

ANALISIS SETTING DAN KOORDINASI RELE JARAK SALURAN 150 KV UNGARAN – KRAPYAK – SRONDOL

Andhika Rizki Priambodo^{*)}, Tejo Sukmadi, dan Mochammad Facta

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: andhika.super@gmail.com

Abstrak

Saluran transmisi merupakan salah satu komponen utama dalam penyaluran tenaga listrik. Pada saluran transmisi biasanya menggunakan rele jarak sebagai peralatan proteksi utamanya. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis setting dan koordinasi rele jarak pada saluran 150kV Ungaran – Krapyak – Srdondol. Pada penelitian ini, data yang didapatkan dari PT.PLN digunakan untuk mensimulasikan setting rele jarak kondisi eksisting menggunakan software DigSILENT. Kemudian dilakukan perbandingan dengan standar dari NPAG Alstom mengenai rele jarak. Hasil simulasi menunjukkan bahwa setting rele jarak saluran 150kV Ungaran – krapyak – Srdondol belum sesuai dengan standar. Jangkauan zona 1 rele jarak Srdondol – Krapyak sebesar 80,14% dan rele jarak Ungaran – Krapyak sebesar 83,25%, sedangkan berdasarkan standar seharusnya jangkauan zona 1 rele sebesar 85% dari saluran. Setelah dilakukan perhitungan ulang setting rele, jangkauan zona 1 rele jarak Srdondol – Krapyak dan rele jarak Ungaran – Krapyak menjadi 85%, sehingga rele bekerja sesuai dengan standar yang dijadikan referensi

Kata kunci: sistem proteksi, saluran transmisi, rele jarak, DigSILENT

Abstract

Transmission line is one of the main components in the delivery of electric power. Transmission line usually is protected by a distance relay as the main protection device. This research is intended to analyze the setting and coordination of distance relay on 150kV Ungaran - Krapyak - Srdondol transmission lines. In this study, data obtained from PT.PLN is used to simulate the existing distance relay settings using DigSILENT software. The setting is compared with NPAG Alstom about guide for protective relay applications to the Transmission Line. The simulation results show that the setting of Ungaran - Krapyak - Srdondol distance relay does not meet with the standard. The range of zone 1 Srdondol - Krapyak distance relay is 80.14% and the Ungaran - Krapyak distance relay is 83.25%, while according to the standard zone 1 must be 85% of the channel. After re-calculation of the relay setting, the range of zone 1 Srdondol - Krapyak and Ungaran - Krapyak distance relay becomes 85%, so the distance relay is accomply to referred the standard.

Keywords: protection system, transmisson channel, distance relay, DigSILENT

1. Pendahuluan

Sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama, yaitu pusat pembangkit listrik, saluran transmisi, dan sistem distribusi. Apabila terjadi gangguan pada saluran transmisi, maka sistem tenaga listrik tidak dapat berfungsi [1]. Oleh karena itu, diperlukan peralatan proteksi untuk melindungi saluran transmisi dari gangguan. Salah satunya adalah rele jarak [2]. Rele jarak digunakan untuk menetralkan dan mengetahui letak gangguan. Rele jarak menghitung impedansi saluran dengan membandingkan tegangan dan arus dengan menggunakan trafo tegangan dan trafo arus pada lokasi rele.

Simulasi perlu dilakukan untuk melihat koordinasi dan kinerja rele jarak pada masing – masing gardu induk. Selain itu simulasi dapat mengetahui apakah rele jarak

sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh NPAG untuk mendapatkan kinerja dan koordinasi rele yang terbaik. Pada saluran udara tegangan menengah 150kV di area APP Semarang, setting rele hanya dilakukan dengan perhitungan manual menggunakan *MathCAD* dan diimplementasikan langsung pada rele yang akan disetting tanpa simulasi terlebih dahulu,

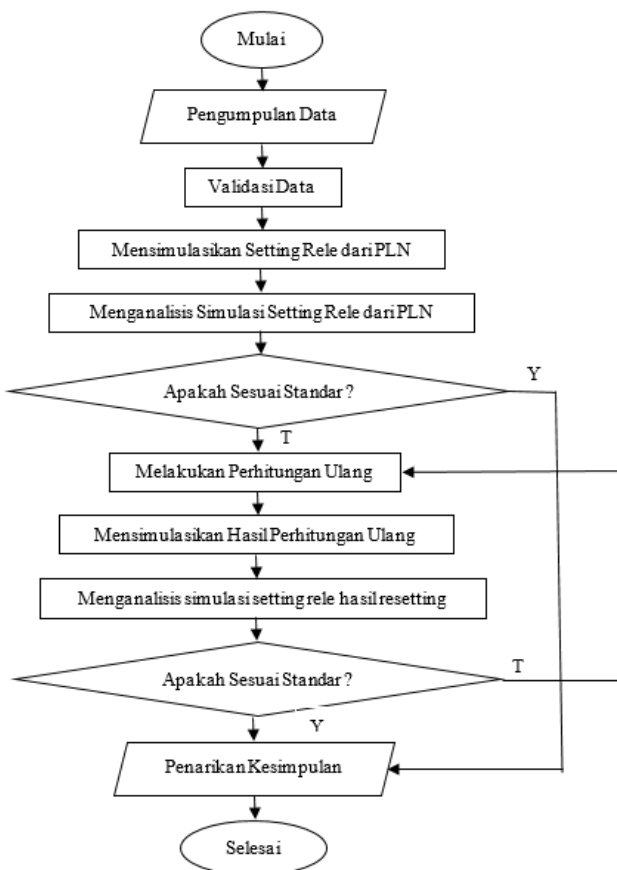
Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya hanya dilakukan perhitungan dan analisis kinerja rele jarak pada subsistem 150kV secara manual [3] [4] [5]. Sedangkan penelitian yang lain [6], mensimulasikan rele jarak pada GI Pandean Lamper – Srdondol – Krapyak secara satu arah menggunakan software *DigSILENT PowerFactory 14.0*

