



## Analisis Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Meningkatkan Faktor Daya Pada Ruang MCC di PT. X Purwakarta

Yahya Permadi<sup>1</sup>, Dian Budhi Santoso<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Singaperbangsa Karawang

---

### Abstract

Received: 29 November 2023  
Revised: 11 Desember 2023  
Accepted: 18 Desember 2023

*Sebuah pabrik membutuhkan daya listrik yang besar untuk melakukan proses produksinya. Namun dengan banyaknya beban induktif seperti motor listrik membuat daya reaktif yang muncul besar. Daya reaktif yang besar dapat mengakibatkan faktor daya menurun yang akan merugikan perusahaan. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan pemasangan kapasitor bank. Penelitian ini menggunakan metode simulasi pada software ETAP untuk mengetahui pengaruh penggunaan kapasitor bank pada sistem kelistrikan. Hasil dari penelitian ini yaitu perbandingan kondisi ketika sistem kelistrikan menggunakan dan tidak menggunakan kapasitor bank. Nilai faktor daya ( mengalami perubahan dari 0,8 menjadi sebesar 0,9. Terdapat penurunan sebesar 4,4 A pada nilai arus (A). Pada nilai daya aktif terdapat penambahan sebesar 1,7 kW. Dan terdapat penambahan sebesar 1,9 kVA pada nilai daya semu.*

**Keywords:** *Power factor, capacitor bank, ETAP software.*

(\*) Corresponding Author: [yahya.permadi19104@student.unsika.ac.id](mailto:yahya.permadi19104@student.unsika.ac.id)

**How to Cite:** Permadi, Y., & Santoso, D. B. (2023). Analisis Penggunaan Kapasitor Bank Untuk Meningkatkan Faktor Daya Pada Ruang MCC di PT. X Purwakarta. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10437502>.

---

### PENDAHULUAN

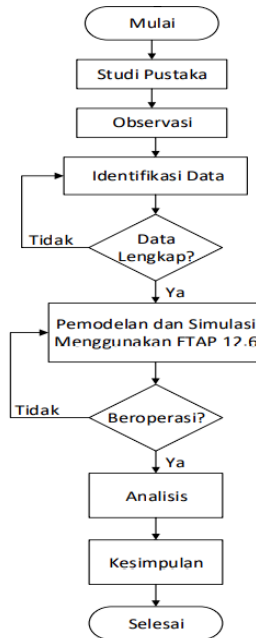
Dalam proses produksinya, sebuah pabrik membutuhkan daya listrik yang besar. Terlebih pada setiap bagian proses produksi memiliki beban induktif yang pada umumnya berasal dari motor listrik. Pada sistem kelistrikan industri, operasi ekonomis sangat dipengaruhi oleh kondisi beban. Peralatan listrik seperti motor listrik membutuhkan daya reaktif yang besar sehingga akan mempengaruhi nilai faktor daya [1].

Motor listrik menghasilkan beban induktif yang membutuhkan daya reaktif sebagai induksi awal magnet stator agar dapat terjadi gaya gerak mekanik terhadap rotor. Dengan adanya beban tersebut mengakibatkan turunnya faktor daya dan jatuh tegangan sehingga terjadi rugi-rugi daya pada sistem kelistrikan [2]. Pada pelaku industri, faktor daya yang rendah akan sangat merugikan karena menyebabkan jatuh tegangan dan rugi-rugi daya. Pemasangan kapasitor menjadi salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut [3]. Untuk mengatasi hal tersebut, penggunaan kapasitor bank dapat menjadi salah satu solusinya.

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu: (1) Memahami apa itu kapasitor bank; (2) Mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan kapasitor bank terhadap faktor daya; (3) Mengetahui perbandingan antara menggunakan kapasitor bank dengan tidak menggunakan dengan software ETAP.

