

**ANALISIS HASIL UJI UFR (UNDER FREQUENCY RELAY)  
SISI TRANSFORMATOR T11 DENGAN INJEK TEGANGAN  
110 V AC DAN ADJUST FREKUENSI DI INDONESIA POWER  
KAMOJANG POMU UNIT DARAJAT**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Nando Yogasmana

NIM. 1705100

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

**2021**

Nando Yogasmana, 2021  
*ANALISIS HASIL UJI UFR (UNDER FREQUENCY RELAY) SISI TRANSFORMATOR T11 DENGAN  
INJEK TEGANGAN 110 V AC DAN ADJUST FREKUENSI DI INDONESIA POWER KAMOJANG POMU  
UNIT DARAJAT*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**ANALISIS HASIL UJI UFR (UNDER FREQUENCY RELAY) SISI  
TRANSFORMATOR T11 DENGAN INJEK TEGANGAN 110 V AC DAN  
ADJUST FREKUENSI DI INDONESIA POWER KAMOJANG POMU  
UNIT DARAJAT**

Oleh  
Nando Yogasmana

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

© Nando Yogasmana 2021  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Juli 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak  
ulang, di *fotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

NANDO YOGASMANA

E. 5051.1705100

**ANALISIS HASIL UJI UFR (UNDER FREQUENCY RELAY) SISI  
TRANSFORMATOR T11 DENGAN INJEK TEGANGAN 110 V AC DAN  
ADJUST FREKUENSI DI INDONESIA POWER KAMOJANG POMU  
UNIT DARAJAT**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Prof. Dr. H. Sumarto, MSIE.

NIP. 19550705 198103 1 005

Pembimbing II



Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T.

NIP. 19700808 199702 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.

NIP. 19630727 199302 1 001

i

Nando Yogasmana, 2021

**ANALISIS HASIL UJI UFR (UNDER FREQUENCY RELAY) SISI TRANSFORMATOR T11 DENGAN  
INJEK TEGANGAN 110 V AC DAN ADJUST FREKUENSI DI INDONESIA POWER KAMOJANG POMU  
UNIT DARAJAT**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**Analisis Hasil Uji UFR (Under Frequency Relay) Sisi Transformator T11 dengan Injek Tegangan 110V AC dan Adjust Frekuensi Di Indonesia Power Kamojang POMU Unit Darajat**" 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 di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2021  
Yang Menyatakan

Nando Yogasmana  
NIM. 1705100

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT., atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Hasil Uji UFR (Under Frequency Relay) Sisi Transformator T11 dengan Injek Tegangan 110V AC dan Adjust Frekuensi Di Indonesia Power Kamojang POMU Unit Darajat “ dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun merupakan bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak yang sudah memberikan pengarahan, dukungan dan bantuan baik moril maupun materil. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT., karena dengan rahmat dan kasih sayang-Nya, penulis diberikan kesehatan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
2. Bapak Tedy Supriadi (alm) dan Ibu Mimin Mintarsih selaku orang tua dari penulis yang selalu memenuhi kewajibannya sebagai orang tua dan selalu mendo'akan dalam setiap keberhasilan yang dicapai.
3. Najwan Azhim Muntazar selaku saudara penulis yang telah memberikan dukungan morel dan selalu mendo'akan dalam setiap keberhasilan yang dicapai.
4. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T., selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak Iwan Kustiawan, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Bapak Prof. Dr. H. Sumarto, MSIE. selaku dosen pembimbing I selama penyusunan skripsi telah banyak memberikan keleluasaan waktu, ilmu,

dukungan dan bimbingan serta nasihat terbaiknya secara sabar kepada penulis.