Pada penelitian ini dilakukan analisis setting dan koordinasi rele jarak pada saluran udara 150kV Ungaran –

Krapyak – Srandol secara dua arah menggunakan software *DigSILENT*. Data setting rele jarak kondisi eksisting saluran Ungaran – Krapyak – Srandol didapatkan dari PT. PLN. Kemudian dilakukan analisis setting dan koordinasi rele jarak dengan cara membuat skenario gangguan pada saluran. Skenario gangguan dibuat berdasarkan data anomali yang didapatkan dari APP Semarang. Gangguan yang disimulasikan yaitu gangguan 3 fasa, 2 fasa, 1 fasa ke tanah, dan 2 fasa ke tanah. Kemudian dari hasil simulasi dapat dilihat apakah setting kondisi eksisting telah sesuai dengan standar dari NPAG Alstom. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa setting kondisi eksisting pada saluran Ungaran – Krapyak – Srandol belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh NPAG tentang pengaturan zona proteksi rele jarak. Kemudian dilakukan perhitungan ulang menggunakan standar dari NPAG. Nilai setting hasil perhitungan ulang disimulasikan menggunakan Software *DigSILENT PowerFactory 15.0* kemudian dilakukan analisis setting dan koordinasi rele. Setelah itu, dilakukan perbandingan antara setting rele kondisi eksisting dengan setting rele hasil resetting.

2. Metode

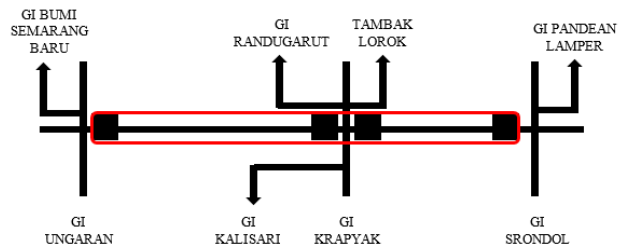
2.1. Langkah Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

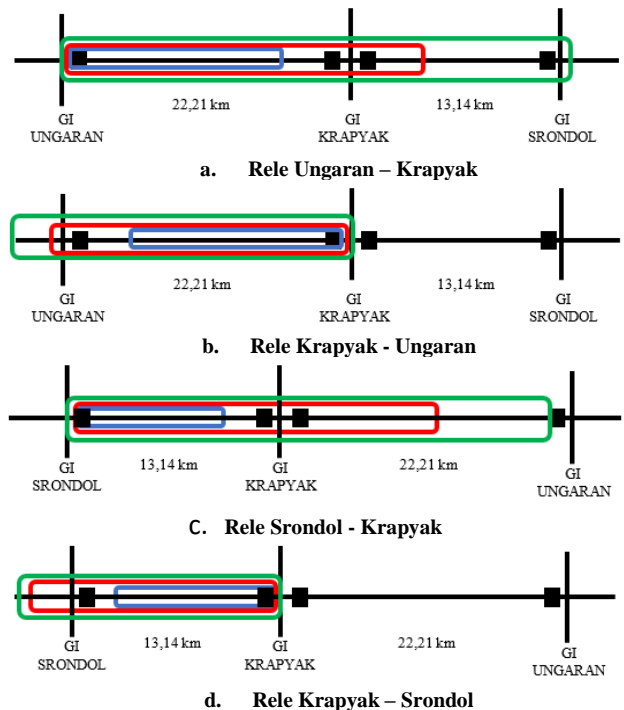
2.2. Data Penelitian

Data yang diperoleh berupa data *single line diagram* dalam bentuk file project *digsilent*, setting impedansi rele jarak, data penghantar, data impedansi trafo, data peralatan proteksi dan data anomali pada saluran Ungaran – Krapyak – Srandol yang didapatkan dari PT. PLN. Gambar 2. merupakan gambaran dari subsistem Ungaran – Krapyak – Srandol. Gambar 3 merupakan gambaran zona proteksi rele jarak yang akan dianalisis.



Gambar 2. Gambaran Subsistem

Gambar 2. merupakan gambaran subsistem Ungaran – Krapyak – Srandol. Garis merah menggambarkan daerah yang akan dianalisis.



