

# STUDI PENYETELAN RELAI JARAK PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV MENGGUNAKAN SOFTWARE DIGSILENT

Rusdi Masri<sup>[1]</sup>, Iswadi Hasyim Rosma<sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, <sup>[2]</sup>Dosen Teknik Elektro  
Laboratorium Konversi Teknik Elektro Universitas Riau  
Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293  
Email: rusdy.masri23@gmail.com

## ABSTRACT

*The short circuit disturbance in transmission line can cause supply to disturbance costumers. Therefore, the right protection system is needed to protect transmission line from this disturbance. Analyzed protection equipment in this reseacrh is distance relay protection. In this tool, setting of the right impedance and delay time are very important. Therefore, aim of this reseacrh is to calculate the zone setting (from 1 to 3) and time delay setting of distance relay by using DIgSILENT Power Factory. The setting results from DIgSILENT are compared with manual calculations, found that setting of zone 1, zone 2 and zone 3 are 4,253  $\Omega$ , 7,657  $\Omega$  and 18,780  $\Omega$ , respectively. The time delay settings between zone 1 and zone 2 -3 are (T 2) 0,4 s (T 3) 1,2 s, respectively. As conclusion it has been found distance relay can be operated correctly as expected.*

*Keywords : transmission line, short-circuit, distance relay, DIgSILENT*

## I. PENDAHULUAN

Salah satu energi yang setiap hari digunakan adalah energi listrik, dimana energi listrik adalah energi terakhir yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk mensuplai peralatan listrik seperti : motor, lampu penerangan, pemanas, pendingin, ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain.

Sistem transmisi adalah salah satu bagian terpenting dari penyaluran tenaga listrik. Sistem transmisi sendiri merupakan sistem dinamis kompleks yang parameter-parameter dan keadaan sistemnya berubah secara terus - menerus.

Pada saluran transmisi ini seringkali terjadi gangguan, baik gangguan yang terjadi akibat kesalahan manusia, maupun gangguan yang terjadi akibat kejadian alam. Untuk

mengatasi gangguan - gangguan yang terjadi, maka diperlukan penerapan dan penggunaan alat proteksi yang tepat sehingga kontinuitas pelayanan tidak terganggu begitu lama.

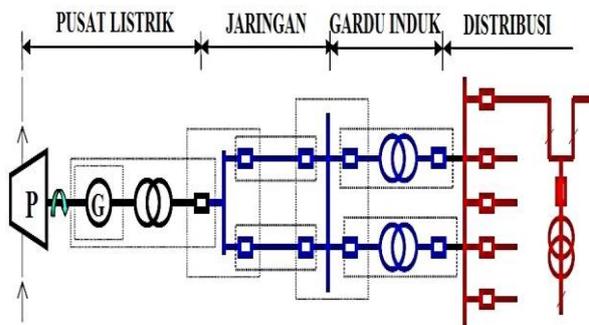
Relai jarak (*distance relay*), merupakan pengaman utama pada saluran transmisi, relai jarak bekerja dengan mengukur besaran impedansi ( $Z$ ) saluran transmisi. Relai jarak dapat digunakan untuk menentukan letak lokasi gangguan dan setting relai pada saluran transmisi, untuk mengetahui kinerja relai jarak, maka dilakukan penyetelan relai yang dibuat untuk berbagai jenis dan lokasi gangguan disaluran transmisi 150 kV.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Sistem Transmisi

Sistem transmisi adalah suatu sistem penyaluran energi listrik dari satu tempat ke tempat lain, seperti dari stasiun pembangkit

ke gardu induk. Transmisi mempunyai karakteristik yang dinamis yaitu berubah-ubah, sesuai dengan keadaan sistem itu sendiri. Akibat dari perubahan karakteristik tersebut dapat menimbulkan berbagai gangguan, dapat dilihat pada gambar 1. (Blackburn, 1998)



Gambar 1. Jaringan transmisi (Sers and J.Holmes, 2004)

### B. Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat adalah terjadinya hubungan penghantar bertegangan atau penghantar tidak bertegangan secara langsung melalui media (resistor/beban) yang tidak semestinya, sehingga terjadi aliran arus yang tidak normal. (GEC ALSTHOM, 1987) Secara umum, gangguan yang terjadi pada saluran transmisi, yaitu:

- Gangguan hubung singkat satu fasa ketanah
- Gangguan hubung singkat dua fasa
- Gangguan hubung singkat tiga fasa

