

Kajian Rugi-Rugi Daya Dengan Menggunakan Software Powerworld Versi 12 Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 Kv Pada Gardu Induk Payageli-Gardu Induk Glugur

Ade Wardana

¹Program Studi Teknik Elektro, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

adewardana@gmail.com

Abstrak

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data data dan parameter parameter seperti jenis konduktor, panjang konduktor dan hambatan jenis konduktor termasuk spesifikasi gardu induk, data beban, dan data transmisi pada RUPTL PLN dan selanjutnya data data di masukkan ke software powerworld versi 12 kemudian di running akan mendapatkan hasil hasil simulasi termasuk rugi-rugi daya nya (selisih antara pengirim dan penerima daya). Berdasarkan simulasi Software Powerworld 12 rugi-rugi daya pada saluran tegangan tinggi dari GI Payageli ke GI Glugur yang telah diberi swiched shunt disetiap bebanbeban nya adalah sebesar 0,16 MW dan rugi rugi daya reaktif atau Mvar pada saluran tegangan tinggi dari GI Payageli ke GI Glugur adalah sebesar 0.56 MVar, dan hasil perhitungan manual rugi rugi sebesar 0.165 MW atau 160 Kw dan rugi rugi reaktifnya sebesar = 0,0034917 MVar. Besar kerugian faktor korona selama penyaluran tenaga listrik dari Payageli-Glugur150kv sebesar 34.845,26 watt atau 0,02 % dari total kerugian daya distribusi. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya rugi rugi daya (selisih antara daya yang dikirim dan daya yang diterima) pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV pada G.I Payageli ke pentransmisi G.I Glugur adalah Faktor jenis pengantar atau konduktor, panjang penghantar atau konduktor semakin panjang penghantar maka semakin besar pula rugi-rugi dayanya, dan faktor korona. Software yang digunakan sangat praktis dan sederhana dan sangat mudah pengoperasiannya untuk menghitung rugi rugi daya, biaya listrik, dan dapat menganalisa sistem tenaga listrik.

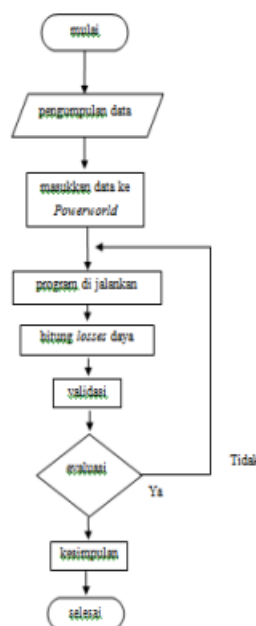
Kata Kunci : Simulasi, Sistem Tenaga Listrik, Rugi-Rugi, Powerworld12.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan jumlah populasi penduduk kian bertambah, praktis Kebutuhan energi listrik juga harus di tambah tiap tahunnya. Listrik adalah salah satu sumber energi yang sangat vital peranannya untuk menunjang kebutuhan sehari hari rumah tangga maupun bisnis. Dengan kata lain bahwa listrik adalah sumber energi penunjang kehidupan sehari hari masyarakat. Sebagai penyedia kebutuhan energi listrik PLN di tuntut harus mampu mencukupi kebutuhan energi listrik masyarakat rumah tangga maupun bisnis. Jika semakin panjang penghantarnya atau semakin jauh jarak antara pusat pembangkit tenaga listrik dengan pusat beban maka semakin besar pula rugi-rugi daya yang dialami pada penghantar dan begitu pula sebaliknya semakin pendek penghantarnya maka semakin kecil pula rugi-rugi daya yang dialami pada penghantar. Tegangan sistem yang digunakan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

Definisi studi aliran daya atau load flow study adalah analisis numerik aliran tenaga listrik dalam sebuah sistem kelistrikan. Studi aliran daya kadang disebut juga studi aliran beban juga merupakan analisa dan asesmen terhadap kondisi steady-state sistem listrik. Sasarannya adalah untuk mengetahui aliran tenaga, arus, tegangan, daya nyata (real power) dan daya reaktif (reactive power). Melalui analisa aliran beban kita dapat mendapat informasi tentang level tegangan (V) dan sudut fasa tegangan (δ) di setiap bus dalam kondisi steady-state. Ini penting karena besarnya tegangan bus harus dipertahankan dalam batas yang ditetapkan. Setelah sudut dan level tegangan bus dihitung menggunakan aliran daya, besar dan deviasi daya reaktif (Q) dan nyata (P) yang melalui setiap saluran dapat dihitung. Juga berdasarkan perbedaan antara aliran daya di ujung pengirim dan penerima, rugi-rugi di jalur tertentu juga dapat dihitung. Selain itu, kita juga dapat mengetahui status beban lebih dan kurang pun. Studi aliran daya diperlukan selama fase desain proyek baru atau daya reaktif (reactive power).

