



Simulasi Kapasitor Bank Untuk Efisiensi Daya Listrik Pada PT. Krisna Brass Indonesia

Jeffica Kurnia Rachmanda¹⁾, Adhi Kusmantoro²⁾, Margono³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

¹⁾Email : jeffri.rachmanda88@gmail.com, ²⁾Email : adhiits17@yahoo.com, ³⁾Email : margono.27@gmail.com

Abstrak – Listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis paling utama yang dibutuhkan dalam kehidupan sehari – hari. Selain hal tersebut listrik juga menjadi hal yang tak kalah penting dalam pertumbuhan industri. Kebutuhan energi yang lebih besar untuk industri perlu ditingkatkan, karena pada umumnya energi listrik yang digunakan untuk beban-beban yang bersifat induktif. Misalnya motor-motor induksi dan alat listrik yang memiliki rangkaian magnetik yang membutuhkan arus yang relatif besar sehingga pemakaian daya reaktif akan besar dan pada akhirnya akan menyebabkan menurunnya faktor daya ($\cos \varphi$) dari sistem. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan dalam melakukan analisis studi pemasangan kapasitor bank untuk menanggulangi beban induktif. Kapasitor bank merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang terdiri dari sekumpulan kapasitor yang disambung secara paralel atau seri untuk memberikan kompensasi daya reaktif (Q_c) atau untuk memperbaiki faktor daya listrik. Dalam penelitian ini, peneliti mengambil judul “Simulasi Kapasitor Bank untuk Efisiensi Daya Listrik Pada PT. Krisna Brass Indonesia” yang memiliki tujuan untuk mengetahui besar faktor daya sebelum dan sesudah adanya pemasangan kapasitor bank di PT. Krisna Brass Indonesia dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perhitungan biasa serta dengan simulasi menggunakan software ETAP. Dalam metode ini data yang dibutuhkan adalah daya aktif (P), daya semu (S), faktor daya sekarang ($\cos \varphi_s$), dan faktor daya baru yang diinginkan ($\cos \varphi_b$).

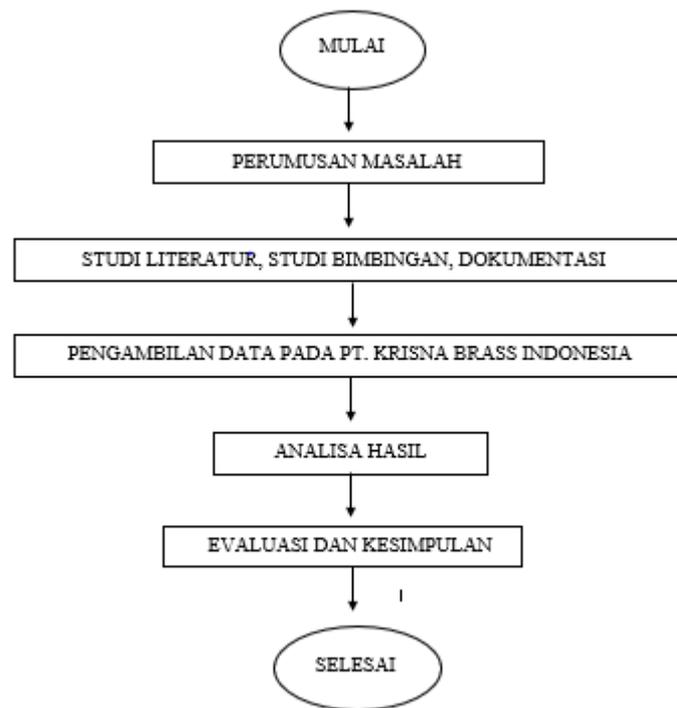
Kata Kunci : Kapasitor Bank, Listrik.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang lebih besar untuk industri perlu diperhatikan, karena pada umumnya energi listrik yang digunakan untuk beban-beban yang sifatnya induktif. Misalnya motor-motor induksi dan alat listrik yang memiliki rangkaian magnetik yang membutuhkan arus yang relatif besar sehingga pemakaian daya reaktif akan besar dan pada akhirnya akan menyebabkan menurunnya faktor daya ($\cos \varnothing$) dari sistem. Oleh karena itu, perlu perencanaan dalam melakukan analisis studi pemasangan kapasitor bank untuk menanggulangi beban induktif. Kapasitor Bank didesain khusus untuk mengoptimalkan pemakaian listrik dengan meningkatkan faktor daya, menyalurkan tegangan dan menurunkan beban arus terutama pada saat tarikan pertama peralatan elektronik yang dapat mencapai 2-3 kali beban normal. Penggunaannya yang luas dari kapasitas rumah tangga, perkantoran, restoran, sampai industri kecil maupun besar dimungkinkan karena Kapasitor bank diproduksi dengan 2 versi yaitu 1 phase dan 2 phase dari 30 ampere sampai 300 ampere (per phase). Kapasitor Bank yang digunakan berkualitas tinggi dan memenuhi standar Internasional IEC 439-3 tahun 1990-12. Meskipun alat ini diaktifkan terus menerus, tidak mengalami panas. Kapasitor Bank tidak akan merusak jaringan listrik yang Ada dan dipasang secara paralel dengan beban setelah MCB, agar dapat menjangkau semua peralatan listrik di rumah pelanggan PLN.

