

Peranan Daya Reaktif Pada Saluran Sistem Kelistrikan Di PT. Eka Surya Mandiri Jambi

Azwardi¹, Cekmas Cekdin², Daud Karimun³

¹Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Lama, Kec. Ilir Bar. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan

²Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Jl A. Yani Plaju Palembang, Sumatera Selatan

¹azwardi@polsri.ac.id

*Corresponding author : ²cekmas_cekdin@yahoo.com

ABSTRAK

Pengaruh daya reaktif pada sistem tenaga listrik terlalu besar tidak bagus untuk sistem tersebut, karena peranannya terlalu jelek pemakaiannya dan biaya pembayar kepada PLN besar hal ini meningkatkan $\cos \theta$ yang besar, sehingga berpengaruh meningkatkan daya kompleks (S , kVA/MVA). Sebab daya yang kita bayarkan ke PLN adalah daya kompleks (S). Sebaliknya juga tanpa daya reaktif pada sistem tenaga listrik tidak akan bisa untuk mengoperasikan peralatan listrik yang ada lilitan, atau yang ada sifat induktif. Jadi peranan daya reaktif terlalu besar pada sistem tenaga listrik tidak bagus, dan tanpa daya reaktif juga tidak bagus juga. Hampir semua peralatan listrik rumah tangga tersebut ada peranan daya reaktifnya atau pengaruh induktif. Agar tidak terlalu dominan peranan daya reaktif pada pemakaiannya, hendaklah diimbangi pemakaiannya peralatan listrik tersebut dengan memasang komponen kapasitor (C) yang gunanya untuk menurunkan atau mengurangi peranan daya reaktif secara vektoris. Suatu peralatan listrik pada penggunaannya hendaklah dipasang komponen sisipan kapasitor yang tentunya kita terlebih dahulu melalui suatu perhitungan.

Kata Kunci: daya reaktif, kapasitor, sifat induktif.

1. PENDAHULUAN

Berbagai permasalahan dapat muncul dalam sistem distribusi listrik. Salah satu permasalahan yang serius adalah penyaluran daya dengan kualitas dan kuantitas yang baik secara *real-time* dan *forecasting*. Proses analisa pada kualitas tegangan, arus, daya, dan rugi-rugi daya pada pengoperasian menjadi kunci dalam menjaga kestabilan sistem distribusi. Dalam hal ini rugi-rugi daya reaktif pada saluran pada pengoperasiannya tidak bisa dihindari, karena pengaruh dari induktansi itu sendiri (L).

Pengaruh daya reaktif pada sistem tenaga listrik yang terlalu besar tidak bagus untuk sistem tersebut, karena peranannya terlalu jelek pemakaiannya dan biaya pembayar kepada PLN besar hal ini meningkatkan $\cos \theta$ yang besar, sehingga berpengaruh meningkatkan daya kompleks (S , kVA/MVA). Sebaliknya, tidak adanya daya reaktif pada sistem tenaga listrik tidak bisa digunakan untuk mengoperasikan peralatan listrik yang memiliki sifat induktif.

Dalam kehidupan sehari-hari, penggunaan peralatan rumah tangga yang bersifat induktif tidak dapat dihindari. Hampir semua peralatan listrik rumah tangga tersebut memberikan pengaruh induktif. Agar peranan daya reaktif tidak terlalu dominan, perlu memasang komponen kapasitor (C) yang gunanya untuk menurunkan atau mengurangi peranan daya reaktif secara vektoris. Artikel ini membahas peranan

daya reaktif pada sistem kelistrikan di PT. Eka Surya Mandiri Jambi.