2. METODE PENELITIAN

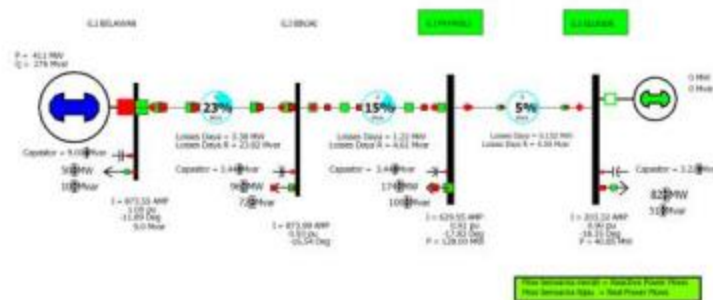


Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL

Hasil Running Software Powerworld 12

Gambar Single Line Diagram diatas setelah running menggunakan software powerworld 12.



Gambar 2. Hasil Running Software Powerworld 12

Data Transmisi SUMBAGUT 150 kV diatas didapat bahwa konduktor yang digunakan pada pentransmisi G.I Payageli ke G.I Glugur adalah konduktor ACSR berjenis Duck 1 x 300 mm² dengan panjang pengantar sepanjang 11.9 km dengan parameter Line R atau Resistansi sebesar 0.0055 Ohm/km, Line X sebesar 0.02113 dan line Y sebesar 0.00048.

Hasil Running Pada Software Powerworld 12 Bagian Branches Input

Pada hasil hasil running pada software powerworld 12 bagian branches input dapat diketahui bahwa nilai rugi rugi daya nyata atau MW pada saluran tegangan tinggi dari G.I Payageli ke G.I Glugur adalah sebesar 0.16 MW dan rugi rugi daya reaktif atau Mvar pada saluran tegangan tinggi dari G.I Payageli ke G.I Glugur adalah sebesar 0.56 MVar.

Hasil Perhitungan Manual Rugi-Rugi Daya Dan Hasil Analisa

Konduktor yang digunakan dalam pentransmisi Glugur-Payageli 150 Kv adalah konduktor ACSR atau Aluminium Conductor Steel Reinforced 1 x 300 mm² berjenis Duck 2 sirkit atau line RSTN yang mempunyai panjang penghantar 11,92 km, untuk menghitung rugi-rugi daya dalam penyaluran tenaga listrik ini pertama harus mencari resistansi nya atau hambatan dari konduktor sebelum mencari resistansi nya sepanjang 11,92 km

4. PEMBAHASAN

Mencari nilai resistansi total konduktor ACSR Payageli-Glugur

Mencari resistansi total dari konduktor ACSR 1 x 300 mm² yang memiliki 7 kawat baja dan 54 kawat aluminium yang memiliki diameter 1 inti baja 8.07 mm, ditengahnya dan dikelilingi 6 kawat baja berdiameter 2.69 mm dan dikelilingi 54 kawat aluminium. Diketahui ρ (ρ) baja = 4.0×10^{-7} Ohm.m dan ρ (ρ) aluminium = 2.67×10^{-8} Ohm.m dan panjang konduktor penghantar sepanjang 11.92 km dari Glugur – Payageli.

Diketahui ρ (ρ) baja = 4.0×10^{-7} Ohm.m ρ (ρ) aluminium = 2.67×10^{-8} Ohm.m $l = 11.92 \text{ km} = 11.920 \text{ m}$ Mencari jari jari dari kawat konduktor jenis baja terdiri dari 1 kawat tunggal berdiameter 8.07 mm dan 6 kawat baja berdiameter 2.69 mm dan dicari luas penampangnya.

