

Analisa Perbaikan Faktor Daya Sebagai Upaya Optimasi Daya Listrik Di Gedung Percetakan Sendok

¹Ir, Taufiq Ridwan, S.T., M.T., M.M., IPM, ²Ilham Pratama.ST.,MT, ³Anggun Kharisma Dewi, Universitas Muhammadiyah Tangerang, Indonesia
e-mail: aankharisma878@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan daya listrik yang ada di Gedung Percetakan Sendok. Masalah daya reaktif yang berlebih pada gedung percetakan sendok ini mengakibatkan nilai faktor daya menjadi rendah. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mengetahui serta memperbaiki kualitas faktor daya atau $\cos\phi$, berikut metode nya yaitu, perhitungan manual menggunakan rumus, pengukuran menggunakan alat ukur multimeter untuk mengetahui *voltase*, *power quality analyzer* untuk mengetahui faktor daya atau *cos phi*, dan simulasi memakai *software* ETAP 12.6. Untuk saat ini indikasi nilai faktor daya pada gedung percetakan sendok hanya menyentuh angka cukup rendah, yakni 0,85, sedangkan daya yang terkait regulasi PLN yang menyaratkan faktor daya itu minimal 0,95, maka dari itu perencanaan yang dilakukan ialah untuk memperoleh faktor daya 0,95 sesuai yang sudah menjadi ketentuan standart PLN. Permasalahan ini tidak hanya meningkatkan konsumsi energi, tetapi juga meningkatkan biaya tambahan dari penyedia layanan listrik. Pada penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan manfaat kepada pembaca sebagai acuan untuk membangun sistem tenaga listrik agar lebih optimal dari sebelumnya.

Kata Kunci : *Optimasi daya listrik, kapasitor bank, faktor daya, ETAP 12.6*

1. Pendahuluan

Energi listrik ini adalah komponen yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari manusia yang mendukung aspek penting yang bisa juga di sebut dengan energi komponen yang sangat vital untuk digunakan. Peningkatan kebutuhan energi daya yang digunakan ini diikuti dengan daya reaktif akibat beban yang bersifat induktif (aktif) meningkat. Jika pada suatu jaringan tidak memiliki daya reaktif di bagian sekitar beban yang diperlukan, maka semua kebutuhan beban reaktif nya akan dipikul oleh generator, sehingga akan aliran arus reaktif nya pada jaringan-jaringan yang mengakibatkan peningkatan drop tegangan dan menyebabkan rugi daya.

Energi listrik sangat jelas berguna dan sangat diperlukan oleh dan untuk manusia, bahkan hamper semua peralatan yang digunakan pada manusia saat ini kebanyakan menggunakan energi listrik. Manusia hampir tidak sempurna tanpa adanya energi listrik yang digunakan. Hal ini membuktikan bahwa energi listrik sangat berguna dan penting untuk kehidupan manusia saat ini, bahkan

energi listrik saat ini adalah sebagai kebutuhan mendasar bagi manusia. Jadi, kekurangan energi listrik tentunya sangat mengganggu aktifitas manusia.

Kualitas daya Listrik saat ini menjadi sangat penting untuk di perhatikan Ketika semakin sensitif nya suatu peralatan, baik di industri maupun di rumah tangga. Kualitas daya Listrik yang baik itu yaitu akan memberikan nilai kompensasi daya Listrik lebih sedikit dan akan bersifat adanya penghematan Listrik yang digunakan. Salah satu hal yang dapat mempengaruhi baik dan buruk nya suatu kualitas daya Listrik yaitu adanya nilai factor daya (*power factor*).

Kualitas daya listrik yang buruk memiliki beberapa dampak yang salah satunya yaitu merugikan pada perangkat listrik dan pengguna nya. Sebab, kualitas daya listrik ini merupakan suatu konsep yang memberikan kita gambaran bagi pengguna tentang baik nya suatu sistem tenaga listrik yang di akibatkan gangguan yang telah terjadi pada sistem kelistrikan. faktor daya yang dinotasikan sebagai *cos phi* yaitu didefinisikan sebagai perbandingan antara arus yang dapat menghasilkan kerja didalam

Analisa Perbaikan Faktor Daya Sebagai Upaya Optimasi Daya Listrik Di Gedung Percetakan Sendok

¹Ir, Taufiq Ridwan, S.T., M.T., M.M., IPM, ²Ilham Pratama.ST.,MT, ³Anggun Kharisma Dewi,

suatu rangkaian terhadap arus total yang masuk kedalam rangkaian atau dapat disebut sebagai perbandingan daya aktif (kW) dan daya semu (kVA).

