

ANALISA UNJUK KERJA KAPASITOR BANK TERHADAP FAKTOR DAYA DENGAN DAYA TERPASANG 690 KVA PADA INDUSTRI KAYU PT. DANWOOD NUSANTARA SEMARANG**Muhamad Iqbal Firmansyah¹, Dedi Nugroho²**

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Abstract (English)

The problem that occurs in the electrical system at PT. Danwood Nusantara Semarang is due to the small value of the daya factor on the SDP (Sub Distribution Panel) panel on electrical machines. This will cause various obstacles that can cause losses to the company due to the inefficient use of electrical machines, such as excessive induction motors during the production process. The solution to this problem is to improve the power factor according to PLN standards so that it does not cause problems that can cause losses to the company due to the swelling of electricity bills and damaged components due to inappropriate electricity use. This study aims to determine the improvement of the power factor according to the minimum limit standards set by PLN. The parameters needed for power factor improvement include voltage, current, active power, reactive power, apparent power and power factor results from this study at the time of testing the total calculation of reactive power before improvement of 116.522 KVAR with this then to analyze 2 scenario designs were made with that In the calculation of the results of the first scenario design the reactive power value is 21.113 KVAR and in the calculation results of the second scenario design the reactive power value is 17.651 KVAR. And from the results of the Total capacitor bank requirements when the power factor is increased there are 2 scenario designs. The first scenario, the capacitor requirement value on bus 1 is 19,269 KVAR, on bus 3 is 2,002 KVAR, on bus 4 is 30,437 KVAR, on bus 4 is 2,235 KVAR, on bus 7 is 14,419 KVAR because in the first scenario design, each of the capacitor banks is installed on each SDP (Sub Panel Distribution) load. Furthermore, for the second scenario design, the capacitor bank requirement value is 98,871 KVAR. This is because in the second scenario design, the capacitor bank is installed on the MDP (Main Distribution Panel) side.

Article History

Submitted: 3 Juni 2025

Accepted: 8 Juni 2025

Published: 9 Juni 2025

Key Words

Power Factor, Reactive Power, Capacitor Bank

Abstrak (Indonesia)

Permasalahan yang terjadi pada sistem kelistrikan di PT. Danwood Nusantara Semarang karena kecilnya nilai faktor daya pada panel SDP (Sub Distribution Panel) pada mesin-mesin listrik. Hal ini akan menimbulkan berbagai macam kendala yang dapat menyebabkan kerugian pada perusahaan dikarenakan tidak efisiennya adanya penggunaan mesin-mesin listrik, seperti motor induksi yang berlebih disaat proses produksi. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dilakukan perbaikan faktor daya sesuai standar PLN sehingga tidak menimbulkan permasalahan-permasalahan yang dapat menyebabkan kerugian pada perusahaan akibat membengkaknya biaya tagihan listrik dan komponen yang rusak karena penggunaan listrik yang tidak sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbaikan faktor daya sesuai dengan standar batas minimum yang ditetapkan oleh PLN. Adapun parameter yang dibutuhkan untuk perbaikan faktor daya antara lain tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu dan faktor daya hasil dari penelitian ini pada saat pengujian total perhitungan pada daya reaktif sebelum perbaikan sebesar 116,522 KVAR dengan hal ini maka untuk menganalisa dibuatlah 2 desain skenario dengan itu Pada perhitungan dari hasil desain skenario pertama nilai daya reaktifnya sebesar 21,113 KVAR dan pada hasil perhitungan dari desain skenario kedua nilai daya reaktifnya sebesar 17,651 KVAR. Dan dari hasil Total kebutuhan kapasitor bank pada saat faktor daya dinaikkan ada 2 desain skenario. Skenario pertama nilai kebutuhan kapasitor pada bus 1 sebesar 19,269 KVAR, pada bus 3 sebesar 2,002 KVAR, pada bus 4 sebesar 30,437 KVAR, pada bus 4 sebesar 2,235 KVAR, pada bus 7 sebesar 14,419 KVAR dikarenakan pada desain skenario pertama masing-masing dari kapasitor bank di pasang di masing-

Sejarah Artikel

Submitted: 3 Juni 2025

Accepted: 8 Juni 2025

Published: 9 Juni 2025

Kata Kunci

Faktor Daya, Daya Reaktif, Kapasitor Bank

masih beban SDP (*Sub Panel Distribution*) selanjutnya untuk desain skenario kedua nilai kebutuhan kapator bank sebesar 98,871 KVAR hal ini dikarenakan pada desain skenario kedua kapasitor bank di pasang di sisi MDP (*Main Distribution Panel*).

PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi energi listrik dari waktu ke waktu menyebabkan jenis beban dalam sistem kelistrikan menjadi semakin beragam. Keberagaman beban ini menimbulkan tantangan tersendiri, salah satunya adalah penurunan faktor daya. Faktor daya yang rendah umumnya terjadi akibat perbedaan karakteristik antara beban satu dengan yang lain, sehingga diperlukan perangkat tambahan untuk menjaga kinerja sistem tetap optimal. Beban induktif, seperti motor listrik dan transformator, menjadi salah satu penyebab utama turunnya efisiensi sistem, baik pada instalasi kelistrikan yang berdiri sendiri seperti pada industri-industri yang memiliki pembangkit mandiri maupun pada jaringan interkoneksi antarpusat pembangkit listrik. Situasi ini menjadi semakin kompleks seiring dengan terus bertambahnya permintaan daya dari konsumen, sehingga pengelolaan faktor daya menjadi aspek penting dalam menjaga stabilitas, efisiensi, dan keandalan sistem distribusi dan pembangkitan tenaga listrik.

Faktor daya merupakan parameter penting yang mencerminkan seberapa baik kualitas energi listrik dalam suatu sistem. Besarnya nilai faktor daya sangat dipengaruhi oleh karakteristik beban yang digunakan, yang umumnya terdiri dari unsur resistif, induktif, dan kapasitif. Rentang nilai faktor daya berada antara 0 hingga 1, di mana semakin mendekati angka 1 menunjukkan bahwa daya aktif yang digunakan lebih besar, sehingga performa sistem kelistrikan semakin efisien dan optimal. Sebaliknya, jika nilai pada faktor daya mendekati 0, maka dominasi daya reaktif semakin tinggi, menyebabkan sebagian besar energi tidak dapat dimanfaatkan secara efektif meskipun daya tampak tetap sama. Kondisi ini tidak hanya menurunkan efisiensi pemanfaatan energi, tetapi juga berdampak pada penurunan kualitas daya listrik secara keseluruhan. Di samping itu, meningkatnya arus akibat beban reaktif memperbesar konsumsi energi dan mengakibatkan biaya operasional yang lebih tinggi. Oleh karena itu, menjaga faktor daya tetap tinggi menjadi kunci dalam pengelolaan sistem kelistrikan yang andal dan hemat energi.

