

SKRIPSI
ANALISIS KINERJA RELAY DIFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR
DAYA 60 MVA GARDU INDUK KERAMASAN



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi
Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
JAKA SATRIA WIJAYA
1322095

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026

SKRIPSI

ANALISIS KINERJA RELAY DIFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA GARDU INDUK KERAMASAN



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
JAKA SATRIA WIJAYA
1322095

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2026**

SKRIPSI
ANALISIS KINERJA RELAY DIFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR
DAYA 60 MVA GARDU INDUK KERAMASAN



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
24 Agustus 2026

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
JAKA SATRIA WIJAYA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Dr. Wiwin A Oktaviani, S.T., M.Sc
NIDN. 0002107302

Penguji 1

Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

Pembimbing 2

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

Penguji 2

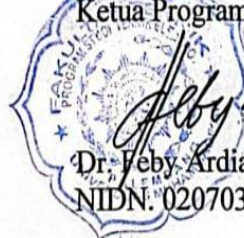
Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Ir. A. Munaidi, M.T
NIDN. 0202026502

Menyetujui
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwasanya didalam skripsi tersebut tidak didapat karya yang pernah diajukan guna mendapatkan gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang wawasan saya pula tidak didapat karya ataupun gagasan yang sudah ditulis ataupun diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu didalam naskah tersebut serta disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 04 Mei 2026

Yang membuat pernyataan



METERAI
TEMPEL
03589ADN146032106

Jaka Satria Wijaya

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah Adalah benar”
(Q.S Ar-Rum: 60)

“Apa yang melewatkanmu tidak akan menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan
untukku, tidak akan pernah melewatkanmu”
(Umar bin khattab)

Skripsi ini persembahkan kepada :

1. Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, kesehatan, kemudahan, kekuatan, dan pertolongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kepada cinta pertama saya Mama Sri Mardalena yang kasih nya tak terhingga, yang rasa sayang nya tak terukur, dan setiap doanya yang menjadi tangga untuk saya melangkah, dan inilah menjadi alasan penulis untuk terus berjuang sampai sekarang.
3. Kepada seorang laki-laki yang mengajarkan arti tanggung jawab, dan menyelesaikan apa yang telah kita mulai, untuk Papa saya Ardiansyah, tanpa beliau penulis bukan apa-apa.
4. Kepada saudari saya Tiara Sartika sekaligus menjadi tempat penulis untuk berkeluh kesah, dan memiliki tujuan yang sama yaitu membahagiakan Mama dan Papa.
5. Kepada pembimbing skripsi 1 saya Dr.wiwin A Oktaviani, S. T,M.sc dan pembimbing skripsi 2 saya bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng terimakasih penulis ucapkan atas ilmu serta bimbingan nya dalam proses penulisan skripsi ini, ilmu ini akan sangat bermanfaat bagi penulis kedepanya.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Dan Staf Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

7. Serta kepada teman saya dan sekaligus menjadi keluarga penulis Malini, Zenitha, Acin, Devi, Dwindi, Meyta, Ayub, Miftah, Aldo, terimakasih untuk setiap tawa, canda, dan kebersamaan nya yang selalu ada saat penulis butuhkan, dan untuk kedepanya kami akan besinar dengan cara kami masing-masing.
8. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada seorang laki-laki yang berjuang dalam diam dan tanpa henti, seorang laki-laki sederhana dengan Impian yang tinggi, namun sulit ditebak isi hati dan pikirannya. Terimakasih untuk penulis ini yaitu diri ku sendiri, Jaka Satria Wijaya. Anak bungsu yang sedang beranjak 21 tahun yang terkenal keras kepala dan terkadang sifatnya seperti anak kecil pada umumnya. Terimakasih telah turut hadir di dunia ini, telah bertahan sejauh ini, dan terimakasih telah berani menjadi diri sendiri.aku bangga untuk setiap Langkah kecil yang saya ambil, walau terkadang harapan tidak sesuai dengan yang diinginkan, tetaplah belajar menerima dan bersyukur atas apa yang di berikan. Rayakan apapun dalam dirimu dan jadikan dirimu bersinar Dimana pun saya bertumbuh. Aku berdoa, semoga Langkah dari kaki kecil ku selalu di perkuat, dikelilingi oleh orang-orang hebat, dan menjadi bagian hebat dari mereka, serta mimpi ku satu persatu akan terjawab

