

**ANALISIS PENYETELAN KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN  
RELE GANGGUAN TANAH SEBAGAI PENGAMAN MOTOR INDUKSI,  
KABEL DAN TRAFO PADA SISTEM KELISTRIKAN DI INDUSTRI**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Elektro



Oleh :

**Muhammad Hasanul Fikri**

**E.5051.1705135**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2021**

**ANALISIS PENYETELAN KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN  
RELE GANGGUAN TANAH SEBAGAI PENGAMAN MOTOR INDUKSI,  
KABEL DAN TRAFO PADA SISTEM KELISTRIKAN DI INDUSTRI**

Oleh

Muhammad Hasanul Fikri

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

© Muhammad Hasanul Fikri 2021

Universitas Pendidikan Indonesia

Desember 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

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

## **LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**MUHAMMAD HASANUL FIKRI**

**E.5051.1705135**

**ANALISIS PENYETELAN KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN  
RELE GANGGUAN TANAH SEBAGAI PENGAMAN MOTOR INDUKSI,  
KABEL DAN TRAFO PADA SISTEM KELISTRIKAN DI INDUSTRI**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Bambang Trisno, MSIE.**

**NIP. 19610309 198610 1 001**

**Dosen Pembimbing II**



**Dr. Hasbullah, S.Pd., M.T.**

**NIP. 19740716 200112 1 003**

Mengetahui,

**Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro**



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

**NIP. 19630727 199302 1 001**

## **ABSTRAK**

Secara umum, kualitas pada sistem tenaga listrik sangat mempengaruhi kualitas produksi pada suatu industri. Hal ini menuntut adanya perencanaan proteksi sistem tenaga listrik yang secara selektif dapat melindungi kerusakan pada peralatan tanpa memutuskan keseluruhan instalasi yang ada pada industri. Pada banyak kasus yang ada di sektor industri menyebutkan bahwa sering terjadi kegagalan rele *outgoing* dan rele *incoming* ketika mengatasi gangguan, sehingga besarnya arus gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi dalam suatu sistem kelistrikan di industri perlu diketahui sebelum gangguan yang sesungguhnya terjadi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk bisa memberi rekomendasi terhadap setelan koordinasi rele arus lebih dan gangguan tanah sebagai pengaman pada sistem kelistrikan di industri. Dalam penelitian ini, data-data yang terkumpul pada sistem kelistrikan di PT. X kemudian diolah dengan melakukan pemodelan menggunakan *software ETAP 19.0.1*. Setelah pemodelan selesai, lakukan simulasi aliran daya dan hubung singkat. Jika hasil simulasi tersebut sudah didapat, maka lakukan perhitungan setelan rele sampai mendapatkan nilai yang tepat untuk bisa mengatasi gangguan. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat diperoleh perbedaan hasil ketika menggunakan sumber daya yang berbeda bisa mempengaruhi *setting* rele arus lebih karena bergantung pada arus gangguan yang terjadi (*short circuit*), serta setelan rele pengaman yang akan diatur menghasilkan *grading time* sebesar 0,2 detik sesuai dengan syarat IEC 60255. Adapun rekomendasi terhadap penelitian ini dapat menjadi acuan terhadap perusahaan-perusahaan yang memiliki masalah serupa terhadap gangguan akibat penambahan *equipment* baru atau terdapat perubahan konfigurasi instalasi sistem sehingga perlu adanya reinstalasi sistem proteksi yang selektif dan bertingkat.

