

**ANALISIS KEGAGALAN *NETRAL GROUNDING RESINTANCE* (NGR) AKIBAT
GANGGUAN SATU FASA KE TANAH DAN SISTEM PROTEKSI PADA
TRANSFORMATOR DAYA #1 30 MVA
DI GARDU INDUK PASIR PUTIH**

TUGAS AKHIR



Diajukan Oleh :

ELISA MARPAUNG

NIM : 2120201033

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU**

2026

**ANALISIS KEGAGALAN *NETRAL GROUNDING RESINTANCE* (NGR)
AKIBAT GANGGUAN SATU FASA KE TANAH DAN SISTEM
PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAYA #1 30 MVA
DI GARDU INDUK PASIR PUTIH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Diajukan Oleh :

ELISA MARPAUNG

NIM : 2120201033

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU**

2026

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIASI

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri/tidak plagiat, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk pembatalan gelar kesarjanaan yang saya peroleh.

Nama : Elisa Marpaung

NIM : 2120201033

Tanggal : 7 Maret 2026

Tanda Tangan:



Elisa Marpaung
NIM. 2120201033

LEMBAR PELAKSANAAN

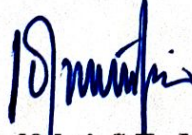
Judul : Analisis Kegagalan *Netral Ground Resistance* (NGR) Akibat Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Dan Sistem Proteksi Pada Transformator Daya #1 30 MVA Di Gardu Induk Pasir Putih.
Nama : Elisa Marpaung
NIM : 2120201033
Program Studi : Teknik Elektro

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji pada Rabu, 04 Februari 2026
Semester Ganjil Tahun Akademik 2025/2026

Disetujui Oleh :

TIM PENGUJI

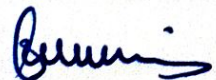
Ketua


Zulfahri, S.T., M.T.
NIDN. 1007097202

Sekretaris


Monice, S. ST., M.T.
NIDN. 1028088304

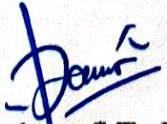
Penguji 1


Ir. Usaha Situmeang, M.T.
NIDN. 1022046201

Penguji 2


Arlenny, S.T., M.T.
NIDN. 10233126701

Penguji 3


Perinov, S.T., M.Sc
NIDN. 1022047302

LEMBAR PENGESAHAN

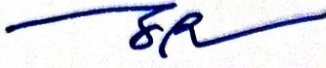
Judul : Analisis Kegagalan *Neutral Ground Resistance* (NGR) Akibat Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Dan Sistem Proteksi Pada Transformator Daya #1 30 MVA Di Gardu Induk Pasir Putih.
Nama : Elisa Marpaung
NIM : 2120201033
Program Studi : Teknik Elektro

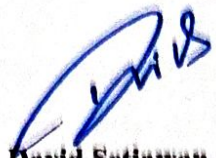
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru, sesuai dengan Berita Acara Nomor : 756/FT/Ad/2026.

Disetujui Oleh :

Pembimbing 1

Pembimbing 2


Dr. Abrar Tanjung, S.T., M.T.
NIDN. 1020117001


Dr. David Setiawan, S.T., M.T.
NIDN. 1027127701

Diketahui Oleh :
Dekan Fakultas Teknik

Disetujui Oleh :
Ketua Prodi Teknik Elektro


Dr. H. Zamhuri, S.T., M.T.
NIK. 0001198


Zulfahri, S.T., M.T.
NIK. 0301207

Tanggal Sidang Meja Hijau : Pekanbaru, 04 Februari 2026

LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, berkat dan rahmat-Nya saya bisamenyelesaikan tugas akhir serta mendapatkan gelar kesarjanaan dari Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning. Semoga selama saya menuntut ilmu, ilmu yang saya peroleh selalu berguna kelak bagi saya dan bagi rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro, amin ya rabbal' alamin.