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Alloh SWT, atas rahmat serta karunia-Nya jualah penulis bisa menuntaskan skripsi tersebut melalui judul **ANALISIS KINERJA RELAY DIFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA GARDU INDUK KERAMASAN** yang disusun guna persyaratan memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Dalam kesempatan tersebut penulis secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada,

1. Ibu Dr.Wiwin A Oktaviani, S.T,M.Sc, selaku Pembimbing I
2. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing II

serta tak lupa pula penulis mengucapkan terimakasih kepada,

1. Bapak Prof Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak serta Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak serta Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Yang sudah banyak membantu penulis baik secara moril ataupun material didalam menuntaskan skripsi tersebut, semoga amal baik yang diberi ke penulis meraih imabalan yang selaras dari Alloh SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi tersebut jauh pada sempurna, maka dari itu, kritik serta anjuran dari pembaca akan

penulis terima amat senang hati. Semoga skripsi tersebut bisa berguna terkhususnya bagi penulis sendiri serta umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Study Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 04 Mei 2026
Penulis,

Jaka Satria Wijaya

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian setting relay diferensial serta menilai kinerja sistem proteksi pada transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Keramasan. Metode penelitian dilakukan melalui pengumpulan data teknis transformator, data Current Transformer (CT), parameter setting relay, dan hasil pengujian relay diferensial. Analisis meliputi perhitungan arus nominal transformator, arus sekunder CT, arus operasi (I_{op}), arus restrain (I_r), karakteristik slope, serta waktu kerja relay. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh arus kerja minimum sebesar 1,341 A dengan nilai setting Slope 1 sebesar 30% dan Slope 2 sebesar 70%. Pada pengujian karakteristik diferensial, nilai arus operasi berada pada rentang 1,217–21,911 A, sedangkan arus restrain berada pada rentang 2,3795–18,923 A. Hasil pengujian waktu kerja relay pada fasa R, S, dan T menunjukkan rentang waktu 0,0370–0,0410 detik. Pemeriksaan kondisi visual peralatan, circuit, hasil pengujian, dan function test relay menunjukkan kondisi baik. Berdasarkan hasil tersebut, relay diferensial dapat merespons perubahan arus pengujian dengan baik dan mendukung fungsi proteksi transformator sesuai kondisi pengujian yang dilakukan.

Kata Kunci : Transformator Daya, *Relay Diferensial*, Arus Operasi, Arus Restrain, Slope, Gardu Induk.

ABSTRACT

This study aims to achieve differential relay settings and assess the performance of the protection system on a 60 MVA power transformer at the Keramasan Substation. The research method is carried out through collecting transformer technical data, Current Transformer (CT) data, relay parameter settings, and differential relay test results. The analysis includes calculating the transformer nominal current, CT secondary current, operating current (I_{op}), holding current (I_r), slope characteristics, and relay working time. Based on the test results, a minimum working current of 1.341 A was obtained with a Slope 1 setting value of 30% and Slope 2 of 70%. In the differential characteristic test, the operating current value was in the range of 1.217–21.911 A, while the controlled current was in the range of 2.3795–18.923 A. The results of the relay working time test on the R, S, and T phases showed a time range of 0.0370–0.0410 seconds. Visual inspection of the equipment, circuit, test results, and relay function tests showed good condition. Based on these results, the differential relay can respond well to changes in test current and support the transformer's protective function according to the test conditions.

Keywords: Power Transformer, *Differential Relay*, Operating Current, Restraining Current, Slope, Substation.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
.BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gardu Induk.....	4
2.1.1 Pengertian Gardu Induk	4
2.1.2 Fungsi Gardu Induk	5
2.2 Transformator Daya	6
2.2.1 Pengertian Transformator Daya	6
2.2.2 Prinsip Kerja Transformator.....	6
2.2.3 Konstruksi Transformator Daya.....	7
2.2.4 Spesifikasi Transformator Daya.....	12
2.2.5 Standar Transformator Daya Berdasarkan IEC 60076-1	13
2.3 Sistem Proteksi Transformator	14
2.3.1 Pengertian Sistem Proteksi Transformator.....	14
2.4 Relay Diferensial	14
2.4.1 Pengertian Relay Diferensial.....	14
2.4.2 Prinsip Kerja Relay Diferensial	14