Berdasarkan ketentuan dalam SPLN 70-1, PLN menetapkan bahwa nilai minimum faktor daya yang diperbolehkan adalah lebih dari 0,85. Apabila faktor daya suatu instalasi berada di bawah nilai tersebut, maka selain pemakaian energi aktif dalam satuan kilowatt-hour (kWh), PLN juga akan membebankan biaya tambahan atas kelebihan konsumsi energi reaktif yang diukur dalam satuan kilo Volt Ampere Reactive Hour (kVARh). Oleh karena itu, perbaikan terhadap faktor daya menjadi sangat penting agar nilainya tetap tinggi dan sesuai dengan standar yang ditetapkan[1].

Kondisi sistem kelistrikan di PT. Danwood Nusantara yang berlokasi di Jl. Padi Raya No.1A Gebangsari Kecamatan Genuk Kota Semarang memiliki 2 buah panel Transformator utama yang masing-masing panel tersebut daya terpasang 690 KVA dan 630 KVA yang terhubung dengan beban-beban induktif berupa mesin-mesin listrik, seperti motor, mesin-mesin kayu dll.

Permasalahan terjadi karena kecilnya nilai faktor daya pada panel SDP (Sub Distribution Panel) pada BUS 1 Fasa R,S,T nilai faktor dayanya (0,119), (0,081), (0,098), pada BUS 3 Fasa R,S,T nilai faktornya dayanya (0,123), (0,165), (0,183), pada BUS 4 Fasa R,S,T nilai faktornya dayanya (0,151), (0,144), (0,151), pada BUS 5 Fasa R,S,T nilai faktornya dayanya (0,335), (0,344), (0,300), pada BUS 7 Fasa R,S,T nilai faktornya dayanya (0,739), (0,688), (0,798) hal ini akan menimbulkan berbagai macam suatu kendala yang dapat menyebabkan kerugian pada

perusahaan dikarenakan tidak efisiennya adanya penggunaan mesin-mesin listrik, seperti motor induksi yang berlebih disaat proses produksi. Faktor yang di duga menjadi penyebab utama menurunnya faktor daya adalah usia alat dan komponen-komponennya yang sudah cukup lama dan belum pernah dilakukannya perbaikan terhadap faktor daya. Melihat permasalahan diatas maka sangat perlunya dilakukan analisa perbaikan faktor daya untuk mengetahui penyebab menurunnya power factor dan untuk mencari solusi yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan diatas.

Perbaikan ini diharapkan dapat memperbaiki power factor yang mengalami penurunan sehingga dapat tercapainya efisiensi penggunaan energi listrik pada PT. Danwood Nusantara Semarang sehingga tidak menimbulkan permasalahan-permasalahan yang dapat menyebabkan kerugian pada perusahaan akibat membengkaknya biaya tagihan listrik dan komponen yang rusak karena penggunaan listrik yang tidak sesuai.

Berdasarkan latar belakang uraian tersebut penelitian tugas akhir ini mengambil judul “Analisa Unjuk Kerja Kapasitor Bank Kvar Terhadap Faktor Daya Dengan Daya Terpasang 690 Kva Pada Industri Kayu Pt. Danwood Nusantara Semarang”.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat Penelitian

Penelitian skripsi ini dilakukan di PT. Danwood Nusantara Semarang. Penelitian yang dilakukan adalah menganalisa perbaikan faktor daya pada PT. Danwood Nusantara Semarang sehingga dapat mengetahui nilai faktor daya sesuai standar batas minimum faktor daya yang ditetapkan PLN.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam melaksanakan pengukuran dan penelitian pada industri kayu PT. Danwood Nusantara Semarang adalah sebagai berikut:

1. Volt Meter
2. Amper Meter
3. Watt Meter
4. Cos phi Meter

Metode Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian ini yaitu Analisa Unjuk Kerja Kapasitor Bank Dengan Daya Terpasang 690 Kva Pada Industri Kayu PT. Danwood Nusantara Semarang, dengan ini dibuatkan metode penelitian yang akan digunakan, antara lain:

a. Studi Literatur

Dengan mempelajari referensi-referensi yang sudah ada seperti jurnal, buku, karya ilmiah dan media yang lain yang berkaitan dengan penelitian diatas.

b. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang diperoleh adalah data berupa daya, arus, tegangan, daya aktif, daya reaktif, daya semu dan faktor daya dengan melakukan penelitian langsung di PT. Dawood Nusantara Semarang dengan bimbingan oleh staff PT. Dawood Nusantara Semarang itu sendiri.

