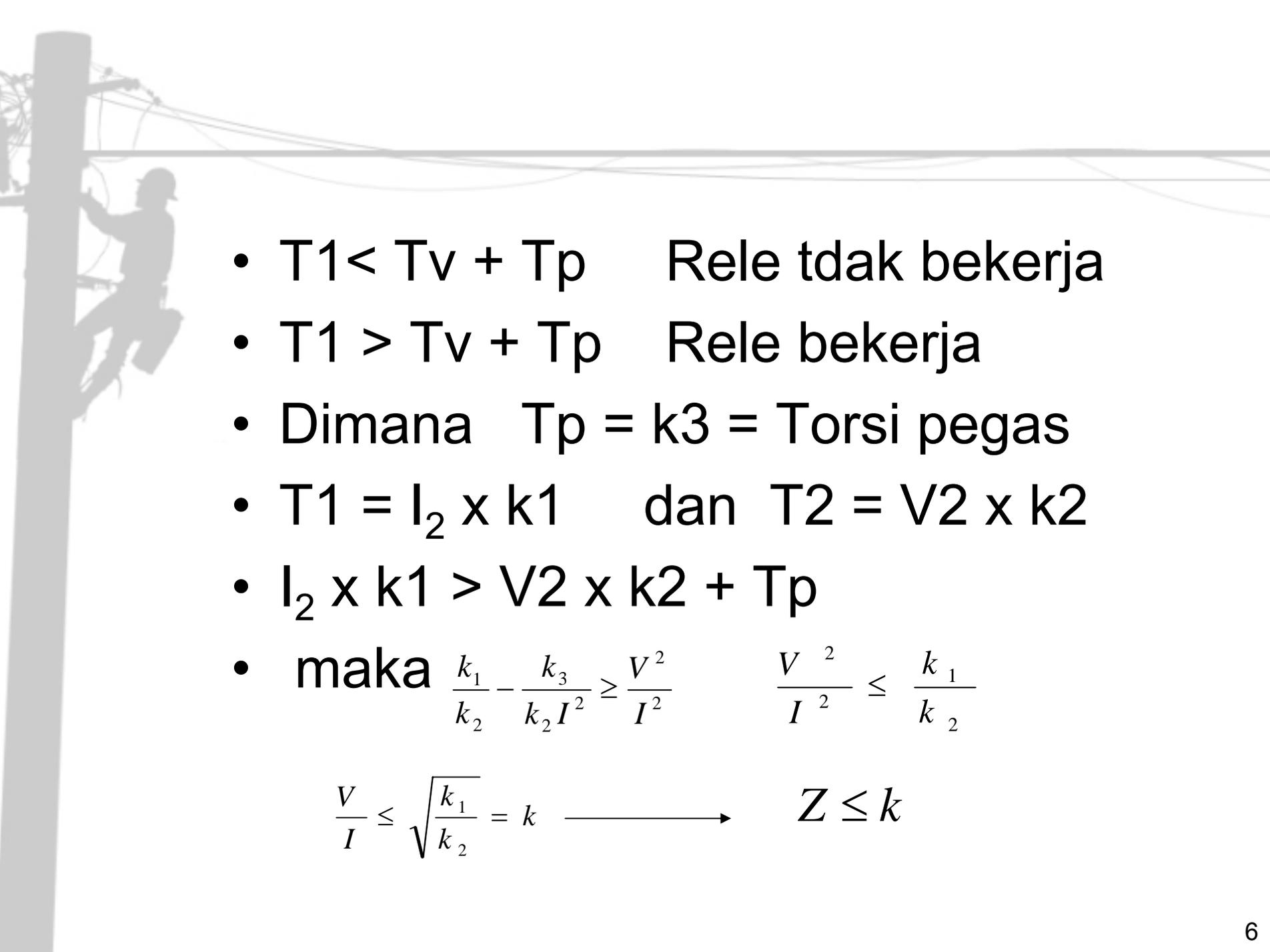
- 
- A silhouette of a utility worker is visible on the left side of the slide, climbing a power pole. The worker is wearing a hard hat and safety gear, and is positioned near the top of the pole. The background is a light gray gradient with faint lines suggesting power lines or a diagram.
- Seperti 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

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



Gambar Single line diagram antara dua bus-bar.

