

Perhitungan Faktor Daya Pada Unit Kilang di PPSDM Minyak dan Gas Bumi Cepu

Rimba Elang Dendro Ananda

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
rimba.17050874072@mhs.unesa.ac.id

Fendi Achmad, Unit Three Kartini, Subuh Isnur Haryudo

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
fendiachmad@unesa.ac.id, unitthree@unesa.ac.id, subuhisnur@unesa.ac.id

Abstrak

Unit Kilang PPSDM Migas mengandalkan energi listrik untuk dapat berfungsi. Diperlukan sistem pengendalian yang ideal akibat penggunaan energi listrik yang berlebihan. Menemukan faktor daya adalah salah satu pendekatan untuk mengevaluasi efektivitas konsumsi daya. Metode utama yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah analisis kuantitatif. Menemukan arus (I), daya semu (S), dan faktor daya (PF) dapat memulai perhitungan. Faktor daya berikut dihitung: 0,835 untuk beban Pompa *Boiler*, 0,821 untuk beban Pompa Sirkulasi, 0,866 untuk Beban Motor 1, 0,882 untuk beban *Refluks C1*, 0,89 untuk beban Pompa *Feed*, 0,89 untuk beban *Refluks C2*, 0,87 untuk beban *Fuel Oil*, 0,871 untuk beban Pompa *Petrasol*, 0,90 untuk beban Pompa Diesel, 0,90 untuk beban Pompa Residu, 0,851 untuk beban Pompa *Treating*, 0,851 untuk beban Soda *Treating*, dan 0,851 untuk beban Pompa Sirkulasi. Terdapat kesesuaian atau kecocokan antara temuan yang dihitung dengan data yang diperoleh dari PPSDM Kilang Migas Cepu.

Kata Kunci: Faktor Daya, Arus, Daya Semu, Unit Kilang, PPSDM Migas.

Abstract

The Refinery unit of PPSDM oil and gas relies on electrical energy to function. An ideal system of control is required due to the excessive use of electrical energy. Finding the power factor is one approach to evaluating the effectiveness of power consumption. The primary method used to perform this study was quantitative analysis. Finding the current (I), apparent power (S), and power factor (PF) may kick off the computations. The following power factors were calculated: 0.835 for the Boiler Pump load, 0.821 for the Circulation Pump load, 0.866 for Motor 1 load, 0.882 for Reflux C1 load, 0.89 for Feed Pump load, 0.89 for Reflux C2 load, 0.87 for Fuel Oil load, 0.871 for Petrasol Pump load, 0.90 for Diesel Pump load, 0.90 for Residue Pump load, 0.851 for Treating Pump load, 0.851 for Soda Treating load, and 0.851 for Circulation Pump load. There is some agreement or matching between the computed findings and the data obtained from the PPSDM oil and gas Cepu Refinery unit.

Keywords: Power Factor, Current, Apparent Power, Refinery Unit, PPSDM Migas

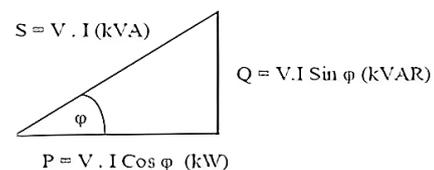
Faktor Daya

Faktor daya (PF) dihitung sebagai rasio daya nyata (P) terhadap daya semu (S) dalam Watt menggunakan rumus berikut:

$$PF = \frac{P}{S} \quad (1)$$

$$PF = \cos \varphi \quad (2)$$

Ketika daya aktif (P) dan daya semu (S) dikurangi, menghasilkan sudut $\cos \varphi$. Daya reaktif (Q) merupakan konsekuensi perbedaan keduanya.



Gambar 1. Segitiga daya (Nurmahandy dkk., 2021)

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu elemen kunci dalam operasional unit Kilang di PPSDM migas. Tingginya konsumsi energi listrik yang disebabkan oleh berbagai peralatan dan mesin yang beroperasi terus-menerus, menuntut adanya pengelolaan yang optimal. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan tegangan, peningkatan arus dalam jaringan, serta faktor daya yang rendah (Ulya, 2019).

