

**ANALISA PROTEKSI RELE JARAK PADA SALURAN  
UDARATEGANGAN TINGGI 150 KV GARDU INDUK REMBANG BARU  
KE GARDU INDUK PATI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Elektro  
Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**MUHAMMAD SANUSI**

**D 400 130 070**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISA PROTEKSI RELE JARAK PADA SALURAN UDARA TEGANGAN  
TINGGI 150 KV GARDU INDUK REMBANG BARU KE GARDU INDUK  
PATI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**MUHAMMAD SANUSI**

**D 400 130 070**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Agus Supardi, S.T., M.T.**

**NIK.883**

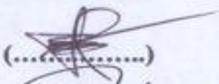
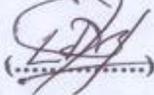
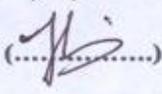
**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISA PROTEKSI RELE JARAK PADA SALURAN UDARA TEGANGAN  
TINGGI 150 KV GARDU INDUK REMBANG BARU KE GARDU INDUK  
PATI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**OLEH**  
**MUMAMMAD SANUSI**  
**D 400 130 070**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Selasa, 13 April 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

- |   |   |
|---|---|
| <b>1. Agus Supardi, S.T., M.T.</b><br><b>(Ketua Dewan Penguji)</b>        | <br>(.....) |
| <b>2. Umar, S.T., M.T.</b><br><b>(Anggota I Dewan Penguji)</b>            | <br>(.....)  |
| <b>3. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.</b><br><b>(Anggota II Dewan Penguji)</b> | <br>(.....)  |



**H. Sri Sunarjono, M.T. Ph.D**

**NIK. 682**

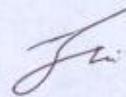
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 13 April 2017

Penulis



**MUHAMMAD SANUSI**

**D 400 130 070**

# ANALISA PROTEKSI RELE JARAK PADA SALURAN UDARATEGANGAN TINGGI 150 KV GARDU INDUK REMBANG BARU KE GARDU INDUK PATI

## Abstrak

Energi listrik merupakan energi penunjang bagi seluruh sarana yang dibutuhkan untuk kegiatan manusia. Saluran transmisi digunakan untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit agar bisa digunakan oleh konsumen, maka pengamanan dalam saluran transmisi harus diperhatikan dalam perencanaannya. Sistem transmisi tenaga listrik terdapat suatu alat proteksi pada suatu jaringan transmisi tersebut, yaitu rele jarak (*distance relay*) yang digunakan sebagai pengamanan. Prinsip kerja rele jarak yaitu dengan mengukur impedansi pada saluran transmisi yang dibagi menjadi beberapa daerah cakupan yaitu zona 1, zona 2, zona 3. Metode yang digunakan untuk menentukan pengaturan rele jarak pada sistem jaringan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV GI Rembang Baru – GI Pati yaitu dengan mencari data parameter penghantar dan transformator. Perhitungan nilai *setting* rele diterapkan pada rangkaian dan dianalisa, apakah dapat bekerja dengan baik dan tepat. Hasil perhitungan impedansi jangkauan sesuai data kabel penghantar didapatkan sebagai berikut ; zona 1 :  $(9.8293 + j15.5675) \Omega$ , zona 2 :  $(15.8416 + j25.0897) \Omega$ , zona 3 :  $(26.0172 + j41.20548) \Omega$ .

Kata Kunci : gangguan, impedansi, rele jarak, transmisi.

## Abstract

Electrical energy is the energy support for all the things needed for human activities. The transmission line is used to distribute electrical energy from the generator to be used by consumers, so protection system in the transmission line must be considered in the planning. Electric power transmission system there is a protection device on the transmission line, the device is distance relay and it is used as a protection system. The working principle of the distance relay is to measure the impedance of the transmission line, divided into several areas, there are zone 1, zone 2, zone 3. The method used to determine the distance relay settings in 150 kV high voltage overhead transmission system Rembang Baru substation - GI Pati substation is searching the parameter data of transformer and conductor. Relay setting value calculation is applied to the circuit and analyzed, whether it can work properly and accurately. The results of the impedance calculation according to the conductor data are as such ;zona 1 :  $(9.8293+j15.5675) \Omega$ , zona 2 :  $(15.8416+j25.0897) \Omega$ , zona 3 :  $(26.0172+j41.20548)\Omega$

Keyword : fault, impedance, distance relay, transmission.

