JREEC
JOURNAL RENEWABLE ENERGY ELECTRONICS AND CONTROL
homepage URL : https://ejurnal.itats.ac.id/jreec

Evaluasi Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank terhadap Perbaikan Faktor Daya pada PT. Surya Pertiwi Nusantara

Syahrul Rifal Abisar, Titiek Suheta, Ignatius Palka
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya1&2

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal JREEC – Volume 05
Nomer 02,Desember 2025

Halaman:
53-59
Tanggal Terbit :
31 Desember 2025

DOI:
10.31284/j.JREEC.2025.v51i2.14

EMAIL

hita@itats.ac.id
rifalabi30@gmail.com

PENERBIT

Jurusan Teknik Elektro-ITATS
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

Jurnal JREEC by Department of Elecreical Engineering is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRACT

Faktor daya merupakan salah satu indikator untuk mengukur baik buruknya kualitas daya listrik pada sistem kelistrikan dan jenis beban listrik yang digunakan. Dan juga sebagai ukuran tingkat efisiensi pemanfaatan daya listrik, yang menunjukkan seberapa besar daya listrik yang disuplai sumber benar-benar digunakan untuk menghasilkan kerja yang berguna pada beban. Karena nilai faktor daya yang mendekati satu menandakan penggunaan energi yang semakin efisien, sedangkan nilai yang rendah menunjukkan adanya energi yang tidak termanfaatkan secara optimal karena pengaruh daya reaktif. Pada penelitian ini membahas sistem kelistrikan di PT. Surya Pertiwi Nusantara yang terhubung dengan beban induktif berupa lampu penerangan, transformator, mesin listrik untuk produksi dan motor listrik dengan kapasitas yang cukup besar, sehingga akan menimbulkan nilai faktor daya menjadi rendah. Seperti pada panel H2-301, H2-302 dan H2-303 yang terhubung dengan beban masing – masing sebesar 174,4 kW, 170 kW, 174,4 kW. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan nilai faktor daya dengan pemasangan kapasitor bank berdasarkan simulasi menggunakan *Optimal Capacitor Placement* (OCP). Hasil yang didapatkan faktor daya sebelum pemasangan kapasitor bank masing-masing panel adalah 0,73 ; 0,80 dan 0,8. Dan setelah pemasangan kapasitor bank berdasarkan simulasi dan *Optimal Capacitor Placement* (OCP) mengalami peningkatan masing – masing sebesar 0,99 ; 190,1 kVAR, 0,97 ; 93,93 kVAR dan 0,97 ; 93,96 kVAR, nilai tersebut sesuai dengan standar PLN 0,85<PF<1.

Kata kunci : kapasitor bank, faktor daya, daya reaktif, jatuh tegangan, Optimal Capacitor Placement

ABSTRAK

Power factor is one of the indicators used to evaluate the quality of electrical power in a power system as well as the type of electrical loads employed. It also serves as a measure of the efficiency of electrical power utilization, indicating how much of the power supplied by the source is effectively used to perform useful work on the load. A power factor value close to unity signifies more efficient energy utilization, whereas a low power factor indicates that a significant portion of energy is not optimally utilized due to the presence of reactive power. This study discusses the electrical system at PT. Surya Pertiwi Nusantara, which is connected to inductive loads such as lighting systems, transformers, production machinery, and electric motors with relatively large capacities. These inductive loads tend to cause a low power factor. This condition is observed in panels H2-301, H2-302, and H2-303, which are connected to loads of 174.4 kW, 170 kW, and 174.4 kW, respectively. The objective of this research is to improve the power factor by installing capacitor banks based on simulations using the Optimal Capacitor Placement (OCP) method. The results show that the power factor before capacitor bank installation for each panel was 0.73, 0.80, and 0.80, respectively. After installing the capacitor banks based on simulation and Optimal Capacitor Placement (OCP), the power factor increased to 0.99 with a reactive power compensation of 190.1 kVAR, 0.97 with 93.93 kVAR, and 0.97 with 93.96 kVAR, respectively. These values comply with the PLN standard, which requires a power factor in the range of 0.85 < PF < 1.
Keywords: capacitor bank, power factor, reactive power, drop voltage, Optimal Capacitor Placement

PENDAHULUAN

Kualitas daya merupakan aspek penting dalam sistem tenaga listrik karena berpengaruh terhadap efisiensi penyaluran energi dan keandalan kinerja peralatan. Salah satu indikator penting dalam menilai kualitas daya adalah faktor daya, apabila nilai faktor daya rendah menunjukkan besarnya porsi daya reaktif lebih besar dibandingkan daya aktif, sehingga pemanfaatan energi listrik menjadi kurang optimal. Kondisi tersebut umumnya ditemukan pada sistem kelistrikan yang banyak menggunakan beban induktif, seperti motor listrik, transformator, serta berbagai peralatan industri lainnya[1][2].

