

**ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY (OCR)*  
DAN *GROUND FAULT RELAY (GFR)* PADA TRANSFORMATOR 1  
GARDU INDUK 150 KV NEW KADIPATEN**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Elektro



Oleh :

Yosep Satria Tohpati

E505.1801479

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2025**

**ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY (OCR)*  
DAN *GROUND FAULT RELAY (GFR)* PADA TRANSFORMATOR 1  
GARDU INDUK 150 KV NEW KADIPATEN**

Oleh

Yosep Satria Tohpati

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Pendidikan  
Teknik dan Industri

© Yosep Satria Tohpati 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak  
ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

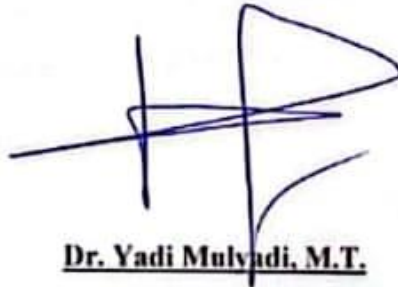
**YOSEP SATRIA TOHPATI**

**E.505.1801479**

**ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* (OCR)  
DAN *GROUND FAULT RELAY* (GFR) PADA TRANSFORMATOR 1  
GARDU INDUK 150 KV NEW KADIPATEN**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing

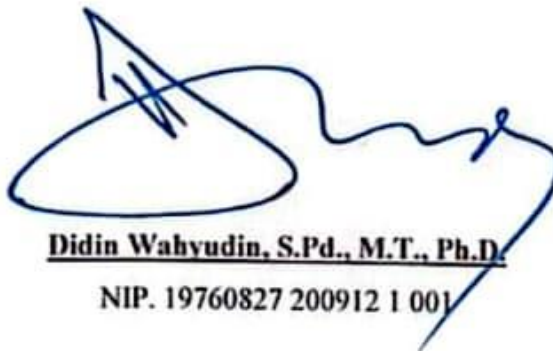


**Dr. Yadi Mulyadi, M.T.**

**NIP. 19630727 199302 1 001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



**Didin Wahyudin, S.Pd., M.T., Ph.D.**

**NIP. 19760827 200912 1 001**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Analisis Koordinasi Proteksi *Over Current Relay (OCR)* dan *Ground Fault Relay (GFR)* Pada Transformator 1 Gardu Induk 150 KV New Kadipaten**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila kemudian hari ditemukan pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini,

Bandung, Juli 2025

Yang Menyatakan,

Yosep Satria Tohpati

NIM 1801479

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa Penulis panjatkan kehadiran Allah Subhana wa Ta'ala atas limpahan rejeki dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Koordinasi Proteksi Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) pada Transformator 60 MVA Gardu Induk 150 KV New Kadipaten”. Skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dari banyak pihak yang telah memberikan doa, dukungan, arahan, saran, serta bantuan moril dan materil, sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat serta membantu dalam proses dan penyusunan skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah Subhana wa Ta'ala atas rahmat, hidayah, dan taufiq-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak dan Mamah Penulis Bapak Entoh Haryanto Tohpati dan Ibu Enok Kiki yang Penulis sangat cintai, terimakasih untuk segalanya kalian adalah orang tua paling hebat di dunia ini.
3. Kakak dan adik penulis yaitu Dedep Anggara Tohpati dan Ajep Trijaya Tohpati yang selalu memberikan semangat, menjadi pendengar yang baik, dan selalu ada kapanpun Penulis butuhkan.
4. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan waktu, ilmu, saran, serta motivasinya kepada Penulis dalam proses pengerjaan skripsi.
5. Ibu Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si., selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Ibu Ir. Hj. Arjuni Budi Pantjawati, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.

7. Kakek (Alm) dan Nenek (Alm) yang selalu memberikan curahan kasih sayangnya. Serta keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan kepada Penulis.
8. Mas Reza, mas Yoga, mas Ade, Pak Hendra, mas Andi, mas Adit selaku mentor penulis dalam proses penelitian yang telah memberikan waktu, ilmu, saran, serta dukungannya. Serta seluruh pihak di PT (PLN) UPT Cirebon, ULTG Cirebon, dan GI New Kadipaten.
9. Dan seluruh rekan-rekan Penulis yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam penyelesaian skripsi.

Semoga Allah Subhana wa Ta'ala senantiasa memberikan kebahagiaan dan kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu Penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Maka dari itu kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk menyempurnakan skripsi ini.