2.4.3 Karakteristik Relay Diferensial.....	15
2.4.4 Daerah Proteksi Relay Diferensial.....	15
2.4.5 Keunggulan Dan Kelemahan Relay Diferensial	15
2.4.6 Perbedaan Proteksi Diferensial Dengan Proteksi Transformator Lainnya	17
2.5 Current Transformator (CT)	18
2.5.1 Standar Instrument Transformator	18
2.6 Perhitungan relay diferensial.....	19
2.6.1 Arus Nominal Transformator Sisi HV.....	19
2.6.2 Perhitungan Arus Nominal Sisi LV	20
2.6.4 Perhitungan Arus Sekunder CT Sisi LV	21
2.6.5 Perhitungan Arus Operasional <i>I_{op}</i>	22
2.6.6 Perhitungan Arus Restrain <i>I_r</i>	22
2.6.7 Perhitungan Rata-Rata Waktu Kerja	23
2.7 Latar Penelitian	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu	26
3.2 Metode Penelitian.....	27
3.3 Alat dan Bahan	28
BAB 4	29
DATA, PERHITUNGAN, ANALISA	29
4.1 Data Penelitian	29
4.1.1 Data Objek Penelitian	30
4.1.2 Data Nameplate Transformator	30
4.1.4 Data Setting Relay Diferensial.....	33
4.1.5 Single Line Diagram Gardu Induk Keramasan.....	34
4.1.6 Data Hasil Pengujian Relay Diferensial.....	36
4.2 Perhitungan	40
4.2.1 Perhitungan Arus Nominal Sisi Tegangan Tinggi (HV).....	41
4.2.2 Perhitungan Arus Nominal Sisi Tegangan Rendah (LV).....	41
4.2.3 Perhitungan Arus Sekunder CT Sisi Tegangan Tinggi (HV)	42
4.2.4 Perhitungan Arus Sekunder CT Sisi Tegangan Rendah (LV)	43
4.2.5 Perhitungan Arus Operasi <i>I_{op}</i>	43
4.2.6 Perhitungan Arus Restrain <i>I_r</i>	45

4.2.7 Perhitungan Rata-Rata Waktu Kerja Relay	46
4.3 Analisis Hasil Perhitungan Dan Pengujian Relay Diferensial	48
4.3.1 Analisis Arus Nominal Transformator	48
4.3.2 Analisis Arus Sekunder Current Transformator	49
4.3.3 Analisis Data Setting Relay Diferensial.....	50
4.3.4 Analisis Arus Operasi (<i>I_{op}</i>) Dan Arus Restrain (<i>I_r</i>).....	51
4.3.5 Analisis Hasil Pengujian Arus Kerja Minimum	51
4.3.6 Analisis Waktu Kerja Relay Diferensial.....	52
4.3.7 Analisis Kondisi Pemeriksaan Dan Function Test Relay	53
4.3.8 Evaluasi Kinerja Relay Diferensial Berdasarkan Hasil Perhitungan Dan Pengujian.....	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gardu Induk 150KV	5
Gambar 2. 2 Inti Besi Transformator	7
Gambar 2. 3 Kumparan Transformator	7
Gambar 2. 4 Minyak Transformator	9
Gambar 2. 5 Bushing	9
Gambar 2. 6 Tangki Transformator	10
Gambar 2. 7 Konsektor	10
Gambar 2. 8 Breather	10
Gambar 2. 9 Current Transformator	18
Gambar 3. 1 Kantor PLN IP Keramasan	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir	27
Gambar 4. 1 Single Line Diagram Gardu Induk Keramasan	34

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Objek Penelitian.....	30
Tabel 4. 2 Data Name Plate Transformator	31
Tabel 4. 3 Data Current Transformator	32
Tabel 4. 4 Data Setting Relay Diferensial	33
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Arus Kerja Minimum	36
Tabel 4. 6 Data Pengujian Karakteristik Relay Diferensial	37
Tabel 4. 7 Data Waktu Kerja Relay	38
Tabel 4. 8 Data Hasil Pemeriksaan Relay	39
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Arus Operasi	44
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Arus Restrained	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L. 1 data setelan relay trafo	59
Lampiran L. 2 Gardu Induk Keramasan	60
Lampiran L. 3 Transformator 60 MVA	60
Lampiran L. 4 Lingkungan Transformator	61
Lampiran L. 5 Relay Micom P632.....	61
Lampiran L. 6 Kondisi Relay Micom P632	62
Lampiran L. 7 Area Pembangkit GI Keramasan	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik ialah keperluan utama yang mendukung berbagai kegiatan penduduk, industri, dan sektor pelayanan publik. Dalam sistem tenaga listrik, transformator daya memiliki peranan penting sebagai peralatan yang berperan guna mentransformasikan energy listrik pada satu tingkat tegangan ke tingkat tegangan lainnya sehingga penyaluran daya dapat dilakukan secara efisien. Karena perannya yang sangat vital, transformator daya harus dilengkapi dengan sistem proteksi yang andal agar terhindar dari kerusakan akibat gangguan yang dapat mengganggu kontinuitas penyaluran tenaga listrik.(Hafni, 2022)

