

SKRIPSI

**Analisa Proteksi Relai Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV
Gardu Induk Kenten Ke Gardu Induk Mariana**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

AL HARIS RAMADHAN MA'RUF

NIM. 03041381821021

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**Analisa Proteksi Relai Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV
Gardu Induk Kenten Ke Gardu Induk Mariana**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

AL HARIS RAMADHAN MA'RUF

NIM. 03041381821021

Palembang, Maret 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhd. Abu Bakar Sidik, ST., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Dr. Ir. H. Svamsuri Zaini, M.M.

NIP. 195803041987031002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Al Haris Ramadhan Ma'ruf
NIM : 03041381821021
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Analisa Proteksi Relai Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV Gardu Induk Kenten Ke Gardu Induk Mariana” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

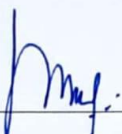
Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Maret 2020



Al Haris Ramadhan Ma'ruf

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M.

Tanggal : 19 / Marct / 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "*Analisa Proteksi Relai Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 KV Gardu Induk Kenten Ke Gardu Induk Mariana*" dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Penulisan laporan akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya Palembang. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M. selaku pembimbing dalam tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasehatnya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis guna perbaikan dimasa yang akan datang. Demikianlah tugas akhir ini, semoga dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

Palembang, Maret 2020

Penulis

ABSTRAK

Penduduk di Indonesia semakin banyak bertambah sehingga membuat tempat tinggal mereka meluas. Semakin meluasnya tempat tinggal penduduk maka semakin menjauh juga dari pusat pembangkit. Untuk itu dibutuhkannya sistem proteksi untuk melindungi penyaluran energi listrik dari pembangkit ke tempat tinggal penduduk. Salah satu proteksi yang dapat digunakan adalah relai jarak. Prinsip di balik relai jarak didasarkan pada penggunaan nilai tegangan dan arus yang diukur untuk menghitung impedansi yang terlihat dari titik relai. Untuk membuat relai bekerja dengan baik, maka diperlukan setting yang baik pula. Dalam melakukan perhitungan setting menggunakan metode perhitungan yang sudah disediakan pada buku petunjuknya. Penelitian ini dilakukan di Gardu Induk Kenten. Adapun hasil yang didapat setting $Z_1 = 3,16 \Omega$, $Z_2 = 6,37 \Omega$ dan $Z_3 = 10,77 \Omega$. Untuk setting yang terpasang sudah baik, terlihat dari data gangguan yang didapat yaitu gangguan trip antara Zona 2 dan Zona 3 dengan hasil perhitungan impedansi $11,5 \Omega$ dan $11,6 \Omega$ sesuai hasil perhitungan impedansi yang dilihat rele yaitu Zona 2 = $8,28 \Omega$ dan Zona 3 = $13,99 \Omega$.

Kata Kunci : Relai Jarak, Setting, Zona dan Impedansi.

ABSTRACT

The population in Indonesia is increasing in number so as to make their homes expand. The more widespread the population of residence, the further away from the power plant. For this reason, a protection system is needed to protect the distribution of electrical energy from generators to residential areas. One protection that can be used is the distance relay. The principle behind distance relays is based on the use of measured voltage and current values to calculate the visible impedance from the relay point. To make the relay work properly, a good setting is needed too. In calculating the settings using the calculation method provided in the user guide. This research was conducted at Kenten Substation. The results obtained setting $Z_1 = 3.16 \Omega$, $Z_2 = 6.37 \Omega$ and $Z_3 = 10.77 \Omega$. For the installed settings are good, it can be seen from the interference data obtained, namely trip interference between Zone 2 and Zone 3 with the results of the calculation of impedance of 11.5Ω and 11.6Ω after the impedance calculation results seen relay namely Zone 2 = 8.28Ω and Zone 3 = 13.99Ω .

Keywords: Distance Relay, Setting, Zone and Impedance.

