

Analisa Nilai Faktor Daya pada Panel Low Voltage Main Switch Board Gedung XYZ Jakarta

Dedyi Susanto¹, Kiswanta^{2*}

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

²dosen00787@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 8 Februari 2025
revisi : 6 April 2025
diterima : 9 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Besar energi listrik yang dikonsumsi dipengaruhi oleh beban yang digunakan. Beban listrik mempunyai sifat resistif, induktif, dan kapasitif. Karakteristik ini akan berdampak pada sistem tenaga listrik, khususnya faktor daya. Nilai faktor daya dibatasi dari 0 sampai dengan 1. Jika nilai faktor daya mendekati 1, daya aktif tinggi maka sistem tenaga listrik akan lebih baik dan sebaliknya, jika lebih rendah mendekati hingga 0 maka daya aktif rendah. Sehingga lebih sedikit energi listrik yang dapat digunakan dari sejumlah energi yang tampaknya sama. Standar nilai minimum untuk faktor daya yang ditetapkan oleh PLN berdasarkan peraturan SPLN 70-1 adalah $>0,85$. Apabila faktor daya kurang dari 0.85 maka PLN akan memperhitungkan kelebihan pemakaian Kilo Volt Ampere Reaktif Hours. Beban yang beroperasi normal sesuai dengan faktor daya lagging. Dalam kasus tersebut, ada aliran daya reaktif sehingga kapasitas sistem berkurang, hal ini dapat meningkatkan kerugian sistem dan mengurangi tegangan sistem, di satu sisi, faktor daya rendah berarti tagihan listrik akan menjadi lebih tinggi untuk konsumsi daya pada konsumen. Koreksi faktor daya diterapkan untuk menetralkan sebanyak mungkin arus magnetisasi dan untuk mengurangi kerugian di sistem distribusi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur, menganalisis, menghitung dan mensimulasikan daya pada LVMSB di gedung XYZ. Metode yang digunakan adalah dengan menginput nilai tegangan, daya nyata, dan ampere aktual dari kondisi sebenarnya sehingga diperoleh nilai faktor daya dari kondisi saat ini. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan pada saat perhitungan nilai terendah faktor daya sebesar 0,88 dan pada saat perhitungan nilai faktor daya tertinggi sebesar 0,94 atau 7% lebih tinggi dari pada pengukuran.

Kata kunci : Daya nyata, Energi listrik, Faktor daya

ABSTRACT

Electrical loads have resistive, inductive and capacitive properties. These characteristics will have an impact on the electric power system, especially the power factor. The power factor value is limited from 0 to 1. If the power factor value is close to 1, the active power is high then the electric power system will be better and vice versa, if it is lower, close to 0 then the active power is low. So less electrical energy can be used from what appears to be the same amount of energy. The minimum standard value for power factor set by PLN based on SPLN

70-1 regulations is >0.85 . If the power factor is less than 0.85, PLN will take into account the excess use of Kilo Volt Ampere Reactive Hours. Normally operating loads correspond to the lagging power factor. In this case, there is a flow of reactive power so that the system capacity is reduced, this can increase system losses and reduce system voltage. On the one hand, a low power factor means that electricity bills will be higher for consumer power consumption. Power factor correction is applied to neutralize as much magnetizing current as possible and to reduce losses in the distribution system. The aim of this research is to measure, analyze, calculate and simulate the power at the LVMSB in the XYZ building. The method used is to input the actual voltage, real power and amperage values from actual conditions to obtain the power factor value from current conditions. Based on the research results, it was found that at the time of observation the lowest value of the power factor was 0.88 and at the time of calculation the highest power factor value was 0.94 or 7% higher than the measurement.

Keywords: Real power, Electrical energy, Power factor

PENDAHULUAN

Penggunaan pasokan listrik berkapasitas tinggi seringkali digunakan untuk tujuan komersial atau profesional ketika menggunakan listrik berkapasitas tinggi, terkadang kita menemui banyak permasalahan berbeda (Marpaung et al., 2020). Permasalahan tersebut adanya rugi-rugi jaringan dan penurunan tegangan yang terjadi pada saluran (Wildan Arif Billahi, 2021). Perkembangan teknologi akhir-akhir yang mengalami kemajuan cukup pesat, ditandai dengan adanya elektronika atau yang biasa disebut dengan muatan listrik, salah satu permasalahan yang berkaitan dengan pendistribusian energi listrik ke pusat distribusi adalah penurunan faktor daya akibat penggunaan beban listrik induktif (Esye & Lesmana, 2021).