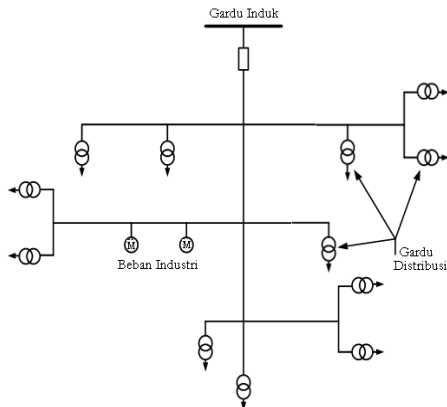
2. METODE PENELITIAN

2.1. Studi Literatur

Jaringan distribusi pada Gambar 1 merupakan bentuk jaringan distribusi yang paling banyak diterapkan karena konstruksinya yang mudah dimengerti dan pembiayaan yang terjangkau. Biasanya, sistem ini diterapkan pada daerah-daerah yang memiliki kerapatan beban rendah. Gardu induk atau pusat pembangkit digunakan sebagai pangkal dari sistem distribusi yang kemudian menyebar menuju gardu-gardu distribusi atau konsumen dengan konsumsi daya yang besar. Namun, sistem ini memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan, seperti keandalan sistem yang rendah dan mempunyai jatuh tegangan yang besar.

Kerapatan arus yang terbesar pada jaringan ini terdapat antara sumber daya dan transformator distribusi yang pertama, dan arus akan semakin kecil untuk transformator berikutnya dan yang terkecil pada ujung jaringan. Bentuk jaringan ini dapat dilihat pada Gambar 1 [1]. Sistem jaringan bentuk radial ini mempunyai kelemahan, yaitu hanya dihubungkan pada suatu sumber daya melalui satu jalan, maka kelangsungan pelayanannya kurang terjamin, karena bila terjadi gangguan pada feeder utama yang paling dekat dengan sumber daya, akan terjadi pemutusan

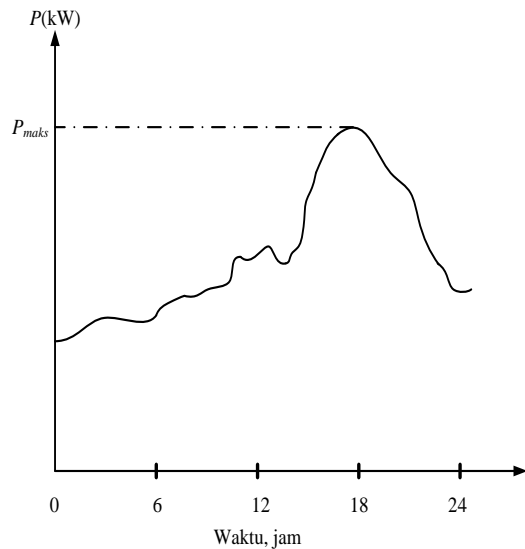
seluruh pelayanan sampai gangguan tersebut dapat diatasi.



Gambar 1. Diagram segaris sistem jaringan distribusi primer pentuk radial.

2.1. 1. Kurva Beban

Kurva beban adalah menggambarkan variasi pembebanan terhadap suatu gardu yang diukur dengan kW, atau kVA sebagai fungsi dari waktu, atau $P = f(t)$ yang menunjukkan besarnya beban spesifik untuk setiap periode waktu tertentu yang berguna dalam penentuan kapasitas jaringan. Dari kurva beban tersebut, kita dapatkan gambaran tentang besarnya beban puncak/maksimum, dan Gambar 2 adalah contoh dari kurva beban harian [2].

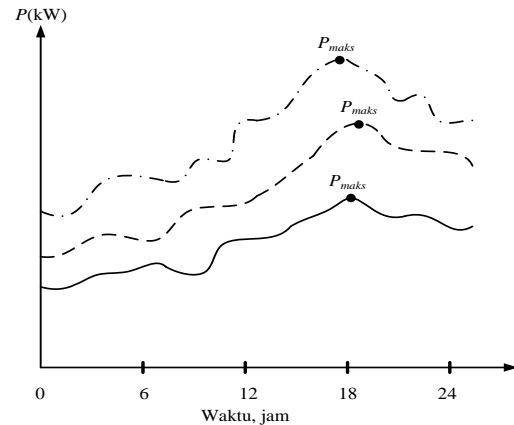


Gambar 2. Kurva beban harian.