Gambar 3. Zona Proteksi Rele

Gambar 3. merupakan ilustrasi zona proteksi masing masing rele yang akan dianalisis. Zona 1 rele diilustrasikan garis biru, zona 2 rele diwakili garis merah, dan zona 3 rele diwakili garis hijau.

Tabel 1. merupakan setting rele jarak pada subsistem Ungaran – Krapyak – Spondol.

Tabel 1. Setting Rele Jarak

Saluran	Zona	Z (Ω)	Jangkauan (%)
Ungaran – Krapyak	Zona 1	3,19	83,25
	Zona 2	4,79	125,01
	Zona 3	9,16	239,07
Krapyak – Ungaran	Zona 1	3,19	83,25
	Zona 2	4,79	125,01
	Zona 3	11,67	304,58
Krapyak – Spondol	Zona 1	1,77	80,14
	Zona 2	2,65	119,99
	Zona 3	4,28	193,8
Spondol – Krapyak	Zona 1	1,77	80,14
	Zona 2	2,65	119,99
	Zona 3	4,28	193,8

Jangkauan rele pada Tabel 1 dibandingkan dengan standar dari NPAG Alstom mengenai rele jarak.[6]

Tabel 2. Standar Setting Rele Jarak

Zona	Standar
Zona 1	85 % dari panjang saluran
Zona 2 _{min}	120 % dari panjang saluran
Zona 2 _{max}	Saluran yang diproteksi + 50% saluran terpendek didepannya
Zona 3	1,2 (saluran yang diproteksi + saluran terpanjang didepannya)

Tabel 3. Perbandingan Jangkauan Rele dengan Standar

Rele	Zona	Nilai Eksisting	Standar	Analisis
Ungaran – Krapyak	Zona 1	83,25%	85% L1	Resetting
	Zona 2	125,01%	1,2 L1	Resetting
	Zona 3	239,07%	1,2 (L1+L3)	Resetting
Krapyak – Ungaran	Zona 1	83,25%	85% L1	Resetting
	Zona 2	125,01%	L1 + 0,5L2	Resetting
	Zona 3	304,58%	1,2 (L1+L3)	Resetting
Krapyak – Spondol	Zona 1	80,14%	85% L1	Resetting
	Zona 2	119,99%	L1 + 0,5L2	Resetting
	Zona 3	193,8%	1,2 (L1+L3)	Resetting
Spondol – Krapyak	Zona 1	80,14%	85% L1	Resetting
	Zona 2	119,99%	1,2 L1	Resetting
	Zona 3	193,8%	1,2 (L1+L3)	Resetting

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai jangkauan eksisting belum memenuhi standar yang ditentukan. Untuk itu dilakukan perhitungan ulang dengan menggunakan standar berikut. [6]

2.3. Perhitungan Ulang Setting Rele Jarak

Contoh perhitungan diambil pada rele jarak Spondol – Krapyak. *Setting* waktu pada rele jarak menurut standar IEEE yaitu zona 1 *trip* tanpa waktu tunda, zona 2 *trip* dengan waktu tunda (0,3 – 0,6 detik) dan disesuaikan juga dengan aplikasi di PLN. *Setting* waktu zona 2 pada PLN adalah 0,4 detik, serta zona 3 *trip* dengan waktu 1,6 detik sesuai kondisi di PLN.[7]

- Perhitungan Zona 1
 $L_1 = 13,144$ km
 Rasio CT = 600/1 A
 Rasio VT = 150/0,1 kV

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$= \sqrt{0,137^2 + 0,397^2}$$

$$= 0,42 \Omega$$

$$Z_{L1} = Z_1 \times L_1$$

$$= 0,42 \times 13,144$$

$$= 5,52 \Omega$$

$$\text{Setting Impedansi Primer} = 0,85 Z_{L1}$$

$$= 0,85 \times 5,52$$

$$= 4,69 \Omega$$

$$\text{Setting Impedansi Sekunder}$$

$$= Z_{primer} \times \frac{CT_{primer} \times VT_{sekunder}}{CT_{sekunder} \times VT_{primer}}$$

$$= 4,69 \times \frac{600 \times 0,1}{1 \times 150}$$

$$= 1,876 \Omega$$

- Perhitungan Zona 2

$$L_2 = 2,773$$
 km
$$Z_2 = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$= \sqrt{0,126^2 + 0,387^2}$$

$$= 0,4 \Omega$$

$$Z_{L2} = Z_2 \times L_2$$

$$= 0,4 \times 2,773$$

$$= 1,109 \Omega$$

$$\text{Setting Impedansi Primer} = 1,2 Z_{L1} / Z_{L1} + 0,5 Z_{L2}$$

$$= 1,2 Z_{L1}$$

$$= 1,2 \times 5,52$$

$$= 6,62 \Omega$$

$$\text{Setting Impedansi Sekunder}$$

$$= Z_{primer} \times \frac{CT_{primer} \times VT_{sekunder}}{CT_{sekunder} \times VT_{primer}}$$

$$= 6,62 \times \frac{600 \times 0,1}{1 \times 150}$$

$$= 2,648 \Omega$$

- Perhitungan Zona 3

$$L_3 = 22,206$$
 km
$$Z_3 = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$= \sqrt{0,0685^2 + 0,2045^2}$$