7. Bapak Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II selama penyusunan skripsi telah banyak memberikan keleluasaan waktu, ilmu, dukungan dan bimbingan serta nasihat terbaiknya secara sabar kepada penulis.
8. Seluruh dosen dan staff Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
9. Pak Pitoyo selaku Pembimbing di Indonesia Power Kamojang Pomu Unit Darajat yang telah memberikan banyak ilmu dan pembelajaran, pengalaman, bimbingannya selama ini.
10. PT. INDONESIA POWER POMU KAMOJANG yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengambil data.
11. Nanda. Akram, Faizal, Irvan Alfy, Azhar, Adnan, Irfan Satiya P, Ifan Andi, Fii dan Riana selaku teman perjuangan yang telah membantu dan memberikan kebahagiaan, semangat dan motivasi.
12. Takemichi, Hinata Shoyo, Asta, Yami, Kaneki, Eren Yeager, Levi serta Luffy dan Mugiwara Pirates yang telah menemani penulis dikala bosan.
13. Farid Opet, Agoy, Nifa Bernok, Fitria Bocil, Siti Demek dan Bangbank MN yang selalu memberikan ilmu, cerita dan inspirasi kepada penulis.
14. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis juga bagi para pembaca. Penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dalam skripsi ini, oleh karenanya dengan segala kerendahan hati kritik dan saran sangat sangat penulis harapkan sebagai penyempurnaan dari skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, Juli 2021

Penulis

## ABSTRAK

Keandalan jaringan pada sistem tenaga listrik suatu interkoneksi sangatlah penting. Jika keandalan jaringan pada suatu pembangkit mengalami gangguan, maka akan berdampak pada pembangkit yang lain. Salah satu solusi yang bisa digunakan untuk mencegah dan meminimalisir gangguan pada keandalan jaringan adalah menggunakan relay proteksi. Relay proteksi adalah sebuah komponen listrik yang dirancang untuk mendeteksi terjadinya suatu gangguan atau kondisi tidak normal pada sistem tenaga listrik.. Relay proteksi VPR-A dirancang untuk mengukur tegangan, frekuensi, dan ketidakseimbangan saluran atau fase RMS dalam kondisi normal atau dalam kondisi gangguan. Salah satu gangguan yang sering terjadi adalah gangguan pada frekuensi. Gangguan frekuensi dapat dideteksi secara otomatis dengan UFR (*Under Frequency Relay*). Prinsip kerja UFR adalah membandingkan nilai frekuensi sistem dengan nilai setting/setpoint frekuensi yang menjadi penentu besar beban yang dilepas.

Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memaparkan hasil pengujian yang dimaksudkan untuk memaksimalkan keandalan jaringan dengan cara *adjust* frekuensi dan merubah atau *resetting setpoint*/batas minimum frekuensi (under frequency) dan *setpoint*/batas maksimum frekuensi (over frequency) serta resetting delay time pada under frequency dan over frequency.

Pada hasil pengujian tersebut menghasilkan setpoint batas minimum frekuensi (under frequency) dari 47,8 Hz menjadi 47,5 Hz dengan delay time dari 0,1 *second* menjadi 6 *second* dan setpoint batas maksimum (over frequency) dari 53 Hz menjadi 52 Hz dengan delay time dari 0,1 *second* menjadi 600 *second*. Dengan adanya resetting ini, keandalan jaringan pada saluran pembangkit di Indonesia Power Kamojang POMU Unit Darajat menjadi lebih stabil dan tidak mudah untuk memutuskan daya (trip) karena delay time tolerancy pada setting-an baru Relay VPR-A menjadi lebih lama.

**Kata kunci:** Relay Proteksi, UFR, *Adjust* Frekuensi

## ABSTRACT

*Network reliability in an interconnection electric power system is very important. If the reliability of the network at a power plants is disturbed, it will have an impact on other power plants. One solution that can be used to prevent and minimize interference with network reliability is to use a protection relay. The protection relay is an electrical component designed to detect the occurrence of a disturbance or abnormal condition in the electric power system. The VPR-A protection relay is designed to measure voltage, frequency, and RMS line or phase imbalance under normal conditions or under fault conditions. One of the disturbances that often occurs is interference with the frequency. Frequency interference can be detected automatically with UFR (Under Frequency Relay).*

*In this study, the research method used is descriptive method. This study aims to analyze and describe the results of tests intended to maximize network reliability by adjusting the frequency and changing or resetting the minimum frequency setpoint limit (under frequency) and maximum frequency setpoint limit (over frequency) as well as resetting delay time at under frequency and overfrequency.*

