

**PERANCANGAN SKEMA *OVER LOAD SHEDDING* TERHADAP
KONTINGENSI (N-1) PADA IBT 150/70 KV TASIKMALAYA**

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

Rachmania Aisyah Putri

E.5051.1900148

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2023**

**PERANCANGAN SKEMA *OVER LOAD SHEDDING* TERHADAP
KONTINGENSI (N-1) PADA IBT 150/70 KV TASIKMALAYA**

Oleh
Rachmania Aisyah Putri

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Rachmania Aisyah Putri
Universitas Pendidikan Indonesia
Juni 2023

Hak Cipta dilindungi Undang - Undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lain tanpa izin dari peneliti.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

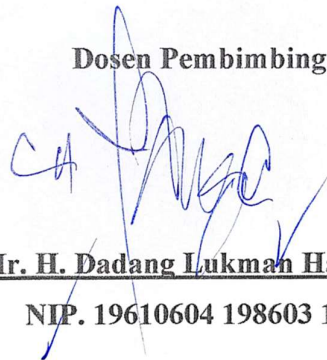
RACHMANIA AISYAH PUTRI

E.5051.1900148

**PERANCANGAN SKEMA *OVER LOAD SHEDDING* TERHADAP
KONTINGENSI (N-1) PADA IBT 150/70 KV TASIKMALAYA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T.

NIP. 19610604 198603 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T.

NIP. 19720119 200112 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.d

NIP. 19770908 200312 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Perancangan Skema Over Load Shedding Terhadap Kontingensi (N-1) pada IBT 150/70 kv Tasikmalaya**” 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, 23 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Rachmania Aisyah Putri

NIM. 1900148

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas *ridho* dan karunianya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Perancangan Skema *Over Load Shedding* Terhadap Kontingensi (N-1) pada IBT 150/70 kv Tasikmalaya”**. Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak dapat dipungkiri bahwa butuh disiplin dan usaha yang keras. Akan tetapi, skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya orang-orang hebat di samping penulis yang tanpa henti mendukung dan membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi ini. Maka dari itu ucapan terima kasih, penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Rukanda dan Ibu Renny Sulastri selaku orang tua penulis yang senantiasa mendoakan dan memberikan segala bentuk dukungan moral serta materil kepada penulis selama menjalani perkuliahan hingga penyusunan penelitian ini.
2. Bapak Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan motivasi dalam membimbing dan mengarahkan penulis dapat menyelesaikan penyusunan penelitian ini.
3. Bapak Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan motivasi dalam membimbing dan mengarahkan penulis dapat menyelesaikan penyusunan penelitian ini.
4. Bapak Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T. selaku ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Bapak Iwan Kustiawan. S.Pd., M.T., Ph.D. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Segenap dosen dan *staff* Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang telah mendidik dan memberikan ilmu kepada penulis.

7. PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Beban Jawa Barat yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian dan memberikan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini.
8. Pak Iqbal dan Pak Indra dari bidang Rencana dan Evaluasi di PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Beban Jawa Barat yang telah memberikan bimbingan, bantuan dan arahan di lapangan kepada penulis.
9. Pak Efan dari bidang Operasi Sistem di PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Beban Jawa Barat yang telah memberikan bimbingan dan arahan di lapangan kepada penulis.
10. Yogi Ardiansyah yang selalu bersedia memberikan waktu dan tenaganya untuk membantu, menemani, dan memberikan dukungan serta kebahagiaan kepada penulis selama masa perkuliahan hingga dalam proses penyusunan penelitian ini.
11. Rafazio Anjanca dan Rabizha Nur Athalia selaku adik kandung penulis yang selalu menghibur dan memberikan dukungan.
12. Rekan-rekan TE-01'2019 yang telah memberikan dukungan, bantuan dan kenangan kepada penulis selama menjalankan proses perkuliahan.
13. Mochamad Rizky Noerrachman, Saidah Asro Fauziyah, Fanisa Nur Indah, Dea Inanda, Chaerunnisa, Mia Agista, Larasati Putri, Wirdatul Hayaty, dan Levina Sari yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis dalam proses penyusunan penelitian ini.
14. HME FPTK UPI sebagai tempat belajar yang telah memberikan ilmu wawasan, dan kenangan kepada penulis.
15. Rekan-rekan HME FPTK UPI yang telah bertumbuh dan berproses bersama penulis.
16. Rekan-rekan Elektro 2019 yang telah kebersamai dan memberi dukungan selama masa perkuliahan.
17. Keluarga Cipaku yang telah memberikan cerita dan kenangan kepada penulis selama masa perkuliahan.
18. Para kakak tingkat angkatan 2018 yang telah membantu penulis selama perkuliahan dan proses penyusunan penelitian ini.

19. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
20. *Last but not least*, terima kasih kepada diri sendiri yang hebat dan kuat karena telah berjuang dan tetap bertahan hingga sejauh ini.

Semoga Allah *Subhanahu wa Ta'ala* membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari kesalahan, oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi pengembangan lebih lanjut dari skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan.

Bandung, 23 Juni 2023



Rachmania Aisyah Putri

NIM. 1900148

ABSTRAK

IBT 150/70 kV Tasikmalaya belum memenuhi kriteria keandalan kontingensi (N-1), sehingga tidak dapat dipastikan bahwa kondisi IBT akan aman jika terdapat trafo atau penghantar dalam sistem tersebut mengalami kegagalan atau gangguan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian keandalan kontingensi (N-1) dan melakukan pelepasan beban menggunakan skema *Over Load Shedding* (OLS) sebagai upaya perbaikan pada IBT sudah tidak memenuhi kriteria keandalan kontingensi (N-1). Penelitian ini menggunakan metode simulasi pada *software DlgSILENT PowerFactory 15.1*. Temuan dari penelitian ini menunjukkan kondisi sistem ketika kontingensi (N-1) yaitu mengalami peningkatan pembebanan pada IBT-1 150/70 kV Tasikmalaya dan penurunan tegangan pada setiap bus Gardu Induk (GI). Besar pembebanan IBT-1 dalam kondisi kontingensi (N-1) yaitu 103,2 MW dan tegangan bus yang menurun pada setiap GI bervariasi mulai dari 0,6 – 0,8 kV. Selanjutnya dilakukan pelepasan beban menggunakan skema OLS, tahap pertama melepaskan beban sebesar 10 MW pada trafo-1 GI 70 kV Kadipaten dengan *time delay* 3 detik. Tahap kedua melepaskan beban sebesar 6,3 MW pada trafo-1 GI 70 kV Parakan dengan *time delay* 3,5 detik. Adapun besaran nilai pembebanan IBT-1 setelah menerapkan skema OLS yaitu sebesar 91,34 MW dan besaran nilai tegangan tegangan pada setiap bus GI mengalami peningkatan yang bervariasi mulai dari 0,34 – 1,03 kV. Penerapan OLS tersebut mengatasi peningkatan pembebanan dan penurunan tegangan sehingga nilai pembebanan dan tegangan beroperasi sesuai batasan yang berlaku.

Kata Kunci: *Inter Bus Transformer*, Kontingensi (N-1), *Over Load Shedding*.

ABSTRACT

The Tasikmalaya 150/70 kV IBT does not yet meet the contingency reliability criteria (N-1), so it cannot be guaranteed that the condition of the IBT will be safe if a transformer or conductor in the system experiences failure or interference. This research aims to carry out contingency reliability testing (N-1) and carry out load shedding using the Over Load Shedding (OLS) scheme as an effort to improve the IBT which does not meet the contingency reliability criteria (N-1). This research uses a simulation method in DIgSILENT PowerFactory 15.1 software. The findings from this research show that the condition of the system during contingency (N-1) is experiencing an increase in loading on IBT-1 150/70 kV Tasikmalaya and a decrease in voltage on each substation (GI) bus. The magnitude of the IBT-1 load in contingency conditions (N-1) is 103.2 MW and the bus voltage drop at each GI varies from 0.6 – 0.8 kV. Next, load shedding was carried out using the OLS scheme, the first stage was shedding a load of 10 MW on the Kadipaten 70 kV GI transformer-1 with a time delay of 3 seconds. The second stage releases a load of 6.3 MW on transformer-1 GI 70 kV Parakan with a time delay of 3.5 seconds. The IBT-1 loading value after implementing the OLS scheme is 91.34 MW and the voltage value on each GI bus has increased varying from 0.34 – 1.03 kV. The application of OLS overcomes increased loading and decreased voltage so that the loading and voltage values operate within the applicable limits.