Menemukan faktor daya adalah salah satu pendekatan untuk mengevaluasi efektivitas suatu sistem kelistrikan. Tentukan apakah unit kilang beroperasi secara efektif atau memerlukan perbaikan dengan menentukan faktor dayanya.

Daya Semu

Daya Semu (S) menurut (Murianto dkk., 2020) ialah daya yang dihasilkan dengan mengalikan tegangan (V) dan arus (I) pada sebuah jaringan, atau hasil dari penjumlahan daya aktif dan reaktif secara trigonometri.. Jumlah energi yang diserap atau dikirimkan oleh suatu beban oleh sumber AC disebut daya semu. Salah satu cara untuk mengukur daya yang dirasakan adalah dalam volt-ampere (VA). Berikut ini dijelaskan persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai daya semu.

$$S = V \cdot I \quad 1 \text{ Fasa (3)}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad 3 \text{ Fasa (4)}$$

Daya Aktif

Menurut (Setiaji et al., 2022), daya aktif (P) adalah daya nyata yang sebenarnya dibutuhkan oleh beban, dan dalam banyak kasus, daya nyata lebih kecil dari daya tampak. Mengurangi Faktor Daya ($\cos \varphi$) dari Daya Semu akan menghasilkan Daya Aktif. Tingkat daya aktif dapat dipengaruhi secara negatif oleh beban listrik yang menghasilkan daya reaktif. watt (W) merupakan satuan dari daya aktif. Untuk mendapatkan nilai daya aktif harus menggunakan persamaan berikut.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad 1 \text{ Fasa (5)}$$

$$P = V \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \quad 3 \text{ Fasa (6)}$$

Daya Reaktif

Daya Reaktif menurut (Putra & Mukhaiyar, 2020) adalah daya yang dapat digunakan guna menghasilkan medan magnet, daya tersebut dapat diserap maupun dikembalikan ke sumbernya. Simbolnya adalah Q dengan satuannya adalah VAR (*Voltampere-reactive*). Berikut merupakan persamaan untuk mencari nilai daya reaktif.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (7)$$

Arus

Menurut (Pramono dkk., 2021) Arus (I) mengacu pada jumlah muatan yang melewati konduktor dalam satu detik, dinyatakan dalam satuan ampere (A). Berikut merupakan persamaan untuk mencari nilai arus.

$$I = \frac{V}{R} \quad 1 \text{ Fasa (8)}$$

$$I = \frac{P}{V} \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \quad 3 \text{ Fasa (9)}$$

Keterangan:

V = Tegangan

MSE (Mean Squared Error)

Kurnia Informatika dkk. (2022) menyatakan bahwa *Mean Squared Error* (MSE) merupakan suatu cara untuk merata-ratakan selisih kuadrat antara nilai yang diharapkan dan nilai sebenarnya. *Mean Squared Error* (MSE) adalah alat standar untuk menghitung kesalahan prediksi. Teknik MSE dapat dihitung dengan

menggunakan rumus berikut:

$$\sum \frac{(At - Ft)^2}{n} \quad (10)$$

Keterangan:

At = Nilai perhitungan.

Ft = Nilai data.

n = Jumlah data.

METODE

Penelitian merupakan alat yang digunakan manusia untuk menjadikan ilmu pengetahuan lebih baik, lebih maju, dan lebih berkembang. Langkah pertama dalam melakukan penelitian adalah mengidentifikasi suatu masalah dan kemudian berupaya mengatasinya dengan menggunakan prosedur ilmiah yang telah ditetapkan (Purwati, 2020).

