

ANALISIS PENYETELAN RELAI JARAK PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SISTEM BANGKA

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh :

**GALUH ADJIE PRASETYA
1021511026**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2019**

SKRIPSI

**ANALISIS PENYETELAN RELAI JARAK PADA
SALURAN TRANSMISI 150 KV SISTEM BANGKA**

Dipersiapkan dan disusun oleh
GALUH ADJIE PRASETYA
1021511026

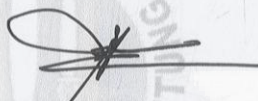
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Tanggal 1 Agustus 2019

Ketua Dewan Penguji,



ASMAR, S. T., M. ENG.
NP. 307608018

Anggota Penguji,



RUDY KURNIAWAN, S. T., M. T.
NIP. 198009142015041001

Anggota Penguji,



WAHRI SUNANDA, S. T., M. ENG.
NIP. 198508102012121001

Anggota Penguji,



TRI HENDRAWAN B., S. T., M. T.
NP. 307196007

SKRIPSI

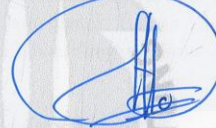
**ANALISIS PENYETELAN RELAI JARAK PADA
SALURAN TRANSMISI 150 KV SISTEM BANGKA**

Disusun oleh
GALUH ADJIE PRASETA
1021511026

Telah disetujui dan disahkan
Tanggal 1 Agustus 2019

Pembimbing Utama

Pendamping Pembimbing



WAHRI SUNANDA, S.T., M.ENG.
NIP. 198508102012121001

TRI HENDRAWAN B, S.T., M.T.
NP. 307196007

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



RARDHAN ARKAN, S.T., M.T.
NIP. 307406003

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : GALUH ADJIE PRASETYA
NIM : 1021522026
Judul : ANALISIS PENYETELAN RELAI JARAK PADA SALURAN
TRANSMISI 150 KV SISTEM BANGKA

Dengan ini penulis menyatakan bahwa Skripsi dengan judul Analisis Penyetelan Relai Jarak pada Saluran Transmisi 150 kV Sistem Bangka beserta seluruh isi adalah karya sendiri bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebut sumbernya. Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Balunjuk, 1 Agustus 2019



GALUH ADJIE PRASETYA
NIM. 1021511026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : GALUH ADJIE PRASETYA
NIM : 1021511026
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Fakultas : TEKNIK

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalti-Free Right)** atas Skripsi yang berjudul :

Analisis Penyetelan Relai Jarak pada Saluran Transmisi 150 kV Sistem Bangka

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan Skripsi ini selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai penulisan/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Balunujuk
Tanggal : 1 Agustus 2019

Yang menyatakan,



GALUH ADJIE PRASETYA

INTISARI

Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) seringkali mengalami gangguan yang mengakibatkan pemadaman. Untuk dapat mencegah dan meminimalisir kerusakan serta kerugian akibat terjadinya gangguan tersebut, maka dibutuhkan suatu sistem proteksi yang andal dan baik. Untuk mengatasinya kita dapat menggunakan relai jarak. Relai jarak merupakan salah satu peralatan sistem proteksi yang digunakan sebagai pengaman utama sistem proteksi pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT). Prinsip kerja relai jarak adalah mengukur tegangan pada titik relai dan arus gangguan yang terlihat dari relai kemudian membagi tegangan dan arus untuk mencari nilai impedansi, hal tersebut menunjukkan bahwa zona perlindungan perlu diatur secara akurat untuk mengetahui seberapa luas jangkauan untuk menjamin keandalan dan selektivitas dari alat saat beroperasi. Penelitian ini menganalisis penyetelan relai jarak pada saluran transmisi 150 kV Sistem 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.*

ABSTRACT

High Voltage Transmission restores the trouble needed for blackout. To be able to prevent and minimize damage and overcome these problems, we need a reliable and good protection system. To overcome this we can use distance relay. Distance relay is one of the protection system equipment that is used as the main protection of the protection system on the High Voltage Transmission. The working principle of releasing distance relay measuring the voltage at the point and current changes that are seen from the relay then changing the voltage and current to find the value of the impedance, it shows that the protection zone needs to be approved to be verified, needs to be increased, expanded to help improve and selectivity of the current device operated on. This study analyzes the adjustment of distance relay on the 150 kV transmission line of the Bangka System by calculating the distance relay zone which is divided into 3 zones. The result of tuning the relay increases with 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 : *Distance relay, impedance, relay protection zones, transmission line*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Analisis Penyetelan Relai Jarak pada Saluran Transmisi 150 kV Sistem Bangka” dengan baik.

