

**OPTIMASI PEMASANGAN KAPASITOR DALAM PERBAIKAN FAKTOR DAYA
DAN DROP TEGANGAN PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 kV
(Feeder Ekspres GH Balitan Rayon Sitiung) Menggunakan Simulasi ETAP 7,5**

Oleh:

Erhaneli⁽¹⁾, Ramadonal⁽²⁾

⁽¹⁾Dosen Jurusan Teknik Elektro

⁽²⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Padang

Abstrak

Dalam meengusaha tenaga listrik berbagai upaya dilakukan untuk memperkecil jatuh tegangan dan rugi rugi daya, salah satunya adalah pemasangan kapasitor pada saluran distribusi tenaga listrik. Pemasangan kapasitor berguna sebagai kompensator daya reaktif pada beban sehingga memperbaiki faktor daya, mengurangi jatuh tegangan sistem, mengurangi rugi-rugi daya dan memperbesar kapasitas pengeluaran daya. Feeder Ekspres GH Balitan di suply dari GI Sungai lansek dengan panjang saluran 100,8 kms dan tegangan kirim 20,8 kV. Karena jarak yang jauh maka tegangan pada sisi beban menjadi 14,9 kV. Untuk mengatasi hal tersebut telah dipasang kapasitor 3 x 300 kVAR di incoming GH Balitan sehingga tegangan pada sisi beban menjadi 16,9 kV. Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui apakah pemasangan kapasitor tersebut sudah optimal dengan menggunakan simulasi ETAP 7,5. Dari hasil Simulasi ETAP7,5 pemasangan kapasitor 3 x 300 kVAR pada incoming Feeder Ekspres GH Balitan dapat menaikkan Tegangan Ujung terima dari 14,39 kV menjadi 16,87 kV

Kata kunci : Pemasangan Kapasitor, Distribusi 20 kV Jatuh Tegangan, Etap7,5

Abstract

In the electric power meengusaha efforts were made to minimize the voltage drop and loss of power losses, one of which is the installation of capacitors in power distribution channel. Installation of capacitor is useful as a reactive power compensator on the load, thus improving the power factor, reducing the voltage drop across the system, reducing power losses and increase the discharge capacity. Feeder Ekspres GH Balitan in supply of GI lansek River with a length of 100.8 kms channels and send a voltage of 20.8 kV. Because of the distance, the voltage on the load side to 14.9 kV. To overcome this problem has been installed 3 x 300 kVAR capacitor in incoming GH Balitan so that the voltage on the load side to 16.9 kV. The purpose of this final project is to determine whether the installation is already optimal capacitor using ETAP simulation 7.5. Simulation results ETAP7,5 installation of 3 x 300 kVAR capacitor in the incoming feeder Balitan Ekspres GH can increase the voltage tip received from 14.39 kV to 16.87 kV.

Keywords: Installation of capacitors, 20 kV Distribution Voltage Drops, Etap7,5

1. Pendahuluan

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berguna untuk menyalurkan energi listrik dari sumber daya yang lebih besar agar sampai ke konsumen. Suatu sistem distribusi harus memiliki keandalan agar kualitas daya tetap terjaga dan tersalurkan dengan baik. Salah satu persyaratan kualitas daya terhadap sistem penyaluran tenaga listrik adalah kualitas faktor daya yang baik, dimana idealnya adalah mendekati satu. Karena kualitas daya merupakan hal penting untuk menjaga stabilitas sistem distribusi, maka salah satunya adalah dengan

pemasangan kapasitor bank pada sistem distribusi tenaga listrik. Beban-beban pada pelanggan-pelanggan utama dari sistem jaringan tegangan menengah merupakan beban industri-industri besar yang umumnya mempunyai beban yang bersifat induktif sehingga faktor daya pada sistem jaringan distribusi menjadi rendah. Hal ini mengakibatkan kerugian biaya-biaya karena losses yang terjadi di saluran distribusi 20 KV dan PLN distribusi harus mengeluarkan biaya karena penalty faktor akibat faktor daya pada jaringan distribusi

berada dibawah faktor daya minimal yang telah ditetapkan oleh pihak PLN transmisi.