Keywords: *Inter Bus Transformer, Contingency (N-1), Over Load Shedding.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat/Signifikan Penelitian	3
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Sistem Tenaga Listrik	6
2.2 <i>Inter Bus Transformer</i> (IBT)	7
2.3 Gangguan Pada Transformator	8
2.3.1 Gangguan Dalam (<i>Internal Fault</i>)	8
2.4 Sistem Proteksi	10
2.4.2 Pengertian Sistem Proteksi	10
2.4.3 Fungsi Sistem Proteksi	11
2.4.4 Persyaratan Sistem Proteksi	11
2.5 Analisis Kontingensi	16
2.6 <i>DIgSILENT PowerFactory</i>	16
2.7 <i>Defense Scheme</i>	17
2.8 <i>Over Load Shedding</i> (OLS)	18
2.6.1 Skema <i>Over Load Shedding</i> (OLS)	19

2.6.2	Perhitungan Kuota <i>Over Load Shedding</i> (OLS).....	21
2.6.3	<i>Setting</i> Skema <i>Over Load Shedding</i> (OLS).....	22
BAB III METODE PENELITIAN		23
3.1	Desain Penelitian	23
3.2	Lokasi Penelitian.....	25
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	25
3.4	Data Penelitian	26
3.4.1	Spesifikasi <i>Current Transformer</i> (CT)	26
3.4.2	Spesifikasi <i>Inter Bus Transformer</i> (IBT).....	26
3.4.3	Data Pembebanan IBT 150/70 kV Tasikmalaya	27
3.4.4	Data Penghantar Tasikmalaya	28
3.5	Analisis Data.....	29
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Temuan Penelitian	33
4.1.1	Pembebanan IBT dan Tegangan Bus Kondisi Normal.....	33
4.1.2	Pembebanan IBT dan Tegangan Bus Kondisi Kontingensi (N-1 35	
4.1.3	Batasan Operasional IBT	36
4.1.4	Perhitungan Kuota <i>Over Load Shedding</i> (OLS).....	37
4.1.5	Perancangan Skema <i>Over Load Shedding</i> (OLS).....	39
4.1.6	Pembebanan IBT dan Tegangan Bus Setelah Penerapan OLS	41
4.1.7	Grafik Pembebanan IBT dan Tegangan Bus	43
4.2	Pembahasan Penelitian	44
4.2.1	Profil Pembebanan IBT dan Tegangan Bus.....	44
4.2.2	Penerapan Skema <i>Over Load Shedding</i> (OLS)	45
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		46
5.1	Simpulan	46
5.2	Implikasi	47
5.3	Rekomendasi.....	47

DAFTAR PUSTAKA 48
LAMPIRAN..... 52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan Operasional Tegangan.....	18
Tabel 3. 1 Spesifikasi <i>Current Transformer</i>	26
Tabel 3. 2 Spesifikasi IBT 500/150 kV Tasik Baru.....	27
Tabel 3. 3 Daya IBT 500/150 kV Tasik Baru	27
Tabel 3.4 Spesifikasi IBT 150/70 kV Tasikmalaya	27
Tabel 3. 5 Daya IBT 150/70 kV Tasikmalaya	27
Tabel 3.6 Data Pembebanan IBT 150/70 kV Tasikmalaya.....	28
Tabel 3. 7 Data Penghantar Sisi Primer	28
Tabel 3. 8 Data Penghantar Sisi Sekunder	28
Tabel 4. 1 Data Pembebanan IBT Kondisi Normal	34
Tabel 4. 2 Data Tegangan Bus Kondisi Normal	34
Tabel 4. 3 Data Pembebanan IBT Kondisi Kontingensi (N-1).....	36
Tabel 4. 4 Data Tegangan Bus Kondisi Kontingensi (N-1).....	36
Tabel 4. 5 Tahapan Pelepasan Beban.....	38
Tabel 4. 6 <i>Setting Over Load Shedding (OLS)</i>	40
Tabel 4. 7 Data Pembebanan IBT Setelah Penerapan OLS	42
Tabel 4. 8 Data Tegangan Bus Setelah Penerapan OLS	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Transformator Tegangan.....	7
Gambar 2.3 Zona Proteksi Sistem Tenaga Listrik	13
Gambar 2.4 Penerapan <i>Over Load Shedding</i> pada IBT	20
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	23
Gambar 3.2 PT. PLN (Persero) UP2B Jawa Barat.....	25
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Analisis Data.....	29
Gambar 3.4 <i>Single Line Diagram</i> Tasikmalaya.....	30
Gambar 4.1 <i>Load Flow Analysis</i> Kondisi Normal	33
Gambar 4.2 <i>Load Flow Analysis</i> Kondisi Kontingensi (N-1).....	35
Gambar 4.3 Skema <i>Over Load Shedding</i> (OLS).....	39
Gambar 4.4 <i>Load Flow Analysis</i> Setelah Penerapan OLS.....	41
Gambar 4.5 Grafik Pembebanan IBT 150/70 kV Tasikmalaya	43
Gambar 4.6 Grafik Tegangan GI 70 kV.....	43

