

SETRUM 2020

by Rika Favoria Gusa

Submission date: 01-Aug-2020 05:58AM (UTC-0400)

Submission ID: 1364706810

File name: 2020_5_Jurnal__Sinta4.pdf (672.88K)

Word count: 2693

Character count: 14699

Studi Analisis Relai Jarak Jaringan Transmisi 150 kV Sungailiat - Air Anyir - Pangkalpinang

Galuh Adjie Prasetya¹, Wahri Sunanda¹¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung, Kampus Terpadu Balunijuk, Bangka.

Informasi Artikel

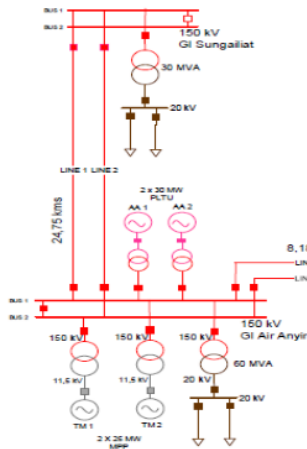
Naskah Diterima : 2 April 2020

Direvisi : 24 Juni 2020

Disetujui : 27 Juni 2020

*Korespondensi Penulis :
sunandawahri@gmail.com

Graphical abstract



Abstract

To be able to prevent and minimize damage and losses due to interference with high voltage overhead lines, a reliable and good protection system is needed. One of them uses distance relays. Distance relay is a protection system equipment that is used as a primary safety protection system on high voltage overhead lines. The working principle of distance relay is to measure the voltage at the relay point and the fault current that is seen from the relay then divide the voltage and current to find the value of impedance. These conditions indicate that the protection zone needs to be set accurately to find out how wide the range is to ensure the reliability and selectivity of the equipment when operate. This study analyzes the adjustment of distance relay on a 150 kV transmission line in the Bangka area by calculating the distance relay zone which is divided into 3 zones. The results of the distance relay settings have increased each zone. In zone 1 the value of impedance obtained is 207,968 Ω , in zone 2 the value of impedance obtained is 226,212 Ω , in zone 3 the value of impedance obtained is 345,933 Ω .

Keywords: impedance, distance relay, transmission line, relay protection zones,

Abstrak

Untuk dapat mencegah dan meminimalisir kerusakan serta kerugian akibat terjadinya gangguan pada saluran udara tegangan tinggi, maka dibutuhkan sistem proteksi yang andal dan baik. Salah satunya menggunakan relai jarak. Relai jarak merupakan peralatan sistem proteksi yang digunakan sebagai pengaman utama sistem proteksi pada saluran udara tegangan tinggi yang mengukur tegangan pada titik relai dan arus gangguan yang terlihat dari relai kemudian membagi tegangan dan arus untuk mencari nilai impedansi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa zona perlindungan perlu diatur secara akurat untuk mengetahui seberapa luas jangkauan untuk menjamin keandalan dan selektivitas dari peralatan ketika beroperasi. Penelitian ini menganalisis penyetelan relai jarak pada saluran transmisi 150 kV area Bangka dengan menghitung zona relai jarak yang terbagi dalam 3 zona. Hasil penyetelan relai jarak mengalami peningkatan setiap zonanya. Pada zona 1 nilai impedansi yang didapat yaitu 207,968 Ω , pada zona 2 nilai impedansi yang didapat yaitu 226,212 Ω , pada zona 3 nilai impedansi yang didapat yaitu 345,933 Ω .

Kata kunci: impedansi, relai jarak, saluran transmisi, zona relai jarak.

© 2020 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik di pulau Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung didukung oleh sistem transmisi saluran udara tegangan tinggi 150 kV dengan jumlah pembangkit tenaga listrik eksisting di pulau Bangka 241 MW dan daya mampu netto 222.7 MW[1][2]. Ketersediaan pembangkit tenaga listrik di pulau Bangka diantaranya pembangkit listrik tenaga uap, pembangkit listrik diesel dan beberapa pembangkit listrik bersumber dari energi terbarukan. Untuk dapat mencegah dan mengurangi kerusakan yang ada pada sistem transmisi saluran udara tegangan tinggi perlu dilengkapi dengan sistem proteksi yang handal dan sensitifitas yang tinggi [3]. Salah satunya yang digunakan untuk pengaman pada saluran transmisi yaitu relai jarak, yang dapat digunakan untuk menentukan letak lokasi gangguan dan pengaturan relai pada saluran transmisi [4].