Faktor Daya yang ditetapkan oleh pihak transmisi adalah sebesar 0.9, sedangkan pihak PLN distribusi menetapkan nilai power factor sebesar 0.85 dari jaringan distribusi ke pelanggan jaringan tegangan menengah. Untuk mencapai nilai tersebut maka perlu dipasang kapasitor bank yang berfungsi memperbaiki nilai dari faktor daya. Peningkatan faktor daya ini tergantung dari besarnya kapasitas nilai kapasitor yang dipasang (dalam kVAR). Selain untuk menghindari penalti faktor oleh pihak PLN transmisi karena rendahnya nilai faktor daya, dengan pemasangan kapasitor bank di jaringan distribusi 20 kV diharapkan dapat mengurangi biaya-biaya yang harus dikeluarkan pihak PLN distribusi karena losses yang terjadi di jaringan.

Feeder Ekpress GH Balitan yang mempunyai 2 keluaran yaitu Feeder Koto Baru dan Feeder Sei Duo dimana feeder ini disuplai dari GI Sungai Lansek dengan tegangan kirim 20,8 kV namun di karenakan jarak yang cukup jauh ± 45 km dan beban yang semakin bertambah maka tegangan pada ujung penyulang menjadi turun atau drop yang cukup besar.

Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan pemasangan kapasitor untuk memperbaiki Faktor daya dan Drop Tegangan pada Sistem Distribusi 20 kV (Feeder Ekspres GH Balitan Rayon Sitiung Menggunakan Simulasi ETAP 7,5)

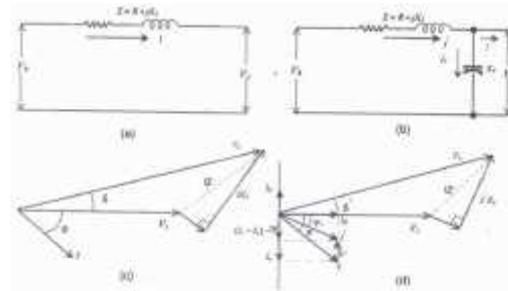
2. Landasan Teori

2.1 Pemasangan Kapasitor paralel (*Shunt*)

Kapasitor paralel (*shunt*) adalah kapasitor yang dihubungkan paralel dengan saluran ataupun lansung pada beban. Tujuannya adalah untuk memperbaiki faktor daya , pengatur tegangan, mengurangi kerugian daya dan tegangan pada saluran. Kapasitor *shunt* mencatu daya reaktif atau arus yang menentang komponen arus beban induktif. Dengan kata lain, memasang kapasitor *shunt* pada saluran maka arus reaktif akan yang mengalir pada saluran akan berkurang , hal ini akan menyebabkan berkurangnya penurunan tegangan pada saluran. Berkurangnya arus reaktif pada saluran meyebabkan penurunan rugi-rugi daya dan rugi energi

Gambar-2a bagan satu garis suatu penyulang tanpa kapasitor *shunt*, sedangkan phasor diagramnya terlihat pada Gambar-2c. Gambar-2b dan Gambar-2d masing-masing bagan satu garis

dan phasor diagramnya bila saluran tersebut dipasang kapasitor *shunt* di ujung saluran.



Gambar-2 :
Diagram phasor dari penyulang distribusi dengan faktor daya tertinggal . Gambar (a) dan (c) tanpa kapasitor (b) dan (d) dengan kapasitor shunt (paralel)

reaktif atau arus untuk menetralkan komponen keluaran antar fasa dan arus yang diperlukan oleh beban induktif. Sebelum dipasang kapasitor shunt pada ujung saluran, jatuh tegangan pada penyulang tersebut dengan faktor-daya mengikut, secara pendekatan dihitung sebagai berikut :

$$V_D = I_R R + I_X X_L \quad (1)$$

Dimana :

R = tahanan total penyulang (ohm)

