



STUDI ANALISIS KEBUTUHAN KAPASITOR BANK TERHADAP PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA UNIT *WATER INTAKE* PT PUPUK ISKANDAR MUDA

Hari Bukti
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Pembangunan Panca Budi
Medan, Indonesia
okasitanggung@gmail.com

ABSTRACT

The used of an electric motor which is an inductive load will cause reactive power which can reduce the value of the power factor. This can have an impact on increasing the electric power bills charged to users due to the kVar pinalty given by PT PLN (Persero) as a power supplier company. This paper aims to analyze the need for a capacitor bank to improve the power factor of the PT PIM water intake unit. Based on the results of data analysis that has been carried out, it is found that the value of the power factor ($\cos\phi$) at the Water Intake Unit of PT PIM for the last six months has an average value of 0.76 so that a reactive power compensator from a capacitor bank of 154 kVar is needed to achieve a power factor of 0.85.

Keywords : Capacitor Bank, Power Factor

PENDAHULUAN

PT Pupuk Iskandar Muda (PIM) merupakan anak perusahaan PT Pupuk Indonesia (Persero) yang bergerak dibidang industri pupuk urea dan industri kimia lainnya. PT PIM memiliki dua unit pabrik pupuk urea dan ammonia dengan kapasitas produksi ammonia sebesar 330.000 ton per tahun dan urea sebesar 570.000 ton. Sebagai anak Perusahaan dari Perusahaan BUMN, PT PIM dituntut untuk dapat menghasilkan pemasukan yang tinggi dengan manajemen cost yang rendah juga.

Salah satu unit yang ada pada PT PIM adalah Unit *Water Intake* yang berfungsi sebagai penyuplai air untuk pabrik, perkantoran dan perumahan PT PIM. Sumber air ini diambil dari sungai Peusangan (Kabupaten Bireuen) yang jaraknya sekitar 25 km dari lokasi pabrik. Air ini dipompa dengan laju alir normal sebesar 700 -800 ton/jam pada tekanan minimum 2 kg/cm²G menggunakan pompa listrik dengan kapasitas besar.

Penggunaan pompa listrik yang merupakan beban induktif akan menimbulkan daya reaktif yang dapat menurunkan nilai dari faktor daya. Hal ini dapat berdampak pada peningkatan tagihan daya listrik yang harus dikeluarkan oleh PIM dikarenakan denda kVar yang harus diberikan kepada PLN sebagai penyulai daya pada unit *water intake* PT PIM.

Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan yang dikemukakan diatas maka perlu dilakukan studi analisis kebutuhan kapasitor bank untuk perbaikan faktor daya pada *water intake system* PT PIM, diharapkan juga tagihan listrik juga akan berkurang setelah terpasang kapasitor bank yang sesuai.

TINJAUAN PUSTAKA

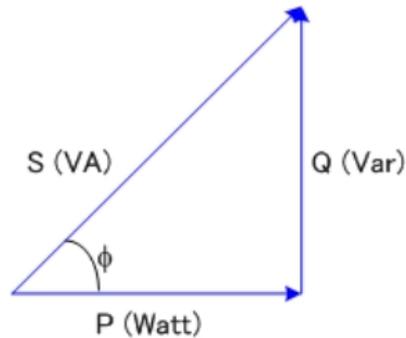
A. Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dengan daya semu. Faktor daya menggambarkan sudut fasa antara daya aktif dan daya semu. Daya aktif digunakan untuk mengoperasikan beban-beban pada pelanggan listrik. Daya semu dihasilkan oleh generator



pembangkit yang ditransmisikan ke pelanggan listrik. Daya reaktif yang bertambah akan menyebabkan turunnya faktor daya listrik. Cara yang mudah untuk mengantisipasi turunnya faktor daya listrik dapat dilakukan dengan memilih beban-beban yang mempunyai faktor daya besar juga dapat dilakukan dengan memasang kapasitor.

Secara matematis, faktor daya dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 1. Segitiga Daya

$$\text{Faktor Daya} = \cos \varphi = \frac{P \text{ (Watt)}}{S \text{ (VA)}}$$

B. Perbaikan Faktor Daya

Perbaikan faktor daya dapat dilakukan dengan cara memasang kapasitor bank sebagai kompensator atau mengganti komponen atau peralatan listrik dengan efisiensi atau faktor daya yang lebih baik. Secara praktis, penggunaan kapasitor bank lebih banyak diaplikasikan pada industri.

Prinsip dari kapasitor bank yaitu akan memberikan daya reaktif dari kapasitor sebagai kompensasi dari daya reaktif induktif sistem. Kapasitas dari kapasitor bank yang diperlukan untuk mengoreksi faktor daya dapat dihitung dan ditunjukkan oleh persamaan berikut.