*In the test results, the setpoint of the minimum frequency limit (under frequency) from 47.8 Hz to 47.5 Hz with a delay time from 0.1 second to 6 second and the maximum limit setpoint (over frequency) from 53 Hz to 52 Hz with a delay time from 0.1 second to 600 second. With this resetting, the reliability of the network on the power line in Indonesia Power Kamojang POMU Darajat Unit becomes more stable and it is not easy to disconnect the power (trip) because the delay time tolerance in the new setting of the VPR-A Relay becomes longer.*

**Keywords:** Protection Relay, UFR, Frequency Adjust

## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>        | <b>i</b>   |
| <b>PERNYATAAN .....</b>                       | <b>ii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                   | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                          | <b>v</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                         | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                       | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                    | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                     | <b>xi</b>  |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang Penelitian .....           | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....          | 2          |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                   | 3          |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                  | 3          |
| 1.5 Sistematika Penelitian .....              | 3          |
| <b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....</b>             | <b>6</b>   |
| 2.1 Frekuensi Sistem .....                    | 6          |
| 2.1.1 Frekuensi Naik .....                    | 7          |
| 2.1.2 Frekuensi Turun .....                   | 8          |
| 2.2 UFR ( <i>Under Frequency Rely</i> ) ..... | 10         |
| 2.3 Relay Proteksi .....                      | 12         |
| 2.3.1 Persyaratan Relay Proteksi .....        | 13         |
| 2.3.2 Fungsi Relay Proteksi .....             | 14         |
| 2.3.3 Relay Proteksi Frekuensi .....          | 15         |
| 2.4 Transformator .....                       | 16         |
| 2.4.1 Jenis-Jenis Trafo .....                 | 16         |
| 2.5 Gardu Pembangkit .....                    | 21         |
| 2.6 Injek Tegangan 110 Volt AC .....          | 22         |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.7 Adjust Frekuensi .....  | 23        |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>                                  | <b>24</b> |
| 3.1 Desain Penelitian .....   | 24        |
| 3.2 Partisipan dan Tempat Penelitian .....                            | 24        |
| 3.3 Prosedur Penelitian .....   | 25        |
| 3.4 Model Pengumpulan Data .....                                      | 26        |
| 3.4.1 Observasi Non Partisipan .....                                  | 26        |
| 3.4.2 Studi Literatur .....   | 27        |
| 3.4.2 Konsultasi .....  | 27        |
| 3.5 Analisis Data .....   | 27        |
| 3.6 Data-Data Penunjang Penelitian .....                              | 30        |
| 3.6.1 Data Spesifikasi Relay VPR-A .....                              | 30        |
| 3.6.2 Data Spesifikasi Transformator T11 .....                        | 32        |
| 3.7 Alat Pengujian SMC PTE-300-V .....                                | 33        |
| 3.8 Pengujian Dengan SMC PTE-300-V .....                              | 34        |
| 3.9 Rangkaian Pengujian .....   | 35        |
| 3.10 Diagram Alur Pengujian .....                                     | 37        |
| 3.10.1 Diagram Alur Pengujian Setpoint Under dan Over Frequency ..... | 37        |
| 3.10.2 Diagram Alur Pengujian Delay Time Tolerancy .....              | 40        |
| <b>BAB 4 TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>                              | <b>43</b> |
| 4.1 Temuan Hasil Penelitian .....                                     | 43        |
| 4.1.1 Karakteristik Relay VPR-A .....                                 | 44        |
| 4.1.1.1 Pengaplikasian Relay VPR-A .....                              | 44        |
