



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PENGARUH PENGGANTIAN DAN PENGUATAN ISOLASI
NEUTRAL GROUNDING RESISTOR (NGR) 12 OHM TERHADAP
GANGGUAN ARUS NETRAL TRAF0 DAYA 60 MVA
PADA GARDU INDUK TELUK NAGA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

HABIB HANIFIAH
41423110029

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PENGARUH PENGGANTIAN DAN PENGUATAN ISOLASI
NEUTRAL GROUNDING RESISTOR (NGR) 12 OHM TERHADAP
GANGGUAN ARUS NETRAL TRAFU DAYA 60 MVA
PADA GARDU INDUK TELUK NAGA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

UNIVERSITAS

MERCU BUANA
NAMA : HABIB HANIFIAH, A.Md.T
NIM : 41423110029
PEMBIMBING : Ir. HENDRI, S.T., M.T

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

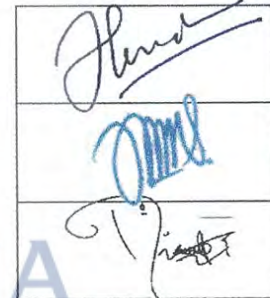
Nama : HABIB HANIFIAH, A.Md.T
NIM : 41423110029
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : PENGARUH PENGGANTIAN DAN PENGUATAN ISOLASI/
NEUTRAL GROUNDING RESISTOR (NGR) 12 OHM
TERHADAP GANGGUAN ARUS NETRAL PADA TRAFODAYA 60 MVA PADA GARDU INDUK TELUK NAGA

Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Ir. Hendri, S.T., M.T.
NUPTK : 0315017501
Ketua Penguji : Julpri Andika, ST., M.Sc
NUPTK : 7055769670130323
Anggota Penguji : Dr. Dian Widi Astuti, ST. MT
NUPTK : 156275665723014



Jakarta, 28 Januari 2025

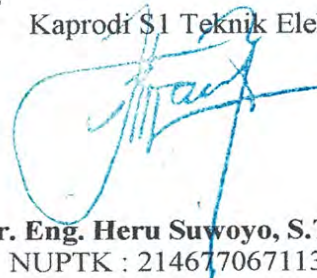
Dekan Fakultas Teknik

Mengetahui,

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.T., M.T
NUPTK : 6639750651230132



Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc
NUPTK : 2146770671130403

HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **HABIB HANIFIAH**
NIM : **41423110029**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis : **PENGARUH PENGGANTIAN DAN Penguatan Isolasi *NEUTRAL GROUNDING RESISTOR (NGR)* 12 OHM TERHADAP GANGGUAN ARUS NETRAL PADA TRAFO DAYA 60 MVA PADA GARDU INDUK TELUK NAGA**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 01 Februari 2025** dengan hasil presentase sebesar **3%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 01 Februari 2025
Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA


Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : HABIB HANIFIAH, A.Md.T
NIM : 41423110029
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : PENGARUH PENGGANTIAN DAN PENGUATAN ISOLASI
NEUTRAL GROUNDING RESISTOR (NGR) 12 OHM
TERHADAP GANGGUAN ARUS NETRAL PADA TRAFU
DAYA 60 MVA PADA GARDU INDUK TELUK NAGA