- Daya reaktif mula-mula sistem dengan sudut faktor daya awal:

$$Q_1 = P \times \tan \varphi_1$$

- Daya reaktif sistem akhir dengan sudut faktor daya tujuan:

$$Q_2 = P \times \tan \varphi_2$$

- Sehingga, kapasitor bank yang diperlukan yaitu:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P \times (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

Dimana,

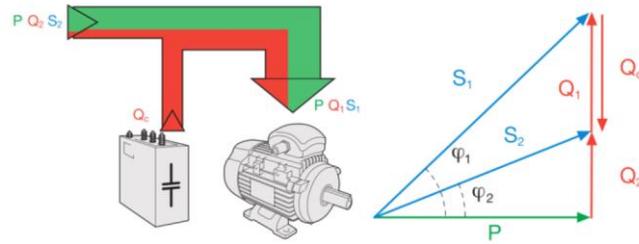
P: Daya Aktif

Q: Daya Reaktif

Q_c : Capacitor's Reactive Power



Persamaan diatas dapat digambarkan seperti terlihat Gambar.2 berikut.



Gambar 2. Kapasitor Bank dan Perbaikan Faktor Daya

C. Kapasitor Bank & Metode Pemasangan Kapasitor Bank

Pemasangan kapasitor bank adalah usaha yang dilakukan untuk memberikan supply daya reaktif. Sehingga penggunaan kapasitor bank akan mengurangi penyerapan daya reaktif sistem oleh beban. Hal ini dilakukan agar jatuh tegangan dan rugi-rugi jaringan yang terjadi dapat dikurangi.

Secara umum fungsi kapasitor pada 3 factor tenaga adalah:

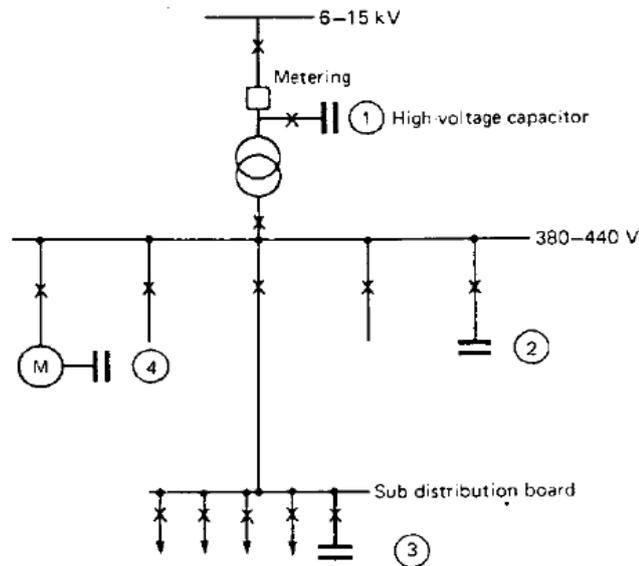
1. Menyuplai daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya kompleks (KVA)
2. Memperbaiki power factor
3. Mengurangi jatuh tegangan
4. Menghindari kelebihan beban trafo
5. Memberi tambahan daya tersedia
6. Menghindari kenaikan arus dan suhu pada kabel
7. Menghemat daya / efisiensi.

Metode yang digunakan untuk pemasangan kapasitor bank yaitu:

1. Metode terpusat; pada metode terpusat, kapasitor bank ditempatkan di sisi primer dan sekunder transformator atau bisa juga ditempatkan di bus pusat pengontrol.
2. Metode tersebar; pada metode tersebar, kapasitor bank ditempatkan di feeder kecil, rangkaian pada cabang, ataupun langsung di beban.

Dengan kata lain, penempatan kapasitor bank dapat dilihat seperti pada Gambar 3.

1. *On the plant feeder (MV)*
2. *On the main LV Bus*
3. *On the Auxiliary/Remote Bus*
4. *At the Individual Load Point*



Gambar 3. Varisasi Penempatan Kapasitor

METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa metode untuk melakukan perhitungan kebutuhan Kapasitor Bank.

1. Metode Perhitungan

Data yang diperlukan antara lain adalah daya aktif (P), pf sebenarnya ($\cos\phi_1$), dan pf yang diinginkan ($\cos\phi_2$). Daya reaktif yang dikompensasi oleh *capacitor bank* (Q_c) adalah:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P \times (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

2. Metode Kwitansi PLN

Metode ini memerlukan data dari kuitansi PLN selama satu periode (misalnya enam bulan sampai dengan satu tahun). Dari kwitansi PLN tersebut dapat diketahui daya aktif maupun reaktifnya sehingga bisa dihitung faktor daya dan kebutuhan daya reaktif untuk perbaikan faktor daya.