$$= 0,215 \Omega$$

$$Z_{L3} = 0,215 \times 22,206$$

$$= 4,77 \Omega$$

$$\text{Setting Impedansi Primer} = 1,2 (Z_{L1} + Z_{L3})$$

$$= 1,2 (5,52 + 4,77)$$

$$= 1,2 \times 10,29$$

$$= 12,34 \Omega$$

$$\text{Setting Impedansi Sekunder}$$

$$= Z_{primer} \times \frac{CT_{primer} \times VT_{sekunder}}{CT_{sekunder} \times VT_{primer}}$$

$$= 12,34 \times \frac{600 \times 0,1}{1 \times 150}$$

$$= 4,98 \Omega$$

3. Hasil dan Analisa

3.1. Perbandingan Jangkauan Rele

Setelah dilakukan perhitungan ulang sesuai standar dari NPAG Alstom, didapatkan perbandingan jangkauan zona rele jarak seperti ditampilkan pada Tabel 4.

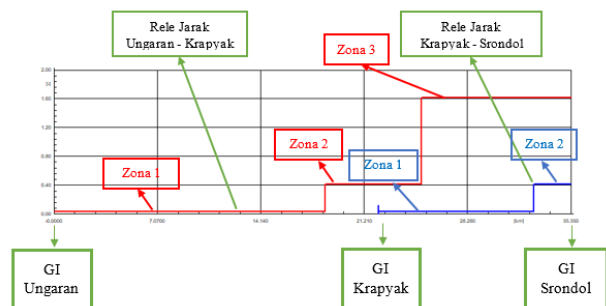
Tabel 4. Perbandingan Jangkauan Rele

Rele	Zona	Jangkauan Eksisting (%)	Jangkauan Resetting (%)	Standar (%)
Ungaran - Krapyak	Zona 1	83,25	85	85% L_1
	Zona 2	125,01	120	1,2 L_1
	Zona 3	239,07	204,327	1,2 (L_1+L_3)
Krapyak - Ungaran	Zona 1	83,25	85	85% L_1
	Zona 2	125,01	141,742	$L_1 + 0,5L_2$
	Zona 3	304,58	220,227	1,2 (L_1+L_3)
Krapyak - Spondol	Zona 1	80,14	85	85% L_1
	Zona 2	119,99	130	$L_1 + 0,5L_2$
	Zona 3	193,8	193,35	1,2 (L_1+L_3)
Spondol - krapyak	Zona 1	80,14	85	85% L_1
	Zona 2	119,99	120	1,2 L_1
	Zona 3	193,8	223,69	1,2 (L_1+L_3)

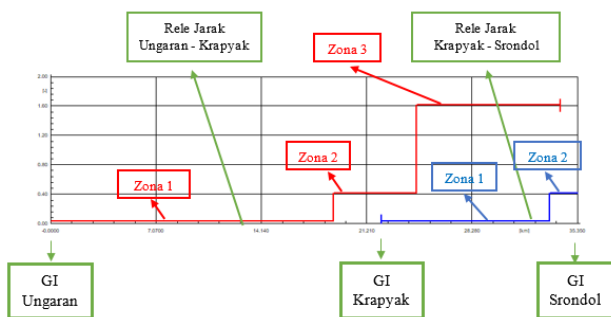
Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai jangkauan pada rele jarak setelah dilakukan perhitungan ulang sudah sesuai dengan standar.

3.2. Perbandingan Koordinasi Rele Jarak

1. Saluran Ungaran - Krapyak - Spondol



a. Kondisi Eksisting



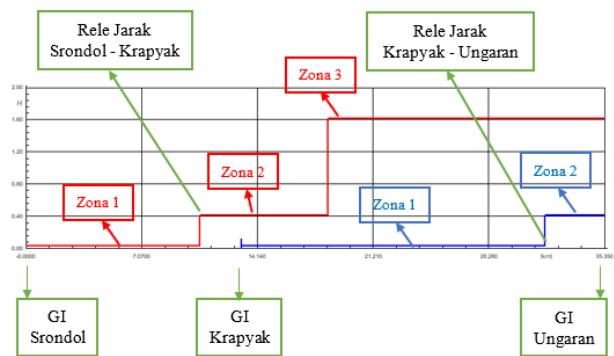
b. Kondisi Resetting

Gambar 3. Time - Distance Coordination saluran Ungaran - Krapyak - Spondol (a) eksisting dan (b) resetting

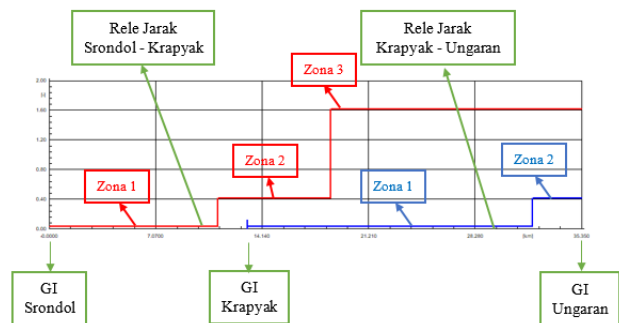
Pada Gambar 3 dapat dilihat koordinasi rele jarak Ungaran - Krapyak dan Krapyak - Spondol pada kondisi eksisting dan resetting. Garis merah adalah diagram kerja rele jarak Ungaran - Krapyak dan garis biru adalah diagram kerja rele jarak Krapyak - Spondol. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa rele jarak Ungaran - Krapyak dan Krapyak -

Spondol kondisi eksisting dan resetting telah terkoordinasi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan tidak adanya rele yang saling overlapping dalam kinerjanya.