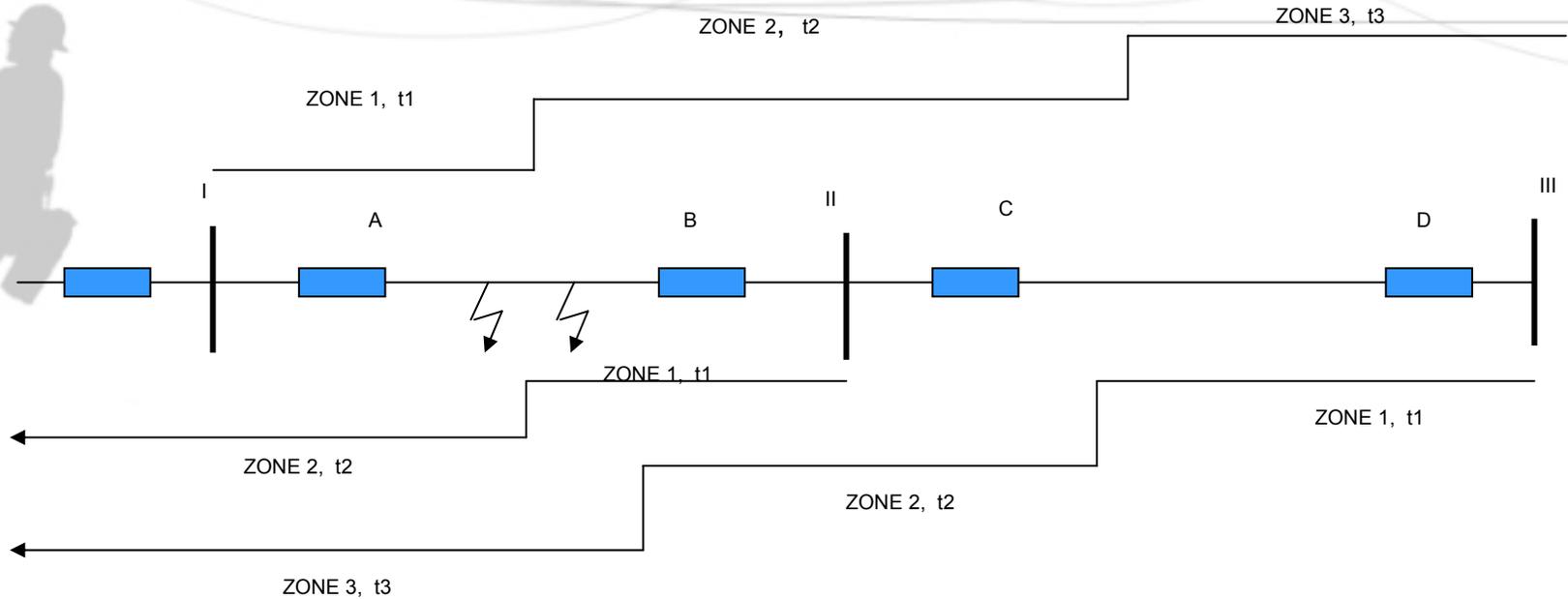


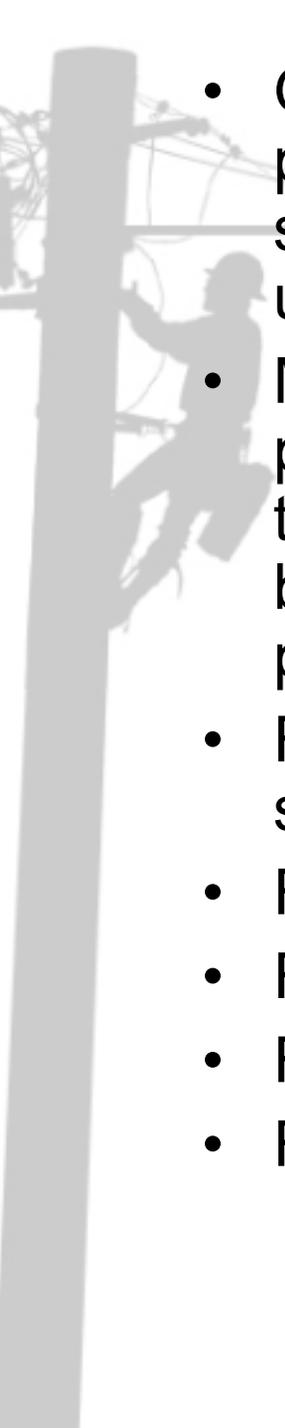
- $T_1 < T_v + T_p$ Rele tidak bekerja
- $T_1 > T_v + T_p$ Rele bekerja
- Dimana $T_p = k_3 =$ Torsi pegas
- $T_1 = I_2 \times k_1$ dan $T_2 = V_2 \times k_2$
- $I_2 \times k_1 > V_2 \times k_2 + T_p$
- maka $\frac{k_1}{k_2} - \frac{k_3}{k_2 I^2} \geq \frac{V^2}{I^2}$ $\frac{V^2}{I^2} \leq \frac{k_1}{k_2}$