DAFTAR PUSTAKA

- Anung, & Ramadhani, A. (2017). Penerapan Ols Untuk Meminimalisir Pemadaman Meluas Akibat Overload Pada Satu Penghantar. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 12(1), 1–8.
- Arifin, A. M. (2019). *Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik Pada Jaringan 150 Kv*.
- Arliani, Sara, D. I., & Siregar, R. H. (2019). Penerapan Island Operation Sebagai Defence Scheme Pada Gardu Induk Banda Aceh. *Seminar Nasional Dan Expo Teknik Elektro*.
- Dermawan, E., & Nugroho, D. (2017). Analisa Koordinasi Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Di Sistem Proteksi Feeder Gardu Induk 20 Kv Jababeka. *Jurnal Elektum*, 14(2). <https://doi.org/10.24853/elektum.14.2.43-48>
- Digsilent - User Manual. (2019). Modul Digsilent Powerfactory. In *P.1269*.
- Ding, Y., Su, S., Zhang, R., Shao, L., Zhang, Y., Wang, B., Li, Y., Chen, L., Yu, Q., Wu, Y., & Nie, G. (2017). Precision Combination Therapy For Triple Negative Breast Cancer Via Biomimetic Polydopamine Polymer Core-Shell Nanostructures. *Biomaterials*, 113, 243–252.
- Esdm. (2023). *Laporan Kinerja Kementerian Esdm Tahun 2022*.
- Goeritno, A., Rasiman, S., Nugraha, I., & Johan, A. (2018). Simulasi Fenomena Gangguan Internal Pada Transformator Daya Untuk Pengukuran Kinerja Relai Diferensial Dan Buchholz. In *Prosiding Seminar Nasional & Teknologi (Sinergi)*, 57–72.
- H. Mohamad, Z. Zakaria, & M.Z. Bin Mazlan. (2015). Development Of Gui Power System Load Flow Analysis Tool Based On Newton Raphson Method. *2015 Ieee 7th International Conference On Engineering Education (Iceed)*.
- Hajar, I., & Ridho, M. (2020). Review Dan Resetting Skema Overload Shadding Interbus Transformer 500/150 Kv 1,3 Gandul Dan 2 Kembangan. *Energi & Kelistrikan*, 12(1), 32–42. <https://doi.org/10.33322/energi.v12i1.942>
- Handayani, O., Darmana, T., & Widyastuti, C. (2019). Analisis Perbandingan Efisiensi Penyaluran Listrik Antara Penghantar Acsr Dan Accc Pada Sistem Transmisi 150kv. *Energi Dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*, 11(1).

