

Analisis Kapasitor Bank Untuk Memperbaiki Tegangan

Taufik Barlian¹, Yosi Apriani², Nina Savitri³, Muhammad Hurairah⁴

^{1,2,3,4}Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang

barlian.taufik72@gmail.com¹, yosi_apriani@um-palembang.ac.id², ninasavitriiii@gmail.com³, m.hurairah.st@gmail.com⁴

Received 26 Juni 2020 | Revised 31 Agustus 2020 | Accepted 19 September 2020

ABSTRAK

Listrik yang akan disalurkan kekonsumen melalui sistem tenaga listrik yang terdiri dari beberapa sub sistem yaitu pembangkit, transmisi, dan distribusi. Penyulang Gurami Gardu Induk Kedukan mengalami penurunan tegangan pada 4 bus yaitu 43, 45, 47, dan 49. Dengan nilai penurunan bus 43 sebesar 19,599 kV, bus 45 sebesar 19,596 kV, bus 47 sebesar 19,595 kV, dan bus 49 sebesar 19,594 kV. Bus- bus tersebut mengalami penurunan dengan kondisi marginal (2%). Cara meningkatkan tegangan pada Bus dapat dilakukan dengan cara menambahkan kapasitor bank yang berfungsi meningkakan tegangan pada bus, dengan cara menaikkan faktor daya beban dari 0,85 menjadi 0,95 pada bus 43, 45, 47, dan 49. Penelitian ini menggunakan metode segitiga daya, Metode ini dipakai jika data yang diketahui adalah daya aktif (P) dan daya nyata (S) serta power factor sebenarnya ($\cos\phi_1$) dan power factor yang diinginkan ($\cos\phi_2$). Adapun hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa setelah dipasang kapasitor bank pada bus yang mengalami penurunan terjadilah peningkatan tegangan dengan nilai peningkatan di bus 45 sebesar 19,62 kV, bus 45 sebesar 19,617 kV, bus 47 sebesar 19,616 kV, dan bus 49 sebesar 19,615 kV. Pada saat bus-bus yang mengalami penurunan (43,45,47, dan 49) dipasang kapasitor bank maka terjadinya peningkatan tegangan pada bus- bus tersebut sehingga mengakibatkan peningkatan tegangan kembali.

Kata kunci: Kapasitor Bank, Faktor Daya, ETAP, Segitiga Daya

ABSTRACT

Electricity is channeled to consumers through an electric power system consisting of several sub-systems, namely generation, transmission, and distribution. The Kedukan substation feeder Gurami feeder experienced a decrease in voltage on 4 buses namely 43, 45, 47, and 49. With a reduction in bus 43 of 19,599 kV, bus 45 of 19,596 kV, bus 47 of 19,595 kV, and bus 49 of 19,594 kV. The buses have decreased with marginal conditions (2%). How to increase the voltage on the bus can be done by adding a capacitor bank that serves to increase the voltage on the bus, by increasing the load power factor from 0.85 to 0.95 on buses 43, 45, 47, and 49. This study uses the triangle power method, This method is used if the data known are active power (P) and real power (S) as well as the actual power factor ($\cos\phi_1$) and the desired power factor ($\cos\phi_2$). The results showed that after the capacitor bank was installed on the bus that experienced a decrease there was an increase in voltage with an increase in value of bus 45 of 19.62 kV, bus 45 of 19,617 kV, bus 47 of 19,616 kV, and bus 49 of 19,615 kV. When the declining buses ((43,45,47 and 49) are installed with bank capacitors, an increase in voltage on these buses results in an increase in voltage again.

Keywords: Bank Capacitors, Power Factors, ETAP, Power Triangle

I. PENDAHULUAN

Pembagian jaringan distribusi, bisa diperkecil menjadi dua bagian, yang pertama yaitu disebut dengan Jaringan Distribusi Primer dan yang kedua disebut dengan jaringan Listrik. Distribusi Sekunder. Untuk tegangan 20 KV, 12 KV, 6 KV digunakan pada tegangan berdistribusi primer. Kondisi seperti ini terjadi kerana gardu distribusi menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan rendah di jaringan distribusi pokok yang nilai nya sebesar 380/220 V, selanjutnya tentu saja akan di transmisikan menuju konsumen. (Hakim, 2014)