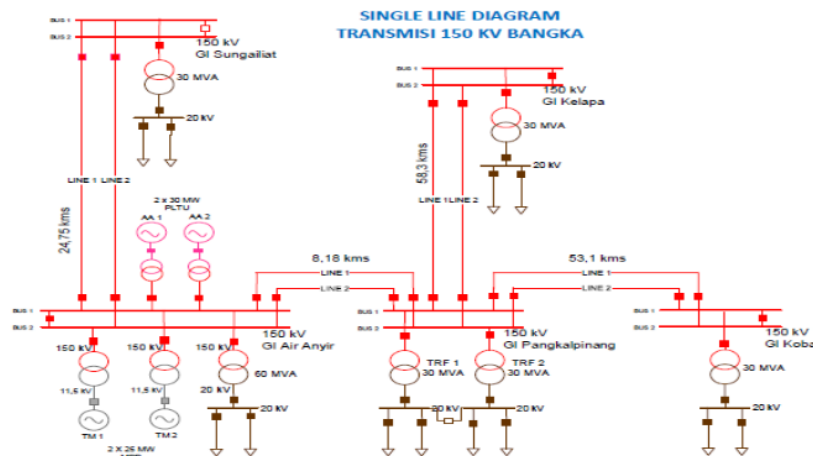
Beberapa penelitian terkait studi relai jarak sebagai sistem proteksi pada sistem tenaga listrik [5][6][7][8] dengan menggunakan standar IEC 60255-121:2014 dan *software* *digilent* 14.1.3 [9][10] PSCAD[11] dan ETAP [12]. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis penyetelan relai jarak pada saluran transmisi 150 kV di pulau Bangka dengan menentukan penyetelan tiap zona impedansi, menentukan arus dan tegangan gangguan serta menentukan letak gangguan.

2. METODE PENELITIAN

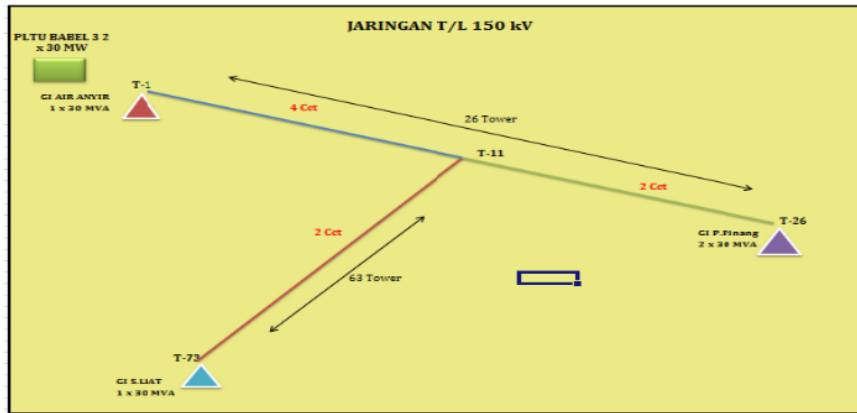
- Data relai jarak Gardu Induk Air Anyir, Gardu Induk Pangkalpinang, Gardu Induk Sungailiat.
- Data rasio *current transformer* dan *potential transformer* Gardu Induk Air Anyir, Gardu Induk Pangkalpinang, Gardu Induk Sungailiat.
- Data penghantar dan transmisi Gardu Induk Air Anyir, Gardu Induk Pangkalpinang, Gardu Induk Sungailiat.
- Menghitung nilai impedansi sepanjang saluran transmisi dan menghitung nilai impedansi masing-masing zona.
- Menghitung nilai arus dan tegangan gangguan pada saluran transmisi yang akan dideteksi oleh relai jarak.
- Jarak gangguan yang terjadi dapat dihitung berdasarkan besar nilai impedansi gangguan yang dibaca oleh relai jarak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan jalur transmisi area Bangka yang menghubungkan GI Air Anyir ke GI Pangkalpinang terhubung melalui jaringan 150 kV dengan melewati penghantar ACSR dengan penampang $1 \times 240 \text{ mm}^2$ dan memiliki panjang $2 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 \times 8.18 \text{ kms}$, kemudian pada jalur transmisi area Bangka juga terdapat transmisi Air Anyir ke Sungailiat yang terhubung melalui jaringan 150 kV dengan melewati penghantar ACSR dengan penampang $1 \times 240 \text{ mm}^2$ dan memiliki panjang $2 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 \times 24.75 \text{ kms}$. Seperti yang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 1. Single Line Diagram Transmisi 150 kV Area Bangka [13]