X_L = rekatansi induktif total penyulang (ohm)

I_R = komponen arus aktip (Amper)

I_X = komponen arus reaktif (Amper)

Bila kapasitor dipasang pada ujung penerima dari saluran, secara pendekatan jatuh-tegangannya sekarang menjadi :

$$V_D = I_R R + I_X X_L - I_C X_L \quad (2)$$

Dimana :

I_C = komponen reaktif pada saat arus leading

dari tegangan sebesar 90°

Perubahan jatuh tegangan sebelum dan sesudah dipasang kapasitor shunt dinyatakan sebagai :

$$V_R = I_C X_L \quad (2)$$

Penurunan tegangan maksimum pada beban penuh yang diperbolehkan di beberapa titik pada saluran distribusi berdasarkan Standar SPLN 72 : 1987 adalah :

- a) SUTM = 5% dari tegangan kerja **untuk sistem radial**
- b) SKTM = 2% dari tegangan kerja pada sistem spindel dan gugus
- c) Trafo distribusi = 3% dari tegangan kerja
- d) Saluran tegangan rendah = 4% dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban
- e) Sambungan rumah = 1% dari tegangan nominal

2.3 Jatuh Tegangan

Drop tegangan (tegangan jatuh) termasuk dalam rugi-rugi jaringan. Drop tegangan merupakan kerugian yang bersifat teknis. Ini disebabkan karena, adanya faktor impedansi (Z) sepanjang saluran atau penghantar yang dilalui arus listrik. Drop tegangan adalah terjadinya selisih nilai tegangan antara nilai tegangan pada awal jaringan (pusat tenaga, gardu induk, gardu hubung, atau trafo tiang) dengan nilai tegangan pada ujung jaringan (beban atau konsumen). Besar drop tegangan yang terjadi bisa disimbolkan dengan ΔV .

Drop tegangan yang terjadi pada sistem jaringan distribusi memiliki nilai yang berbeda pada tiap titik. Ini dipengaruhi oleh besarnya impedansi pada masing-masing titik.

Untuk sistem fasa tiga seimbang, dengan $S = \sqrt{3} V_{\text{jala}}$, maka arus jalannya adalah $I = S / (\sqrt{3} V_j)$. Jatuh tegangannya dalam persen dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\left(\frac{\Delta V}{V_f}\right)\% = (\Delta V)\% \cong \frac{IR \cos \phi_t + IXL \sin \phi_t}{V_f} \times 100\%$$

$$(\Delta V)\% \cong \frac{S(R \cos \phi_t + XL \sin \phi_t)}{\sqrt{3}V_j V_f} \times 100\%$$

$$(\Delta V)\% \cong \frac{S(R \cos \phi_t + XL \sin \phi_t)}{V_j^2} \times 100\%$$

$$(\Delta V)\% = \frac{SxL (r \cos \phi + X \sin \phi)}{V_j^2} \times 100\%$$

Dimana :

S= Daya semu (fasa tiga) dalam MVA

P= Daya aktif (fasa tiga) dalam MW

Q=Daya reaktif (fasa tiga) dalam MVAR

V_j= tegangan jala-jala (kV)

r = tahanan per fasa dalam ohm per km

x = reaktansi per fasa dalam ohm per km

R = r.L dalam ohm

X = x.L dalam ohm

3. Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah mengetahui serta upaya perbaikan tegangan dengan pemasangan kapasitor pada sistem distribusi 20 kV Feeder Ekspres GH Balitan Rayon Sitiung Untuk mengetahui upaya perbaikan tersebut maka diambil data dari Rayon Sitiung.

Metode perhitungan yang dipakai dalam menganalisa data adalah dengan menggunakan software ETAP 7.5 sebagai alat bantu untuk mempermudah dalam menganalisa berdasarkan data-data yang telah ada.