Faktor daya beban akan menjadi rendah, hal itu banyak terjadi di jaringan distribusi yang bebannya industri yang sangat banyak menggunakan motor-motor listrik. Jangan sampai membiarkan kondisi faktor daya yang rendah, karena kondisi ini sangat merugikan di jaringan. Cara yang baik untuk mengatasi kondisi faktor daya rendah adalah mengkondisikan daya semu untuk melayani daya nyata, dengan cara mengirim daya semu dari sumber. Tidak bisa dihindari kondisi ini juga menyebabkan arus yang mengalir pada jaringan menjadi lebih besar juga. Untuk menurunkan arus pada jaringan bisa dilakukan dengan cara meningkatkan faktor daya pada beban. Tentu saja kondisi ini menyebabkan kita harus menaikkan faktor daya dengan cara menambahkan kapasitor Bank pada Bus Beban. Apabila terjadi kondisi faktor daya yang lebih menjadi tinggi, maka akan terjadi arus yang mengalir pada jaringan untuk melayani daya nyata beban dapat

berkurang. Kondisi ini akan menyebabkan rugi daya yang terjadi serta tegangan yang menurun menjadi mengecil atau berkurang. (Julius Sentosa Setiadji, 2008)

Untuk mentransmisikan energi listrik dari pusat pembangkit ke gardu distribusi menggunakan saluran transmisi, tegangan yang digunakan menggunakan tegangan tinggi dan tegangan menengah. Pada sistem distribusi tegangan menengah tiga fasa tanpa penghantar netral atau nol, sehingga memiliki tiga kawat. Yang membedakan dengan kondisi tegangan rendah yang mempergunakan suatu penghantar yang bersifat netral atau nol, sehingga terdapat empat kawat.. (Cekmas & Taufik, 2013)

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi sangat dibutuhkan dalam sistem tenaga listrik, fungsi dari sistem distribusi sendiri adalah untuk penyaluran tenaga listrik dari sumber daya listrik yang dayanya besar (Bulk Power Source) menuju ke pemakai atau beban. Distribusi tenaga listrik sendiri berguna untuk; 1) penransmisisn atau pembagaian tenaga listrik ke konsumen (pelanggan), dan 2) adalah bagian atau sub tenaga listrik yang terkoneksi langsung dengan pelanggan, oleh karena itu daya pada center pemakai (pelanggan) memang berhubungan langsung melalui jaringan distribusi.

Untuk menyalurkan daya listrik dari pusat pembangkit ke pemakai atau konsumen diperlukan jaringan tenaga listrik.. Dilihat dari fungsinya, pembagian jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi dua yaitu : jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Untuk jaringan dari transformator gardu induk ke gardu distribusi disebut dengan “ jaringan distribusi primer”, atau yang lebih dikenal dengan sebutan jaringan tegangan menengah, sedangkan untuk menyalurka tegangan listrik dari trafo gardu distribusi hingga ke konsumen disebut dengan jaringan distribusi sekunder, yang lebih dikenal dengan jaringan tegangan rendah. Indonesia memakai tegangan 20 kV untuk jaringan tegangan menengah. (Nolki Jonal Hontong, 2015)

B. Resistansi Saluran

Nilai suatu tahanan saluran transmisi sangat dipengaruhi oleh suhu, resistivitas, konduktor, dan juga *skin effect* atau efek kulit. Dan perlu kita ketahui bahwa tahanan adalah penyebab utama akan timbulnya susut tegangan pada saluran transmisi adalah tahanan. Dari sisi fungsinya dikenal dua macam tahanan, yaitu tahanan arus bolak-balik dan tahanan arus searah. Sedangkan untuk melihat kondisi suatu tahanan arus searah itu bisa dengan melihat nilai resistivitas material konduktor. (Yani, 2017)

C. Daya Aktif

Daya yang bisa digunakan untuk menghidupkan atau menggerakkan motor-motor. Misalnya : gerakan motor listrik atau mekanik. Daya aktif ini merupakan hasil dari besar tegangan yang kemudian dikalikan dengan besaran arus dan dikalikan lagi, atau berbanding lurus dengan faktor dayanya. (Deni Almada, 2019)

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \quad (1)$$

Dengan :

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan yang mengalir (KV)

I = Besar arus yang mengalir (A)

φ = Faktor Kerja (Standard PLN 0,85)

D. Daya Reaktif (Q)

Daya yang tidak digunakan dalam sistem tenaga listrik, itulah daya reaktif. Menurut (Akbar Abadi, 2015) persamaan rangkaian 3 Phasa bisa digambarkan seperti formulasi berikut ini.