| 4.1.1.2 Tujuan Pengaplikasian Relay VPR-A .....                       | 44        |
| 4.1.1.3 Pengukuran Digital Relay VPR-A .....                          | 44        |
| 4.1.1.4 Penerapan Relay VPR-A .....                                   | 45        |
| 4.1.1.5 Komunikasi Pengendali Relay VPR-A .....                       | 45        |
| 4.1.2 Hasil Pengujian .....   | 45        |
| 4.1.2.1 Hasil Uji UFR Pembacaan Relay VPR-A .....                     | 45        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.1.2.2 Hasil Uji Resetting UFR Delay Time Relay VPR-A .....   | 48        |
| 4.1.2.3 Hasil Uji Resetting OFR Delay Time Relay VPR-A .....   | 51        |
| 4.2 Pembahasan Hasil Penelitian .....                          | 54        |
| 4.2.1 Kondisi Hasil Resetting UFR Dan OFR .....                | 54        |
| 4.2.1.1 Kondisi UFR .....                                      | 55        |
| 4.2.1.2 Kondisi OFR .....                                      | 56        |
| 4.2.1.3 Kelebihan Dan Kekurangan Setting Lama Dan Setting Baru | 57        |
| <b>BAB 5 SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....</b>         | <b>59</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 59        |
| 5.2 Implikasi .....  | 60        |
| 5.3 Rekomendasi .....  | 60        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                    | <b>61</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>  | <b>64</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Single Line Diagram UFR Relay VPR-A .....                | 11 |
| Gambar 2.2 Diagram Blok Urutan Kerja Relay Proteksi.....            | 12 |
| Gambar 2.3 Diagram Blok Elemen Relay Proteksi .....                 | 12 |
| Gambar 2.4 Trafo Step Up .....                                      | 16 |
| Gambar 2.5 Trafo Step Down .....                                    | 17 |
| Gambar 2.6 Simbol Bentuk Plat Inti Udara .....                      | 18 |
| Gambar 2.7 Simbol dan Bentuk Plat Inti Besi .....                   | 18 |
| Gambar 2.8 Simbol dan Bentuk Plat Inti Ferrite .....                | 18 |
| Gambar 2.9 Bentuk Trafo Toroid .....                                | 20 |
| Gambar 2.10 Single Line Diagram Gardu Pembangkit .....              | 21 |
| Gambar 2.11 Diagram Pengawatan Relay UFR .....                      | 22 |
| Gambar 3.1 Lokasi PT. Indonesia Power Kamojang POMU Unit Darajat    | 25 |
| Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian Secara Umum .....                | 26 |
| Gambar 3.3 Diagram Alur Analisis Data Penelitian.....               | 28 |
| Gambar 3.4 Standar Proteksi Untuk Under dan Over Frequency .....    | 29 |
| Gambar 3.5 Relay VPR-A .....  | 31 |
| Gambar 3.6 Wiring Diagram Relay VPR-A .....                         | 32 |
| Gambar 3.7 SMC PTE-300-V .....                                      | 34 |
| Gambar 3.8 Rangkaian Pengujian .....                                | 35 |
| Gambar 3.9 Diagram Alur Pengujian Setpoint .....                    | 38 |
| Gambar 3.10 Standar Proteksi Relay VPR-A Untuk Pickup Accuracy..... | 39 |
| Gambar 3.11 Diagram Alur Pengujian Delay Time Tolerancy .....       | 40 |
| Gambar 3.10 Standar Proteksi Relay VPR-A Untuk Delay Time .....     | 39 |
| Gambar 4.1 Kurva Hasil Uji Pembacaan Relay .....                    | 48 |
| Gambar 4.2 Kurva Hasil Uji Resetting Delay Time UFR .....           | 50 |
| Gambar 4.3 Kurva Delay Time Tolerancy Accuracy UFR .....            | 51 |
| Gambar 4.4 Kurva Hasil Uji Resetting Delay Time OFR .....           | 53 |
| Gambar 4.5 Kurva Delay Time Tolerancy Accuracy OFR .....            | 54 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 3.1 Data Spesifikasi Relay VPR-A .....                           | 30 |
| Tabel 3.2 Data Spesifikasi Trafo T11 .....                             | 32 |
| Tabel 4.1 Hasil Uji UFR Pembacaan Relay VPR-A .....                    | 45 |
| Tabel 4.2 Hasil Uji UFR Delay Time Relay VPR-A .....                   | 49 |
| Tabel 4.3 Hasil Uji OFR Delay Time Relay VPR-A .....                   | 52 |
| Tabel 4.4 Hasil Perbandingan UFR Dan OFR Setting Lama Dan Setting Baru | 55 |