2. Saluran Spondol - Krapyak - Ungaran



a. Kondisi Eksisting



b. Kondisi Resetting

Gambar 4. Time - Distance Coordination saluran Spondol - Krapyak - Ungaran (a) eksisting dan (b) resetting

Pada Gambar 4 dapat dilihat koordinasi rele jarak Ungaran - Krapyak dan Krapyak - Spondol pada kondisi eksisting dan resetting. Garis merah adalah diagram kerja rele jarak Ungaran - Krapyak dan garis biru adalah diagram kerja rele jarak Krapyak - Spondol. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa rele jarak Ungaran - Krapyak dan Krapyak - Spondol kondisi eksisting dan resetting telah terkoordinasi dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan tidak adanya rele yang saling overlapping dalam kinerjanya.

3.3. Skenario Gangguan

Untuk melihat performa kerja masing-masing rele maka dilakukan simulasi gangguan hubung singkat berdasarkan skenario yang telah dirancang. Skenario gangguan yang akan disimulasikan berdasarkan data anomali yang didapatkan dari APP Semarang. Pada tahun 2017 hanya terjadi satu kali gangguan pada saluran Ungaran - Krapyak - Spondol, tepatnya di tower 38 saluran Krapyak - Spondol yang diakibatkan talut ambrol. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan letak gangguan yang akan

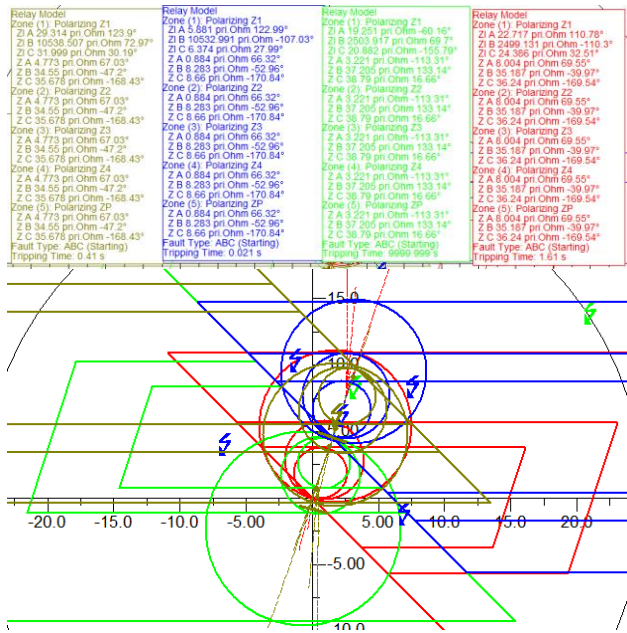
disimulasikan berada pada ± 84,39% dari saluran Srdondol Krapyak. Agar dapat melihat kinerja rele dengan lebih baik, diberikan tambahan letak simulasi gangguan yaitu pada ± 61,35% pada saluran Krapyak – Srdondol. Gangguan yang akan disimulasikan yaitu gangguan 2 fasa, 3 fasa, 1 fasa ke tanah, dan 2 fasa ke tanah. Berikut merupakan tabel skenario gangguan yang akan disimulasikan.

Tabel 5. Skenario Gangguan

Skenario	Jenis Gangguan	Lokasi (%)	Saluran
Skenario 1	3 fasa	86,25	Srdondol – Krapyak
	2 fasa	83,37	
	1 fasa ke tanah	84,39	
	2 fasa ke tanah	87,13	
Skenario 2	3 fasa	70,24	Srdondol – Krapyak
	2 fasa	65,58	
	1 fasa ke tanah	61,35	
	2 fasa ke tanah	67,11	