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Ruang Lingkup Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Teori Dasar.....	6
2.2.1 Transmisi.....	6
2.2.2 Dasar-Dasar dalam Sistem Proteksi	9
2.2.3 Relai Jarak.....	10
2.2.3.1 Pengukuran Jarak	11
2.2.3.2 Zona Pengukuran Pada Relai Jarak.....	12
2.2.3.3 Jenis Karakteristik Relai Jarak	14

2.2.4 MiCOM P40 Agile P443.....	17
2.2.4.1 Prinsip Relai Jarak.....	18
2.2.4.2 Faktor-Faktor Pengaruh Kinerja	18
2.2.4.3 Perhitungan Impedansi.....	20
2.2.4.4 Implementasi Dengan Komparator	20
2.2.4.5 Polarisasi Karakteristik Jarak.....	21
2.2.5 Pemutus Tenaga	21
BAB III Metodologi Penelitian	23
3.1 Metode yang Digunakan	23
3.2 Diagram Alir Penelitian	24
3.3 Tempat dan Waktu	25
3.4 Data Penelitian	26
3.4.1 Transformator Daya	26
3.4.2 Data-Data Saluran Penghantar	27
3.4.3 Data Relai Jarak	28
3.4.3 Data Gangguan.....	30
3.5 Proses Perhitungan	31
3.5.1 Impedansi Panjang Penghantar	31
3.5.2 Impedansi Zona Dilindungi.....	31
3.5.3 Impedansi Dibaca Rele	31
3.5.4 Gangguan Hubung Singkat	31
BAB IV PEMBAHASAN.....	33
4.1 Impedansi Panjang Penghantar	33
4.2 Impedansi Zona Dilindungi	33
4.3 Impedansi Dilihat Relai.....	35
4.4 Gangguan Hubung Singkat	36
4.5 Hasil Perhitungan Dan Data Di Lapangan.....	40
4.6 Analisa	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gangguan Fasa ke Tanah	7
Gambar 2.2 Gangguan Antar Fasa	7
Gambar 2.3 Gangguan Antar Fasa ke Tanah	8
Gambar 2.4 Gangguan Tiga Fasa	8
Gambar 2.5 Daerah Pengaman Relai Jarak	11
Gambar 2.6 Zona Proteksi Pada Relai Jarak	12
Gambar 2.7 Contoh Untuk Jangkauan Relai Jarak	15
Gambar 2.8 Karakteristik Impedansi	16
Gambar 2.9 Karakteristik Mho	16
Gambar 2.10 Karakteristik Reaktansi	17
Gambar 2.11 Karakteristik Quadrilateral	17
Gambar 2.12 Rasio Impedansi Sistem	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Kenten	25
Gambar 3.3 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Borang	26
Gambar 3.4 <i>Name Plate</i> Transformator Gardu Induk Kenten	27
Gambar 3.5 Saluran Transmisi Gardu Induk Kenten-Borang.....	28
Gambar 3.6 MiCOM P443	30
Gambar 4.1 Daerah Zona Proteksi Relai Jarak Gardu Induk Kenten-Mariana	34
Gambar 4.2 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Kenten-Mariana.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Data kawat penghantar.....	27
Tabel 3.2 Data relai jarak Gardu Induk Kenten	29
Tabel 3.3. Data gangguan yang pernah terjadi di GI Kenten.....	30
Tabel 4.1 Perbandingan data setting hasil perhitungan dan data di lapangan.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Balasan dari PT. PLN Persero
- Lampiran 2 Data Penghantar dan Relai Jarak
- Lampiran 3 Data Gangguan
- Lampiran 4 Data Transformator Daya Gardu Induk Kenten
- Lampiran 5 Data Relai Setting Gpardu Induk Borang
- Lampiran 6 *Single Line Diagram* Sistem UPT Palembang
- Lampiran 7 *Single Line Diagram* Gardu Induk Kenten
- Lampiran 8 *Single Line Diagram* Gardu Induk Borang
- Lampiran 9 Lembar Hasil Plagiarisme
- Lampiran 10 Lembar Berita Acara

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penduduk di Indonesia dari tahun ke tahun jumlahnya semakin bertambah banyak dan tempat tinggalnya pun semakin meluas. Dengan meluasnya penduduk maka semakin jauh pula tempat tinggal penduduk dari pusat pembangkitan energi listrik. Semakin jauh dari pusat pembangkit maka kawat penghantar yang digunakan rentan apabila terjadi gangguan di sepanjang kawat penghantar. Apabila terjadi gangguan, itu menandakan bahwa kontinuitas dari penyaluran energi listrik kepada penduduk atau masyarakat sebagai konsumen energi listrik menjadi terganggu. Untuk melancarkan penyaluran energi listrik tersebut maka dibutuhkan proteksi dari gangguan-gangguan yang dapat terjadi. Salah satu proteksi yang dapat digunakan adalah relai jarak yang melindungi transmisi dari gangguan hubung singkat.