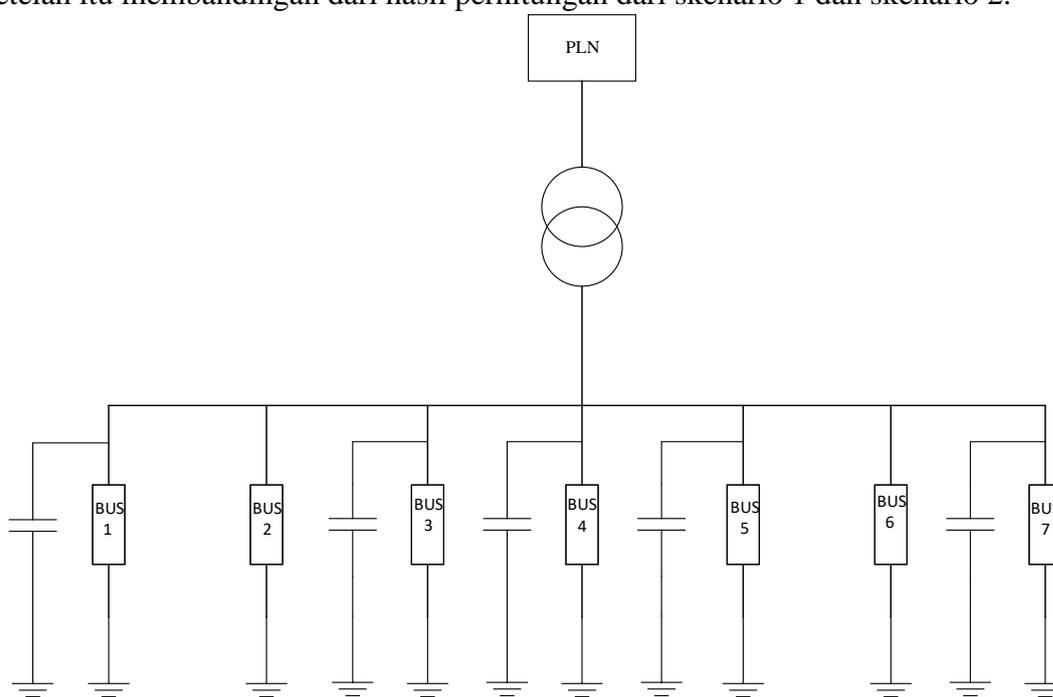
c. Analisis Data

Proses pengolahan data dan menganalisa data yang diperoleh dari PT. Danwood Nusantara Semarang dapat mengetahui nilai faktor daya sesuai standar batas minimum faktor daya yang ditetapkan PLN dan penggunaan kapasitor bank ini diharapkan untuk acuan dasar dalam menurunkan daya reaktif dan memperbaiki faktor daya di PT. Danwood Nusantara Semarang. Dalam pengolahan data ini penulis

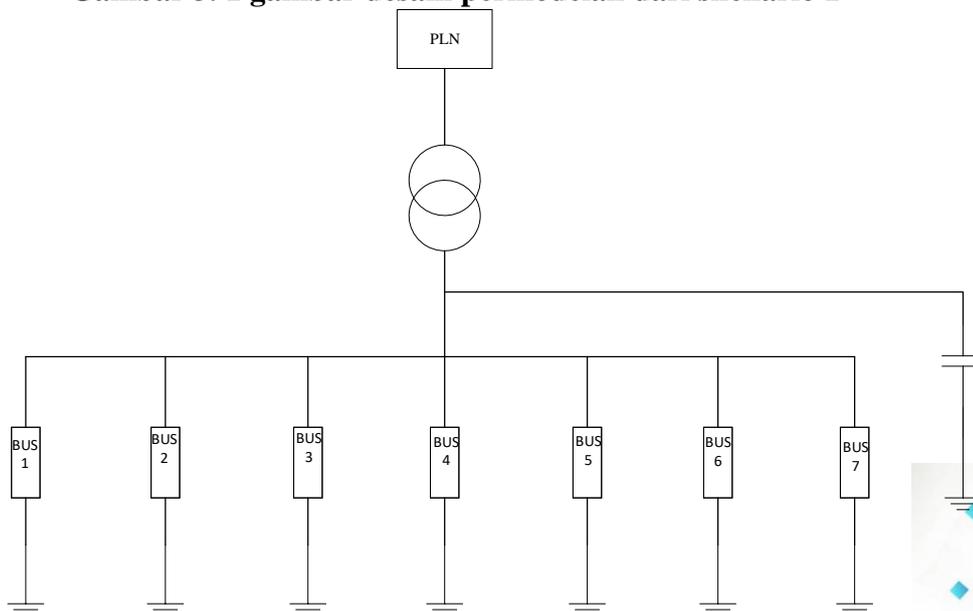
membuat 2 desain skenario berupa single line diagram untuk membandingkan berapa kebutuhan besar dan kecil nilai daya reaktif serta kebutuhan kapasitor bank pada kedua desain skenario tersebut.

Model Penelitian

Pada penelitian ini membuat permodelan desain skenario 1 dan desain skenario 2. Adapun rencana dari desain skenario 1 adalah membuat rangkaian SLD (*Single Line Diagram*) dimana pada bus-bus atau beban yang mengalami $\cos \phi$ dibawah 0,85. Dari rangkaian tersebut maka dilakukan perhitungan untuk perbaikan faktor daya pada bus-bus yang teridentifikasi faktor daya yang rendah kemudian menentukan besarnya kapasitor bank pada masing-masing bus yang di perbaiki setelah itu disimulasikan dari hasil instalasi kapasitor bank dari skenario 1 ditunjukkan pada gambar 3.1 setelah itu identifikasi dari pada skenario 2 ditunjukkan pada gambar 3.2 ini ditentukan dari satu buah kapasitor bank yang terpasang pada incoming dan setelah itu membandingkan dari hasil perhitungan dari skenario 1 dan skenario 2.



Gambar 3. 1 gambar desain permodelan dari skenario 1



Gambar 3. 2 gambar desain permodelan dari skenario 2

Data Penelitian

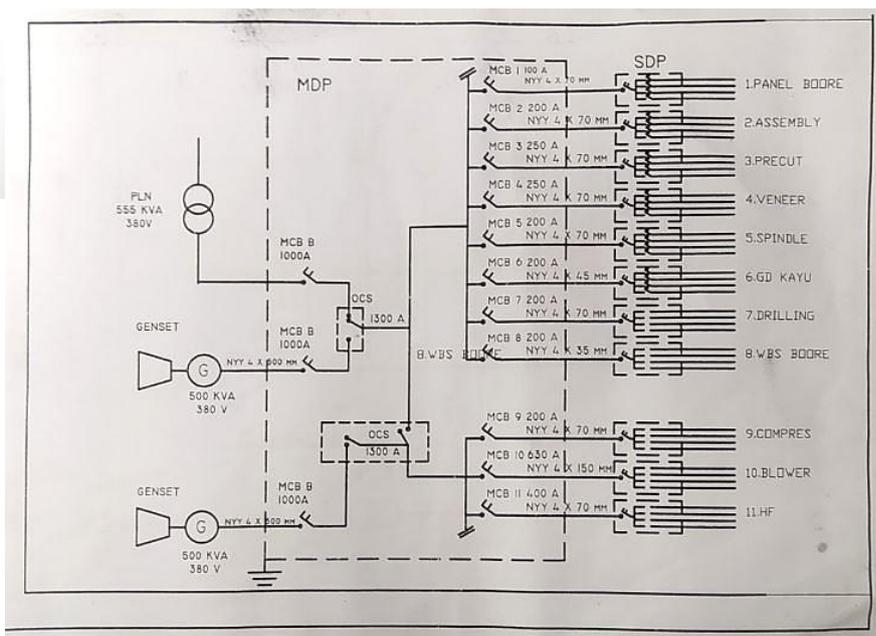
Data penelitian pada industri kayu PT. Danwood Semarang dapat di lihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Data penelitian