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 28 Januari 2025



Habib Hanifah

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Neutral Grounding Resistor (NGR) berperan penting dalam sistem kelistrikan untuk meredam gangguan arus netral (*ground fault current*) yang akan mengalir pada belitan trafo daya. Penelitian ini berfokus pada pengaruh penggantian dan penguatan isolasi NGR terhadap keandalan trafo daya 60 MVA di Gardu Induk Teluk Naga. Permasalahan yang ditemukan adalah terjadinya gangguan arus netral sebesar 11,2 kA yang menyebabkan *flashover* sehingga menurunkan nilai resistansi elemen *NGR* dari 12 Ohm menjadi 4,6 Ohm. *Flashover* ini diakibatkan juga oleh nilai resistansi isolasi yang rendah, yaitu 41,9 Mohm, jauh di bawah *standard* yaitu 100 Mohm serta lonjakan arus netral gangguan yang tinggi dalam waktu 0,33 detik.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif dengan cara menghitung perbandingan resistansi elemen *NGR* terhadap arus yang masuk ke trafo daya saat terjadi gangguan arus netral dengan menggunakan *NGR* baru, *NGR Flashover*, tanpa *NGR* serta menjelaskan pengaruh resistansi Isolasi pada *NGR* terhadap *flashover* *NGR* dan mekanisme penggantian *NGR Flashover* dengan *NGR* baru dengan cara *stability* ulang trafo daya.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penggantian *NGR* baru dengan resistansi 12 Ohm sesuai *standard* PT PLN (Persero) mampu menurunkan arus gangguan yang masuk ke trafo daya hingga 0,861 kA, dibandingkan dengan masih menggunakan *NGR flashover* sebesar 2,135 kA, dan jika tanpa *NGR* bernilai 13,135 kA. Selain itu, dilakukan penguatan isolasi agar meningkatkan nilai resistansi isolasi *NGR* menjadi 122 Mohm dan pengujian *stability* proteksi relai diferensial dan *REF* untuk memastikan stabilitas rangkaian *Current Transformer (CT)*. Sehingga pentingnya resistansi elemen dan penguatan isolasi pada *NGR* sebagai langkah untuk meningkatkan keandalan sistem proteksi trafo daya. Implementasi strategi ini tidak hanya mencegah *flashover*, tetapi juga mengurangi dampak gangguan arus netral yang mengalir pada belitan trafo daya, sehingga meningkatkan ketahanan dan umur pakai trafo daya.

Kata Kunci: Arus Netral, *Flashover*, *Neutral Grounding Resistor (NGR)*, Resistansi Elemen, Resistansi Isolasi, Trafo Daya.

ABSTRACT

Neutral Grounding Resistor (NGR) plays an important role in the electrical system to reduce neutral current disturbances (ground fault current) that will flow in the windings of power transformers. This study focuses on the effect of replacing and strengthening NGR insulation on the reliability of a 60 MVA power transformer at the Teluk Naga Substation. The problem found was the occurrence of a neutral current disturbance of 11.2 kA which caused a flashover, thus reducing the resistance value of the NGR element from 12 Ohm to 4.6 Ohm. This flashover was also caused by the low insulation resistance value, which was 41.9 Mohm, far below the standard of 100 Mohm and the high neutral current surge within 0.33 seconds.

This study uses quantitative and descriptive methods by calculating the comparison of the resistance of the NGR element to the current entering the power transformer when a neutral current disturbance occurs using a new NGR, Flashover NGR, without NGR and explaining the effect of Isolation resistance on the NGR on NGR flashover and the mechanism for replacing the Flashover NGR with a new NGR by re-stabilizing the power transformer.

The results of the study showed that replacing the new NGR with a resistance of 12 Ohm according to the PT PLN (Persero) standard was able to reduce the fault current entering the power transformer by up to 0.861 kA, compared to still using the NGR flashover of 2.135 kA, and without the NGR it was worth 13.135 kA. In addition, insulation reinforcement was carried out to increase the insulation resistance value of the NGR to 122 Mohm and testing the stability of the differential relay protection and REF to ensure the stability of the Current Transformer (CT) circuit. So the importance of element resistance and insulation reinforcement on the NGR as a step to improve the reliability of the power transformer protection system. The implementation of this strategy not only prevents flashover, but also reduces the impact of neutral current disturbances flowing in the power transformer windings, thereby increasing the durability and service life of the power transformer.

Keywords: Neutral Current, Flashover, Neutral Grounding Resistor (NGR), Element Resistance, Insulation Resistance, Power Transformer.

KATA PENGHANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa yang telah memberikan segala rahmat, hidayah, dan izin sehingga dapat menyelesaikan laporan akhir dengan judul ini. "PENGARUH PENGGANTIAN DAN PENGUATAN ISOLASI *NEUTRAL GROUNDING RESISTOR (NGR)* 12 OHM TERHADAP GANGGUAN ARUS NETRAL PADA TRAFODAYA 60 MVA PADA GARDU INDUK TELUK NAGA".