Bandung, Juli 2025

Penulis

## ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh adanya masalah *blackout* yang kerap timbul karena adanya kegagalan sistem proteksi tenaga listrik khususnya pada saluran transmisi di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keandalan sistem proteksi melalui analisis koordinasi relai arus lebih yaitu *Over Current Relay* dan *Ground Fault Relay* pada trafo dengan tegangan 150/20 kV. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan menentukan nilai arus setting dan nilai TMS menggunakan perhitungan manual sebagai variabel pembanding yang dianggap ideal. Untuk kemudian dibandingkan dengan arus setting dan nilai TMS yang ada di lapangan. Penelitian dilakukan di trafo 1 Gardu Induk New Kadipaten 150/20 kV 60 MVA. Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan, ditemukan bahwa arus setting dan nilai TMS pada *Over Current Relay* sisi 150 kV dan 20 kV, serta *Ground fault Relay* sisi 150 kV dan 20 kV tergolong baik dan andal berdasarkan standar yang telah disepakati oleh pihak PLN.

Kata kunci: OCR, GFR, Arus setting, TMS, Keandalan.

## **ABSTRACT**

This research is motivated by the existence of blackout problems that often arise due to the failure of the electrical power protection system, especially on transmission lines in Indonesia. This study aims to determine the reliability of the protection system through the analysis of overcurrent relay coordination, namely over current relay and ground fault relay on a transformer with a voltage of 150/20 kV. The method used is a quantitative method by determining the setting current value and TMS value using manual calculations as a comparative variable that is considered ideal. to then be compared with the setting current and TMS value in the field. The study was conducted at transformer 1, new kadipaten substation 150/20 kV 60 MVA. Based on the research conducted, it was found that the setting current and TMS value on the 150 kV and 20 kV side over current relays, as well as the 150 kV and 20 kV side ground fault relays are classified as good and reliable based on the standards agreed upon by the PLN.

Keywords: OCR, GFR, Setting Current, TMS, Reliability

## DAFTAR ISI

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....                   | i    |
| PERNYATAAN.....                                   | ii   |
| KATA PENGANTAR .....                              | iii  |
| ABSTRAK .....                                     | v    |
| ABSTRACT .....                                    | vi   |
| DAFTAR ISI.....                                   | vii  |
| DAFTAR GAMBAR .....                               | xi   |
| DAFTAR TABEL .....                                | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                              | xiii |
| BAB I    PENDAHULUAN .....                        | 1    |
| 1.1    Latar Belakang Penelitian .....            | 1    |
| 1.2    Rumusan Masalah Penelitian .....           | 3    |
| 1.3    Tujuan Penelitian.....                     | 5    |
| 1.4    Manfaat Penelitian.....                    | 6    |
| 1.5    Sistematika Penelitian .....               | 6    |
| BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....                  | 8    |
| 2.1    Penelitian Terdahulu.....                  | 8    |
| 2.2    Landasan Teori .....                       | 9    |
| 2.2.1    Sistem Tenaga Listrik .....              | 9    |
| 2.2.1.1    Sistem Pembangkit Tenaga Listrik.....  | 10   |
| 2.2.1.2    Sistem Transmisi Tenaga Listrik .....  | 10   |
| 2.2.1.3    Sistem Distribusi Tenaga Listrik ..... | 11   |
| 2.2.2    Sistem Proteksi.....                     | 11   |
| 2.2.2.1    Definisi Sistem Proteksi.....          | 11   |