Objek penelitian ini yaitu ruangan Motor Control Center (MCC) salah satu pabrik di Purwakarta. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan melakukan

simulasi sistem kelistrikan menggunakan software ETAP. Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu: 1. Observasi dan pengumpulan data. Data yang dimaksud yaitu data ruangan MCC, single line diagram, data trafo distribusi, dan data kapasitor bank; 2. Membuat pemodelan dengan single line diagram pada software ETAP; 3. Menginput nilai-nilai data yang telah diperoleh ke dalam simulasi; 4. Melakukan analisis



Gbr. 1 Flowchart tahapan penelitian

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Daya dan Faktor Daya

Daya merupakan jumlah energi listrik yang mengalir tiap satuan waktu. Daya memiliki satuan internasional yaitu watt yang diambil dari nama pencetusnya James Watt. Daya listrik dapat dirumuskan dalam bentuk sebagai berikut.

$$(3.1)$$

Pada rangkaian listrik, ketika sumber tegangan dihubungkan dengan beban maka terdapat arus yang mengalir diantaranya. Dengan menerapkan rumus energi pada rumus daya, maka akan diperoleh:

$$(3.2) [4]$$

Kemudian apabila menerapkan hukum ohm pada rumus daya, akan diperoleh:

$$\text{Daya (P)} = V.I = (I.R).I = \quad (3.3) [5]$$

Pada sistem kelistrikan arus bolak balik, terdapat istilah yang dikenal dengan segitiga daya. Segitiga daya ini digambarkan dalam bentuk segitiga siku-siku. Tiga jenis daya tersebut yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu [2].

Daya aktif (P) merupakan daya yang sebenarnya digunakan oleh beban dengan diserap dan mengubahnya menjadi energi lain. Daya aktif mempunyai satuan Watt (W). Pada segitiga daya, daya aktif dituangkan dalam bentuk sisi mendarat.

a. Daya aktif 1 phasa  
(3.4)

b. Daya aktif 3 phasa  
(3.5)

Daya reaktif (Q) merupakan daya yang diserap oleh beban yang memiliki lilitan atau kumparan dan diubah menjadi medan magnet pada motor atau trafo. Daya reaktif mempunyai satuan volt-ampere-reaktif (VAR). Pada segitiga daya, daya reaktif dituangkan dalam bentuk sisi tegak.

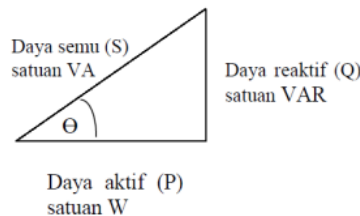
a. Daya reaktif 1 phasa  
(3.6)

b. Daya reaktif 3 phasa  
(3.7)

Daya semu (S) merupakan daya yang dibangkitkan dari pembangkit listrik dan kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi. Daya ini merupakan penjumlahan atau gabungan antara daya aktif dan daya reaktif yang memiliki satuan volt-ampere (VA). Pada segitiga daya, daya semu dituangkan dalam bentuk sisi miring.

a. Daya semu 1 phasa  
(3.8)

b. Daya semu 3 phasa  
(3.9) [6]



Gbr. 2 Segitiga daya

Hubungan ketiga besaran daya tersebut dinyatakan dalam persamaan:  
(3.10)

atau  
 $S = P + j Q$  (3.11)

Pada segitiga daya, terdapat sudut antara daya semu (S) dan daya aktif (P) yang diberi simbol  $\phi$ . Sudut inilah yang memberikan nilai pada faktor daya. Faktor daya disimbolkan dengan  $\cos \phi$  yang merupakan perbandingan antara daya semu dan daya aktif atau nyata. Faktor daya memiliki rentan nilai antara 0 hingga 1. Semakin mendekati nilai 1 maka akan semakin baik nilai faktor dayanya.

(3.12) [7]

#### B. Kapasitor Bank

Kapasitor bank adalah sekumpulan beberapa kapasitor yang disambung secara paralel untuk memperbaiki kualitas daya listrik dengan menaikkan faktor daya ( $\cos \phi$  /  $\cos \phi$ ). Besaran yang dipakai untuk kapasitor ini adalah Kilo Volt Ampere Reaktif (kVAR). Kapasitor memiliki sifat listrik yang kapasitif sehingga mempunyai sifat mengurangi / menghilangkan terhadap sifat induktif. Dengan dasar inilah nilai faktor daya dapat diperbaiki [8].