Tahapan penelitian digambarkan dalam diagram alir penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 4.

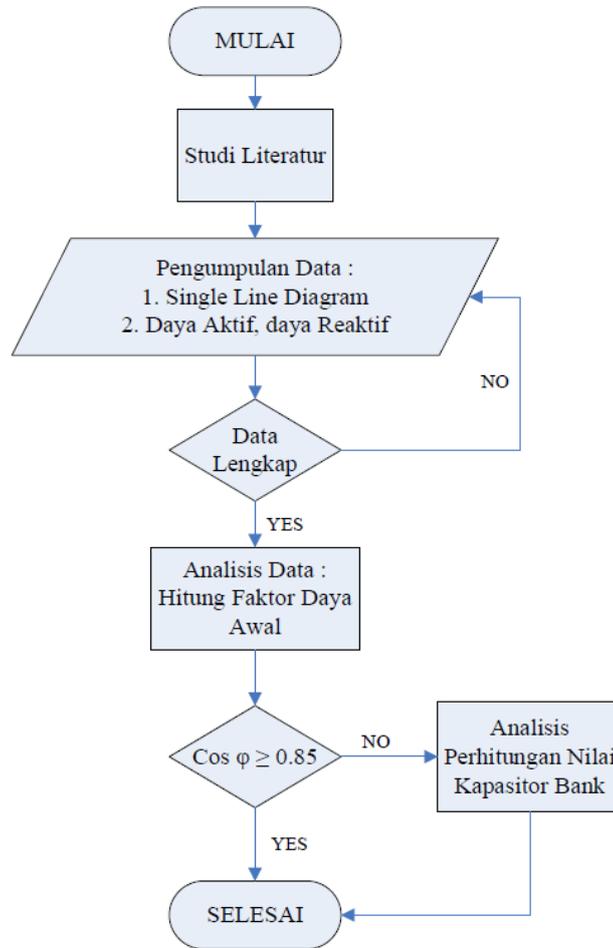
Penelitian diawali dengan studi literatur tentang pengertian faktor daya beserta perbaikannya. Dari hasil studi ini didapatkan rumusan tujuan penelitian. Kemudian diambil data-data yang diperlukan yaitu daya listrik dan biaya tagihan listrik dalam enam bulan terakhir.

Berdasarkan data-data tersebut maka dapat dilakukan perhitungan nilai dari faktor daya maupun nilai kapasitansi yang diperlukan untuk kompensasi agar faktor daya dapat diperbaiki. Setelah diperoleh daya kompensasi oleh kapasitor maka dilakukan penentuan spesifikasi kapasitor bank.

Dalam penelitian nilai faktor daya yang diinginkan adalah sebesar 0.85 sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM No.9 Tahun 2011 Tentang “Ketentuan Pelaksanaan Tarif Tenaga



Listrik yang Disediakan Oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara”.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Hasil Penelitian

Data yang diperoleh pada penelitian ini mengacu pada informasi tagihan listrik 6 bulan terakhir yang ditujukan kepada PT PIM Water Intake. Berdasarkan informasi tagihan listrik, didapat data yang tertera pada Tabel Berikut:

Bulan (2020)	LWBP (kWh)	WBP (kWh)	Total (kWh)	kVarh	Jam Nyala
Oktober	304,896	49,120	354,016	255,888	319
September	149,184	13,520	162,704	126,048	147
Agustus	252,624	39,808	292,432	222,288	263
Juli	289,216	48,800	338,016	257,808	305
Juni	271,136	46,960	318,096	241,824	287
Mei	265,872	58,064	323,936	248,912	292

Tabel 1. Data Penggunaan Daya PT PIM Water Intake

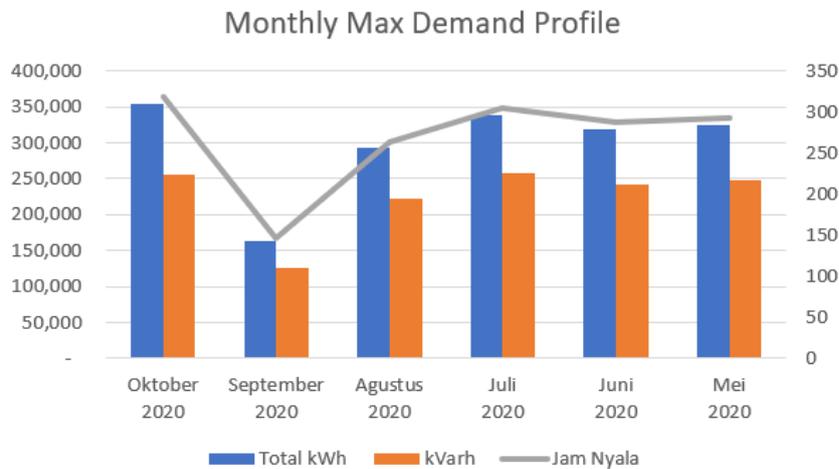


Keterangan:

WBP : Waktu Beban Puncak (17.00 – 22.00)

LWBP : Luar Waktu Beban Puncak

Grafik konsumsi daya *Water Intake* pada PT PIM dapat terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Konsumsi Daya Bulanan pada *Water Intake* PT PIM

Perhitungan nilai kapasitansi yang diperlukan untuk mengkompensasi daya reaktif di *Water Intake System* PT PIM dilakukan dengan menggunakan metode kwitansi PLN.

DISKUSI

Berdasarkan Tabel 1. Dapat dihitung nilai daya aktif (P), daya reaktif (Q_1) dengan membagi terhadap jam nyala, faktor daya awal ($\text{Cos}\phi_1$) dan dapat dilakukan perhitungan terhadap nilai daya reaktif yang dikompensasi oleh kapasitor (Q_c) untuk mencapai nilai $\text{Cos}\phi_2 = 0.85$. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Bulan (2020)	P (kW)	Q_1 (kVar)	$\text{Tan } \phi_1$	$\text{Cos } \phi_1$	$\text{Tan } \phi_2$	$\text{Cos } \phi_2$	Q_c (kVar)
Oktober	1,110	802	0.72	0.81	0.62	0.85	114
September	1,107	857	0.77	0.79	0.62	0.85	172
Agustus	1,112	845	0.76	0.80	0.62	0.85	156
Juli	1,108	845	0.76	0.80	0.62	0.85	158
Juni	1,108	843	0.76	0.80	0.62	0.85	156
Mei	1,109	852	0.77	0.79	0.62	0.85	165
Rata-Rata	1,109	841	0.76	0.80	0.62	0.85	154

Tabel 2. Perhitungan Nilai Kompensasi Daya Reaktif

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa nilai faktor daya selalu berada di bawah 0.85 dengan nilai rata-rata faktor daya selama enam bulan tersebut adalah 0.76. Hal ini berarti bahwa Unit *Water Intake* PT PIM harus membayar denda kelebihan kVar dikarenakan nilai faktor daya kurang dari 0.85.



Nilai faktor daya dapat ditingkatkan dengan memasang kompensator daya reaktif atau kapasitor bank pada sistem instalasi. Jika faktor daya diatur pada nilai 0,85, maka nilai kompensasi daya reaktif (Qc) berdasarkan hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 2, didapat hasil nilai rata-rata kompensasi daya reaktif (Qc) yang dibutuhkan Unit *Water Intake* PT PIM adalah sebesar 154 kVAr.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, didapat bahwa:

1. Nilai faktor daya ($\text{Cos}\phi_1$) pada Unit *Water Intake* PT PIM selama enam bulan terakhir memiliki nilai rata-rata sebesar 0.76 yang memiliki nilai dibawah nilai standar yaitu 0.85.
2. Nilai kompensasi daya reaktif dari kapasitor bank yang dibutuhkan untuk mencapai faktor daya 0.85 pada Unit *Water Intake* PT PIM adalah 154 kVAr.

RERERENSI

<https://www.pim.co.id/perusahaan/profil-bisnis>

https://www.academia.edu/31661406/unit_utilitas_pada_pabrik_pupuk_iskandar_muda_aceh

Christopher and Mark F., “Interpretation and Analysis of Power Quality Measurements”
Electrotek Concepts, Inc.

Aulia.B, O.Penangsang, and Ni Ketut., “Optimalisasi Penempatan Kapasitor Bank untuk Memperbaiki Kualitas Daya Pada Sistem Kelistrikan PT Semen Indonesia Aceh Menggunakan Metode Genetic Algorithm”, *Jurnal Teknik ITS*, Surabaya, 2016.

Maulana.N, “Studi Analisis Penambahan Kapasitor Bank Pada Sistem Pembangkit PT PJB UBJO&M PLTU Paiton 9 dan Pengaruhnya pada Pola Operasi”, ITS, Surabaya, 2017.

M.Hakim “Analisis Kebutuhan *Capacitor Bank* Beserta Implementasinya untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik di Politeknik Kota Malang”, Politeknik Kota Malang, Malang, 2014.

ABB Group., “ABB Power Quality Products – Improved Energy Efficiency Through Harmonic Mitigation and PF Correction”, 2015.