Tgl	Plosses pukul 10.00				Plosses pukul 19.00			
	Plosses R	Plosses S	Plosses T	$P_{\text{Losses}} RST_{\text{Totalpukul 10.00}}$	Plosses R	Plosses S	Plosses T	$P_{\text{Losses}} RST_{\text{Totalpukul 19.00}}$
	watt	Watt	watt	Watt	Watt	Watt	Watt	Watt
18	44.104,5	45.000	44.551,125	133.655,625	45.000	45.904,5	45.451,12	136.355,625
19	40.612,5	41.472	41.041,125	123.125,625	38.920,5	39.762	39.340,12	118.022,625
20	35.644,5	36.450	36.046,125	108.137,625	42.778,12	43.660,12	43.218	129.656,25
21	20.808	21.424,5	21.115,125	63.341,625	31.752	32.512,5	32.131,12	96.395,125
22	45.000	45.904,5	45.451,12	136.355,62	46.437,625	48.205,125	47.740,5	142.383,25
23	48.672	49.612,5	49.141,12	147.425,62	52.488	53.464,5	52.975,12	164.927,625
24	45.000	45.904,5	45.451,12	136.355,625	48.672	49.612,5	49.141,12	147.425,625
25	45.451,1	46.360,1	45.904,5	137.715,75	58.996,12	60.031,12	59.512,5	178.539,75
Jumlah				986.113,115	Jumlah			1.113.712,27
Jumlah Total $P_{\text{Losses}} RST =$				$\frac{2.099.825,38}{16} = 131.239.086 \text{ watt}$				

Tabel 1. Hasil Rugi-rugi daya G.I glugur payageli 150 kv

Mencari rugi-rugi daya faktor korona

Parameter	Nilai
Tegangan Transmisi	150 kv
Frekuensi	50 Hz
Jarak Antar Fasa	6 meter
Diameter Konduktor ACSR	24,21 mm
Jari-jari konduktor ACSR	12,10 m
Kuat Medan Kondisi Kering	24,2 kV
Suhu	31,2 °C
$V(L - N)$	85,55 Kv
B	758,31 mmHg

Tabel 2. Parameter Konduktor ACSR Glugur-Payageli

Kerugian korona yang terjadi pada tanggal 29 Maret sampai 11 April 2021 sebesar 34.845,25 watt atau 0,034845 Mwatt, sehingga kerugian daya yang diakibatkan oleh faktor korona adalah 0,02 %.

Mencari rugi-rugi daya reaktif saluran transmisi Glugur-Payageli

Untuk mencari X_{Total} harus dicari dahulu nilai reaktannya dan harus dicari dahulu nilai GMD dan GMR nya yang diketahui panjang penghantar Payageli ke Glugur 1 dan 2 adalah sepanjang 11,92 km. Jarak antara fasa ke fasa 6 m, jumlah urat konduktor 7 + 54 = 61 dengan $\alpha_g = 0,772$ sesuai dengan tabel jumlah urat konduktor dibawah ini

Cu / Al		ACSR	
Jumlah Urat	α_g	Jumlah Urat	α_g
Solid	0.779	26	0.809
7	0.726	30	0.829
19	0.758	54	0.81
30	0.768		
61	0.772		
91	0.774		
127	0.776		

Tabel 3. Faktor Ketergantungan pada jumlah urat kawat penghantar.

Dibawah ini tabel hasil dari perhitungan rugi-rugi daya reaktif satuan VAR atau Volt Ampere Reaktif dengan menggunakan gambar data log sheet diatas adalah sebagai berikut.

Hasil rugi-rugi daya reaktif Payageli - Glugur 1 dan 2								
Tgl	P losses pukul 10.00				P losses pukul 19.00			
	$P_{vw} losses$ R	$P_{vw} losses$ S	$P_{vw} losses$ T	$P_{vw} losses RST$ pukul 10.00	$P_{vw} losses$ R	$P_{vw} losses$ S	$P_{vw} losses$ S	$P_{vw} losses RST$ pukul 19.00
	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
18	79,975	81,600	80,78	242,355	81,600	83,240	82,418	489,619
19	73,644	75,202	74,421	223,267	70,575	72,101	71,336	437,282
20	64,635	66,096	65,363	196,094	77,571	79,170	78,368	431,205
21	37,731	38,288	38,288	114,307	57,576	58,956	58,264	289,667
22	81,600	83,240	82,418	247,258	85,731	87,411	86,569	506,970
23	88,258	89,964	89,109	267,331	95,178	96,948	96,061	555,520
24	81,600	83,240	82,418	247,258	88,258	89,964	89,109	515,412
25	82,418	84,066	83,240	249,724	106,979	108,857	107,916	573,476
Jumlah				1.787,594	Jumlah			3799,151
Jumlah Total P var losses RST					$\frac{5.586,74 VAR}{16} = 349,17 VAR$			

Tabel 4. Data Beban Reaktif Payageli-Glugur 150 kv

Perbandingan hasil perhitungan rugi-rugi daya Payageli-Glugur antara perhitungan software powerworld dan perhitungan manual.