## 1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu energi yang dipakai oleh seluruh manusia, dimana energi ini dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menghidupkan lampu, menggerakkan motor, memanaskan, mendinginkan maupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain.

Energi listrik merupakan energi penunjang bagi seluruh sarana yang dibutuhkan untuk kegiatan manusia. Maka dari itu perlu diperhatikan kesinambungan dari proses penyaluran tenaga listrik agar kegiatan dari masyarakat dapat berlangsung dengan baik.

Sistem tenaga listrik merupakan hubungan antara pusat listrik (pembangkit) dan konsumen (beban) dimana diantara keduanya terdapat gardu induk, saluran transmisi, dan saluran distribusi sehingga energi listrik yang dihasilkan dari pusat listrik dapat dipergunakan oleh konsumen (Tanzil, 2011).

Sistem transmisi tenaga listrik sangatlah penting dalam proses penyaluran energi listrik. Maka dari itu pengamanan dalam saluran transmisi harus diperhatikan dalam perencanaannya. Sistem transmisi merupakan sistem dinamis kompleks yang parameter-parameter dan keadaan sistemnya terus berubah. Dalam sistem transmisi tenaga listrik terdapat suatu alat proteksi yaitu rele jarak (*distance relay*) yang digunakan sebagai pengamanan dalam saluran transmisi karena kemampuannya dalam menghilangkan gangguan dengan baik dan cepat.

Pada sebuah jaringan distribusi yang besar, koordinasi rele merupakan masalah yang harus diperhatikan pada waktu operasi semua rele yang ada (Manoj&Anand, 2015). Koordinasi rele jarak berdasarkan parameter saluran transmisi dengan perkiraan besarnya gangguan yang dihitung secara *off-line*. Keadaan sistem yang berubah-ubah mengakibatkan parameter saluran transmisi juga berubah serta adanya gangguan yang tidak bisa diperkirakan besarnya, sehingga *setting* rele yang ada akan menjadi tidak selektif. Jadi diperlukan koordinasi rele yang lebih baik agar dapat menyesuaikan dengan keadaan sistem tersebut. Dengan cara tersebut diharapkan dapat memperbaiki kinerja sistem pengamanan.

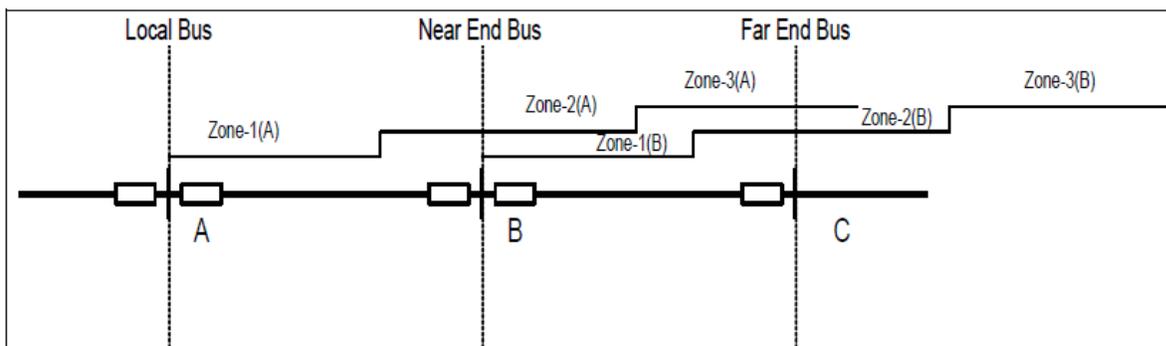
Kemampuan dan keandalan suatu sistem tenaga listrik dalam memberikan pelayanan kepada konsumen tergantung pada sistem proteksi yang digunakan. Maka dalam perencanaannya diperlukan pertimbangan kondisi-kondisi gangguan yang mungkin terjadi pada sistem tersebut. Rele proteksi adalah salah satu dari komponen utama pada sistem tenaga listrik yang dapat memberikan dampak yang besar pada reliabilitas dan kestabilan sistem tenaga listrik (Rambabu,

2015). Rele proteksi berfungsi untuk mendeteksi kondisi abnormal dalam suatu rangkaian listrik yang berada dalam kondisi normal dan gangguan. Apabila penyetelan relai proteksi ini tidak benar, maka sistem kerja rele tersebut akan tidak selektif atau akan terjadi salah kerja (Evi, 2014).