Transformator daya dapat mengalami gangguan, baik yang bersifat internal maupun eksternal. Jika transformator tidak segera dipisahkan dari sistem, masalah internal—seperti hubung singkat antar-lilitan, kegagalan isolasi, dan gangguan fase-ke-tanah—dapat menyebabkan kerusakan serius. Untuk meminimalkan kerusakan peralatan dan menjaga keandalan sistem tenaga listrik, diperlukan sistem proteksi yang mampu mendeteksi gangguan secara cepat, akurat, dan selektif (Farabi & Putri, 2022). Relai diferensial merupakan salah satu mekanisme proteksi utama yang digunakan untuk transformator daya. Relai ini memanfaatkan *Current Transformer* (CT) pada sisi primer dan sekunder untuk membandingkan arus yang masuk dan keluar dari zona proteksi transformator. Relai tidak akan bekerja selama arus pada kedua sisi transformator dalam keadaan seimbang. Sebaliknya, jika terjadi gangguan internal di dalam zona proteksi, akan timbul arus diferensial yang memicu relai untuk mengirimkan perintah *trip* ke *Circuit Breaker* (CB) guna memutus hubungan transformator dari sistem. Relai diferensial dapat merespons gangguan internal transformator dengan relatif cepat karena cara kerjanya tidak bergantung pada relai lainnya.(Hafni, 2022)

Keandalan relay diferensial dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain rasio Current Transformer (CT), error mismatch, arus diferensial, arus restrain, nilai slope, serta arus setting relay. Ketidaksesuaian parameter-parameter tersebut dapat menyebabkan relay gagal bekerja saat terjadi gangguan atau bahkan mengalami salah operasi (maloperation) pada kondisi normal. Oleh karena itu, evaluasi dan analisis kinerja relay diferensial sangat diperlukan guna memperlihatkan maka system proteksi transformator mampu bekerja selaras peran yang diinginkan. (Keumala dkk., 2021)

Gardu Induk Keramasan yakni bagian gardu induk yang mempunyai peranan krusial didalam penyaluran tenaga listrik. Transformator daya 60 MVA yang beroperasi pada gardu induk tersebut harus memiliki sistem proteksi yang andal guna menjaga kontinuitas pelayanan serta menangkak kerusakan dampak gangguan internal. Dari sebabnya, mesti dilaksanakan Analisa atas performa relay diferensial yang digunakan sebagai proteksi utama transformator guna mengetahui kesesuaian setting relay, karakteristik kerja relay, serta kemampuan relay dalam mendeteksi gangguan internal secara efektif.

1.2 Tujuan Penelitian

Berlandaskan latar belakang yang sudah dijabarkan, penelitian tersebut bermaksud guna:

1. Mengevaluasi kesesuaian setting relay diferensial.
2. Mengetahui Tingkat keamanan transformator.
3. Menghitung parameter kelistrikan transformator daya 60 MVA

1.3 Batasan Masalah

Guna menjaga focus serta arah penelitian supaya tetap selaras melalui yang telah ditetapkan, bahwa Batasan masalah dalam penelitiannya disusun sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada transformator daya 60 MVA.
2. Focus pada relay diferensial sebagai proteksi utama transformator.
3. Tidak membahas sistem proteksi transmisi secara keseluruhan.
4. Analisis dilakukan berdasarkan data operasional dan perhitungan teknis.