$$\frac{V}{I} \leq \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} = k \longrightarrow Z \leq k$$

- 
- 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)

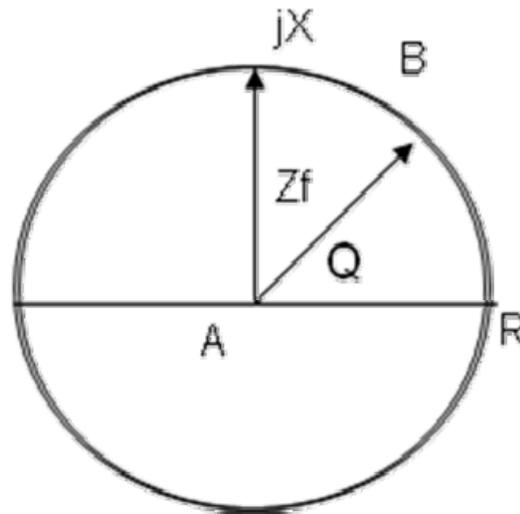
Hubungan waktu dengan jarak



- 
- A silhouette of a worker on a utility pole is visible on the left side of the slide. The worker is positioned on a vertical pole, with their arms extended towards the power lines. The background is a light gray gradient.
- Gambar diatas 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 memberikan 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

Type- tipe Distance Rele (Rele Jarak)

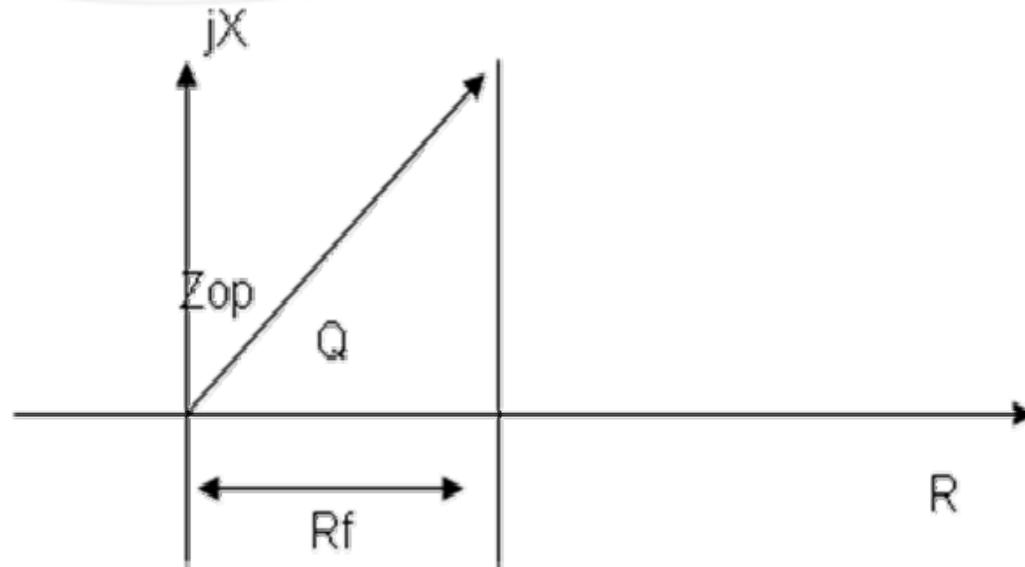
- 1. Type Impedansi (Z)