METODE

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemasangan kapasitorbank di PT. KRISNA Brass Indonesia. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif dinamakan metode tradisional, karena metode ini sudah cukup lama digunakan sehingga sudah mentradisi sebagai metode untuk penelitian. Metode ini disebut sebagai metode positivistik karena berlandaskan pada filsafat positivisme. Metode ini sebagai metode ilmiah/scientific karena telah memenuhi kaidah- kaidah ilmiah yaitu konkrit/empiris, obyektif, terukur, rasional, dan sistematis. Ada beberapa tahapan dalam penelitian ini :



Gambar 1. Flowchart desain penelitian

Proses penelitian perlu dilakukan tahapan perancangan. Perancangan yang digunakan penelitian ini adalah identifikasi variabel atau besaran yang digunakan untuk menghitung kompensasi daya reaktif (Q_c) pada PT. Krisna Brass Indonesia dan disusun menggunakan teori dan survei data di lapangan. Berikut tahap yang diperlukan dalam penelitian ini:

1. Tahapan Persiapan

Dalam tahapan ini dilakukan studi literatur untuk penyusunan proposal penelitian dan jika diperlukan revisi proposal penelitian.

2. Tahapan Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan adalah tahapan yang dilakukan dalam pengukuran dan perhitungan kompensasi daya reaktif (Q_c) pada PT. Krisna Brass Indonesia.

3. Tahap Akhir

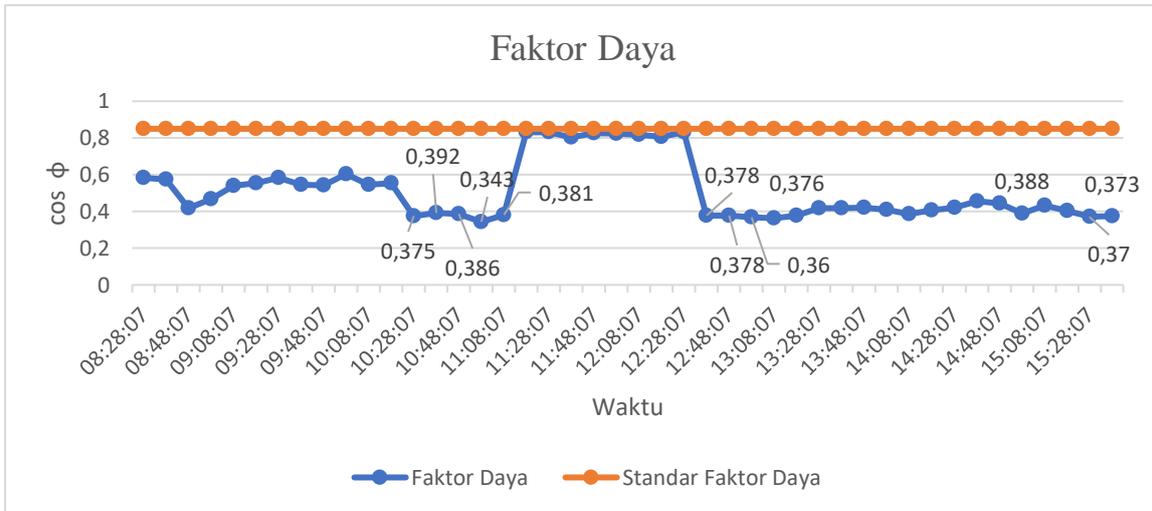
Tahap akhir adalah tahapan penyusunan atau pembuatan laporan penelitian. Tahap penyusunan laporan penelitian dilakukan pada saat penelitian sudah dilakukan dan data yang dibutuhkan sudah terkumpul untuk menganalisa perhitungan kompensasi daya reaktif (Q_c) pada PT. Krisna Brass Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan pada PT. Krisna Brass Indonesia yang terletak di jalan Diponegoro No 85, Desa Kudukeras, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati, Jawa Tengah pada hari jumat tanggal 7 juli 2023 disusun menjadi grafik dengan jarak 10 menit selama 9 jam atau selama pabrik beroperasi didapatkan hasil faktor daya, daya aktif dan daya reaktif sebagai berikut :