Keluarga :

Terima kasih kepada kedua orang tua saya Bapak Taswin Marpaung dan Ibu Ruslina Pasaribu dan keluarga saya lainnya yang senantiasa memberikan motivasi, kasih sayang, dukungan, serta doa yang tak terputus sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan hasil yang baik. Semoga pencapaian ini dapat menjadi inspirasi dan penyemangat bagi kita semua untuk meraih prestasi yang lebih gemilang di masa depan.

Dosen Pembimbing :

Terima kasih banyak saya ucapkan kepada dosen pembimbing saya, Bapak Dr. Abrar Tanjung, S.T., M.T. dan Bapak Dr. David Setiawan, S.T., M.T. M. atas segala bimbingan, arahan, dan dukungan yang telah diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Teman-Teman :

Kepada seluruh teman-teman di kampus, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dan semangat yang diberikan.

Dosen Pengajar :

Kepada seluruh Dosen pengajar Universitas Lancang Kuning Pekanbaru, terima kasih banyak saya ucapkan kepada seluruh Bapak dan Ibu Dosen atas segala ilmu dan pelajaran yang telah Bapak dan Ibu berikan kepada saya selama saya menimba ilmu di Kampus.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Elektro di Universitas Lancang Kuning yang berjudul: **Analisis Kegagalan *Netral Ground Resistance* (NGR) Akibat Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Dan Sistem Proteksi Pada Transformator Daya #1 30 MVA Di Gardu Induk Pasir Putih.**

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan akhir akademis dalam rangka meraih gelar kesarjanaan di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. H. Zainuri, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
2. Bapak Zulfahri, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
3. Ibu Monice, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.
4. Bapak Dr. Abrar Tanjung, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan tugas akhir ini selesai.
5. Bapak Dr. David Setiawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan tugas akhir ini selesai.
6. Kedua Orang Tua saya yang senantiasa selalu mendukung dan mendidik saya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Keluarga Besar Oppung Hadizah Marpaung atas doa, dukungan, dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.

8. Keluarga Besar Unit Layanan Transmisi Dan Gardu Induk Pasir Putih yang telah memberikan kesempatan, bimbingan dan pengetahuan selama penulisan Tugas Akhir Ini
9. Teman-teman Penghuni Kos Bu, Terima kasih atas kebersamaan, motivasi dan dukungan selama penulisan Tugas Akhir ini.
10. Dan juga kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis telah berusaha agar penulisan ini dapat sesuai dengan syarat dan ketentuan yang telah ditetapkan, namun tidak tertutup kemungkinan bahwa masih ada hal hal yang perlu diperbaiki agar menjadi lebih baik lagi. Segala kritik dan saran sangat diperlukan agar Tugas Akhir ini dapat memberikan informasi yang lebih baik, sehingga ilmu yang didapat oleh pembaca dapat berguna diwaktu yang akan datang. Semoga ilmu yang terdapat di Tugas Akhir ini dapat menjadi amal jariyah dan Tugas Akhir ini dapat diterima untuk memenuhi persyaratan kerja praktek di program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lancang kuning.

Pekanbaru , 7 Maret 2026


ELISA MARPAUNG

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Lancang Kuning, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Elisa Marpaung
Nim : 2120201033
Program Studi : Elektro
Fakultas : Teknik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning hak bebas royalti non eksklusif (*non-exclusive royalty-free right*) atas tugas akhir saya yang berjudul:

“Analisis Kegagalan *Netral Ground Resistance* (NGR) Akibat Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Dan Sistem Proteksi Pada Transformator Daya #1 30 MVA Di Gardu Induk Pasir Putih”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini, Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Pekanbaru
Pada Tanggal : 7 Maret 2026