|         |                                                           |    |
|---------|-----------------------------------------------------------|----|
| 2.2.2.2 | Komponen Sistem Proteksi.....                             | 12 |
| 2.2.2.3 | Elemen Sistem Proteksi .....                              | 13 |
| 2.2.2.4 | Persyaratan Sistem Proteksi.....                          | 14 |
| 2.2.2.5 | Proteksi Utama dan Cadangan.....                          | 15 |
| 2.2.2.6 | Relai Arus Lebih ( <i>Over Current Relay</i> ) .....      | 17 |
| 2.2.2.7 | Ground Fault Relay (GFR) .....                            | 23 |
| 1.      | Definisi Ground Fault Relay (GFR) .....                   | 23 |
| 2.2.3   | Gardu Induk (GI).....                                     | 25 |
| 2.2.3.1 | Definisi Gardu Induk .....                                | 25 |
| 2.2.3.2 | Klasifikasi Gardu Induk (GI).....                         | 26 |
| 2.2.4   | Transformator.....                                        | 29 |
| 2.2.4.1 | Definisi Transformator .....                              | 29 |
| 2.2.4.2 | Prinsip Kerja Transformator .....                         | 30 |
| 2.2.4.3 | Klasifikasi Transformator .....                           | 30 |
| 2.2.4.4 | Bagian Bagian Transformator dan Fungsinya .....           | 32 |
| 2.2.4.5 | Proteksi Transformator Daya.....                          | 36 |
| 2.2.5   | Gangguan Hubung Singkat Pada Transformator Daya.....      | 37 |
| 2.2.5.1 | Pengertian Gangguan Hubung Singkat.....                   | 37 |
| 2.2.5.2 | Klasifikasi Gangguan Hubung Singkat .....                 | 38 |
| 2.2.5.3 | Analisis Arus Hubung Singkat .....                        | 40 |
| 2.2.6   | ETAP.....                                                 | 47 |
| 2.2.6.1 | Definisi ETAP.....                                        | 47 |
| 2.2.6.2 | Fungsi dan Kegunaan ETAP.....                             | 47 |
| 2.2.6.3 | Versi ETAP 19.0.1 .....                                   | 48 |
| 2.2.6.4 | Alasan Pemilihan ETAP 19.0.1 dalam Studi Sistem Tenaga .. | 49 |
| 2.2.6.5 | Kelebihan ETAP 19.0.1 .....                               | 49 |

|         |                                                                     |    |
|---------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.6.6 | Peran ETAP dalam Penyusunan Skripsi.....                            | 50 |
| BAB III | METODE PENELITIAN .....                                             | 51 |
| 3.1     | Desain Penelitian .....                                             | 51 |
| 3.2     | Metode dan Pendekatan Penelitian.....                               | 52 |
| 3.3     | Lokasi dan Objek Penelitian.....                                    | 53 |
| 3.4     | Instrument Penelitian.....                                          | 54 |
| 3.4.1   | Spesifikasi Transformator .....                                     | 54 |
| 3.4.2   | Data Arus Hubung Singkat .....                                      | 55 |
| 3.4.3   | Data di sisi high voltage 150KV .....                               | 55 |
| 3.4.4   | Data Disisi Low Voltage 20 KV .....                                 | 56 |
| 3.5     | Prosedur Penelitian .....                                           | 58 |
| 3.5.1   | Identifikasi Permasalahan .....                                     | 59 |
| 3.5.2   | Pengumpulan Data .....                                              | 59 |
| 3.5.3   | Pengolahan Data.....                                                | 62 |
| 3.5.3.1 | Perhitungan Matematis .....                                         | 63 |
| 3.5.3.2 | Simulasi .....                                                      | 69 |
| 3.6     | Analisis .....                                                      | 70 |
| BAB IV  | TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....                                         | 73 |
| 4.1     | Temuan.....                                                         | 73 |
| 4.1.1   | Perbandingan Nilai Arus Setting dan Nilai TMS OCR Sisi 150 kV.....  | 74 |
| 4.1.2   | Perbandingan Nilai Arus Setting dan Nilai TMS OCR Sisi 20 kV .....  | 75 |
| 4.1.3   | Perbandingan Nilai Arus Setting dan Nilai TMS GFR Sisi 150 kV ..... | 77 |
| 4.1.4   | Perbandingan Nilai Arus Setting dan Nilai TMS GFR Sisi 20 kV .....  | 78 |
| 4.2     | Pembahasan .....                                                    | 80 |
| 4.2.1   | Pemodelan Menggunakan <i>Software</i> ETAP .....                    | 80 |
| 4.2.2   | Keandalan OCR Sisi 150 kV.....                                      | 83 |