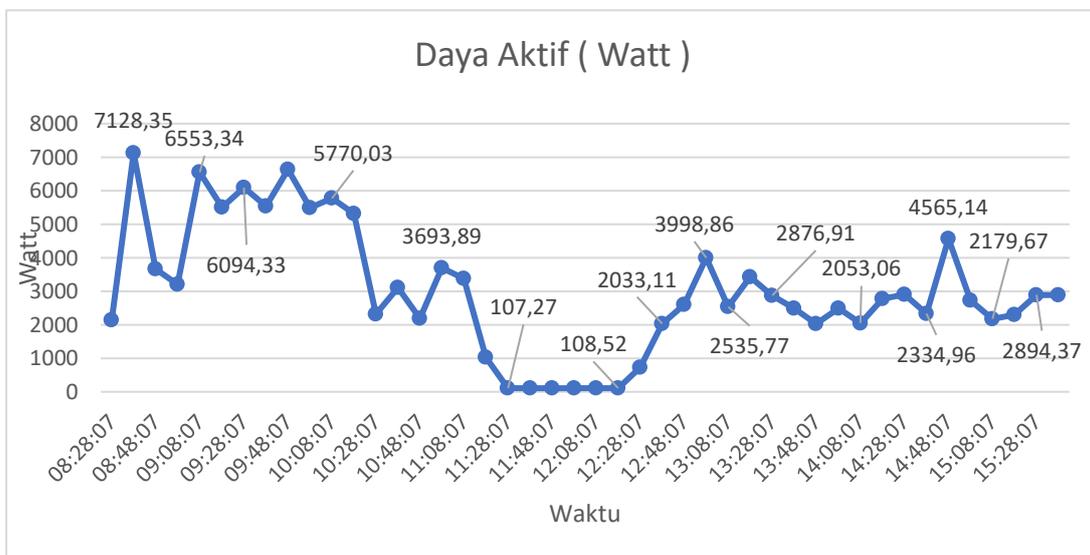
1. Faktor daya



Grafik 1. Faktor daya di PT. Krisna Brass Indonesia

Dari data analisis yang diperoleh dengan nilai faktor daya tertinggi $\cos \varphi = 0,85$ pada pukul 11.28 dan faktor daya terendah $\cos \varphi = 0,36$ pada pukul 12.58. Pada penelitian ini mengambil data faktor daya terendah untuk perhitungan selanjutnya dengan menaikan faktor daya diinginkan menjadi $\cos \varphi = 1$.