Gambar 2. Tower Transmisi Sistem Bangka [13]

3.1 Perhitungan Penyetelan Impedansi Relai Jarak

Untuk penyetelan impedansi relai jarak, perlu dihitung nilai impedansi saluran GI Sungailiat – GI Air Anyir – GI Pangkalpinang

Nilai impedansi saluran GI Sungailiat-GI Air Anyir

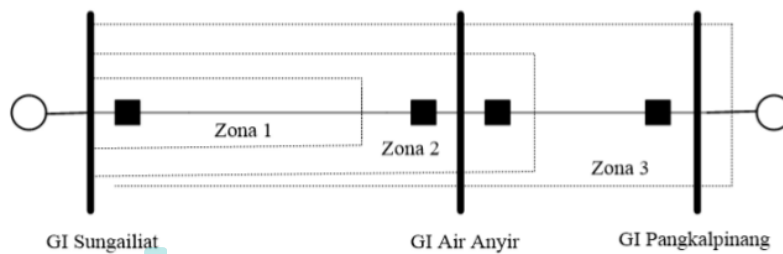
$$ZL1 = 24,75 \text{ km} \times (3,1115 + j10,0320) \Omega$$

$$77,009 + j248,292 \Omega$$

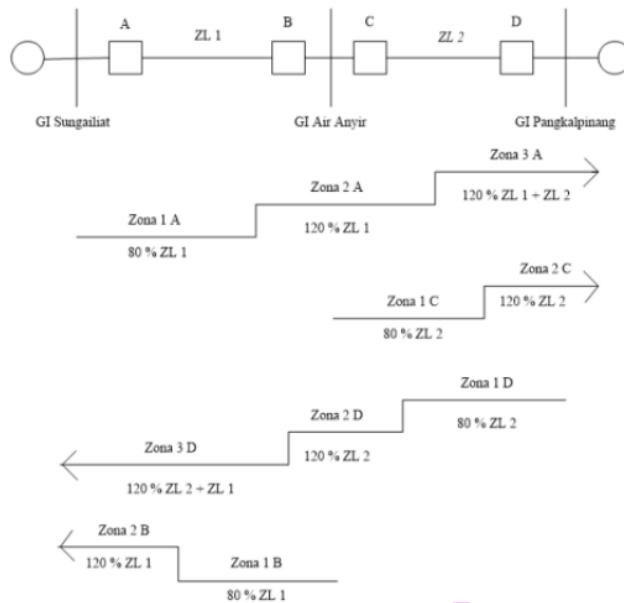
Nilai impedansi saluran GI Air Anyir-GI Pangkalpinang

$$ZL2 = 8,18 \text{ km} \times (1,028 + j3,3302) \Omega$$

$$8,409 + j27,241 \Omega$$



Gambar 3. Zona 1, zona 2, dan zona 3 penyetelan relai jarak pada GI Sungailiat – GI Air Anyir – GI Pangkalpinang