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfira .W.S. (2018). SKEMA UNDER VOLTAGE LOAD SHEDDING DENGAN MEMPERTIMBANGKAN INTEGRASI PLTB PADA SISTEM KELISTRIKAN SULBAGSEL. *Universitas Hasanuddin Makassar*, 15, 1–113.
- Aman M.H, Jasmon B.G, Mokhlis B.H, Khan Q.A. (2012). Modeling and Simulation of Digital Frequency Relay for Generator Protection. IEEE International Conference on Power and Energy (PECon), 2-5 December 2012 Malaysia, 2012.
- Amelia R. (2018). STUDI PELEPASAN BEBAN BERBASIS UNDER FREQUENCY RELAY PADA SISTEM TENAGA LISTRIK. *Universitas Tidar Magelang*, 18, 1-7.
- Aminudidin, Anwar. (2017). STUDI PELEPASAN BEBAN BERBASIS UNDER FREQUENCY RELAY PADA SISTEM TENAGA LISTRIK. *Universitas Muhammadiyah Makassar*, 17, 1-81.
- Arifai M., Satria M.H. (2017). ANALISIS KESTABILAN FREKUENSI DAN TEGANGAN SISTEM TENAGA LISTRIK PT. ANEKA TAMBANG (PERSERO) TBK UBPN SULAWESI TENGGARA. *Universitas Hasanuddin Makassar*, 17,1-120.
- Baruna T., Ahmad H., Alamsyah N., Hakimah Y. (2015). PERANCANGAN SISTEM PELEPASAN BEBAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK PERTAMINA DENGAN MENGGUNAKAN RELAY SR3B261FU. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 3(1), 23-30.
- Hadi A., Ervianto E. (2016). Studi Pelepasan Beban Dengan Menggunakan Relai Frekuensi Kurang Pada Sistem Tenaga Listrik. *Jom FTEKNIK*, 3(2), 1-7.
- IEEE Guide for Abnormal Frequency Protection for Power Generating Plants. New York: IEEE The institute of Eletrical and Engineers Inc., 2003. IEEE C37.106-19887.

- IEEE Guide for the Application of Protective Relays Used for Abnormal Frequency Load Shedding and Restoration. New York: IEEE Power Engineering Society., 2007. IEEE Std C37.117.
- IEEE Standards Association. (2014). IEEE Power Systems Relays Standards Collection: VuSpec. IEEE
- Martiningsih W., Wahyudin, Herudin. (2018). Pelepasan Beban dengan Under Frequency Relay pada Sistem Distribusi PT. DSS Power. Seminar Nasional Teknik Elektro 2018, 2,54-58.
- Nugraheni A., Setiabudy R. (2011). Simulasi Pelepasan Beban dengan menggunakan Relai Frekuensi pada Sistem Tenaga Listrik CNOOC SES LTD. Universitas Indonesia, 11, 1-7.
- Randi D.A. (2020). EVALUASI HASIL PEMELIHARAAN PEMISAH DI GARDU INDUK 150 KV GONDANGREJO. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA, 20, 1-17.
- Rifaat, Rasheek. (2016). Power System Protective Relays: Principles & Practices. *IEEE Southern Alberta Section Technical Seminar*, 16, 1-77.
- Sakti B.K.P., Pemayun A.A.G.M, Arjana G.D. (2019). STUDI ANALISIS UFR (UNDER FREQUENCY RELAY) PADA GARDU INDUK PESANGGARAN. *Jurnal SPEKTRUM*, 6(2), 45–53.
- Setyawan B.Y. (2009). PENGUJIAN RELE PROTEKSI DIFERENSIAL OVERALL PROTECTION TIPE ASEA RADSB PADA GENERATOR DAN TRANSFORMATOR UNIT 1. *Universitas Diponegoro*, 10, 1-11.
- Shurygin, Yuri. (2019). Intelligent Relay Protection of Electric Power Systems, *Lipetsk State Technical University Russia*, 19, 656-6.
- Team O & M Transmisi dan Gardu Induk PT.PLN Pembangkitan Jawa Barat dan Jakarta Raya. (1981). Operasi dan Memelihara Peralatan, PT.PLN Pembangkitan Jawa Barat dan Jakarta Raya.
- Tim Pelatihan Operator Gardu Induk. (2002). Pengantar Teknik Tenaga Listrik, PT. PLN (Persero).