

**ANALISIS KEGAGALAN SISTEM PROTEKSI JARINGAN
DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG KARATE DI
PT. PLN (Persero) DI UNIT INDUK PEMBANGKITAN
SUMATERA BAGIAN SELATAN**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Strata Satu (S1), Pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tridinanti**

Oleh :

Rahmat Hidayatullah

NPM.1702230052

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

2024

**ANALISIS KEGAGALAN SISTEM PROTEKSI JARINGAN
DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG KARATE DI PT. PLN
(Persero) DI UNIT INDUK PEMBANGKITAN
SUMATERA BAGIAN SELATAN**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Strata Satu (S1), Pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tridianti**

Oleh :



Rahmat Hidayatullah

NPM.1702230052

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Rahmat Hidayatullah
Nomor Pokok : 1702230052
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata-1
Judul Skripsi : Analisis Kegagalan Sistem Proteksi Jaringan Distribusi
20 Kv Penyulang Karate Di PT. PLN (Persero) Di Unit
Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan

Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dina Fitria, ST.,MT.

Pembimbing II



Mukminatun Ardasi. ST.MT

Mengetahui :

Dekan,



Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M

Palembang, Februari 2024

Ketua Program Studi,



Dina Fitria, ST.,MT

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahmat Hidayatullah
Nomor Pokok : 1702230052
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata-1
Judul Skripsi : Analisis Kegagalan Sistem Proteksi Jaringan Distribusi
20 Kv Penyulang Karate Di PT. PLN (Persero) Di Unit
Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. Bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
 2. Apabila dikemudian hari penulis skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun /atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000,- (dua ratus juta rupiah)
- Demikian pernyataan ini saya buat daam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Febuari 2024

Penulis



Rahmat Hidayatullah

MOTTO

Hidup Cuma Sekali, Jangan Menua Tanpa Arti.

Tugas akhir ini kupersembahkan kepada:

- *Kedua orang tuaku tercinta*
- *Saudara-saudariku tersayang yang selalu mensupport mulai dari semangat hingga dalam penyelesaian skripsi*
- *Almamater yang ku banggakan*
- *Sahabat dan teman seperjuangan*

ABSTRAK

Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah Mengetahui Faktor apa saja yang menyebabkan kegagalan pada sistem proteksi jaringan tegangan menengah 20 kV penyulang karate dan Mengetahui solusi untuk mengatasi kegagalan sistem proteksi jaringan tegangan menengah 20 kV penyulang karate Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini dengan cara melakukan pengumpulan data mengenai sistem tenaga listrik dan sistem proteksi yang digunakan pada jaringan distribusi Penyulang Karate Di PT. PLN (Persero) Di Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan. Studi lapangan dilakukan untuk melakukan ketepatan kontruksi pemasangan dan pengujian tes fungsi relai. Pengujian tes fungsi relay dilakukan dengan menggunakan alat single phase relay test set. Hasil penelitian Kegagalan sistem proteksi yang terjadi pada CBO Penyulang Karate pada Gardu KJ28 disebabkan karena kesalahan pemilihan CT dengan arus gangguan sebesar 4395,6 A. Pemasangan CT proteksi dengan titik jenuh di atas arus gangguan hubung singkat maksimal merupakan solusi yang harus diterapkan. Untuk kasus pada Gardu K68, dapat digunakan CT proteksi dengan rasio 800/5 A dan kelas proteksi 5P20, dimana CT tersebut memiliki titik jenuh di atas arus gangguan hubung singkat maksimal yang dapat terjadi.

Kata kunci : Kegagalan, Sistem Proteksi, Jaringan Distribusi, Pembangkit, Penyulang Karate

ABSTRACT

The aim of writing this thesis is to find out what factors cause failure in the 20 kV medium voltage network protection system for karate feeders and to find out solutions to overcome the failure of the 20 kV medium voltage network protection system for karate feeders. The research method used in this final project is by collecting data regarding the electrical power system and protection system used in the Karate Feeder distribution network at PT. PLN (Persero) in the Southern Sumatra Power Generation Unit. Field studies were carried out to carry out correct installation construction and relay function tests. Relay function tests are carried out using a single phase relay test set. Research results: Failure of the protection system that occurred at the Karate Feeder CBO at Substation KJ28 was caused by an error in selecting a CT with a fault current of 4395.6 A. Installing a protection CT with a saturation point above the maximum short circuit fault current is the solution that must be applied. For the case in In the K68 substation, a protection CT with a ratio of 800/5 A and protection class 5P20 can be used, where the CT has a saturation point above the maximum short circuit current that can occur..