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \varphi \quad (2)$$

Dengan :

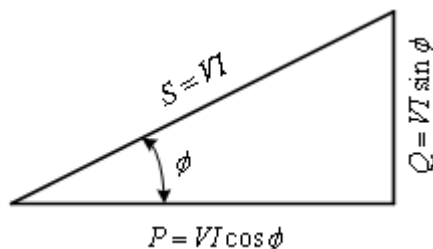
Q = Daya Reaktif

V = Tegangan yang mengalir (KV)

I = Besar Arus Yang Mengalir (A)

E. Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan keadaan yang menggambarkan kondisi daya kompleks, daya aktif dan daya reaktif. sketsa dari segitiga daya yang bersifat induktif dengan sudut antara daya kompleks dan daya aktif adalah θ . Komponen- komponen segitiga daya meliputi : Daya aktif, Daya Reaktif, Daya Kompleks, Faktor daya (power factor). (Muhammad Chanif, 2014)



Gambar 1. Segitiga Daya

F. Perbaikan Faktor Daya

Apakah fungsi perbaikan faktor daya, untuk meningkatkan kualitas listrik yang awalnya berkualitas rendah, menjadi memiliki kualitas yang lebih baik lagi. Untuk beban yang berupa motor pada industri memiliki sifat beban induktif. Untuk mengubah faktor daya yang rendah ke faktor daya yang lebih baik pada beban motor adalah dengan menambahkan kapasitor pada beban motor tersebut yang dipasang secara parallel. (Cekdin & Barlian, 2013) .

Besar harga daya kompleks dan daya reaktif pada faktor daya sebelum pemasangan kapasitor adalah :

$$S_1 = \frac{P}{p.f_1} = \frac{P}{\cos \theta_1} \tag{3}$$

$$Q_1 = S_1 \sin \theta_1 = \left(\frac{P}{\cos \theta_1} \right) \sin \theta_1 = P \tan \theta_1 \tag{4}$$

Besar Harga daya kompleks dan daya reaktif pada faktor daya untuk perbaikan atau sesudah pemasangan Kapasitor adalah :

$$S_2 = \frac{P}{p.f_2} = \frac{P}{\cos \theta_2} \tag{5}$$

$$Q_2 = S_2 \sin \theta_2 = \left(\frac{P}{\cos \theta_2} \right) \sin \theta_2 = P \tan \theta_2 \tag{6}$$

Sehingga besar harga kapasitor yang harus dipasang adalah :

$$Q_k = Q_1 - Q_2 = P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \tag{7}$$

G. Faktor Daya

Perbandingan daya aktif (watt) dengan daya nyata (VA) disebut dengan faktor daya atau power factor.. Faktor daya mempunyai nilai range antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen.