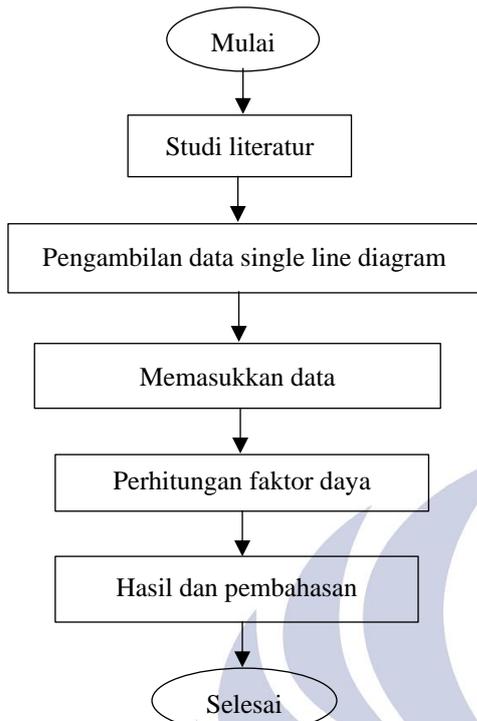
Mayoritas penelitian ini menggunakan metodologi kuantitatif, yang diartikan sebagai pendekatan penelitian yang sangat mengandalkan data numerik di seluruh proses penelitian (Machali, 2021).

Variabel independen yang dimasukkan dalam penelitian ini adalah variabel yang dapat ditelusuri kembali sumbernya. Variabel independen penelitian ini adalah faktor kekuatan. Apabila suatu variabel mempengaruhi kehadiran variabel lain, maka dikatakan kedua variabel tersebut berhubungan. Penelitian ini memasukkan PPSDM Migas sebagai variabel terkait. Selain itu, variabel kontrol adalah variabel yang dapat dikelola sedemikian rupa sehingga tetap memberikan dampak terhadap peserta penelitian meskipun faktor lain dikendalikan.

Pada Gambar 2 dapat dilihat flowchart proses penelitian ini. Gambar 3 menunjukkan alur proses mencari faktor daya.

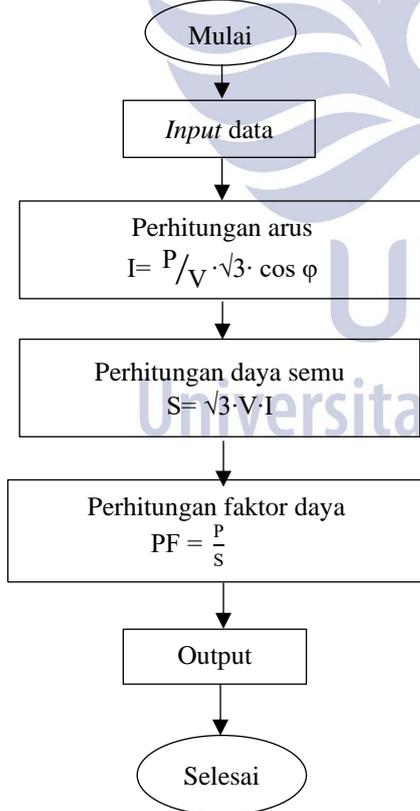
Tahapan *flowchart* penelitian pada Gambar 2 meliputi studi literatur lalu dilanjutkan pengambilan data, setelah mendapatkan data dilanjutkan memasukan data dan dimulai perhitungan faktor daya nya. Setelah mendapatkan hasil dari perhitungn lalu dimasukan pada tabel.

Sedangkan tahapan *flowchart* untuk Gambar 3 dimulai dengan memasukan data terlebih dahulu dilanjutkan menghitung arus nya dengan persamaan (9), setelah mendapatkan hasil arus lalu dilanjutkan menghitung daya semu nya menggunakan persamaan (4), dan terakhir setelah mendapatkan hasil daya semu nya kemudian menghitung faktor daya menggunakan persamaan (1) sehingga diketahui hasil nilai faktor daya nya.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Setelah menemukan hasil dari faktor daya, dilanjutkan dengan menghitung error MSE (*Mean Squarre Error*) sehingga dapat diketahui selisih error perhitungan dengan data pada beban.