Gangguan terdiri dari gangguan simetris dan asimetris. Gangguan simetris merupakan gangguan yang terjadi pada semua fasa sehingga nilai arus dan tegangannya sama, gangguan ini terdiri dari hubung singkat tiga fasa dan hubung singkat tiga fasa ke tanah (Moura & Pecas, 2015).

Rele jarak adalah pengaman utama pada SUTT/SUTET. Rele jarak bekerja dengan mengukur impedansi transmisi yang terbagi menjadi beberapa daerah cakupan yaitu zona 1, zona 2, zona 3, serta dilengkapi juga dengan teleproteksi sebagai agar proteksi bekerja selalu cepat dan selektif di daerah pengamanannya.

Rele jarak diterapkan pada beberapa daerah (zona) agar bisa didapatkan pasangan pengaman utama dan pengaman cadangan sekaligus dalam satu rele jarak (Ojaghi, 2014). Gambar 1 menunjukkan daerah penyetelan rele jarak 3 zona.



Gambar 1. Daerah penyetelan rele jarak 3 zona

Rele jarak mengukur tegangan pada titik rele dan mengukur arus gangguan yang terlihat dari rele (Izykwoski, 2008). Dengan membagi nilai tegangan gangguan dengan nilai arus gangguan, maka impedansi pada titik terjadinya gangguan dapat diketahui. Impedansi gangguan bisa dicari dengan rumus berikut :

$$Z_f = \frac{V_f}{I_f} \quad (1)$$

dengan :

$Z_f$  = Impedansi gangguan (ohm)

$V_f$  = Tegangan gangguan (volt)

$I_f$  = Arus gangguan (ampere)

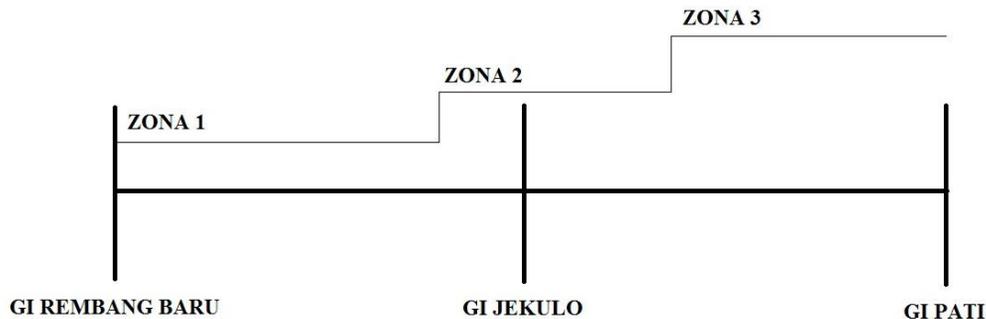
Rele jarak bekerja dengan cara membandingkan impedansi gangguan yang terukur dengan impedansi *setting*. Rele akan bekerja jika nilai impedansi gangguan lebih kecil dari impedansi *setting* dan sebaliknya jika impedansi gangguan lebih besar maka rele tidak akan bekerja.

Dengan adanya perubahan konfigurasi jaringan transmisi dan demi keandalan pasokan listrik perlu dilakukan penelitian pengaruh perubahan konfigurasi terhadap koordinasi sistem proteksi penghantar, maka dari itu penulis mengambil Analisa Proteksi Rele Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV Gardu Induk Rembang Baru Ke Gardu Induk Pati.

Dalam Tugas Akhir ini, dibahas mengenai optimalisasi kinerja setting rele jarak untuk meningkatkan performansi proteksi sehingga diharapkan proteksi akan bekerja dengan cepat dan handal.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengambil lokasi di Gardu Induk 150kV Rembang Baru yang beralamat di Rembang. Dengan pentingnya konfigurasi dari sistem proteksi di saluran transmisi Gardu Induk maka penulis akan menganalisa sistem proteksi rele jarak yang terpasang di Gardu Induk 150kV Rembang Baru – Gardu Induk Pati.



