

Analisa Pengaruh Kapasitor Bank Pada PDAM Kota Padang

Noval Mustaqin^{1*}, Rosnita Rauf², Yani Ridal³

^{1,2)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti, Sumatera Barat

³⁾ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bung Hatta, Sumatera Barat

*Email: novalmustaqin7@gmail.com

ABSTRAK

Penurunan kualitas aliran listrik dan rendahnya efisiensi energi sering terjadi pada sistem distribusi, terutama di tingkat konsumen tegangan menengah. Salah satu solusi yang telah dikenal untuk mengatasi masalah ini adalah penggunaan kapasitor bank. Kapasitor bank dapat meningkatkan kualitas aliran listrik dan efisiensi energi dengan menyesuaikan faktor daya dan mengurangi kerugian energi. Penelitian ini dilakukan pada Perumda Air Minum (PDAM) untuk menganalisis efektivitas penggunaan kapasitor bank dalam meningkatkan faktor daya. Berdasarkan data dari PT. PLN (Persero) UP3 Padang, daya semu (S) sebelum kompensasi pada $\cos\phi$ awal 0,73 adalah 519,10 kVA, dan setelah kompensasi mendekati $\cos\phi$ 1, daya semu menjadi 378,95 kVA. Daya reaktif awal (Q_1) sebesar 352,98 kVAR yang menunjukkan tingginya daya reaktif. Setelah pemasangan kapasitor bank dengan kapasitas 240 kVAR, daya reaktif berkurang menjadi nol. Dengan kompensasi ini, faktor daya sistem meningkat menjadi 0,98. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan faktor daya tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional PDAM, tetapi juga berpotensi mengurangi biaya listrik secara signifikan, memberikan manfaat ekonomi jangka panjang. Abstrak revisi ini menyertakan implikasi tentang efisiensi operasional dan penghematan biaya listrik untuk melengkapi informasi hasil penelitian

Kata kunci: Faktor daya, Kapasitor bank, Daya reaktif, Daya Semu.

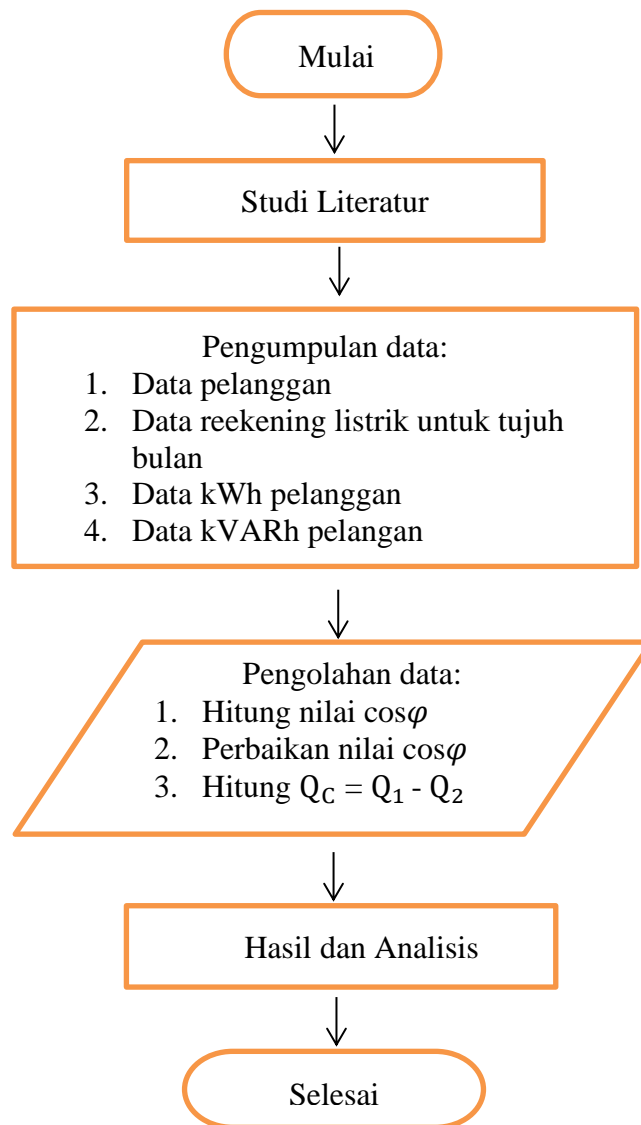
1. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik PT. PLN (Persero) terus berupaya membangun pembangkit dan peralatan pendukung untuk meningkatkan keandalan sistem sehingga pelayanan kepada pelanggan dapat tercapai [1]. Faktor daya beban akan menjadi rendah, hal itu banyak terjadi di jaringan distribusi yang bebannya industri yang sangat banyak menggunakan motor-motor listrik. Jangan sampai membiarkan kondisi faktor daya yang rendah, karena kondisi ini sangat merugikan di jaringan [2]. Perbaikan faktor daya dengan kapasitor bank dilakukan dengan menentukan kapasitas kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya beban. Kapasitor bank sendiri merupakan jenis kapasitor yang digunakan dalam dunia industri untuk menghindari daya reaktif agar tidak terkena denda oleh lembaga pelayanan listrik [3].