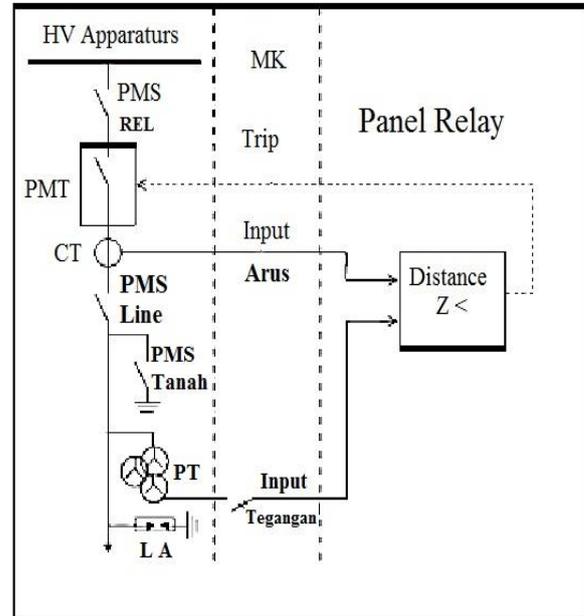
### C. Relai jarak

Relai jarak (*distance relay*) merupakan proteksi yang paling utama pada saluran transmisi. Relai jarak menggunakan pengukuran tegangan dan arus untuk mendapatkan impedansi saluran yang harus diamankan.

Disebut relai jarak, karena impedansi pada saluran besarnya akan sebanding dengan

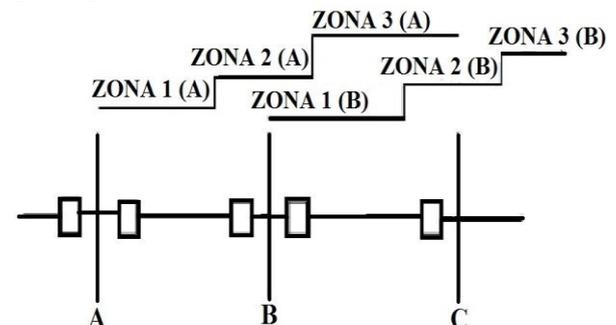
panjang saluran, berikut blok diagram relai jarak, yang dapat dilihat pada gambar 2.

$$Z_f = \frac{V_f}{I_f}$$



Gambar 2. Blok Diagram Relai Jarak (Sers and J.Holmes, 2004)

Pada zona proteksi relai jarak dibagi menjadi 3 zona pengamanan dasar seperti pada gambar 3, yaitu :



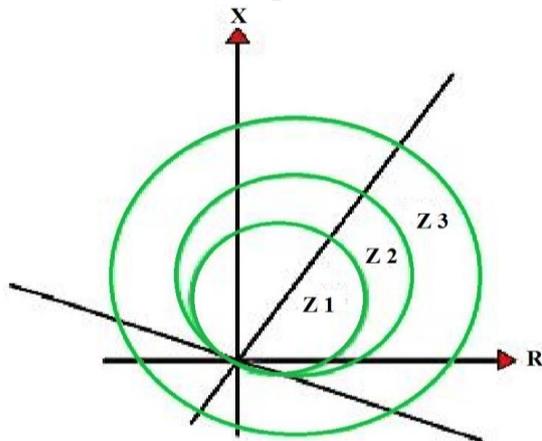
Gambar 3. Daerah penyetelan relai jarak (Sers and J.Holmes, 2004)

- Zona 1 =  $0,8 \times ZL1$
- Zona 2 min =  $1,2 \times ZL1$
- Zona 2 max =  $0,8(ZL1 + 0,8 ZL2)$
- Zona 3 min =  $1,2 (Z2 + 0,8 Z3)$
- Zona 3 max =  $0,8 (Z1 + 0,8 Z2 + 0,8 Z3)$

#### D. Karakteristik relai jarak

Relai jarak dapat diklasifikasi berdasarkan karakteristik impedansi (R-X) didalam koordinat polar, jumlah input atau masukkan relai. Umumnya metode yang digunakan adalah dengan membandingkan dua input (dapat berupa besaran atau sudut fasa) untuk menentukan apakah gangguan yang terjadi berada di dalam, atau diluar daerah kerja relai.