Gambar 2. Zona pengamanan rele jarak

Untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan metode sebagai berikut :

a. Studi literatur

Studi literatur merupakan metode yang dilakukan dengan cara mengumpulkan sumber – sumber literatur yang terdapat di buku, karya ilmiah maupun internet yang dapat mendukung laporan tugas akhir ini.

b. Pengumpulan data

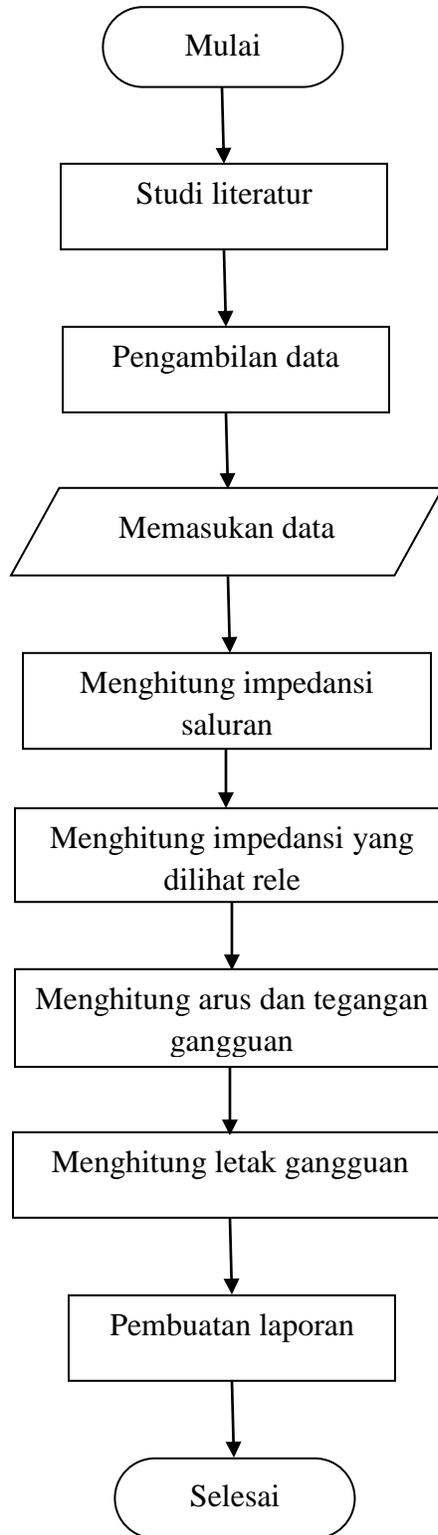
Pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan data jenis kabel yang digunakan pada sistem transmisi, nilai impedansi, dan juga skema saluran pada gardu induk Rembang Baru.

c. Analisa data

Analisa data disini digunakan untuk memproses data yang diambil dengan cara memahaminya secara keseluruhan, dimana proses ini dapat diketahui bahwa sistem bisa berjalan dengan baik atau tidak.

d. Kesimpulan

Kesimpulan disini merupakan hasil akhir dari analisa data berupa efisiensi *setting* yang digunakan dalam pengaman transmisi.



Gambar 3. *Flowchart* Penelitian



## 2.2 Penyetelan Daerah Jangkauan Pada Rele Jarak

### a. Zona 1

Jangkauan perlindungan zona 1 mencakup sebesar 80% dari panjang saluran yang diamankan, sehingga dapat dituliskan persamaan matematisnya sebagai berikut :

$$\text{Zona 1} = 0.8 \cdot Z_{L1} \quad (5)$$

Dengan :

$Z_{L1}$  = impedansi saluran transmisi yang diamankan (ohm)

Rele bekerja seketika,  $t = 0$

### b. Zona 2

Daerah yang diamankan pada zona 2 yaitu sisa daerah yang tidak terlindungi oleh zona 1 sampai ke penghantar berikutnya. Untuk zona 2 berlaku rumus sebagai berikut :

$$\text{Zona 2}_{\text{Max}} = 0.8 (Z_{L1} + 0.8Z_{L2}) \quad (6)$$

Dengan :

$Z_{L1}$  = impedansi saluran yang diamankan (ohm)

$Z_{L2}$  = impedansi saluran transmisi berikutnya yang diamankan (ohm)