Gambar Karakteristik rele tipe Impedansi

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

2. Tipe Resistance (R)

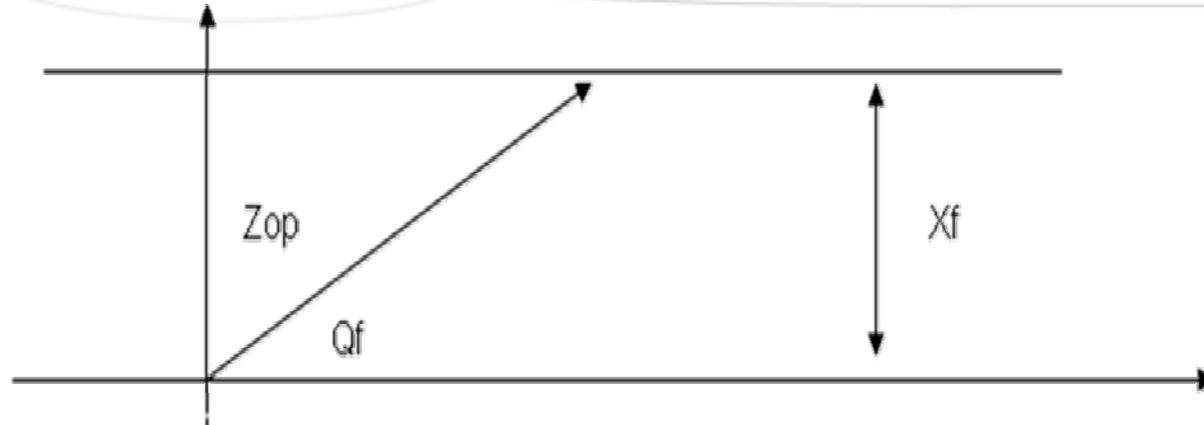


Gambar Karakteristik rele tipe Resistansi

Rele ini bekerja berdasarkan komponen aktif dan R bayangan Z_f

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

3. Tipe Reaktansi (JX)



Gambar Karakteristik rele tipe Reaktansi.

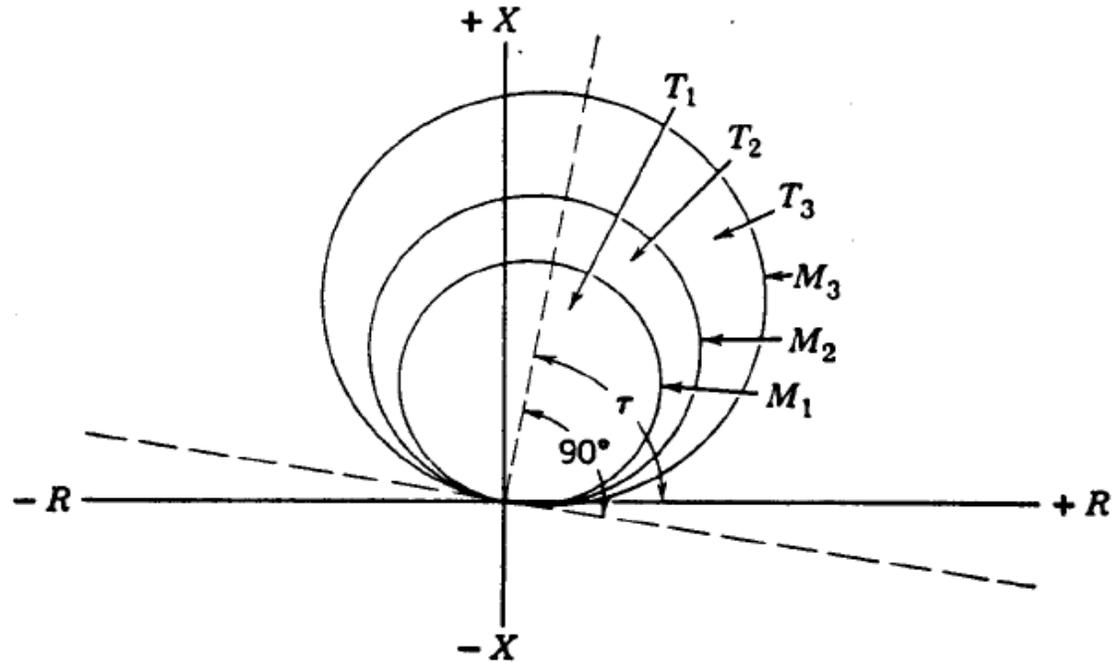
Rele ini bekerja berdasarkan komponen reaktif dari impedansi bayangan yaitu

