

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH PANJANG SALURAN TRANSMISI TERHADAP
NILAI *SETTING* IMPEDANSI RELAI JARAK PADA JARINGAN
TRANSMISI 150 kV**



Oleh :

Wahyu Prasetyo

42519006

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PERADABAN
BUMIAYU
2024**

PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS PENGARUH PANJANG SALURAN TRANSMISI
TERHADAP NILAI *SETTING* IMPEDANSI RELAI JARAK
PADA JARINGAN TRANSMISI 150 kV

NAMA : WAHYU PRASETYO

NIM : 42519006

Skripsi ini telah disetujui untuk diseminarkan dalam

Sidang Skripsi

Bumiayu, 26 September 2024

Menyetujui

Pembimbing I



Nasrulloh, S.T., M.Sc

NIDN. 0614029003

Pembimbing II



Rizki Noor Prasetyono, M.Pd

NIDN. 0611099101

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Rizki Noor Prasetyono, M.Pd

NIDN. 0611099101

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS PENGARUH PANJANG SALURAN TRANSMISI
TERHADAP NILAI *SETTING* IMPEDANSI RELAI JARAK
PADA JARINGAN TRANSMISI 150 kV

NAMA : WAHYU PRASETYO

NIM : 42519006

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 12 Oktober 2024. Menurut pandangan kami, Skripsi ini Memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar

Sarjana Teknik (S.T)

Bumiayu, 12 Oktober 2024

Nama Penguji

1. Rizky Mubarak, S.T., M.T
NIDN.0627088602
2. Randi Adzin Murdiantoro, S.Si., M.Sc
NIDN.0627088602
3. Nasrulloh, S.T., M.Sc
NIDN. 0614029003
4. Rizki Noor Prasetyono, M.Pd
NIDN. 0611099101

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 
4. 

Mengetahui :

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Peradaban



Dr. apt. Pudjono, S.U
NIDN. 9990000424

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Rizki Noor Prasetyono, M.Pd
NIDN. 0611099101

PERNYATAAN KEABSAHAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS PENGARUH PANJANG SALURAN TRANSMISI
TERHADAP NILAI *SETTING* IMPEDANSI RELAI JARAK
PADA JARINGAN TRANSMISI 150 kV

NAMA : WAHYU PRASETYO

NIM : 42519006

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing – masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai buti – bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik Elektro saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Bumiayu, 15 Oktober 2024



Wahyu Prasetyo
Penulis

PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Untuk sumbangsih ilmu pengetahuan dan teknologi, Saya mahasiswa Teknik Elektro Universitas Peradaban :

Nama : Wahyu Prasetyo

NIM : 42519006

Menyetujui skripsi ini dengan judul “ Analisis Pengaruh Panjang Saluran Transmisi Terhadap Nilai *Setting* Impedansi Relai Jarak Pada Jaringan Transmisi 150 kV”. Untuk di publikasikan atau ditampilkan dalam pustaka *online (digital library)* di perpustakaan Universitas Peradaban. Dengan tujuan kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang – Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sadar dan sebenarnya.

Bumiayu, 15 Oktober. 2024



Wahyu Prasetyo

Penulis

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"Seungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri." ~ QS Ar-Rad : 11

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

~ Al-Baqarah : 286

"Currently saying yes to new adventures."

"In a world of worriers, be the warrior."

"It won't always be easy, but I always try to do the best."