Waktu kerja rele zona 2 adalah  $t_2 = 0.4$  detik

### c. Zona 3

Daerah yang diamankan pada zona 3 dapat ditentukan dengan mempertimbangkan sisa penghantar yang tidak terlindungi oleh zona 2, minimal sampai akhir seksi berikutnya. Untuk zona 3 berlaku rumus :

$$\text{Zona 3}_{\text{Max}} = 1.2 (Z_{L1} + Z_{L2}) \quad (7)$$

Waktu kerja rele  $t_3 = 1.2$  detik

Keterangan :

$Z_{L1}$  = Impedansi saluran yang diamankan (ohm)

$Z_{L2}$  = Impedansi saluran transmisi saluran berikutnya yang diamankan (ohm)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang pada saluran transmisi GI Rembang Baru – GI Pati didapatkan nilai impedansi *setting* untuk zona 1, zona 2, zona 3 dan juga dilakukan uji untuk melihat ketika terjadi gangguan pada daerah tertentu pada saluran transmisi yang dilindungi, serta hasil gangguan satu fasa ketanah dan 2 fasa.

### 3.1 Data Penelitian

Data yang dipergunakan pada penelitian ini berasal dari GI Rembang Baru dan APP Salatiga, yang terdiri dari :

- A. Skema transmisi GI Rembang Baru – GI Pati
- B. Data parameter transformator daya
- C. Rasio CT dan PT

$$\text{CT (Transformator Arus)} = 1000 : 1$$

$$\text{PT (Transformator Tegangan)} = 1500 : 1$$

- D. Data kabel penghantar

Tabel 1. Data kabel penghantar

Item	Uraian	Satuan
<b>Tipe Penghantar</b>	ACSR	-
<b>Jenis Penghantar</b>	HAWK	-
<b>Luas Penampang</b>	281.10	mm <sup>2</sup>
<b>Diameter</b>	21.80	mm
<b>Impedansi</b>	0.433 + j0.687	Ω/km
<b>Kapasitas Arus</b>	659	A
<b>Panjang Saluran GI Rembang Baru-GI Jekulo</b>	28.317	Km
<b>Panjang Saluran GI Jekulo-GI Pati</b>	21.651	Km

### 3.2 Perhitungan Impedansi

Nilai impedansi pada saluran transmisi dicari dengan rumus berikut :

$$Z_L = \text{panjang saluran} \times Z_{\text{saluran}} / \text{km} \quad (8)$$

Nilai impedansi saluran GI Rembang Baru – Jekulo

$$Z_{L1} = \text{panjang saluran} \times Z_{\text{saluran}} / \text{km}$$

$$Z_{L1} = 28.317 \times (0.4339 + j0.6872)$$

$$Z_{L1}=12.2867+j19.4594 \Omega$$

Nilai impedansi saluran GI Jekulo – GI Pati

$$Z_{L2}=\text{panjang saluran} \times Z_{\text{saluran}}/\text{km}$$

$$Z_{L2}= 21.651 \times (0.4339 + j0.6872)$$

$$Z_{L2}=9.3943+j14.8785\Omega$$

Perhitungan nilai impedansi masing- masing zona berdasarkan persamaan diatas adalah sebagai berikut :

### 3.2.1 Zona 1

$$\text{Zona 1} = 0.8 \cdot Z_{L1}$$

$$\text{Zona 1} = 0.8 \times (12.286 + j19.459)$$

$$\text{Zona 1} = (9.829+j15.567)\Omega$$

Dengan jangkauan  $0.8 \times 28.317 = 22.653 \text{ km}$

Zona 1 bekerja secara instan

$T_1 = 0$  detik.

### 3.2.2 Zona 2

$$\text{Zona 2}_{\text{Max}} = 0.8 (Z_{L1} + 0.8 Z_{L2})$$

$$\text{Zona 2}_{\text{Max}} = 0.8 \times ((12.286+j19.459) + (0.8 \times (9.394 + j14.878)))$$

$$\text{Zona 2}_{\text{Max}} = (15.841+j25.089)\Omega$$

Dengan daerah jangkauan  $0.8 \times (28.317 + (0.8 \times 21.651)) = 36.518 \text{ km}$

Zona 2 bekerja sebagai *back up* zona 1 pada GI di depannya, maka rele akan bekerja lebih lama setelah zona 1  $T_2 = 0.4$  detik.