Gbr. 3 Kapasitor bank shunt

Kapasitor Bank merupakan komponen yang berfungsi untuk menghasilkan daya reaktif untuk mengkompensasi kebutuhan daya reaktif pada beban. Dimana peralatan listrik yang sering digunakan dan dijumpai memiliki karakteristik induktif, sehingga untuk menyeimbangkan karakteristik beban tersebut perlu digunakan kapasitor yang berperan sebagai beban kapasitif.

Untuk jaringan distribusi yang bebannya berupa industri yang banyak menggunakan motor listrik, maka faktor daya beban menjadi rendah. Bila faktor daya rendah, maka daya semu yang harus dikirim dari sumber untuk melayani daya nyata beban menjadi lebih besar. Hal ini mengakibatkan arus yang mengalir pada jaringan menjadi besar juga. Untuk memperkecil arus jaringan, dapat dilakukan dengan menaikkan faktor daya beban. Menaikkan faktor daya dengan cara menambah Kapasitor Bank pada bus beban. Dengan faktor daya yang lebih tinggi, maka arus yang mengalir pada jaringan untuk melayani daya nyata beban dapat berkurang. Dengan demikian turun tegangan dan rugi daya yang terjadi pada jaringan akan berkurang [9].

Untuk memperbaiki faktor daya pada umumnya menggunakan kapasitor statik. Kapasitor ini memiliki instalasi pemeliharaan yang terbilang sederhana. Kapasitor ini juga dapat diletakan pada dinding ataupun tiang penyangga apabila tidak tersedia permukaan datar [10].

Berikut ini adalah beberapa kegunaan dari kapasitor bank:

- 1) Memperbaiki Power Factor (faktor daya) PF
  - 2) Mensuply daya reaktif sehingga mamaksimalkan penggunaan daya komplek (KVA)
  - 3) Mengurangi jatuh tegangan (Voltage drop)
  - 4) Menghindari kelebihan beban transformer
  - 5) Memberikan tambahan daya tersedia
  - 6) Menghindari kenaikan arus/suhu pada kabel
  - 7) Menghemat daya / efesiensi
  - 8) Mengawetkan instalasi & Peralatan Listrik
  - 9) Kapasitor bank juga mengurangi rugi-rugi lainnya pada instalasi listrik.
- C. Software ETAP



Gbr. 4 Software ETAP

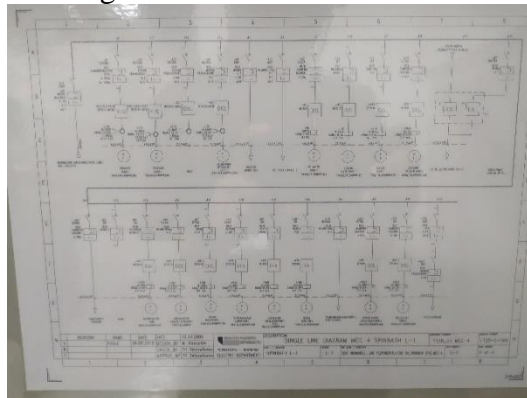
Software ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan program yang menawarkan solusi yang paling komprehensif untuk desain, simulasi, dan analisis pembangkitan, transmisi, dan distribusi listrik untuk sebuah sistem tenaga listrik yang besar.

ETAP telah dirancang dan dikembangkan oleh para insinyur untuk para insinyur untuk menangani beragam disiplin sistem tenaga untuk spektrum industri yang luas dalam satu paket terintegrasi dengan beberapa tampilan antarmuka seperti jaringan AC dan DC, jalur kabel, jaringan tanah, GIS, panel, busur flash, WTG, koordinasi atau selektivitas perangkat pelindung, dan diagram sistem kontrol AC dan DC.