Daya reaktif adalah komponen daya yang tidak menghasilkan kerja nyata, namun tetap dibutuhkan untuk membangun medan magnet pada peralatan berjenis induktif sehingga peralatan tersebut dapat berfungsi secara optimal. Walaupun tidak menghasilkan output mekanis maupun cahaya, keberadaan daya reaktif menambah aliran arus dalam jaringan dan meningkatkan rugi-rugi, yang pada akhirnya menurunkan efisiensi keseluruhan sistem tenaga listrik[3].

PT Surya Pertiwi Nusantara merupakan salah satu industri yang menggunakan berbagai beban induktif seperti lampu penerangan, transformator, mesin listrik produksi, dan motor listrik dengan kapasitas yang cukup besar. Kondisi tersebut menyebabkan nilai faktor daya pada bus 9 panel H2-302 dan bus 10 panel H2-303 sebesar 0,80 dan bus 31 panel H2-301 0,73 dan nilai tersebut masih berada di bawah standar PLN yaitu $0{,}85 < PF < 1$. Hal ini akan menyebabkan meningkatnya rugi-rugi daya, penurunan tegangan, peralatan menjadi lebih panas, kapasitas saluran dan transformator juga mengalami penurunan dan tentu saja biaya listrik akan meningkat.

Dalam penelitian ini untuk meningkatkan faktor daya pada bus 9, bus 10, dan bus 31 untuk Panel H2-302, H2-303, H2-301 dengan cara memasang kapasitor bank secara optimal dengan metode Optimal Capacitor Placement (OCP), karena OCP mempertimbangkan beberapa hal seperti kondisi beban, aliran daya, dan karakteristik sistem sehingga solusi yang diberikan benar-benar optimal[4][5][6].

TINJAUAN PUSTAKA

A. Daya

1. Daya aktif merupakan daya rata-rata yang benar-benar disalurkan dari sumber dan digunakan secara langsung oleh beban dalam suatu sistem listrik[7][8].

$$P = V.I.\cos\varphi \quad (1\ fasa) \tag{1}$$

$$P = \sqrt{3}.V.I.\cos\varphi \quad (3\ fasa) \tag{2}$$

2. Daya Semu merupakan besaran daya yang diperoleh dari hasil perkalian antara tegangan dan arus pada suatu sistem atau jaringan listrik[7][8].

$$S = V.I \quad (1\ fasa) \tag{3}$$

$$S = \sqrt{3}\,V.I \quad (3\ fasa) \tag{4}$$

B. Daya Reaktif adalah komponen daya listrik yang tidak melakukan kerja nyata, tetapi diperlukan untuk membentuk dan mempertahankan medan listrik atau medan magnet pada peralatan listrik seperti induktor dan kapasitor dalam sistem tenaga[9][10][11].

$$Q = V.I.\sin\varphi \quad (1\ fasa) \tag{5}$$

$$Q = \sqrt{3}\,V.I.\sin\varphi \quad (3\ fasa) \tag{6}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \tag{7}$$

C. Faktor Daya

Merupakan rasio daya aktif (Watt) terhadap daya nyata (VA), yang didefenisikan sebagai[8][12]:

$$PF = \frac{P}{S} \tag{8}$$

D. Rugi Daya Listrik

Merupakan selisih antara daya yang disalurkan dengan daya yang diterima dan digunakan oleh beban, dinyatakan dalam[13]:

$$P_L = I^2.R \tag{9}$$

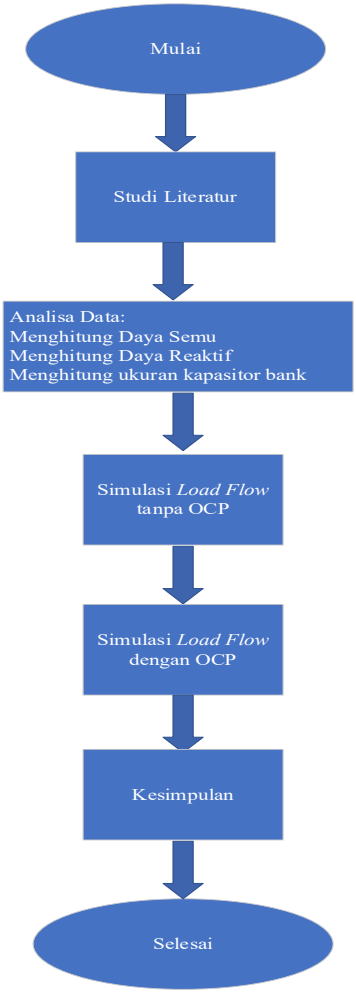
E. Jatuh Tegangan
Seberapa besar tegangan yang hilang pada suatu saluran. Jatuh tegangan pada jaringan tenaga listrik sebagian besar berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban[14],dinyatakan:

$$\Delta V = \frac{VS-VR}{VS} x100\% \quad (10)$$

F. Kapasitor Bank
Komponen listrik yang dapat menghasilkan daya reaktif jika pasangkan dijaringan listrik[2]. Pemasangan kapasitor bank adalah usaha yang dilakukan untuk memberikan supply daya reaktif, sehingga penggunaan kapasitor bank akan mengurangi penyerapan daya reaktif sistem oleh beban[3][15][9].

G. Algoritma Genetika Pada Optimal Capasitator Plecement (OCP) Pada Etap
Menenerapkan algoritma genetika untuk penempatan kapasitor yang optimal, karena merupakan suatu teknik optimasi yang didasarkkan pada teori seleksi alam[16][17].

METODE



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian disusun secara sistematis, dimulai dari studi literatur untuk memperoleh landasan teori yang berkaitan dengan faktor daya, daya reaktif, kapasitor bank, dan analisis aliran daya (*load flow*). Selanjutnya dilakukan analisis data meliputi perhitungan daya semu, faktor daya, daya reaktif, serta penentuan kapasitas kapasitor bank yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan simulasi load flow pada kondisi awal sistem tanpa penerapan *Optimal Capacitor Placement (OCP)* sebagai acuan pembanding, kemudian dilanjutkan dengan simulasi load flow dengan penerapan OCP untuk mengevaluasi pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap perbaikan faktor daya, pengurangan rugi daya, dan perbaikan profil tegangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum Perbaikan Faktor Daya

1. Berdasarkan persamaan 4 dan data arus pada panel H2-301 ; H2-302 ; H2-303 dengan tegangan 380 volt, maka hasil anlisis Daya semu ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Nilai Daya Semu

Nama Panel	Arus (A)	Daya Semu (kVA)
H2 - 301	362,2	238,11
H2 - 302	323,2	212,4
H2 - 303	323,2	212,4

Panel H2 – 301 nilai daya semu paling besar hal ini dikarenakan panel tersebut memiliki nilai pembebanan terbesar.

2. Dari persamaan 8 didapatkan nilai Faktor daya masing-masing panel, hasilnya disajikan tabel 2.

Tabel 2. Nilai Faktor Daya

Nama Panel	Daya Aktif (kW)	Daya Semu (kVA)	Faktor Daya
H2 - 301	362,2	238,11	0,73
H2 - 302	323,2	212,4	0,8
H2 - 303	323,2	212,4	0,8

Nilai faktor daya masing-masing panel masih dibawah standar sebelum dilakukan pemasangan kapasitor bank.

3. Dengan persamaan 7 didapatkan hasil analisis daya reaktif yang disajikan tabel 3.

Tabel 3. Nilai Daya Reaktif

Nama Panel	Daya Semu (kVA)	Daya Aktif (kW)	Daya Reaktif (kVAR)
H2 - 301	238,11	362,2	162,11
H2 - 302	212,4	323,2	127,33
H2 - 303	212,4	323,2	127,33

Besarnya daya reaktif menyebabkan meningkatnya arus, rugi-rugi daya, dan penurunan kualitas tegangan, sehingga akan menurunkan pemanfaatan kapasitas peralatan.