**Kata Kunci :** Sistem Proteksi, Arus Lebih, Gangguan Tanah, ETAP 19.0.1

## **ABSTRACT**

*In general, the quality of the electric power system greatly affects the quality of production in an industry. This requires a power system protection plan that can selectively protect against damage to equipment without breaking the entire installation in the industry. In many cases in the industrial sector, it is stated that outgoing and incoming relays often fail when dealing with disturbances, so the magnitude of the short-circuit fault current that may occur in an industrial electrical system needs to be known before the actual fault occurs. Therefore, this study aims to be able to provide recommendations on the coordination settings of overcurrent relays and ground faults as safety in industrial electrical systems. In this study, the data collected on the electrical system at PT. X is then processed by doing modeling using ETAP 19.0.1 software. After the modeling is complete, perform a power flow simulation and short circuit. If the simulation results have been obtained, then calculate the relay settings to get the right value to be able to overcome the disturbance. From the results of the research that has been done, it can be seen that different results when using different power sources can affect the instantaneous overcurrent relay setting because it depends on the fault current that occurs (short circuit), as well as the safety relay setting that will be set to produce a grading time of 0.2 seconds according to the requirements of IEC 60255. The recommendations for this research can be used as a reference for companies that have similar problems with disturbances due to the addition of new equipment or changes to the system installation configuration so that it is necessary to reinstall a selective and multilevel protection system.*

**Keywords :** Protection System, Overcurrent, Earth Fault, ETAP 19.0.1

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	4
ABSTRACT .....	5
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR GAMBAR .....	8
DAFTAR TABEL.....	10
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1    Latar Belakang Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2    Rumusan Masalah Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3    Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4    Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5    Struktur Organisasi Skripsi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1    Gangguan-gangguan pada Sistem Tenaga Listrik. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.2    Penyebab Timbulnya Gangguan Sistem Tenaga Listrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1    Gangguan Beban Lebih ( <i>Overload</i> ) <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.2.2    Gangguan Hubung Singkat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3    Gangguan Tegangan Lebih .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3    Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1    Hubung Singkat 3 Fasa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2    Hubung Singkat Antar Fasa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.3    Hubung Singkat Fasa ke Netral .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.4    Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4    Peralatan Pengaman pada Sistem Tenaga Listrik.. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.4.1    Syarat-syarat Peralatan Pengaman ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.4.2    Rele Sebagai Peralatan Pengaman ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.4.3    Elemen Dasar Rele Pengaman .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.4    Konsep Batas Keamanan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5    Pengertian Rele Arus Lebih .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.5.1	Rele Arus Lebih Waktu Tertentu ( <i>Definite Time</i> )	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.2	Rele arus Lebih Waktu Terbalik ( <i>Inverse</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.3	Rele Arus Lebih <i>Inverse Definite Minimum Time</i> (IDMT) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.4	Rele Arus Lebih Waktu Instan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6	Rele Gangguan Tanah ( <i>Ground Fault Relay</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7	Penyesuaian Rele Arus dan Waktu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III	METODE PENELITIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Prosedur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Objek Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Metode Pengolahan Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4	Data-data Lapangan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1	Sistem Kelistrikan PT. X .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2	Sumber Kelistrikan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.3	Sistem Distribusi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.4	Data Beban .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.5	Peralatan Rele Arus Lebih .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	Tahapan Analisis Simulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1	Pembuatan <i>Single Line Diagram</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.2	Memasukkan Parameter Komponen	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.3	Melakukan Simulasi Arus Hubung Singkat...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.4	Penyesuaian Parameter Rele Proteksi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV	TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Temuan Data Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Analisis Setelan <i>Existing</i> Rele Arus Lebih dan Gangguan Tanah ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Analisis Setelan <i>Existing</i> Tipikal Koordinasi 1 ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2	Analisis Setelan <i>Existing</i> Tipikal Koordinasi 2 ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.2.3	Analisis Setelan <i>Existing</i> Tipikal Koordinasi 3 ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Pembahasan Hasil Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI ....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Simpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Implikasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	Rekomendasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		11