Kemudian membandingkan antara hasil software powerworld dengan perhitungan manual seperti tabel dibawah ini.

Penghantar	Perhitungan P_{losses} dengan Software Powerworld (watt)	Perhitungan P_{losses} secara manual (watt)
Payageli - Glugur I	165.320,23	166.084,346
Payageli - Glugur II	165.320,23	166.084,346

Penghantar	Perhitungan $P_{var} losses$ dengan Software Powerworld (Volt Ampere Reaktif) atau Var	Perhitungan $P_{var} losses$ secara manual (Volt Ampere Reaktif) atau Var
Payageli - Glugur I	564.000	349,17
Payageli - Glugur II	614.000	349,17

Tabel 5. Perbandingan antar perhitungan rugi-rugi daya software powerworld dengan perhitungan manual Payageli-Glugur

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa perhitungan yang telah dilakukan peneliti maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa didapatkan bahwa kondisi sistem kelistrikan PT PLN (Persero) Medan G.I Payageli dan G.I Glugur 150 kV masih dalam kondisi yang baik karena tidak melebihi batas toleransi yang diperbolehkan untuk suatu nilai tegangan adalah dibawah 10 %.
2. Besar kerugian daya pentransmision dari pengiriman daya G.I Payageli ke penerima daya G.I Glugur menggunakan software Powerworld 12 adalah sebesar = 0.16 MW atau 160 Kw dan rugi rugi reaktifnya sebesar = 0.56 MVar.
3. Besar kerugian daya pentransmision dari pengiriman daya G.I Payageli ke penerima daya G.I Glugur dengan perhitungan manual adalah sebesar = 0.165 MW atau 160 Kw dan rugi rugi reaktifnya sebesar = 0,0034917 MVar
4. Besar kerugian faktor korona selama menyalurkan tenaga listrik dari Payageli-Glugur 150 kv sebesar 34.845,26 watt atau 0,02 % dari total kerugian daya penyaluran.
5. Software Powerworld adalah software yang digunakan sangat praktis dan sederhana dan sangat mudah pengoperasiannya untuk menghitung rugi rugi daya, biaya listrik dan dapat menganalisa sistem tenaga listrik.

REFERENSI

- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc.
- Adam, M. (2020). Unjuk Kerja Generator Clok Sinyal Low Pass Filter, Pam Multiplexing Pada Rangkaian Percobaan Pulse Code Modulation (PCM) Aplikasi pada Laboratorium Dasar Sistem Telekomunikasi. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 51-57.
- Adam, M. (2019, October). Pemanfaat Mikrokontroller Atmega8 Sebagai Pengaman Pintu Menggunakan Metode Sidik Jari (Fingerprint). In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 279-289).
- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc.
- Azis, Z., Panggabean, S., & Sumardi, H. (2021). EFEKTIVITAS REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION TERHADAP HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA SMP NEGERI 1 PAHAE JAE. *Journal Mathematics Education Sigma [JMES]*, 2(1), 19-24.
- Azis, H., & Evalina, N. (2019, November). Comparative analysis between the switch mode power supply (SMPS) using IC TL494cn transformer based on power supply linear. In *Materials Science and Engineering Conference Series* (Vol. 674, No. 1, p. 012035).
- Cholish, C., Rimbawati, R., & Hutasuht, A. A. (2017). Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1(2).
- Cholish, C., Rimbawati, R., & Hutasuht, A. A. (2017). Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1 (2), 90–102.
- Daut, I., Adzrie, M., Irwanto, M., Ibrahim, P., & Fitra, M. (2013). Solar powered air conditioning system. *Energy Procedia*, 36, 444-453.
- Evalina, N., Azis, A., & Zulfikar, Z. (2020). The Use of MQ6 and Microcontroller of ATmega 2360 as a Leaks Detection Device of Liquid Petroleum Gas (LPG). *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 2(3), 389-393.