Nilai faktor daya di batasi dari nilai 0 sampai dengan 1, jadi semakin tinggi nilai faktor daya yang di hasilkan artinya semakin baik nilai faktor daya nya, tapi sebaliknya apabila semakin rendah nilai faktor daya yang di hasilkan maka semakin buruk nilai faktor daya yang ada pada sistem tenaga listrik tersebut. Hal tersebut dapat diatasi dengan cara memperbaiki faktor daya, salah satu cara untuk memperbaiki faktor daya adalah dengan memasang kompensator yaitu berupa kapasitor bank pada sistem tenaga listrik pada beban-beban induktif yang digunakan. Untuk mengurangi beban induktif (kW) ini diperlukan sumber daya kapasitif, sumber daya tersebut dapat berupa kapasitor bank. Keuntungan yang diperoleh dari pemasangan kapasitor bank adalah dapat memperbaiki faktor daya yang digunakan, penambahan kapasitas penyaluran daya, pengurangan rugi-rugi daya dan penurunan jatuh tegangan.

2. Metode Penelitian

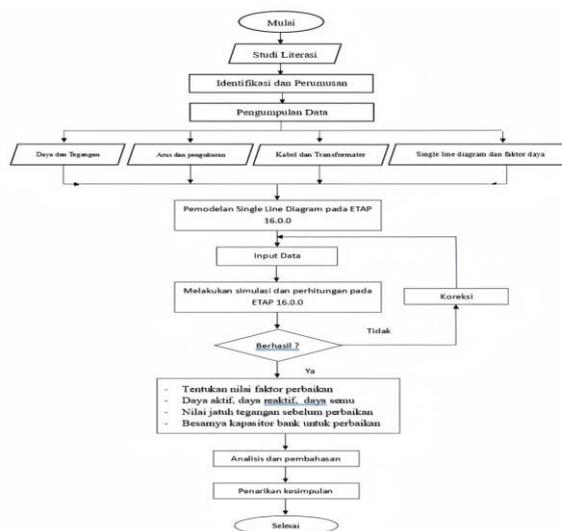
2.1 Design Penelitian

Design penelitian ini dibuat karena bertujuan untuk membuat suatu kerangka dasar penyelesaian terhadap permasalahan yang sudah diteliti, yaitu berisi tentang tahap-tahap yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian yang saat ini diteliti. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah analisis kuantitatif deskriptif, dimana akan dilakukan analisa dengan menggunakan *software Electrical Transient Analyzer Program* (ETAP).

Fokus pada penelitian ini adalah perencanaan perbaikan faktor daya sebagai upaya opstimasi daya listrik yang di terapkan pada Gedung Percetakan Sendok. Penelitian ini menggunakan laptop sebagai alat untuk membantu menulis laporan dan *software* ETAP sebagai alat bantu untuk penyusunan menganalisa laporan yang dituju. Untuk menganalisa data, digunakan *software* ETAP. Data-data yang akan diinputkan ke *software*

ETAP antara lain yaitu ampere, *cos phi*, kVar, dan panjangnya kabel dalam hitungan milimeter, sebagai alat bantu perhitungan atau simulasi untuk acuan dalam menggunakan bantuan perangkat lunak ETAP 12.6.

Tahap penelitian terkait analisis perencanaan perbaikan faktor daya sebagai upaya opstimasi daya listrik di Gedung Percetakan Sendok. Berikut ini adalah gambar 3.1 flowchart design penelitian :



Gambar 1 *Flowchart Design* Penelitian (Sumber : Dokumen Pribadi)

Tujuan pembuatan *flowchart design* penelitian ini adalah agar kita dapat mudah memahami cara kerja alat tersebut. Pada *flowchart* yang dibuat terbagi menjadi tiga bagian, yaitu, *Input*, *Proses*, dan *Output*. Setiap bagian pada *flowchart* memiliki komponennya masing-masing dan memiliki fungsinya, seperti berikut ini :

2.2 Studi Literasi

Studi literasi dilakukan dengan cara membaca dan mengumpulkan literasi- literasi (sumber informasi) yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan baik berupa skripsi atau tugas akhir, artikel, buku referensi maupun *website* resmi yang berhubungan dengan penelitian. Studi literatur ini dilakukan sebagai acuan penulis dalam pengambilan data dan proses penyelesaian masalah.