Gambar 3 Diagram perhitungan faktor daya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem energi PPSDM Migas banyak yang menggunakan jaringan PLN sejak tahun 2010. Trafo berkapasitas 2.770 kVA yang dapat menurunkan tegangan dari 20kV menjadi 0,38kV menenagai berbagai beban di jaringan PLN. Melalui jaringan yang terhubung dengan PLN dan panel distribusi pada trafo 1, 2, dan 3, listrik akan dialirkan ke gedung-gedung berikut: induk, pengolahan air, pemadam kebakaran, klinik, transportasi, COE, instrumen, bor, PTSA, sertifikasi, laboratorium mekanikal, elektrikal, dasar, tukang las, dan inspeksi. Sebagai rencana cadangan, jaringan distribusi tegangan menengah PPSDM Migas akan mengambil alih dukungan beban apabila jaringan transmisi PLN mati.

Tabel 1 Data Kapasitas Transformator

NO	ID	KVA	KV
1	Transformator 17 Step Up	1.600	0,4/6,1
2	Transformator 18 Step Up	800	0,4/6,1
3	Transformator 19 Step Up	630	0,4/6,1
4	Transformator 1 Step Dwon	500	6,1/0,38
5	Transformator 2 Step Down	500	6,1/0,38
6	Transformator 3 Step Down	630	6,1/0,38
7	Transformator 8 Step Down	630	6,1/0,38
8	Transformator 10 Step Down	200	6,1/0,4
9	Transformator 13 Step Down	630	6,1/0,38
10	Transformator 14 Step Down	200	6,1/0,38

(Sumber: Data Power Plant PPSDM Migas)

Tabel 1 menampilkan kapasitas trafo migas PPSDM secara keseluruhan. Gambar 2 menunjukkan data saluran kabel yang menghubungkan trafo. Pada penelitian ini berfokus pada Unit Kilang yang terletak pada trafo 8.

Tabel 2 Data Saluran Kabel antar Trafo dan nilai R, X.

Kabel	Panjang (Km)	R (Ω)	X (Ω)
Busbar dengan Trafo 1	0,435	0,107	0,041
Trafo 1 dengan Trafo 2	0,145	0,035	0,013
Trafo 2 dengan Trafo 3	0,340	0,063	0,032
Trafo 3 dengan Trafo 4	0,490	0,095	0,121
Trafo 4 dengan Trafo 15	1,765	0,341	0,436
Trafo 15 dengan Trafo 5	1,000	0,193	0,247
Trafo 5 dengan Trafo 12A	1,900	0,367	0,469
Trafo 12A/B dengan Trafo 11	0,195	0,038	0,048
Trafo 11 dengan Trafo 6A/B	0,525	0,101	0,130
Trafo 6A/B dengan Trafo 7	0,920	0,178	0,223
Trafo 7 dengan Trafo 8/10	0,150	0,003	0,037
Busbar dengan Trafo 8/10	0,190	0,046	0,016
Busbar dengan Trafo 9	0,200	0,049	0,019
Busbar dengan Trafo 13	0,200	0,049	0,019
Busbar dengan Trafo 14	0,015	0,004	0,002

(Sumber: Data di PPSDM Migas)

Beberapa sistem kelistrikan yang lain disediakan oleh pembangkit listrik PPSDM Migas. Disediakan dua trafo untuk sistem pembangkit listrik ini, yaitu tegangan keluaran sebesar 400 V yang dihasilkan dari generator dinaikkan menjadi 6.100 V dengan menggunakan trafo step-up, Tegangan rendah 400 V, 380 V, dan 220 V kemudian dibangkitkan dengan menyalurkannya ke trafo distribusi. Beban kilang dan trafo pendukung tambahan 8, 9, 10, 13, dan 14 disuplai oleh sistem tenaga yang didistribusikan oleh generator ini.