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

$$X_f = Z_f \sin Q_f$$

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

4. Tipe Admitansi (mho) rele

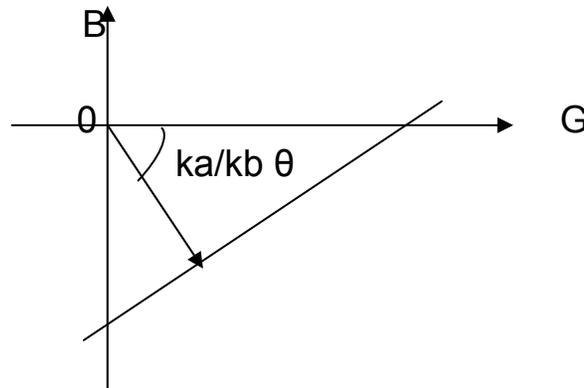


- Berdasarkan perbandingan fasa pada permulaan pengoperasian rele admitansi dapat dijelaskan melalui persamaan dibawah,

$$k1.k3 [A]^2 + k2.k4 [B]^2 + (k1.k4 + k2.k3 [A][B]^2 \cos (\phi-\theta) = 0$$

- Jika tanda masukan diberikan .
- $S1 = -ka . V + kb . I < \phi-\theta$
- $S2 = ka . V$
- Maka didapatkan
- $k1 = -.ka$, $k2 = kb < \phi$, $k3 = ka$, $k4 = 0$,
 $A = V$ dan $B = I$
- Persamaan diatas disubsitusikan
- $-ka^2 [V]^2 + ka.kb [V][I]\cos (\phi-\theta) = 0$
- atau $I/V \cos (\phi-\theta) = ka/kb$
- Jadi $Y . \cos (\phi-\theta) = ka/kb$

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



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.



Distance Relai di sistem 500 KV Jawa Bali

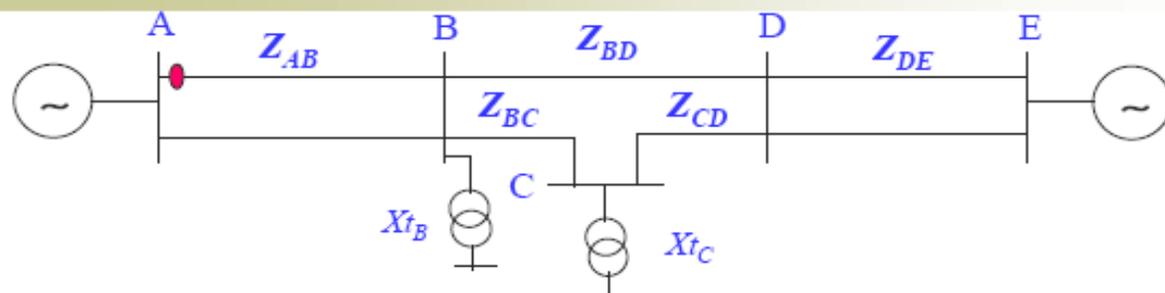
- PUTT (Permissive Underreach Transfer Trip), Zone-1 kirim sinyal
- POTT (Permissive Overreach Transfer Trip), Zone-2 kirim sinyal
- DEF + REC signal/ Aided Signal : 100 ms (main)
- DEF : 2000 ms (back up)
- Reverse Deaktif



Setting Distance Relai

- Zone-1 80 % dari impedansi saluran, trip instance
- Untuk gangguan Phase to phase menggunakan karakteristik Mho
- Untuk gangguan Phase to Ground menggunakan karakteristik Quadrilateral
- Zone-2, trip dengan delay 0.4 detik
- Zone-3, trip dengan delay 1.6 detik

