

Analisis Pengaruh Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Transmisi 150 kV Menggunakan Software *Etap 12.6*

Catra Indra Cahyadi
Politeknik Penerbangan Palembang
Palembang, Indonesia
catraindracahyadi@gmail.com

Kurniaty Atmia
Politeknik Penerbangan Makassar
Makassar, Indonesia
kurniaty.atmia@gmail.com

Ayu Fitriani
Universitas Tjut Nyak Dhien
Medan, Indonesia
ayufitriani2796@gmail.com

Diterima : Januari 2022
Disetujui : Maret 2022
Dipublikasi : Juli 2022

Abstrak— Sistem kelistrikan pembangkit serta pusat-pusat beban pada biasanya terpisah dalam ratusan apalagi ribuan km, sehingga tenaga listrik yang dibangkitkan wajib disalurkan lewat penghantar jaringan transmisi. Sumber tenaga listrik meliputi 3 tahapan semacam sistem pembangkit, jaringan transmisi serta distribusi, sehingga memunculkan kendala dalam proses penyaluran tenaga listrik. Salah satu kendala diakibatkan oleh aspek rugi-rugi energi akibat jarak antar pusat pembangkit dengan pusat beban yang jauh. Pengaruh dari rugi-rugi energi ini menimbulkan hilangnya energi yang besar. Analisis buat memperoleh nilai rugi-rugi energi di jaringan transmisi 150 kV periset merancang sistem aliran energi dengan memakai aplikasi ETAP 12.6. Tata cara yang digunakan periset ialah mengambil informasi tegangan serta arus secara terus menerus sepanjang satu setiap hari penuh dikala terbentuknya beban puncak, pada jam 17.00 serta jam 21.00 Wib. Beban puncak rugi-rugi energi paling tinggi terjalin malam hari ialah pada 30 desember 2017 sebesar 0,84 MW pada pembebanan 15% yang terjalin di GI langsa ke GI panton labu. Sebaliknya pada pembebanan 50% rugi-rugi energi sangat besar sebesar 0,9452 MW terjalin pada GI langsa ke GI tualang cut. Beban puncak rugi-rugi energi paling tinggi terjalin sore hari serta malam hari pada 30 desember 2017 sebesar 1,148 MW terjalin pada GI langsa ke GI pangkalan Brandan. Sebaliknya rugi-rugi energi terendah 0,635 MW terjalin di GI langsa ke GI tualang cut.

Kata Kunci— Transmisi; Rugi-rugi daya; ACSR, MW.

Abstrac— The power generation system and load centers are usually separated by hundreds or even thousands of kilometer, so the electricity generated must be distributed through the transmission network conductor. The source of electricity includes 3 stages such as the generation system, transmission and distribution network, thus creating obstacles in the process of distributing electricity. One of the obstacles is caused by the aspect of energy losses due to the distance between the generating center and the far load center. The effect of these energy losses results in a large energy loss. Analysis to obtain the value of energy losses in a 150 kV transmission network, researchers design an energy flow system using the ETAP 12 application. The method used by researchers is to take voltage and current information continuously for one full day when peak loads are formed, at 17:

00 and at 21.00 Wib. The peak load of the highest energy losses occurred at night was on December 30, 2017 of 0.84 MW at a 15% load that occurred in the Langsa to the Panton Labu substation. On the other hand, at 50% loading, very large energy losses of 0.9452 MW are intertwined from the Langsa substation to the tualang cut substation. The peak load of energy losses was highest in the afternoon and evening on December 30, 2017 of 1,148 MW at the Langsa substation to the Pangkalan Brandan substation. On the other hand, the lowest energy losses of 0.635 MW are intertwined in the Langsa substation to the tualang cut substation.

Keywords— Transmission, Power loss, ACSR, MW.