2. Daya aktif

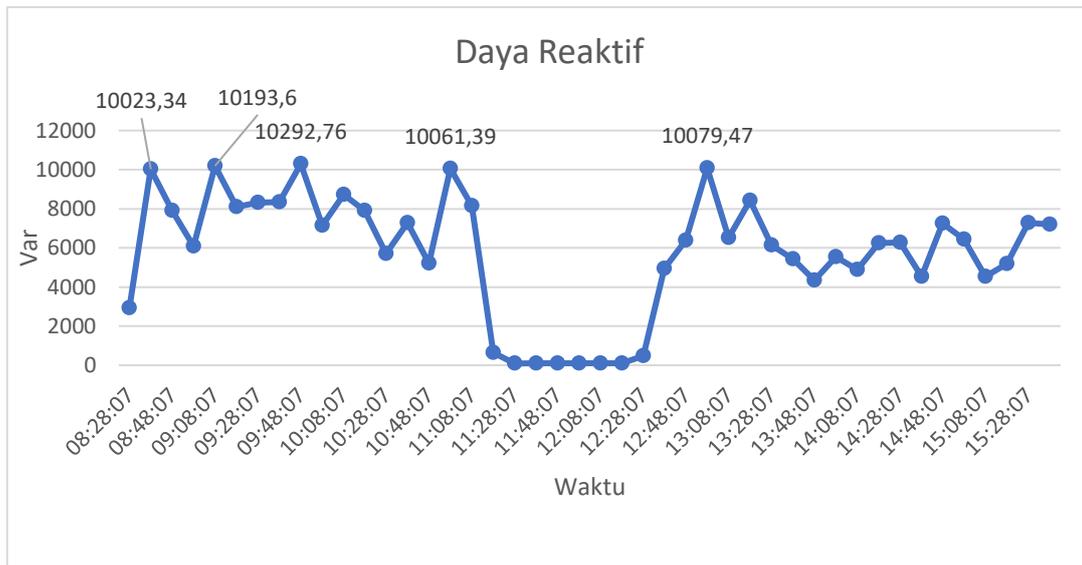


Grafik 2. Daya aktif di PT. Krisna Brass Indonesia

Berdasarkan hasil yang direkam, peneliti mengambil contoh data daya aktif pada pukul 12.58 atau bersamaan pada faktor daya terendah, didapatkan daya aktif 3998,86 watt atau 3,99886 Kilowatt.



3. Daya reaktif



Grafik 3. Daya reaktif di PT. Krisna Brass Indonesia

Berdasarkan hasil yang diperoleh, peneliti mengambil contoh data daya reaktif pada pukul 12.58 atau bersamaan pada faktor daya terendahnya, didapatkan daya reaktif 10079,47 Var atau 10,079 Kvar.

Dalam Penelitian ini perbaikan faktor daya menggunakan metode perhitungan tabel dengan acuan dari Nokian kapasitor dan menentukan kapasitas dari kapasitor yang akan digunakan, diperoleh perhitungan sebagai berikut :

1. Menggunakan metode tabel

Pada PT. Krisna Brass Indonesia menggunakan daya terpasang dari PLN 23 KVA dengan mengambil satu contoh data faktor daya terendah atau minimumnya adalah 0,36 Cos φ, serta pada faktor daya terendahnya berlangsung daya aktif / beban sebesar 3,99886 KW. Selanjutnya dengan menaikkan faktor daya menjadi 1 Cos φ didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

A. Besarnya daya aktif pada faktor daya sekarang Cos φ₁ = 0,36

$$S_1 = 23 \text{ KVA}$$

$$P_1 = 23 \times 0,36 = 8,28 \text{ KW}$$

B. Besarnya daya aktif pada faktor daya dinaikan Cos φ₂ = 1

$$S_2 = 23 \text{ KVA}$$

$$P_2 = 23 \times 1 = 23 \text{ KW}$$

$$P \text{ selisih} = 23 - 8,28 = 14,72 \text{ KW}$$

Dengan Menaikan Faktor daya menjadi 1 maka terjadi penghematan daya aktif sebesar 14,72 KW dan terjadi kenaikan daya untuk beban sebesar 177,8 %

Sedangkan untuk penurunan arus sebagai akibat menaikkan faktor daya dengan perhitungan sebagai berikut :

A. Besarnya arus pada faktor daya sekarang

$$\text{Beban} = 3,99886 \text{ KW}$$



$$\cos \varphi_1 = 0,36$$

$$S_1 = 3,99886 / 0,36 = 11,107 \text{ KVA}$$

$$I_1 = S_1 / \sqrt{3} \times V = 11,107 / \sqrt{3} \times 380 = 11,107 / 1,73 \times 380$$

$$= 11,107 / 657,4 = 0,0168 \text{ KA} = 16,8 \text{ Ampere}$$

B. Besarnya arus pada faktor daya jika $\cos \varphi_1$ dinaikan menjadi 1

$$\text{Beban} = 3,99886 \text{ KW}$$

$$\cos \varphi_2 = 1$$

$$S_2 = 3,99886 / 1 = 3,99886 \text{ KVA}$$

$$I_2 = S_2 / \sqrt{3} \times V = 3,99886 / \sqrt{3} \times 380 = 3,99886 / 1,73 \times 380$$

$$= 3,99886 / 657,4 = 0,0060 \text{ KA} = 6 \text{ Ampere}$$

Perbedaan arus sebelum dan sesudah kenaikan faktor daya sebesar $16,8 - 6 = 10,8$ Ampere.