### 3.3.3 Zona 3

$$\text{Zona 3}_{\text{Max}} = 1.2 (Z_{L1} + Z_{L2})$$

$$\text{Zona 3}_{\text{Max}} = 1.2 \times ((12.286+j19.459) + (9.394+j14.878))$$

$$\text{Zona 3}_{\text{Max}} = (26.017+j41.205)\Omega$$

Dengan jangkauan  $1.2 \times (28.317 + 21.651) = 59.961 \text{ km}$

Zona 3 bekerja dengan waktu yang paling lama dibanding zona 1 dan zona 2.

$T_3 = 1.2$  detik.

### 3.3 Impedansi yang Dilihat Rele

Nilai impedansi juga dapat dilihat dengan menghitung dari rasio PT dan CT, berikut perhitungannya :

$$Z_{\text{rele}} = \frac{PT}{CT} \times Z_{\text{zona}} \quad (9)$$

Rasio PT = 1500 : 1

Rasio CT = 1000 : 1

$$n = \frac{1/1500}{1/1000} = 0.666 \quad (10)$$

Zona 1

$$Z_{1 \text{ sekunder}} = n \times \text{Impedansi zona 1} \quad (11)$$

$$Z_{1 \text{ sekunder}} = 0.666 \times (9.829 + j15.567)$$

$$Z_{1 \text{ sekunder}} = 5.897 + j9.340 \Omega$$

Zona 2

$$Z_{2 \text{ sekunder}} = n \times \text{Impedansi zona 2} \quad (12)$$

$$Z_{2 \text{ sekunder}} = 0.666 \times (15.841 + j25.089)$$

$$Z_{2 \text{ sekunder}} = 9.504 + j15.053 \Omega$$

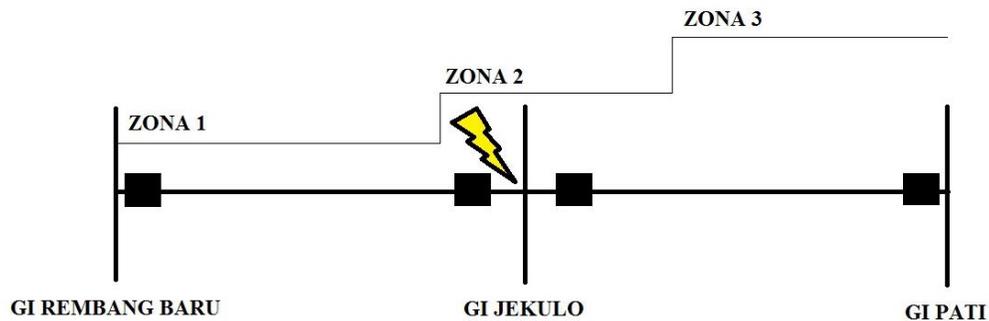
Zona 3

$$Z_{3 \text{ sekunder}} = n \times \text{Impedansi zona 3} \quad (13)$$

$$Z_{3 \text{ sekunder}} = 0.666 \times (26.017 + j41.205)$$

$$Z_{3 \text{ sekunder}} = 15.610 + j24.723 \Omega$$

### 3.4 Gangguan pada sistem transmisi



Gambar 5. Gangguan pada sistem transmisi

Rele akan mendeteksi dan mengamankan gangguan yang terjadi pada saluran transmisi. Nilai gangguan dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

- a. Arus gangguan 1 fasa ke tanah

$$I_f = 3 \times \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_f} \quad (14)$$

- b. Arus gangguan 2 fasa

$$I_f = \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2 + 3Z_f} \quad (15)$$

- c. Arus gangguan 3 fasa

$$I_f = \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1} \quad (16)$$

- d. Tegangan gangguan

$$V_f = I_f \times Z_1 \quad (17)$$

dengan :  $I_f$ =Arus Gangguan  
 $Z_1$ =Impedansi Urutan Positif  
 $Z_2$ =Impedansi Urutan Negatif  
 $Z_0$ =Impedansi Urutan Nol  
 $Z_f$ =Impedansi Gangguan  
 $V$ =Tegangan Gangguan