Gambar 4. Penyetelan semua relai pada zona 1, zona 2, dan zona 3

Pada relai A didapatkan setelan relai untuk zona 1 yaitu 80 % dari panjang saluran ZL1, untuk zona 2 yaitu 120 % dari panjang saluran ZL1, dan untuk zona 3 yaitu 120 % dari panjang saluran saluran ZL1 ditambah panjang saluran ZL2. Pada relai B didapatkan setelan relai untuk zona 1 yaitu 80 % dari panjang saluran ZL1, dan untuk zona 2 yaitu 120 % dari panjang saluran ZL1. Pada relai C didapatkan setelan relai untuk zona 1 yaitu 80 % dari panjang saluran ZL2, dan untuk zona 2 yaitu 120 % dari panjang saluran ZL2. Pada relai D didapatkan setelan relai untuk zona 1 yaitu 80 % dari panjang saluran ZL2, untuk zona 2 yaitu 120 % dari panjang saluran ZL2, dan untuk zona 3 yaitu 120 % dari panjang saluran ZL2 ditambah panjang saluran ZL1.

Tabel 1. Rasio CT dan PT

	Data Rasio	
	Primer	Sekunder
<i>Current Transformer (CT)</i>	800	1
<i>Potential Transformer (PT)</i>	150000	100

Tabel 2. Hasil Perhitungan Penyetelan Impedansi Relai Jarak GI Sungailiat – GI Air Anyir

	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Primer	207,968 Ω	226,212 Ω	345,933 Ω
Sekunder	110,804 Ω	120,525 Ω	184,312 Ω

Tabel 3. Hasil Perhitungan Penyetelan Impedansi Relai Jarak GI Air Anyir – GI Pangkalpinang

	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Primer	22,806 Ω	189,180 Ω	345,933 Ω
Sekunder	12,151 Ω	100,794 Ω	184,312 Ω

Nilai penyetelan impedansi relai jarak pada GI Sungailiat-GI Air Anyir terus meningkat dari zona 1, zona 2 hingga zona 3. Pada zona 1 nilai impedansi yang didapat yaitu 207,968 Ω, pada zona 2

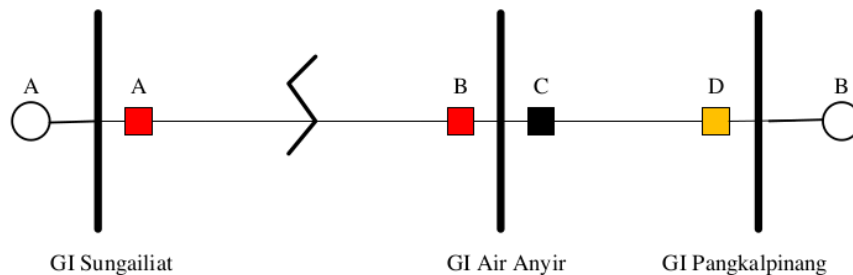
nilai impedansi yang didapat yaitu $226,212 \Omega$, pada zona 3 nilai impedansi yang didapat yaitu $345,933 \Omega$. Nilai penyetelan impedansi relai jarak pada GI Air Anyir-GI Pangkalpinang terus meningkat dari zona 1, zona 2 hingga zona 3. Pada zona 1 nilai impedansi yang didapat yaitu $22,806 \Omega$, pada zona 2 nilai impedansi yang didapat yaitu $189,180 \Omega$, pada zona 3 nilai impedansi yang didapat yaitu $345,933 \Omega$.

Zona 1 relai jarak bekerja pada waktu 0 detik dikarenakan kerja zona 1 relai jarak bekerja secara *instantaneous* atau secara seketika sehingga apabila terjadi gangguan relai jarak akan bekerja langsung tanpa waktu tunda. Zona 2 relai jarak bekerja sebagai cadangan pengamanan gangguan disalurkan transmisi apabila zona 1 mengalami kegagalan untuk mengamankan saluran transmisi, dan bekerja pada 0,4 detik dikarenakan kerja zona 2 sebagai cadangan sehingga diatur dengan waktu tunda.

Zona 3 relai jarak menjadi *back up* untuk zona 1 dan zona 2 apabila gagal dalam bekerja dalam mengamankan saluran transmisi. Zona 3 bekerja pada waktu 0,8 detik, dikarenakan zona 3 menjadi *back up* terakhir apabila zona 1 dan zona 2 mengalami kegagalan bekerja dalam mengamankan saluran transmisi. Maka memiliki waktu tunda lebih besar dari zona 2.