SETTING DISTANCE RELAY

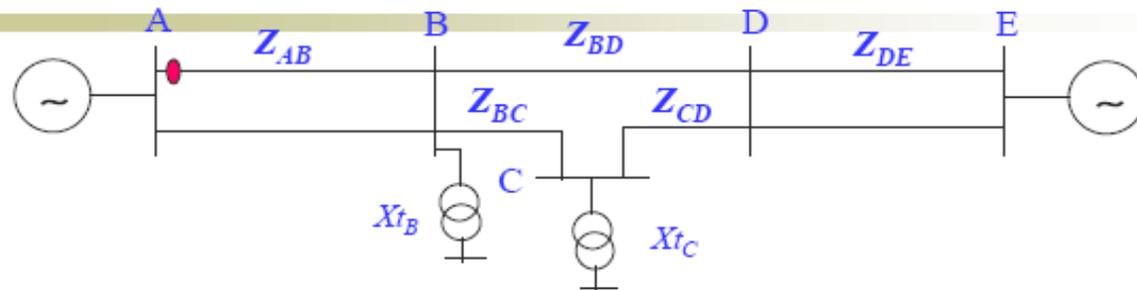


Zone-1

Karena adanya kesalahan pengukuran jarak akibat kesalahan CT, PT dan relainya sendiri, maka zone 1 di set lebih kecil dari impedansi penghantar, misal 80 % impedansi penghantar

$$\text{Zone-1} = 0.8 \times Z_{AB}$$

SETTING DISTANCE RELAY



Zone-2

Zone 2 mengamankan sisa penghantar yang tidak diamankan zone 1 dan juga sebagai pengaman cadangan jauh GI di depan.

Zone 2 di set dengan delay waktu

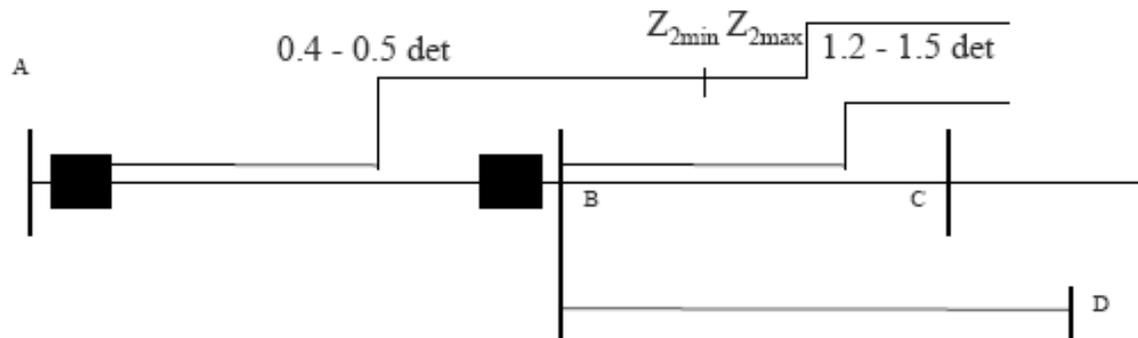
Zone-2min	$= 1.2 \times Z_{AB}$
Zone-2mak	$= 0.8 \times (Z_{AB} + 0.8 \times Z_{BC})$
Zone-trafo	$= 0.8 \times (Z_{AB} + 0.5 \times X_{tB})$
Zone-batas	$= Z_{AB} + (0.8 \times Z_{BC})$