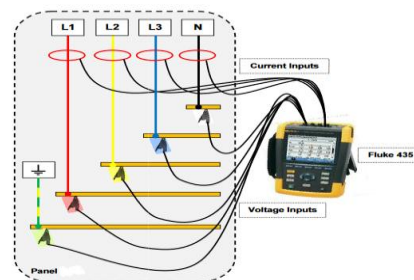
Beban yang beroperasi normal sesuai dengan faktor daya lagging. Dalam kasus tersebut, ada aliran daya reaktif sehingga kapasitas sistem berkurang, hal ini dapat meningkatkan kerugian sistem dan mengurangi tegangan *system*, di satu sisi, faktor daya rendah berarti tagihan listrik akan menjadi lebih tinggi untuk konsumsi daya pada konsumen (Maharani, 2021) Koreksi faktor daya diterapkan untuk menetralkan sebanyak mungkin arus magnetisasi dan untuk mengurangi kerugian di sistem distribusi. Ini menawarkan banyak manfaat untuk komersial konsumen listrik, termasuk mengurangi tagihan listrik sebesar menghilangkan biaya pada daya reaktif, dan mengurangi kerugian membuat kVA tambahan dari suplai yang ada (Pasangkunan et al., 2021) Masalah lain yang ditemui pada sistem tegangan tinggi adalah Faktor daya rendah. Hal ini terjadi ketika kebutuhan daya reaktif lebih tinggi dibandingkan kebutuhan daya aktif, faktor daya yang rendah dapat mengakibatkan peningkatan konsumsi energi, penurunan efisiensi sistem, dan denda dari perusahaan utilitas (Naibaho, 2019).

Untuk mengatasi masalah tersebut koreksi faktor daya harus digunakan. Kapasitor koreksi faktor daya digunakan untuk mengkompensasi kebutuhan daya reaktif, meningkatkan faktor daya keseluruhan dan mengurangi biaya energy, oleh karena itu tujuan dari penelitian ini untuk

mengetahui nilai faktor daya selama operasi kerja dan menghitung nilai dari faktor daya serta membandingkan sesuai dengan standar acuan faktor daya. Metode yang digunakan yaitu pendekatan penelitian kuantitatif dengan bantuan alat ukur Power Quality Analyzer FLUKE 435 Series II dan simulasi aliran daya menggunakan software ETAP.

TEORI

Data yang dibutuhkan merupakan data yang di ambil dari Gedung XYZ seperti data beban yang ada pada Lvmsb meliputi faktor daya, kW, kVAR, kVA dan data yang dibutuhkan lainnya sehingga dapat diketahui berapa nilai faktor daya yang ada pada Lvmsb, lihat seting peralatan sesuai pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram pengukuran PQA.

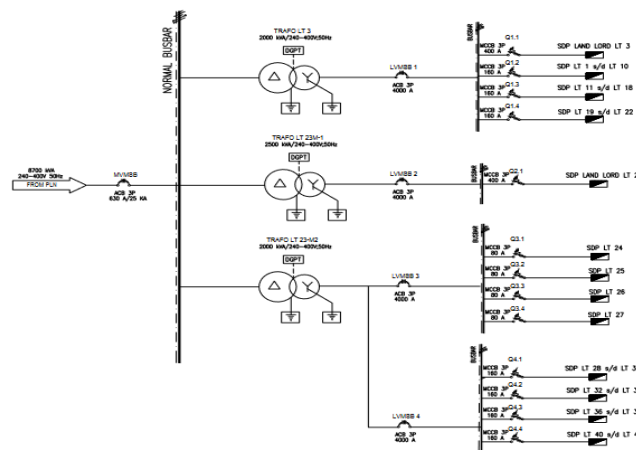
METODOLOGI PENELITIAN

Analisis data merupakan bagian dalam penelitian, terutama jika di gunakan untuk membuat kesimpulan tentang masalah yang diteliti. Teknik analisis yang di gunakan dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk menganalisa data. Penggunaan statistik deskriptif merupakan salah satu yang biasa digunakan peneliti dan praktisi data sebagai teknik analisis data. Teknik ini biasanya digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan data-data yang sudah terkumpul sebelumnya tanpa merubah sumber datanya. Analisa ini akan meliputi perhitungan beban pada LVMSB, perhitungan rata-rata faktor daya pada saat jam kerja sehingga mendapatkan nilai faktor daya maksimal beban.