Keywords: Failure, Protection System, Distribution Network, Power Plant, Karate Master

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini yang berjudul “Analisis Kegagalan Sistem Proteksi Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Karate Di PT. PLN (Persero) Di Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan” yang disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Yth. :

1. Ibu Dina Fitria, ST.,MT. Selaku pembimbing I
2. Ibu Mukminatun Ardasi. ST.MT. selaku pembimbing II

Ucapan Terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Ir Edizal AE.M.S Selaku Rektor Universitas Tridinanti
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni,M.T.,M.M. Selaku Dekan Universitas Tridinanti
3. Ibu Dina Fitria, ST.,MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
4. Bapak Moh. Wahyu Aminullah, ST.,MT. Selaku Seketaris Program Studi Teknik Elektro
5. Staff Dosen dan Karyawan Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu penyempurnaan yang lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamualikum Warrohmatullah, Wabarokatu.

Palembang, Februari 2024

Penulis

Rahmat Hidayatullah

DAFTAR ISI

| | Hal |
|---|-------------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN | iv |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GRAFIK | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Penelitian..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Metode Penelitian | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik..... | 6 |
| 2.1.1 Keandalan Sistem Tenaga Listrik | 7 |
| 2.1.2 Gangguan Pada Saluran Distribusi Tenaga Listrik | 8 |
| 2.2 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat | 10 |
| 2.2.1. Menghitung impedansi..... | 12 |

| | |
|---|----|
| 2.2.2. Menentukan Imepedansi Transformator | 13 |
| 2.2.3. Menentukan Impedansi Penyulang | 14 |
| 2.2.4. Menentukan Impedansi Ekuivalen Jaringan | 15 |
| 2.3. Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat | 16 |
| 2.4. Proteksi Sistem Tenaga Listrik | 18 |
| 2.4.1. Persyaratan Sistem proteksi | 19 |
| 2.4.2. Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik | 21 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|---|----|
| 3.1 Data | 22 |
| 3.3.1. Data Gardu Distribusi KJ 68 | 22 |
| 3.1.2. Kubikel Load Break Switch (LBS) Incoming | 23 |
| 3.1.3. Kubikel PB Trafo | 24 |
| 3.1.4 Trafo Distribusi | 24 |
| 3.2 Data Sistem Proteksi Penyulang Karate | 25 |
| 3.2.1 Trafo Arus | 25 |
| 3.2.2 Data Gangguan Hubung Singkat | 25 |
| 3.3 Data Proteksi Penyulang Karate | 26 |
| 3.3.1 Data Transformator 150/20 kV Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan | 26 |