I. PENDAHULUAN

Sistem pembangkit tenaga listrik pada biasanya terpisah jauh dalam ratusan apalagi ribuan km dengan pada pusat beban, sehingga energi listrik yang dihasilkan wajib disalurkan lewat penghantar saluran transmisi. Transmisi energi listrik ialah proses penyaluran energi listrik dimana saat sebelum energi listrik di distribusi kepada pelanggan ataupun konsumen[1]. Terjadi rugi-rugi energi pada jaringan transmisi butuh dicermati, sebab memunculkan hilangnya energi yang sangat besar. Berkurangnya pasokan tenaga listrik di sesuatu tempat memunculkan jatuh tegangan serta hadapi pemadaman listrik[2].

Sistem transmisi ialah tahapan penyaluran energi listrik pada pembangkit hingga ke sistem distribusi listrik. Kapasitas tegangan pada sistem transmisi di Indonesia dikategorikan dalam sebagian antara lain tegangan ekstra besar 500 kV serta tegangan besar 70-150 kV. Tujuannya tegangan dinaikkan buat bisa kurangi rugi-rugi energi serta jatuh tegangan, disebabkan sistem penyaluran lewat jarak yang jauh serta panjang. Dimana terus menjadi panjang serta jarak antar saluran dengan pusat beban hingga mempengaruhi pada rugi-rugi energi bila tegangan tidak dinaikkan[3]. Tahapan penyaluran tenaga listrik hadapi hambatan semacam terdapatnya rugi-rugi energi pada saluran. Aspek yang diakibatkan munculnya rugi-rugi energi ada pada aspek korosi, kebocoran isolator serta jarak antar saluran dengan

beban. Terdapatnya rugi-rugi energi dikenal kala tegangan dikirim(pembangkit) serta tegangan penerima hadapi perbandingan.

Tegangan maupun sinyal yang mengalir disepanjang jaringan transmisi hadapi penyusutan dengan jarak antar saluran yang terus menjadi panjang. Rugi- rugi energi ialah berkurangnya kebutuhan energi listrik yang dikirimkan dari pusat pembangkit kepada konsumen, dimana energi yang lenyap diakibatkan oleh susut energi yang dibangkitkan tetapi tidak terjual[4].

Riset terdahulu merumuskan penyusutan tegangan(voltage drop) serta rugi- rugi energi(losses) memakai ETAP di penyulang gardu induk Bandung selatan. Rugi- rugi energi serta rekonsiliasi tenaga jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV pada penyulang Nijang[6]. Akibat sumber energi terdistribusi terhadap profil tegangan serta rugi energi pada penyulang Bantul[7]. Revisi aspek energi memakai kapasitor buat mengirit tenaga listrik[8]. Revisi aspek energi dengan memakai tata cara kuantitatif serta deskriptif dengan memakai observasi langsung ke konsumen[9].

Rugi-rugi daya di analisis pada sistem transmisi 150 kV pada PT.PLN (Persero) Gardu Induk Langsa. Analisis dilakukan dengan mensimulasikan sistem aliran daya dengan pengambilan informasi dalam jangka satu hari dikala terjalin beban puncak pada jam 17. 00 Wib serta jam 21. 00 Wib dengan memakai dorongan pc ialah aplikasi ETAP 12. 6, setelah itu melaksanakan perbandingan dengan perhitungan rugi- rugi energi secara manual. Tujuan riset buat memperoleh nilai rugi- rugi energi yang terjalin di jaringan transmisi 150 kV dikala terbentuknya beban puncak.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan peneliti melakukan pengambilan data tegangan, arus dan beban yang terdapat pada Gardu Induk Langsa. Pengambilan data untuk beban dilakukan secara terus menerus selama satu bulan (30 hari), dengan mencatat tegangan dan arus pada saat beban puncak setiap hari pada pukul 17.00 dan 21.00 WIB. Pencatatan tersebut dilakukan dengan membaca *control panel* yang telah ada pada gardu induk. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu satu unit laptop Toshiba dengan intel (R) cerelon (R) prosesor 2.00 Ghz, Ram 2 GB dengan software ETAP versi 12,6. Rugi-rugi daya pada saluran transmisi dapat dinyatakan dengan persamaan [4]:

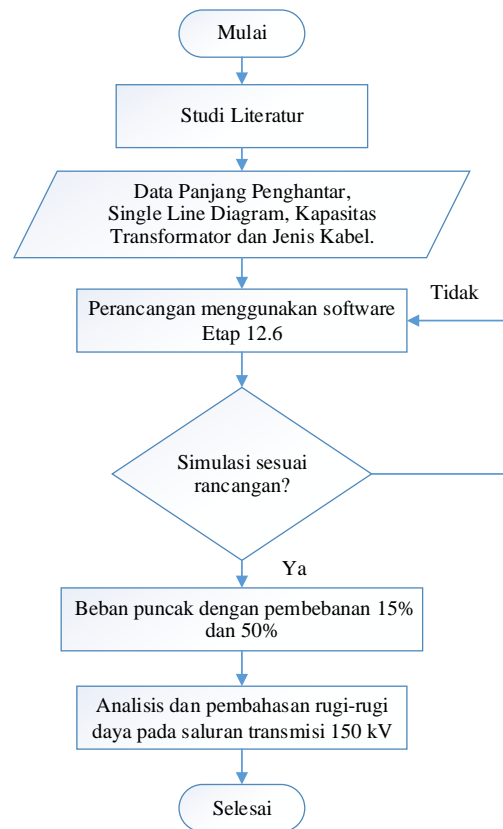
$$P_{LOSSES} = 3 \times I^2 \times R \times L \quad (1)$$

dimana:

- (Losses) : Rugi-rugi daya (watt)
- I : Arus yang di salurkan (watt)
- R : Tahanan saluran (Ω / meter)

Software ETAP (*electric transient and analysys program*) merupakan salah satu perangkat lunak yang mendukung menganalisis permasalahan dalam sistem tenaga listrik. Sotware ini dapat dioperasikan dalam keadaan *offline*. Untuk pengoperasian secara *online* digunakan pada pengolahan data real time atau sebagai pengendalian sistem. Perangkat yang terdapat didalamnya bervariasi, antaranya perangkat untuk menganalisis sistem tenaga listrik. Software

ETAP dapat merancang sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (*one line diagram*) sesuai kebutuhan[10]. Untuk penelitian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

a. Daya Listrik

Jumlah energi listrik yang diserap dalam suatu rangkaian disebut dengan daya listrik. Daya ialah suatu dimensi energi dalam suatu perlengkapan. Daya listrik dibagi 3 yaitu antara lain daya Semu, daya Aktif serta Energi Reaktif[11, 12].

b. Faktor Daya

Faktor daya ialah perbandingan antara energi sebetulnya dengan energi semu. Faktor daya dibatasi dari 0 hingga dengan 1, terus menjadi besar aspek energi maksudnya terus menjadi besar nilai energi semu yang diberikan[13].