Salah satu kemampuan software ETAP adalah mensimulasikan studi aliran beban suatu jaringan listrik. Berdasarkan simulasi yang dilakukan pada software ETAP maka akan diketahui besarnya rugi-rugi daya dan kondisi profil tegangan pada sistem tenaga listrik. Salah satu manfaat dari analisis aliran beban yaitu dengan diketahuinya nilai tegangan, arus dan daya, maka dapat dilakukan sebuah analisis system tenaga yang digunakan untuk meminimalkan rugi-rugi daya yang terjadi dan memperbaiki profil tegangan yang ada [11].

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

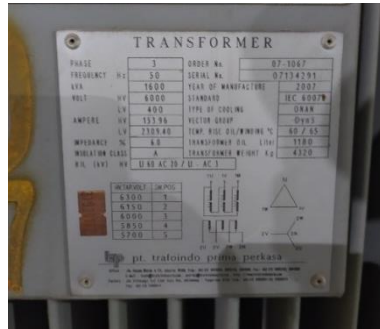
#### A. Single Line Diagram



Gbr. 5 Single line diagram

Pada single line diagram di atas, menunjukkan bahwa tegangan sebesar 6 kV dari incoming trafo diturunkan menjadi 0.4 kV. Kemudian masuk ke pengaman Air Circuit Breaker (ACB) menuju ke setiap panel pada ruang MCC.

#### B. Data Trafo Distribusi



Gbr. 6 Data trafo distribusi

Adapun spesifikasi trafo distribusi yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Manufacture: PT. Trafindo Prima Perkasa
2. Frekuensi: 50 Hz
3. Rate Power: 1600 kVA
4. Voltage: 6kV/0.4kV
- C. Data Kapasitor Bank

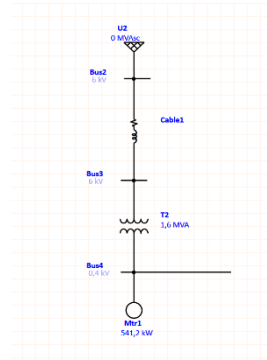


Gbr. 7 Data kapasitor bank

Adapun spesifikasi kapasitor bank yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Merk: ABB
2. Kapasitas: 50 kvar
3. Unit: 5 unit per bank
4. Frekuensi: 50 Hz
- D. Simulasi ETAP

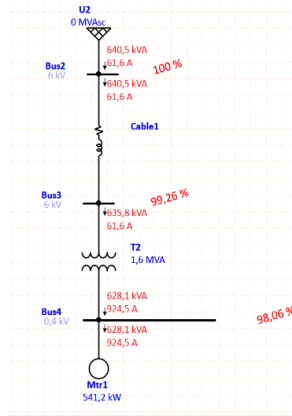
Adapun cara lain untuk menganalisa drop tegangan pada ruang MCC yaitu menggunakan software ETAP. Namun, terlebih dahulu dibutuhkan data – data peralatan yang akan dianalisa seperti data motor, trafo, kabel dan lain sebagainya. Selanjutnya melakukan run pada program tersebut, dan bila masih terdapat error yang menandakan program tidak dapat di run maka lakukan analisa ulang terhadap data – data peralatan, hubungan setiap komponen dan komponen lainnya, serta hal lain yang menyebabkan error pada program tersebut. Berikut single line diagram spinbath panel 7 line 2 menggunakan software Etap:



Gbr. 8 Single line diagram MCC

1) Sebelum pemasangan kapasitor bank

Selanjutnya melakukan run pada program tersebut, dan bila masih terdapat error yang menandakan program tidak dapat di run maka lakukan analisa ulang terhadap data – data peralatan, hubungan setiap komponen dan komponen lainnya, serta hal lain yang menyebabkan error pada program tersebut. Berikut hasil simulasi sebelum pemasangan kapasitor bank.