Skripsi disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

Keberhasilan dalam pembuatan skripsi tidak terlepas dari berbagai pihak yang turut membantu serta membimbing dalam menyelesaikan skripsi. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua yang kucintai dan kusayangi terima kasih telah mendidiku dari kecil hingga sekarang, memberikan dukungan moral maupun materil, kasih sayang, serta Doa yang tidak ada habisnya untukku.

Dan untuk pihak yang terkait penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung dan sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Utama skripsi penulis.
2. Bapak Fardhan Arkan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
3. Bapak Rudy Kurniawan, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung dan sekaligus Penguji skripsi penulis.
4. Bapak Tri Hendrawan Budianto, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping skripsi penulis.
5. Bapak Asmar, S.T., M.Eng. selaku Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung dan sekaligus Penguji skripsi penulis.
6. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
7. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung (UBB) khususnya angkatan 2015 atas kerjasama dan dukungannya.

8. Arah Alun Febrianto, selaku abang sekaligus mentor saya yang telah memberikan motivasi, doa, serta dukungannya.
9. Adik-adik saya yang telah memberikan semangat dan doa.
10. Dan beberapa pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas bantuan, baik secara langsung maupun yang tidak langsung dalam pelaksanaan penulisan maupun penyusunan skripsi ini.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul **ANALISIS PENYETELAN RELAI JARAK PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV SISTEM BANGKA.**

Laporan Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

Dengan Segala kerendahan hati penulis hanya dapat memanjatkan doa, puji, dan syukur semoga Allah SWT membalas budi baik semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Balunijuk : 1 Agustus 2019
Penulis

GALUH ADJIE PRASETYA

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
INTISARI	v
ABSTRACT.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Keaslian Penelitian.....	3
1.7. Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori.....	6
2.2.1. Sistem Tenaga Listrik	6
2.2.2. Sistem Transmisi.....	7
2.2.3. Konstruksi Saluran Sistem Transmisi.....	8
2.2.4. Komponen-Komponen Utama Saluran Transmisi.....	9
2.2.4.1. Menara atau Tiang Transmisi	9
2.2.4.2. Isolator	11
2.2.4.3. Kawat Penghantar	13
2.2.5. Sistem Proteksi	14
2.2.6. Perangkat Sistem Proteksi	15
2.2.7. Peranan Relai Proteksi	15
2.2.8. Persyaratan Sistem Proteksi.....	16
2.2.9. Relai Jarak (<i>Distance Relay</i>).....	17
2.2.10. Prinsip Kerja Relai Jarak.....	18
2.2.11. Karakteristik Relai Jarak.....	18
2.2.12. Penyetelan Relai Jarak	19
2.2.13. Impedansi Karakteristik Saluran.....	21

