

EVALUASI NILAI KAPASITOR BANK GUNA PERBAIKAN FAKTOR DAYA: STUDI KASUS DI CV. SARI KAYU JAYA KLATEN

ilmuhanifzuhud¹, Sapto Nisworo², Hery Teguh Setiawan³
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang
ilmuhanif@gmail.com¹, saptonisworo@untidar.ac.id², herysetiawan@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Abstrak – Nilai faktor daya dalam menjaga kualitas daya listrik suatu industri perlu dilakukan evaluasi. Faktor evaluasi ini adalah faktor daya yang tinggi berdampak pada menurunnya biaya operasi listrik bagi industri, efisiensi dalam penggunaan daya listrik menjadi lebih optimal. Evaluasi nilai kapasitor bank guna perbaikan faktor daya dengan target faktor daya yaitu 0,98. Perbaikan faktor daya dilakukan sebagai antisipasi apabila terjadi penambahan beban ditahun yang akan datang, sehingga faktor daya masih dalam keadaan normal berdasar pada standar faktor daya oleh SPLN 70-1 yaitu $> 0,85$. Hasil evaluasi menunjukkan besar nilai kVAR yang harus dipenuhi meningkatkan faktor daya 0,98 yaitu $30,427 \text{ kVAR} \approx 30 \text{ kVAR}$. Sehingga penambahan kapasitor yaitu 2 unit kapasitor dengan masing-masing 15 kVAR dan menurut hasil rekapitulasi rencana anggaran biaya keseluruhan sebesar Rp. 7.593.000,00 sehingga kapasitas kapasitor menjadi 160 kVAR 8 step. Hal tersebut berpengaruh terhadap penurunan pemakaian daya semu 110,60 kVA, daya reaktif menjadi 22,543 kVAR maka hasil persentase daya semu dapat dimaksimalkan sebesar 8,42%. Dari penurunan daya kVA yaitu 9,94 kVA maka besar efisiensi biaya terhadap penurunan satu kVA yaitu Rp.2000.000,- sehingga diharapkan dapat memanfaatkan penggunaan daya secara efisien dan optimal.

Kata kunci : kualitas daya listrik, faktor daya, utilitas

ABSTRACT

Abstract – The value of the power factor in maintaining the quality of the electric power of an industry needs to be evaluated. This evaluation factor is a high power factor which has an impact on reducing electricity operating costs, efficiency in the use of electric power becomes more optimal. Evaluation of the value of the capacitor bank to improve power factor with a target power factor of 0.98. Power factor improvement is carried out in anticipation of an additional load in the coming year, so that the power factor is still in a normal state based on the power factor standard set by SPLN 70-1, namely > 0.85 . The evaluation results show that the kVAR value that must be met increases the power factor to 0.98, namely $30.427 \text{ kVAR} \approx 30 \text{ kVAR}$. So that the addition of capacitors is 2 units of capacitors with 15 kVAR each and according to the results of the recapitulation of the overall budget plan of Rp. 7,593,000.00 so that the capacity of the capacitor becomes 160 kVAR 8 steps. This affects the decrease in apparent power consumption of 110.60 kVA, reactive power becomes 22.543 kVAR, so the percentage of apparent power can be maximized by 8.42%. From the reduction in kVA power, which is 9.94 kVA, the cost efficiency for reducing one kVA is Rp. 2000,000.- so that it is expected to utilize power efficiently and optimally.

Keyword: Electric Power Quality, Power Factor, Utilities

PENDAHULUAN

Proses operasi produksi di industri membutuhkan energi listrik yang dibutuhkan oleh motor listrik yang merupakan jenis

beban induktif. penggunaan energi listrik yang efisien di industri perlu dilakukan agar dapat meminimalkan biaya operasi, sehingga menimbulkan keuntungan tersendiri pada industri. Salah satu upaya

dalam meningkatkan efisiensi pada industri yaitu dengan menjaga faktor daya. (Turner & Doty, 2007) [1].

Faktor daya yang rendah dapat diartikan sebagai rendahnya kualitas daya listrik. Pada konsumen industri pentingnya dalam meningkatkan faktor daya. Apabila faktor daya kurang dari standar yang berdasar pada SPLN 70-1 yaitu $> 0,85$ akan diberikan denda yang harus dibayarkan. (Shalahudin & Yahya, 2021) [2].

Perbaikan faktor daya dilakukan dengan perhitungan kompensasi daya reaktif untuk menentukan nilai kapasitor bank sebagai penambahan nilai kapasitansi kapasitor. Hasil perhitungan perbaikan faktor daya mencapai 0,98 dengan menurunnya arus dan nilai kVAR sehingga berdampak pada optimalnya pemakaian daya listrik. (Dani dan Hasanuddin, 2018) [3].

Faktor daya merupakan tolak ukur nilai efektivitas penggunaan energi listrik suatu sistem. Faktor daya rendah dipengaruhi oleh timbulnya daya reaktif induktif yang ditimbulkan dari jenis beban induktif. Mengurangi daya reaktif dari beban induktif dengan menambah daya reaktif dari beban kapasitif. Dilakukan penambahan daya reaktif dari kapasitor sehingga hal ini sama dengan perbaikan faktor daya [4].

Bahwa penting dilakukan menjaga nilai faktor daya penelitian ini khususnya bagi industri kayu lapis ini. Apabila konsumsi nilai kVAR yang tinggi dan faktor daya rendah kurang dari standar SPLN yaitu 0,85 dapat berdampak pada meningkatnya biaya operasi yang termasuk ke dalam denda serta tidak efisien penggunaan daya listriknya. Sehingga perlu dilakukan evaluasi pada penelitian ini.

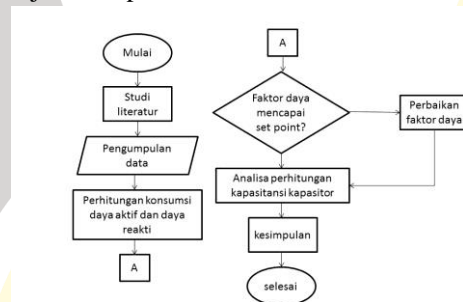
Pada penelitian ini memberikan kontribusi dalam penambahan kapasitor bank guna perbaikan faktor daya mencapai target perbaikan 0,98 (sesuai standar batas minimum nilai faktor daya yang ditetapkan oleh PLN) untukantisipasi apabila terjadi penambahan beban saat beroperasi,

sehingga faktor daya masih dalam keadaan normal dan pertimbangan apabila ditahun yang akan datang terjadi penambahan beban daya. memanfaatkan penggunaan daya listrik yang efisien.

METODE

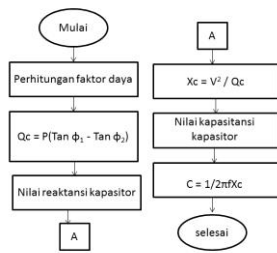
Penelitian evaluasi nilai kapasitor bank guna perbaikan faktor daya menggunakan alat dan bahan sebagai fasilitas pendukung. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat ukur *Power dan harmonik analyzer*.

Pengukuran dilakukan dengan mengukur nilai tegangan, arus dan pengumpulan data meliputi data beban keseluruhan, kapasitas kapasitor bank terpasang, konsumsi energi listrik dan pembayaran rekening listrik pada bulan Januari sampai Juni 2022. Berikut alur penelitian yang akan dilakukan dapat dijelaskan pada Gambar 1:



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian Analisa Perhitungan Nilai Faktor Daya

Penelitian yang dilaksanakan dilakukan perhitungan konsumsi pemakaian daya aktif dan daya reaktif. Target perbaikan faktor daya menjadi 0.98 ini untuk mendapatkan besar nilai kVAR yang harus dipenuhi sebagai perbaikan faktor daya. Sehingga dapat ditentukan nilai kapsitor yang harus ditambah. Adapun alur perhitungan nilai perbaikan faktor daya dijelaskan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Flowchart perbaikan faktor daya **Data Beban Terpasang**

Evaluasi dilakukan pada Pabrik SKJ merupakan industri yang membuat produk kayu lapis. Berada di Kota klaten dengan kapasitas daya terpasang adalah 147 kVA dengan kapasitas trafo 200 kVA. Seluruh beban terpasang dengan golongan tarif I2. Kapasitas daya terpasang dari PLN pada industri dibagi aliran listrik untuk kantor, ruang oven dan ruang mesin besar dalam membuat produk kayu plywood. Terdapat 1 unit genset dengan spesifikasi kapasitas 162,5 kVA.

Industri ini terpasang kapasitor bank dengan kapasitas kapasitor bank adalah 130 kVAR 6 step. Kapasitor terpasang secara paralel terhadap beban. Spesifikasi besar kapasitas kapasitor terpasang di industri dapat ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kapasitas kapasitor bank terpasang

TYPE	Q _N (kVAR)	I _N (A)	Fasa	Jml
MKC-445150KT	15	19,7	3	2
MKC-445250KT	25	32,8	3	4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada data pemakaian daya aktif dan daya reaktif selama 6 bulan dari bulan Januari-Juni 2022. Industri kayu lapis ini beroperasi sesuai jam operasional pabrik rata-rata yaitu 8 jam/hari. Biaya total Industri dari LWBP, WBP dan kVARh untuk golongan industri ini I₂ sebesar Rp. 1,057,-.

Pemakaian Daya Aktif

Dilakukan perhitungan dari data pemakaian daya aktif dan daya reaktif diambil satu sampel data yang akan

dilakukan perhitungan. Pada bulan Januari 2022 berdasar pada catatan meter pada tagihan listrik maka pemakaian kWh adalah dengan mengurangi stand akhir dan stand awal yang dikali dengan faktor meter yaitu 26,024.5 kWh. Sehingga total pemakaian daya aktif adalah 125.117 kWh.

Pemakaian Daya Reaktif

Menurut rumus catatan meter pada tagihan listrik pada bulan Januari maka pemakaian kVARh adalah pengurangan kVAR akhir dengan kVAR awal yang dikali dengan faktor meter yaitu 8.101,5 kVARh. Sehingga total pemakaian daya reaktif pada bulan Januari adalah 38,980 KVARh.

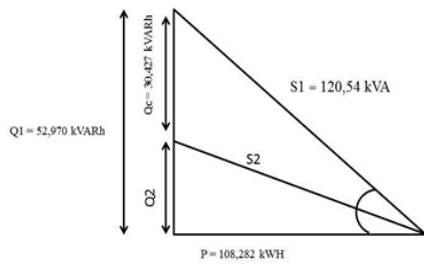
Faktor Daya

Menurut hasil perhitungan daya aktif dan daya reaktif pada bulan tersebut. Didapatkan perhitungan pemakaian daya semu sebesar 131,04 kVA. Sehingga dapat dilakukan perhitungan nilai faktor daya pada bulan Januari sebesar 0,95

Analisis Rata-rata Pemakaian Daya

Perhitungan selanjutnya menghitung besar pemakaian daya aktif, daya reaktif dan faktor daya setiap bulannya. Sehingga didapatkan hasil perhitungan pemakaian menunjukkan rata-rata pemakaian daya aktif ialah 108,282 kWh, daya reaktif sebesar 52,970 kVARh, daya semu sebesar 120,54 kVA dan faktor daya adalah 0,90.

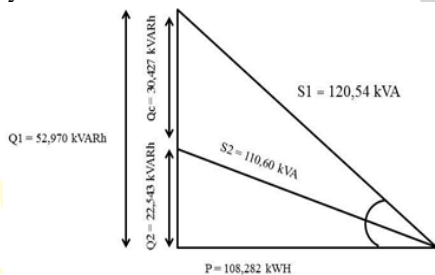
Perhitungan daya semu awal pada saat nilai faktor daya menunjukkan 0,90 didapatkan hasil sebesar 120,54 kVA. Selanjutnya untuk menghitung kompensasi daya reaktif atau nilai kVAR yang ditambah untuk meningkatkan nilai faktor daya menjadi 0,98 yaitu sebesar 30,427 kVARh atau setara dengan 30 kVAR. Hasil perhitungan dapat ditunjukkan pada Gambar 3 segitiga daya berikut:



Gambar 3. segitiga daya perbaikan faktor daya
Koreksi Daya Reaktif

Koreksi daya reaktif atau rata-rata daya reaktif yang dibutuhkan beban. Perhitungan koreksi daya reaktif ini diperlukan sehingga tercapai target perbaikan nilai faktor daya yaitu 0,98 dengan besar koreksi daya reaktif adalah 22,543 kVAR.

Dari hasil koreksi daya reaktif dapat berpengaruh pada menurunnya daya semu sebesar 110,60 kVA. Hasil perhitungan dapat ditunjukkan pada Gambar 4 segitiga daya berikut:



Gambar 4. Segitiga daya penurunan daya semu

Nilai kapasitansi kapasitor bank

Perbaikan nilai faktor daya dengan target yaitu 0,98 dengan besar nilai kVAR yang harus ditambah untuk mencapai target tersebut sebesar 30 kVAR. Dengan hasil tersebut dapat dilakukan perhitungan besar kapasitansi kapasitor. Perhitungan nilai kapasitansi kapasitor dengan besar kompensasi daya reaktif yaitu 30 kVAR untuk hubung bintang sebesar $C = 671 \mu F$ sedangkan untuk hubung delta sebesar $C = 224 \mu F$.

Besar kVAR yang harus dipenuhi untuk kapasitansi kapasitor hubung delta ialah $C = 224 \mu F$ lebih kecil dari nilai hubung bintang $C = 671 \mu F$. Sehingga hubung delta dan bintang terlihat 1 berbanding 3. Maksudnya adalah apabila menggunakan hubung bintang dengan nilai kapasitansi tersebut

dibandingkan hubung delta maka hubung bintang membutuhkan lebih besar tiga kali dari hubung delta. Maka pada pabrik SKJ ini terpasangnya kapasitor secara hubung delta, tidak menggunakan hubung bintang sebab mengakibatkan faktor daya lebih mahal dari hubung delta.

Perbandingan Pemakaian Daya

Evaluasi nilai kapasitor bank dengan meningkatkan sesuai target perbaikan faktor daya mencapai 0,98 dapat mempengaruhi pemakaian daya reaktif serta daya semu. Berikut perbandingan penurunan daya terhadap hasil kompensasi daya reaktif sebesar 30 kVAR yang ditampilkan pada tabel 2 berikut:

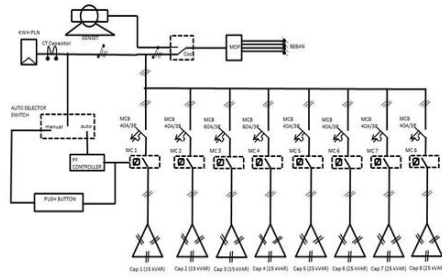
Tabel 2. Perbandingan pemakaian daya sebelum dan sesudah perbaikan faktor daya

NO	Simbol	Daya sebenarnya	
		Sebelum kompensasi	Sesudah kompensasi
1	Cos θ	0,90	0,98
2	P (KW)	108,282	108,282
3	S(kVA)	120,54	110,60
4	Q(kVAR)	52,970	22,543

Dari tabel diatas disimpulkan bahwa perbaikan faktor daya dengan target nilai perbaikan yaitu 0,98 dapat berpengaruh menurunnya daya semu sebesar 120,54 kVA menjadi 110,60 kVA. Sedangkan daya reaktif menurun dari 52,970 kVAR menjadi 22,543 kVAR.

Penambahan Kapasitas Kapasitor

Hasil perhitungan kompensasi daya reaktif sebesar 30 kVAR yang bertambah 2 unit masing-masing 15 kVAR. Sehingga total kapasitor bank yang terpasang menjadi 160 kVARh yang bertambah menjadi 8 step. Hasil penambahan kapasitas kapasitor ditunjukkan pada Gambar 5 sebagai berikut:



PANEL KAPASITOR BANK

Gambar 5. Panel kapasitor bank terhadap penambahan kapasitas kapasitor.

Efisiensi daya

Penurunan daya semu sebesar 120,54 kVA menjadi 110,60 kVA dapat dilakukan perhitungan efisiensi daya setelah perbaikan nilai faktor daya 0,98. Penambahan nilai kVAR yaitu 30 kVAR berdampak pada menurunnya daya semu menjadi 110,60 kVA dengan hasil pengurangan daya semu awal dengan daya semu penurunan maka sebesar 9,94 kVA. sehingga efisiensi daya yang didapatkan sebesar 8,24 %.

Dari efisiensi tersebut dapat dilakukan perhitungan besar perubahan uang denda. Berdasarkan kelebihan pemakaian kVAR terhadap peningkatan faktor daya 0,98 dengan pemakaian daya rektif 22,543 kVAR. Maka untuk perhitungan dalam rupiah adalah sebesar Rp. 19.880.000,- dengan penurunan pemakaian 1 kVA dapat efisien biaya sebesar Rp.2000.000,- dapat dijelaskan pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} kVAR &= B - 0,62(\text{pemakaian}kWH) \text{ Rp.}1,057 \\ &= 22,543 - 0,62 (108,282) \text{ Rp.}1,057 \\ &= \text{Rp. } 2.509.175 \\ &= \text{Rp. } 2jt \end{aligned}$$

Maka $9,94 \text{ kVA} \times \text{Rp. } 2000.000 = \text{Rp. } 19.880.000$. Sehingga penurunan 1 kVA dapat memberikan efisiensi biaya sebesar Rp.2000.000,-

KESIMPULAN

Evaluasi nilai kapasitor bank guna perbaikan faktor daya dilakukan untukantisipasi apabila terjadi penambahan beban saat beroperasi, sehingga faktor daya masih dalam keadaan normal dan pertimbangan apabila ditahun yang akan datang terjadi penambahan beban daya. Hasil evaluasi

menunjukkan meningkatkan faktor daya mencapai target 0,98 berdasar pada standar yang ditetapkan PLN yaitu $> 0,85$. Selain itu bertambahnya kapasitas kapasitor maka step unit kapasitor bertambah yang berfungsi apabila terjadi fluktuasi penambahan besar kVARh. Diharapkan memberikan rekomendasi untuk memaksimalkan daya yang disediakan PLN, sehingga daya disisi pembangkit maupun konsumen dapat dimanfaatkan secara efisien. Selain itu lebih meningkatkan kualitas daya listrik dan mengurangi kerugian bagi industri maupun disisi pembangkit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Turner, W.C., & Doty, S. (2007). *Energy Management Handbook*: New York,USA;
- [2] Shalahudin, Y., & Yahya,M. (2021, Juli). Model Simulasi Praktikum Pengukuran Power Faktor Berbasis Matlab atau Simulink. *JTECS : Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem & Komputer*, 1(2);
- [3] Dani, A., & Hasanuddin, M. (2018, September). Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Sebagai Kompensator Daya Reaktif(Studi Kasus STT Sinar Husni). *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, 673-678;
- [4] Modul Efisiensi Energi, (2018),. JICA, pp 25-29;
- [5] Marsudi, D. (2006). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu;
- [6] Pabla, A. S., & Hadi, A. (1994). *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: Penerbit Erlangga;
- [7], 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)* Jakarta, Badan Standarisasi Nasional;
- [8] Guo, L., Cheng, Y., Zhang, L., & Huang, H. (2008). Research on power — factor regulating tariff standard. *China International Conference on Electricity Distribution*.