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi S1 Teknik Elektro di Universitas Mercu Buana. Penggantian dan penguatan isolasi *Neutral Grounding Resistor (NGR)* 12 Ohm bertujuan untuk mengamankan trafo daya dari arus netral gangguan yang mana fungsi *NGR* yaitu meredam arus gangguan netral yang masuk ke belitan transformer sehingga trafo daya dapat lebih awet dari segi umur maupun kondisi peralatan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini terlaksana dengan adanya bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.,T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta sekaligus Dosen penguji pada saat sidang seminar proposal.
3. Bapak Ir. Hendri, S.T., M.T selaku pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan berdiskusi dengan penulis.
4. Ayah penulis Albadfaikar dan Ibu penulis Yurnita yang senantiasa memberikan doa dan dukungan tiada hentinya kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Syaikhu Mubarak, S.T., M.T selaku *team leader* pada bidang tim pemeliharaan proteksi, metering dan otomasi yang selalu memberikan jawaban dari permasalahan yang penulis hadapi.
6. Rekan-rekan kantor PT PLN ULTG Citra Raya yang selalu membantu mencari data dan menyelesaikan masalah dilapangan terkait pekerjaan penggantian *Neutral Grounding Resistor (NGR)*.
7. Sicomel Nadya Amalia Fitri, S.T yang selalu memberi semangat, saran, dan masukan dalam pembuatan tugas akhir.
8. Sahabat penulis Fachri Septriansyah yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan tugas akhir dan mata pelajaran yang ada di Universitas Mercu Buana.
9. Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap bahwa hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi ilmu pengetahuan di bidang teknik elektro, khususnya pada *Neutral Grounding Resistor (NGR)* 12 ohm sebagai pengamanan pada trafo daya dan penelitian ini dapat menjadi acuan dan inspirasi bagi penelitian yang serupa di masa yang akan datang.

Akhir kata, Penulis berharap bahwa hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi teknisi elektro dan menjadi kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang transmisi dan elektro.

Jakarta, 28 Januari 2025

Penulis,



Habib Hanifah



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL/COVER	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGHANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan Penelitian	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terkait	5
2.2 Sistem Proteksi.....	10
2.3 Sistem Pentanahan Titik Netral.....	11
2.4 Metode Pentanahan Titik Netral	12
2.4.1 Pentanahan Titik Netral Tanpa Impedansi (<i>Solid Grounding</i>)	12
2.4.2 Pentanahan Titik Netral Melalui Impedansi (<i>Resistance Grounding</i>).....	13
2.5 <i>Neutral Grounding Resistor (NGR)</i>	14
2.6 Klasifikasi <i>Class Current Transformer</i>	18
2.6.1 Class 5P dan 10P (Protection Class).....	18
2.6.2 Class PX dan X.....	19
2.7 Trafo Daya 60 MVA	21
2.8 Relai pada Trafo Daya	24
2.8.1 Relai Diferensial Trafo.....	24
2.8.2 Relai <i>REF</i> (<i>Restricted Earth Fault</i>)	26
2.8.3 <i>OCR</i> (<i>Over Current Relai/Relai Arus Lebih Gangguan Fasa-Fasa</i>)	27
2.8.4 <i>GRF</i> (<i>Ground Relai Fault/ Relai Arus Lebih Gangguan Fasa-Netral</i>).....	29
2.8.5 Relai <i>SBEF</i> (<i>Standby Earth Fault</i>)	30
2.9 Stability Relai Diferensial Trafo Daya.....	33
2.9.1 Stability Proteksi Diferensial Trafo	33