Pada Gambar 2 diatas dimana $P = f(t)$, yang menggambarkan nilai sesaat dari beban-beban. Kegunaan dari kurva beban harian adalah untuk mendapatkan : besarnya energi, sifat beban, dan kejadian-kejadian (ada atau tidaknya gangguan).

Kurva beban dari suatu gardu memiliki variasi bentuk, untuk ini biasanya beban-beban listrik diklasifikasikan atas : beban perumahan, beban komersil, dan beban industri. Gambar 3 adalah ilustrasi

pembebanan dari tiga pembebanan dari tiga jenis beban tersebut [2], [3].



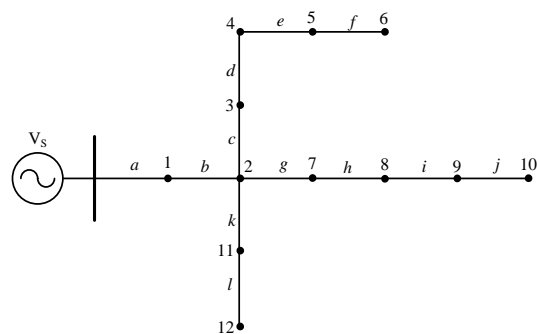
Gambar 3. Ilustrasi pembebanan dari tiga jenis beban.

Ilustrasi pembebanan :

- Beban perumahan
- Beban komersil
- Beban industri

2.1.2. Kapasitas Ukuran Kabel/Panampang Kabel

Besarnya kapasitas daya yang dapat disalurkan oleh suatu sistem kelistrikan distribusi primer ditentukan antara lain oleh ukuran penghantar atau penampang penghantar yang digunakan [4]. Untuk menentukan ukuran penghantar yang digunakan, biasanya ditentukan oleh kapasitas arus yang dapat disalurkan oleh penghantar tersebut. Setiap jaringan distribusi mempunyai topologi yang mengandung n buah *node* dan n buah segmen, seperti dapat dilihat pada contoh topologi struktur radial jaringan distribusi pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh jaringan distribusi radial

Arus segmen dihitung berdasarkan matriks topologi [5] seperti pada Gambar 5, dengan ketentuan :

$i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$, adalah indeks dari *node* yang mempresentasikan titik pembebanan.

$j = a, b, c, d, \dots, n$, adalah indeks dari segmen yang menghubungkan dua titik beban, masing-masing dengan tahanan $R_a, R_b, R_c, R_d, \dots, R_n$, dan dapat ditulis :

$T_i = T_1, T_2, T_3, T_4, \dots, T_n$, merupakan representasi arus yang diinjeksikan pada setiap *node*.

$I_j = I_a, I_b, I_c, I_d, \dots, I_n$, merupakan representasi arus yang mengalir pada segmen.

$$\begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \\ I_d \\ I_e \\ I_f \\ I_g \\ I_h \\ I_i \\ I_j \\ I_k \\ I_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ K_4 \\ K_5 \\ K_6 \\ K_7 \\ K_8 \\ K_9 \\ K_{10} \\ K_{11} \\ K_{12} \end{bmatrix}$$

Gambar 5. Matriks topologi jaringan distribusi radial dari Gambar 4.

Berdasarkan hukum Kirchoff

$$T_i = \sum_{j=\alpha_i}^n I_j \quad (1)$$

Dengan α_i adalah kumpulan titik-titik beban yang terhubung di *node* ke- i , pada suatu jaringan distribusi.

Dalam hubungan matriks, Persamaan (1) dapat ditulis sebagai berikut [5]:

$$[T] = [A] [I] \quad (2)$$

dengan

$[T]$ adalah matriks kolom ($n \times 1$) dari arus injeksi.