Yang Menyatakan,



Elisa Marpaung

ABSTRAK

Gangguan satu fasa ke tanah merupakan gangguan yang paling sering terjadi pada sistem tenaga listrik dan dapat mempengaruhi keandalan operasi gardu induk. Salah satu metode untuk membatasi arus gangguan adalah dengan menggunakan *Netral Grounding Resistance* (NGR) pada titik netral transformator. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kegagalan NGR akibat gangguan satu fasa ke tanah serta mengevaluasi koordinasi sistem proteksi pada Transformator Daya #1 berkapasitas 30 MVA di Gardu Induk Pasir Putih. Metode penelitian dilakukan melalui pengumpulan data sistem, perhitungan arus gangguan satu fasa ke tanah, serta simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan NGR 40 Ω mampu membatasi arus gangguan hingga 82,4%. Analisis koordinasi relai menunjukkan adanya miskoordinasi antara *Ground Fault Relay* (GFR) dan *StandBy Earth Fault* (SBEF) pada kondisi eksisting. Oleh karena itu dilakukan perhitungan ulang setting relai sehingga diperoleh koordinasi proteksi yang lebih selektif dan meningkatkan keandalan sistem.

Kata Kunci: *Transformator, NGR, Gangguan Tanah, Koordinasi Relai, Sistem Proteksi.*

ABSTRACT

Single line-to-Ground Fault is the most common disturbance in electric power systems and can affect the reliability of substation operations. One method used to limit Fault current is the application of Neutral Grounding Resistance (NGR) at the transformer neutral point. This study aims to analyze the failure of NGR due to single line-to-Ground Faults and to evaluate the coordination of the protection system on Power Transformer #1 with a capacity of 30 MVA at Pasir Putih Substation. The research method includes system data collection, calculation of single line-to-Ground Fault current, and simulation using ETAP software. The results show that the use of a 40 Ω NGR is capable of limiting the Fault current by 82.4%. Relay coordination analysis indicates a miscoordination between the Ground Fault Relay (GFR) and StandBy Earth Fault (SBEF) under existing conditions. Therefore, a recalculation of Relay settings was carried out to obtain more selective protection coordination and improve system reliability.

Keywords: Transformer, NGR, Ground Fault, Relay Coordination, Protection System

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIASI	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PELAKSANAAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSEMBAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Tujuan Penelitian	2
1. 3 Manfaat Penelitian	2
1. 4 Rumusan Masalah	2
1. 5 Batasan Masalah	3
1. 6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2. 1 Gardu Induk	4
2.1.1 Klasifikasi Gardu Induk	4
2.1.2 Peralatan Pada Gardu Induk	5
2. 2 Transformator	8
2.2.1 Transformator Daya	9
2.2.2 Sistem Pentanahan Transformator	12
2. 3 <i>Netral Grounding Resistance (NGR)</i>	15

2. 4 Gangguan Hubung Singkat.....	17
2.4.1 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	18
2. 5 Sistem Proteksi Transformator	25
2.5.1 Jenis Jenis Sistem Proteksi Transformator	25
2.5.2 Syarat Syarat Sistem Proteksi	28
2. 6 Setting Relai Proteksi	29
2.6.1 <i>Over Current Relay</i> (50/51).....	29
2.6.2 <i>Ground Fault Relay</i> (50/51N).....	32
2.7.3 Relai <i>StandBy Earth Fault</i>	34
2. 7 <i>Electrical Transient Analyzer Program</i> (ETAP 19.0.1).....	35
BAB 3 METODE PENELITIAN	38
3. 1 Sistem Kelistrikan Gardu Induk Pasir Putih.....	38
3. 2 Objek Penelitian	39
3. 3 Pengumpulan Data.....	39
3.3.1 Cara Mengumpulkan Data	39
3.3.2 Analisis Data.....	42
3. 4 Alur Penelitian.....	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4. 1 Pengaruh Pemasangan NGR Terhadap Arus Gangguan Satu Fasa	45
4.1.1 Perhitungan Arus Gangguan Satu Fasa Pentanahan Solid.....	52
4.1.2 Perhitungan Arus Gangguan Satu Fasa ketanah dengan NGR 40 ohm.....	54
4. 2 Menghitung Setting Relai GFR dan SBEF	57
4.2.1 Menghitung Setting <i>Ground Fault Relay</i> 150 kV.....	57
4.2.2 Setting <i>Ground Fault Relay</i> 20 kV	59
4.2.3 Menghitung Setting <i>Ground Fault Relay</i> 20 kV di Feeder.....	60
4.2.4 Menghitung Setting Relai <i>StandBy Earth Fault</i>	62