Pembahasan Data II

Menentukan Besarnya Ukuran kapasitor Bank

Nilai faktor daya panel H2 - 302 sebelum perbaikan 0,73 menjadi 0,98, maka kebutuhan daya reaktif ditentukan dengan menghitung:

a. Daya reaktif awal

$Q_1 = P\ x \tan Q_1\ (arc \cos Q_1)$

$Q_1 = 174{,}4\ x\ tan(arc \cos 0{,}73)$

$Q_1 = 174{,}4\ x\ tan(43{,}06)$

$Q_1 = 174{,}4\ x\ 0{,}93 = 162{,}19\ kVAR$

b. Daya reaktif yang ditargetkan

$Q_2 = P\ x \tan Q_2\ (arc \cos Q_2)$

$Q_2 = 174{,}4\ x\ tan(arc \cos 0{,}98)$

$Q_2 = 174{,}4\ x\ tan(11{,}48)$

$Q_2 = 174{,}4\ x\ 0{,}203 = 35{,}40\ kVAR$

c. Kebutuhan kompensasi daya reaktif

$Q_c = Q_1 - Q_2 = 162{,}19 - 35{,}40 = 126{,}79\ kVAR \approx 127\ kVAR$

Tabel 4. Nilai Kompensasi

Nama Panel	Nilai Kompensasi Daya Reaktif (kVAR)
H2 - 301	127
H2 - 302	92
H2 - 303	92

d. Kapasitansi kapasitor pada panel H2-301

$$C = \frac{Q_c}{2\pi f V^2} = \frac{127.000}{2\ x\ 3{,}14\ x\ 50\ x\ 380^2} = \frac{127.000}{45.341.600} = 0{,}002800 = 2800\ \mu F$$

Tabel 5. Kapasitansi Kapasitor

Nama Panel	Kapasitansi kapasitor (µF)
H2 - 301	2800
H2 - 302	2029
H2 - 303	2029

Simulasi

Hasil simulasi aliran daya pemasangan kapasitor bank dengan memasukkan nilai kompensasi daya reaktif disajikan dalam tabel 6.

Tabel 6. Nilai Faktor Daya Setelah Pemasangan Kapasitor Bank

Nama Panel	Daya		Arus (A)	PF
	Aktif (kW)	Reaktif (kVAR)		
H2 - 301	172	40	275,6	0,974
H2 - 302	169	39	269	0,975
H2 - 303	169	39	269	0,975

Dari tabel 6 nilai factor daya mengalami kenaikan masing-masing panel yang semula 0,73 ; 0,8 dan 0,8 mengalami kenaikan sebesar 0,974 ; 0,975 dan 0,975

Hasil simulasi pemasangan kapasitor bank dengan *Optimal Capacitor Placement* (OCP)

Tabel 7. Nilai Faktor Daya dengan *Optimal Capacitor Placement*

Nama Panel	Daya		Arus (A)	PF
	Aktif (kW)	Reaktif (kVAR)		
H2 - 301	173	22	269,2	0,99
H2 - 302	169	37	268,4	0,977
H2 - 303	169	37	268,3	0,977

Hasil Perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank dengan OCP

Tabel 8. Hasil Perbandingan nilai faktor daya

Nama Panel	Faktor Daya	
	Awal	OCP
H2 - 301	0,73	0,99
H2 - 302	0,8	0,97
H2 - 303	0,8	0,97

Pada tabel 8 nilai faktor daya mengalami kenaikan sebelum (awal) dan setelah pemasangan kapasitor bank menggunakan *Optimal Capacitor Placement* (OCP).

Tabel 9. Hasil Perbandingan simulasi nilai daya aktif, reaktif dan arus dengan hasil kompensasi

Nama Panel	Daya Awal			Hasil Kompensasi		
	Aktif (kW)	Reaktif (kVAR)	Arus (A)	Aktif (kW)	Reaktif (kVAR)	Arus (A)
H2 - 301	171	160	371,3	172	40	275,6
H2 - 302	168	126	330,1	169	39	269
H2 - 303	168	126	330,1	169	39	269

Tabel 10. Hasil Perbandingan simulasi nilai daya aktif, reaktif dan arus dengan *Optimal Capacitor Placement* (OCP)

Nama Panel	Daya Awal			Optimal Capacitor Placement (OCP)		
	Aktif (kW)	Reaktif (kVAR)	Arus (A)	Aktif (kW)	Reaktif (kVAR)	Arus (A)
H2 - 301	171	160	371,3	173	22	269,2
H2 - 302	168	126	330,1	169	37	268,4
H2 - 303	168	126	330,1	169	37	268,4

KESIMPULAN

Dari hasil sebelum dan pemasangan kapasitor bank dapat disimpulkan, bahwa:

1. Nilai faktor daya pada panel H2 – 301, H2 – 302 dan H2 – 303 sebelum dilakukan pemasangan kapasitor bank masing-masing sebesar 0,73 ; 0,8 dan 0,8.
2. Setelah pemasangan berdasarkan simulasi menggunakan *Optimal Capacitor Placement* (OCP), nilai faktor daya mengalami peningkatan masing-masing panel sebesar 0,99 ; 0,97 dan 0,97 dengan nilai daya reaktif 190,1 kVAR ; 93,93 kVAR dan 93,96 kVAR.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Nasional, T. Elektro, S. Informasi, and T. Informatika, “Analisa Optimasi Faktor Daya Terhadap Penggunaan Kapasitor Bank Pada PT. Barindo Anggun Industri,” pp. 245–251, 2022.