4. Hasil Penelitian

4.1 Sebelum dipasang kapasitor

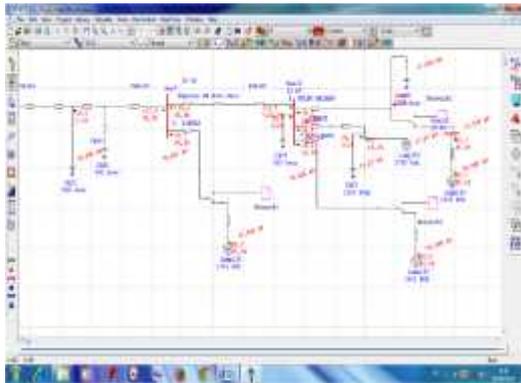
N0.	Feeder	V _k (kV)	V _t (kV)	V _d (kV)	cosφ
1	GH Balitan	20,8	17,2	3,5	0,90
2	Timpeh	17,2	16,2	1	0,86
3	GH Koto Baru	17,2	16,8	0,4	0,85
4	Pulau Mainan	16,1	15,2	0,9	0,85
5	Koto Baru	16,1	14,90	1,2	0,86
6	Incasi Raya	16,1	16,10	0	0,86

4.2 Setelah dipasang Kapasitor

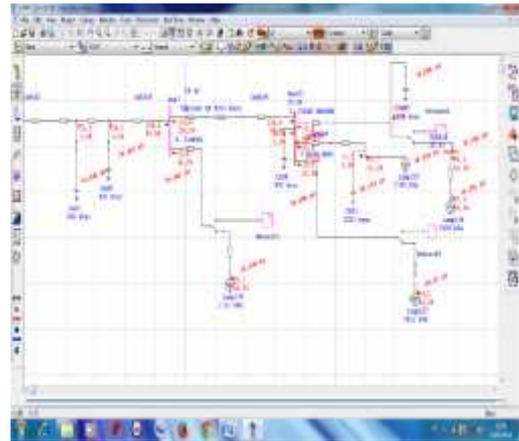
N0	Nama Feeder	V _k (kV)	V _t (kV)	V _d (kV)	Cos φ (pf)
1	GH Balitan	20,8	18,0	1,6	0,94
2	Timpeh	18,0	17	1,4	0,93

3	GH Koto Baru	18,0	17,2	0,7	0,95
4	Pulau Mainan	17,2	16,8	0,4	0,94
5	Koto Baru	17,2	16,9	0,3	0,90
6	Incasi Raya	17,2	17,20	0	-1