4. 3 Hasil Perbandingan Setting Relai GFR dan SBEF	63
4. 4 Simulasi kondisi Eksisting Relai GFR dan SBEF	64
4. 5 Rekomendasi Setting Relai.....	66
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	70
5. 1 Kesimpulan.....	70
5. 2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Satu Garis Transformator Daya Step – Down dan Step - Up	9
Gambar 2. 2 Transformator Daya Step - Down dan Step - Up	10
Gambar 2. 3 Rangkaian Ekuivalen Transformator	10
Gambar 2. 4 Transformator Tiga Fasa	11
Gambar 2. 5 Transformator Tiga Fasa dengan Satu Inti	11
Gambar 2. 6 Sistem Pentanahan Titik Netral Transformator Langsung Tahanan	14
Gambar 2. 7 Netral Grounding Resistance (NGR)	16
Gambar 2. 8 Pentanahan Titik Netral Melalui Tahanan	16
Gambar 2. 9 Sketsa jaringan Tegangan Menengah.....	19
Gambar 2. 10 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa.....	22
Gambar 2. 11 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	23
Gambar 2. 12 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	24
Gambar 2. 13 Proteksi pada Transformator	27
Gambar 2. 14 Gambaran Karakteristik Relai	31
Gambar 2. 15 Ground Fault Relai MiCOM P142	33
Gambar 2. 16 Relai <i>StandBy Earth Fault</i>	34
Gambar 2. 17 Skema <i>Wiring StandBy Earth Fault</i> (SBEF)	35
Gambar 2. 18 Tampilan Software Etap 19.0.1	36
Gambar 3. 19 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Pasir Putih.....	38
Gambar 3. 20 Flowchart Penelitian.....	44
Gambar 4. 21 Single Line	45
Gambar 4. 22 Grafik Hasil Perhitungan Gangguan Satu Fasa.....	57
Gambar 4. 23 Simulasi Gangguan di Penyulang	64
Gambar 4. 24 Grafik Koordinasi Relai Gangguan di Penyulang.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Pabrikan Transformator Daya #1 30 MVA	40
Tabel 3. 2 Data NamePlate NGR	40
Tabel 3. 3 Data Relai SBEF	41
Tabel 3. 4 Data Relai GFR Sisi 150 kV	41
Tabel 3. 5 Data Relai GFR Sisi 20 kV	41
Tabel 3. 6 Data Relai GFR 20kV di Feeder	41
Tabel 3. 7 Data Gangguan Tercatat Relai SBEF Gardu Induk Pasir Putih.....	41
Tabel 3. 8 Data Impedansi Penghantar AAAC Menurut SPLN 64:1985	41
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Arus Gangguan Berdasarkan Panjang Saluran.....	55
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Perhitungan Dengan Hasil Simulasi ETAP	56
Tabel 4. 3 Hasil Sebelum dan Sesudah Relai GFR dan SBEF Disetting.....	63

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gardu Induk (GI) merupakan salah satu komponen vital dalam sistem penyaluran tenaga listrik. Untuk menjaga kontinuitas dan keandalan sistem tenaga listrik dalam proses penyaluran daya listrik tersebut, maka dibutuhkan berbagai sistem proteksi (pengaman) dari gangguan yang mungkin timbul seperti gangguan hubung singkat fasa ke tanah, jaringan distribusi primer 20 kV.

Jenis sistem pentanahan dengan NGR (*Netral Ground Resistance*) merupakan sistem pentanahan yang paling banyak digunakan pada PT. PLN (persero), selain jenis sistem pentanahan langsung (*Solid Grounding*). Sistem pentanahan menggunakan *Netral Ground Resistance* dipakai pada sistem sekunder transformator daya untuk mengurangi arus gangguan, karena dikhawatirkan banyak terdapat gangguan yang bisa membahayakan transformator.