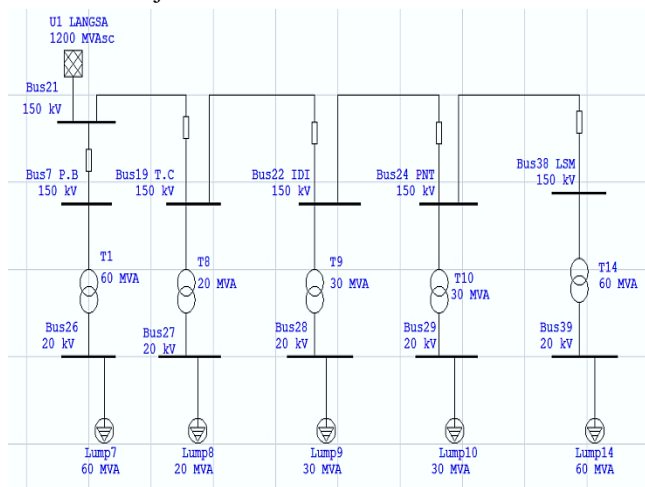
c. Rugi- rugi daya

Terbentuknya sesuatu penyusutan energi ialah suatu yang lenyap sepanjang proses penyaluran lewat jaringan hendak kurang efisiensi dari sesuatu sistem, perihal ini terjalin sebab adanya gesekan- gesekan mekanis, losses pada trafo ataupun aspek cuaca menimbulkan terbentuknya arus bocor pada kabel - kabel saluran distribusi serta transmisi[14]. Letak antara pembangkit ke Gardu induk biasanya mempunyai jarak yang kemungkinan jauh serta menimbulkan salah satu dampak timbulnya rugi-rugi daya serta jatuh tegangan. Pemakaian tipe konduktor merupakan satu metode untuk dapat menurunkan rugi-rugi daya dalam proses penyalurannya[15].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

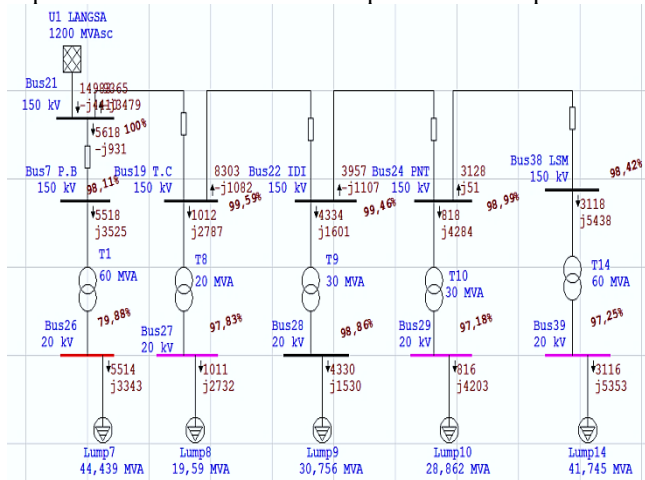
Perbedaan daya kirim dengan daya terima disebabkan oleh sistem transmisi atau sistem distribusi disebut dengan rugi – rugi daya. Di bawah ini beberapa GI pada posisi Bus GI langsa diantaranya GI pangkalan berandan, GI tualang cut, GI idi, GI panton labu, dan GI lhokseumawe. Dari setiap GI dihitung cukup jauh jarak antara satu GI dengan GI yang lain sehingga dapat menimbulkan kerugian sangat besar. Peneliti melaksanakan pengambilan informasi dalam jangka waktu sehari-hari kala terbentuknya beban puncak pada jam 17.00 Wib sampai 21.00 Wib dengan nilai pembebanan yang digunakan sebesar 10%- 50% serta 15%-50%, dimana informasi tersebut bisa jadi bahan perbandingan buat memperoleh besarnya rugi-rugi daya yang terjalin.

Hasil simulasi aliran aliran daya pada saluran transmisi 150 kV di tunjukkan dalam Gambar 2.



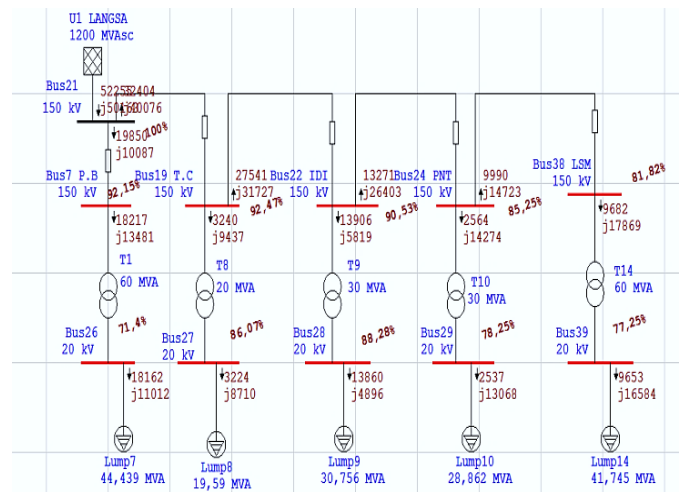
Gambar 2. Hasil simulasi rugi-rugi daya saluran Transmisi 150 kV