- Hariyanto, A., Handayani, O., Kurniawan, D., & Elektro, T. (2016). Studi Rele Differensial Pada Trafo Interbus Di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi Gandul. In *Jurnal Sutet* (Vol. 6, Issue 1).
- Hariyono, D. (2019). Analisa Proteksi Relay Differensial Terhadap Gangguan Eksternal Transformator. *Saintek Itm*, 32(2).
- Ieee Std C37.91-2000. (2000). Ieee Guide For Protective Relay Applications To Power Transformers. *New York, Ny, Usa: The Institute Of Electrical And Electronics Engineers*.
- Joshi, N. C., Sood, Y. R., Jarial, R. K., & Thapliyal, R. (2012). Transformer Internal Winding Faults Diagnosis Methods: A Review. In *Mit International Journal Of Electrical And Instrumentation Engineering* (Vol. 2, Issue 2).
- K. Verma, & K. R. Niazi. (2012). "Contingency Constrained Power System Security Assessment Using Cascade Neural Network. *J. Electrical Systems* , 8(1), 1–12.
- Markoni. (2018). *Operasi Sistem Dan Pemeliharaan Jaringan Distribusi Listrik*.
- Marsudi, D. (2005). *Pembangkitan Energi Listrik*. Erlangga.
- Maulana, A. H. (2020). Mengintegrasikan Adaptive Defense Scheme Ke Master Station Scada Pada Sistem Tenaga Listrik Jawa-Bali. *Petir*, 14(1), 114–121. <https://doi.org/10.33322/Petir.V14i1.935>
- Muslim, J., Dakhlan, D. F., Rahayu, A. C. S., & Kadir, S. A. (2016). Literature Study On Condition Of Tertiary Of Interbus Transformer And Alternative Protection. *International Journal Of Electronics And Electrical Engineering*, 215–220. <https://doi.org/10.18178/Ijeee.4.3.215-220>
- Mz, A. M. H. (2020). Analisis Hasil Pengujian Transformator Tegangan Pada Bay Penghantar 70 Kv Sungai Kedukan# 2 Gardu Induk Bungaran. (*Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya*).
- Noviyani, E., & Harjono, P. (2016). *Studi Pelepasan Beban Pada Skema Pertahanan (Defence Scheme) Jaringan Sistem Khatulistiwa*.
- Nugraheni, A., & Setiabudy, R. (2011). *Simulasi Pelepasan Beban Dengan Menggunakan Rele Frekuensi Pada Sistem Tenaga Listrik Cnooc Ses Ltd*.
- Nur, R. D. T. , S. S. , & S. D. P. (2020). Studi Skema Pelepasan Beban Menggunakan Overload Shedding Relay Pada Interbus Transformer 500/150

- Kv 500 Mva Di Substansi Deltamas-Mandirancan. *Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Pln.*
- Nurida, I., & Wrahatnolo, T. (2016). Analisis Pengaruh Gangguan Beban Lebih Pada Inter Bus Transformer (Ibt) Terhadap Kinerja Over Load Shedding (Ols) Di Substansi Krian-Gresik. *J. Tek. Elektro, Univ. Negri Surabaya*, 5(3), 0–28.
- Pt. Pln (Persero). (2013). *Pedoman Dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi Dan Gardu Induk Jawa Bali* (Edisi Pertama).
- Pt. Pln (Persero). (2021). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (Ruptl) Pt. Pln (Persero) 2021-2030.*
- Pt. Pln (Persero). (2022). *Skema Defense Scheme Up2b Jawa Barat Tahun 2021.*
- Senen, A., Dini, H. S., Anggani, D., & Putera, P. (2022). Penentuan Kriteria Kapasitas Transformator Berdasarkan Proyeksi Kebutuhan Energi Secara Mikrospasial. *Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(1), 200. <https://doi.org/10.26760/Elkomika.V10i1.200>
- Septiawan, M. A. (2020). Penggantian Transformator Tegangan (Cvt) Bay Penghantar 150kv Sribawono 2 Di Gi New Tarahan. *Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya.*
- Soroudi, A. (2021). Controllable Transmission Networks Under Demand Uncertainty With Modular Facts. *International Journal Of Electrical Power And Energy Systems*, 130(April), 106978. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.106978>
- Sucita, T., Mulyadi, Y., & Saputra, W. S. (2018). Load Shedding Analysis Because Of Contingency Damage (N-2) At Transmission Lines 150 Kv Substansi Cirata. *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 384(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899x/384/1/012076>
- Syahputra, R., Yusmartato, Nasution, R., & Yusniati. (2020). Pengoperasian Transformator Dengan Menggunakan Tap Changer Aplikasi Gardu Induk Denai. In *Journal Of Electrical Technology* (Vol. 5, Issue 2).
- Syahrial, S., Sawitri, K., & Gemahapsari, P. (2017). Syahrial, S., Sawitri, K., & Gemahapsari, P. (2017). Studi Keandalan Ketersediaan Daya Pembangkit

- Listrik Pada Jaringan Daerah “X.” *Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 5(1), 93.
- Tanto, R. T., & Alfi, I. (2019). Optimalisasi Pengaturan Tegangan Menggunakan Tap Changer. *Doctoral Dissertation, University Of Technology Yogyakarta*.
- Tasiam, F. J. (2017). *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*.
- Wibowo, S. S. (2018). *Analisa Sistem Tenaga*. Polinema Press.
- Yudha, H. M. (2008). *Rela Proteksi: Prinsip Dan Aplikasi*.
- Yusmartato, & Yusniati. (2016). Analisa Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan Tanah Pada Penyulang Lm Di Gardu Induk Lamhotma. *Journal Of Electical Technology*, 1(2).