3.4. Simulasi Gangguan

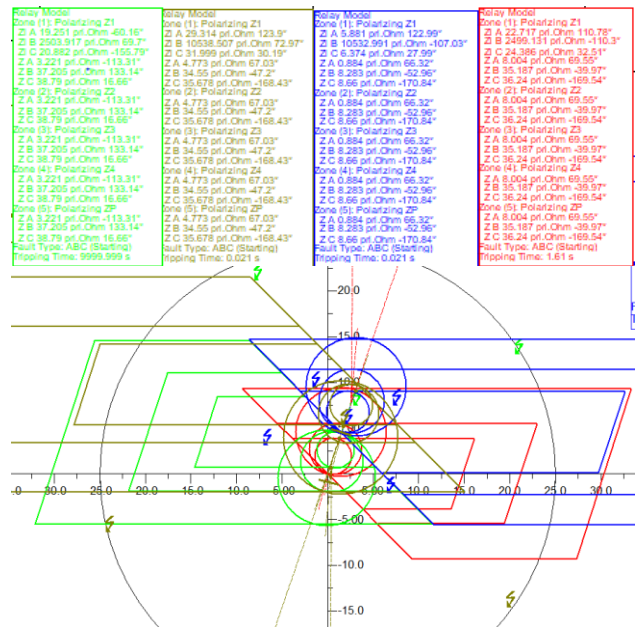
3.4.1. Skenario Gangguan 1



Gambar 5. Skenario Gangguan 1 Kondisi Eksisting

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat saat terjadi gangguan 1 fasa ke tanah pada 84,39% saluran Srdondol – Krapyak, rele jarak Srdondol – Krapyak membaca gangguan di zona 2 rele dengan waktu trip 0,41s. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja rele kondisi eksisting belum sesuai dengan standar NPAG Alstom mengenai rele jarak. Berdasarkan standar dari NPAG, seharusnya zona 1 proteksi rele jarak mempunyai jangkauan 85% dari panjang saluran yang diproteksi dan waktu trip 0 s. Pada setting rele jarak Srdondol – Krapyak kondisi eksisting, jangkauan zona 1 nya adalah 80,14%. Hal inilah yang menyebabkan gangguan tersebut terbaca di zona 2 rele jarak. Rele jarak Krapyak – Srdondol membaca gangguan pada zona 1 proteksi rele dengan waktu trip 0,021s. Hal ini dikarenakan jarak antara

gangguan dan rele jarak Krapyak – Srdondol adalah 15,61% dari panjang saluran, sedangkan setting zona 1 rele jarak Krapyak - Srdondol adalah 80,14% sehingga gangguan terbaca pada zona 1 rele. Rele jarak Krapyak – Ungaran tidak dapat membaca gangguan sehingga waktu trip nya 9999,9999. Hal ini dikarenakan rele jarak Krapyak – Ungaran hanya bersifat forward, sehingga rele hanya bisa membaca gangguan yang berada di depannya. Gangguan yang diberikan berada di belakang rele sehingga rele tidak bekerja. Rele jarak Ungaran – Krapyak membaca gangguan pada zona 3 proteksi rele dengan waktu trip 1,61s.



Gambar 6. Skenario Gangguan 1 Kondisi Resetting

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat saat terjadi gangguan 1 fasa ke tanah pada 84,39% saluran Srdondol – Krapyak, rele jarak Srdondol – Krapyak membaca gangguan di zona 1 rele dengan waktu trip 0,021s. Hal ini terjadi karena jangkauan zona 1 rele jarak Srdondol – Krapyak nya adalah 85% sehingga gangguan tersebut terbaca di zona 1 rele jarak. Rele jarak Krapyak – Srdondol membaca gangguan pada zona 1 proteksi rele dengan waktu trip 0,021s. Hal ini dikarenakan jarak antara gangguan dan rele jarak Krapyak – Srdondol adalah 15,61% dari panjang saluran, sedangkan setting zona 1 rele jarak Krapyak - Srdondol adalah 85% sehingga gangguan terbaca pada zona 1 rele. Rele jarak Krapyak – Ungaran tidak dapat membaca gangguan sehingga waktu trip nya 9999,9999. Hal ini dikarenakan rele jarak Krapyak – Ungaran hanya bersifat forward, sehingga rele hanya bisa membaca gangguan yang berada di depannya. Gangguan yang diberikan berada di belakang rele sehingga rele tidak bekerja. Rele jarak Ungaran – Krapyak membaca gangguan pada zona 3 proteksi rele dengan waktu trip 1,61s.

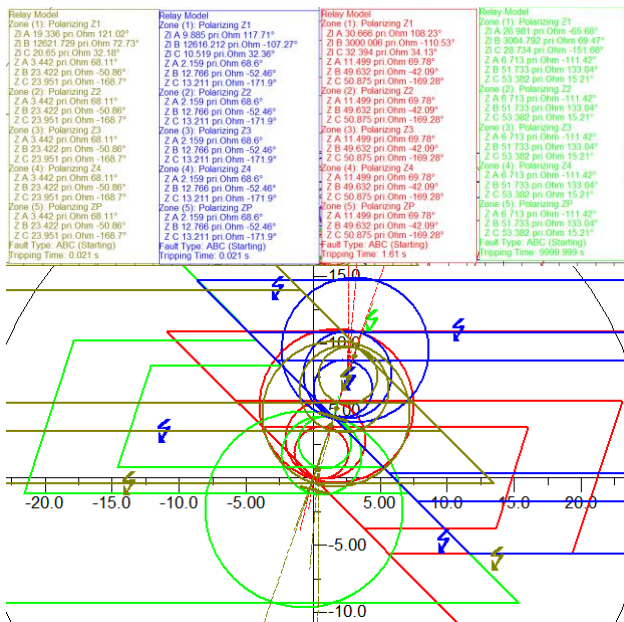
Tabel 6 merupakan perbandingan waktu trip kondisi eksisting dan kondisi resetting hasil simulasi skenario gangguan 1