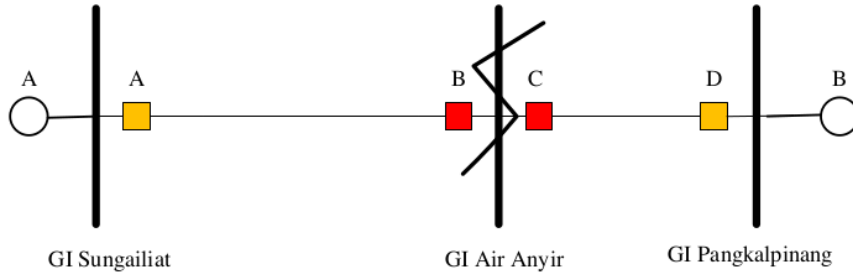
Impedansi sekunder yang dilihat relai pada GI Sungailiat-GI Air Anyir zona 1 yaitu sebesar $110,804 \Omega$, pada zona 2 yaitu $120,525 \Omega$, dan pada zona 3 yaitu $184,312 \Omega$. Dapat dilihat bahwa impedansi yang dilihat relai dengan merasiokan *potential transformer* dan *current transformer* terus mengalami peningkatan setiap zonanya, mulai dari zona 1, zona 2, dan zona 3. Impedansi sekunder yang dilihat relai pada GI Air Anyir-GI Pangkalpinang zona 1 yaitu $12,151 \Omega$, pada zona 2 yaitu $100,794 \Omega$, dan pada zona 3 yaitu $184,312 \Omega$. Dapat diketahui bahwa impedansi yang dilihat pada relai dengan merasiokan *potential transformer* dan *current transformer* terus mengalami peningkatan setiap zonanya, mulai dari zona 1, zona 2, dan zona 3. Impedansi nominal relai jarak didapatkan berdasarkan dari perbandingan tegangan dan arus yang masuk pada relai jarak. Relai jarak dalam bekerja membutuhkan *potential transformer* dan *current transformer* karena relai jarak tidak dapat membaca tegangan dan arus yang sangat besar sehingga *potential transformer* dan *current transformer* berfungsi untuk menurunkan tegangan dan arus agar dapat dibaca oleh relai jarak.

3.2 Koordinasi Relai Jarak



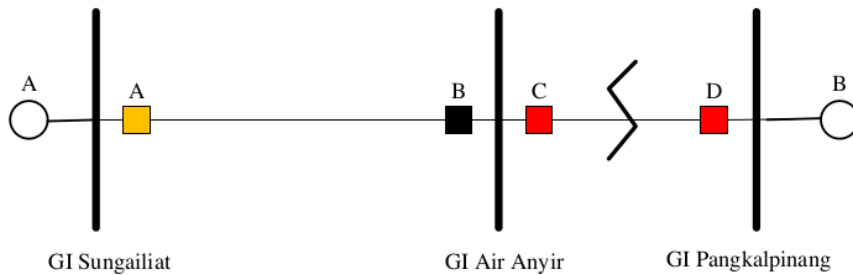
Gambar 5. Gangguan diantara relai A dan relai B

Pada gambar 5, gangguan yang terjadi berada diantara relai A dan relai B. Relai yang bekerja adalah relai A dan relai B, apabila relai A gagal maka pembangkit A akan mengalami kerusakan, apabila relai B gagal maka relai D yang akan melakukan *back up*, apabila relai D gagal maka pembangkit B akan mengalami kerusakan.



Gambar 6. Gangguan diantara relay B dan relay C

Pada gambar 6, gangguan yang terjadi berada diantara relay B dan relay C. Relay yang bekerja adalah relay B dan relay C, apabila relay B gagal maka relay D akan yang akan melakukan *back up* , apabila relay D gagal melakukan *back up* maka pembangkit B akan mengalami kerusakan. Apabila relay C mengalami gangguan maka relay A akan melakukan *back up*, apabila relay A gagal melakukan *back up* maka pembangkit A akan mengalami kerusakan.