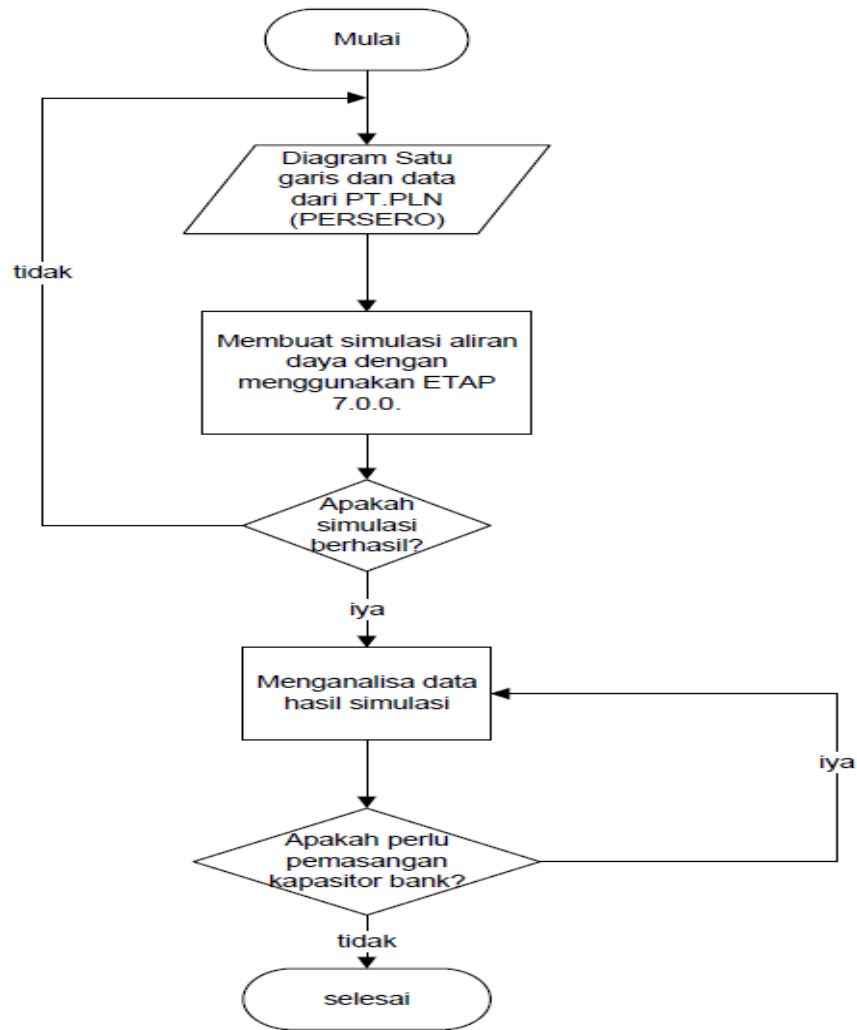
$$\text{Faktor Daya} = \text{Daya Aktif (P) / Daya Nyata (S)} \tag{8}$$

$$\begin{aligned} &= \text{kW/kVA} \\ &= \text{V.I Cos } \phi / \text{V.I} \\ &= \text{Cos } \phi \end{aligned}$$

Meningkatnya penggunaan daya listrik KVAR dan meningkatnya penggunaan daya listrik KWH, serta terjadinya jatuh tegangan (voltage drop), sehingga mutu listrik menjadi rendah.

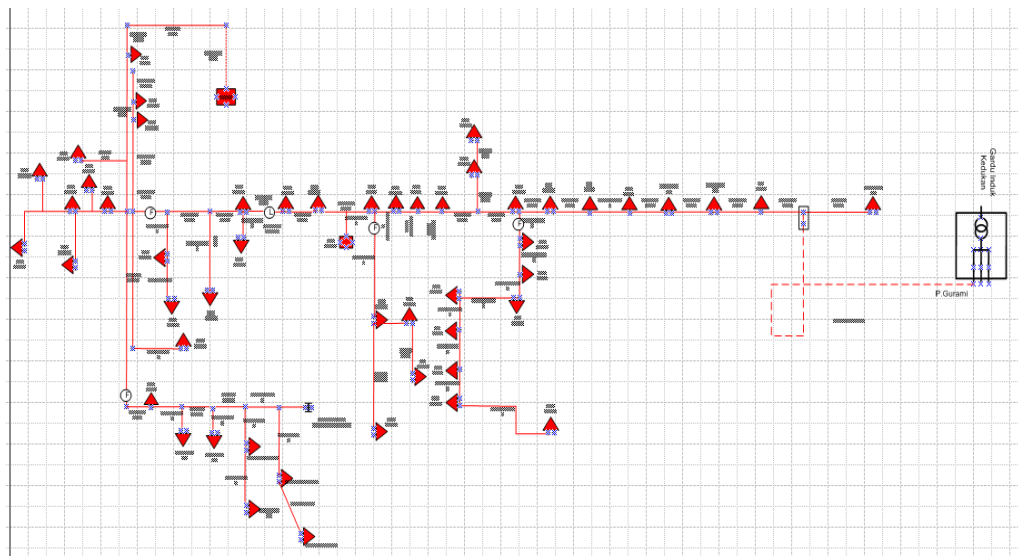
III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis penempatan Kapasitor Bank untuk memperbaiki tegangan di Gardu Induk Kedukan PT PLN Persero area Palembang. Diagram alir penelitian dapat dilihat di gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dimulai dengan mendesign diagram satu garis data-data yang sudah diperoleh dari lokasi penelitian. Gambar diagram satu garis diperlihatkan pada gambar 3. Setelah itu membuat suatu simulasi ETAP 7.0.0. Hasil dari simulasi ETAP akan menentukan apakah perlu atau tidak pemasangan Kapasitor Bank.