### 3.4.1 Menghitung arus dan tegangan gangguan

Gambar 5 menunjukkan adanya suatu gangguan pada sistem transmisi. Sebagai pemisalan, terjadi gangguan sebesar 15 Ω dengan :

$$Z_1 = (8.95 + j97.49)\Omega$$

$$Z_2 = (8.95 + j97.49)\Omega$$

$$Z_0 = (2.95 + j17.36)\Omega$$

$$Z_f = 15 \Omega$$

maka perhitungan nilai arus dan tegangan gangguannya sebagai berikut :

1. Gangguan satu fasa ke tanah :

- a. Arus gangguan

$$I_f = 3 \times \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_f}$$

$$I_f = 3 \times \frac{150000/\sqrt{3}}{(8.95 + j97.49) + (8.95 + j97.49) + (2.95 + j17.36) + (3 \times 15)}$$

$$I_f = 3 \times \frac{86602.54}{(65.85 + j212.34)}$$

$$I_f = 346.15 - j1116.19 \text{ A}$$

b. Tegangan gangguan

$$V_f = I_f \times Z_1$$

$$V_f = (346.15 - j1116.19) \times (8.95 + j97.49)$$

$$V_f = 111915.405 + j23756.263 \text{ V}$$

2. Gangguan dua fasa

a. Arus gangguan

$$I_f = \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2 + 3Z_f}$$

$$I_f = \frac{150000/\sqrt{3}}{(8.95 + j97.49) + (8.95 + j97.49) + 15}$$

$$I_f = \frac{86602.54}{(32.9 + j194.98)}$$

$$I_f = 72.87 - j431.86 \text{ A}$$

b. Tegangan gangguan

$$V_f = I_f \times Z_1$$

$$V_f = (72.87 - j431.86) \times (8.95 + j97.49)$$

$$V_f = 42754.29 + j3238.94 \text{ V}$$

3. Gangguan 3 fasa

a. Arus gangguan

$$I_f = \frac{kV/\sqrt{3}}{Z_1}$$

$$I_f = \frac{150000/\sqrt{3}}{(8.95 + j97.49)}$$

$$I_f = \frac{86602.54}{(8.95 + j97.49)}$$

$$I_f = 80.87 - j880.89 \text{ A}$$

b. Tegangan gangguan

$$V_f = I_f \times Z_1$$

$$V_f = (80.87 - j880.89) \times (8.95 + j97.49)$$

$$V_f = 86601.75 + j0.05 \text{ V}$$

Hasil diatas merupakan hasil perhitungan tegangan dan arus gangguan yang terjadi bila terdapat gangguan sebesar 15  $\Omega$ .

### 3.5 Menentukan letak gangguan

Rele jarak akan mengamankan zona tertentu dari gangguan berdasarkan besar jarak gangguan dari tempat rele berada. Dari nilai impedansi yang dibaca rele, besar jarak gangguan dapat dicari dengan rumus berikut :

$$\text{Jarak gangguan} = \frac{\text{impedansi yang dibaca rele} \times \frac{PT}{CT} \times L_1}{Z_{L_1}} \quad (18)$$

Contoh perhitungan gangguan :

a. 3  $\Omega$

$$\begin{aligned} \text{Jarak gangguan} &= \frac{\text{impedansi yang dibaca rele} \times \frac{PT}{CT} \times L_1}{Z_{L_1}} \\ \text{Jarak gangguan} &= \frac{3 \times \frac{1500/1}{1000/1} \times 28.317}{12.2867 + j19.4594} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak gangguan} = 2.95 \text{ km}$$

b. 4  $\Omega$

$$\begin{aligned} \text{Jarak gangguan} &= \frac{\text{impedansi yang dibaca rele} \times \frac{PT}{CT} \times L_1}{Z_{L_1}} \\ \text{Jarak gangguan} &= \frac{4 \times \frac{1500/1}{1000/1} \times 28.317}{12.2867 + j19.4594} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak gangguan} = 3.94 \text{ km}$$

c. 5  $\Omega$

$$\begin{aligned} \text{Jarak gangguan} &= \frac{\text{impedansi yang dibaca rele} \times \frac{PT}{CT} \times L_1}{Z_{L_1}} \\ \text{Jarak gangguan} &= \frac{5 \times \frac{1500/1}{1000/1} \times 28.317}{12.2867 + j19.4594} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak gangguan} = 4.92 \text{ km}$$