Electric Transient Analysis Program (ETAP) merupakan software yang digunakan untuk menganalisis sistem tenaga listrik. Software ETAP dapat bekerja secara offline (untuk simulasi sistem tenaga listrik) maupun secara online yang bertujuan untuk menganalisis data secara real time seperti halnya SCADA (Kurniawan et al., 2019). Software ETAP bermanfaat dalam perencanaan sistem kelistrikan. Dalam ETAP, terdapat jenis-jenis elemen seperti elemen AC, instrument maupun elemen DC. Analisis aliran daya merupakan suatu analisis yang digunakan untuk mengetahui kondisi sistem dalam keadaan normal, sehingga diperlukan dalam perencanaan sistem dimasa depan dan merupakan evaluasi terhadap sistem yang ada. Analisis ini meliputi penentuan besarnya nilai tegangan (V), daya aktif (P) dan reaktif (Q) serta sudut fasa (ϕ) masing-masing bus pada sistem. (Kiswanta, E. Sumarno, K. Santosa, K. Indrakoesoema, 2019).

Data yang diperlukan untuk analisis aliran daya adalah sebagai berikut: Data pembangkit yaitu kapasitas daya aktif (P) dalam satuan Watt (Watt) dan reaktif (Q) dalam satuan Satuan Volt Ampere (VA), tegangan terminal (V) dalam Kilovolt (KV). Data Transformator Daya yaitu kapasitas masing-masing trafo dalam kiloVolt Ampere (kVA), tegangan (V) dalam Kilovolt (KV). Data saluran transmisi dan Data beban yaitu daya aktif (P).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Single line diagram listrik gedung XYZ.

Berikut merupakan hasil pengukuran Aliran daya pada Gedung XYZ Jakarta yang memiliki diagram seperti Gambar 2 yang diisi pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil observasi faktor daya.

No	Aspek Yang Diamati	Observasi
1	Faktor daya sebelum di hubungan ke kapasitor bank	0.88
2	Faktor daya sesudah di hubungan ke kapasitor bank	0.93

Observasi dilakukan pada jam 08.00 pada panel LVMSB untuk mengetahui berapa faktor daya ketika sebelum dan sesudah dihubungkan pada kapasitor bank yang terpasang dalam observasi ini. Setelah melakukan observasi secara manual maka selanjutnya dilakukan pengukuran menggunakan alat ukur Power Quality Analyzer untuk mengetahui lebih detail mengenai berapa besaran faktor daya yang terjadi pada sistem LVMSB. Pengukuran dilakukan selama 7 hari untuk mengetahui nilai faktor daya yang berfluktuatif dengan beban yang terpakai saat pengukuran.

Pengukuran dilakukan pada panel LVMSB Gedung XYZ Jakarta dengan Durasi pengukuran pada panel selama 7 hari dan interval waktu pengambilan data setiap 10 detik. Langkah – langkah yang dilakukan antara lain: Menghidupkan Power Quality Analyzer FLUKE 435 Series II sebagai alat ukur yang digunakan. Menghubungkan clamp i430TF pada masing-masing fasa R, S, T panel dengan pola warna yang sesuai pada Gambar 3.



Gambar 3. Clamp i430TF

Menghubungkan jumper tegangan R, S, T serta grounding pada panel sesuai warna masing-masing kemudian dikoneksikan pada alat ukur sesuai Gambar 4.



Gambar 4. Jumper tegangan.

Pada tampilan menu alat ukur setting pada power & energy sesuai Gambar 5. Setelah pengukuran sudah benar selanjutnya mulai recording atau perekaman dan simpan hasil pengukuran.