2.3 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan yaitu data-data yang telah didapat selama perencanaan dan pengamatan di lapangan. Data-data tersebut meliputi, tegangan, arus, pengukuran, kabel, *single line*. transformator dan faktor daya.

Perhitungan Rumus

Perhitungan ini dihitung secara manual menggunakan rumus sesuai dengan penelitian yang dilakukan, dan menggunakan data yang akurat yang telah dikumpulkan.

Pengukuran Data

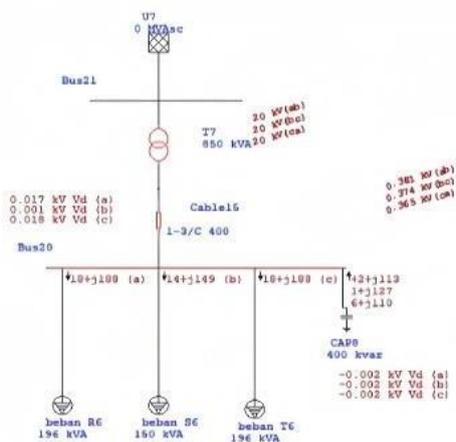
Pada pengukuran ini yaitu menggunakan alat ukur multimeter untuk mengetahui *voltase*, *power quality analyzer* untuk mengetahui faktor daya atau *cos phi*, dan simulasi memakai *software* ETAP 12.6.

2.4 Simulasi Penerapan

Bagian simulasi ini dilakukan setelah mendapatkan data-data yang akan diolah, kemudian dilakukan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak ETAP *PowerStation*, sehingga memperoleh data dari hasil perencanaan pembangkit listrik tenaga surya.

2.4 Analisa Data

Dalam perancangan faktor daya ini, hal-hal yang harus dianalisis yaitu mencari



tahu berapa perkiraan kebutuhan beban listrik untuk penggunaan pada Gedung Percetakan Sendok dan mengetahui tingkat faktor daya yang digunakan sebagai tempat perencanaan

perbaikan faktor daya sebagai optimasi daya listrik.

2.5 Teknik Analisa Data

Data yang didapatkan dari lapangan yaitu bahan mentah sebelum dilakukan simulasi, data tersebut masih melalui tahap perhitungan untuk mendapatkan parameter yang sesuai dengan aplikasi ETAP 12.6. Untuk lebih jelas peneliti telah memuat tahap analisis data kedalam diagram alir yang dapat dilihat pada proses dibawah ini :

Pemodelan *single line diagram*, yaitu pemodelan yang dilakukan pada *one line diagram*.

Input data, yaitu memastikan data yang telah dikumpulkan pada parameter yang dibutuhkan pada model *single line diagram* ETAP.

Melakukan simulasi pada ETAP, yaitu menjalankan simulasi yang dianalisis pada judul penelitian penulis, maka simulasi yang dilakukan yaitu perbaikan daya dengan menambahkan kapasitor bank. Penambahan bank kapasitor dilakukan dengan cara memperbaiki nilai faktor daya.

Analisa dan pembahasan, yaitu memecahkan permasalahan yang didapatkan pada hasil simulasi yang dimulai dari perbaikan hingga aliran daya kembali normal. Penarikan kesimpulan, yaitu menarik intisari dari penelitian menjadi kesimpulan.

Hasil Dan Pembahasan

3.3 Analisa Faktor Daya Sebelum Perbaikan Menggunakan ETAP 12.6

Pada pengukuran kondisi faktor daya menurun saat waktu yang tidak tentu yaitu paling rendah sampai 0.85 , sehingga saat itu faktor daya sudah melewati ambang batas yang telah ditetapkan oleh PLN. Dari data yang telah didapatkan juga, peneliti telah menetapkan telah menuangkan data pada ETAP 12.6 untuk memudahkan dalam menganalisa efek yang terjadi saat faktor daya dibawah batas seperti yng terlihat pada gambar 2 dibawah ini :

Gambar 2 Faktor Daya Tidak Seimbang saat Simulasi Dijalankan

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Kemudian dari data yang telah didapat akan dilakukan perhitungan terhadap daya nyata (S), daya aktif (P) dan juga daya reaktif (R) sebelum di lakukan perbaikan. Berikut perhitungan konsumsi daya yang dihitung secara manual oleh penulis dengan keterangan Volt (V), Ampere (I), *Cosh phi* (ϕ):