Hasil simulasi pada pukul 17.00 sampai 21.00 WIB pada 30 desember 2017 dengan nilai beban puncak yang digunakan berkisar dari 10% – 50%, setiap pengiriman daya antar gardu induk ditunjukkan seperti dalam Gambar 3 beban puncak diatur pada 10%.



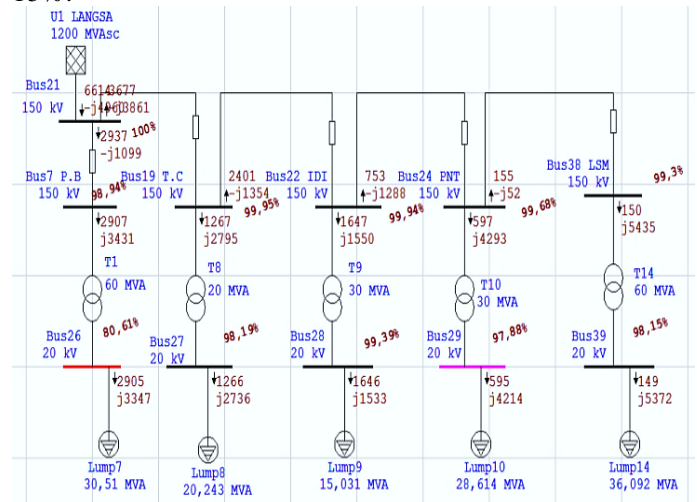
Gambar 3. Hasil Simulasi rugi-rugi daya Pada Saat Beban Puncak Pukul 17.00 WIB dengan pembebanan sebesar 15% untuk GI Langsa pada 30 Desember 2017

Pengiriman daya antar gardu induk seperti ditunjukkan dalam Gambar 4 beban puncak diatur pada 50%.



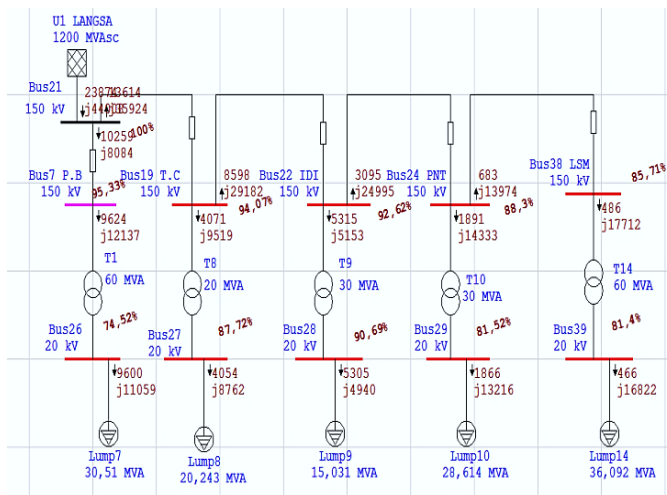
Gambar 4. Hasil Simulasi rugi-rugi daya Pada Saat Beban Puncak Pukul 17.00 WIB dengan pembebanan sebesar 50% untuk GI Langsa pada 30 Desember 2017

Pengiriman daya antar gardu induk seperti ditunjukkan dalam Gambar 5 beban puncak diatur pada 15%.



Gambar 5. Hasil simulasi rugi-rugi daya Pada Saat Beban Puncak Pukul 21.00 WIB dengan pembebanan sebesar 15% untuk GI Langsa pada 30 Desember 2017

Pengiriman daya antar gardu induk seperti ditunjukkan dalam Gambar 6 beban puncak diatur pada 50%.



