

# ANALISIS KEBUTUHAN KAPASITOR BANK TERHADAP PENINGKATAN EFISIENSI DAYA LISTRIK PADA SALURAN UNIT III DI PT. PETROKIMIA GRESIK

Mahyuddin Basyar Manggalai<sup>1</sup>, M. Jasa Afroni<sup>2</sup>, Bambang Minto Basuki<sup>3</sup>,  
<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193 Malang  
bm.manggala@gmail.com

## ABSTRAK

PT. Petrokimia Gresik merupakan Departemen Pendayagunaan BUMN yang bergerak di bidang produksi pupuk dan bahan kimia. Pada proses produksi beban yang mengandung gulungan kawat (induktor) akan menyerap daya reaktif induktif seperti halnya motor induksi. Hal tersebut menyebabkan rendahnya nilai faktor daya, dimana faktor daya yang baik diusahakan semaksimal mungkin mendekati angka satu sesuai standar SPLN 70-1 nilai faktor daya  $\geq 0,85$ . Penurunan nilai faktor daya dapat menimbulkan kerugian antara lain daya listrik yang terpasang tidak bisa digunakan secara maksimal sesuai kapasitas yang tersedia. Pada kondisi saat ini penempatan bank kapasitor terpasang pada bus global sistem dengan besar 1800 kVAR dengan faktor daya 0,85 akan tetapi nilai faktor daya pada setiap saluran masih rendah berkisar 0,79 sampai 0,84 dan masih dibawah standar SPLN 70-1 bahwa nilai faktor daya lebih besar sama dengan 0,85. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan dan penempatan bank kapasitor pada setiap saluran dengan nilai berkisar 131 kVAR sampai 2008 kVAR sesuai saluran untuk memperbaiki nilai faktor daya pada target lebih besar sama dengan 0,95 yang mulanya 0,79 sampai 0,84 pada setiap saluran dengan simulasi penempatan kapasitor menggunakan software ETAP Power Station 12.0, sehingga kapasitas yang tersedia bisa dimanfaatkan dengan penekanan daya semu ( $S$ ) mendekati nilai daya aktif ( $P$ ) serta pengaruh terhadap efisiensi penghematan energi listrik dengan kompensasi daya reaktif induktif menggunakan kapasitor yang bersifat beban kapasitif.

**Kata kunci:** Aliran Daya, Daya Semu, Daya Aktif, Daya Reaktif, Faktor Daya, Bank Kapasitor

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

PT. Petrokimia Gresik merupakan Badan Usaha Milik Negara dalam lingkungan Departemen Pendayagunaan BUMN yang bergerak di bidang produksi pupuk dan bahan kimia. Jenis pupuk yang diproduksi antara lain *Zwavelzuur Amoniak (ZA)*, *Super Phosphat (SP)*, *Urea*, dll.

Dengan kapasitas produksi pabrik yang cukup besar maka PT. Petrokimia Gresik Unit III membangun beberapa unit pembangkit untuk memenuhi target produksi. Beberapa unit pembangkit itu antara lain : Gas Turbine Generator-66 (GTG-66) yang terdapat pada unit produksi Pupuk Nitrogen dengan daya 11.5 MW, 14.375 MVA dan Gas Turbine Generator-65 (GTG-65) dengan daya 8.5 MW, 10.625 MVA, Steam Turbine Generator-66 (STG-66) yang terdapat di unit produksi Asam Sulfat dengan daya 7 MW, 8.75 MVA dan Steam Turbine Generator-65 (STG-65) dengan daya 7 MW, 8.75 MVA. Generator tersebut memiliki nilai efisiensi 80% dan nilai faktor daya 0.80 sesuai rating bawaan generator.

Pada proses produksi di industri, beban yang mengandung gulungan kawat (induktor) akan menyerap daya reaktif induktif seperti halnya motor induksi. Hal tersebut menyebabkan rendahnya nilai faktor daya, dimana faktor daya yang baik diusahakan semaksimal mungkin mendekati angka satu.

Apabila nilai faktor daya kurang dari standar minimal SPLN 70-1  $\geq 0,85$  dapat menimbulkan kerugian, antara lain kurang maksimalnya kapasitas daya listrik yang bisa digunakan dan daya reaktif yang dihasilkan besar.