SETTING DISTANCE RELAY

$$\text{Zone-2min} = 1.2 \times Z_{AB}$$

$$\text{Zone-2mak} = 0.8 \times (Z_{AB} + 0.8 \times Z_{BC})$$

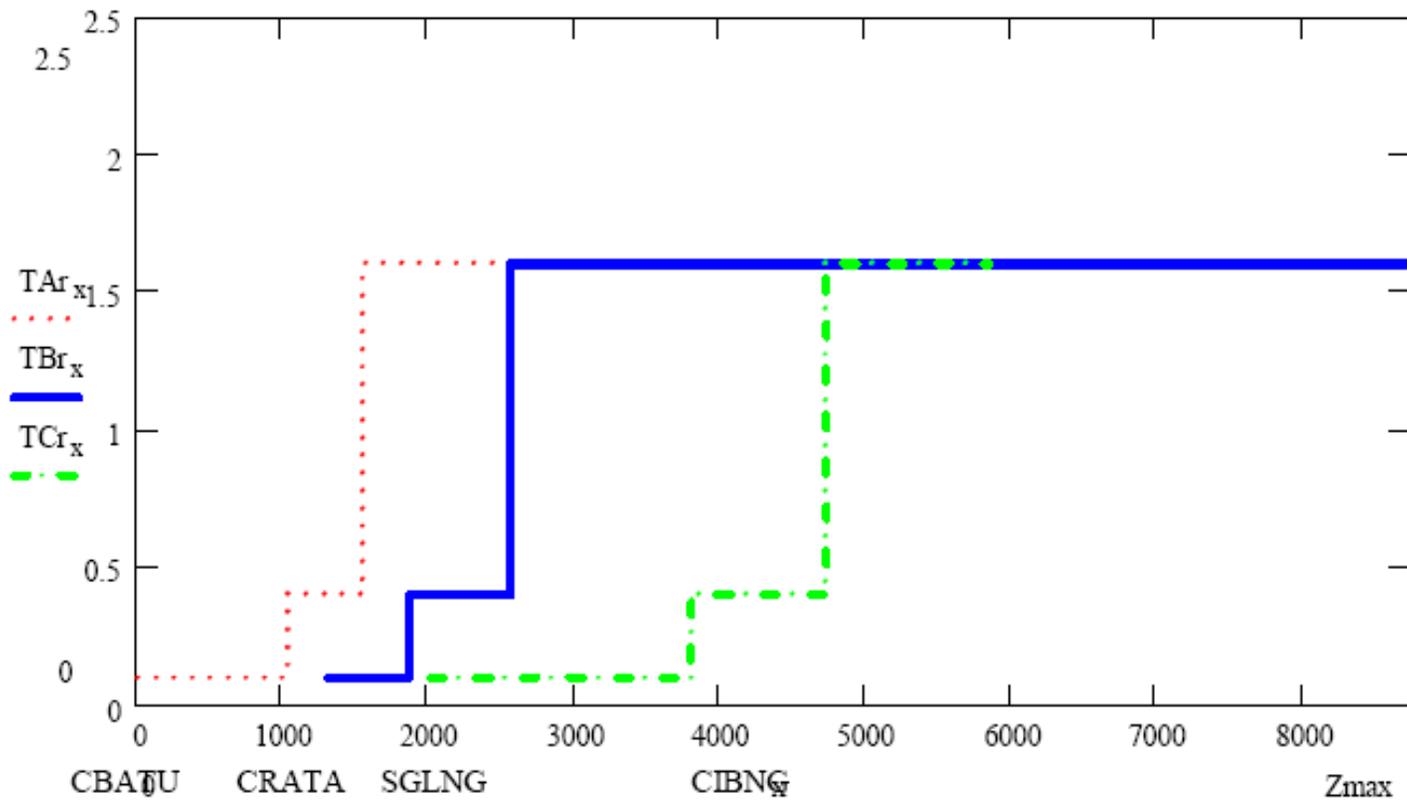
Z2max diambil untuk pht terpendek



Scanning Distance Relai

- ❑ Distance Relay berfungsi sebagai unit proteksi (proteksi utama) sekaligus proteksi cadangan jauh untuk GI didepannya.
- ❑ Scanning adalah menganalisis grafik hubungan antara jangkauan relay dengan waktu tunda kerja Distance Relay (sebagai proteksi cadangan)
- ❑ Menggunakan bantuan software Matlab atau DigSilent
- ❖ Dianggap salah bila ada grafik yang overlapping atau berhimpit.
- ❖ Dianggap benar bila tidak ada grafik yang overlapping atau berhimpit. (selisih +/- 0,4s)

Time-Distance Diagram / Scanning Distance Relai



Pembahasan soal

- Anggap sistem transmisi gambar dengan tegangan 230 Volt, dimana impedansi urutan positif pada jaringan TL12 dan TL23 adalah $2 + j20$ ohm dan $2.5 + j25$ ohm. Beban puncak yang disuplai pada TL12 adalah 100 MVA dengan power factor 0.9 . Rencanakan proteksi sistem distance rele tipe Z untuk tiga zone (daerah) untuk B12
- 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 B12 pada zone 1
 - f. Setting rele B12 pada zone 2
 - g. Setting rele B12 pada zone 3

**Sekian
Tatap muka XII&XIII**

Terima kasih