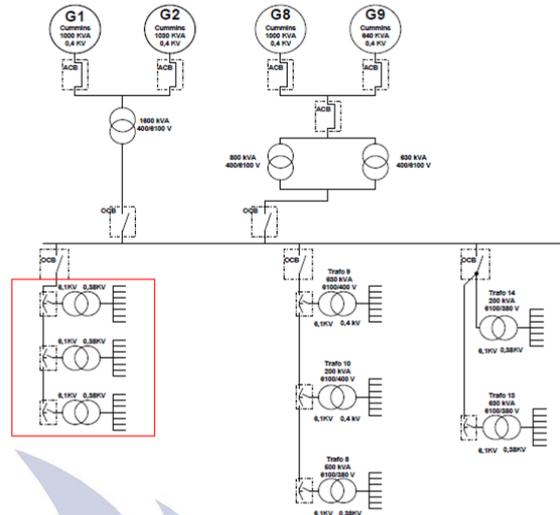
Tabel 3 Data Beban pada Unit Kilang

Beban	Beban Operasi	Beban Terpasang (KW)	Total Operasi (KW)	Panjang (M)	PF
Pompa Boiler	1	2,2	2,2	200	0,83
Pompa Sirkulasi	2	1,5	3	200	0,82
Motor 1	1	7,46	7,46	200	0,86
Reflux C1	1	14,92	14,92	200	0,88
Pompa Feed	1	30	30	200	0,89
Reflux C2	1	30	30	200	0,89
Fuel Oil	1	11	11	200	0,87
Pompa Petrasol	1	12,5	12,5	200	0,87
Pompa Solar	1	45	45	200	0,90
Pompa Residu	1	45	45	200	0,90
Pompa Treating	1	4	4	200	0,85
Soda Treating	1	4	4	200	0,85
Pompa Sirkulasi 2	1	4	4	200	0,85
TOTAL			213,08		

(Sumber: Data di PPSDM Migas)

Data beban pada Refinery Unit diketahui terdapat pada Tabel 3. Gambar 3 menunjukkan faktor daya pada beban trafo 10 pada Refinery Unit yang merupakan satu-satunya tujuan penelitian ini.

Dilanjutkan dengan menghitung faktor daya berdasarkan data yang diperoleh setelah mengumpulkan informasi pada sistem kelistrikan unit kilang PPSDM Migas Cepu.



Gambar 4 Single Line Diagram PPSDM Migas (Sumber: Data PPSDM Migas)

Untuk memulai perhitungan kita dapat mencari arus (I) terlebih dahulu menggunakan persamaan (9) dan menghitung daya semu (S) menggunakan persamaan (4) lalu menghitung faktor daya (PF) nya menggunakan persamaan (1).

Berikut tabel hasil untuk perhitungan faktor daya. Terlihat perbedaan hasil perhitungan dan data dari PPSDM Migas sangat sedikit

Tabel 4 Hasil perhitungan faktor daya

No	Beban	Arus	Daya semu	Faktor daya
1	Pompa Boiler	4 A	2.632 kVA	0.835
2	Pompa Sirkulasi	2.78 A	1.827 kVA	0.821
3	Motor 1	13.1 A	8.611 kVA	0.866
4	Reflux C1	25.7 A	16.915 kVA	0.882
5	Pompa Feed	51.2 A	33.698 kVA	0.89
6	Reflux C2	51.2 A	33.698 kVA	0.89
7	Fuel Oil	19.2 A	12.637 kVA	0.87
8	Pompa Petrasol	21.8 A	14.348 kVA	0.871
9	Pompa Solar	76 A	49.962 kVA	0.90
10	Pompa Residu	76 A	49.962 kVA	0.90
11	Pompa Treating	7.14 A	4.699 kVA	0.851
12	Soda Treating	7.14 A	4.699 kVA	0.851
13	Pompa Sirkulasi 2	7.14 A	4.699 kVA	0.851

Setelah melakukan perhitungan faktor daya, dilanjutkan menghitung error menggunakan metode MSE dengan menggunakan persamaan (10).