Diketahui :

$$V = 380 \text{ Volt} \quad (4)$$

$$I = 650 \text{ Ampere}$$

$$\Phi = 0,40 \text{ Cos phi}$$

Ditanya : Watt? Dijawab : Tegangan Watt (P)

$$P = V \times I \times \text{Cos phi}$$

$$P = 380 \times 650 \times 0,40 \quad P = 98,800 \text{ Watt}$$

Saat ini watt sudah ditemukan dengan hasil 98,800 Watt, kemudian kita menghitung beban Ampere yang ada, dikarenakan masih menjadi pertanyaan untuk *Cos phi* yang masih turun akan tetapi Watt nya sudah naik. Berikut perhitungan pemakaian beban tiap fasa :

Diketahui :

$$P = 150 \text{ Watt} \quad (5)$$

$$V = 380 \text{ Volt}$$

$$\Phi = 0,40 \text{ Cos phi}$$

Ditanya : Beban tegangan tiga fasa dan arus?
Tegangan fasa (V)

$$V = P : V \times \text{Cos phi} \quad V = 150 : 380 \times 0,40$$

$$V = 0,0105 \text{ fasa Tegangan Ampere (I)} \quad I = P : V$$

$$I = 150 : 0,0105$$

$$I = 14,2 \text{ Ampere}$$

Dapat dilihat adanya hasil yang sangat rendah dari daya yang hanya menyentuh 98,800 Watt, tegangan fasa hanya menyentuh 0,0105 Mikrofarad, dan arusnya yang hanya

menyentuh 14,2 Ampere.

Analisa Faktor Daya Sesudah Perbaikan Menggunakan ETAP 12.6

Perbaikan yang dilakukan dalam perencanaan ini ialah mengubah nilai faktor daya pada Gedung Percetakan Sendok. Dari data analisa faktor daya yang sudah didapat, reaktif yaitu kapasitor bank, agar besarnya faktor daya pada panel sesuai dengan standar batas minimum yang diterapkan pada sistem kelistrikan oleh PLN yaitu sebesar 0,95.

Untuk mendapatkan nilai besaran kapasitor bank yang dibutuhkan maka dilakukan perhitungan. Berikut perhitungan manual nilai faktor daya yang sudah dihitung, perhitungan ini menggunakan hitungan daya reaktif (Q^2):

$$Q^2 = S^2 - P^2 \quad (6)$$

Diketahui :

$$V = 380 \text{ Volt}$$

$$I = 650 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos phi} = 0,95$$

$$P_1 = 150 \text{ Watt}$$

$$Q_1 = 850 \text{ VAR}$$

$$S_1 = 64,2 \text{ VA}$$

Ditanya : Q_c (daya reaktif kapasitif)? Dijawab :

$$S_2 = P_1 : \text{Cos phi} \quad S_2 = 150 : 0,95 \quad S_2 = 157,8 \text{ VA}$$

$$Q_2 = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{157,8^2 - 150^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{24,900 - 22,500} \quad Q_2 = \sqrt{2,4}$$

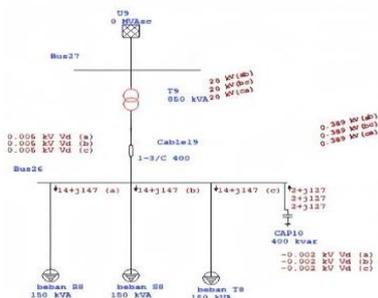
$$Q_2 = 1,549 \text{ VAR}$$

Setelah mendapatkan daya reaktif yang menggunakan faktor daya 0,95 sesuai standart PLN, maka dilakukan dengan menentukan nilai kapasitor bank, yaitu :

$$Q_c = Q_1 - Q_2 \quad (7)$$

$$Q_c = 850 \text{ VAR} - 1,549 \text{ VAR} \quad Q_c = 848,451 \text{ VAR}$$

Setelah mengetahui nilai kapasitor bank yang dibutuhkan pada sistem kelistrikan Gedung tersebut, maka dilakukan dengan menambahkan kapasitor pada SLD gedung di ETAP. Adapun hasil penentuan kapasitor bank pada keseluruhan panel dengan menggunakan simulasi dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini :



Analisa Perbaikan Faktor Daya Sebagai Upaya Optimasi Daya Listrik Di Gedung Percetakan Sendok
S.T., M.T., M.M., IPM,²Ilham Pratama.ST.,MT,³Anggun Kharisma Dewi,

Gambar 3 Faktor Daya Seimbang saat Simulasi Dijalankan (Sumber : Dokumen Pribadi)

Penggunaan kapasitor bank pada tegangan rendah (misalnya, pada tegangan rumah tangga atau industri yang dalam tegangan rendah), mungkin kurang umum dibandingkan dengan penggunaannya pada tegangan tinggi atau menengah. Kapasitor bank biasanya lebih sering digunakan pada tegangan tinggi atau menengah, dengan tujuan seperti kompensasi daya reaktif, perbaikan faktor daya, atau peningkatan efisiensi sistem listrik.