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gelombang Arus Hubung Singkat.....	11
Gambar 2.2	Skema Konsep Kerja Rele.....	14
Gambar 2.3	Tiga Elemen Dasar dari Rele Pengaman .....	14
Gambar 2.4	Konsep Batas Pengamanan.....	15
Gambar 2.5	Rangkaian Pengawatan Rele Arus Lebih .....	16
Gambar 2.6	Karakteristik Rele Arus Lebih Waktu Tertentu.....	17
Gambar 2.7	Karakteristik <i>Inverse</i> , <i>Very Inverse</i> , dan <i>Extremely Inverse</i> .....	18
Gambar 2.8	Karakteristik Rele Arus Lebih IDMT.....	20
Gambar 2.9	Kombinasi IDMT Dengan Rele Arus Lebih Waktu Instan .....	20
Gambar 2.10	Karakteristik Rele Arus Lebih Waktu Instan .....	21
Gambar 2.11	Rele Arus Lebih Pengamanan Transformator .....	22
Gambar 2.12	Rangkaian Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah .....	23
Gambar 2.13	Koordinasi Setelan Rele Arus dan Waktu .....	24
Gambar 3.1	Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	26
Gambar 3.2	<i>Single Line Diagram</i> Kelistrikan di PT. X .....	28
Gambar 3.3	Rele Sepam 1000 Merlin Gerin.....	30
Gambar 3.3	Diagram Alir Tahapan Analisis Simulasi.....	31
Gambar 3.4	Pembuatan <i>Single Line Diagram</i> Sistem Kelistrikan PT. X.....	32
Gambar 3.5	Tampilan Menu <i>Power Grid Editor</i> di ETAP .....	33
Gambar 3.6	Tampilan Menu <i>2-Winding Transformer Editor</i> di ETAP .....	33

Muhammad Hasanul Fikri, 2021

ANALISIS PENYETELAN KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH SEBAGAI  
PENGAMAN MOTOR INDUKSI, KABEL DAN TRAFOR PADA SISTEM KELISTRIKAN DI INDUSTRI  
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.7	Tampilan Menu <i>Lumped Load Editor</i> di ETAP .....	34
Gambar 3.8	Tampilan Menu <i>Cable Editor</i> di ETAP.....	35
Gambar 3.9	Tampilan Menu <i>Library Quick Pick – Cable</i> .....	35
Gambar 4.1	Tipikal Koordinasi Sistem Kelistrikan di PT. X. ....	41
Gambar 4.2	Tipikal Koordinasi 1 .....	42
Gambar 4.3	Kurva Proteksi Arus Lebih Tipikal Koordinasi 1 ( <i>MV Side</i> ) .....	43
Gambar 4.4	Kurva Proteksi Arus Lebih Tipikal Koordinasi 1 ( <i>LV Side</i> ) .....	44
Gambar 4.5	Kurva Proteksi Pentahanan Tipikal Koordinasi 1 .....	44
Gambar 4.6	Tipikal Koordinasi 2.....	46
Gambar 4.7	Kurva Proteksi Arus Lebih Tipikal Koordinasi 2.....	47
Gambar 4.8	Kurva Proteksi Pentahanan Tipikal Koordinasi 2 .....	47
Gambar 4.9	Tipikal Koordinasi 3.....	49
Gambar 4.10	Kurva Proteksi Arus Lebih Tipikal Koordinasi 3.....	50

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Rangkaian dan Persamaan Gangguan Hubung Singkat .....	9
Tabel 2.2	Koefisien <i>Inverse Time Dial</i> .....	18
Tabel 3.1	Data Bus dan Trafo Distribusi Sistem Kelistrikan PT. X .....	29
Tabel 3.2	Data Beban Sistem Kelistrikan PT. X.....	29
Tabel 3.3	Data Arus Hubung Singkat Suplai Beban Maksimum.....	36
Tabel 3.4	Data Arus Hubung Singkat Suplai Beban Minimum.....	37
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan <i>Circuit Breaker</i> Tipikal Koordinasi 1.....	43
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Rele Tipikal Koordinasi 1 .....	43
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan <i>Circuit Breaker</i> Tipikal Koordinasi 2.....	46
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Rele Tipikal Koordinasi 2 .....	46
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan <i>Circuit Breaker</i> Tipikal Koordinasi 3.....	49

