

## **Analisis Perancangan Pemasangan *Capasitor Bank* untuk Memperbaiki Nilai Faktor Daya pada Mesin Hartmann di PT. ISM Bogasari Flour Mills Surabaya**

**Mulyadi<sup>1</sup>, Hadi Tasmono<sup>2</sup>, Reza Sarwo Widagdo<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

\*Email : mulmulyadi.2807@gmail.com

### **Abstrak**

Pada penelitian ini mesin Hartman memiliki daya listrik sebesar 466 kW dan menargetkan kenaikan faktor daya menjadi 0,98, dimana pada mesin tersebut membutuhkan kapasitor 500 kVAR dengan menggunakan teknik kompensasi shunt. Metode kompensasi global adalah metode kompensasi yang diterapkan, pemasangan kapasitor dilakukan pada LVMDP. Untuk mensimulasikan hasil perhitungan melalui ETAP sehingga memperoleh selisih dibawah 1% dari hasil simulasi. Hasil perhitungan *break-even point* didapatkan bahwa pengembalian modal pemasangan kapasitor *bank* terjadi pada bulan ke-4 sejak pemasangan panel *capasitor bank*.

**Kata Kunci:** *Break Even Point, Capasitor Bank, Daya listrik, Faktor Daya*

Copyright © (2022) Seminar Hasil Riset dan Pengabdian ke 4

### **PENDAHULUAN**

Perkembangan industri yang meningkat menyebabkan bertambahnya beban dalam sistem tenaga listrik, terutama karena beban induktif yang meningkatkan pemakaian daya reaktif. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan pemasangan kapasitor bank untuk mengatasi beban induktif tersebut (Hajar, 2020) Dalam sistem distribusi, jika sumber daya reaktif di sekitar beban tidak ada, gardu induk akan menanggung semua kebutuhan daya reaktif, menyebabkan penurunan faktor daya dan denda dari PLN. Faktor daya yang rendah menghambat proses produksi, yang sering terjadi di industri karena variasi beban motor (Yani, 2017). Untuk mengoptimalkan sistem tenaga listrik, beberapa metode seperti mendirikan generator terbaru, pengaturan tap trafo,

instalasi auto voltage regulator, dan instalasi kapasitor bank dapat digunakan. Cara lain untuk mengubah nilai jatuh tegangan termasuk memperbesar penampang kawat, mengubah sistem penyulang menjadi tiga fasa, atau menambah penyulang baru (Sungkowo, 2020). Dari berbagai metode, pemasangan kapasitor bank terbukti efektif untuk mengatasi kelebihan kebutuhan daya reaktif, jatuh tegangan, dan meminimalkan rugi tegangan, serta meningkatkan faktor daya. Studi ini mengambil sampel dari Mesin Hartmann PT. ISM Bogasari Flour Mills dengan target faktor daya  $> 0,8$  dan tegangan jatuh  $\pm 10\%$  sesuai PUIL 2011 (SNI, 2011), (Lukman, 2015), (Mafakhir, 2021). Pada dasarnya daya tiga fasa dibagi menjadi tiga yakni S yang merupakan daya semu, P yang merupakan daya aktif dan Q yang merupakan daya reaktif (Widagdo, 2023):

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

$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} \quad (2)$$

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

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (4)$$

$$\cos \varphi = \frac{P \text{ (Watt)}}{S \text{ (VA)}} \quad (5)$$

Dimana,

S = Daya Semu (VA)

P = Daya Aktif (Watt)

Q = Daya Reaktif (VAR)

$\cos \varphi$  = Faktor Daya

Faktor daya dibedakan jadi dua jenis, yaitu faktor daya tertinggal (*lagging*) dan faktor daya mendahului (*leading*) dan masing-masing bergantung pada beban yang digunakan (Suratno, 2019), (Keraf, 2020).

## METODE

Proses pertama adalah dengan melakukan perhitungan yang diberikan dengan cara berikut

### 1. Perhitungan Sederhana

Persamaan ini adalah menghitung daya reaktif dengan cara angka pasti (faktor kali) yang dimasukkan yaitu 0,84 pada beban yang dipakai.

### 2. Perhitungan Kwitansi PLN

Perhitungan ini diperlukan data yang digunakan dari kwitansi yang ditetapkan PLN selama kurun waktu satu periode (dalam kurun waktu 1 tahun).

### 3. Perhitungan Tabel $\cos \varphi$

Perhitungan tabel  $\cos \varphi$  ini bisa dilihat pada tabel  $\cos \varphi$ . Data analisa yang digunakan yaitu total seluruh beban dan faktor daya ( $\cos \varphi$ ).