Gambar 6. Hasil Simulasi rugi-rugi daya Pada Saat Beban Puncak Pukul 21.00 WIB dengan pembebanan sebesar 50 % untuk GI Langsa pada 30 Desember 2017

Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan hasil rata-rata rdari rugi-rugi daya pada beban puncak pukul 17.00 WIB dan pukul 21.00 WIB pada pembebanan 15% - 50%.

TABEL 1. LOSSES PADA SAAT BEBAN PUNCAK PUKUL 17.00 - 21.00 WIB DENGAN PEMBEBANAN SEBESAR 15 % UNTUK GI LANGSA PADA 30 DESEMBER 2017.

Gardu Induk	P _{Loss}	P _{Loss}	rata-rata p _{Loss} /hari	P _{Loss} (MWH)
	17.00 (MW)	21.00 (MW)		
Line Lgs - P.B	0,998	0,3	1,148	27,552
Line Lgs - T.C	0,499	0,84	0,919	22,056
Line Lgs - IDI	0,12	0,1	0,17	4,08
Line Lgs - PNT	0,109	0,16	0,189	4,536
Line Lgs - LSM	0,105	0,44	0,325	7,8

TABEL 2. LOSSES PADA SAAT BEBAN PUNCAK PUKUL 17.00 - 21.00 WIB DENGAN PEMBEBANAN SEBESAR 50% UNTUK GI LANGSA PADA 30 DESEMBER 2017

Gardu Induk	P _{Losses}	P _{Losses}	Rata-rata P _{Loss} /hari	P _{Loss} (MWH)
	17.00 (MW)	21.00 (MW)		
Line Lgs - P.B	0,16334	0,6357	0,48119	11,54856
Line Lgs - T.C	0,1624	0,9452	0,635	15,24
Line Lgs - IDI	0,3636	0,1879	0,45755	10,9812
Line Lgs - PNT	0,7175	0,5212	0,9781	23,4744
Line Lgs - LSM	0,308	0,1971	0,40655	9,7572

Hasil rugi- rugi daya di jaringan transmisi 150 kV menampilkan tidak seluruh daya yang dikirim bisa diterima seluruhnya oleh tiap gardu induk, rugi-rugi daya pula diakibatkan pada tahapan penyaluran daya, yang disebabkan oleh rugi-rugi daya pada beban puncak yang berbeda. Berikutnya akibat tekanan arus yang mengalir melebihi batasan nilai tahanan, menyebabkan kawat penghantar menjadi panas.

IV. KESIMPULAN

Terbentuknya rugi-rugi daya di GI langsa ke GI pangkalan brandan, GI tualang cut, GI idi, GI panton labu serta GI lhokseumawe hadapi rugi- rugi energi yang besar, rugi- rugi energi paling tinggi terjalin pada sore hari pada 30 desember 2017 sebesar 0, 998 MW pada pembebanan 15%

terjalin pada GI langsa ke GI pangkalan brandan. sebaliknya pada pembebanan 50% rugi- rugi daya sangat besar sebesar 0, 7175 MW terjalin pada GI langsa ke GI panton labu. Puncak rugi- rugi energi paling tinggi terjalin pada malam hari ialah pada 30 desember 2017 sebesar 0, 84 MW buat pembebanan 15% yang terjalin pada GI langsa ke GI panton labu. Sebaliknya pada pembebanan 50% rugi- rugi daya sangat besar 0, 9452 MW terjalin pada GI langsa ke GI tualang cut. Rugi- rugi energi paling tinggi terjalin sore hari serta malam hari ialah di 30 desember 2017 sebesar 1. 148 MW terjalin pada GI langsa ke GI pangkalan Brandan. Sebaliknya rugi- rugi daya terendah 0, 635 MW terjalin di GI langsa ke GI tualang cut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Perkataan terima kasih penulis kepada segala dosen pembimbing yang sudah membagikan arahan serta masukan dalam menuntaskan tulisan paper ini, dan kepada orang tua serta sahabat- sahabat yang senantiasa membagikan sokongan serta doanya.