## DAFTAR PUSTAKA

- Kusuma, M. P., Windarta, J., & Facta, M. (2017). EVALUASI KOORDINASI PROTEKSI RELAY ARUS LEBIH DAN GANGGUAN TANAH GIS KANDANG SAPI PENYULANG GARDEN 1, GARDEN 2, AEON 1, AEON 2, LADANG, LAPINDO, DAN BLETHOK MENGGUNAKAN ETAP 12.6.0. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(4), 683-689. Retrieved from <https://doi.org/10.14710/transient.6.4.683-689>
- Prabowo, F. A., Untoro, A., & Samsurizal, S. (2020). Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Provinsi DKI Jakarta Tahun 2019-2028 Menggunakan Metode Analistik, Ekonometri, dan Trend (Metode Gabungan) Pendekatan Sektor Kelompok Pelanggan (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN).
- Pawigo, A., Gozali, R. M., & Masmachofari, S. B. (2021). Analisa Proteksi Rele Arus Lebih pada Sistem Penyulang Menggunakan Algoritma Neural Network: Analysis of Overcurrent Release Protection In Feeder System Using Algorithm Neural Network. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 1(2), 97-105.
- Margo Pujiantara, Ngurah Adi Brahmantia Putra, & Soedibyo. (2019). Evaluasi Koordinasi Proteksi pada Sistem Kelistrikan PT. Pertamina RU V Balikpapan dengan Mempertimbangkan Integrasi PLN. *SinarFe7*, 2(1), 509-515. Retrieved from <https://ejournal.fortei7.org/index.php/SinarFe7/article/view/102>
- Pranata, A. (2019). *Analisis Sistem Proteksi Relay Arus Lebih Pada Generator Di Pusat PLTA Kedung Ombo* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Tasiam, F. J. (2017). Proteksi Sistem Tenaga Listrik.
- Arias-Guzman, S., Ustariz-Farfán, A. J., & Cano-Plata, E. A. (2019). Overcurrent Protection in Electric Arc Furnaces. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 1–1. Retrieved from doi:10.1109/tia.2019.2937498
- Hakim, A. (2020). *Analisis Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara).
- Akmal, A., & Abimanyu, K. (2017). Studi Pengaturan Relay Arus Lebih Dan Relay Hubung Tanah Penyulang Timor 4 Pada Gardu Induk Studi Kasus: Gardu Induk Dawuan. *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 2(1).
- Mahindhara, V. R., & Pujiantara, M. (2016). Optimasi Time Dial Setting (TDS) Relay Arus Lebih Menggunakan Adaptive Modified Firefly Algorithm Pada Sistem Kelistrikan PT. Pupuk Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), B53-B57.

- Pathan, M., & Shah, A. (2017). *Co-ordination of protective relays for 16MW load system using ETAP*. 2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS). doi:10.1109/icecds.2017.8389847
- S. A. Basit, C. Belhaj Ahmed, F. Ahmad and M. Arif, "Lightning Overvoltage Analysis of a 380 kV Gas Insulated Substation Using PSCAD/EMTDC," 2020 2nd International Conference on Smart Power & Internet Energy Systems (SPIES), 2020, pp. 27-32, doi: 10.1109/SPIES48661.2020.9242967.
- Shafar, A. A., Thaha, S., & Gaffar, A. (2019). ANALISIS SISTEM PROTEKSI OVERCURRENT RELAY PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PT. MAKASSAR TENE. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 16(2), 88-95.
- Al Ridha, K. (2016). Evaluasi Koordinasi Relay Arus Lebih (OCR) dan Gangguan Tanah (GFR) pada Gardu Induk Garuda Sakti Pekanbaru (Doctoral dissertation, Riau University).
- Arka, I. G. P., & Mudiana, N. (2017). Studi Pengaruh Pemasangan Sistem Proteksi Rele Terhadap Kemungkinan Gangguan Sympathetic Tripping Pada Penyulang. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 13(3), 142.
- Kurnia, R., & Mukhaiyar, R. (2021). Implementasi Metode Fast Fourier Transform Pada Sistem Monitoring Voltage Flicker. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 3(3), 16-26.
- Gultom, I. P. (2019). STUDI ANALISIS SUPPLY DAYA LISTRIK DI UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN MEDAN DAN KAITANNYA DENGAN KAPASITAS GENSET.
- Sudjoko, R., & Hartono, H. (2018). Rancang Bangun Sistem Proteksi Generator Sinkron 3 Phasa Terhadap Arus Beban lebih dan Drop Tegangan Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Penelitian*, 3(2), 25-36.
- Purwanto, N. D., Wiyono, P., & Yusfiar, K. (2018). Antisipasi Kerusakan Motor Listrik 3 Fasa pada Peralatan Laboratorium Pendidikan dan Unit Produksi Sabutret Menggunakan Pengaman Phase Failure Relay. In *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*.
- Galla, W., Sampeallo, A., & Daris, J. (2020). ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA SALURAN UDARA 20 KV DI PENYULANG NAIONI PT. PLN (PERSERO) ULP KUPANG UNTUK MENENTUKAN KAPASITAS PEMUTUSAN FUSE CUT OUT MENGGUNAKAN ETAP 12.6. *Jurnal Media Elektro*, 101-112. Retrieved from <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.3208>
- Penangsang, O., & Aryani, N. K. (2017). Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Tegalsari Surabaya