BAB IV HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA

| | |
|--|----|
| 4.1 Hasil Perhitungan | 27 |
| 4.1.1. Perhitungan Impedansi Sumber | 28 |
| 4.1.2. Perhitungan Impedansi Trafo | 29 |
| 4.1.3. Perhitungan Impedansi Penyulang Theater | 30 |
| 4.1.4. Perhitungan Impedansi Ekivalen Jaringan | 31 |
| 4.1.5 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat | 33 |
| 4.1.6 Perhitungan Kejenuhan CT Terpasang Pada Gardu KJ68 | 36 |
| 4.1.7. Perhitungan Kejenuhan CT Dengan Rasio 800/5 A | 39 |
| 4.2 Pengujian Kesalahan Peralatan | 41 |
| 4.2.1 Tes Fungsi Sistem Proteksi | 42 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 4.3 Pembahasan..... | 42 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan..... | 44 |
| 5.2 Saran..... | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Hal |
|---|-----|
| 2. 1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik..... | 7 |
| 2.2 Representasi Penyulang | 11 |
| 2.3 Gangguan hubung singkat 3 fasa | 16 |
| 2.4 Gangguan hubung singkat 2 fasa | 17 |
| 2.5 Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah..... | 18 |
| 3.1 Single Line Diagram Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan..... | 28 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Hal |
|--|-----|
| 3. 1 Data teknis LBS incoming Gardu KJ28..... | 23 |
| 3.2 Data teknis Kubikel CBOG Gardu KJ28. | 23 |
| 3.3 Data teknis kubikel PB Trafo Gardu KJ28 | 24 |
| 3.4 Data teknis trafo distribusi Gardu KJ28..... | 24 |
| 3.5 Data teknis trafo arus (CT) Gardu KJ28 | 25 |
| 3.6 Data histori gangguan penyulang Karate | 25 |
| 3.7 Data transformator 150/20 kV Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan..... | 26 |
| 3.8 Data penyulang Karate | 27 |
| 4. 1 Impedansi penyulang urutan positif, negatif, dan nol pada titik gangguan KJ311 | 30 |
| 4.2 Impedansi penyulang urutan positif, negatif, dan nol pada titik gangguan KJ28..... | 32 |
| 3. 3 Impedansi ekivalen urutan positif, negatif, dan nol pada titik gangguan KJ311 | 32 |
| 4.4 Impedansi ekivalen urutan positif, negatif, dan nol pada titik gangguan KJ28..... | 33 |
| 4.5 Arus hubung singkat GI Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan Gangguan KJ311 | 35 |
| 4.6 Arus hubung singkat GI Kembangan-Titik Gangguan KJ28..... | 35 |
| 4.7 Nilai setting arus gangguan OCR dan GFR untuk proteksi CBO Penyulang | 41 |
| 4.8 Hasil pengujian fungsi sistem proteksi | 42 |

LAMPIRAN

1. Singel Line Diagram PT. PLN Di Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proteksi sistem tenaga listrik adalah pengamanan yang dilakukan terhadap peralatan-peralatan listrik yang terpasang pada sistem tenaga listrik tersebut terhadap kondisi abnormal dari sistem tenaga listrik. Bentuk gangguan arus hubung singkat tersebut adalah gangguan fasa ke tanah dan gangguan antar fasa yang sifatnya temporer dan permanen. Sistem proteksi tenaga listrik sangatlah penting untuk mengantisipasi apabila terjadi gangguan. Maka dalam setiap sistem tenaga listrik pasti dibutuhkan peralatan relai proteksi⁶

PLN Unit pelayanan (UP3) Sumatera Bagian Selatan salah satu unit operasional PT. PLN (Persero) Di Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan yang menyediakan dan menyalurkan tenaga listrik untuk pelanggan rumah tangga, bisnis sampai industry didalam wilayah Sumatera Selatan. Dalam penyaluran tenaga listrik. Sistem distribusi tenaga listrik di PLN Unit pelayanan (UP3) Sumatera Bagian Selatan sudah dilengkapi dengan sistem proteksi berupa relai proteksi dan circuit breaker (CB) pada Gardu Distribusi jaringan distribusi 20 kV untuk mengamankan jaringan dan meminimalisi dampak padam dan kerusakan apabila terjadi gangguan.

Namun tidak semua proteksi penyulang jaringan distribusi 20 kV dapat bekerja dengan baik, salah satunya adalah penyulang Karate. Berdasarkan data histori gangguan jaringan tegangan menengah 20 kV periode tahun 2021 - 2022, tercatat penyulang karate mengalami kegagalan trip sistem proteksi sebanyak 2

kali, Pada saat terjadi gangguan yang dimana titik gangguannya berada pada wilayah pengamanan dari sistem proteksi penyulang. Kegagalan kerja sistem proteksi ini mengakibatkan sistem proteksi pada penyulang

Dari uraian masalah di atas penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian berjudul : **“Analisis Kegagalan Sistem Proteksi Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Karate Di PT. PLN (Persero) Di Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Faktor apa saja yang menyebabkan kegagalan pada sistem proteksi jaringan tegangan menengah 20 kV penyulang Karate ?
2. Bagaimana solusi untuk mengatasi kegagalan sistem proteksi jaringan tegangan menengah 20 kV penyulang Karate?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat berbagai macam masalah yang dapat dikembangkan, sehingga penulis membatasi masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Melakukan analisis kerja sistem proteksi yang menggunakan trafo arus, relai elektronik, dan pemutus tenaga 20 kV
2. Analisis dilakukan dengan menggunakan perhitungan arus hubungan singkat