- Evalina, N. (2019, November). Comparative analysis between the switch mode power supply (SMPS) using IC TL494cn transformer based on power supply linear. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012035). IOP Publishing.
- Evalina, N., Azis, A., & Zulfikar, Z. (2020). The Use of MQ6 and Microcontroller of ATmega 2360 as a Leaks Detection Device of Liquid Petroleum Gas (LPG). *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 2(3), 389-393.
- Fareq, M., Fitra, M., Irwanto, M., Syafruddin, H. S., Gomesh, N., Farrah, S., & Rozailan, M. (2014, March). Solar wireless power transfer using inductive coupling for mobile phone charger. In *2014 IEEE 8th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO2014)* (pp. 473-476). IEEE.
- Fitra, M., & Nasution, E. S. (2019, October). Pengembangan Produksi Dodol Mangrove Melalui Penerapan Teknologi Tepat Guna. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 350-354).
- Gomesh, N., Daut, I., Irwanto, M., Irwan, Y. M., & Fitra, M. (2013). Study on Malaysia's perspective towards renewable energy mainly on solar energy. *Energy Procedia*, 36, 303-312.
- Hafidzah, N. A., Azis, Z., & Irvan, I. (2021). The Effect of Open Ended Approach on Problem Solving Ability and Learning Independence in Students' Mathematics Lessons. *IJEMS: Indonesian Journal of Education and Mathematical Science*, 2(1), 44-50.
- Harahap, P. (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 73-80.
- Harahap, P., Nofri, I., Arifin, F., & Nasution, M. Z. (2019, October). Sosialisasi Penghematan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Desa Kelambir Pantai Labu. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 235-242).
- Hardi, S., Daut, I., Rohana, I., & Hafizi, M. (2014). Sensitivity of Induction Motor under Symmetrical Voltage Sags and Interruption. In *Advanced Materials Research* (Vol. 875, pp. 1923-1928). Trans Tech Publications Ltd.
- Hardi, S., Hafizi, M., Isa, M., & Ismail, R. (2013). Equipment Performance Due to Voltage Sags—Test Results for Contactor and Induction Motor. *GSTF Journal of Engineering Technology (JET)*, 2(3).
- Hutasuhut, A. A., & Pasaribu, F. I. (2017, September). Design of motor induction 3-Phase from waste industry to generator for microhydro at isolated village. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 237, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Harahap, P., Damanik, W. S., Siregar, R. S., Siregar, M. A., ... & Batubara, S. S. (2020). Pelatihan Penggunaan Sensor HMC 5883L Sebagai Petunjuk Arah Kiblat Sumatera Utara. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 229-237.
- Nasution, E. S. (2019). ANALISIS RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV RANTAUPRAPAT-PADANG SIDEMPUAN. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 5(2).
- Nasution, E. S. (2019). PERANCANGAN ALAT KONTROL PINTU GESER OTOMATIS DENGAN MENGGABUNGKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DENGAN MODUL GSM SIM900A. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 4(1).
- Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021). Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 46-55.
- Pasaribu, F. I., Roza, I., Siregar, C. A., & Sitompul, F. A. (2021). Analisa Proteksi Over Current Relay Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di PELINDO 1 Cabang Belawan. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 18-26.

- Rimbawati, R., Harahap, P., & Putra, K. U. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Karakteristik Generator (Aplikasi Laboratorium Mesin-Mesin Listrik Fakultas Teknik-Umsu). *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, 2(1), 37-44.
- Rimbawati, R., Ramadhan, A. T., & Cholish, C. (2021). Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis Zelio (Aplikasi Pada PLTS Pematang Johar). *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 7-12.
- Rimbawati, R., Cholish, C., Saputro, E., & Harahap, P. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Penstabil Tegangan Menggunakan PLC M221 Pada PLTMH Bintang Asih. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 62-70.
- Rohana, R., & Zulfikar, Z. (2018). OPTIMALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS DAYA LISTRIK. *Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen*, 1(1).
- Rohana, I. (2013). Adjustable speed drives response to voltage sags. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 367, pp. 171-180). Trans Tech Publications Ltd.
- Roza, I., Pasaribu, F. I., Yanie, A., Almi, A., & Sinaga, T. S. (2021). Analisa Pengaruh Penggunaan VSD (Variable Speed Drive) Pada Konsumsi Energi Di PT. Lestari Alam Segar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 27-34.
- Saragih, J. W., & Hasibuan, A. (2020, September). Analysis of Damage to Ship MT. Delta Victory due to Human Error and Electricity with the Shel Method. In *2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)* (pp. 48-51). IEEE.
- Suwarno, S., & Sutikno, T. (2019). Implementation of buck-boost converter as low voltage stabilizer at 15 v. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 9(4), 2230-2237.
- Suwarno, I. Y., Irwanto, M., & Hiendro, A. Analysis of wind speed characteristics using different distribution models in Medan City, Indonesia. *Int J Pow Elec & Dri Syst ISSN*, 2088(8694), 1103.