Dari latar belakang dan permasalahan tersebut maka faktor daya yang rendah dapat diatasi menggunakan bank kapasitor karena kapasitor bersifat kapasitif akan mereduksi sifat daya reaktif induktif dan memaksimalkan kapasitas daya listrik yang tersedia, maka dari itu dilakukan analisis penambahan bank kapasitor setiap saluran untuk memaksimalkan daya yang disalurkan terhadap kapasitas yang terpasang agar bisa digunakan secara baik.

Pada kondisi saat ini penempatan bank kapasitor secara global sudah terpasang pada sistem dan saat ini nilai faktor daya pada saluran masih dibawah standar SPLN 70-1 lebih besar sama dengan 0.85 yaitu berkisar antara 0.79 sampai 0.83 dan perlu diperbaiki. Dalam penelitian ini dilakukan analisis penempatan bank kapasitor untuk mengkompensasi kebutuhan daya reaktif dan memaksimalkan kapasitas daya nyata yang tersedia dengan perhitungan kebutuhan kompensasi faktor daya pada target 0.95, dari hasil perhitungan dihasilkan nilai yang menjadi data masukan untuk melakukan simulasi perhitungan studi aliran daya menggunakan bantuan *Software ETAP Power Station 12.6* untuk melihat pengaruh penempatan bank kapasitor yang sudah ada dengan penambahan baru pada setiap saluran.

### 1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh penempatan bank kapasitor yang sudah terpasang dengan penambahan baru setiap saluran untuk melihat segi efisiensi terhadap penghematan energi listrik (kVARh) agar kapasitas daya nyata yang tersedia mampu digunakan secara baik dengan perbaikan faktor daya target lebih besar sama dengan 0.95.

### 1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini adapun hal yang akan dibatasi sebagai berikut :

1. Hanya membahas kompensasi daya reaktif di Unit III PT. Petrokimia Gresik.
2. Hanya membahas penambahan bank kapasitor terhadap perbaikan faktor daya pada target lebih dari sama dengan 0.95 pada setiap saluran.
3. Tidak membahas harmonisa, sistem proteksi, serta panel kapasitor.
4. Analisa menggunakan software ETAP 12.6

### 1.4. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah diuraikan pembahasan skripsi ini akan terarah pada permasalahan, diantaranya :

1. Berapa nilai daya aktif, daya semu dan daya reaktif yang dihasilkan sebelum penambahan bank kapasitor ?
2. Berapa nilai kompensasi daya reaktif sebagai hasil dari perbaikan faktor daya sesuai standar SPLN 70-1 lebih dari sama dengan 0.85 dengan target perbaikan lebih dari sama dengan 0.95 ?
3. Sejauh mana pengaruh penambahan bank kapasitor pada setiap saluran dalam usaha memperbaiki faktor daya terhadap efisiensi penghematan energi listrik (kVARh) ?

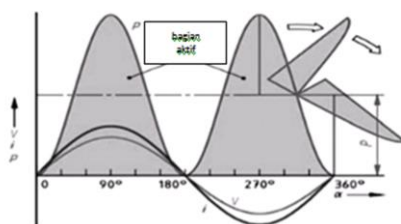
## II. LANDASAN TEORI

### 2.1. Daya Listrik

Daya listrik merupakan jumlah energi listrik tiap satuan waktu. Daya listrik dibagi menjadi tiga, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu. Berikut adalah penjelasan dari ketiga daya tersebut.

#### 1. Daya Aktif (P)

Daya aktif adalah daya yang sebenarnya digunakan oleh konsumen. Daya aktif memiliki satuan Watt. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk mendapatkan besar daya aktif.



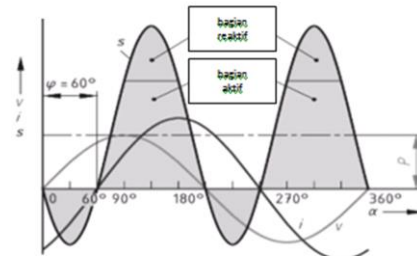
Gambar 2.1. Kurva Gelombang Daya Aktif

$$\text{Daya Aktif 1 Fasa, } P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$\text{Daya Aktif 3 Fasa, } P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

#### 2. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif merupakan daya yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet. Daya reaktif diberi simbol Q, sedangkan satuan daya reaktif adalah VAR (*Volt Ampere Reactive*). Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk mendapatkan daya reaktif .