Tabel 5 Hasil perhitungan error (MSE)

No	Beban	Hasil perhitungan	Data awal	Error (MSE)
1	Pompa Boiler	0.835	0.83	0.005
2	Pompa Sirkulasi	0.821	0.82	0.001
3	Motor 1	0.866	0.86	0.006
4	Reflux C1	0.882	0.88	0.002
5	Pompa Feed	0.89	0.89	0
6	Reflux C2	0.89	0.89	0
7	Fuel Oil	0.87	0.87	0
8	Pompa Petrasol	0.871	0.87	0.001
9	Pompa Solar	0.90	0.90	0
10	Pompa Residu	0.90	0.90	0

No	Beban	Hasil perhitungan	Data awal	Error (MSE)
11	Pompa <i>Treating</i>	0.851	0.85	0.001
12	Soda <i>Treating</i>	0.851	0.85	0.001
13	Pompa Sirkulasi 2	0.851	0.85	0.001
Hasil perhitungan total MSE $\sum \frac{(At-Ft)^2}{n}$				0.0000249

Terlihat pada perhitungan error MSE terdapat error sebesar 0,0000249% yang berarti hasil perhitungan diatas tergolong baik.

PENUTUP

Kesimpulan

Perhitungan yang dilakukan selama penelitian telah menghasilkan nilai faktor daya pada beban pompa boiler sebesar 0.835, pada beban pompa sirkulasi sebesar 0.821, pada beban motor 1 sebesar 0.866, pada beban *Reflux* c1 sebesar 0.882, pada beban pompa *Feed* sebesar 0.89, pada beban *Reflux* c2 sebesar 0.89, pada beban *Fuel Oil* sebesar 0.87, pada beban pompa *petrasol* sebesar 0.871, pada beban pompa solar sebesar 0.90, pada beban pompa residu sebesar 0.90, pada beban pompa *Treating* sebesar 0.851, pada beban soda *Treating* sebesar 0.851, pada beban pompa sirkulasi sebesar 0.851. Beberapa hasil dari perhitungan yang dilakukan sudah sama atau sesuai dengan data yang ada.

Saran

Saran dan masukan yang mungkin dapat berguna untuk penelitian selanjutnya adalah agar melakukan perbaikan faktor daya atau koreksi faktor daya dengan maksud meningkatkan efisiensi energi listrik dan menekan rugi-rugi daya yang membesar. Serta penggunaan *software* elektronika dapat menghasilkan perhitungan faktor daya yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Kurnia Informatika, N., Komputer, I., Singaperbangsa, U., & Abstrak, K. (2022). *Penerapan Peramalan Penjualan Sembako Menggunakan Metode Single Moving Average (Studi Kasus Toko Kelontong Dedeh Retail)*. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 8(17), 307–316. doi.org/10.5281/zenodo.7076573
- Machali, I. (2021). *Metode penelitian kuantitatif (panduan praktis merencanakan, melaksanakan, dan analisis dalam penelitian kuantitatif)*. In Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan kalijaga.
- Murianto, J., Febrianto, D., Wandy, W., Azmi, F., & Perangin-angin, D. (2020). *Rancang Bangun Alat Uji Pada Perbaikkan Faktor Daya Dengan Capsitor Bank*. JOURNAL OF ELECTRICAL AND SYSTEM CONTROL ENGINEERING, 4(1), 53–62.
- Nurmahandy, K. D., Haryudo, S. I., & Widyartono, M. (2021). *Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Penyulang Barata PT PLN Ngagel Surabaya*. JURNAL TEKNIK ELEKTRO, 10(1), 261–269.
- Pramono, A., Tama, T. J. L., & Waluyo, T. (2021). *Analisis arus tiga fasa daya 197 KVA dengan menggunakan metode uji normalitas kolmogorov-smirnov*. Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer), 4(2), 213–216.
- Purwati, A. (2020). *Metode penelitian hukum teori & praktek*. Jakad Media Publishing.
- Putra, D. A., & Mukhaiyar, R. (2020). *Monitoring Daya Listrik Secara Real Time*. Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika), 8(2), 26–34.
- Setiaji, N., Sumpena, S., & Sugiharto, A. (2022). *Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik*. Jurnal Teknologi Industri, 11(1).
- Ulya, A. U. (2019). *Analisis dan simulasi pengaruh pemasangan capasitor bank untuk perbaikan faktor daya menggunakan simulink pada sistem tenaga listrik di pt. Bogowonto primalaras*. Media ElektriKa, 12(1), 1–11.