2.9.2 Stability Proteksi <i>REF</i> Trafo.....	35
BAB III	37
METODE PENELITIAN.....	37
3.1 Metodologi Penelitian.....	37
3.2 Objek Penelitian.....	37
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
3.4 Pengambilan Data Penelitian.....	38
3.5 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	40
BAB IV	41
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 Alur gangguan <i>Flashover Neutral Grounding Resistor (NGR)</i>	41
4.2 Data Uji Individu Relai	43
4.2.1 Data Uji Individu Relai <i>OCR LV</i>	43
4.2.2 Data Uji Individu Relai <i>SBEF</i>	45
4.3 Data <i>Neutral Grounding Resistor (NGR)</i>	46
4.3.1 Data <i>Neutral Grounding Resistor (NGR)</i> Sebelum Penggantian.....	46
4.3.2 Data <i>Neutral Grounding Resistor (NGR)</i> Setelah Penggantian.....	47
4.4 Data Pengujian <i>NGR</i>	48
4.4.1 Data Pengujian <i>NGR Flashover</i>	48
4.4.2 Data Pengujian <i>NGR</i> Baru	50
4.5 Perhitungan Gangguan Arus Netral Pada Transformator 60 MVA Terhadap Resistansi Elemen <i>NGR</i>	52
4.5.1 Tanpa menggunakan <i>Neutral Grounding Resistor</i>	52
4.5.2 Menggunakan <i>Neutral Grounding Resistor</i> yang <i>Flashover</i>	53
4.5.3 Menggunakan <i>Neutral Grounding Resistor</i> yang Baru	54
4.6 Pengaruh Resistansi Isolasi <i>NGR</i> Terhadap <i>Flashover NGR</i>	56
4.7 Hasil Stability Diferensial Trafo daya terhadap Penggantian <i>NGR</i>	58
4.7.1 Pengujian Stability Diferensial Kondisi Awal (Stabil).....	58
4.7.2 Pengujian Stability Diferensial Kondisi Ditukar Core CT (Unstabil)	59
4.7.3 Pengujian Stability Diferensial Kondisi Akhir (Final Stabil).....	60
4.8 Hasil Stability <i>REF</i> Trafo daya terhadap Penggantian <i>NGR</i>	60
4.8.1 Pengujian Stability <i>REF HV/LV</i> Kondisi Awal (Stabil).....	61
4.8.2 Pengujian Stability <i>REF HV/LV</i> Kondisi Ditukar Core CT (Unstabil).....	62
4.8.3 Pengujian Stability <i>REF HV/LV</i> Kondisi Akhir (Final Stabil)	62
BAB V.....	64
KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSATAKA	66
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pentanahan Titik Netral Sistem.....	12
Gambar 2. Rangkaian Pengganti Pentanahan Titik Netral Tanpa Impedansi	13
Gambar 3. Rangkaian Pengganti Pentanahan Titik Netral Melalui Impedansi	13
Gambar 4. NGR Metal	14
Gambar 5. NGR Liquid.....	15
Gambar 6. Rangkaian NGR terhadap Transformator dan Grounding	16
Gambar 7. Nameplate NGR pada Gardu Induk Teluk Naga Trafo #2.....	17
Gambar 8. Elemen NGR pada Gardu Induk Teluk Naga Trafo #2.....	17
Gambar 9. Respons CT untuk kelas 5P dan 10P.....	19
Gambar 10. Respons dari CT untuk Class PX dan Class X.....	21
Gambar 11. Nameplate Trafo Daya #2 Gardu Induk Teluk Naga	22
Gambar 12. Relai Diferensial Trafo Daya #2 Gardu Induk Teluk Naga	25
Gambar 13. Kondisi Gangguan Luar Relai Diferensial	26
Gambar 14. Kondisi Gangguan Dalam Relai Diferensial.....	26
Gambar 15. Skema Relai REF	27
Gambar 16. Wiring pengujian Stability Diferensial dengan tegangan 380 VAC	34
Gambar 17. Wiring pengujian Stability REF dengan tegangan 220 VAC	35
Gambar 18. NGR Flashover Setelah Kejadian Gangguan Arus Netral	42
Gambar 19. Nameplate Neutral Grounding Resistor Sebelum Penggantian	47
Gambar 20. Nameplate Neutral Grounding Resistor Setelah Penggantian.....	48
Gambar 21. Pentanahan Terhadap Elemen NGR Sebelum Penggantian	49
Gambar 22. Pentanahan Terhadap Body NGR Sebelum Penggantian	49
Gambar 23. Resistansi NGR Ketika Perbaikan Sebelum Penggantian.....	49
Gambar 24. Tahanan Isolasi NGR Sebelum Penggantian	50
Gambar 25. Pentanahan Terhadap Elemen NGR Setelah Penggantian	50
Gambar 26. Pentanahan Terhadap Body NGR Setelah Penggantian.....	51
Gambar 27. Resistansi Elemen Pada NGR Setelah Penggantian.....	51
Gambar 28. Tahanan Isolasi NGR Setelah Penggantian.....	51
Gambar 29. Grafik Resistansi Total.....	55
Gambar 30. Grafik Arus Netral Maksimum ke Trafo Daya	55
Gambar 31. Grafik Arus Netral ke Trafo Daya terhadap Gangguan 11,2 kA	56
Gambar 32. Gambar Sebelum Penguatan Isolasi NGR yang Flashover.....	57
Gambar 33. Gambar Penguatan Isolasi NGR Baru.....	57
Gambar 34. Rangkaian Stability Diferensial Transformer	58
Gambar 35. Rangkaian Stability REF Transformer.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Referensi Terkait.....	5
Tabel 2. Nilai Arus Gangguan pada Relai	41
Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Arus Lebih (OCR LV).....	43
Tabel 4. Hasil Pengujian Individu Relai SBEF.....	45
Tabel 5. Nameplate Neutral Grounding Resistor Sebelum Penggantian	46
Tabel 6. Nameplate Neutral Grounding Resistor (NGR) Setelah Penggantian	47
Tabel 7. Data Pengujian NGR Sebelum Penggantian.....	48
Tabel 8. Data Pengujian NGR Setelah Penggantian	50
Tabel 9. Pengujian Stability Diferensial Kondisi Awal	58
Tabel 10. Pengujian Stability Diferensial Kondisi Unstabil	59
Tabel 11. Pengujian Stability Diferensial Kondisi Final Stabil	60
Tabel 12. Pengujian Stability REF HV/ LV Kondisi Stabiil	61
Tabel 13. Pengujian Stability REF HV/ LV Kondisi Unstabil	62
Tabel 14. Pengujian Stability REF HV/ LV Kondisi Final Stabil	62