Gambar 2.2. Kurva Gelombang Daya Reaktif

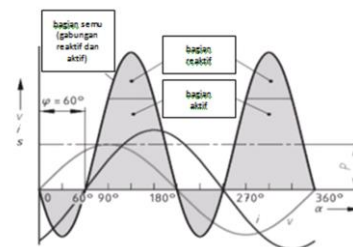
(Sumber : Schneider Electric Indonesia, 2010:330)

$$\text{Daya Reaktif 1 Fasa, } Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$$

$$\text{Daya Reaktif 3 Fasa, } Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi$$

#### 3. Daya Semu (S)

Daya semu merupakan daya yang dibangkitkan oleh generator pada sistem pembangkit listrik. Daya kompleks / semu diberi simbol (S) dan memiliki satuan VA (*Volt Ampere*). Daya kompleks / semu terdiri dari daya aktif dan daya reaktif. Persaman yang digunakan untuk mendapatkan daya semu adalah :



Gambar 2.3. Kurva Gelombang Daya Semu

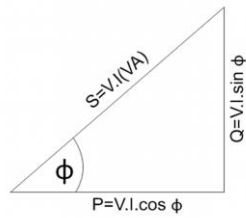
(Sumber : Schneider Electric Indonesia, 2010:330)

$$\text{Daya Semu 1 Fasa, } S = V \cdot I$$

$$\text{Daya Semu 3 Fasa, } S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

### 2.2. Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan suatu ilustrasi yang menggambarkan hubungan matematis antara daya aktif, daya reaktif, dan daya semu. Daya aktif berada dalam komponen horizontal, daya reaktif berada pada posisi vertikal, sedangkan daya semu merupakan sisi miring pitagoras yang dibentuk antara daya aktif dan daya reaktif.



Gambar 2.4. Segitiga Daya  
(Sumber : Schneider Electric Indonesia, 2010:330)

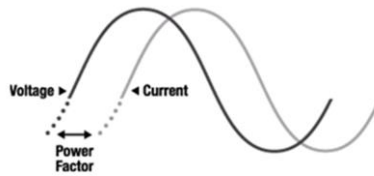
Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan segitiga daya adalah :

$$S = V . I$$

$$Q = V . I . \sin \phi$$

$$P = V . I . \cos \phi$$

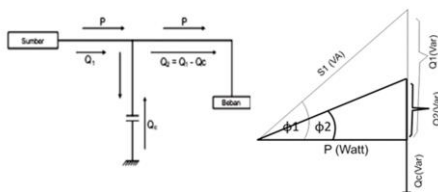
$$\phi = \frac{P}{S}$$



Gambar 2.5. Kurva Faktor Daya Listrik  
(Sumber : Schneider Electric Indonesia, 2010:330)

### 2.3. Kapasitor Memperbaiki Faktor Daya

Kapasitor dipasang paralel dengan sebuah rangkaian beban. Bila rangkaian itu diberikan tegangan (V) elektron akan masuk ke kapasitor (C). Jika kapasitor sudah penuh dengan muatan, maka tegangan (V) akan berubah setelah itu elektron akan dikeluarkan dari kapasitor (C) ke rangkaian beban yang membutuhkannya, saat itu kapasitor akan membangkitkan daya reaktif. Sebagaimana diketahui, membangkitkan daya reaktif pada pusat pembangkit tenaga dan menyalurkannya ke pusat beban yang jaraknya jauh, sangatlah tidak ekonomis. Hal ini dapat di atasi dengan meletakkan kapasitor pada pusat beban ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.6. Perbaikan Faktor Daya dengan Kapasitor

Ukuran kapasitor untuk memperbaiki faktor daya sistem pada titik-titik tertentu dapat secara manual untuk sistem distribusi yang relatif kecil, KVAR kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya  $\cos \phi_1$  sampai dengan  $\cos \phi_2$ .