Proses selanjutnya adalah dengan Studi kelayakan investasi dilakukan untuk menilai apakah investasi layak, terutama dari sisi keuangan dengan persamaan sebagai berikut (Mega, 2021):

$$NPV = -I_0 + (Cf_t \times DF) \tag{6}$$

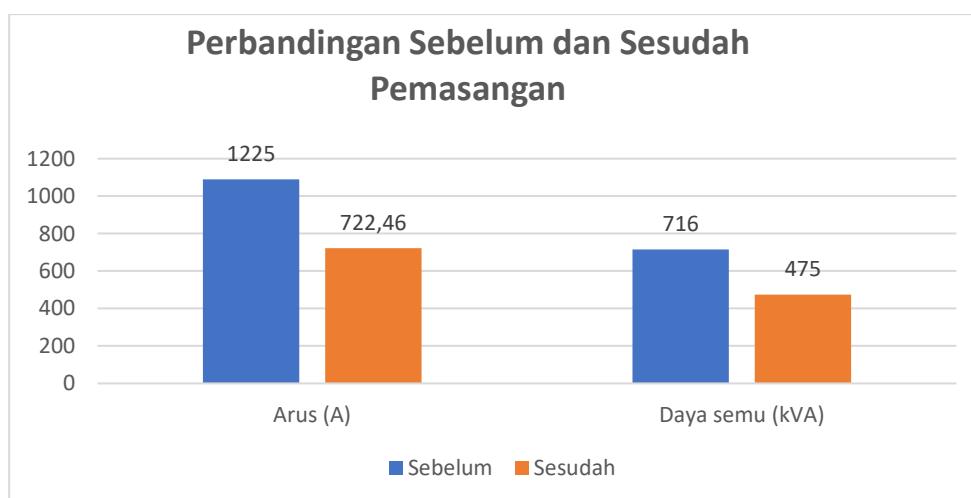
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa faktor daya ( $\cos \varphi$ ) dilakukan pada Mesin Hartmann di PT. ISM Bogasari Flour Mills pada pembangkit PLN dengan daya aktif sebesar 466 kW. Dalam menganalisa nilai faktor daya ( $\cos \varphi$ ) pada saat sebelum pemasangan kapasitor *bank*, terlebih dahulu. Kemudian dihitung faktor daya sehingga dapat ditentukan kapasitor yang cocok.

**Tabel 1.** Perbandingan Daya Sebelum dan Sesudah Diberikan Kapasitor

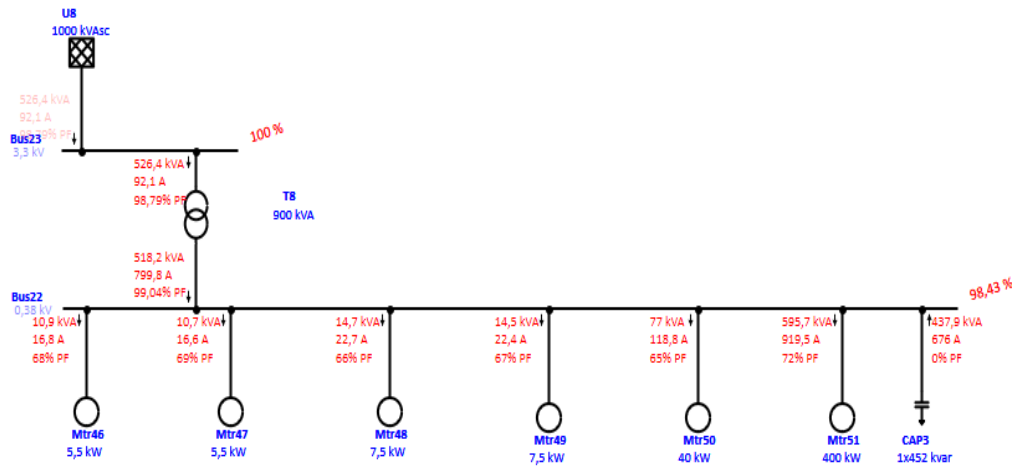
Parameter	Sebelum dipasang kapasitor	Setelah dipasang kapasitor	Daya setelah 1 bulan
Daya Semu	716 kW	475 kW	
Daya Reaktif	543,5 kVAR	288,35 kVAR	8.352 kVARh
Daya aktif	716 kWh	701 kW	134.592 kWh
Arus	1225	722	
Total Kelebihan	48.988,8 kVARh		
Harga Kelebihan	Rp. 54.573.523,-		

Dari tabel perhitungan diatas, pemasangan *capasitor bank* dinilai efisien dari segi ekonomis, yakni terbebasnya denda kelebihan nilai pemakaian kVARh yang telah ditetapkan PLN. Selain daripada itu, pemasangan *capasitor bank* dapat terhindar dari *overload* transformator, *drop voltage* dan terhindar dari naiknya suhu yang ada pada kabel sehingga dapat mengurangi nilai rugi-rugi berdasarkan perhitungan.