Besarnya kompensasi yang harus diberikan dalam jaringan listrik pada PT. Krisna Brass Indonesia dihitung sebagai berikut :

A. Cara pertama

$$Q = P_1 \times \text{Faktor pengali}$$

$$= 8,28 \times 2,68 = 22,19 \text{ KVAR} \approx 25 \text{ KVAR}$$

B. Cara kedua

$$\cos \varphi_1 = 0,36$$

$$\tan \varphi_1 = 2,68$$

$$\cos \varphi_2 = 1$$

$$\tan \varphi_2 = 0$$

$$Q = P_1 \times \tan \varphi_1$$

$$= 8,28 \text{ KW} \times 2,68 = 22,19 \text{ KVAR} \approx 25 \text{ KVAR}$$

Dari perhitungan diatas telah didapatkan untuk memperbaiki faktor daya awal $0,36 \cos \varphi$ menjadi faktor daya 1 $\cos \varphi$ dibutuhkan besarnya kompensasi sejumlah 22,19 KVAR atau dibulatkan menjadi 25 KVAR sesuai dengan kapasitas kapasitor yang dijual dipasaran.

Menentukan kapasitas dari kapasitor

Untuk mengetahui kebutuhan kapasitas kapasitor yang akan digunakan. Maka terlebih dahulu menentukan besaran kebutuhan kompensasi daya reaktif, untuk memperbaiki faktor daya semula $0,36 \cos \varphi$ diharapkan menjadi $1 \cos \varphi$ dengan daya aktif sebesar 8,23 Kw. Maka dilakukan perhitungan Daya Reaktif Kapasitor (Q_c) sebagai berikut :

$$Q_c = P \{ \tan (\cos^{-1} \varphi_{\text{awal}}) - \tan (\cos^{-1} \varphi_{\text{target}}) \}$$

$$= 8,23 \{ \tan (\cos^{-1} 0,36) - \tan (\cos^{-1} 1) \}$$

$$= 8,23 \{ \tan (68,8) - \tan (0) \}$$

$$= 8,23 \{ 2,6 - 0 \}$$

$$= 21,398 \text{ Var}$$



Kemudian menentukan Reaktansi Kapasitif (X_c) kapasitor dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X_c &= \frac{(V)^2}{Q_c} \\ &= \frac{(380)^2}{21,389} \\ &= \frac{144400}{21,398} \\ &= 6748,29 \Omega \end{aligned}$$

Dari total daya reaktif yang akan dikompensasi dengan memperbaiki faktor daya yang diharapkan 1 Cos φ . Dapat diperoleh perhitungan kapasitas kapasitor (C) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_c} \\ &= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 6748,29} \\ &= \frac{1}{2118963,06} \\ &= 0,000000471 \text{ F} = 0,471 \mu\text{F} \end{aligned}$$

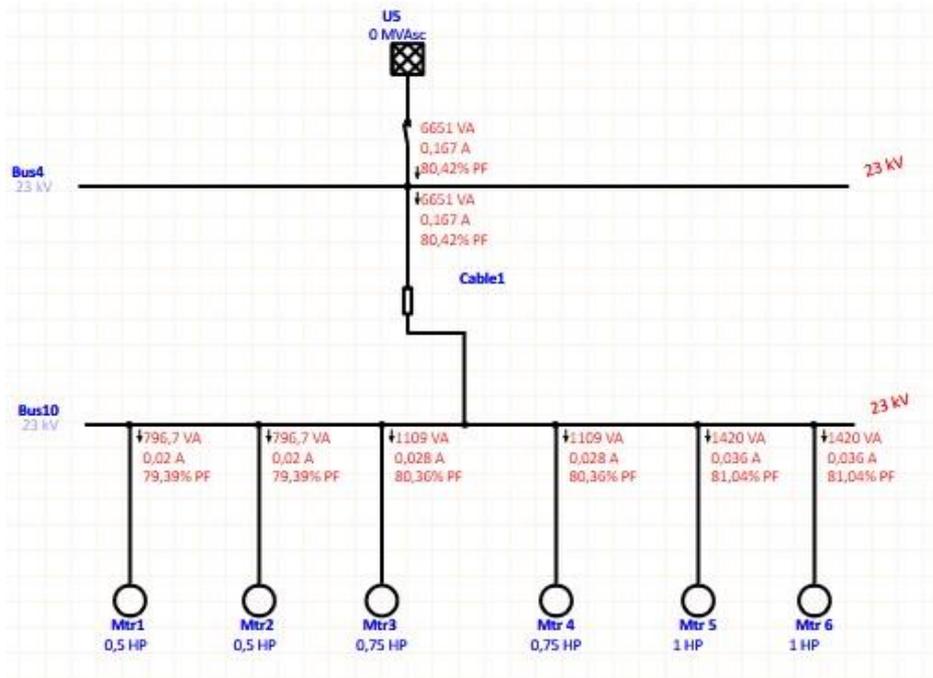
Berdasarkan perhitungan diatas, telah didapatkan untuk memperbaiki faktor daya awal 0,36 Cos φ menjadi faktor daya 1 Cos φ dibutuhkan besarnya kompensasi kapasitas kapasitor sebesar 0,471 μF .