Konsumsi daya pada perhitungan manual dapat dijabarkan seperti dibawah ini : Diketahui :

$$V = 380 \text{ Volt} \quad (8)$$

$$I = 650 \text{ Ampere}$$

$$\Phi = 0,95 \text{ Cos } \phi$$

Ditanya : Watt?

Dijawab :

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = 380 \times 650 \times 0,95$$

$$P = 234,650 \text{ Watt}$$

Untuk saat ini Watt yang dihasilkan dalam konsumsi daya setelah perbaikan sudah ditemukan dengan hasil 234,650 Watt, kemudian kita menghitung beban Ampere yang diperlukan. Berikut perhitungan pemakaian beban tiap fasa :

Diketahui :

$$P = 150 \text{ Watt} \quad (9)$$

$$V = 380 \text{ Volt}$$

$$\Phi = 0,95 \text{ Cos } \phi$$

Ditanya : Beban tegangan tiga fasa dan arus? Tegangan fasa (V)

$$V = P : V \times \text{Cos } \phi$$

$$V = 150 : 380 \times 0,95$$

$$V = 0,375 \text{ fasa}$$

$$\text{Tegangan Ampere (I) } I = P : V$$

$$I = 150 : 0,375$$

$$I = 400 \text{ Ampere (rata-rata beban)}$$

Data diatas diperoleh dari hasil pengukuran yang di lakukan pada panel listrik Gedung Percetakan Sendok. Jadi data ini sesuai dengan terhadap daya nyata (S), daya aktif (P) dan juga daya reaktif (R) sesudah di lakukan perbaikan pada konsumsi daya yang dibutuhkan yang sesuai dengan standar PLN. Dapat dilihat adanya hasil yang telah dihitung sesuai dengan adanya standar yang dari PLN dalam tiap fasa, yaitu untuk daya nya 234,650 watt, fasanya menyentuh 0,375 fasa, dan untuk arus beban nya menyentuh 400 ampere.

3.2 Pembahasan Hasil

Perbaikan faktor daya yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah dengan melakukan perencanaan penambahan kapasitor. Perbaikan ini dilakukan sesuai dengan kondisi yang ada pada lapangan penelitian, sehingga dapat menekan biaya perbaikan. Akan tetapi, dengan dilakukannya penambahan menggunakan kapasitor ini sangat bagus, karena dapat memperbaiki faktor daya dari 0,85 menjadi 0,95.

Perbaikan dengan melakukan penambahan kapasitor tersebut sudah membawa pengaruh yang cukup signifikan, selain dapat menekan biaya tagihan listrik, perbaikan ini juga berpengaruh cukup besar pada kualitas listrik yang dihasilkan oleh gedung tersebut, dimana yang dihasilkan ketika nilai *power* faktor yang buruk atau kurang bagus, sehingga mempercepat kerusakan pada komponen listrik didalam Gedung dan akan menjadikan Gedung terkena biaya denda kVAR. Perbaikan dengan menambahkan kapasitor yang tersedia, sudah dapat memperbaiki permasalahan yang terjadi di Gedung Percetakan Sendok.

Setelah penambahan kapasitor, penting untuk mengevaluasi kehandalan sistem kelistrikan di Gedung Percetakan Sendok. Dampak ekonomi dari perbaikan faktor daya ini menguraikan penghematan biaya listrik yang dicapai setelah faktor daya diperbaiki. Ini bisa mencakup pengurangan tagihan listrik