Gbr. 9 Hasil simulasi sebelum pemasangan kapasitor bank

Tabel 1. Hasil simulasi sebelum pemasangan kapasitor bank

Kondisi	Sebelum			
	$\cos \varphi$	Arus (A)	Daya Aktif (kW)	Daya Semu (kVA)
Sebelum pemasangan kapasitor	0,80	790,1	456,6	537,2

Kondisi Sebelum

Arus (A)      Daya Aktif (kW)      Daya Semu (kVA)  
 Sebelum pemasangan kapasitor 0,80    790,1    456,6    537,2

2) Setelah pemasangan kapasitor bank

Selanjutnya, untuk memperbaiki jatuh tegangan pada jaringan tersebut dipasang sebuah kapasitor bank dengan setting seperti berikut.

Tegangan kerja : 0,4 kV

Kvar / bank : 50



menjadi 458,3 kW ketika sesudah pemasangan kapasitor. Dan terdapat penambahan sebesar 1,9 kVA, yaitu pada sebelum pemasangan kapasitor sebesar 537,2 kVA berubah menjadi 539,1 kVA ketika sesudah pemasangan kapasitor.

## KESIMPULAN

- 1) Kapasitor bank merupakan komponen listrik berupa beberapa kapasitor yang disusun untuk meningkatkan faktor daya. Kapasitor memiliki sifat listrik yang kapasitif sehingga mempunyai sifat mengurangi/menghilangkan terhadap sifat induktif. Dengan dasar inilah nilai faktor daya dapat diperbaiki. Besaran yang dipakai untuk kapasitor adalah kilo volt amper reaktif (kVAR).
- 2) Pengaruh kapasitor bank terhadap faktor daya yaitu untuk menyeimbangkan karakteristik beban yang induktif yang membuat faktor daya beban menjadi rendah. Beban induktif banyak menyerap daya reaktif dan dengan adanya kapasitor bank ini, daya reaktif itu akan dikompensasi. Sehingga daya aktif yang akan diserap oleh beban dapat bertambah.
- 3) Pada hasil simulasi menggunakan *software* ETAP terdapat beberapa perubahan yang terjadi. Nilai faktor daya ( $\cos \varphi$ ) mengalami perubahan dari 0,8 menjadi sebesar 0,9. Terdapat penurunan sebesar 4,4 A pada nilai arus (A). Pada nilai daya aktif terdapat penambahan sebesar 1,7 kW. Dan terdapat penambahan sebesar 1,9 kVA pada nilai daya semu.

## REFERENSI

- P. Mardiono, "Studi Kelayakan Kapasitor Bank Pada Sistem Kelistrikan PT Bintang Gasing Persada," Universitas Tridinanti Palembang, Palembang, 2020.
- M. P. dan R. L., "Analisis Penambahan Kapasitor Shunt untuk Memperbaiki Faktor Daya pada Sisi jaringan Tegangan Rendah di PT Semen Tonasa Unit V," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, pp. 110-115, 2021.
- W. N. Hardiranto, H. Gusmedi, L. Hakim and K. , "Optimasi Perbaikan Faktor Daya dan Drop Tegangan Menggunakan Kapasitor Bank Line 5 PT Bukit Asam," *Konferensi Ilmiah Nasional Mahasiswa Indonesia*, pp. 24-30, 2017.
- T. Linsley, *Instalasi Listrik Tingkat Lanjut*, Jakarta: Erlangga, 2004.
- L. dan E. C., *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Jakarta: Erlangga, 1993.
- C. Cekdin dan T. Barlian, *Transmisi Daya Listrik*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2013.
- E. dan J. A., *Rangkaian Listrik 1 Edisi Kedua*, Jakarta: Erlangga, 1995.
- I. Hajar dan S. M. Rahayuni, "Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank di Plant 6 PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. Unit Citeureup," *Jurnal Ilmiah Setrum*, vol. 9, pp. 8-16, 2020.
- D. B. Santoso, *Modul Praktikum Sistem Tenaga Listrik*, Karawang: Teknik Elektro Universitas Singaperbangsa Karawang, 2020.

- M. Neidle, *Teknologi Instalasi Listrik*, Jakarta: Erlangga, 1991.
- D. A. Basudewa, W. Aribowo, M. Widyartono dan A. C. Hermawan, “Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Pada Gedung IDB Laboratory Unesa,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 09, pp. 697-707, 2020.