Dengan metode segitiga daya ini besarnya daya reaktif awal sebelum kompensasi dihitung dengan  $\cos \phi_1$  dan daya reaktif akhir dihitung dengan  $\cos \phi_2$ , atau besarnya daya reaktif yang dikompensasi kapasitor dapat dihitung menggunakan persamaan Karena komponen daya aktif umumnya konstan (komponen kVA dan kVAR berubah sesuai dengan faktor daya), dapat juga di tulis sebagai berikut:

$$Q = P . \tan \phi$$

$$Q \text{ faktor daya awal} = P . \tan \phi_1$$

$$Q \text{ faktor daya diperbaiki} = P . \tan \phi_2$$

Sehingga ukuran kapasitor yang diperlukan untuk memperbaiki faktor daya adalah:

$$Q_c = P (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

Sehingga arus kapasitif :

$$I_c = \frac{kVAR}{V}$$

Sehingga reaktansi kapasitif :

$$X_c = \frac{V}{I_c}$$

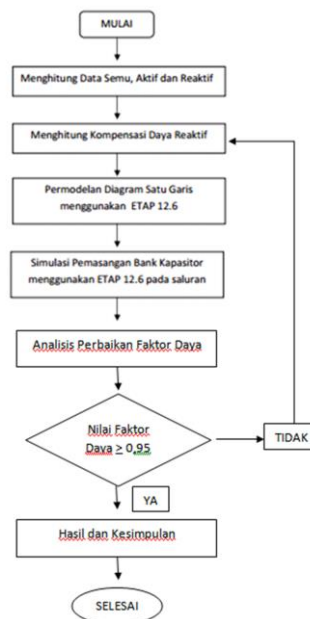
Maka untuk menghitung besarnya kapasitor :

$$C = \frac{1}{2 . \pi . f . X_c}$$

## III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Diagram Alir Penyelesaian Masalah

Dalam menyelesaikan masalah perlu di buat diagram alir penyelesaian masalah untuk mempermudah alur dalam mengetahui tahapan apa saja yang di perlukan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada pada pembuatan skripsi



Gambar 3.1 Diagram Alir Penyelesaian

Langkah awal yaitu menghitung daya total dari hasil pengukuran dan pengamatan yang dilakukan dilapangan untuk dilakukan perhitungan daya semu, daya aktif, daya reaktif menggunakan metode segitiga daya. Selanjutnya dilakukan perhitungan besar nilai kompensasi daya reaktif dan menentukan kebutuhan kapasitor pada target perbaikan 0,95. Setelah data dan perhitungan telah diperoleh selanjutnya membuat permodelan diagram satu garis pada software ETAP 12.6 dengan parameter data masukan berupa pengukuran dan perhitungan untuk disimulasikan dengan penambahan bank kapasitor pada setiap saluran. Menganalisis penempatan bank kapasitor terhadap perbaikan faktor daya pada segi efisiensi penyaluran daya listrik pada Unit III PT.Petrokimia Gresik.

### 3.2. Perhitungan Daya Semu, Aktif dan Reaktif

Dari data pengukuran dan perhitungan diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel. 3.1. Hasil Pengukuran pada SDP

No	ID Saluran	V (kV)	% PF	S (kVA)	Q (kVAR)	P (kW)	I (A)
1	P.GEN	6	80	887	532	710	85,35
2	UT.LOCAL	6	79	2740	1600	2165	264
3	CT.LOCAL	6	81	3236	1898	2621	311.4
4	CR.LOCAL A	6	83,5	2526	1390	2109	243
5	CR.LOCAL B	6	83	5196	2898	4313	500
6	AF.LOCAL	6	85	624	279	450	60
7	PA.LOCAL	6	80	3536	2122	2829	340
8	SA.PLAN	6	84	7530	4086	6325	725

Dari tabel diatas maka akan dilakukan perhitungan manual, digunakan sampel perhitungan pada Sub Power Gen untuk membuktikan nilai yang dihasilkan meliputi daya semu sebesar 887 kVA, daya reaktif 532 kVAR dengan daya aktif yang dihasilkan sebesar 710 kW dan arus yang dihasilkan sebesar 85,35 A . Pada kondisi awal dengan nilai faktor daya sebesar 0.80. Dari data tersebut dilakukan perhitungan manual sebagai berikut.