1.4 Sistematika Penulisan

Guna memberi gambaran yang jelas tentang isi penelitian serta memudahkan didalam memahami alur penulisan, maka sistematika penulisan didalam penelitiannya disusun yakni:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan sebagai gambaran umum arah penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab tersebut berisikan teori-teori yang relevan dengan penelitian, seperti rasio Current Transformator (CT), error mismatch, arus diferensial, arus restrain, nilai slope, serta arus setting relay, serta metode analisis kuantitatif deskriptif dalam analisis kinerja Relay Diferensial. Selain itu, disajikan pula penelitian terdahulu yang mendukung serta jadi dasar dalam penelitiannya.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi jenis dan pendekatan penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data yang digunakan, tahapan penelitian, serta metode analisis menggunakan Kuantitatif Deskriptif. Pada bab ini juga dijelaskan proses simulasi dan perhitungan yang dilakukan.

BAB 4 DATA PERHITUNGAN DAN ANALISA

Pada bab ini berisi data-data yang didapatkan dari pengujian Relay Diferensial pada Gardu Induk Keramasan.

Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi Kesimpulan serta saran dari hasil perhitungan dan pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambabunga, Y. A. M., Masiku, H., & Sampetoding, E. A. M. (2021). Karakteristik Transformator 3 Fasa (Hubung Bintang Dan Delta) Pada Sistem Tenaga Listrik Ac: 3 Phasa Transformer Characteristics (Star And Delta Relationships) In Ac Power System. *Journal Dynamic Saint*, 6(1), 12–18. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v6i1.1195>
- Farabi, S. M., & Putri, R. (2022a). *Analisis Sistem Proteksi Differential Relay Pada Transformator Daya 60 Mva Di Gardu Induk Langsa Menggunakan Simulink Matlab. 11.*
- Farabi, S. M., & Putri, R. (2022b). *Analisis Sistem Proteksi Differential Relay Pada Transformator Daya 60 Mva Di Gardu Induk Langsa Menggunakan Simulink Matlab. 11.*
- Gunawan, S. M., Santosa, J., & Siwalankerto, J. (t.t.). *Analisa Perancangan Gardu Induk Sistem Outdoor 150 kV di Tallasa, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan.*
- Hafni, F. (t.t.). *Studi Analisa Rele Differensial Pada Proteksi Transformator 60 MVA Gardu Induk Pauh Limo.*
- Ilma, M., Syah, E., Salahuddin, S., Bintoro, A., & Asri, A. (2024). Penggunaan Rele Diferensial Sebagai Proteksi Gangguan Transformator Daya 60 Mva Di Gardu Induk Langsa. *Jurnal Energi Elektrik*, 13(1). <https://doi.org/10.29103/jee.v13i1.18042>
- Keumala, D., Bintoro, A., Salahuddin, S., & Yusdartono, H. M. (2021). Analisis Penggunaan Rele Diferensial Sebagai Proteksi Transformator 66 Mva Di Pltmg Sumbagut 2 Peaker Power Plant 250 Mw. *Jurnal Energi Elektrik*, 9(2), 9. <https://doi.org/10.29103/Jee.V10i1.4221>
- Minhaz Tolibin & Mohammad Fatkhurrokhman. (2025). Pemeliharaan CT(Current Transformer) sebagai Konversi Arus pada Gardu Induk Rangkas Kota 70 KV. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 4(1), 332–342. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v4i1.4871>
- Nugraha, R. R., Priatna, E., & Nurdiansyah, R. (t.t.). *Analisis Perkiraan Sisa Umur Transformator Daya IBT II 500 MVA Berdasarkan Kondisi Beban dan Suhu pada Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV Tasikmalaya. 06(1).*
- Saragih, D. R. D., Situmeang, U., & Zulfahri. (2022). Studi Pengaruh Pembebanan Terhadap Umur Transformator Daya #1 150/20 KV Pada Gardu Induk Teluk Lembu PT. PLN (Persero) UPT Pekanbaru. *SainETIn : Jurnal Sains*,

Energi, Teknologi, dan Industri, 7(1), 1–6.
<https://doi.org/10.31849/sainetin.v7i1.6223>

Sulistyowati, Sucipto, H., & Wijatmono. (2022). Analisis Komparasi Differential Relay Dan Overall Differential Relay Sebagai Proteksi Generator Dan Transformator di PT. Indonesia Power Blok 1 PLTGU UP Grati. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 6(2), 55–60.
<https://doi.org/10.33795/elposys.v6i2.115>

International Electrotechnical Commission. 2011. IEC 60076-1: Power Transformers – Part 1: General. Geneva: International Electrotechnical Commission.

International Electrotechnical Commission. 2016. IEC 61869-6: Instrument Transformers – Part 6: Additional General Requirements for Low-Power Instrument Transformers. Geneva: International Electrotechnical Commission.