Identitas Bus	Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)	Faktor Daya	Daya Semu S (KVA)	Daya Aktif P (KW)	Daya Reaktif Q (KVAR)
MDP	RN	236,4	468	0,959	110,635	106,099	31,309
	SN	236,2	540	0,969	127,548	123,594	54,462
	TN	234,8	502	0,955	117,869	112,565	35,007
BUS 1	RN	233,4	28,3	0,119	6,576	0,782	6,524
	SN	233,1	29,0	0,081	6,759	0,547	6,732
	TN	232,4	27,7	0,098	6,439	0,630	6,405
BUS 2	RN	233,9	38,4	0,999	8,981	8,972	0,359
	SN	232,4	38,4	0,999	8,924	8,915	0,392
	TN	233,1	40,5	0,993	9,440	9,374	1,113
BUS 3	RN	233,8	3,02	0,123	0,706	0,123	0,694
	SN	233,0	2,98	0,165	0,694	0,165	0,674
	TN	234,9	3,19	0,183	0,749	0,183	0,726
BUS 4	RN	233,7	46,0	0,151	10,750	1,623	10,621
	SN	233,4	44,5	0,144	10,386	1,495	10,272
	TN	234,7	45,2	0,151	10,608	1,506	10,481
BUS 5	RN	233,6	3,76	0,335	0,878	0,294	0,827
	SN	232,6	3,53	0,344	0,821	0,282	0,770
	TN	233,6	3,60	0,300	0,840	0,252	0,801
BUS 6	RN	233,7	49,2	0,926	11,498	10,647	4,334
	SN	232,8	48,0	0,902	11,174	10,079	4,816
	TN	234,3	47,2	0,923	11,058	10,207	4,246
BUS 7	RN	237,3	4,3	0,739	9,563	7,067	6,436
	SN	235,6	36,1	0,688	8,505	5,851	6,166
	TN	235,3	42,5	0,792	10,000	7,950	6,050

Single Line Diagram

Berikut adalah gambar rangkaian SLD (Single Line Diagram) pada industri kayu PT. Danwood Nusantara Semarang dapat di lihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 3 Gambar Rangkaian Single Line Diagram Pada PT. Danwood Nusantara Semarang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diawali dengan pengambilan data penelitian dan pengukuran dengan menentukan nilai daya aktif, daya semu, daya reaktif dan faktor daya seperti pada tabel 4.1.1 Setelah menentukan data dan melakukan pengukuran selanjutnya adalah melakukan perhitungan perhitungan nilai daya aktif (KW), daya semu (KVA), daya reaktif (KVAR) dan Cos Phi Sebelum Perbaikan pada poin 4.2.1 selanjutnya pada penelitian ini membuat dua skenario rangkaian desain untuk mengetahui nilai cos phi kurang dari 0,85 dan pada skenario desain pertama menghitung nilai daya semu (KVA), daya reaktif (KVAR), dan cos phi setelah perbaikan pada poin 4.2.2 selanjutnya menghitung kebutuhan kapasitor bank pada desain skenario pertama setelah perbaikan pada poin 4.2.3, dan pada skenario desain kedua menghitung nilai daya semu (KVA), daya reaktif (KVAR), dan cos phi setelah perbaikan pada poin 4.2.4 selanjutnya menghitung kebutuhan kapasitor bank pada desain skenario pertama setelah perbaikan pada poin 4.2.5.

Hasil Pengukuran

Hasil data pengukuran pada SDP (*sub panel distribution*) sebelum dilakukannya perbaikan terdapat nilai faktor daya yang menurun yaitu pada BUS 1 pada Fasa R (0,119), Fasa S (0,081), Fasa T (0,098) BUS 3 pada Fasa R (0,123), Fasa S (0,165), dan Fasa T (0,183). BUS 4 pada Fasa R (0,151), Fasa S (0,144), dan Fasa T (0,151). BUS 5 pada Fasa R (0,335), Fasa S (0,344), dan Fasa T (0,300) dan BUS 7 pada Fasa R (0,739), Fasa S (0,688) dan Fasa T (0,792). Adapun data penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran MDP dan SDP PT. Danwood Nusantara Semarang

Identitas Bus	Fasa	Tegangan (V)	Arus (A)	Faktor Daya	Daya Semu S (KVA)	Daya Aktif P (KW)	Daya Reaktif Q (KVAR)
MDP	RN	236,4	468	0,959	110,635	106,099	31,309

	SN	236,2	540	0,969	127,548	123,594	54,462
	TN	234,8	502	0,955	117,869	112,565	35,007
BUS 1	RN	233,4	28,3	0,119	6,576	0,782	6,524
	SN	233,1	29,0	0,081	6,759	0,547	6,732
	TN	232,4	27,7	0,098	6,439	0,630	6,405
BUS 2	RN	233,9	38,4	0,999	8,981	8,972	0,395
	SN	232,4	38,4	0,999	8,924	8,915	0,392
	TN	233,1	40,5	0,993	9,440	9,374	1,113
BUS 3	RN	233,8	3,02	0,123	0,706	0,123	0,694
	SN	233,0	2,98	0,165	0,694	0,165	0,674
	TN	234,9	3,19	0,183	0,749	0,183	0,726
BUS 4	RN	233,7	46,0	0,151	10,750	1,623	10,621
	SN	233,4	44,5	0,144	10,386	1,495	10,272
	TN	234,7	45,2	0,151	10,608	1,506	10,481
BUS 5	RN	233,6	3,76	0,335	0,878	0,294	0,827
	SN	232,6	3,53	0,344	0,821	0,282	0,770
	TN	233,6	3,60	0,300	0,840	0,252	0,801
BUS 6	RN	233,7	49,2	0,926	11,498	10,647	4,334
	SN	232,8	48,0	0,902	11,174	10,079	4,816
	TN	234,3	47,2	0,923	11,058	10,207	4,246
BUS 7	RN	237,3	4,3	0,739	9,563	7,067	6,436
	SN	235,6	36,1	0,688	8,505	5,851	6,166
	TN	235,3	42,5	0,792	10,000	7,950	6,050