5. Simulasi ETAP

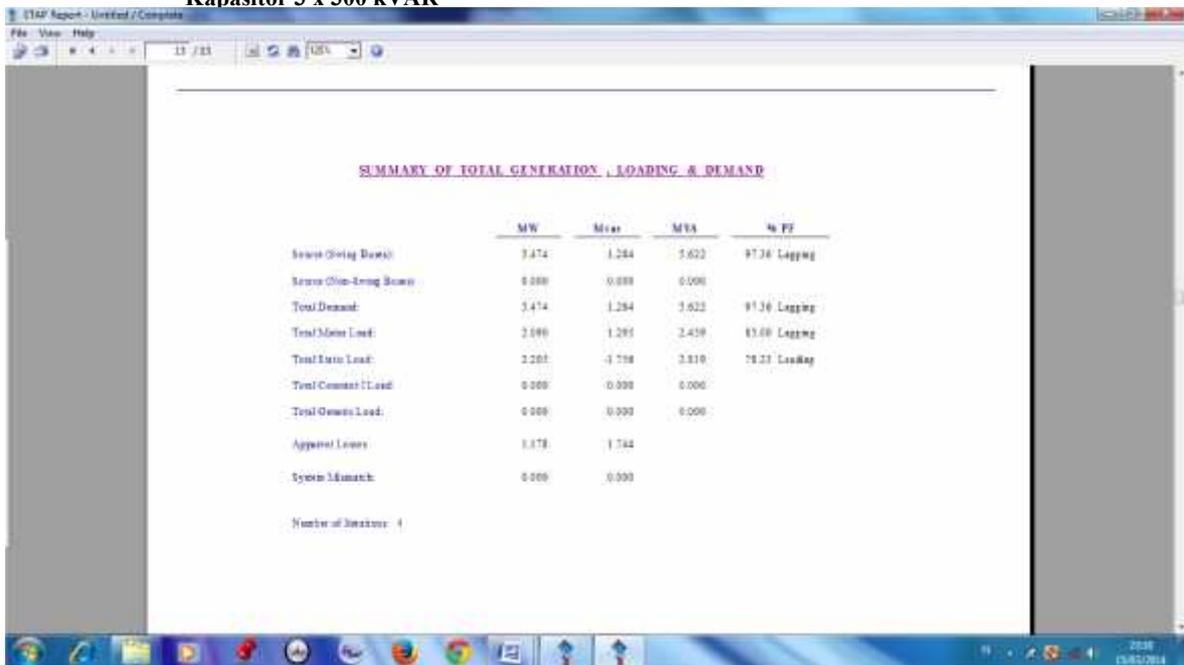


Gambar 4.4 Simulasi ETAP 7,5 Sebelum Dipasang Kapasitor 3 x 300 kVAR



Gambar 4.4 Simulasi ETAP 7,5 Setelah Dipasang Kapasitor 3 x 300 kVAR

Dari Hasil simulasi ETAP 7,5 sebelum dan sesudah Pemasangan kapasitor dapat Dilihat Kenaikan Beban yang terbaca dari 5,474 MW menjadi 5,737MW dimana terjadi kenaikan sebesar 263 kW, dan Kenaikan Faktor Daya 0,9736 menjadi 0,9982.



Gambar 4.6 Hasil laporan Beban dari simulasi ETAP 7,5 Sebelum Penambahan kapasitor

	MW	Mvar	MVA	% PF
Source (Utility Bus):	2.727	0.140	2.743	99.42 Leading
Source (Gen. Bus):	0.000	0.000	0.000	
Load (Demand):	0.110	0.439	0.449	99.82 Lagging
Total Motor Load:	0.000	1.181	1.181	97.43 Lagging
Total Fixed Load:	0.440	-2.786	0.648	87.92 Leading
Total Constant Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Capacitor Load:	0.000	0.000	0.000	
System Loads:	1.127	1.785		
System Demand:	0.000	0.000		

Gambar 4.7
Hasil laporan Beban dari simulasi ETAP 7,5 Setelah Penambahan kapasitor

5. Kesimpulan

Berdasarkan dari perhitungan analisa data dan simulasi ETAP 7,5 yang telah dilakukan pada Feeder Ekpres GH Balitan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemasangan Kapasitor 3 x 300 kVAR pada Feeder Ekpress GH Balitan Secara Teknis layak dilakukan karena bisa menaikkan tegangan ujung yang semula pada Feeder Koto Baru 14,90 kV setelah dipasang kapasitor menjadi 16,90 kV atau naik sebesar 2 kV
2. Pemasangan Kapasitor 3 x 300 kVAR pada Feeder Ekpress GH Balitan Secara Kajian Financial juga layak dilakukan karena menguntungkan secara nilai ke ekonomisan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A.S. Pabla, ” Sistim distribusi daya listrik ”, Erlangga, Jakarta 1990.

- [2]. Gonen, T ” Electric distribution system engineering ” Mc Graw Hill New York,1986.

- [3]. Hartono, Rudi, 2009 “*Analisa drop tegangan berdasarkan luas penghantar*” Universitas Borneo.

- [4]. Erhaneli, 2011 ”*Distribusi Tenaga Listrik*”, Institut Teknologi Padang

- [5]. Muhammad, Golan Candra Sari, 2008 “*Analisa jatuh tegangan gardu distribusi primer 20 kV pada PT. PLN (persero) Sektor Keramasan Palembang*”. Semarang : Universitas Diponegoro.

- [6]. Suryono, koko, 2010 “*studi analisa drop tegangan saluran distribusi 20 kV pada penyulang wonogiri 8*”. Tugas akhir. Semarang : Universitas Diponegoro