Relai jarak biasanya digunakan sebagai pengaman utama proteksi saluran transmisi. Fungsi dari relai jarak itu sendiri adalah sebagai proteksi apabila terjadi arus gangguan. Cara kerja dari rele jarak adalah dengan menggunakan pengukuran arus dan tegangan dalam menghitung impedansi sebuah saluran transmisi yang akan diproteksi agar tidak melebihi nilai setting pada relai. Apabila impedansi yang terukur melebihi nilai setting pada relai maka relai tersebut akan bekerja. Dinamakan relai jarak karena relai tersebut dapat mengetahui jarak gangguan tersebut. Pengaturan setting yang digunakan harus diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja relai yang mengakibatkan kegagalan proteksi bila salah dalam mensettingnya.

Pada awalnya saat melaksanakan kerja praktik di PT PLN Gardu Induk (GI) Bukit Siguntang, ada salah satu relai proteksi yang menarik perhatian saya. Relai tersebut dapat mengetahui jarak dari gangguan yang terjadi sehingga memudahkan mencari lokasi gangguan, relai itu adalah relai jarak. Setelah membaca penelitian Wahyu Prasetyo mahasiswa Universitas Muhammdiyah Surakarta yang menganalisa tentang perubahan dari setting rele jarak apabila dilakukan

penggantian terhadap penghantar SUTT pada tahun 2017 dan Jendry Sepang mahasiswa Universitas Sam Ratulangi yang menganalisa tentang koordinasi setting pada rele jarak di sistem transmisi gardu induk Otam sampai gardu induk Isimu pada tahun 2017.

Maka berdasarkan penelitian yang sudah pernah di bahas seperti di atas, penulis akan melanjutkan penelitian tentang rele jarak, yaitu “*Analisa Proteksi Relai Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 KV Gardu Induk Kenten Ke Gardu Induk Mariana*”.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini memiliki tujuan mengetahui nilai-nilai setting yang akan dimasukkan pada relai jarak dan menganalisa setting yang di lapangan dengan hasil perhitungan. Sehingga relai jarak yang terpasang memiliki setting yang tepat, aman dan efektif dalam memproteksi gangguan yang dapat terjadi pada saluran udara tegangan tinggi.

1.3 Rumusan Masalah

Dalam melakukan proteksi, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya yaitu setting relai. Dengan baiknya setting relai maka sistem proteksi yang digunakan akan baik pula. Oleh karena itu permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah cara menghitung nilai setting yang tepat untuk dimasukkan dalam pengaturan setting pada relai jarak yang digunakan dan membandingkan dengan setting yang sudah terpasang.

1.4 Ruang Lingkup Masalah

Berdasarkan dalam rumusan masalah yang telah dibuat maka adapun batasan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah menghitung nilai-nilai setting yang akan digunakan dalam pengaturan setting relai jarak dan mencari tahu setting yang sudah terpasang pada relai apakah sudah baik atau belum berdasarkan dari gangguan yang pernah terjadi.

1.5 Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini dibuat diharapkan memiliki manfaat yaitu dapat menentukan nilai-nilai setting yang tepat dan efektif pada relai jarak sehingga saluran udara tegangan tinggi yang diproteksi menjadi aman dan mengetahui apakah setting yang sudah digunakan baik atau belum