Tabel 1. Perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank.

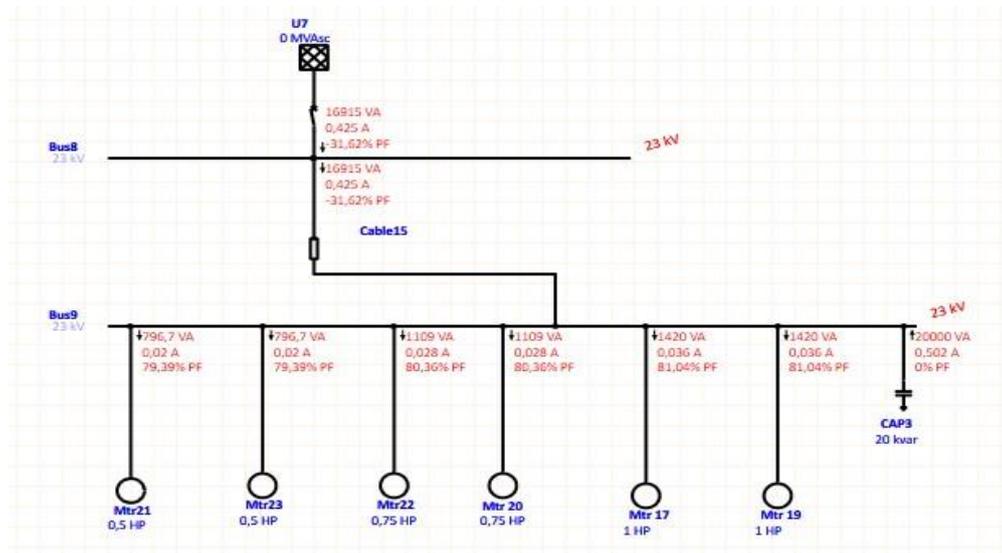
Simbol	Daya sebelum dikompensasi	Daya sesudah dikompensasi
Cos φ	0,36	1
S (Kva)	11,107	3,99886
I (A)	16,8	6
Q (Kvar)	10,079	0,021



2. Simulasi ETAP



Gambar 2. Rangkaian sebelum pemasangan kapasitor bank pada simulasi



Gambar 3. Rangkaian sesudah pemasangan Kapasitor Bank pada simulasi

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PT. KRISNA Brass Indonesia yang terletak di Jln. Diponegoro No.85, Desa Kudukeras, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Bahwa Faktor daya pada PT. KRISNA Brass Indonesia bisa dikatakan dalam kondisi kurang baik, karena dari hasil pengukuran dilapangan mendapatkan hasil sebesar 0,36 Cos φ sedangkan Pln memberikan batas minimal sebesar 0,85 Cos φ . Dengan melakukan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan menaikkan faktor



daya sebesar $1 \cos \varphi$, didapatkan hasil dalam beberapa parameter seperti, nilai Daya reaktif yang sebelumnya 10,079 Kvar turun menjadi 0,021 Kvar, nilai Arus pada mulanya 16,8 A menjadi 6 A, nilai Daya semu bermula 11,107 Kva diturunkan menjadi 3,99886 Kva. Dapat diketahui bahwasannya Dengan menaikkan Faktor daya sesuai yang diharapkan menghasilkan pengoptimalan dan efisiensi pada setiap parameter yang ada.