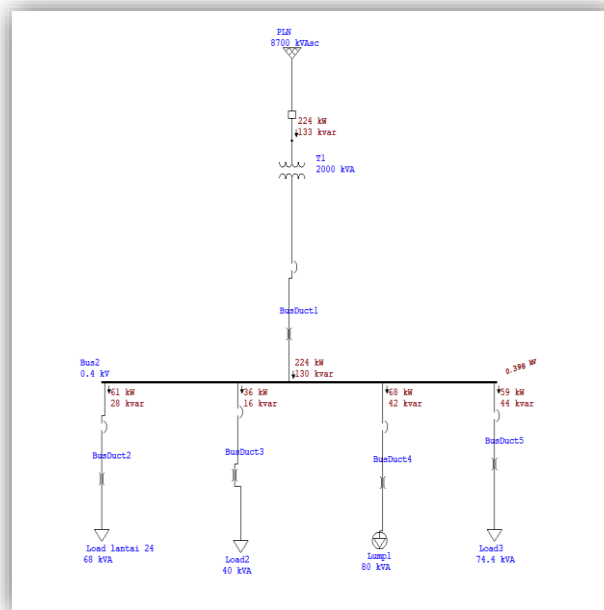
Gambar 5. Tampilan menu alat ukur PQA.

Setelah data selesai direkam langkah selanjutnya adalah transfer data hasil rekaman dari alat ukur Power Quality and Energy Analyzer Fluke 435 series II ke komputer. Langkah berikutnya sebagai berikut: Save lalu Matikan alat ukur dan lepaskan memory pada alat ukur. Install software power log sebagai interface Power Quality and Energy Analyzer Fluke 435 series II. Buka software power log lalu pilih download recorded data pada menu toolbar untuk menyimpan hasil pengukuran di komputer. Membuka folder data (SD card.fpq) yang telah disimpan pada komputer.

Analisis kinerja suatu sistem tenaga dalam keadaan operasi normal disebut *power flow study*. Hasil yang ingin dicapai dari *load flow study* ini merupakan menentukan tegangan, arus,

aliran daya aktif dan reaktif pada system tenaga untuk suatu kondisi beban tertentu. Tujuan dari analisis aliran beban dalam system tenaga listrik untuk keperluan perencanaan dan perancangan guna menentukan kondisi operasi optimal pada system yang ada (existing) dan untuk menentukan perluasan system yang akan datang secara optimal.

Sesuai Gambar 6 dengan Etap, sumber dari PLN menyuplai tegangan sebesar 20 kV, 8700 kVA dan 251 Ampere. Daya pada Bus 1 dalam keadaan beban yang mengalir 224 kW, 133 kvar dan pada Bus 2 setelah melewati Busduct 1 menjadi 224 kW, 130 kvar setelah itu pada Busduct 2 untuk load lantai 24 sebesar 61 kW, 28 kvar, pada Busduct 3 load lantai 25 sebesar 36 kW, 16 kvar, pada Busduct 4 load lantai 26 sebesar 68 kW, 42 kvar dan pada Busduct 5 load lantai 27 sebesar 59 kW, 44 kVAR. Berikut simulasi dan hasil simulasi aliran daya yang terjadi pada Gedung XYZ Jakarta.



Gambar 6. One line diagram etap

Tabel 2. Bus loading summary report.

BUS ID	kV	Constant kVA		Constant Z		Constant I		Generic		Total Bus Load		
		MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MVA	%PF	Amp
Bus 1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0,261	86,1	7,5
Bus 2	0,400	0,041	0,026	0,183	0,105	0	0	0	0	0,259	86,4	376,1

Pada Tabel 2. merupakan hasil dari simulasi menggunakan Etap dengan mengambil data pada report manager, data pada Bus 1 dengan tegangan 20 kV Total Bus Load 0,261 MVA dengan faktor daya 86,1 dan ampere 7,5. pada Bus 2 dengan tegangan 0,400 kV atau 400 terbaca pada Constant kVA 0,041 MW dan 0,026 Mvar, Constant Z 0,183 dan 0,105 Mvar, pada Bus Load 0,259 MVA dengan faktor daya 86,4 dan ampere 376,1. Hasil report manager pada Etap penulis hanya mengambil data Bus loading summary report dan data summary loading dan demand yang ada pada Tabel 3.