Tabel 4. 2 Data pengukuran nilai faktor daya kurang dari 0,85

No	Identitas Bus	Fasa	Nilai Cos Phi
1	BUS 1	RN	0,119
		SN	0,081
		TN	0,098
2	BUS 3	RN	0,123
		SN	0,165
		TN	0,183
3	BUS 4	RN	0,151
		SN	0,144
		TN	0,151
No	Identitas Bus	Fasa	Nilai Cos Phi
4	BUS 5	RN	0,335
		SN	0,344
		TN	0,300
5	BUS 7	RN	0,739
		SN	0,688
		TN	0,792

Dari data diatas berdasarkan hasil pengukuran didapatkan adanya nilai faktor daya kurang dari standar nilai PLN 0,85 pada BUS 1, BUS 3, BUS 4, BUS 5, dan BUS 7. dari data tersebut kemudian penulis akan memperbaiki nilai faktor daya menggunakan perhitungan manual. Dari perhitungan manual inilah akan diketahui berapa kebutuhan KVAR dan kebutuhan kapasitor bank agar besarnya faktor daya pada BUS 1, BUS 3, BUS 4, BUS 5, dan BUS 7 sesuai dengan standar batas minimum yang diterapkan pada sistem kelistrikan di pabrik yaitu sebesar 0,98. Maka dari itu untuk mendapatkan nilai besaran kapasitor bank yang dibutuhkan dilakukan perhitungan.

Perhitungan Perbaikan daya untuk Faktor Daya Cos Phi = 0,98

Pada BUS 1, BUS 3, BUS 4, BUS 5, dan BUS 7 di perlukan perbaikan faktor daya agar nilainya 0,98 adapun cara perhitungan untuk perbaikan dimulai pada perhitungan nilai daya

aktif (KW), daya semu (KVA), dan Daya reaktif (KVAR) sebelum perbaikan, dimulai dengan membuat dua rangkaian desain SLD (*Single Line Diagram*) guna untuk mengetahui $\cos \phi$ mana yang nilainya kurang dari 0,85 selanjutnya menghitung nilai daya semu (KVA) untuk perbaikan dengan nilai faktor daya yang sesuai ditargetkan kemudian menghitung nilai daya reaktif (KVAR) untuk perbaikan dan menghitung kebutuhan kapasitor bank.

Perhitungan Nilai Daya Aktif (KW), Daya Semu (KVA), Daya Reaktif (KVAR) dan Cos Phi Sebelum Perbaikan

Perhitungan nilai daya aktif, daya semu, daya reaktif dan $\cos \phi$ dicontohkan pada BUS 1 pada Fasa R, S dan T, sebagai berikut:

a. Perhitungan nilai daya aktif dengan rumus persamaan (2.3)

- Fasa R

Diketahui:

$$\begin{aligned} P_R &= V_R \times I_R \times \cos \phi \\ V_R &= 232,4 \\ I_R &= 28,3 \\ \cos \phi &= 0,119 \end{aligned}$$

Maka, perhitungan untuk R:

$$\begin{aligned} P_R &= 232,4 \times 28,3 \times 0,119 \\ P_R &= 0,782 \text{ KW} \end{aligned}$$

- Fasa S

Diketahui:

$$\begin{aligned} P_S &= V_S \times I_S \times \cos \phi \\ V_S &= 233,1 \\ I_S &= 29,0 \\ \cos \phi &= 0,081 \end{aligned}$$

Maka, perhitungan untuk S:

$$\begin{aligned} P_S &= 233,1 \times 29,0 \times 0,081 \\ P_S &= 0,547 \text{ KW} \end{aligned}$$

- Fasa T

Diketahui:

$$\begin{aligned} P_T &= V_T \times I_T \times \cos \phi \\ V_T &= 232,4 \\ I_T &= 27,7 \\ \cos \phi &= 0,098 \end{aligned}$$

Maka, perhitungan untuk T:

$$\begin{aligned} P_T &= 232,4 \times 27,7 \times 0,098 \\ P_T &= 0,630 \text{ KW} \end{aligned}$$

a. Total perhitungan 3 fasa R,S,T

$$\begin{aligned} P_{TT} &= P_R + P_S + P_T \\ P_{TT} &= 0,782 + 0,547 + 0,630 \\ P_{TT} &= 1,953 \text{ KW} \end{aligned}$$

b. Perhitungan nilai daya semu dengan rumus persamaan (2.7)

- Fasa R

Diketahui:

$$\begin{aligned} S_R &= V_R \times I_R \\ V_R &= 232,4 \\ I_R &= 28,3 \end{aligned}$$

Maka, perhitungan untuk R:

$$S_R = 232,4 \times 28,3$$

$$S_R = 6,576 \text{ VA}$$

- Fasa S

Diketahui:

$$S_S = V_S \times I_S$$

$$V_S = 233,1$$

$$I_S = 29,0$$

Maka, perhitungan untuk S:

$$S_S = 233,1 \times 29,0$$

$$S_S = 6,759 \text{ VA}$$

- Fasa T

Diketahui:

$$S_T = V_T \times I_T$$

$$V_T = 232,4$$

$$I_T = 27,7$$

Maka, perhitungan untuk T:

$$S_T = 232,4 \times 27,7$$

$$S_T = 6,437 \text{ VA}$$

- Total perhitungan 3 fasa R,S,T

$$S_{TT} = S_R + S_S + S_T$$

$$S_{TT} = 6,576 + 6,759 + 6,437$$

$$S_{TT} = 19,772 \text{ KVA}$$

c. Perhitungan nilai daya reaktif dengan rumus persamaan (2.5)