- dengan Metode Impedansi Berbasis GIS (Geographic Information System). *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), B66-B71.
- Sampeallo, A., Nursalim, N., & Fischer, P. (2019). ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA JARINGAN PEMAKAIAN SENDIRI PLTU BOLOK PT. SMSE (IPP) UNIT 3 DAN 4 MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0. *Jurnal Media Elektro*, 8(1), 79-88. Retrieved from <https://doi.org/10.35508/jme.v8i1.1442>
- Misikmbo, L., & Tresya Mauriraya, K. (2020). *Studi Penyetelan Relay Arus Lebih Pada Penyulang Soka Ulp Abepura Akibat Hubung Singkat* (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN).
- Firmansyah, R. A., Suheta, T., & Sutopo, K. (2016, October). Perancangan dan Pembuatan Alat Proteksi Terhadap Gangguan Tegangan Lebih Berbasis Mikrokontroler. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (pp. 103-110).
- Napitupulu, J., Ginting, Y., & Lumban Gaol, M. (2019). KEANDALAN PERALATAN PENGAMAN JARINGAN DISTRIBUSI PADA PT PLN RAYON MEDAN TIMUR. *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA: JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 8(2), 62-72. Retrieved from <http://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/teknologienergi/article/view/302>
- Susilo, E. W. (2011). *Studi Koordinasi Rele Pengaman pada Sistem Kelistrikan PT. Wilmar Nabati Indonesia, Gresik – Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
- Yanuwirawan, E. (2015). *Studi koordinasi proteksi rele arus lebih dan ground fault pada sistem eksisting PT. VICO Indonesia-Kalimantan Timur* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Jamil, M. D. F. (2020). *ANALISA EVALUASI PERHITUNGAN SETTING OVER CURRENT RELAY BAY TRAFO 3 DI GARDU INDUK SEGOROMADU* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).
- Sabara, M. W. N., Penangsang, O., & Yuwono, T. (2012). Pengaruh Kedip Tegangan dan Koordinasi Rele Arus Lebih pada Sistem Tenaga Listrik Semen Tonasa IV. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), B182-B186.
- Noer, M., & Marniati, Y. (2019). Analisa Setting Over Current Relay Pada Penyulang Banteng Gardu Induk Bukit Siguntang. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), 45-49.
- Rachmawan, A. N. F. (2020). *Studi Evaluasi Sistem Proteksi Relay Arus Lebih Pada Generator di Pusat PLTA Gajah Mungkur* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

- Hamid, A. (2017). *Analisis Ketidakseimbangan Beban Terhadap Kerja Rele Gangguan Tanah pada Gardu Induk Namurambe* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara)
- Siregar, M. I., & Rosma, I. H. (2020). Analisis Penyetelan Relai Arus Lebih dan Gangguan Tanah Sebagai Proteksi pada JTM 20 kV. *Jurnal Jom FTEKNIK Vol. 7 Edisi 1 Januari s/d Juni 2020.*