|       |                                          |    |
|-------|------------------------------------------|----|
| 4.2.3 | Keandalan OCR Sisi 20 kV.....            | 85 |
| 4.2.4 | Keandalan GFR Sisi 150 kV .....          | 86 |
| 4.2.5 | Keandalan GFR Sisi 20 kV .....           | 87 |
| BAB V | SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI..... | 89 |
| 5.1   | Simpulan.....                            | 89 |
| 5.2   | Implikasi .....                          | 89 |
| 5.3   | Rekomendasi .....                        | 90 |
|       | DAFTAR PUSTAKA .....                     | 91 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar II-1 Diagram satu garis sistem tenaga listrik [5] .....              | 9  |
| Gambar II-2 skema sistem tenaga listrik.....                                | 10 |
| Gambar II-3 Komponen-komponen sistem proteksi tenaga listrik .....          | 12 |
| Gambar II-4 Karakteristik Relai Arus Lebih Waktu Tertentu (Definite) .....  | 17 |
| Gambar II-5 Karakteristik Relai Arus Lebih Terbalik ( <i>Invers</i> ) ..... | 18 |
| Gambar II-6 Karakteristik Relai Arus Lebih Waktu Seketika .....             | 19 |
| Gambar II-7 Gardu Induk.....                                                | 26 |
| Gambar II-8 Transformator.....                                              | 29 |
| Gambar III-1 Diagram Alir Proses Penormalan Gangguan .....                  | 51 |
| Gambar III-2 Lokasi GI 150 kV New Kadipaten.....                            | 53 |
| Gambar III-3 Lokasi ULTG Cirebon .....                                      | 53 |
| Gambar III-4 <i>SLD</i> GI New Kadipaten 150 kV .....                       | 54 |
| Gambar III-5 Prosedur penelitian.....                                       | 58 |
| Gambar III-6 Pengumpulan Data .....                                         | 60 |
| Gambar III-7 Diagram Pengolahan Data .....                                  | 62 |
| Gambar III-8 diagram alir simulasi ETAP.....                                | 70 |
| Gambar III-9 diagram analisis data.....                                     | 71 |
| Gambar IV-1 Grafik Perbandingan Nilai Arus Setting OCR sisi 150 kV .....    | 74 |
| Gambar IV-2 Grafik Perbandingan Nilai TMS OCR Sisi 150 kV.....              | 75 |
| Gambar IV-3 Perbandingan Nilai Arus Setting OCR Sisi 20 kV .....            | 76 |
| Gambar IV-4 Grafik Perbandingan Nilai TMS OCR Sisi 20 kV.....               | 76 |
| Gambar IV-5 Grafik Perbandingan Nilai Arus Setting GFR Sisi 150 kV .....    | 77 |
| Gambar IV-6 Grafik Perbandingan Nilai TMS GFR Sisi 150 kV .....             | 78 |
| Gambar IV-7 Grafik Perbandingan Nilai Arus Setting GFR Sisi 20 kV .....     | 79 |
| Gambar IV-8 Grafik Perbandingan Nilai TMS Sisi 20 kV .....                  | 80 |
| Gambar IV-9 Pemodelan OCR dan GFR dalam ETAP .....                          | 81 |
| Gambar IV-10 Simulasi Gangguan Pada Bus 150 kV .....                        | 82 |
| Gambar IV-11 Simulasi Gangguan Pada Bus 20 kV .....                         | 83 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel II-1 Koefisien Time Dial.....                                 | 21 |
| Tabel III-1 Spesifikasi Transformator.....                          | 54 |
| Tabel III-2 Data Arus Hubung Singkat.....                           | 55 |
| Tabel III-3 Data OCR 150kV.....                                     | 55 |
| Tabel III-4 Data GFR 150 kV .....                                   | 55 |
| Tabel III-5 Data CT 150 kV .....                                    | 56 |
| Tabel III-6 Data PMT 150 kV.....                                    | 56 |
| Tabel III-7 Data OCR 20 kV .....                                    | 57 |
| Tabel III-8 Data GFR 20kV .....                                     | 57 |
| Tabel III-9 Data CT 20 kV .....                                     | 57 |
| Tabel III-10 Data PMT 20 kV .....                                   | 57 |
| Tabel IV-1 Perbandingan Data Nilai Arus Setting dan Nilai TMS ..... | 73 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1 Surat Tugas Dosen Pembimbing .....               | 94  |
| Lampiran 2 Surat Pengantar Penelitian.....                  | 95  |
| Lampiran 3 Diagram Satu Garis GI New Kadipaten 150 kV ..... | 96  |
| Lampiran 4 .....                                            | 96  |
| Lampiran 5 Diagram Satu Garis Transformator 1 .....         | 97  |
| Lampiran 6 Transformator 1 GI New Kadipaten 150 kV .....    | 98  |
| Lampiran 7 Data Arus Hubung Singkat Jawa Bali .....         | 99  |
| Lampiran 8 OCR dan GFR sisi 150 kV .....                    | 100 |
| Lampiran 9 Arus Setting OCR 150 kV .....                    | 101 |
| Lampiran 10 TMS OCR 150 kV .....                            | 102 |
| Lampiran 11 Arus Setting OCR 20 kV .....                    | 103 |
| Lampiran 12 TMS OCR 20 kV .....                             | 104 |
| Lampiran 13 Arus Setting GFR 150 kV .....                   | 105 |
| Lampiran 14 Arus Setting GFR 20 kV .....                    | 106 |
| Lampiran 15 TMS GFR 20 kV .....                             | 107 |
| Lampiran 16 OCR dan GFR sisi 20 kV .....                    | 108 |
| Lampiran 17 PMT .....                                       | 109 |
| Lampiran 18 CT .....                                        | 110 |
| Lampiran 19 Laporan Teknik.....                             | 111 |
| Lampiran 20 Setting Arus dan TMS OCR dan GFR .....          | 112 |