**Gambar 1.** Perbandingan Sebelum Pemasangan dan Sesudah Pemasangan

Selanjutnya dilakukan analisis terhadap daya dan arus setelah pemasangan. Pada gambar 1 diatas, menunjukkan bahwa daya semu dan arus pada mesin Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan data yang telah dikumpulkan. Maka selanjutnya adalah melakukan pembuktian dengan menggunakan *software* ETAP.



**Gambar 2.** Simulasi Sistem Kelistrikan Sebelum Pemasangan *Capasitor Bank*

Pada Gambar 2, setelah pemasangan kapasitor bank sebesar 452 kVAR, faktor daya naik menjadi 98% (0.98), sesuai dengan target perhitungan manual dengan selisih kurang dari 10. Sedangkan perhitungan NPV ditunjukkan oleh Tabel 2 berikut

**Tabel 2.** Analisa Break Even Point

Investasi Awal	Bulan ke	NPV
257.000.000	0	202.426.477
257.000.000	1	148.393.232
257.000.000	2	94.894.807
257.000.000	3	41.925.746
257.000.000	4	10.519.410

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan kebutuhan kapasitor pada mesin Hartman di PT. ISM Bogasari yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sebelum pemasangan *capasitor bank*, mesin Hartman di PT. ISM Bogasari Flour Mills Surabaya menggunakan daya reaktif sebesar 543,5 kVAR, dengan pemakaian bulanan mencapai 104.352 kVARh. Faktor daya yang rendah menyebabkan denda bulanan sebesar Rp 54.573.523 dari PLN.

2. Pemasangan kapasitor bank dengan kapasitas 500 kVAR dan kapasitansi 962  $\mu$ F dapat meningkatkan faktor daya mesin Hartman dari 0,65 menjadi 0,98 menggunakan teknik kompensasi *shunt capacitor bank*.
3. Perhitungan *Net Present Value* menunjukkan bahwa *Break Even Point* tercapai setelah 4 bulan sejak pemasangan panel kapasitor bank di mesin Hartman.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih saya ucapkan kepada penulis kedua dan ketiga karena telah memberikan ilmunya dan bimbingannya sehingga makalah ini terselesaikan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hajar, I., & Rahayuni, S. M. (2020). Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank di Plant 6 PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. Unit Citeureup. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 9(1), 8-16.
- Sungkowo, H. (2020). Perencanaan dan Analisis Kelayakan Investasi Proyek Pemasangan Kapasitor Bank Pada Instalasi Pemanfaatan Energi Listrik. *Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi*, 1(1), 77-82.
- A. Yani, P. K. Bank, and A. Yani, "Pemasangan Kapasitor Bank untuk Perbaikan Faktor Daya," *J. Electr. Technol.*, vol. Vol.2 No.3, pp. 31-35, 2017.
- Widagdo, R. S. W., Budiono, G., & Novianto, M. I. (2023). Analysis of Capacitor Bank Installation for Power Quality Improvement at PT. Sunrise Steel. *Wahana*, 75(2), 60-72.
- S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) Amandemen 1," vol. 2011, no. Puil, 2011.
- Lukman, A and Usnan, A. PT. Palm Oil Chemical Asri "Sistem Kelistrikan Pada Kapasitor Bank." vol. 8, no. 2, pp. 23-34, 2015
- A. T. Mafakhir, I. Hadi, and T. Mt, "Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik di PT. Sebastian Citra Indonesia," 2021.
- Suratno, "Analisis Penentuan Daya KVAR Untuk Menghindari Penalty PT. PLN Persero Pada Samarinda Central Plaza," 2019
- A. Keraf, I. Kusuma, and R. Suwodjo Kusumoputro, "Load Flow Analysis Capacitor Bank dengan Metode Kompensasi Individu dan Kompensasi Global," *Jurnal Ilmia GIGA*, vol. 24, no. 1.
- Mega, Purwito, and Ruslan L, "Analisis Penambahan Kapasitor Shunt Untuk Mempebaiki Faktor Daya di Sisi Jaringan Tegangan Rendah di PT. Semen Tonasa Unit V," 2021.