- Fasa R

Diketahui:

$$Q_R = \cos^{-1} (0,119) = 83,165^\circ$$

$$Q_R = V_R \times I_R \times \sin \theta$$

$$V_R = 232,4$$

$$I_R = 28,3$$

$$\sin \theta = 0,992$$

Maka, perhitungan untuk R:

$$Q_R = V_R \times I_R \times \sin \theta$$

$$Q_R = 232,4 \times 28,3 \times \sin 83,165$$

$$Q_R = 232,4 \times 28,3 \times 0,992$$

$$Q_R = 6,524 \text{ VAR}$$

- Fasa S

Diketahui:

$$Q_S = \cos^{-1} (0,081) = 85,353^\circ$$

$$Q_S = V_S \times I_S \times \sin \theta$$

$$V_S = 233,1$$

$$I_S = 29,0$$

$$\sin \theta = 0,996$$

Maka, perhitungan untuk S:

$$Q_S = V_S \times I_S \times \sin \theta$$

$$Q_S = 233,1 \times 29,0 \times \sin 85,353$$

$$Q_S = 233,1 \times 29,0 \times 0,992$$

$$Q_S = 6,732 \text{ VAR}$$

- Fasa T

Diketahui:

$$Q_T = \cos^{-1}(0,098) = 84,375^\circ$$

$$Q_T = V_T \times I_T \times \sin \theta$$

$$V_T = 232,4$$

$$I_T = 27,7$$

$$\sin \theta = 0,995$$

Maka, perhitungan untuk T:

$$Q_T = V_T \times I_T \times \sin \theta$$

$$Q_T = 232,4 \times 27,7 \times \sin 84,375$$

$$Q_T = 232,4 \times 27,7 \times 0,995$$

$$Q_T = 6,405 \text{ VAR}$$

- Total perhitungan 3 fasa R,S,T

$$Q_{TT} = Q_R + Q_S + Q_T$$

$$Q_{TT} = 6,524 + 6,732 + 6,405$$

$$Q_{TT} = 19,661 \text{ KVAR}$$

- d. Perhitungan nilai cos phi total sebelum perbaikan dengan rumus persamaan (2.9)

Diketahui:

$$P_{total} = 86,938 \text{ KW}$$

$$S_{total} = 145,381 \text{ KVA}$$

Maka, perhitungan untuk cos φ ?

$$\cos \varphi = \frac{P_{total}}{S_{total}}$$

$$\cos \varphi = \frac{86,938}{145,381}$$

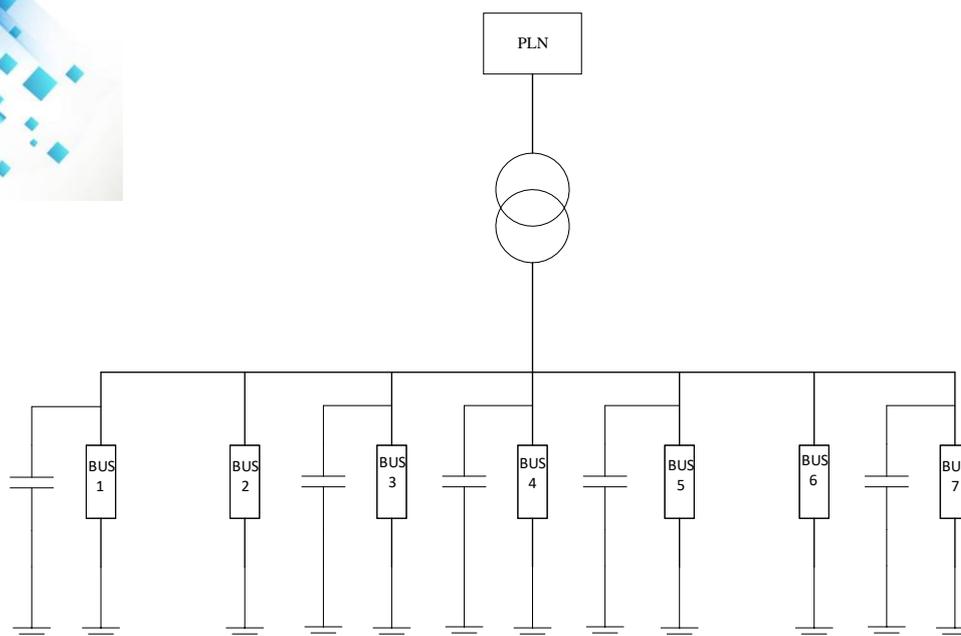
$$\cos \varphi = 0,598$$

Tabel 4. 3 Hasil perhitungan total daya aktif, daya semu, daya reaktif dan cos phi sebelum perbaikan

Identitas Bus	Daya aktif (KW)	Daya Semu (KVA)	Daya Reaktif (KVAR)	Cos Phi
BUS 1	1,953	19,772	19,661	0,098
BUS 2	27,261	27,345	1,900	0,996
BUS 3	0,471	2,149	2,094	0,219
BUS 4	4,624	31,744	31,374	0,145
Identitas Bus	Daya aktif (KW)	Daya Semu (KVA)	Daya Reaktif (KVAR)	Cos Phi
BUS 5	0,828	2,368	2,398	0,341
BUS 6	30,933	33,703	13,396	0,917
BUS 7	20,868	28,068	18,652	0,743
Incoming	86,938	145,381	116,522	0,598

Hasil Desain dan Perhitungan skenario 1 Daya Semu (KVA), Daya Reaktif (KVAR), dan Cos Phi Setelah Perbaikan

Pada skenario 1 menjelaskan bahwa pada BUS 1, BUS 3, BUS 4, BUS 5, dan BUS 7 nilai cos phinya kurang dari 0,85 maka pada desain ini dipasang kapasitor bank dengan target cos phi 0,98. Adapun desain skenario tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 desain skenario 1

Perhitungan ini untuk mengetahui nilai daya semu (S) pada skenario 1 maka pada perhitungan ini mencari nilai daya semu dengan cos phi target 0,98 dengan nilai total daya aktif (P) di bagi dengan cos phi target 0,98 dicontohkan pada BUS 1 dengan persamaan (2.13)

- a. Perhitungan nilai daya semu dengan cos phi target 0,98

Diketahui:

$$P_{total} = 1,953 \text{ KW}$$

$$\cos \varphi = 0,98$$

Maka, perhitungan untuk cos φ target 0,98:

$$S_{total} = \frac{P_{total}}{\cos \varphi}$$

$$S_{total} = \frac{1,953}{0,98}$$

$$S_{total} = 1,992 \text{ kVA}$$

Perhitungan ini untuk mengetahui nilai daya reaktif (KVAR) pada skenario 1 dengan nilai cos phi yang ingin di capai sebesar 0.98 dilakukan dengan menghitung daya reaktif (Q₂) dengan nilai faktor daya yang diinginkan dicontohkan pada BUS 1 perhitungan menggunakan persamaan (2.12), dimana:

- b. Perhitungan nilai daya reaktif dengan cos phi target 0,98

Diketahui:

$$S_{total} = 1,992 \text{ KVA}$$

$$P_{total} = 1,953 \text{ KW}$$

Maka, Perhitungan untuk cos phi = 0,98:

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

$$Q_2 = \sqrt{1,992^2 - 1,953^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{3,968 \ 064 - 3,814 \ 209}$$

$$Q_2 = \sqrt{0,153 \ 855}$$

$$Q_2 = 0,392 \ 243 \text{ kVAR}$$

Perhitungan ini untuk mengetahui nilai total cos phi pada skenario 1 maka pada perhitungan ini di hitung dengan cara daya aktif (P) di bagi dengan daya semu (S) maka akan menghasilkan nilai cos phi total dicontohkan pada BUS 1 dengan persamaan (2.9)

c. Perhitungan nilai cos phi total setelah perbaikan

Diketahui:

$$P_{total} = 1,953 \text{ KW}$$

$$S_{total} = 1,992 \text{ KVA}$$

Maka, perhitungan untuk cos φ ?

$$\cos \varphi = \frac{P_{total}}{S_{total}}$$

$$\cos \varphi = \frac{1,953}{1,992}$$

$$\cos \varphi = 0,980$$

Perhitungan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan pada Skenario 1

Untuk menghitung kebutuhan kapasitor bank pada saat nilai cos phi dinaikkan menjadi 0,98 dicontohkan pada BUS 1 maka perhitungan dicontohkan dengan persamaan (2.14)

a. Perhitungan kapasitor bank

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

Untuk cos phi = 0,98:

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 19,661 - 0,392$$

$$Q_c = 19,269 \text{ kVAR}$$

b. Perhitungan kapasitansi dari kapasitor

Untuk mengetahui nilai kapasitansi dari kapasitor yang dibutuhkan untuk perbaikan faktor daya menjadi 0,98 dicontohkan pada BUS 1 maka perhitungan dicontohkan dengan persamaan (2.15)

$$C = \frac{Q_c}{2\pi \times f \times V^2}$$

$$C = \frac{19,269}{2 \times 13,4 \times 50 \times 232,96^2}$$

$$C = \frac{17\ 040\ 893,54}{17\ 040\ 893,54}$$

$$C = 1,130\ 750 \text{ }\mu\text{F}$$

Tabel 4. 4 Hasil perhitungan total daya aktif, daya semu, daya reaktif dan cos phi setelah perbaikan skenario 1

Identitas Bus	Daya aktif (KW)	Daya Semu (KVA)	Daya Reaktif (KVAR)	Cos Phi	QC (KVAR)	C Farad
BUS 1	1,953	1,992	0,392	0,98	19,269	1,130
BUS 2	27,261	27,345	1,900	0,996	-	-
BUS 3	0,471	0,480	0,092	0,98	2,002	1,165
BUS 4	4,624	4,718	0,937	0,98	30,437	1,776
BUS 5	0,828	0,844	0,163	0,98	2,235	1,308
BUS 6	30,933	33,703	13,396	0,917	-	-
BUS 7	20,868	21,293	4,233	0,98	14,419	8,240
Incoming	86,938	90,374	21,113	0,961	-	-

Berdasarkan tabel 4.3 hasil perhitungan dari masing-masing BUS pada daya semu, daya reaktif dan cos phi sebelum perbaikan pada BUS 1 nilai daya semu adalah 19,772 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif sebesar 19,661 KVAR dan cos phi 0,098. Pada BUS 3 nilai

daya semu adalah 2,149 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif sebesar 2,094 KVAR dan $\cos \phi$ 0,219. Pada BUS 4 nilai daya semu adalah 31,744 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif sebesar 31,374 KVAR dan $\cos \phi$ 0,145. Pada BUS 5 nilai daya semu adalah 2,368 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif sebesar 2,398 KVAR dan $\cos \phi$ 0,341. Pada BUS 7 nilai daya semu adalah 28,068 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif sebesar 18,652 KVAR dan $\cos \phi$ 0,743.

Sedangkan pada tabel 4.4 dengan $\cos \phi$ target 0,98 untuk skenario 1 maka pada BUS 1 nilai daya semu turun menjadi 1,992 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif turun menjadi 0,392 KVAR dikarenakan target $\cos \phi$ nya sudah diperbaiki dan kebutuhan untuk kapasitor bank sebesar 19,269 KVAR dan kapasitansi dari kapasitor sebesar 1,130 Farad. Pada BUS 3 nilai daya semu turun menjadi 0,480 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif turun menjadi 0,092 KVAR dikarenakan target $\cos \phi$ nya sudah diperbaiki dan kebutuhan untuk kapasitor bank sebesar 2,002 KVAR dan kapasitansi dari kapasitor sebesar 1,165 Farad. Pada BUS 4 nilai daya semu turun menjadi 4,718 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif turun menjadi 0,937 KVAR dikarenakan target $\cos \phi$ nya sudah diperbaiki dan kebutuhan untuk kapasitor bank sebesar 30,437 KVAR dan kapasitansi dari kapasitor sebesar 1,776 Farad. Pada BUS 5 nilai daya semu turun menjadi 0,844 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif turun menjadi 0,163 KVAR dikarenakan target $\cos \phi$ nya sudah diperbaiki dan kebutuhan untuk kapasitor bank sebesar 2,235 KVAR dan kapasitansi dari kapasitor sebesar 1,308 Farad. Pada BUS 5 nilai daya semu turun menjadi 21,293 KVA selanjutnya pada nilai daya reaktif turun menjadi 4,233 KVAR dikarenakan target $\cos \phi$ nya sudah diperbaiki dan kebutuhan untuk kapasitor bank sebesar 14,419 KVAR dan kapasitansi dari kapasitor sebesar 8,240 Farad.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan penelitian yang telah dilakukan serta analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Untuk meningkatkan nilai faktor daya yang mengalami penurunan. Dilakukan perhitungan daya aktif, daya reaktif, daya semu dan setelah itu menghitung daya reaktif, daya semu dan kapasitor bank untuk perbaikan dengan $\cos \phi$ sesuai target 0,98
2. Pada saat pengujian hasil dari total perhitungan pada daya reaktif sebelum perbaikan sebesar 116,522 KVAR dengan hal ini maka untuk menganalisa dibuatlah desain skenario dengan itu Pada perhitungan dari hasil desain skenario pertama nilai daya reaktifnya sebesar 21,113 KVAR dan pada hasil perhitungan dari desain skenario kedua nilai daya reaktifnya sebesar 17,651 KVAR.
3. Dari hasil Total kebutuhan kapasitor bank pada saat faktor daya dinaikkan dengan $\cos \phi$ 0,98 ada 2 desain skenario yang pertama nilai kebutuhan kapasitor bank pada BUS 1 sebesar 19,269 KVAR, pada BUS 3 sebesar 2,002 KVAR, pada BUS 4 sebesar 30,437 KVAR, pada BUS 5 sebesar 2,235 KVAR, dan pada BUS 7 sebesar 14,419 KVAR dikarenakan pada desain skenario pertama masing-masing dari kapasitor bank di pasang di masing-masing beban *SDP (sub panel distribution)* selanjutnya untuk desain skenario kedua nilai kebutuhan kapator bank sebesar 98,871 KVAR hal ini dikarenakan pada desain skenario kedua kapasitor bank di pasang di sisi *MDP (main distribution panel)*.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan terdapat saran untuk memperbaiki penelitian selanjutnya disarankan:

1. Penelitian ini memperbaiki faktor daya pada sub panel distribution dan penambahan kapasitor bank dari masing-masing beban pada sub panel distribution dan main distribution

panel. Untuk penelitian selanjutnya mungkin bisa memperbaiki faktor daya pada sub panel distribution dengan penambahan kapasitor bank serta biasa pemasangannya di gedung atau pabrik lain.

2. Untuk penelitian selanjutnya mungkin bisa disimulasikan dengan menggunakan aplikasi ETAP atau menggunakan software simulasi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Esye, “Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan,” *J. Sport. J. Penelit. Pembelajaran*, vol. 2, no. 6, pp. 24–29, 2021.
- [2] M. Efisiensi, E. Listrik, D. I. Pt, P. E. Tbk, R. Milenio, and F. Yudha, *ANALISIS PERBAIKAN POWER FACTOR UNTUK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEMARANG SEMARANG MENCAPI EFISIENSI ENERGI LISTRIK DI PT. TEXMACO PERKASA ENGINEERING Tbk .ANALISIS PERBAIKAN POWER FACTOR UNTUK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEK.* 2022.
- [3] A. S. Efendy and M. Munir, “Analisa Optimasi Faktor Daya Terhadap Penggunaan Kapasitor Bank Pada PT. Barindo Anggun Industri,” *SNESTIK Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, pp. 245–251, 2022.
- [4] M. D. Prasetyo, S. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, “Analisis Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap Perubahan Nilai Faktor Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Unit Power Plant Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak Dan Gas Bumi Cepu Subuh Isnur Haryudo , Joko , Achmad Imam Agung,” *J. Tek. Elektro*, vol. 11, pp. 208–217, 2022.
- [5] S. Jamilah, I. Usrah, and A. Chobir, “Analisis Pengaruh Perubahan Faktor Daya Dari Lagging Menjadi Leading Di Favehotel Tasikmalaya,” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 04, no. 01, pp. 6–12, 2022.
- [6] P. Harahap and M. Adam, “Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter,” *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.24853/resistor.4.1.37-42.
- [7] Y. Dianti, “ANALISIS PERENCANAAN PERBAIKAN FAKTOR DAYA SEBAGAI UPAYA OPTIMASI DAYA LISTRIK DI GEDUNG JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS MALIKUSSALEH,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 5–24, 2017, [Online]. Available: [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%202.pdf).
- [8] K. D. Nurmahandy, I. H. Subuh, W. Aribowo, and M. Widyartono, “Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Penyulang Barata PT PLN Ngagel Surabaya,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 261–269, 2021.
- [9] Rusdiansyah, Cornelius Sarri, and Toyib, “Analisis Perbaikan Faktor Daya Untuk Efisiensi Pembebanan Pada RSUD I.A. MOEIS SAMARINDA,” *Mutiara J. Ilm. Multidisiplin Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 126–139, 2023, doi: 10.61404/jimi.v1i1.26.
- [10] T. Barlian, Y. Apriani, N. Savitri, and M. Hurairah, “Analisis Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Tegangan,” *J. Surya Energy*, vol. 4, no. 2, pp. 391–396, 2020, doi: 10.32502/jse.v4i2.2562.
- [11] K. Minahasa, “ANALISIS PENGGUNAAN KAPASITOR BANK DALAM UPAYA PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION PANEL (LVMDP) DI PT.PERMATA HIJAU PALM OLEO (PHPO) KIM II,” vol. 24, no. 7, pp. 28–42, 2024.
- [12] D. Meilvinasvita, Safaruddin, and Yuliana, “PENGARUH PENGGUNAAN KAPASITOR BANK PADA PENYULANG KOTA DI PT. PLN (PERSERO) RAYON MEULABOH KOTA,” *Vocat. Educ. Technol. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 21–27, 2020, [Online]. Available: <http://ojs.aknacehbarat.ac.id/index.php/vocatech/index>.

- [13] D. Meilvinasvita, Safaruddin, and Yuliana, “PENGARUH PENGGUNAAN KAPASITOR BANK PADA PENYULANG KOTA DI PT. PLN (PERSERO) RAYON MEULABOH KOTA,” *Vocat. Educ. Technol. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 21–27, 2020.
- [14] Dimas Teguh Wibowo, “Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Dimasjid Agung Serdang Bedagai,” *Pharmacogn. Mag.*, vol. 75, no. 17, pp. 399–405, 2021.
- [15] B. I. Al Firdausi, M. A. Auliq, and F. Fitriana, “Analisis Kebutuhan Bank Kapasitor Untuk Perbaikan Faktor Daya di PT Beras Rajawali Menggunakan Optimal Capacitor Placement ETAP 19,” *J. List. Instrumentasi, dan Elektron. Terap.*, vol. 5, no. 1, p. 39, 2024, doi: 10.22146/juliet.v5i1.89376.
- [16] D. T. Wibowo, Y. Yusniati, R. Nasution, and Z. Pelawi, “Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Di Masjid Agung Serdang Bedagai,” *JET (Journal Electr. Technol.)*, vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2023, doi: 10.30743/jet.v8i1.6828.