Gambar 7. Gangguan diantara relay C dan relay D

Pada gambar 7, gangguan yang terjadi berada diantara relay C dan relay D. Relay yang bekerja adalah relay C dan relay D, apabila relay C gagal maka relay A akan melakukan *back up*, apabila relay A gagal melakukan *back up* maka pembangkit A akan mengalami kerusakan. Apabila relay D gagal maka pembangkit B akan mengalami kerusakan.

3.3 Hasil Perhitungan Arus dan Tegangan Gangguan

Tabel 4. Hasil Perhitungan nilai arus dan tegangan gangguan

	Gangguan 1 Fasa	Gangguan 2 Fasa	Gangguan 3 Fasa
Arus	4172,610 A	3356,427 A	8245,505 A
Tegangan	43824,922 V	35252,542 V	86602,539 V

Perhitungan pada Tabel 4, menunjukkan nilai arus gangguan dan tegangan gangguan yang terjadi jika diasumsikan gangguan sebesar 10Ω . Setiap gangguan yang terjadi tidak selalu sama perhitungannya, tergantung jenis gangguan yang sedang terjadi. Gangguan satu fasa ke tanah memiliki nilai arus gangguan 4172,610 A dan tegangan gangguan 43824,922 V. Gangguan 2 fasa memiliki nilai arus gangguan 3356,427 A dan tegangan gangguan 35252,542 V. Terakhir gangguan 3 fasa memiliki nilai arus gangguan 8245,505 A dan tegangan gangguan 86602,539 V.

3.4 Hasil Penentuan Letak Gangguan

Gangguan yang terjadi pada sistem transmisi akan segera dideteksi oleh relay jarak yang terpasang, dimana gangguan akan diamankan oleh relay jarak pada tiap zona tertentu sesuai dengan seberapa jauh jarak gangguan yang terjadi dari lokasi tempat relay tersebut dipasang.

Tabel 5. Pembacaan gangguan pada GI Sungailiat-GI Air Anyir

Impedansi Gangguan (Ω)	Jarak Gangguan (km)
0,5 Ω	0,026 km
1 Ω	0,052 km
1,5 Ω	0,079 km
2 Ω	0,105 km
2,5 Ω	0,132 km
468 Ω	24,75 km

Tabel 6. Pembacaan gangguan pada GI Air Anyir-GI Pangkalpinang

Impedansi Gangguan (Ω)	Jarak Gangguan (km)
0,5 Ω	0,079 km
1 Ω	0,158 km
1,5 Ω	0,237 km
2 Ω	0,317 km
2,5 Ω	0,396 km
51,6 Ω	8,18 km

Dari Tabel 5, dapat dilihat pembacaan gangguan pada GI Sungailiat – GI Air Anyir. Impedansi gangguan yang dihitung yaitu 0,5 Ω - 2,5 Ω dan didapatkan hasil jarak gangguan yaitu 0,026 km – 0,132 km dan impedansi gangguan yang bernilai 468 Ω didapatkan hasil jarak gangguan yaitu 24,75 km. Sedangkan dari tabel 6 terlihat pembacaan gangguan pada GI Air Anyir – GI Pangkalpinang. Impedansi gangguan yang dihitung yaitu 0,5 Ω - 2,5 Ω dan didapatkan hasil jarak gangguan yaitu 0,079 km – 0,396 km dan impedansi gangguan yang bernilai 51,6 Ω sehingga didapatkan hasil jarak gangguan yaitu 8,18 km.

4. KESIMPULAN

1. Nilai perhitungan penyetulan impedansi relai jarak terus meningkat tiap masing-masing zona, dari zona 1, zona 2 sampai ke zona 3. Pada zona 1 nilai impedansi yang didapat yaitu 207,968 Ω , pada zona 2 nilai impedansi yang didapat yaitu 226,212 Ω serta pada zona 3 nilai impedansi yang didapat yaitu 345,933 Ω .
2. Impedansi yang dilihat relai pada zona 1 yaitu 110,804 Ω , pada zona 2 yaitu 120,525 Ω , dan pada zona 3 yaitu 184,312 Ω .
3. Gangguan satu fasa ke tanah memiliki nilai arus gangguan 4172,610 A dan tegangan gangguan yang didapatkan 43824,922 V. Gangguan 2 fasa memiliki nilai arus gangguan 3356,427 A dan tegangan gangguan 35252,542 V. Gangguan 3 fasa memiliki nilai arus gangguan 8245,505 A dan tegangan gangguan 86602,539 V.
4. Pada GI Sungailiat – GI Air Anyir dan GI Air Anyir – GI Pangkalpinang impedansi gangguan yang dihitung yaitu 0,5 Ω - 2,5 Ω . Didapatkan hasil jarak gangguan yaitu 0,026 km – 0,132 km dan 0,079 km – 0,396 km. Impedansi gangguan yang bernilai 468 Ω didapatkan hasil jarak gangguan yaitu 24,75 km. Impedansi gangguan yang bernilai 51,6 Ω didapatkan hasil jarak gangguan yaitu 8,18 km.