## DAFTAR PUSTAKA

- Sugesti, L., Afandi, A.N., Putranto, H. (2018). Setting Analysis of Over Current Relay and Ground Fault Relay on Transformer Protection System High Voltage Substation System. Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar, 27-31.
- Sansuadi. & Mazdiah, Nur. (2023). Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2023. Edisi No. 37: Sekretaris Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan.
- Karyana. (2013). Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali. PT PLN (Persero).
- Suripto, I. (2017). Sistem Tenaga Listrik. ELTEK, Vol 11 Nomor 01, 1-293.
- Kezunovic, M. (2004). Fundamentals of Power System Protection. Elsevier Inc.
- Corio, D. dkk. (2023). Perencanaan dan Operasi Sistem Tenaga Listrik. ITERA Press: Institut Teknologi Sumatera.
- Singh, S.N. (2012). Electric Power Generation, Transmission and Distribution. Asoke K. Ghosh: Indian Institute of Technology Kanpur.
- Syahputra, R. (2016). Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik. LP3M UMY Yogyakarta. 249-256.
- Gonen, T. (2009). Electric Power Transmission System Engineering Analysis and Design. CRC Press: Taylor & Prancis Group.
- Fikri, A., Rudito, H., & Usman. (2021). Analisis Pengujian Pemutus Tenaga (PMT) Bay Punagaya dalam Pemeliharaan Dua Tahunan di Gardu Induk Talassa. Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika. 2-6.
- Firdaus, A.G., & Hidayat, R. (2021). Analisa Pengujian Kelayakan Operasi Pemutus Tenaga (PMT) 150 kV Bay Penghantar Mandirancan 1 Berdasarkan Parameter Breaker Analyzer di Gardu Induk Sunyaragi. Electrician: Vol.15. 252-267.

Yosep Satria Tohpati, 2025

*ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT RELAY (OCR) DAN GROUND FAULT RELAY (GFR) PADA TRANSFORMATOR 1 GARDU INDUK 150 KV NEW KADIPATEN*  
 Univeritas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Kustanto, H.Y., Suyanto, M., & Hani, S. (2014). Analisis OCR (Over Current Relay) dan GFR (Ground Fault Relay) Pada Transformator Daya 1 (60 MVA) Gardu Induk Bantuk 150 kV Menggunakan Program ETAP. *Journal Elektro*: Vol.1.5 8-68.
- Burhan, M. (2018). Studi Gangguan dan Kinerja Sistem Proteksi Trafo Tenaga Pada GIS dan Gardu Induk Konvensional 150 kV Bontoala. 91-102.
- 28.
- Arka, I.G.P., Mudiana, N., & Abasana, G.K. (2016). Analisis Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang 20 kV dengan Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR). *Jurnal Logic*: Vol.16. 46-52.
- Salam, T.D., & Wiyono, G. (2023). Analisis Koordinasi Proteksi OCR dan GFR Untuk Mengatasi Gangguan Hubung Singkat Pada Transformator Daya di Gardu Induk Medari. *Seminar Nasional Teknik Elektro*: Vol.1. 30-38.
- Rahardani, S.S. (2015). Studi Koordinasi Sistem Proteksi Pada PLTA PT. PJB Unit Pembangkitan Cirata.
- Thaha, S., Indrawan, A.W., & Pongkiding, Y.J. (2022). Analisis Sistem Koordinasi Proteksi Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault relay (GFR) tegangan 20 kV Bay Trafo Pada Gardu Induk Sanga-Sanga Kalimantan Timur. *Journal Teknologi Elektri*: Vol. 19. 116-122.
- Saputro, M., Prasetyono, S., & Ghazali, M. (2021). Coordination Analysis of Ground Fault Relay Setting for 1 Phase Ground Short Circuit.
- Hardani., dkk. (2020) Metode Penelitian. Pustaka Ilmu: Pustaka Ilmu Grup.
- Agustian, M.W., & Fauziah, D. (2021). Analisis Setting Distance Relay pada Saluran Transmisi 150 kV bay 1 Gardu Induk New Kadipaten-Rancaekek.