2.2.14. Pengukuran Impedansi Gangguan Relai Jarak.....	22
2.2.15. Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa	22
2.2.16. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	23
2.2.17. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah.....	23
2.2.18. Tegangan Gangguan	24
2.2.19. Menentukan Letak Gangguan	24
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Bahan Penelitian	25
3.2. Alat Penelitian.....	25
3.3. Analisis Data	25
3.4. Langkah Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Sistem Transmisi Area Bangka.....	29
4.2. Perhitungan Impedansi.....	31
4.3. Koordinasi Relai Jarak	37
4.4. Arus dan Tegangan Gangguan.....	38
4.5. Menentukan Letak Gangguan	41
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2.2 Menara Transmisi Persegi.....	10
Gambar 2.3 Isolator Pasak	11
Gambar 2.4 Isolator Pos Saluran.....	12
Gambar 2.5 Isolator Batang Panjang	12
Gambar 2.6 Isolator Gantung.....	13
Gambar 2.7 Penampang Penghubung dengan Penguatan Baja, 7 Serat Baja, dan 24 Serat Alumunium	14
Gambar 2.8 Seksi yang Diamankan oleh Relai Jarak dan Penyetelan Setiap Zona	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	26
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> Transmisi 150 kV Area Bangka	29
Gambar 4.2 <i>Tower</i> Transmisi Sistem Bangka	30
Gambar 4.3 Zona 1, Zona 2, dan Zona 3 Penyetelan Relai Jarak pada GI Sungailiat – GI Air Anyir – GI Pangkalpinang	33
Gambar 4.4 Penyetelan Semua Relai pada Zona 1, Zona 2, dan Zona 3..	33
Gambar 4.5 Gangguan diantara relai A dan relai B.....	37
Gambar 4.6 Gangguan diantara relai B dan relai C	37
Gambar 4.7 Gangguan diantara relai C dan relai D.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Transmisi T/L 150 kV Pangkal Pinang – Air Anyir dan T/L 150 kV Sungailiat – Air Anyir.....	30
Tabel 4.2 Rincian Data <i>Tower</i> Transmisi Sistem Bangka	31
Tabel 4.3 Rasio CT dan PT.....	34
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Penyetelan Impedansi Relai Jarak.....	36
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Nilai Arus dan Tegangan Gangguan	40
Tabel 4.6 Pembacaan Gangguan pada GI Sungailiat – GI Air Anyir	49
Tabel 4.7 Pembacaan gangguan pada GI Air Anyir – GI Pangkalpinang	49



DAFTAR ISTILAH

<i>Single Line</i>	: Diagram Segaris
<i>Collapse</i>	: Runtuhnya sistem yang mengakibatkan pemadaman jangka panjang dan luas
<i>Circuit Breaker</i>	: Pemutus Tenaga
Impedansi	: Kuantitas kompleks yang dinotasikan dengan Z
GI	: Gardu Induk
kmc	: Kilo Meter Circuit
kV	: Kilo Volt
mm ²	: Mili Meter Persegi
Sqmm	: Square millimeter
SUTT	: Saluran Udara Tegangan Tinggi
SUTET	: Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi
km	: Kilo Meter
<i>Overhead Line</i>	: Saluran Udara
<i>Underground Line</i>	: Saluran Bawah Tanah
<i>Submarine Line</i>	: Saluran Bawah Laut
Cu	: Tembaga
Al	: Alumunium
AAC	: <i>All-Aluminium Conductor</i>
AAAC	: <i>All-Aluminium-Alloy Conductor</i>
ACSR	: <i>Aluminium Conductor, Steel-Reinforced</i>
ACAR	: <i>Aluminium Conductor, Alloy Reinforced</i>
<i>Potential Transformer</i>	: Transformator Tegangan
<i>Current Transformer</i>	: Transformator Arus
<i>Flashover</i>	: Gangguan yang terjadi berupa loncatan api yang terjadi antar isolator atau komponen listrik tegangan tinggi
<i>Steady State</i>	: Keadaan dimana suatu sistem dalam kondisi mantap

LAMPIRAN

Lampiran A : Data yang berasal dari PLN

1. Tabel Data Transmisi T/L 150 kV Pangkalpinang - Air Anyir Dan T/L 150 kV Sungailiat - Air Anyir
2. Tabel Data Transmisi GI Sungailiat – GI Air Anyir dan GI Air Anyir – GI Pangkalpinang
3. Tabel Data Tower Transmisi (SUTT) Bangka
4. Gambar Konfigurasi T/L 150 kV Pangkalpinang – Air Anyir dan Sungailiat – Air Anyir
5. Gambar *Single Line Diagram* Transmisi 150 kV Bangka
6. Gambar *Tower* Transmisi Sistem Bangka
7. Tabel Data Penghantar GI Sungailiat – GI Air Anyir
8. Tabel Data Penghantar GI Air Anyir – GI Pangkalpinang
9. Proteksi Penghantar Transmisi GI Koba – GI Kampak
10. Proteksi Penghantar Transmisi GI Kelapa