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'aalamin, Segala puji syukur bagi Allah 'azza wa jalla dengan segala rahmat, nikmat sehat, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis persembahkan karya ilmiah ini kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, segenap keluarga, serta saudara dan teman-teman seperjuangan penulis yang tidak ada hentinya dalam mendo'akan dan memberi semangat, dan dukungan baik dari segi materi maupun non materi, serta selalu memotivasi penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Segenap civitas akademika Universitas Peradaban yang sudah membantu semua tahapan atau proses bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
3. Teman-teman penulis baik seangkatan, kaka atau adik tingkat, pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Peradaban, maupun teman-teman dari fakultas dan universitas lain yang telah memberi banyak masukan, semangat, dan arahan hingga terselesaikannya tugas akhir ini

4. Kepada para STAFF JARGI PT. PLN (Persero) GI 150 kV Kalibakal yang telah membantu pada penelitian ini sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini, dan tak lupa penulis berterima kasih kepada Mas Isbahus Sururi, Amd.T., selaku Staff JARGI di PT. PLN (Persero) GI 150 kV Kalibakal yang telah banyak membantu dan memberikan ilmu serta pengalamannya kepada penulis, sehingga penulis memiliki pandangan untuk membuat tugas akhir atau skripsi pada bidang jaringan tranmisi energi listrik
5. Kepada orang-orang tersayang dalam hidupku setelah keluarga, terima kasih karena telah memberikan doa, dukungan dan semangat sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini

ABSTRAK

Kehidupan masyarakat modern saat ini sangat bergantung pada ketersediaan listrik guna mendukung berbagai macam aktivitas sehari-hari dan mendorong pertumbuhan di bidang industri. Dalam hal ini, sistem penyaluran energi listrik memainkan peran penting dalam mengirimkan tenaga listrik dari pusat pembangkit sampai ke tangan konsumen. Saluran transmisi termasuk komponen terpenting dari sistem tenaga listrik. Sistem proteksi adalah bagian pada saluran transmisi yang berperan penting dalam menjaga keandalan sistem transmisi tenaga listrik salah satunya yaitu relai jarak. Untuk itu perlu diketahui nilai *setting* relai jarak yang baik menurut standar yang digunakan dan menganalisa sistem kerja relai jarak dalam mengidentifikasi terjadinya gangguan hubung singkat, serta menganalisis pengaruh panjang saluran transmisi terhadap nilai *setting* impedansi relai jarak pada jaringan transmisi 150 kV. Melalui metode analisis kuantitatif menggunakan *software ETAP (Electric Transient Analysis Program)* dan Pengolahan Data *SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)* pada data yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) GI 150 kV Kalibakal di dapatkan hasil bahwa jarak titik gangguan berbanding terbalik dengan besarnya arus gangguan hubung singkat, hasil simulasi *software ETAP 19.0.1* menunjukkan perbedaan tingkat kesalahan arus hubung singkat antara 0.41% hingga 12.9% dari perhitungan yang dilakukan secara manual, dan analisis *setting* relai jarak didapatkan presentasi kesalahan yang menurun dari zona 1 sampai 3 dengan masing masing nilai impedansi dibawah 8%. Sementara hasil *setting* relai jarak menunjukan perbandingan dari metode *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa data panjang saluran dan impedansi relai berdistribusi normal sehingga nilai sesuai dengan dasar pengambilan keputusan bahwa H_0 diterima. hasil pengujian regresi linier sederhana menunjukkan nilai $\text{sig. } 0.000 < 0,05$ hipotesis diterima atau variabel panjang saluran transmisi (X) berpengaruh signifikan terhadap variabel impedansi relai jarak (Y).

Kata kunci : Panjang saluran transmisi, *setting* relai, impedansi, relai jarak

ABSTRACT

The life of modern society today is highly dependent on the availability of electricity to support various daily activities and drive growth in the industrial sector. In this case, the electrical energy distribution system plays an important role in delivering electrical power from the generation center to the hands of consumers. Transmission lines are among the most important components of the power system. The protection system is a part of the transmission line that plays a crucial role in maintaining the reliability of the power transmission system, one of which is the distance relay. For this reason, it is necessary to determine the appropriate distance relay setting values according to the standards used and to analyze the working system of the distance relay in identifying short circuit disturbances, as well as to analyze the effect of transmission line length on the distance relay impedance setting values in a 150 kV transmission network. Through quantitative analysis methods using ETAP (Electric Transient Analysis Program) software and SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) data processing on data obtained from PT. PLN (Persero) GI 150 kV Kalibakal, it was found that the distance to the disturbance point is inversely proportional to the magnitude of the short circuit disturbance current. The ETAP 19.0.1 software simulation results showed a difference in the short circuit current error rate between 0.41% and 12.9% from the manual calculations, and the distance relay setting analysis showed a decreasing error percentage from zone 1 to 3, with each impedance value below 8%. Meanwhile, the distance relay setting results showed that the Shapiro-Wilk method indicated that the transmission line length and relay impedance data were normally distributed, thus supporting the decision-making basis that H_0 is accepted. The simple linear regression test results showed a sig. value of $0.000 < 0.05$, indicating that the hypothesis is accepted or that the transmission line length variable (X) significantly affects the distance relay impedance variable. (Y).