#### Kondisi Awal

Perhitungan Daya Semu pada Sub Power Gen dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} \times V \times I$$

maka ;

$$S_{awal} = \sqrt{3} \times 6 \times 85,35$$

$$S_{awal} = 886,983 \text{ kVA}$$

Perhitungan Daya Aktif dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

maka ;

$$P_{awal} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi_{awal}$$

$$P_{awal} = \sqrt{3} \times 6 \times 85,35 \times 0.80$$

$$P_{awal} = 709,587 \text{ kW}$$

Dari perhitungan daya semu dan aktif diperoleh nilai faktor daya menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\cos \phi = \frac{\text{Daya Aktif (P)}}{\text{Daya Semu (S)}}$$

maka ;

$$\begin{aligned} \cos \phi_{awal} &= \frac{\text{Daya Aktif (P)}}{\text{Daya Semu (S)}} \\ &= \frac{709,587}{886,993} \\ &= 0,80 \end{aligned}$$

Sedangkan nilai sudut faktor daya diatas diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$\phi_{awal} = \cos^{-1} (0,80)$$

$$\phi_{awal} = 36,87^\circ$$

Perhitungan Daya Reaktif dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \phi$$

$$Q = S \times \sin \phi$$

$$Q = P \times \tan \phi$$

maka ;

$$Q_{awal} = P \times \tan \phi_{awal}$$

$$Q_{awal} = 710 \times \tan (36,87^\circ)$$

$$Q_{awal} = 532,502 \text{ kVAR}$$

Dalam mencari nilai impedansi (Z) harus mencari nilai dari resistansi (R) saluran dan reaktansi induktansi ( $X_L$ ) saluran yang diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R &= \frac{P}{I^2} \\ &= \frac{710}{85,35^2} \\ &= 0,097 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_L &= \frac{Q}{I^2} \\ &= \frac{532,502}{85,35^2} \\ &= 0,073 \Omega \end{aligned}$$

Maka diperoleh nilai impedansinya sebagai berikut.

$$Z = R + jX_L$$

$$Z = 0,097 + j0,073$$

#### Perbaikan Faktor Daya

Dari perhitungan daya semu, aktif, reaktif dan faktor daya selanjutnya akan dicari nilai kompensasi untuk memperbaiki faktor daya dengan target 0,95 sebagai berikut.

Perhitungan Daya Semu dengan memperbaiki faktor daya diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S_2 &= \frac{P}{\cos \phi_2} \\ &= \frac{710}{0,95} \\ &= 747,368 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Perhitungan nilai arus saluran dengan memperbaiki faktor daya diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi_2}$$

$$= \frac{710}{\sqrt{3} \times 6 \times 0,95}$$

$$= 71,915 \text{ A}$$

Sedangkan kompensasi faktor daya dengan target perbaikan 0,95 dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\cos \phi_{\text{target}} = 0,95$$

Maka diperoleh nilai sudutnya ;

$$\phi_{\text{target}} = \cos^{-1} (0,95)$$

$$\phi_{\text{target}} = 18,19^\circ$$

Dari nilai sudut faktor daya akan dilakukan perhitungan daya reaktif untuk memperbaiki faktor daya sesuai dengan target 0,95 menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_2 = P \times \tan \phi_{\text{target}}$$

maka ;

$$Q_2 = 710 \times \tan (18,19^\circ)$$

$$Q_2 = 233,36 \text{ kVAR}$$

Kebutuhan kompensasi daya reaktifnya untuk memperbaiki faktor daya dengan target 0,95 diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$QC = (Q_1 - Q_2)$$

maka ;

$$QC = (532,502 \text{ kVAR} - 276,881 \text{ kVAR})$$

$$QC = 299,209 \text{ kVAR}$$

Sedangkan arus kapasitif ( $I_C$ ) pada kapasitor dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_c = \frac{kVAR}{V}$$

maka ;

$$I_c = \frac{299,209}{6}$$

$$I_c = 49,87 \text{ A}$$

Sedangkan reaktansi kapasitif ( $X_C$ ) kapasitor dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$X_c = \frac{(V)^2}{Q_c}$$

maka ;

$$X_c = \frac{(6)^2}{299,209}$$

$$X_c = 0,120 \Omega$$

Dari total daya reaktif yang harus dikompensasi dengan perbaikan faktor daya pada target 0,95 dapat diperoleh perhitungan kebutuhan kapasitor menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_c}$$

maka ;

$$C = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 0,120}$$

$$= 0,026539$$

$$= 26,539 \text{ F}$$

$$= 26539 \mu\text{F}$$

Dari contoh perhitungan tersebut maka diperoleh hasil keseluruhan perhitungan sebagai berikut,