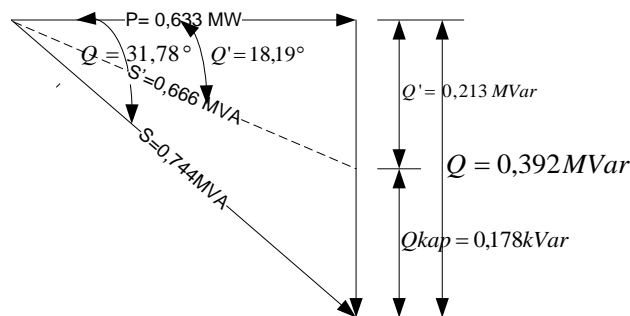
Gambar 3. Diagram satu garis

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Simulasi aliran daya sesudah dipasang Kapasitor Bank

No.	Bus	P	Q	I	PF	TEGANGAN (kV)
1.	Bus 43	0,717	0,254	22,4	94,3	19,62
2.	Bus 45	0,633	0,202	19,5	95,3	19,617
3.	Bus 47	0,548	0,340	19,0	85,0	19,616
4.	Bus 49	0,253	0,157	8,8	85,0	19,615

Pada tabel diatas Bus 43, 45, 47, 49 disimulasikan aliran daya sesudah dipasang Kapasitor Bank. Adapun untuk mencari nilai P digunakan persamaan (1), nilai Q dan I menggunakan persamaan (2). Untuk mencari nilai PF dan Tegangan digunakan persamaan (3), (4), (5), (6), (7), dan (8). Analisis Peningkatan sesudah pemasangan Kapasitor Bank dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Analisis Peningkatan sesudah pemasangan Kapasitor Bank

Pada gambar 4 diatas analisis penurunan tegangan dan peningkatan tegangan dengan cara menambahkan Kapasitor Bank pada Bus. Hasil simulasi ETAP bisa dilihat dengan menggunakan *Software Electrical Transient Analisis Program (ETAP) power station 7.0.0*. Dari gambar diatas terlihat bahwa Setelah dipasangnya kapasitor bank pada bus-bus yang mengalami penurunan (43,45,47, dan 49) terjadinya peningkatan tegangan pada bus- bus tersebut.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian serta hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan oleh peneliti didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penyulang gurami, tepatnya di bus 45 didapatn besar nilai kapasitor 178,12 kVAR, dimana nilai kapasitas Kapasitor sebesar 1.416 *microfarad*.
2. Penurunan tegangan pada bus- bus penyulang Gurami melampaui batas Marginal tegangan operasi yaitu diatas 97% atau 19,596 kV.
3. Adanya peningkatan tegangan pada bus-bus yang mengalami penurunan setelah dipasang kapasitor bank, yaitu bus (43, 45,47, dan 49)

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Abadi, S. (2015). *Analisa Perbaikan Profil Tegangan Sistem Tenaga Listrik Sumbar Menggunakan Kapasitor Bank Dan Tap Transformator*. Jurnal Nasional Teknik Elektro, 158-164.
- Cekmas, C., & T. B. (2013). *Transmisi Daya Listrik*. In *Transmisi Daya Listrik* (pp. 4-9). Yogyakarta: Andi.
- Deni Almada, N. M. (2019). *Studi Analisa Penyebab Kerusakan Kapasitor Bank Sub Station Welding di PT. Astra Daihatsu Motor*. RESISTOR (elektRONika kENDali telekomunikaSI tenaga liSTRik kOMputeR), 8-14.
- Hakim, M. F. (2014). *Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang*. Jurnal ELTEK, 105-118.
- Julius Sentosa Setiadji, O. P. (2008). *Aplikasi Metode Gradien Daya Reaktif dalam Pemisahan Kontribusi Harmonisa Konsumen dan Utilitas pada Point of Common Coupling (PCC)*. Jurnal Teknik Elektro, 52-56.
- Muhammad Chanif, I. S. (2014). *Analisa Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Proses Pengisian Baterai Wahana Bawah Laut*. JURNAL TEKNIK POMITS, 70-75.
- Nolki Jonal Hontong, M. T. (2015). *Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, 64-71.
- Yani, A. (2017). *Pemasangan Kapasitor Bank untuk Perbaikan Faktor Daya*. Journal of Electrical Technology, 31-35.