Keywords: Transmission line length, relay setting, impedance, distance relay

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT dengan segala rahmat, Nikmat, serta Hidayah dan Inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga tetap terlimpah curahkan kepada Baginda Rasul Muhammad SAW beserta kepada keluarga, para sahabat, dan penerus risalahnya, sehingga dapat mewariskan ilmu serta penuntun hidup yang mencerahkan bagi umat manusia. Semoga kelak kita mendapatkan *syafa'atul 'udzma* di youmil akhir. Aamiin

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro S1 pada Fakultas sains dan Teknologi Universita Peradaban. Puji syukur dengan segala perjuangan, pengorbanan dan doa penulis dapat menyelesaikan tugas akhir Skripsi.

Atas tersusunnya skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat diberikan kelancaran dalam menyelsaikan tugas akhir skripsi.
2. Ayah/Ibu/Saudara yang telah memberi semangat, motivasi dan dukungan secara penuh dalam setiap proses.
3. Bapak Dr. Muh Kadarisman, S.H.,M.Si, selaku Rektor Universitas Peradaban yang telah memberikan penulis kesempatan untuk menimba ilmu di almamater tercinta.
4. Bapak Dr. Apt, Pudjono SU,. Selaku dekan Fakultas Sains dan teknologi Universitas Peradaban.

5. Bapak Rizki Noor Prasetyono M.Pd., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas peradaban sekaligus sebagai pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberi pengarahan dalam pengerjaan skripsi.
6. Bapak Nasrulloh, S.T.,M.Sc. Selaku pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberi pengarahan dalam pengerjaan skripsi.
7. Bapak/ibu dosen yang telah memberikan ilmu kepada penulis dari awal masuk perkuliahan sampai semester akhir.
8. Mas Isbahus Sururi, Amd.T., selaku Staff JARGI di PT. PLN (Persero) GI 150 kV Kalibakal yang telah banyak membantu dan memberikan ilmu serta pengalamannya kepada penulis.
9. Staff FST Universitas Peradaban yang telah membantu dan selalu mempermudah penulis dalam pengurusan administrasi.
10. Teman-teman Teknik elektro yang telah memberikan semangat kepada penulis hingga bisa menyelesaikan tugas akhir skripsi.
11. Seluruh pihak yang telah memberikan sumbangsih dukungan baik dari segi materi maupun non materi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca sehingga skripsi yang telah disusun ini dapat memberi manfaat dan sumbangsih pengetahuan bagi masyarakat luas. Akhir kata penulis hanya bisa memberikan ucapan ***jazakumullah Khairan Katsiran Wa Jazakumullah jaza.***

Bumiayu,2024

Wahyu Prasetyo

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEABSAHAN SKRIPSI	iv
PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terkait	8
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Sistem Transmisi Tenaga Listrik.....	11
2.2.2 Gangguan Saluran Transmisi	16
2.2.3 Sistem Proteksi.....	20
2.2.4 Relai Jarak (<i>Distance Relay</i>)	24
2.2.5 Impedansi Saluran	28
2.2.6 Pemilahan Setting Proteksi Relai Jarak	31
2.3 Kerangka Berfikir	33
2.4 Hipotesis Penelitian	35
BAB III METODE PENELITIAN	36
3.1 Jenis Penelitian	36
3.2 Tahapan Penelitian	36