Tabel 6. Perbandingan Waktu Trip Rele

Gangguan	Rele	Waktu Trip (s)	
		Eksisting	Resetting
1 fasa ke tanah 84,39%	Sronдол – Krapyak	0,41	0,021
	Krapyak – Sronдол	0,021	0,021
	Krapyak - Ungaran	-	-
2 fasa ke tanah 87,13%	Ungaran - Krapyak	1,61	1,61
	Sronдол – Krapyak	0,41	0,41
	Krapyak – Sronдол	0,02	0,02
2 fasa 83,37%	Krapyak – Ungaran	1,61	1,61
	Ungaran – Krapyak	0,41	0,02
	Sronдол – Krapyak	0,41	0,41
3 fasa 86,25%	Krapyak – Sronдол	0,02	0,02
	Krapyak - Ungaran	-	-
	Ungaran - Krapyak	1,61	1,61

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada skenario gangguan 1, terdapat rele jarak yang bekerja tidak sesuai dengan standar, yaitu rele jarak Sronдол – Krapyak pada kondisi eksisting. Sedangkan pada kondisi resetting, waktu trip rele semuanya telah sesuai dengan standar yang digunakan.

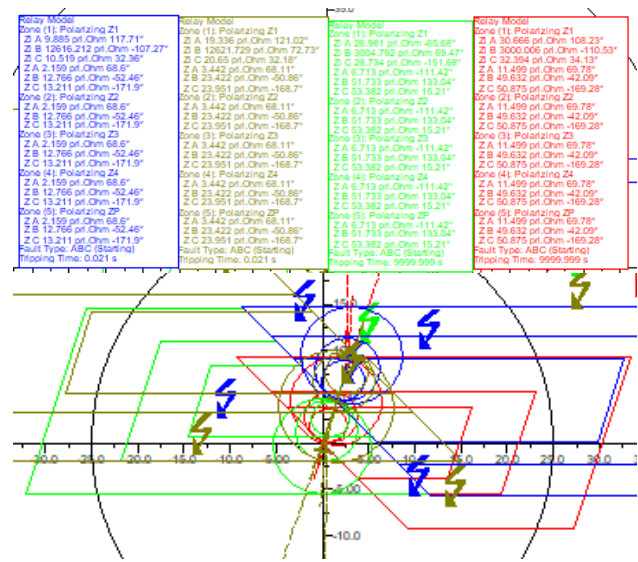
3.4.2. Skenario Gangguan 2



Gambar 7. Skenario Gangguan 2 Kondisi Eksisting

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat saat terjadi gangguan 1 fasa ke tanah pada 61,35% saluran Sronдол – Krapyak, rele jarak Sronдол – Krapyak membaca gangguan di zona 1 rele dengan waktu trip 0,021s. Hal ini terjadi karena jangkauan zona 1 rele jarak Sronдол – Krapyak nya adalah 85% sehingga gangguan tersebut terbaca di zona 1 rele

jarak. Rele jarak Krapyak – Sronдол membaca gangguan pada zona 1 proteksi rele dengan waktu trip 0,021s. Hal ini dikarenakan jarak antara gangguan dan rele jarak Krapyak – Sronдол adalah 38,65% dari panjang saluran, sedangkan setting zona 1 rele jarak Krapyak - Sronдол adalah 85% sehingga gangguan terbaca pada zona 1 rele. Rele jarak Krapyak – Ungaran tidak dapat membaca gangguan sehingga waktu trip nya 9999,9999. Hal ini dikarenakan rele jarak Krapyak – Ungaran hanya bersifat forward, sehingga rele hanya bisa membaca gangguan yang berada di depannya. Gangguan yang diberikan berada di belakang rele sehingga rele tidak bekerja. Rele jarak Ungaran – Krapyak tidak membaca gangguan sehingga waktu trip nya 9999,9999. Hal ini terjadi karena gangguan berada diluar jangkauan rele.



Gambar 8. Skenario Gangguan 2 Kondisi Resetting

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat saat terjadi gangguan 1 fasa ke tanah pada 61,35% saluran Sronдол – Krapyak, rele jarak Sronдол – Krapyak membaca gangguan di zona 1 rele dengan waktu trip 0,021s. Hal ini terjadi karena jangkauan zona 1 rele jarak Sronдол – Krapyak nya adalah 85% sehingga gangguan tersebut terbaca di zona 1 rele jarak. Rele jarak Krapyak – Sronдол membaca gangguan pada zona 1 proteksi rele dengan waktu trip 0,021s. Hal ini dikarenakan jarak antara gangguan dan rele jarak Krapyak – Sronдол adalah 38,65% dari panjang saluran, sedangkan setting zona 1 rele jarak Krapyak - Sronдол adalah 85% sehingga gangguan terbaca pada zona 1 rele. Rele jarak Krapyak – Ungaran tidak dapat membaca gangguan sehingga waktu trip nya 9999,9999. Hal ini dikarenakan rele jarak Krapyak – Ungaran hanya bersifat forward, sehingga rele hanya bisa membaca gangguan yang berada di depannya. Gangguan yang diberikan berada di belakang rele sehingga rele tidak bekerja. Rele jarak Ungaran – Krapyak tidak membaca gangguan sehingga waktu trip nya

9999,9999. Hal ini terjadi karena gangguan berada diluar jangkauan rele.