[2] P. D. Lestari, P. Studi, T. Elektro, F. T. Industri, U. Islam, and S. Agung, “Analisa Perhitungan Nilai Kapsitor Bank untuk Perbaikan Faktor Daya pada PT. Karya Toha Putra,” vol. 12, no. 1, pp. 15–21, 2020.

[3] 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. 261–270, 2021.

[4] S. W. Mathenge, E. T. Mharakurwa, and L. Mogaka, “Voltage enhancement and loss minimization in a radial network through optimal capacitor sizing and placement based on Crow Search Algorithm”.

[5] S. Sharma and S. Ghosh, “Optimal planning and placement of capacitor in distribution system based on Particle Swarm and Hybrid Bee-Cuckoo Search under Varying Load Conditions,” *Energy Reports*, vol. 13, no. December 2024, pp. 5219–5237, 2025, doi: 10.1016/j.egyr.2025.04.010.

[6] I. U. Haq, “Optimal Placement of Capacitor in Distribution System Using Particle Swarm Optimization”.

[7] V. Meier, *ELECTRIC POWER SYSTEMSA CONCEPTUAL INTRODUCTION*.

[8] S. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, “ANALISA PENGGUNAAN KAPASITOR BANK TERHADAP FAKTOR DAYA PADA GEDUNG IDB LABORATORY UNESA,” pp. 697–707.

[9] F. Alia, J. T. Elektro, F. Teknik, U. Pembangunan, and P. Budi, “Analisis Perbaikan Faktor Daya pada Jaringan Listrik Plant Fatty Acid 1 di PT Unilever Oleochemical Indonesia Analysis of Power Factor Improvement in the Fatty Acid 1 Power Grid at PT Unilever Oleochemical Indonesia,” vol. 9, no. August, pp. 312–322, 2025, doi:

10.31289/JESCE.V9I1.14844.
[10] S. Goshika, T. Sirisilla, D. Palakurthi, V. Rakesh, and A. Gowtham, "Optimizing Reactive Power Controlling in PV Power Plants Using IoT Technology for Weak Grid Stability," pp. 4908–4913, 2024.
[11] 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.
[12] D. T. Wibowo, R. Nasution, and Z. Pelawi, "ANALISIS PERBAIKAN FAKTOR DAYA MENGGUNAKAN KAPASITOR BANK DI MASJID AGUNG SERDANG BEDAGAI," vol. 1099, pp. 1–6, 2018.
[13] R. Simulasi, S. Etap, D. Cv, P. Karya, and L. Timur, "Analisis Perbaikan Rugi Daya Melalui Pemasangan Kapasitor Bank Dengan Metode Newton Rapshon Simulasi Software Etap 12.6.0 Di CV Praya Karya Lingkar Timur Sidoarjo," 1987.
[14] P. T. Pln, P. Area, and A. N. Rosihan, "Optimasi Penempatan Kapasitor Untuk Memperbaiki Profil Tegangan dan Mereduksi Rugi-Rugi Daya pada Jaringan Distribusi 20kV Penyulang Lambitu , Kalampa , dan Karumbu di PT.PLN (Persero) Area Bima".
[15] S. Buton, A. U. Krismanto, T. Elektro, S. Itn, and M. Indonesia, "PENEMPATAN KAPASITOR BANK OCP UNTUK MENINGKATKAN PROFIL TEGANGAN DI JARINGAN DISTRIBUSI PT. PLN (PERSERO) AREA AMBON RAYON NAMLEA," vol. 07, pp. 7–17, 2023.
[16] T. Jayabarathi, T. Raghunathan, and S. H. C. Cherukuri, "Hybrid Grey Wolf Optimizer Based Optimal Capacitor Placement in Radial Distribution Systems," *Electr. Power Components Syst.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–13, 2022, doi: 10.1080/15325008.2022.2132556.
[17] H. Ariwata, N. P. Agustini, and R. Setiawan, "OPTIMALISASI PENEMPATAN KAPASITOR UNTUK MENINGKATKAN PROFIL TEGANGAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV," pp. 52–58.