3.2.1 Studi Literatur dan Studi Lapangan	37
3.2.2 Pengumpulan Data	37
3.2.3 Analisis Data	38
3.3 Variabel Penelitian	38
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian	39
3.5 Teknik Analisis Data	40
3.5.1 Simulasi ETAP	40
3.5.2 Pengolahan Data SPSS	46
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Analisis Sistem Kerja Relai Jarak	49
4.1.1 Analisis Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	49
4.1.2 Analisis Simulasi Arus Gangguan Hubung Singkat	55
4.1.3 Analisis Perbandingan Perhitungan Manual dengan Simulasi ETAP	60
4.1.4 Analisis Setting Relai Jarak	62
4.1.5 Akurasi Setting Relai Jarak Perhitungan Manual dengan Data PLN	64
4.2 Analisis Pengaruh Menggunakan SPSS	66
4.2.1 Uji Awal Statistika.....	66
4.2.2 Uji Regresi Linear Sederhana.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	79

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian	39
<u>Tabel 4.1 Perbandingan Jarak Gangguan.....</u>	49
<u>Tabel 4.2 Analisis Perhitungan Impedansi Penghantar.....</u>	50
<u>Tabel 4.3 Analisis Perhitungan Impedansi Ekvivalen</u>	51
<u>Tabel 4.4 Analisis Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....</u>	53
<u>Tabel 4.5 Analisis Simulasi Gangguan Hubung Singkat ETAP.....</u>	59
<u>Tabel 4.6 Analisis Presentase Kesalahan atau Error Arus Hubung Singkat</u>	60
<u>Tabel 4.7 Analisis Perhitungan Manual Setting Relai Jarak.....</u>	62
<u>Tabel 4.8 Analisis Presentase Kesalahan atau Error Setting Relai Jarak.....</u>	64
<u>Tabel 4.9 Analisis Perbandingah Time Delay.....</u>	66
<u>Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas</u>	66
<u>Tabel 4.11 Model Summary</u>	67
<u>Tabel 4.12 Model ANOVA.....</u>	68
<u>Tabel 4.13 Model Coefficients</u>	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Sistem Transmisi Tenaga Listrik	12
Gambar 2.2 Menara atau Tower Transmisi.....	14
Gambar 2.3 Isolator.....	15
Gambar 2.4 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa	19
Gambar 2.5 Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	20
Gambar 2.6 Skema Sistem Proteksi Saluran Transmisi	21
Gambar 2.7 Prinsip Kerja Relai Jarak.....	25
Gambar 2.8 Zona Proteksi Relai Jarak.....	26
Gambar 2.9 Kerangka Berfikir.....	33
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	36
Gambar 3.2 Paradigma Regresi Linear Sederhana	47
Gambar 4.1 Grafik Gangguan Arus Hubung Singkat	54
Gambar 4.2 <i>Single Line Diagram</i> ETAP 1	55
Gambar 4.3 Analisis Simulasi Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	56
Gambar 4.4 Analisis Simulasi Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa	57
Gambar 4.5 Analisis Simulasi Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Single Line Diagram</i> GI 150 kV Kalibakal	79
Lampiran 2. Foto Relai Jarak Bay Bumiayu GI 150 kV Kalibakal	80
Lampiran 3. Data Setelan Proteksi Penghantar Kalibakal-Bumiayu	81
Lampiran 4. Perhitungan Arus Gangguan	84
Lampiran 5. Perhitungan Impedansi Penghantar	86
Lampiran 6. Perhitungan Impedansi Ekvivalen Jaringan	88
Lampiran 7. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	90
Lampiran 8. Perhitungan Nilai Setting Relai Jarak	93
Lampiran 9. Data Panjang Saluran Transmisi dan Setting Relai Jarak	96
Lampiran 10. Surat Penelitian.....	97
Lampiran 11. Surat Observasi	98
Lampiran 12. Kartu Bimbingan Skripsi	99