Namun dalam operasionalnya, NGR (*Netral Ground Resistance*) justru rentan mengalami kegagalan fatal. Salah satu insiden yang sering terjadi adalah pembakaran dan putusnya *Netral Ground Resistance* itu sendiri. Secara paradoks, perangkat yang dirancang untuk melindungi sistem justru menjadi titik lemah yang baru. Insiden ini pada dasarnya dipicu oleh aliran arus gangguan tanah yang melebihi kapasitas thermal (I^2t) *Netral Ground Resistance* dalam durasi waktu yang terlalu lama. Kondisi ini dapat terjadi akibat beberapa skenario kegagalan proteksi, seperti: Gagalnya fungsi GFR (*Ground Fault Relay*) untuk memberikan perintah *trip* akibat kerusakan komponen, kesalahan *wiring* dan *Setting* proteksi yang tidak tepat, dimana waktu *trip Ground Fault Relay* lebih lambat dari waktu yang dibutuhkan *Netral Ground Resistance* untuk mencapai titik *thermal failure*-nya, sehingga *Netral Ground Resistance* bertindak sebagai "sekering" yang terbakar terlebih dahulu.

Gardu Induk Pasir Putih mengalami permasalahan *Netral Ground Resistance*, dimana pada saat terjadi gangguan sistem proteksi tidak bekerja yang mengakibatkan terbakar. Jika terjadi gangguan tanah berikutnya, tidak ada lagi mekanisme pembatas arus netral yang efektif. Arus gangguan yang sangat besar akan mengalir bebas, berpotensi menyebabkan kerusakan yang lebih parah dan

luas, seperti kebakaran transformator, kerusakan busbar, dan bahkan kegagalan sistem secara keseluruhan yang berujung pada pemadaman luas (*blackout*). Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kegagalan *Netral Ground Resistance* akibat arus gangguan satu fasa serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan keandalan pada sistem proteksi pada transformator.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis arus gangguan yang mengalir pada *Netral Ground Resistance* akibat gangguan satu fasa.
2. Menghitung ulang setting proteksi *Ground Fault Relay* di Feeder dan relai *StandBy Earth Fault* pada transformator #1 Pasir putih.
3. Membandingkan hasil dari setting *Ground Fault Relay* dan relai *StandBy Earth Fault* sebelum dan sesudah disetting.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai bahan evaluasi dan acuan untuk meningkatkan keandalan sistem proteksi.
2. Menerapkan *skema maintenance* yang lebih proaktif terhadap *Netral Ground Resistance* dan sistem pengaman.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa penyebab utama kegagalan *Netral Ground Resistance* pada Gardu Induk Pasir Putih?
2. Bagaimana peran sistem proteksi dalam mencegah kegagalan *Netral Ground Resistance*, dan faktor apa saja yang menyebabkan proteksi tidak bekerja optimal?
3. Rekomendasi apa yang dapat diberikan untuk meningkatkan keandalan sistem proteksi pada transformator agar kegagalan serupa tidak terjadi kembali?

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah, maka batasan masalah ditentukan sebagai berikut:

1. Analisis difokuskan pada kegagalan *Netral Ground Resistor* dan sistem proteksi transformator daya #1 di Gardu Induk Pasir Putih.
2. Gangguan yang ditinjau terbatas pada gangguan satu *fasa* ke tanah pada sisi sekunder transformator 20 kV.
3. Pembahasan hanya mencakup keterkaitan antara *Netral Ground Resistance*, arus gangguan tanah, dan sistem proteksi.
4. Analisis tidak membahas aspek mekanis maupun desain manufaktur *Netral Ground Resistance* secara detail.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penyelesaian yang diuraikan maka sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan tentang latar belakang, tujuan, batasan permasalahan, rumusan masalah, metode pengumpulan data dan Sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisikan teori-teori yang berhubungan dengan *Netral Grounding Resistance*, Gangguan satu *fasa*, Sistem proteksi.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisikan tentang metode penelitian cara penyelesaian proposal tugas akhir ini.