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melihat langsung relai jarak yang digunakan serta mempelajari proses kerja dari relai tersebut kepada operator yang berjaga dan mengumpulkan data-data yang perlu dalam penelitian ini. Setelah pengumpulan data yang sudah dilakukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk menentukan setting yang baik dalam pengaturan relai jarak tersebut. Kemudian yang terakhir yaitu membandingkan nilai setting yang didapat berdasarkan perhitungan manual dengan nilai setting yang telah digunakan pada relai jarak di lapangan.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun dalam penulisan penelitian ini memiliki sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan gambaran secara umum tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi dan sistematika penulisan pada skripsi ini.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini memuat tentang teori-teori dasar yang diperlukan untuk mendukung pembuatan penelitian ini sehingga penelitian ini memiliki dasar yang kuat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan bagaimana proses penelitian dilakukan. Metode yang digunakan yaitu metode observasi, literature, wawancara dan metode perhitungan yaitu mulai dari alat, parameter, data dan prosedur perhitungan yang digunakan dalam membuat penelitian ini.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini merupakan pokok inti dari pembuatan tugas akhir ini yang berisi perhitungan-perhitungan yang diperlukan untuk membuat analisa yang tepat berdasarkan dari perhitungan tersebut. Perhitungan yang dilakukan adalah mencari impedansi penghantar, impedansi zona yang dilindungi, impedansi dilihat relai dan gangguan hubung singkat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab yang berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan berdasarkan dari pembahasan di bab sebelumnya dan juga saran-saran dari penulis berdasarkan pengalaman dalam pembuatan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sepang, Jendry B, Lily S. Patras dan Fielman Lisi. 2017. *Analisa Koordinasi Setting Relai Jarak Sistem Transmisi 150 kV Area Gardu Induk Otam – Gardu Induk Isimu*. Manado : Jurnal Teknik Elektro dan Komputer. Vol. 6 no. 3, (2017) ISSN : 2301-8402.
- [2] Prasetyo, Wahyu. 2017. *Analisa Perubabahan Setting Rele Jarak Akibat Penggantian Penghantar Sutt 150kv Klaten-Pedan*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [3] Arismunandar, A. 2004. *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik : Jilid II*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [4] Cekdin, Cekmas dan Taufik Barlian. 2013. *Transmisi Daya Listrik*. Yogyakarta: Andi.
- [5] Haskarya, Henry. 2016. *Koordinasi Proteksi Saluran Udara Tegangan Tinggi pada Gardu Induk Mliwang Tuban Akibat Penambahan Penghantar Pltu Tanjung Awar-Awar*. Surabaya : Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 2, (2016) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print) B-431.
- [6] Marsudi, Djiteng. 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7] Atmam, Adjie Pradonggo, Usaha Situmaeng. 2017. *Studi Perencanaan Setting Rele Proteksi Pada Saluran Transmisi 150 kV Pada Gardu Induk (GI) Pasir Putih PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Transmisi Pekanbaru*. Pekanbaru : Jurnal Teknik, Volume 1, Nomor 2, Oktober 2017, pp73-80.
- [8] Fikriansyah. 2014. *Analisa Dan Pengaturan Ulang Relai Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV Keramasan – Bukit Asam*. Palembang : Mikrotiga, Vol 1, No. 3 November 2014 ISSN : 2355 – 0457.
- [9] Sanusi, Muhammad. 2017. *Analisa Proteksi Rele Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV Gardu Induk Rembang Baru Ke Gardu Induk Pati Universitas Muhammadiyah Surakarta*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- [10] Ariyanto, Rika. 2017. *Studi Analisa Rele Jarak Pada Jaringan Transmisi 150 kV Gardu Induk Pedan – Gardu Induk Jajar*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [11] Kusuma, Angga Prayono. 2016. *Evaluasi Setting Rele Jarak Transmisi 150 kV Senggiring – Singkawang*. Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- [12] Windarta, Jaka dan Mochammad Facta. 2017. *Analisis Setting Dan Koordinasi Rele Jarak Pada Saluran 150 kV Tanjung Jati – Kudus*. Semarang : Transient, Vol. 6, No. 4, Desember 2017, ISSN: 2302-9927, 551.
- [13] PT. PLN (Persero) PUSDIKLAT. 2009. 2. *DASAR – DASAR SISTEM PROTEKSI TEGANGAN TINGGI*.
- [14] ALSTOM. 2015. *MiCOM P40 Agile P443*.
- [15] PT. PLN. 2014. *Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga*.
- [16] Hutauruk, T.S. 2000. *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga.