



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK II - Surabaya, 26 Maret 2022

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2022.2763

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043

Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Optimasi Faktor Daya Terhadap Penggunaan Kapasitor Bank Pada PT. Barindo Anggun Industri

Ahmad Sofyan Efendy¹, Misbahul Munir, S.ST.,MT²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informatika

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: sofyaneefendy61@gmail.com , munir@itats.ac.id

ABSTRACT

The reactive power generated by the power plant will be greater at peak load, which can cause the power factor to decrease and the current flowing to be greater. In industry, usually many use machines that contain inductive loads and transformers which cause the power factor value to decrease, such as PT. Barindo Anggun Industri which is engaged in metal casting manufacturing. In this study, it is expected to be able to increase the value of the power factor so that it does not decrease due to the addition of production machines so that it becomes safer and better and so that there are no power losses and PLN kVAR fines. The results of this study get a power factor value of 0.99 with the installation of a capacitor bank using Group Compensation with the need for a capacitor bank in each distribution panel, namely SDP Panel 1 of 60.378 kVAR, SDP Panel 2 of 101.548 kVAR and Panel SDP 3 of 99.912 kVAR.

Keywords: Power Factor; Capacitor Bank; ETAP

ABSTRAK

Daya reaktif yang dibangkitkan oleh pembangkit listrik akan lebih besar pada saat beban puncak, yang dapat mengakibatkan faktor daya menjadi turun dan arus yang mengalir akan semakin besar. Pada industri biasanya banyak menggunakan mesin yang mengandung beban induktif dan transformator yang menyebabkan nilai faktor daya menjadi turun seperti PT.Barindo Anggun Industri yang bergerak di bidang manufaktur pengecoran logam. Pada penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan nilai faktor daya agar tidak semakin menurun dikarenakan penambahan mesin-mesin produksi sehingga menjadi semakin aman dan baik serta agar tidak terjadi rugi-rugi daya dan denda kVAR PLN. Hasil penelitian ini mendapatkan nilai faktor daya bernilai 0,99 dengan pemasangan kapasitor bank menggunakan Group Compensation dengan kebutuhan kapasitor bank pada masing-masing panel distribusi yaitu Panel SDP 1 sebesar 60,378 kVAR, Panel SDP 2 sebesar 101,548 kVAR dan Panel SDP 3 sebesar 99,912 kVAR.

Kata Kunci : Perbaikan faktor daya; Kapasitor Bank; ETAP

PENDAHULUAN

Pada sebuah industri peralatan listrik banyak mengandung beban yang bersifat induktif seperti motor, transformator yang mengandung gulungan kawat (induktor) yang bisa menyerap daya reaktif dan dapat berakibat (pembangkit listrik) mensuplai daya yang besar. Maka permasalahan ini dapat atasi dengan perbaikan nilai faktor daya dengan cara melakukan pemasangan kapasitor bank[6].

Pada PT.Barindo Anggun Industri di Panel Distribusi Utama Gardu 2 memiliki nilai faktor daya sebesar 0,88 PF dengan kebutuhan kapasitor bank sebesar 80 kVAR dan dengan pemasangan kapasitor secara Global Compensation. Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan faktor daya agar tidak semakin menurun jika ada penambahan beban mesin produksi dan juga untuk mengurangi rugi-rugi daya. Karena kondisi suhu pada panel utama yang tinggi, untuk mengurangi resiko terjadi busur api pada switch saat daya beban penuh, penelitian optimasi perbaikan faktor daya ini dilakukan pemasangan kapasitor bank secara Group Compensation. Dimana penelitian ini menggunakan metode pendekatan perhitungan melalui perhitungan manual dan tabel kompensasi serta dilakukan simulasi menggunakan ETAP[7][3].

Pada penelitian sebelumnya menjelaskan tentang sifat beban induktif dari penggunaan beban-beban yang mengandung gulungan atau kawat dimana menyerap daya reaktif untuk menghasilkan magnetisasi dalam beban tersebut. Dengan kondisi ini sering terjadi jatuh tegangan dan menyebabkan nilai faktor daya rendah. Seperti yang terjadi pada PT.Bogowonto Primalaras dalam perbaikan nilai faktor daya didapatkan nilai melalui 2 cara yaitu manual dan simulasi. Pada perhitungan manual pada L1 nilai faktor daya sebesar 328,03 kVAR dan pada L2 nilai faktor daya sebesar 214,71 kVAR. Sedangkan pada hasil simulasi didapatkan nilai L1 sebesar 0,988 dan pada L2 sebesar 0.991[1].

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperbaiki faktor daya dengan cara melakukan pemasangan kompensator berupa kapasitor bank pada salah satu titik lokasi saluran kelistrikan. Perbaikan faktor daya adalah bentuk usaha untuk meningkatkan nilai faktor daya mencapai 1PF. Sebelum dilakukan pemasangan kapasitor perlu dilakukan pengukuran faktor daya lama sehingga dapat mengetahui nilai yang akan dioptimalkan pada nilai faktor daya. Metode pemasangan kapasitor bank yang menggunakan group compensation, penempatan terletak pada bus 4 dengan panjang saluran 11,33 m. Kapasitas kapasitor bank yang terpasang pada bus 4 yang dihitung secara manual dan diperoleh hasil nilai sebesar 35,33 KVAR. Objek penelitian ini adalah pada trafo distribusi DT 42 dan DT 49 jaringan 20 KV PT. PLN (Persero) Penyulang KH-08 Jl.Pelabuhan, Pusong dan juga dilakukan proses simulasi dengan menggunakan software ETAP.[2]

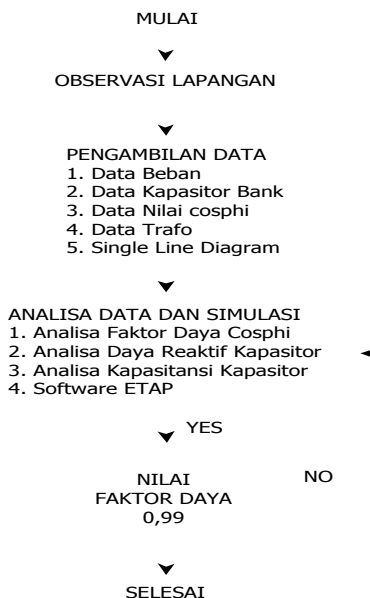
Dalam saluran disitribusi sistem tenaga listrik pada penyaluran terbagi sebagai sub sistem yaitu mulai berasal dari pembangkit transmisi sampai distribusi. Dalam penyulang Gurami Gardu Induk terjadi penurunan tegangan akibat tegangan operasi melampaui batas Marjinal sebesar 97% atau kurang lebih 19,956 KV. Serta terjadi peningkatan tegangan pada bus-bus tertentu sesudah dilakukan pemasangan kapasitor. Dan pada perbaikan nilai faktor daya telah didapatkan nilai kapasitor sebesar 178,12 kVAR dan dengan nilai kapasitas kapasitor sebesar 1416 mF[3]

Dalam penelitian ini menjelaskan tentang upaya menghemat energi listrik dan meningkatkan kualitas daya pada Batu Night Spectacular (BNS) dengan simulasi menggunakan program ETAP. Hasil penelitian dengan simulasi ETAP menghasilkan berkurangnya pemakaian daya reaktif dan teradi peningkatan terhadap nilai faktor daya sebesar 0,90, sehingga konsumsi daya total (kVA) berkurang pada bus utama trafo 2000 kVA. Untuk penggunaan kapasitor bank pada BNS yaitu sebesar 165 kVAR. Konsumsi kVAR menurun menjadi 59,760 yang sebelumnya sebesar 112,320 kVAR jadi total besarnya kVAR lebih kecil dari 62% total kWh sehingga tidak dikenakan biaya denda daya reaktif. Dalam segi biaya terjadi penghematan sebesar Rp 15.780.744 dalam dua bulan pertama pemasangan, sedangkan bulan selanjutnya terjadi penghematan sebesar Rp 39.525.372 dengan spekulasi beban tetap[4].

Keefektifan dan keandalan pada suatu sistem kelistrikan dapat terpengaruh pada kondisi penempatan pemasangan kapasitor bank dengan evaluasi biaya pemasangan kapasitor. Dalam penelitian ini dilakukan di Universitas Negeri Surabaya (UNESA), fakultas teknik di gedung IDB *Laboratory* yang bertujuan untuk perbaikan nilai faktor daya menggunakan simulasi program ETAP. Hasil penelitian menggunakan simulasi program ETAP menghasilkan perbaikan nilai faktor daya sebesar 0.97 yang semula sebesar 0.759 dengan kompensator daya reaktif yang terpasang sebesar 528,980 kVAR pada bus utama. Pada nilai kW terjadi penurunan sebesar 926 kW yang semula sebesar 1007 kW serta juga terjadi penurunan pada nilai kVAR sebesar 463 kVAR yang semula sebesar 863 kVAR. Dalam segi biaya terjadi penghematan sebesar Rp 18.998.625/bilan dengan spekulasi beban tetap[5]

Pada faktor daya PF atau yang sering disebut $\cos\phi$ merupakan istilah yang seringkali digunakan pada hal-hal yang mengenai tentang pembangkitan dan transmisi energi listrik. Faktor daya merupakan hal penting bagi penyedia layanan listrik maupun konsumen listrik terutama pada level industri karena industri biasanya membutuhkan pasokan listrik yang sangat besar. Faktor Daya ($\cos\phi$) adalah beda sudut fasa antara I dan V yang dinyatakan dalam $\cos\phi$ atau rasio perbandingan antara daya semu (VA) dan daya aktif (Watt) yang digunakan dalam rangkaian listrik arus bolak-balik (AC). Perbaikan faktor daya dapat dilakukan dengan cara melakukan pengaturan komponen rekatif-induktif yang ada pada saluran[8][9]

METODE



Gambar 1. Diagram Alir

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 1 diatas yaitu diagram alir (flowchart).

Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini antara lain total beban dan daya yang terpasang pada PT.Barindo Anggun Industri selama 1 bulai dari tanggal 1 Maret 2021 sampai dengan 31 Maret 2021. Pengambilan data difokuskan pada Panel Distribusi Utama Gardu 2.

Analisa Data

Pada penelitian ini menggunakan metode pendekatan perhitungan yaitu melalui perhitungan manual dan tabel kompensasi serta dilakukan simulasi pada software ETAP.

1 Perhitungan Nilai $\cos\varphi$

Untuk memulai perhitungan perbaikan faktor daya harus menentukan nilai $\cos\varphi$ melalui persamaan (1):

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times I} \quad (1)$$

2. Perhitungan Daya Reaktif

a. Perhitungan Manual

Pada perhitungan ini membutuhkan daya aktif (Kw), faktor daya lama ($\cos\varphi_1$) dan faktor daya baru ($\cos\varphi_2$) yaitu menentukan daya reaktif sebelum perbaikan menggunakan persamaan (2), menentukan daya reaktif sesudah perbaikan menggunakan persamaan (3), selanjutnya menentukan daya reaktif yang dikompensasi oleh kapasitor menggunakan persamaan (4).

$$Q_L = P \tan\varphi_1 (\text{arc } \cos\varphi_1) \quad (2)$$

$$Q_B = P \tan\varphi_2 (\text{arc } \cos\varphi_2) \quad (3)$$

$$Q_C = Q_L - Q_B \quad (4)$$

Perhitungan SDP 1 :

Daya reaktif sebelum perbaikan :

$$\begin{aligned} Q_L &= P (\tan (\text{arc } \cos\varphi_1)) \\ &= 104100 (\tan (\text{arc } \cos 0,81)) \\ &= 104100 (\tan (35,9)) \\ &= 104100 (0,72) \\ &= 74952 \text{ VAR} \\ &= 74,952 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Daya reaktif sesudah perbaikan :

$$\begin{aligned} Q_B &= P (\tan (\text{arc } \cos\varphi_1)) \\ &= 104100 (\tan (\text{arc } \cos 0,99)) \\ &= 104100 (\tan (8,10)) \\ &= 104100 (0,14) \\ &= 14574 \text{ VAR} \\ &= 14,574 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Sehingga kompensasi daya reaktif oleh kapasitor :

$$\begin{aligned} Q_C &= Q_L - Q_B \\ &= 74,952 - 14,574 \\ &= 60,378 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

b. Tabel Kompensasi

Pada perhitungan ini membutuhkan nilai pengali dari faktor daya yang diinginkan (baru) yang terdapat pada tabel kompensasi menggunakan persamaan (5).

$$Q_C = P \times \text{Faktor Pengali} \quad (5)$$

Perhitungan SDP 1 :

$$\begin{aligned} Q_C &= P \times \text{Faktor Pengali} \\ &= 104100 \times 0,58 \\ &= 60378 \text{ VAR} \\ &= 60,378 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Kapasitansi Kapasitor

Setelah diketahui daya yang dikompensasi, selanjutnya menentukan kapasitansi kapasitor melalui persamaan (2.6).

$$C = \frac{Q_C}{2 \times \pi \times f \times V^2} \quad (6)$$

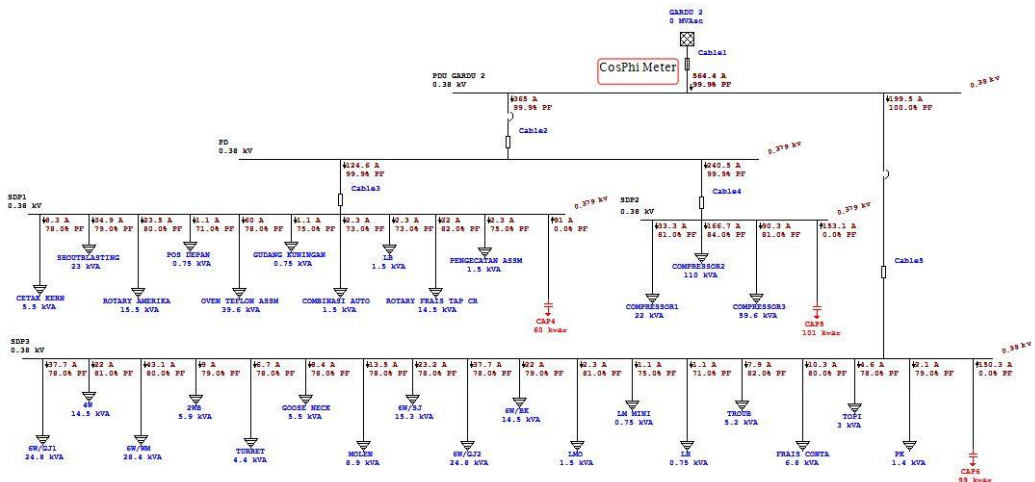
Simulasi ETAP

Pada simulasi menggunakan software ETAP memerlukan syarat-syarat untuk bisa melakukan simulasi yaitu:

1. Single Line Diagram, sebagai penanda posisi beban yang akan dieksekusi.
2. Data, seperti data beban (Kw/HP) dan voltase sebagai input beban.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hasil



Gambar 2. Sesudah dilakukan optimasi faktor daya dengan pemasangan kapasitor menggunakan Grup Compensation.

Perbaikan Faktor Daya

Tabel 1 Data Layout Hasil Perbaikan Faktor Daya

No	Bus	P	kV	A	Capacitor (kVAR)		Rugi Daya				Cosφ	
					Sebelum	Sesudah	kW		kVAR		Sebelum	Sesudah
							Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah		
1	PD U Gardu 2	462 221	0,3 8	56 4,4	80	-	0,2	0,2	0,4	0,3	0,88	0,99
2	PD	295 701	0,3 79	36 5	-	-	0,4	0,2	0,6	0,4	0,81	0,99
3	SD P 1	104 100	0,3 79	12 4,6	-	60,37 8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,78	0,99
4	SD P 2	191 601	0,3 79	24 0,5	-	101,5 48	0,3	0,3	0,5	0,4	0,82	0,99
5	SD P 3	166 520	0,3 8	19 9,5	-	99,91 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,78	1

Dari hasil tabel 1 diatas sebelum dilakukan optimasi, nilai faktor daya pada Panel Utama Gardu 2 bernilai 0,88PF dengan kapasitas kapasitor sebesar 80 kVAR pemasangan kapasitor secara Global Compensation. Setelah dilakukan optimasi nilai faktor daya pada Panel Utama Gardu 2 bernilai 0,99PF dengan kapasitas kapasitor masing-masing Panel Distribusi yaitu SDP 1 sebesar 60,378 kVAR, SDP 2 sebesar 101,548 kVAR, SDP 3 sebesar 99,912 kVAR pemasangan kapasitor secara Group Compensation.

Validasi Data

Tabel 2. Data Layout Validasi Data

Sub Distribution Panel	Cos ϕ	Perhitungan Manual	ETAP	Validasi Error
1	0,99	60,378	60	0,37
2	0,99	101,548	101	0,54
3	0,99	99,912	99	0,92

Dari hasil tabel 2 diatas merupakan hasil validasi perhitungan manual dan ETAP sebagai suatu perbandingan selisih hasil yang didapat pada kedua metode tersebut. Pada SDP 1 untuk mendapatkan nilai faktor daya 0,99 melalui perhitungan manual didapatkan nilai 60,378 kVAR sedangkan ETAP didapatkan nilai 60 kVAR dengan validasi error 0,37. Pada SDP 2 untuk mendapatkan nilai faktor daya 0,99 melalui perhitungan manual didapatkan nilai 101,548 kVAR sedangkan ETAP didapatkan nilai 101 kVAR dengan validasi error 0,54. Pada SDP 3 untuk mendapatkan nilai faktor daya 0,99 melalui perhitungan manual didapatkan nilai 99,912 kVAR sedangkan ETAP didapatkan nilai 99 kVAR dengan validasi error 0,92.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perbaikan faktor daya pada PT.Barindo Anggun Industri. Kesimpulan dari hasil tabel yang diperoleh melalui metode pendekatan perhitungan dan ETAP yaitu:

1. Perbaikan faktor daya dengan cara menambahkan kapasitor bank pada Panel Sub Distribution Panel 1, mampu meningkatkan $\text{Cos}\phi$ menjadi 0,99 dengan total kebutuhan kapasitas kapasitor bank sebesar 60,378 kVAR
2. Perbaikan faktor daya dengan cara menambahkan kapasitor bank pada Panel Sub Distribution Panel 2, mampu meningkatkan $\text{Cos}\phi$ menjadi 0,99 dengan total kebutuhan kapasitas kapasitor bank sebesar 101,548 kVAR
3. Perbaikan faktor daya dengan cara menambahkan kapasitor bank pada Panel Sub Distribution Panel 3, mampu meningkatkan $\text{Cos}\phi$ menjadi 0,99 dengan total kebutuhan kapasitas kapasitor bank sebesar 99,912 kVAR.
4. Dengan meningkatnya nilai faktor daya pada masing-masing panel distribusi, $\text{Cos}\phi$ Meter pada Panel Distribusi Utama Gardu 2 meningkat dari nilai lama sebesar 0,88PF menjadi nilai baru sebesar 0,99PF.
5. Pada rugi-rugi aliran daya terjadi penurunan sebesar 0,2 kW dan 0,4 kVAR

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. U. Ulya, "Analisis Dan Simulasi Pengaruh Pemasangan Capasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Simulink Pada Sistem Tenaga Listrik Di PT. Bogowonto Primalaras," *Media Elektr.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- [2] J. T. Elektro *et al.*, "Pengaruh Penempatan Kapasitor Bank Pada Trafo Distribusi Jaringan 20 Kv Dalam Perbaikan Faktor Daya (Studi Kasus Pada Penyulang Kh-08 Jl. Pelabuhan , Pusong Rayon Krueng Geukueh)," vol. 7, pp. 25–30, 2018.
- [3] A. Carmanto, "Analisis Peningkatan Kinerja Kualitas Daya Listrik Tegangan 20 Kv Di Industri Berbasiskan Simulasi Etap 12.6.0," *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, 2019, doi: 10.32493/epic.v2i2.2912.
- [4] M. Danang *et al.*, "Efektifitas Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Faktor Daya Pada Batu Night Spectacular (BNS) Muhammad," pp. 63–69, 2000.
- [5] S. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Pada Gedung IDB LABORATORY UNESA," pp. 697–707.
- [6] A. Rofii and R. Ferdinand, "Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 39–51, 2018.

-
- [7] P. D. Lestari, G. Gunawan, and I. Widiastuti, "Analisa Perhitungan Nilai Kapsitor Bank untuk Perbaikan Faktor Daya pada PT. Karya Toha Putra," *Elektrika*, vol. 12, no. 1, p. 15, 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i1.2148.
 - [8] M. M. Ritonga, "Penggunaan Kapasitor Bank Sebagai Media untuk Perbaikan Faktor Daya pada Gedung Pelayanan Kesehatan," p. 81, 2019.
 - [9] S. nur Hidayah, "Analisa Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap Beban Listrik Di Alfamart," 2019, doi: 10.31227/osf.io/n4f68.