REFERENSI

- [1] S. Hariyadi, "Analisis Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 Kv Pada Gardu Induk Palur – Masaran", Universitas Muhammadiyah Surakarta, No. 1–16, 2017.
- [2] Cekmas Cekdin, "Sistem Tenaga Listrik", ELTEK, Vol 11 Nomor 01, pp. 1–293, 2013.
- [3] Abdul Azis1, Irine Kartika Febrianti, "Evaluasi Ketersediaan Daya Pada Pt. Pln (Persero) Gardu Induk Bungaran Palembang", Jurnal Ampere Volume 3 No 2 , Desember 2018.
- [4] E. Aminullah, Firdaus, & Ervinato, "Evaluasi Kurva Beban Harian Energi Listrik Terhadap Kapasitas Transformator Untuk Keperluan Pengembangan Jaringan Distribusi Fakultas Teknik Universitas Riau," Jom FTEKNIK, vol. 2, No 1, pp. 2–4, 2015.
- [5] Feri Siswoyo Hadisantoso, "Analisa Penurunan Tegangan (Voltage Drop) dan Rugi-rugi (Losses) Penyulang Menggunakan ETAP di Gardu Induk Bandung Selatan", ELEKTRA, Vol.1, No.2, Juli 2016, Hal. 42 – 53, 2016.
- [6] Ahmad Jaya, Wirentake, Mei Priyanto, "Rugi Daya Dan Rekonsiliasi Energi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 Kv Pada Penyulang Nijang", Jurnal Tambora Vol. 4 No. 3 Oktober 2020.
- [7] Muhammad Yusuf Falah, Adib Muhammad Arrasyid, "Dampak Distributed Energy Resources terhadap Profil Tegangan dan Rugi Daya Penyulang Bantul 05", Volume 05, No. 2, November 2021.
- [8] M. Dani, Ahmad & Hasanuddin, "Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Sebagai Kompensator daya Reaktif (Studi Kasus STT Sinar Husni)," SENAR, vol. Vol 1, No, p. 673, 2018.
- [9] Rusda, Khairuddin Karim, Masing, "Analisis Perbaikan Faktor Daya Untuk Penghematan Energi Listrik Pada Politeknik Negeri Samarinda", Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Samarinda, 9 November 2017.
- [10] Bayu Andik Anggoro, Sukarno Budi Utomo, Ida Widiastuti, "Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi 150 kV GI Pati Bay GI Jekulo Menggunakan ETAP 12.6.0", Elekrika, Vol. 12 No.2, 2020.
- [11] Hasmirad Ndikade, Sardi Salim, Syahrir Abdussamad, "Studi Perbaikan Faktor Daya Pada Jaringan Listrik Konsumen Di Kecamatan Katobu Kabupaten Muna", Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, Volume 4 Nomor 1 Januari 2022.
- [12] D. Arisaktiwardhana, "Peningkatan Faktor Daya Pada Lampu Swabalast Untuk Mengurangi Energi dan Emisi CO2 Pada Sektor Rumah Tangga Di Indonesia," Universitas Indonesia, 2012.

- [13] E. Yuniarto, & Ariyanto, "Korektor Faktor Daya Otomatis Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga," *G Tech (Gema Teknologi)*, vol. Vol 19, No, 2018.
- [14] O. Handayani, T. Darmana, and C. Widyastuti, "Analisis Perbandingan Efisiensi Penyaluran Listrik Antara Pengantar ACSR dan ACCC pada Sistem Transmisi 150kV," *Energi & Kelistrikan*, vol. 11, no. 1, pp. 37–45, 2019.
- [15] M. A. Ramdan, "Analisis Kualitas Daya Di Museum Pendidikan Nasional Indonesia," Universitas Pendidikan Indonesia, 2016.