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (ESDM) Nomor 30 Tahun 2012 [1], nilai minimal suatu faktor daya dalam sebuah industri adalah sebesar 0.85, apabila nilai faktor daya $<0,85$, maka akan dikenakan denda berupa pinalti oleh PT. PLN (Persero). Pinalti yang dibebankan kepada konsumen ini berupa tagihan pemakaian daya reaktif [4]. Konsumen listrik berkapasitas besar, oleh PLN diberlakukan 2 periode konsumsi energi listrik yaitu WBP (Waktu beban Puncak) dan LWBP (Luar Waktu Beban Puncak) Konsumen listrik berkapasitas besar, oleh PLN diberlakukan 2 periode konsumsi energi listrik yaitu WBP (Waktu beban Puncak) dan LWBP (Luar Waktu Beban Puncak) [5].

2. METODE PENELITIAN

Adapun alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

**Gambar 1** Diagram Alur Penelitian

- Mulai : Menandai awal dari proses penelitian.
- Studi Literatur : Tujuan: Mengetahui penelitian sebelumnya yang relevan, mengidentifikasi celah pengetahuan, dan membangun kerangka teoretis penelitian.
- Pengumpulan Data : Tujuan: Mengumpulkan data yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi data pelanggan, data rekening listrik, data kWh, dan data kVARh.
- Pengolahan Data : Tujuan: Mengolah data mentah menjadi informasi yang bermakna.
Tahapan ini meliputi:
 - Hitung nilai $\cos\phi$: Menghitung faktor daya ($\cos\phi$) untuk mengetahui efisiensi penggunaan daya listrik.
 - Perbaiki nilai $\cos\phi$: Menentukan cara untuk memperbaiki faktor daya jika nilai $\cos\phi$ masih rendah.
 - Hitung $Q_C = Q_1 - Q_2$: Menghitung nilai kapasitor yang dibutuhkan untuk

memperbaiki faktor daya.

➤ Hasil dan Analisis:

- Tujuan: Menganalisis hasil perhitungan dan menarik kesimpulan berdasarkan data yang telah diolah. Hasil analisis dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi perbaikan sistem tenaga listrik.

➤ Selesai : Menandai akhir dari proses penelitian.

2.1 Jenis Penelitian

Jenis Jenis penelitian yang dilakukan adalah deskriptif kuantitatif. Pengumpulan data dengan cara dengan cara teknik analisis statistik deskriptif, teknik observasi dan dokumentasi. Penelitian ini mencakup analisa data perhitungan jumlah $\cos\phi$ pelanggan, data pencatatan kWh meter, nilai rekening listrik, daftar biaya beban dan biaya pemakaian konsumen, serta hasil perhitungan kapasitansi kapasitor bank. Hasil penelitian dijelaskan dalam bentuk tabel.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh langsung dari PT. PLN (Persero) UP3 Padang.

2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian Penelitian dilaksanakan di PDAM Gunung Pangilun Padang yang ber alamat Jl. Gunung Pangilun, Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat.



Gambar 2 Lokasi Penelitian

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Ada beberapa langkah untuk dapat menganalisa data dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

➤ Data pelanggan

Data ini mencakup informasi tentang pelanggan yang menggunakan listrik pada tingkat tegangan menengah seperti industri atau pelanggan dengan konsumsi daya tinggi.

❖ Teknik pengumpulan :

- Data base pelanggan.
- Mengambil data dari system manajemen pelanggan yang di miliki oleh perusahaan (PLN)
- Pembacaan meteran
- Mengumpulkan data dari meteran listrik yang terpasang di lokasi konsumen.

➤ Data rekening listrik tujuh bulan

Data ini mencakup rincian tagihan listrik yang di terbitkan kepada konsumen selama tujuh bulan.

❖ Teknik pengumpulan

- Sistem informasi pelanggan
- mengakses catatan tagihan dari sistem informasi pelanggan atau billing sistem
- Arsip digital

Menggunakan arsip digital dari penyedia layanan listrik (PLN) yang menyimpan riwayat informasi rekening listrik konsumen.

➤ Data kWh pelanggan

Data ini menunjukkan jumlah energi listrik dalam kWh yang telah digunakan oleh pelanggan.

❖ Teknik pengumpulan

- Pembacaan meteran
- Data diperoleh dengan membaca meteran listrik secara berkala (perbulan)
- Laporan konsumsi

Pelanggan atau industri mungkin diwajibkan untuk melaporkan penggunaan kWh mereka secara periodik.

➤ Data kVAR pelanggan

Data ini berkaitan dengan penggunaan energi reaktif dalam (kVAR) yang penting untuk manajemen kualitas daya listrik

❖ Teknik pengumpulan

- Meteran khusus
Menggunakan meteran yang dirancang untuk mengukur konsumsi energi reaktif (kVAR) di lokasi konsumen.
- Sistem pemantauan daya
Sistem pemantauan daya yang dapat mencatat penggunaan kVAR secara terus menerus dan memberikan laporan periodik.

2.4 Pengolahan Data

➤ Perhitungan nilai $\cos\phi$

$\cos\phi$ atau faktor daya adalah rasio antara daya aktif (kW) dan daya semu (kVA).

Nilai ini menunjukkan efisiensi penggunaan energi listrik oleh pelanggan.

❖ Teknik pengolahan

- Mengumpulkan data
Pertama dikumpulkan data mengenai daya aktif (P) daya reaktif (Q) meteran pelanggan.
- Menggunakan daya semu
Gunakan rumus $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ untuk menghitung daya semu (dalam kVAR)
- Menghitung $\cos\phi$
- Faktor daya dihitung dengan rumus $\cos\phi = \frac{P}{S}$

➤ Perbaikan nilai $\cos\phi$

Perbaikan nilai $\cos\phi$ (faktor daya) bertujuan untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya tambahan yang terkait dengan faktor daya rendah.

❖ Teknik pengolahan

- Analisis beban
Identifikasi beban induktif yang menyebabkan rendahnya faktor daya seperti motor listrik dan trafo.
- Kapasitor bank
Pasang kapasitor bank untuk menambah daya reaktif kapasitif yang akan menyeimbangkan daya reaktif induktif.

- Perhitungan kapasitansi.
Tentukan ukuran kapasitor yang diperlukan menggunakan rumus $Q_C = Q_1 - Q_2$ dimana Q_C adalah kapasitansi yang diperlukan Q_1 adalah daya reaktif sebelum perbaikan.
- Hitung nilai $Q_C = Q_1 - Q_2$
Nilai Q_C adalah perubahan daya reaktif yang diperlukan untuk mencapai nilai faktor daya yang diinginkan
- ❖ Teknik pengolahan
Berikut langkah-langkah Perhitungan Kapasitas Kapasitor Bank
 - Identifikasi Daya Reaktif Sebelum Perbaikan Q_1
Langkah pertama adalah mengukur atau mengidentifikasi daya reaktif sebelum perbaikan, yang disebut sebagai Q_1 . Nilai ini dapat diperoleh melalui pengukuran langsung dengan alat seperti meter kVARh, atau dihitung dari data konsumsi listrik jika informasi daya nyata (kW) dan faktor daya awal ($\cos\phi$) tersedia.
 - Menetapkan Daya Reaktif yang Diinginkan (Q_2)
Setelah mengetahui Q_1 , tentukan daya reaktif yang diinginkan setelah perbaikan faktor daya, yang disebut Q_2 . Biasanya, tujuan perbaikan adalah mencapai faktor daya optimal, 0,98 atau lebih tinggi.
 - Perhitungan Kapasitas Kapasitor (Q_C)
Selanjutnya, hitung kapasitas kapasitor yang diperlukan untuk memperbaiki faktor daya. Kapasitas ini dikenal sebagai Q_C , yaitu jumlah daya reaktif kapasitif yang perlu ditambahkan. Rumus yang digunakan adalah: $Q_C = Q_1 - Q_2$, Di mana Q_C menunjukkan perubahan daya reaktif yang harus dikompensasikan agar faktor daya mencapai nilai yang diinginkan.
 - Pemilihan dan Implementasi Kapasitor Bank
Berdasarkan hasil perhitungan Q_C , pilih kapasitor bank dengan kapasitas yang sesuai. Pastikan kapasitas yang dipilih mampu menyimpan daya reaktif sebesar Q_C . Kapasitor bank dapat dipasang dalam beberapa tahap (misalnya, beberapa unit kapasitor 20 kVAR yang dirangkai dalam hubungan delta).

Implementasi kapasitor dilakukan dengan memasangnya pada jaringan distribusi sesuai dengan rekomendasi teknis, dan perlu dilakukan pengujian untuk memastikan faktor daya telah mencapai nilai yang diinginkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data

Berikut adalah data data yang telah dikumpulkan.

- Data kapasitor bank

Tabel 1. Spesifikasi Kapasitor Bank

Daya Reaktif (kVAR)			Kode dimensi	Referensi
380 V	400 V	415 V		
9.4	10.4	11.2	MC	BLRCH104A125B40
11.3	12.5	13.5	RC	BLRCH125A150B40
13.5	15	16.1	RC	BLRCH150A180B40
18.1	20	21.5	TC	BLRCH200A240B40
22.3	25	26.9	TC	BLRCH250A300B40
45.1	50	53.8	YC	BLRCH500A000B40

- Data pencatatan meter kWh dan kVARh
Perhitungan riwayat pencatatan / stand kWh meteran listrik perhitungan pada periode januari sampai juli 2024

Tabel 2. Catatan Rekening Listrik

1	Bulan	Golongan	Daya	Faktor meter		LBWP		BWP		kVARh	
2			Watt	kWh	kVARh	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal
3	Januari	I3	865.000	1.200	1.200	15.610.440	15.436.890	3.145.360	3.110.070	11.360.290	11.149.290
4	Februari					15.811.790	15.610.440	3.185.900	3.145.360	11.548.230	11.360.290
5	Maret					15.992.090	15.811.790	3.222.620	3.185.900	11.730.850	11.548.230
6	April					16.191.920	15.992.090	3.263.010	3.222.620	11.961.410	11.730.850
7	Mei					16.384.490	16.191.920	3.301.550	3.263.010	12.180.650	11.961.410
8	Juni					16.576.884	16.384.490	3.340.496	3.301.550	12.401.427	12.180.650
9	Juli					16.762.021	16.576.884	3.376.553	3.340.496	12.617.806	12.401.427

- Data biaya total LBWP,BWP, dan kVARh
Berdasarkan informasi tagihan pembayaran listrik yang diambil dari bulan Januari 2024 sampai Juni 2024. Diketahui biaya total dari LBWP, WBP dan biaya kVARh (Rp/kVARh) untuk golongan industri (1- 3) TM adalah Rp. 1.114,74 terlampir.

Tabel 3. Biaya Pemakaian BWP, LBWP, kVARh

1	Biaya pemakaian				
2	Bulan	LBWP	BWP	kVARh	Total
3	Januari	215.711.534	65.794.817	109.472.110	390.553.571
4	Februari	250.265.164	75.582.938	50.789.783	376.637.866
5	Maret	244.101.361	68.460.914	64.299.317	356.861.594
6	April	248.375.901	75.303.227	109.186.554	432.865.733
7	Mei	239.352.186	71.854.130	101.599.633	412.805.949
8	Juni	239.132.600	72.610.767	103.464.593	415.209.100
9	Juli	230.113.442	67.224.815	105.997.282	403.335.539

3.2 Hasil Perhitungan Faktor Daya ($\cos\phi$)

Berikut adalah data yang diperlukan untuk menghitung besar faktor daya per bulan yang dapat dilihat pada tabel 3.

- Januari

❖ Total pemakaian kWh

$$\begin{aligned}
 &= [(15.610.440 - 15.436.890) + (3.145.360 - 3.110.070)] \\
 &\quad \times 1.200(173.550 + 35.290) \times 1.200 \\
 &= 208.840 \times 1.200 \\
 &= 250.608 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

❖ Total pemakaian kVARh

$$\begin{aligned}
 &= (11.360.290 - 11.149.290) \times 1.200 \\
 &= 211.000 \times 1.200 \\
 &= 253.200 \text{ kVARh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \cos\phi &= \frac{250.608}{\sqrt{250.608^2 + 253.200^2}} \\
 &= 0,70
 \end{aligned}$$

- Februari

❖ Total pemakaian kWh

$$\begin{aligned}
 &= [(15.811.790 - 15.610.440) + (3.185.900 - 3.145.360)] \times 1.200 \\
 &= (201.350 + 40.540) \times 1.200 \\
 &= 241.890 \times 1.200 \\
 &= 290.268 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond \text{ Total pemakaian kVARh} &= (11.548.230 - 11.360.290) \times 1.200 \\
 &= 187.940 \times 1.200 \\
 &= 225.528 \text{ kVARh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond \cos\varphi &= \frac{290.268}{\sqrt{290.268^2 + 225.528^2}} \\
 &= 0,78
 \end{aligned}$$

➤ Maret

$$\begin{aligned}
 \diamond \text{ Total pemakaian kWh} &= [(15.992.090 - 15.811.790) + (3.222.620 - 3.185.900)] \times 1.200 \\
 &= (180.300 + 36.720) \times 1.200 \\
 &= 217.020 \times 1.200 \\
 &= 260.424 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond \text{ Total pemakaian kVARh} &= (11.730.850 - 11.548.230) \times 1.200 \\
 &= 182.620 \times 1.200 \\
 &= 219.144 \text{ kVARh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond \cos\varphi &= \frac{260.424}{\sqrt{260.424^2 + 219.144^2}} \\
 &= 0,76
 \end{aligned}$$

➤ April

$$\begin{aligned}
 \diamond \text{ Total pemakaian kWh} &= [(16.191.920 - 15.992.090) + (3.263.010 - 3.222.620)] \times 1.200 \\
 &= (199.830 + 40.390) \times 1.200 \\
 &= 240.220 \times 1.200 \\
 &= 288.264 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond \text{ Total pemakaian kVARh} &= (11.961.410 - 11.730.850) \times 1.200 \\
 &= 230.560 \times 1.200 \\
 &= 276.672 \text{ kVARh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \diamond \cos\varphi &= \frac{288.264}{\sqrt{288.264^2 + 276.672^2}} \\
 &= 0,72
 \end{aligned}$$

➤ Mei

$$\begin{aligned}
 \diamond \text{ Total pemakaian kWh} &= [(16.384.490 - 16.191.920) + (3.301.550 - 3.263.010)] \times 1.200 \\
 &= (192.570 + 38.540) \times 1.200 \\
 &= 231.110 \times 1.200 \\
 &= 277.332 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \diamond \text{ Total pemakaian kVARh} \\
 & = (12.180.650 - 11.961.410) \times 1.200 \\
 & = 219.240 \times 1.200 \\
 & = 263.088 \text{ kVARh}
 \end{aligned}$$

$$\diamond \cos \varphi = \frac{277.332}{\sqrt{277.332^2 + 263.088^2}} = 0,72$$

➤ Juni

$$\begin{aligned}
 & \diamond \text{ Total pemakaian kWh} \\
 & = [(16.576.884 - 16.384.490) + (3.340.496 - \\
 & \quad 3.301.550)] \times 1.200 \\
 & = (192.394 + 38.946) \times 1.200 \\
 & = 231.340 \times 1.200 \\
 & = 277.608 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \diamond \text{ Total pemakaian kVARh} \\
 & = (12.401.427 - 12.180.650) \times 1.200 \\
 & = 220.777 \times 1.200 \\
 & = 264.932 \text{ kVARh}
 \end{aligned}$$

$$\diamond \cos \varphi = \frac{277.608}{\sqrt{277.608^2 + 264.932^2}} = 0,77$$

➤ Juli

$$\begin{aligned}
 & \diamond \text{ Total pemakaian kWh} \\
 & = [(16.762.021 - 16.576.884) + (3.376.553 - \\
 & \quad 3.340.496)] \times 1.200 \\
 & = (185.137 + 36.057) \times 1.200 \\
 & = 221.194 \times 1.200 \\
 & = 265.432 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \diamond \text{ Total pemakaian kVARh} \\
 & = (12.617.806 - 12.401.427) \times 1.200 \\
 & = 216.379 \times 1.200 \\
 & = 259.654 \text{ kVARh}
 \end{aligned}$$

$$\diamond \cos \varphi = \frac{265.432}{\sqrt{265.432^2 + 259.654^2}} = 0,71$$

$$\begin{aligned}
 & \diamond \cos \varphi \text{ rata - rata} = \frac{[0,70 + 0,78 + 0,76 + 0,72 + 0,72 + 0,77 + 0,71]}{7} \\
 & \cos \varphi \text{ rata - rata} = \frac{5,16}{7} \\
 & = 0,73
 \end{aligned}$$

3.3 Hasil Perhitungan Faktor Daya Perbulan

Tabel 1 Hasil Perhitungan Faktor Daya

Bulan	Tarif	Pemakaian kWh/bulan		Total	Pemakaian kVARh/bulan	Cos ϕ
		LBWP	BWP			
Januari	I3	173.550	35.290	250.608	253.200	0,70
Februari		201.350	40.540	290.268	225.528	0,78
Maret		180.300	36.720	260.424	219.144	0,76
April		199.830	40.390	288.264	276.672	0,72
Mei		192.570	38.540	277.332	263.088	0,72
Juni		192.394	38.946	277.608	264.932	0,77
Juli		185.137	36.057	265.432	259.654	0,71

3.4 Hasil Perhitungan Beban Rata – Rata, Faktor Beban, dan Faktor Kebutuhan

Berikut adalah data untuk menghitung besar persentase dan faktor beban dan faktor kebutuhan seperti pada tabel 4.

$$\frac{[250.608 + 290.268 + 260.424 + 288.264 + 277.332 + 277.608 + 265.432] \text{ kWh}}{720 \text{ h} \times 7}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Beban rata – rata} &= \frac{1.909.936 \text{ kWh}}{5.040 \text{ h}} \\ &= 378,95 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Faktor beban} &= \frac{378,95 \text{ kW}}{\frac{290.268 \text{ kWh}}{720 \text{ h}}} \times 100\% \\ &= \frac{378,95 \text{ kW}}{403,15 \text{ kW}} \times 100\% \\ &= 0,93 \times 100\% \\ &= 93\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Faktor kebutuhan} &= \frac{403,15 \text{ kW}}{865 \text{ kVA}} \times 100\% \\ &= 0,46 \% \end{aligned}$$

3.5 Hasil Perhitungan Kapasitas Kapasitor Bank

➤ Kondisi sebelum perbaikan faktor daya (Cos ϕ)

Berdasarkan pada total pemakaian kWh per bulan yang tertinggi periode Januari – Juli 2024 maka:

❖ Besar daya semu (S_1)

$$\begin{aligned} S &= \frac{P}{\text{Cos}\phi} \\ S &= \frac{378,95 \text{ kW}}{0,73} \end{aligned}$$

$$S = 519,10 \text{ kVA}$$

❖ Besar daya reaktif (Q_1)

$$Q_1 = S \cdot \sin \phi_1$$

$$Q_1 = 519,10 \text{ kVA} \times \sin (\cos^{-1} 0,73)$$

$$Q_1 = 519,10 \text{ kVA} \times \sin 43,11$$

$$Q_1 = 519,10 \text{ kVA} \times 0,68$$

$$Q_1 = 352,98 \text{ kVAR}$$

➤ Kondisi setelah dilakukan perbaikan faktor daya ($\cos \phi$). Pada kondisi ini nilai faktor daya yang mendekati = 1

❖ Besar daya semu (S_2)

$$S = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$S = \frac{378,95 \text{ kW}}{1}$$

$$S = 378,95 \text{ kVA}$$

❖ Besar daya reaktif (Q_2)

$$Q_2 = S \cdot \sin \phi_2$$

$$Q_2 = 378,95 \text{ kVA} \times \sin (\cos^{-1} 1)$$

$$Q_2 = 378,95 \text{ kVA} \times \sin 0$$

$$Q_2 = 378,95 \text{ kVA} \times 0$$

$$Q_2 = 0 \text{ kVAR}$$

❖ Total perhitungan daya reaktif Q_C

$$Q_C = Q_1 - Q_2$$

$$Q_C = 352,98 \text{ kVAR} - 0$$

$$Q_C = 352,98 \text{ kVAR}$$

3.6 Analisa

Kapasitor yang digunakan adalah varPlus Can. Kapasitas kapasitor bank yang akan digunakan sebanyak 12 stage dalam hubungan delta yaitu , $20 \text{ kVAR} \times 12 = 240 \text{ kVAR}$. Kapasitas kapasitor bank yang digunakan sebanyak masing – masing 20 kVAR dengan kapasitas total 240 kVAR dalam hubungan delta yang digunakan pada panel MDP (Main Distribution Panel). Kapasitas Q_C yang dibutuhkan untuk menghitung nilai $\cos \phi$ adalah:

$$Q_C = \frac{p}{\sqrt{p^2 + (Q_1 - Q_C)^2}}$$

$$Q_C = \frac{378,95}{\sqrt{(378,95)^2 + (352,98 - (240 + 20))^2}}$$

$$Q_C = \frac{378,95}{\sqrt{(378,95)^2 + (352,98 - 260)^2}}$$

$$Q_C = 0,98$$

4. KESIMPULAN

Analisa perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan faktor daya dari perhitungan $\cos \phi$ sebelum dan sesudah dapat disimpulkan bahwa pada perhitungan kapasitor penggunaan kapasitor bank dalam sistem pengoperasian dapat:

1. Meningkatkan faktor daya ($\cos\phi$)
Sebelum penggunaan kapasitor bank, nilai $\cos\phi$ awal adalah = 0,73. Nilai ini dibawah 0,85 dan menunjukkan bahwa sistem kelistrikan tidak efisien.
2. Menurunkan daya semu
Daya semu awal dengan $\cos\phi$ 0,73 adalah = 519,10 kVA. Setelah dikompensasi ke $\cos\phi$ yang mendekati 1, daya semu diperoleh = 378,95 kVA
3. Menurunkan daya reaktif (Q)
Daya reaktif sebelum kompensasi adalah 352,98 kVAR, yang menunjukkan bahwa daya reaktif yang cukup tinggi. Setelah dilakukan kompensasi maka $Q_2 = 352,98 \times \sin(\cos^{-1} 1) = 0$. Berarti setelah pemasangan kapasitor bank, daya reaktif telah berkurang (0).
4. Pemeliharaan Kapasitor Bank berfungsi Untuk menjaga kinerja kapasitor bank yang optimal, disarankan dilakukan pemeliharaan rutin seperti pengecekan suhu, tegangan, dan arus pada kapasitor secara berkala. Ini akan mencegah kerusakan pada kapasitor dan memastikan sistem tetap bekerja secara efisien.
5. Optimalisasi Beban Lainnya: Selain sistem yang sudah diperbaiki, disarankan untuk menganalisis beban listrik lainnya yang juga berpotensi mengalami kerugian daya reaktif. Penggunaan kapasitor bank dapat dioptimalkan pada beban-beban tersebut untuk meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem kelistrikan PDAM.
6. Penghematan Biaya Listrik: Dengan peningkatan faktor daya dan pengurangan daya semu serta daya reaktif, PDAM dapat mengurangi biaya listrik secara signifikan. Selain menghindari denda dari PLN akibat rendahnya faktor daya, peningkatan efisiensi ini juga berpotensi menghasilkan penghematan hingga 15-20% pada biaya konsumsi energi tergantung pada penggunaan energi sebelum perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Tharo, A. Tarigan, S. Anisah, and K. T. Yuda, 'PENGUNAAN KAPASITOR BANK SEBAGAI SOLUSI TURUN TEGANGAN PADA JARINGAN 20 KV', 2020.
- [2] T. Barlian, Y. Apriani, N. Savitri, and M. Huraiah, 'Analisis Bank Kapasitor untuk Meningkatkan Tegangan', *J. SURYA ENERGY*, vol. 4, no. 2, Sep. 2020, doi: 10.32502/jse.v4i2.2562.
- [3] R. N. Prasetyono, R. Mubarak, R. C. Sigitta, M. Z. Alfarikhi, N. Nasrulloh, and R. A. Murdiantoro, 'Pengaruh Penambahan Capacitor Bank Terhadap Peningkatan Daya Direct On Line (DOL) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Pada Motor Listrik 3 Phase', *J. Telecommun. Electron. Control Eng. JTECE*, vol. 5, no. 2, pp. 132–143, Jul. 2023, doi: 10.20895/jtece.v5i2.1066.
- [4] S. Sulistyowati, M. F. Hakim, H. Sungkowo, and I. A. Husna, 'Analisis Perencanaan Kapasitor Bank Untuk Peningkatan Faktor Daya Pada Pusat Perbelanjaan Blitar Square', *ELPOSYS J. Sist. Kelistrikan*, vol. 8, no. 3, pp. 59–64, Nov. 2021, doi: 10.33795/elposys.v8i3.80.
- [5] D. Asmono, 'PENGUKURAN ENERGI LISTRIK TIDAK LANGSUNG MENGGUNAKAN KWH METER DAN KVARH METER'.