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah

1. Mengetahui Faktor apa saja yang menyebabkan kegagalan pada sistem proteksi jaringan tegangan menengah 20 kV penyulang karate
2. Mengetahui solusi untuk mengatasi kegagalan sistem proteksi jaringan tegangan menengah 20 kV penyulang.karate

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini mencakup beberapa bagian antara lain :

1. Metode Studi Pustaka

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data dan bahan dengan mempelajari serta memahami jurnal refrensi, buku-buku literatur dan pencarian menggunakan internet yang berhubungan dengan penulisan pada penelitian ini.

2. Studi Lapangan

Dengan cara melakukan pengumpulan data mengenai sistem tenaga listrik dan sistem proteksi yang digunakan pada jaringan distribusi Penyulang Karate Di PT. PLN (Persero) Di Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan. Studi lapangan dilakukan untuk melakukan ketepatan kontruksi pemasangan dan pengujian tes fungsi relai. Pengujian tes fungsi relay dilakukan dengan menggunakan alat single phase relay test set.

3. Analisis Data

Metode analisis data merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengolah data-data yang telah dikumpulkan dengan melakukan perhitungan dan menganalisis hasil perhitungan

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini terdiri dari 5 (lima) bab yang masing masing terdiri atas beberapa sub bab. Bab dan sub sub bab yang ada di dalam laporan saling terkait dan mendukung satu sama lain.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, tujuan, dan pembatasan masalah metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Uraian mengenai Gangguan Pada Saluran Distribusi Tenaga Listrik) meliputi Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat, impedansi, Impedansi Transformator, Impedansi Penyulang, Impedansi Ekuivalen Jaringan dan Proteksi Sistem Tenaga Listrik

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan tempat penelitian, metodologi penelitian, gambar blok diagram.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dan analisa hubung singkat meliputi analisa arus lebih akibat hubung singkat. Pengaman arus lebih dan koordinasinya mencukupi koordinasi setting arus dan setting waktu kerja dari relai relai pengaman arus lebih pada sisi 20 kV gardu induk Rayon ampera.

BAB V PENUTUP

Berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa data dalam penyusunan tugas akhir ini sekaligus memberikan saran-saran untuk mengembangkan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad Gaffar, Arisandi. (2017). Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi 20 kv
2. Ardianto, Firdaus, 2017 "Analisis Kinerja Sistem Proteksi Berdasarkan Frekuensi Gangguan Di Gardu Induk 150 KV Garuda Sakti.", Tugas Akhir Teknik Elektro FT UNRI, 2017
3. Azis and Irine Kartika Febrianti, 2019 "Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang," Jurnal Ampere, Volume 4, No 2, Pp. 2477-2755, Desember 2019.
4. Fitria dan Muhammad Arif Maulana, 2020 analisis pembagian zona proteksi pada jaringan distribusi 20 kv penyulang meranti gi bungaran untuk meningkatkan pelayanan ke konsumen, JURNAL AMPERE, Volume 5, No 2, P-ISSN : 2477-2755 / E-ISSN : 2622-2981
5. Nisa, Marwan, Ahmad Rosyid Idris, 2019 Analisis sistem proteksi di PT. PLN (Persero) sector pembangkitan kendari unit PLTD Wua Wua. Jurnal Teknologi, Elektro, dan Kejuruan
6. Muhammad Wahid Ihsan Nuri, Wiwik Handajadi, Muhammad Suyanto, 2014 Analisis Gangguan Antar Fasa Proteksi Ocr/Gfr Incoming Dan Penyulang Bay Trafo I 16 Mva Di App Salatiga Gardu Induk 150 Kv Wadaslintang, Jurnal Elektrikal, Volume 1 No 1, Juni 2014, 83 – 90
7. Hajar, Ibnu dan Muhammad Hasbi Pratama. (2018). Analisa Nilai Saidi Saifi sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik pada Penyulang Cahaya PT PLN Area Ciputat. Jurnal Ilmiah. Vol.10, 72.