Tabel 7 merupakan perbandingan waktu trip kondisi eksisting dan kondisi resetting hasil simulasi skenario gangguan 2.

Tabel 7. Perbandingan Waktu Trip Rele

Gangguan	Rele	Waktu Trip (s)	
		Eksisting	Resetting
1 fasa ke tanah 61,35%	Srondol – Krapyak	0,021	0,021
	Krapyak – Srondol	0,021	0,021
	Krapyak - Ungaran	-	-
	Ungaran – Krapyak	1,61	-
2 fasa ke tanah 67,11%	Srondol – Krapyak	0,02	0,02
	Krapyak – Srondol	0,02	0,02
	Krapyak - Ungaran	-	-
	Ungaran – Krapyak	1,61	-
2 fasa 65,58%	Srondol – Krapyak	0,02	0,02
	Krapyak – Srondol	0,02	0,02
	Krapyak - Ungaran	-	-
	Ungaran – Krapyak	1,61	-
3 fasa 70,24%	Srondol – Krapyak	0,02	0,02
	Krapyak – Srondol	0,02	0,02
	Krapyak - Ungaran	-	-
	Ungaran - Krapyak	1,61	-

Tabel 7 menunjukkan bahwa pada skenario gangguan 2, rele jarak Srondol – Krapyak, Krapyak – Srondol dan Krapyak Ungaran menunjukkan kinerja baik pada kondisi eksisting maupun kondisi resetting. Pada rele jarak Ungaran – Krapyak pada kondisi eksisting gangguan masih terbaca, sedangkan pada kondisi resetting gangguan tidak terbaca. Hal ini dikarenakan pada kondisi eksisting setting zona 3 rele jarak Ungaran – Krapyak adalah 239,07% sedangkan setelah resetting jangkauan zona 3 nya menjadi 204,32%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan simulasi kinerja dan koordinasi yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa nilai jangkauan kondisi eksisting belum memenuhi standar dari NPAG mengenai rele jarak sehingga perlu dilakukan perhitungan ulang. Setelah dilakukan perhitungan ulang, nilai jangkauan rele jarak telah memenuhi standar. Berdasarkan simulasi koordinasi, koordinasi semua rele pada kondisi eksisting maupun *resetting* sudah benar ditandai dengan tidak adanya jangkauan rele yang saling *overlapping*. Berdasarkan simulasi pada skenario gangguan 1, terdapat rele jarak yang bekerja tidak sesuai dengan standar, yaitu rele jarak Srondol – Krapyak. Rele jarak Srondol – Krapyak membaca gangguan di zona 2 rele dengan waktu trip 0,41s. Hal ini dikarenakan pada kondisi eksisting setting zona 1 rele hanya mencapai 80,14%.

Setelah dilakukan perhitungan ulang, rele membaca gangguan di zona 1 rele dengan waktu trip 0,02s. Hal ini dikarenakan pada kondisi resetting jangkauan zona 1 rele mencapai 85%. Pada skenario gangguan 2, rele jarak Srondol – Krapyak, Krapyak – Srondol dan Krapyak Ungaran menunjukkan kinerja baik pada kondisi eksisting maupun kondisi resetting. Pada rele jarak Ungaran – Krapyak pada kondisi eksisting gangguan masih terbaca, sedangkan pada kondisi resetting gangguan tidak terbaca. Hal ini dikarenakan pada kondisi eksisting setting zona 3 rele jarak Ungaran – Krapyak adalah 239,07% sedangkan setelah resetting jangkauan zona 3 nya menjadi 204,32%.

Referensi

- [1]. W. D. Stevenson, Analisis Sistem Tenaga Listrik, 4th ed, Jakarta: Erlangga, 1996.
- [2]. P. M. Anderson, POWER SYSTEM PROTECTION, Canada: WILEY-INTERSCIENCE, 1999.
- [3]. R. Sudrajat, S. Saodah and Waluyo, "Analisis Penalaan Rele Jarak sebagai Proteksi Utama pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150kV Bandung Selatan - Cigereleng," *J. Reli Elkomika*, vol. ii, no. 1, pp. 36-48, 2014.
- [4]. A. Jamaah. Evaluasi Setting Rele Jarak Gardu Induk Ungaran Jaringan 150kV arah Krapyak. *ORBITH*. 2014; 10(1): 82-89.
- [5]. Supriana, Sang Kompyang. Studi Pengaruh Uprating Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Terhadap Setting Rele Jarak Antara GI Kapal – GI Padang Sambian – GI Pesanggaran. *Spektrum*. 2014; 1(1): 59-64.
- [6]. N. S. A. Bayu. Analisis Setting dan Koordinasi Rele Jarak pada GI 150kV Pandean Lamper arah Srondol. *Transient*. 2017; 6(1): 11-19.
- [7]. ALSTOM, Network Protection & Automation Guide, Stafford: Alstom Grid, 2011.
- [8]. IEEE, IEEE Guide for Protective Relay Applications to Transmission Lines, New York: IEEE Standards Association, 2015.