#### E. Karakteristik Impedansi



Gambar 4. Karakteristik Impedansi (Sers and J.Holmes, 2004)

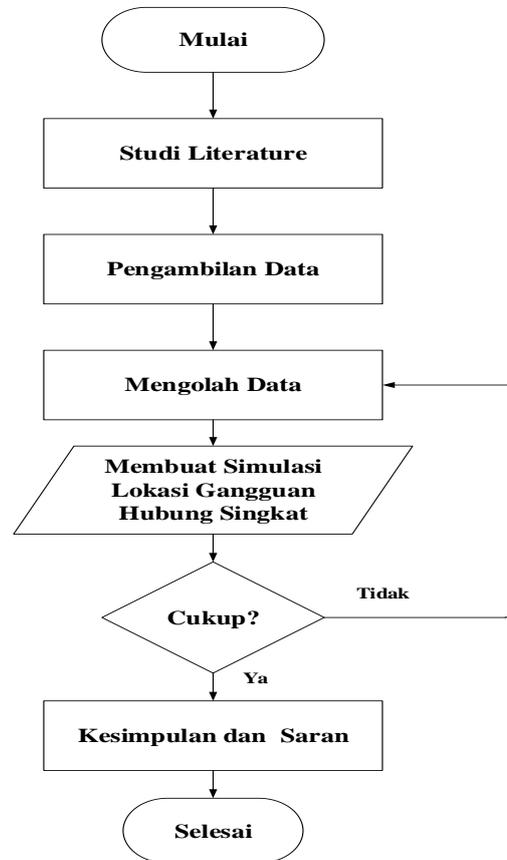
Pada gambar 4 diatas, menjelaskan bahwa karakteristik impedansi relai ini mempunyai lingkaran dengan titik pusatnya ditengah - tengah. Kelemahan relai ini yaitu tidak berarah, karena kedua besaran yang dibandingkan yaitu, arus dan tegangan dibangkitkan secara mekanis, masing-masing kopel yang dibangkitkan tidak tergantung fasanya. Relai akan bekerja untuk gangguan didepan dan dibelakang relai.

Oleh karena itu relai ini harus dilengkapi dengan relai arah untuk digunakan sebagai relai pengukur.

### III. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian terdapat diagram alir penelitian yang akan dilakukan pada studi penyetulan relai jarak pada saluran

transmisi 150 kV, yang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

#### F. Data Sistem

Data dari saluran transmisi 150 kV, ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini :

Rasio CT : 800 / 1 A

Rasio PT : 150 kV / 110 V

Tabel 1. Data saluran transmisi 150 kV

SUTT	Panjang saluran (km)	Impedansi $Z_+$ ( $\Omega/\text{km}$ )	Impedansi $Z_0$ ( $\Omega/\text{km}$ )
G.Sakti - T.Lembu	20,5	$0.1275 + j 0.4240$	$0.5215 + j 1.6153$
T.Lembu - G.Sakti	20,5	$0.1275 + j 0.4240$	$0.5215 + j 1.6153$
G.Sakti - B.pungut	77,1	$0.225 + j 0.321$	$0.373 + j 1.608$

## G. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan penyetelan relai jarak, (setelan arus dan waktu kerja relai) serta analisa. Setelah itu akan di simulasikan, dan hasil *running* program penyetelan proteksi penghantar menggunakan *digisilent* berdasarkan *single line diagram* dari PT. PLN(Persero).

Berikut perhitungan relai jarak yaitu :

Zona 1

$$\begin{aligned} Z_1 &= 80\% \times Z_{S(A-B)} \\ &= 0,8 \times (1,531 + j 5,093 \Omega) \\ &= 4,253 < 73,27^\circ \end{aligned}$$

Zona 2

$$\begin{aligned} Z_2 \text{ min} &= 1,2 \times Z_{S(A-B)} \\ &= 1,2 \times (1,531 + j 5,093 \Omega) \\ &= 6,381 < 73,27^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_2 \text{ max} &= 0,8 \times (Z_{S(A-B)} + 0,8 Z_{S(B-A)}) \\ &= 0,8 \times (1,531 + j 5,093 \Omega) + 0,8 \\ &\quad (1,531 + j 5,093) \\ &= 7,657 < 74,56^\circ \end{aligned}$$