Tabel 2. Pembacaan jarak gangguan pada rele jarak sebesar 1  $\Omega$  sampai 5  $\Omega$

**Impedansi gangguan**

**Jarak gangguan**

<b>1 <math>\Omega</math></b>	0.98 Km
<b>2 <math>\Omega</math></b>	1.97 Km
<b>3 <math>\Omega</math></b>	2.95 Km
<b>4 <math>\Omega</math></b>	3.94 Km
<b>5 <math>\Omega</math></b>	4.92Km

#### 4. PENUTUP

Penelitian rele jarak pada sistem transmisi GI Rembang Baru – GI Pati menghasilkan beberapa poin kesimpulan sebagai berikut :

1. Rele jarak (*distance relay*) akan bekerja dengan cara memutuskan jaringan (*trip*) apabila nilai impedansi yang dihasilkan akibat gangguan tersebut lebih kecil daripada impedansi *setting* rele jarak.
2. Nilai *setting* impedansi rele jarak di gardu induk Rembang Baru adalah berikut :  
Zona 1 =  $(9.8293+j15.567)\Omega$   
Zona 2 =  $(15.8416+j25.0897)\Omega$   
Zona 3 =  $(26.0172+j41.20548)\Omega$
3. Jarak gangguan yang dapat dideteksi oleh SUTT 150 kv GI Rembang Baru – GI Pati yaitu zona 1 sebesar 80 persen dari impedansi saluran yang diproteksi, pada zona 2 sebesar 120 persen dari impedansi saluran yang diproteksi dan pada zona 3 sebesar impedansi saluran yang diamankan ditambah 80 persen saluran sebelumnya.

#### PERSANTUNAN

Tersusunnya laporan ini tidak sepenuhnya usaha dari penulis saja. Banyak pihak – pihak yang terkait dalam membantu baik saran, kritik, dan masukan pada penulisan laporan ini. Untuk itu penulis akan mengucapkan terimakasih pada :

1. Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya dari memulai sampai menyelesaikan laporan dapat diperlancar.
2. Nabi Muhammad SAW, karena syafaatnya penulis mampu mengerjakan laporan tugas akhir ini.
3. Kedua orangtua, yang selalu memberi dukungan dan memberi kebutuhan selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
4. Kakak, atas segala doa dan dukungannya.

5. Agus Supardi, Ir. MT. Sebagai dosen pembimbing yang sudah memberi ilmu, semangat, dan saran hingga berakhirnya tugas akhir ini.
6. Dosen teknik elektro yang telah ikut membantu dalam memberi saran.
7. Mas Arip selaku pihak PLN yang sudah memberi saran dan data penulisan.
8. Teman satu bimbingan Bapak Agus, Ulul Fazani, Okta, Ana, Yunita, Bastian, atas dukungannya.
9. Teman seperjuangan tugas akhir, Ulul, Okta, Novian, Putri, Yunita, Ihsan, Rika, dan teman – teman lainnya yang saling membantu dan memberi semangat.
10. Semua pihak yang memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Tanzil, R.A.(2011).*Scanning dan Resetting Distance Relay Pada Penghantar 150KV Kudus Arah Jekulo*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Evi, P.S. (2014).*Analisa Keandalan Relai Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 70 kV Gardu Induk Seduduk Putih – Borang*. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Aslimeri, G., dan Zaedel, H. (2008). *Tehnik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 2*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Moura, I.P.,&Pecas, L. (2015). *IMICV Fault Analysis Method With Multiple PV Grid-Connected Inverter For Distribution System*. Electrical Power System Reseach. 119, 125.
- Izykwoski, J. (2008). *Fault Location On Power Transmision*. Springer London Dordrecht Heidelberg. Poland.
- Manoj, T.,& Anand K. (2015). *The Coordination of Relays Using AModified Real Coded Genetic Algorithm A Comperative Study*. Electrical Power system Research. 83, 495.
- Ojaghi, M. (2013). *The Impelemtation Technique To Opimal Coordination of Relay*. IEEE Trans. 235, 244.
- Rambabu, M. (2015). *3 Zone Protection By Using Distance Relay in SIMULINK/MATHLAB*. International Research Journal of Engineering and Technology. India.