SARAN

Untuk memperbaiki faktor daya yang ada dapat dilakukan pemasangan kapasitor bank, serta dalam pemasangannya kapasitor bank di paralelkan dengan panel MDP pusat. Dengan nilai sebesar 25 Kvar atau $0,471 \mu\text{F}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. KRISNA Brass Indonesia yang berkenan memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini, sehingga penulis dapat membuat jurnal ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Wildan. (2017, Juli 10). *Sampling & analisis*. From <http://www.sampling-analisis.com/2017/07/cara-menghitung-koefisien-korelasi-r.html?m=1>
- Aleander, V. M. (2006). Daya Aktif.
- Aleander, V. M. (2006). Daya Reaktif.
- Alexander, V. M. (2006). *Daya Listrik*.
- Alexander, V. M. (2006). Daya Semu atau daya Kompleks.
- Awaluddin. (2007). ETAP (Electric Transient and Analysis Program) .
- Bawono, A. N. (2014). Perancangan Ulang Turbin Francis Pembangkit Listrik Mikrohidro (PLTMH) Studi Kasus di Sungai Suku Bajo, Desa Lamanabi, Kecamatan Tanjung Bunga, Kabupaten Flores Timur, NTT. 2014.
- corder, Anthony. (1992). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Deni Almanda, R. K. (2020). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Sistem Distribusi Air di P.T. Astra Honda Motor Plant 5 Karawang. karawang:.
- fauzan_triyo. (n.d.). *toolbar dari elemen-elemen pada ETAP standar IEC dan ANSI*. From https://www.anakteknik.co.id/fauzan_triyo02/articles/sekilas-tentang-software-etap-beserta-tollbarnya
- Ferdianto, A. (2011). Kajian Analisis Efisiensi Keseluruhan Turbin Air Francis pada Tahun 2011 di PLTA Ir. H Djuanda.
- Fritz Dietzel. (1988). *Turbin Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Erlangga.
- Jamaludin, I. K. (2017). Analisis Perhitungan Daya Turbin yang Dihasilkan dan Efisiensi Turbin Uap pada Unit 1 dan Unit 2 di PT. Indonesia Power UBOH UJP Banten 3 lontar.
- M. Jainuri, M.Pd. (2018, Mei 9). *Analisis Of Varians (Anova)*. From <https://www.slideshare.net/jenkelna/materi-p12-parametrik-analisis-of-variens-anova>



- Mulyadi. (2007). *Sistem Perencanaan dan Pengendalian Manajemen*. Jakarta: Salemba Empat.
- Novikaginanto. (2012, 03 24). From Hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan ETAP Power Station: (<https://novikaginanto.wordpress.com/2012/03/24/etap-electric-transient-analysis-program/>)
- Raharjo, S. (2017, Maret 6). *Uji Analisis Korelasi Pearson dengan SPSS*. From <https://www.google.com/search?hl=in-ID&ie=UTF-8&source=android-browser&q=pengujian+korelasi+dispss&client=ms-android-xiaomi-rev1#fpstate=ive&vld=cid:8d461562,vid:jq6N3waOQPU,st:0>
- Rizal, M. (2012). Sifat atau karakteristik Faktor Daya .
- Sankaran, C. (2002). Faktor Daya.
- Setiawan, F.D. (2008). *Perawatan Mekanikal Mesin Produksi*. Yogyakarta: Maximus.
- Siti Suci Murni, a. (n.d.). Analisis Efisiensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Homer (Studi Kasus PLTMH Parakandowo Banjarnegara). 2020.
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. In *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (p. 80).
- Tesa Mutia Anggraini, A. S. (2018). Perhitungan ASR & Efisiensi Internal Steam Turbine (Back Preassure).
- Von Meier Alexander. (2006). Kualitas Daya listrik (Power Quality).
- Wahyudi, B. (2019). Analisis Efisiensi Turbin Uap Terhadap Kapasitas Listrik Pembangkit.
- William P.Creager and Joel D.Justin, S. E. (n.d.). Handbook, Hydroelectric. In S. E. William P.Creager and Joel D.Justin, *Handbook, Hydroelectric* (p. 832). New Work.