Tabel 3.2. Sebelum Penambahan Kapasitor

No	Kondisi Awal							
	V (kV)	S (kVA)	P (kW)	cos $\phi$	Q (kVAR)	R ( $\Omega$ )	X <sub>L</sub> ( $\Omega$ )	I (A)
1	6	887	710	0,80	532	0,097	0,073	85,35
2	6	2740	2165	0,79	1650	0,031	0,023	264
3	6	3236	2621	0,81	1898	0,0003	0,0002	311,4
4	6	2536	2109	0,83	1390	0,036	0,024	243
5	6	5196	4313	0,84	2898	0,017	0,012	500
6	6	624	450	0,85	279	0,125	0,078	60
7	6	3536	2829	0,80	2122	0,025	0,018	340
8	6	7530	6325	0,84	4086	0,012	0,008	725

Dari tabel 3.2 diatas diperoleh hasil dari perhitungan secara manual dengan nilai berupa daya aktif (P) saluran, daya semu (S) saluran, daya reaktif (Q) saluran, nilai faktor daya awal (cos  $\phi$ ), resistansi (R) saluran, reaktansi induktansi (X<sub>L</sub>) saluran dan arus saluran (I) sebelum penambahan bank kapasitor pada saluran. Daya aktif (P) adalah perbandingan daya semu (S) dengan daya reaktif per jam (Q) dan menghasilkan nilai sudut daya (cos  $\phi$ ). Nilai sudut daya (cos  $\phi$ ) yang rendah diakibatkan dari beban induktif yaitu beban dengan kumparan/coil misalnya motor induksi akan menghasilkan medan magnet (electromagnetic /magnetizing) yang dihasilkan dari beban saat menyala awal dan proses bekerja beban sesuai kapasitasnya yang akan membentuk sudut fasa ( $\phi$ ) bersamaan dengan arus (I).

Tabel 3.3. Setelah Penambahan Kapasitor

No	Kondisi Penambahan Bank Kapasitor									
	V (kV)	S (kVA)	P (kW)	cos $\phi$	Q (kVAR)	QC (kVAR)	I <sub>c</sub> (A)	X <sub>c</sub> ( $\Omega$ )	I (A)	C (F)
1	6	747	710	0,95	293	299	49,8	0,120	71,9	26,5
2	6	2276	2165	0,95	711	899	148	0,040	219	79,6
3	6	2759	2621	0,95	861	1037	173	0,041	265	90,9
4	6	2220	2109	0,95	693	697	116	0,050	214	61
5	6	4541	4313	0,95	1417	1481	247	0,024	437	132,7
6	6	474	450	0,95	148	131	21,8	0,274	45,6	11,6
7	6	2983	2829	0,95	930	1142	199	0,030	287	106,6
8	6	6661	6325	0,95	2078	2008	335	0,018	641	177

Dari tabel 3.3 diatas diperoleh hasil dari perhitungan secara manual setelah penambahan bank kapasitor pada setiap saluran dan diperoleh nilai berupa daya aktif (P) saluran, daya semu (S) saluran, daya reaktif (Q) saluran, nilai faktor daya (cos  $\phi$ ) target perbaikan 0,95, kompensasi daya reaktif (QC), arus kapasitif (I<sub>c</sub>) kapasitor, reaktansi kapasitif (X<sub>C</sub>) kapasitor dan besar arus (I) saluran. Dari data tersebut dilihat nilai daya semu (S) saluran untuk pembebanan terhadap kapasitas tersedia dapat diperkecil karena kapasitor bersifat kapasitif mengkompensasi daya reaktif per jam (Q) terhadap sudut daya ( $\phi$ ). Nilai daya aktif (P) saluran bertambah karena bank kapasitor mengkompensasi daya reaktif(Q) dan memperkecil kebutuhan daya semu (S) yang membuat suplai daya aktif (P) saluran maksimal terhadap kapasitas yang tersedia





Tabel 3.6. Hasil Perbandingan Sebelum dan Setelah Penambahan Kapasitor Menggunakan Software ETAP

Kondisi Awal				Penambahan Bank Kapasitor			
P(kW)	S(kVA)	Q(kVAR)	I(A)	P(kW)	S(kVA)	Q(kVAR)	I(A)
21 522	26 275	14 805	2 528,8	21 522	22 661	7131	2180,5

Dari Tabel 3.6 Adapun nilai dari keseluruhan perhitungan saat kondisi awal dan penambahan bank kapasitor pada setiap saluran dengan daya aktif (P) sebesar 21522 kW terjadi penurunan daya semu (S) yang dibebankan sebesar 26275 kVA menjadi 22 661 kVA, kompensasi daya reaktif (Q) karena kapasitor sebagai penyalur daya reaktif kapasitif pada sistem reaktif induktif dalam mengkompensasi 14805 kVAR menjadi 7131kVAR serta meredam arus (I) yang mengalir sebesar 2528,8 Ampere menjadi 2180,5 Ampere. Dari hasil tersebut diperoleh prosentase efisiensi yang baik terhadap penyaluran daya listrik di sistem kelistrikan Unit III PT. Petrokimia Gresik pada tabel berikut.