Zona 3

$$\begin{aligned} Z_3 \text{ min} &= 1,2 \times (Z_{S(A-B)} + 0,8 Z_{S(B-A)}) \\ &= 1,2 \times (1,531 + j 5,093 \Omega) + 0,8 \\ &\quad (1,531 + j 5,093 \Omega) \\ &= 3,306 + j 11,00 \\ &= 11,487 < 73,27^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_3 \text{ max} &= 0,8(Z_{S(A-B)} + 0,8(Z_{S(B-A)} + 0,8(Z_{S(A-C)}))) \\ &= 0,8(1,531 + j 5,093 \Omega) + 0,8(1,531 \\ &\quad + j 5,093) + 0,8(10,176 + j 14,517) \\ &= 8,720 + j 16,633 \\ &= 18,780 < 62,33^\circ \end{aligned}$$

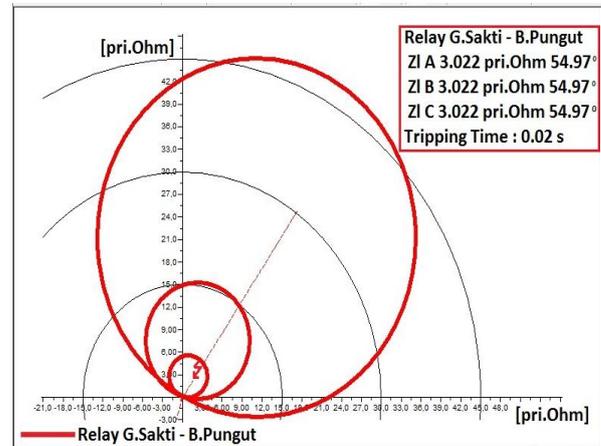
Tabel 2. Hasil perhitungan relai jarak

Z1	Z2 min	Z2 max	Z3 min	Z3 max
4,253	6,381	7,657	11,487	18,780

Tabel 3. Waktu trip relai jarak

Zona	Time
Zona 1	-
Zona 2	0,4
Zona 3	1,2

Setelah mendapatkan hasil perhitungan dan waktu kerja relai jarak pada tiap zonanya, maka selanjutnya, memasukkan data tersebut ke *software digisilent* untuk melihat kinerja relai jarak apakah sudah baik dalam menerima arus gangguan hubung singkat yang akan simulasikan. Dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.



Gambar 6. Kurva Relai Jarak

Pada gambar 6 diatas, disimulasikan gangguan hubung singkat tiga fasa sebesar 10% dari panjang saluran 77,1 km yaitu (7,71 km) garuda sakti arah balai pungut . Gangguan yang terjadi pada zona 1 relai jarak garuda sakti, zona 1 merasakan gangguan dengan waktu tunda 0,02s dengan impedansi gangguan yang terbaca oleh relai sebesar 3,022  $\Omega$  dibawah impedansi penyetelan relai yaitu 4,253  $\Omega$ . Kemudian pada sisi relai jarak balai pungut arah garuda sakti juga merasakan gangguan pada zona 1 dan akan mentripping CB dengan waktu tunda selama 1,22 s dengan impedansi gangguan yang terbaca oleh relai sebesar 27,201  $\Omega$ .

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan diatas, maka kesimpulannya adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan penyetelan relai jarak dengan menggunakan CT 800 A/1 A dan PT 150 kV/110 V impedansi pada zona 1 sebesar 4,253  $\Omega$ , pada zona 2 sebesar 7,657  $\Omega$  dan pada zona 3 sebesar 18,780  $\Omega$ . Dengan waktu tunda kerja relai  $T_2$  0,4 s, dan waktu tunda kerja relai  $T_3$  1,2 s.
2. Perhitungan yang dilakukan perbedaanya tidak terlalu jauh. Sehingga penyetelan relai jarak yang terpasang masih bisa di pakai.
3. Relai jarak bekerja sesuai dengan yang diharapkan dimana pada saat terjadi gangguan di zona proteksinya relai bekerja.

## DAFTAR PUSTAKA

Blackburn, J. L. (1998) *Protective Relaying Principles and Applications*. Second. Edited by H. Lee Willis. Bothell, Washington: Marcel Dekker, Inc.

GEC ALSTHOM (1987) *Protective Relays Application Guide*. Third Edit. London, Manchester.

Sers, J. M. and J.Holmes, E. (2004) *Protection of Electricity Distribution networks, Protection of Electricity Distribution networks*. doi: 10.1049/PBPO065E.