REFERENSI

- [1] PT PLN (Persero). Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik. 2018.
- [2] Sunanda, W. *Studi Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Air Anyir Bangka*. 2019. Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer, Vol. 8, No. 2, hal. 248-252.

- [3] Syamsudin, Z., Pujotomo, I., Ramadhan, F. D. *Kajian Rele Jarak dan Arus Lebih pada Sada Saluran Udara Tegangan Tinggi Gardu Induk 150 kV Srandol*. 2015. Jurnal Ilmiah Sutet, 5(1), hal. 1-7.
- [4] Masri, R., Rosma, I.H. *Studi Penyetelan Relai Jarak pada Saluran Transmisi 150 kV Menggunakan Software Digsilent*. 2018. Jom FTEKNIK. 5(1), hal. 1-5.
- [5] Agussalim, A. *Studi Penyetelan Jangkauan Zona 1 Relai Jarak Pada Saluran Transmisi Panakkukang-Tello*. 2015. Jurnal Teknologi Elekerika. 12(1), hal. 85-100.
- [6] Hariyanto, D. P. *Analisis Koordinasi Over Current Relay Dan Recloser Di Sistem Proteksi Feeder Gardu Induk Semen Nusantara (Snt 2) Cilacap*. 2009. Jurnal Teknik Elektro. 1(1), 10.
- [7] Hamdadi, A., Fikriansyah, F. *Analisa Dan Pengaturan Ulang Relai Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 Kv Keramasan - Bukit Asam*. 2014. Jurnal Mikrotiga, 1(3).
- [8] Sepang, J. B., Patras, L. S., Lisi, F. *Analisa Koordinasi Setting Relai Jarak Sistem Transmisi 150 kV Area Gardu Induk Otam-Gardu Induk Isimu*. 2017. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 6(3), 148-158.
- [9] Aljufri, T. R., Supradono, B., Assaffat, L. *Scanning dan Resetting Distance Relay Pada Penghantar 150 kV Kudus Arah Jekulo*. 2011. Media Elekrika, 4(2).
- [10] Prasetyo, A., Zuliari, E. A. *Analisa Perubahan Setting Rele Jarak Pada Saluran Transmisi Gardu Induk 150 kV Ponorogo Ke Blitar*. 2019. SinarFe7, 2(1), hal . 6-10.
- [11] Pradonggo, A., Atmam, A., Situmeang, U. *Studi Perencanaan Setting Rele Proteksi Pada Saluran Transmisi 150 kV Pada Gardu Induk (Gi) Pasir Putih PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Transmisi Pekanbaru*. 2017. JURNAL TEKNIK, 11(2), 73-80.
- [12] Hidayatullah, K., Hartati, R. S., Sukerayasa, I. W. *Analisis Penentuan Setting Distance Relay Penghantar Sutt 150 Kv Gis Pesanggaran-Gi Pemecutan Kelod*. 2019. Jurnal SPEKTRUM, 6(1), 134-139.
- [13] PT PLN (Persero). *Data PLN Sektor Pembangkitan Bangka Belitung*. 2019.

SETRUM 2020

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

17%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universitas Islam Indonesia

Student Paper

5%

2

eprints.ums.ac.id

Internet Source

4%

3

Submitted to Sultan Agung Islamic University

Student Paper

4%

4

Submitted to Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Student Paper

3%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 3%

SETRUM 2020

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8