Tabel 3.7. Prosentase Efisiensi Terhadap Penghematan Energi

<b>Energi Reaktif (kVARh)</b>
▼ 51,83 %

Hasil	Sebelum Penambahan Kapasitor	Sesudah Penambahan Kapasitor
Daya Aktif (P) / ( kW )	21 522	21 522
Daya Semu (S) / ( kVA )	26 275	22 661
Daya Reaktif (Q) / ( kVAR )	14 805	7131
Arus (I) / ( Ampere )	2 528,8	2180,5
cos φ	0,819	0,95

Dari perhitungan dan simulasi diperoleh prosentase efisiensi setelah penambahan bank kapasitor setiap saluran dengan menurunnya daya semu (S) sebesar 13,75% dari 26275 kVA, daya reaktif 50,83 % dalam mengkompensasi daya reaktif (Q) sebesar 14805 kVAR dan peredaman arus total saluran sebesar 14 % dari 2528,8 Ampere.

Dari hasil tersebut dapat dinyatakan dengan mengkompensasi daya reaktif (Q) memberikan efek penghematan energi (reaktif) sebesar 51,83 % kVARh .

#### IV. PENUTUP

Dari hasil dan perhitungan serta analisis yang dilakukan maka peneliti dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut.

Berdasarkan hasil analisa data pada bab sebelumnya, maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Dengan adanya perbaikan  $\cos \phi$  target  $\geq 0.95$  diperlukan kompensasi daya reaktif sebesar 7674 kVAR. Untuk mencapai target  $\cos \phi$  0.95 maka dalam pemasangannya pada sistem setiap saluran dengan nilai kapasitornya sebesar 131 kVAR sampai 2008 kVAR.

2. Dengan memperbaiki faktor daya menjadi  $\geq 0.95$  menurunkan arus total 2528,8 A menjadi 2180,5 A dengan prosentase efisiensi terhadap penghematan energi listrik sebesar 14 %.

3. Memperkecil daya semu (kVA) sistem sebesar 26275 kVA menjadi 22661 kVA dengan prosentase efisiensi terhadap penghematan energi sebesar 13,75% mendekati nilai daya nyata (P).

Hal tersebut memperlihatkan bahwa semakin baik nilai faktor daya mendekati 1 maka penggunaan daya semu (S) menurun mendekati dengan kapasitas daya nyata yang tersedia (P) dari kompensasi daya reaktif (Q) oleh kapasitor yang bersifat kapasitif akan memberikan suplai daya reaktif kapasitif pada sistem dengan beban reaktif induktif, sedangkan nilai arus total sistem akan menurun karena sifat kapasitor sebagai beban kapasitif meredam arus tarikan beban pada sistem.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Elgerd, Olle I, Theory and Problems of Electrical Circuits, McGraw-Hill,1972
- Eryuhanggoro, Yugi. *Perancangan perbaikan faktor daya pada beban 18.956 Kw 6600 V, menggunakan Kapasitor Bank di PT. Indorama Ventures Indonesia*
- Hutauruk, T.S.,1996. *Transmisi Daya Listrik*, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Kadir, Abdul,1998. *Transmisi daya listrik*, Jakarta: UI Press
- MH Spto Widodo.2014. *Dasar Dan Pengukuran Listrik*. Jakarta : Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan.
- Nagrath, I.J., Kothari, D.P., 1980. *Modern Power System Alaysis*, McGraw-Hill
- Noor, Syamsudin.2014. *Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank*. Banjarmasin: Teknik Elektro.
- Prih Sumardjati, dkk. 2008. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Saadat , Hadi, 1999. *Power System Analysis*, McGraw-Hill
- Theraja, B.L., Theraja, A.K.,2001. *A Textbook of Electrical Technology*, New Delhi: S.Chand & Company, Ram Nagar