dan pengurangan denda dari PLN, dan perpanjangan usia peralatan listrik karena berkurangnya beban listrik yang tidak efisien.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah, menganalisa faktor daya pada sistem kelistrikan Gedung Percetakan Sendok ini dilakukan dengan pengumpulan data dan menganalisa data. Pengumpulan data pada analisa ini yaitu terdiri dari, tegangan, arus, dan faktor daya. Pada gedung tersebut didapatkan, kurangnya nilai faktor daya sehingga dilakukan perbaikan faktor daya dengan menambahkan kapasitor bank. Dari pengukuran yang didapatkan nilai faktor daya pada gedung tersebut mengalami penurunan pada dini hari dengan jam yang tidak pasti, yaitu mencapai 0,85. Pada gedung tersebut didapatkan kurangnya nilai faktor daya sehingga dilakukan perbaikan faktor daya dengan menambahkan kapasitor bank. Cara yang digunakan untuk memperbaiki faktor daya pada Gedung Percetakan Sendok ini ialah dengan penambahan kapasitor bank. Setelah dilakukan perbaikan, telah didapatkan nilai faktor daya yang sesuai dengan standar yaitu 0,95.

Saran

Adapun saran dari penelitian ini ialah sebagai berikut : Melakukan pemeriksaan kepada kapasitor bank secara berkala, guna mengetahui kelayakan pakai sebuah komponen atau mesin pada perusahaan, sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan sehingga dapat menunjang proses produksi dan dapat mencegah terjadinya penurunan faktor daya dibawah minimum standar yang telah ditetapkan PLN, yaitu 0,95.

Melakukan penggantian komponen apabila telah mencapai batas usia pakai komponen agar tidak terjadi kerusakan yang berarti pada mesin produksi sehingga tidak menimbulkan kerugian pada perusahaan.

Hariansyah, M. Dan J. Setiawan. 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- H. A. A. Wicaksono, S. Handoko, dan A. A. Zahra, "Analisis Perbaikan Faktor Daya Dan Nilai Tegangan Di Poltekkes Semarang," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, hal. 327–334, 2021, doi: 10.14710/transient.v10i2.327-334.
- ZUHRI, M. (2023). Analisis Optimalisasi Generator Set Menggunakan Kapasitor Bank Di Gedung Office, Cutting dan Kompresor Dan Kompresor PT Glory Industrial Semarang-Demak (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG).
- Avivah, D. N. (2023). Perbaikan Faktor Daya dengan Kapasitor Bank 5U1Q32Q6 Indarung V PT. Semen Padang.
- S. Sitio, N. S. Saragih, dan S. M. Siagian, "Studi Perancangan Perbaikan Faktor Daya Pada Gedung C Lantai 1 Politeknik Negeri Medan," *Pros. Konf. Nas. ...*, no. 2010, hal. 777–785, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/957>
- M. Ilham, "Analisa Perbaikan Faktor Daya Dengan Menggunakan Kapasitor Bank," 2017
- Ponto, H. (2018). Dasar Teknik Listrik.
- Anshory, I., Sulistiyowati, I., & Ahfas, A. (2022). Buku Ajar Pengantar Teknik Tenaga Listrik. *Umsida Press*, 1-220
- Yendi, E., & Sigit, L. (2021). Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan. *Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik*, 11(1), 103-113.
- Suseno Dan Dkk, "Faktor Daya Listrik," Erlangga, hal. 5–21, 2019.
- D. A. Basudewa, "Analisa Penggunaan Kapasitor Bank terhadap Faktor Daya Pada Gedung IDB Laboratory UNESA," *J. Tek. Elektro*, vol. 09, no. 50 03, hal. 697–707, 2020.
- Pemasangan Kapasitor Bank Untuk

Perbaikan Faktor Daya Pada Panel Utama Listrik Gedung Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor. *Jurnal Teknik Elektro Dan Sains* 3(1): 26-33

Sukendar, T., Sinambela, R., Awaludin, M., & Gani, A. G. (2024). Analisa Faktor Daya Menggunakan *Capacitor* Bank Untuk Meningkatkan Kualitas Daya Listrik Di Wisma Nusantara Internasional. *JSI (Jurnal sistem Informasi) Universitas Suryadarma*, 11(2), 257-266.

Setiyawan, P., Utomo, S. B., & Nugroho, A. A. (2021). Analisa Optimasi Photovoltaic (PV) 100 W Menggunakan MPPT dengan Alogaritma Perturb dan Observe. *Elektrika*, 13(1), 1-6.

HARTONO, F. M. (2018). *Pengukuran Dan Analisis Kualitas Daya Listrik Di PT. Techpack Asia* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).

D. Almanda dan N. Majid, "Studi Analisa Penyebab Kerusakan Kapasitor Bank Sub Station Welding di PT. Astra Daihatsu Motor," Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOmputeR), vol. 2, no. 1, hal. 7, 2019, doi: 10.24853/resistor.2.1.7-14