DAFTAR SINGKAT DAN ISTILAH

- CT* : *Current Transformer* yaitu perangkat listrik yang digunakan untuk mengukur arus dalam suatu sistem atau rangkaian listrik.
- GFR* : *Ground Fault Relay* yaitu perangkat proteksi listrik yang dirancang untuk mendeteksi gangguan arus yang mengalir ke tanah (*ground fault*) dalam suatu sistem listrik.
- GI* : Gardu Induk yaitu fasilitas utama dalam sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik yang berfungsi sebagai penghubung antara jaringan transmisi tegangan tinggi dan jaringan distribusi tegangan menengah atau rendah.
- kV* : *Kilo Volt* yaitu satuan tegangan listrik dalam Kilo.
- LTI* : *Long Time Invers* yaitu salah satu karakteristik pengaturan proteksi, semakin besar arus yang mengalir melebihi nilai arus nominal, semakin cepat perangkat proteksi akan memutus rangkaian listrik.
- MVA* : *Mega Volt Amper* yaitu satuan daya semu dalam Mega.
- NGR* : *Neutral Grounding Resistor* yaitu sebuah peralatan resistor yang dipasang pada titik netral trafo daya untuk mengontrol arus gangguan ke tanah (*ground fault current*) dalam sistem tenaga listrik.
- OCR* : *Over Current Relay* yaitu perangkat proteksi yang digunakan untuk mendeteksi arus lebih (*overcurrent*) dalam sistem tenaga listrik.
- REF* : *Restricted Earth Fault* yaitu perangkat proteksi dalam sistem kelistrikan yang dirancang untuk mendeteksi gangguan tanah (*earth fault*) pada zona tertentu yang dilindungi
- SBEF* : *Standby Earth Fault* yaitu perangkat proteksi yang digunakan untuk mendeteksi gangguan tanah (*earth fault*) pada sistem listrik yang berada di luar zona proteksi utama atau sebagai cadangan (*standby*) ketika relai utama gagal beroperasi.
- SI* : *Standard Invers* yaitu karakteristik relai yang semakin tinggi arus lebih yang terdeteksi, semakin cepat waktu pemutusan arusnya. Namun, pada arus yang lebih rendah, waktu pemutusan lebih lama.
- SUTM* : Saluran Udara Tegangan Menengah yaitu saluran transmisi listrik yang menggunakan kabel udara untuk menyalurkan listrik dengan tegangan menengah yaitu 20 kV.
- ULTG* : Unit Layanan Transmisi Gardu yaitu perusahaan listrik yang bertanggung jawab untuk mengelola, memelihara, dan mengoperasikan gardu induk serta saluran transmisi listrik yang menghubungkan gardu-gardu tersebut dengan sistem distribusi ke konsumen.