Tabel 3. Summary loading dan demand

Ringkasan Generasi, Pembebanan & Permintaan Total				
	MW	Mvar	MVA	%PF
Source (Swing Buses)	0,224	0,113	0,261	86,09 Lagging
Source (Non-Swing Buses)	0,000	0,000	0,000	
Total Demand	0,224	0,113	0,261	86,09 Lagging
Total Motor Load	0,041	0,026	0,049	85,00 Lagging
Total Static load	0,183	0,105	0,210	86,77 Lagging
Total Constant I Load	0,000	0,000	0,000	
Total Generic Load	0,000	0,000	0,000	
Apparent Losses	0,000	0,002		
System Mismatch	0,000	0,000		

KESIMPULAN

Gambaran sistem distribusi listrik di Gedung XYZ mendapatkan supply Tegangan listrik dari PLN sebesar 20 kV dan daya sebesar 8700 Kva, kemudian Tegangan diturunkan melalui trafo Step Down dengan kapasitas 2000 kVA menjadi 400 V lalu didistribusikan ke beban panel LVMSB kemudian dibagi ke beberapa SDP yaitu lantai 24 dengan static load 60 kVA, lantai 25 dengan static load 40 kVA, lantai 26 lumped load 80 kVA dan lantai 27 dengan static load 74,4 kVA. Pengukuran dilakukan pada panel Lvmsb Gedung XYZ Jakarta dengan Durasi pengukuran pada panel selama 7 hari dan interval waktu pengambilan data setiap 10 detik dengan menggunakan alat ukur Power Quality Analyzer FLUKE 435 Series II. Mendapatkan hasil data yang diperoleh dari alat ukur berupa daya nyata (kW), daya semu (kVA), daya reaktif (kVAR) dan faktor daya (Cos ϕ). Hasil Pengukuran nilai faktor daya menggunakan alat Power Quality Analyzer mendapatkan nilai tertinggi sebesar 0,95 dan nilai terendah sebesar 0,90. Hasil perhitungan mendapatkan nilai faktor daya tertinggi sebesar 0,94 dan nilai terendah sebesar 0,85, Hasil Simulasi mendapatkan nilai rata-rata faktor daya sebesar 86,2. Hasil Pengukuran faktor daya masih dikategorikan normal karena standar PLN yang ditetapkan berdasarkan peraturan SPLN 70-1 $>0,85$.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin, A., Mudjiono, E., Prasetyo, B. E., & Grandyana, N. (2020). Kajian teknis dan ekonomis pemasangan capacitor bank 2 × 400 kVAR di PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) Tuban. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 7(1), 37–42. <https://doi.org/10.33795/elposys.v7i1.96>
- Afandi, A., & Afifah, F. (2018). Analisa penggunaan kapasitor bank dalam upaya perbaikan faktor daya. *Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta*, 3(2).
- Apriani, Y. (2021). Analisa sistem pengaman motor listrik dengan menggunakan main control