BAB 4 : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang analisis kondisi eksisting, menyelesaikan permasalahan, dan menganalisis permasalahan untuk mengetahui koordinasi *Ground Fault Relay* dan *StandBy Earth Fault*.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian mengenai kegagalan *Netral Ground Resistance* (NGR) dan Sistem Proteksi pada Transformator Daya #1 30 MVA di Gardu Induk Pasir Putih, dapat disimpulkan sesuai dengan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Setelah melakukan perhitungan kondisi eksisting NGR 40 Ohm mampu membatasi besarnya arus gangguan satu fasa ke tanah. Pada titik gangguan di dekat gardu (0% panjang saluran), arus gangguan dapat dibatasi menjadi 201,4 Amp, mengalami penurunan sebesar 82,4% dibandingkan dengan sistem pentanahan solid yang mencapai 1141,6 Amp.
2. Penghitungan ulang menghasilkan setelan yang lebih efektif untuk relai *Ground Fault Relay* (GFR) dan *StandBy Earth Fault* (SBEF). Setelan baru untuk GFR feeder adalah 86,602 Amp (primer) dan 0,324 Amp (sekunder) dengan TMS 0,222 s, sedangkan untuk SBEF adalah 216,506 Amp (primer) dengan 0,721 Amp (sekunder) dengan TMS 1,380 s, Setelan ini lebih sensitif dan memiliki waktu kerja lebih efektif dibandingkan setelan eksisting.
3. Pada kondisi eksisting, sistem proteksi gangguan satu fasa ke tanah belum memenuhi prinsip selektivitas karena relai *StandBy Earth Fault* (SBEF) bekerja lebih dahulu dibandingkan *Ground Fault Relay* (GFR) pada feeder. Setelah dilakukan perhitungan ulang dan penyesuaian setting relai, diperoleh nilai setting GFR feeder sebesar 86,602 A (0,324 A sekunder) dengan TMS 0,222 s, sedangkan SBEF sebesar 216,506 A (0,721 A sekunder) dengan TMS 1,380 s. Dengan setting tersebut, GFR feeder dapat bekerja sebagai proteksi utama, sementara SBEF berfungsi sebagai proteksi cadangan (*backup protection*). Penyesuaian ini menghasilkan koordinasi relai yang lebih selektif sehingga gangguan dapat diisolasi pada penyulang yang mengalami gangguan tanpa menyebabkan pemadaman yang lebih luas pada sistem.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat saya berikan yaitu:

Perlu dilakukan evaluasi dan penyesuaian setting relai secara berkala guna memastikan sistem proteksi tetap bekerja secara selektif, andal, dan sesuai dengan kondisi operasi sistem tenaga listrik. Setting *Ground Fault Relay* (GFR) dan relai *StandBy Earth Fault* (SBEF) sangat dipengaruhi oleh perubahan konfigurasi jaringan, seperti penambahan atau pelepasan penyulang, perubahan pola pembebanan, serta perubahan panjang saluran distribusi. Perubahan tersebut dapat menyebabkan perubahan nilai arus gangguan dan karakteristik sistem, sehingga setting relai yang sebelumnya telah sesuai dapat menjadi kurang efektif. Oleh karena itu, evaluasi setting relai perlu dilakukan secara periodik melalui analisis perhitungan arus gangguan serta verifikasi koordinasi proteksi menggunakan kurva *Time Current Characteristic* (TCC). Selain itu, pengujian lapangan juga diperlukan untuk memastikan bahwa relai bekerja sesuai dengan setting yang telah ditentukan. Dengan dilakukannya evaluasi dan penyesuaian secara berkala, diharapkan sistem proteksi mampu mendeteksi dan mengisolasi gangguan secara cepat dan selektif, sehingga dapat meminimalkan luas daerah pemadaman serta meningkatkan keandalan dan kontinuitas penyaluran tenaga listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asran, J. Misbahul, M. Dedi. (2021). “Analisa Pengaruh Netral Grounding Resistance (Ngr) 40 Ohm Pad Transformator Daya 30 Mva Digardu Induk Bireue Terhadap Arus Gangguan Satu Fasa Ke Tanah”. *Universitas Malikussaleh Lhokseumawe. ISSN 2303 – 1360*.
- Blackburn, J. Lewis, & Thomas J. Domin. (2007). Protective Relaying: Principles and Applications (3rd ed.). *Boca Raton: CRC Press*.
- Darma I.K.A.S, I.G.D.Arjana, A.A.G.M. Pemayun, Studi Pengaruh Pemasangan NGR 40 Ohm pada Uprating Transformator 2 GI Gianyar Terhadap Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Tanah. *Teknologi Elektro*.
- Glover, J. D., Sarma, M. S ., & Overbye, T. J. (2012). Power System Analysis and Design (5th ed.). In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
- Grainger, J. J., & Stevenson, W. D. (1994). Power System Analysis. In *Sustainability (Switzerland)*.
- H.B Utomo & M. Ilham R. (2012) Analisa Sistem Relai Diferensial pada Transformator 60 MVA di Gardu Induk Bandung Utara Menggunakan Software ETAP 12.6.0.
- Hendra, M. Yudha. (2008). Proteksi & Prinsip dan Aplikasi. In *Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*.
- Horowitz, S. H., Phadke, A. G., & Henville, C. F. (2023). Power System Relaiing. In *John Wiley & Sons Ltd* (5th ed.).
- I K Anom Astana Ady. 2016. Studi Pengaruh Setting Relai Pengaman Untuk Meminimalkan Gangguan Sympathetic Trip Pada Penyulang Bunisari-Suwung. “*Majalah Ilmiah Teknik Elektro*, Vol. 15. No.2, JuliDesember 2016.
- IEEE. (2017). IEEE Grounding of Industrial and Commercial Power Systems *IEEE Std 142 TM-2007*.
- Kuncahyo, M. D. (2017). Analisis Setting Ground Fault Relay (GFR) Terhadap Sistem Pentanahan Netral Transformator Menggunakan Metode Neutral Grounding Resistor (NGR) pada Penyulang PLN Rayon Kuala Pembuang Kalimantan Tengah. *MaIang: Institut Teknologi Nasional MaIang*.
- Manurung, D. B. (2024). Analisa performance NGR (Neutral Grounding Resistance) pada trafo 2 GI Lopana (*Skripsi Sarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado*).

- Mirza, D., & Bintoro, A. (2018). Analisis Pengaruh Netral Ground resistant (NGR) 40 Ohm pada Transformator Daya 30 MVA Digardu induk Bireun terhadap Arus Gangguan Satu Fasa ke tanah. *Jurnal Energi Elektrik* (Vol. 7).
- Pranayuda, F., & Solichan, A. (2012). Analisis Penyetelan Proteksi Arus Lebih Penyulang Cimalaka di Gardu Induk 70kV Sumedang. *Jurnal Elektrik Media* (Vol.7).
- PT PLN (Persero). 2014. Buku Pedoman Pemeliharaan Proteksi dan Kontrol Penghantar. *Jakarta: PT PLN (Persero)*.
- Stephen J. Chapman. (2012). "Electric Machine Fundamentals, Fifth Edition."
- Saputro, M. S. A., Prasetyono, S., & Ghozali, M. (2021). Analisa Koordinasi Setting Ground Fault Relai terhadap Hubung Singkat 1 Fasa Tanah. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, Vol. 1, No. 2, Oktober 2021, hal. 109–117.
- Suripto, I. S., & Eng, M. (2017). Sistem Tenaga Listrik, In *ELTEK, Vol 11 Nomor 01*.