- center (MCC) PT Perta-Samtan Gas Sungai Gerong. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 45–55. <https://doi.org/10.36546/jte.v9i1.378>
- Basudewa, D. A. (2020). Analisa penggunaan kapasitor bank terhadap faktor daya pada Gedung IDB Laboratory UNESA. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(3), 697–707.
- Esye, Y., & Lesmana, S. (2021). Analisa perbaikan faktor daya sistem kelistrikan. *XI(1)*, 103–113.
- Ferdiansah, B., Margiantono, A., & Ahmad, F. (2023). Analisis pengaruh kapasitor bank terhadap nilai faktor daya dan nilai jatuh tegangan. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 5(2), 234–241. <https://doi.org/10.37905/jjee.v5i2.20893>
- Harahap, P., & Adam, M. (2021). Efisiensi daya listrik pada dispenser dengan jenis merk yang berbeda menggunakan inverter. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 37–42. <https://doi.org/10.24853/resistor.4.1.37-42>
- Husna, J., & Pelawi, Z. (2018). Menentukan indeks SAIDI dan SAIFI pada saluran udara tegangan menengah di PT PLN Wilayah NAD Cabang Langsa. *Buletin Utama Teknik*, 14(1), 13–17.
- Indra Roza, F. I., & Pasaribu, D. (2021). Analisa pengaruh penggunaan VSD (variable speed drive). 4(1), 0–7.
- Isac. (2019). *Power quality analyzer*.
- Kiswanta, E., Sumarno, K., Santosa, K., Indrakoesoema, K., & H. (2019). Desain listrik untuk pemurnian helium dan sistem pasokan RDE. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1198/5/052001>
- Kurniawan, R., Daud, M., & Hasibuan, A. (2022). Study of power flow and harmonics when integrating photovoltaic into microgrid. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 5(1), 33–46. <https://doi.org/10.46574/motivection.v5i1.171>
- Kurniawan, R., Hani, S., & Kristiyana, D. S. (2019). Analisa aliran daya pada sistem tenaga listrik di PT Kirana Megatara menggunakan software Electric Transient and Analysis Program (ETAP) 12.6. *Jurnal Elektrikal*, 6, 62–69.
- Lestari, P. D. (2020). Analisa perhitungan nilai kapasitor bank untuk perbaikan faktor daya pada PT Karya Toha Putra. 12(1), 15–21.
- Maharani, G. S. (2021). Analisis kualitas daya listrik pada industri kayu lapis.
- Maharani, G. S., Pravitasari, D., Nisworo, S., & Universitas Tidar. (2021). Analisis kualitas daya listrik pada alat bengkel. *Prosiding SENASTER Fakultas Teknik Universitas Tidar*, 1(1), 112–156.
- Marpaung, C. O. P., Siahaan, U., & Sudarwani, M. M. (2020). Perancangan sistem microgrid untuk mempercepat akses terhadap energi listrik pada kawasan wisata Setu Rawalumbu Kota Bekasi. *JURNAL Comunità Servizio*, 2(1), 352–378. <https://doi.org/10.33541/cs.v2i1.1659>
- Marzuki, A., & Ramli. (2019). Perancangan dan penggunaan low pass filter pada beban non linier. *Vokasi*, 14(1), 9–15.
- Naibaho, N. (2019). Komparatif antara penggunaan kapasitor daya. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

- Pasangkunan, R., Karim, S. A., & Universitas Negeri Makassar. (2021). Pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap faktor daya pada reefer plug di PT Pelindo IV Makassar Branch New Port. 19(1), 26–30.
- Popescu, M., Bitoleanu, A., Linca, M., & Suru, C. V. (2021). Improving power quality by a four-wire shunt active power filter: A case study. *Energies*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/en14071951>
- Refaldi, I., Basir, Y., & Yusa Wardhani, D. U. (2022). Analisis fluktuasi beban terhadap efisiensi generator sinkron di PT Pembangkit Listrik Palembang Jaya. *Jurnal Ampere*, 6(2), 91. <https://doi.org/10.31851/ampere.v6i2.7293>
- Roza, I. (2018). Analisis penurunan cos phi dengan menentukan kapasitas kapasitor bank pada pembangkit tenaga listrik pabrik kelapa sawit (PKS). *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 2(1).
- Rusdiansyah, & Sarri, T. C. (2023). Analisis perbaikan faktor daya untuk efisiensi pembebanan pada RSUD I.A. Moeis Samarinda. 1(1), 126–139.
- Sahidanto, M. H. S., Wafiq, B., Zain, H. A., Nurulita, F. A., & Putri, T. E. (2023). Analisis metode sisip trafo satu fasa dan rekonfigurasi jaringan dalam mengatasi trafo overload. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 4(2), 46–52. <https://doi.org/10.22146/juliet.v4i2.84940>
- Sari, F., & Darwanto, A. (2021). Analisis sistem eksitasi pada generator paralel terhadap daya reaktif. *Jurnal Teknologi*, 14(1), 10–19. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v14i1.3276>
- Rizqiya, V. B. (2018). Analisis perencanaan perbaikan faktor daya sebagai upaya optimasi daya listrik. *UNNES Library*.
- Billahi, W. A. (2021). Analisis perubahan nilai faktor daya terhadap pemasangan kapasitor bank.
- Yuniarto, Y., & Ariyanto, E. (2018). Korektor faktor daya otomatis pada instalasi listrik rumah tangga. *Gema Teknologi*, 19(4), 24. <https://doi.org/10.14710/gt.v19i4.19153>