$[A]$ adalah matriks ($n \times n$) yang menggambarkan topologi jaringan.

$[I]$ adalah matriks kolom ($n \times 1$) dari arus cabang.

Pada jaringan bentuk radial, sebuah *node* merupakan titik pembebanan sehingga arus injeksi pada setiap *node* adalah negatif, maka

$$[T_i] = [-K_i] \quad (3)$$

Daya kompleks pada saluran dapat dicari dengan persamaan

$$\begin{aligned} P &= I^2 \cdot R \\ \Delta Q &= I^2 \cdot X_L \\ \Delta S &= \Delta P + j \Delta Q \end{aligned} \quad (7)$$

dengan

I adalah arus pada saluran dalam satuan Amper.

dengan K_i adalah arus beban pada *node* ke- i .

Dengan demikian Persamaan (2) dapat diubah menjadi

$$[-K] = [A] [I] \quad (4)$$

atau

$$[I] = [A] [K] \quad (5)$$

dengan

$$[A] [K] = [I]$$

$[A]$ adalah matriks ($n \times n$), yang merupakan matriks invers topologi jaringan.

$[K]$ adalah matriks kolom ($n \times 1$) dari arus beban.

Keistimewaan dari matriks $[A]$ adalah suatu matriks *uppertriangular* dan seluruh elemennya yang tidak sama dengan nol dan bernilai satu.

Arus segmen dapat ditentukan dari hubungan matriks topologi jaringan seperti pada Gambar 5. Agar $I_j = I_a, I_b, I_c, I_d, \dots, I_l$, merupakan arus segmen maksimum, maka $K_i = K_1, K_2, K_3, K_4, \dots, K_{12}$, merupakan arus beban maksimum.

Untuk menentukan besar K_i beban, maka dilakukan pendekatan-pendekatan sebagai berikut [6]:

1. Tegangan kualitas minimal ditetapkan :
 - a. Untuk Jaringan Tegangan Menengah adalah 10 % di bawah tegangan nominal, maka $V_i = 0,95 V_n$.
 - b. Untuk Jaringan Tegangan Rendah adalah 5 % di bawah tegangan nominal, maka $V_i = 0,975 V_n$.

2. Daya (kW) yang diserap oleh beban dapat dari masing-masing unit transformator distribusi.

3. Faktor kerja beban dianggap tetap selama beban beroperasi.

Berdasarkan ke tiga hal tersebut, maka untuk jaringan tegangan menengah pada sistem distribusi primer, besar arus (K_i) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut

$$K_i = \frac{P_i}{\sqrt{3} \times 0,95 \times V_n \times \cos \theta} \quad (6)$$

dengan

P_i adalah daya aktif (kW) yang diserap oleh beban ke- i , yang diambil beban puncaknya dari masing-masing unit transformator distribusi

V_n adalah tegangan nominal sistem.

$\cos \theta_i$ adalah faktor kerja beban ke- i .

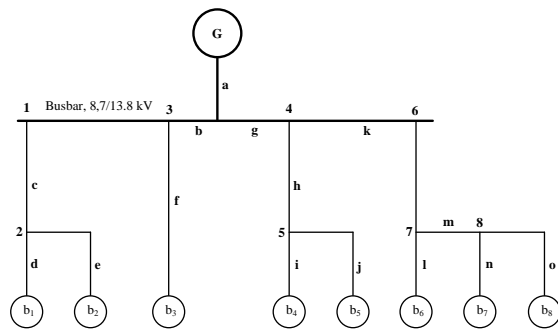
R adalah resistansi saluran dalam satuan Ohm.

X_L adalah reaktansi induktif saluran dalam satuan Ohm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data

Gambar sistem kelistrikan PT. Eka Surya Mandiri Jambi adalah seperti Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Diagram data garis sistem kelistrikan PT. Eka Surya Mandiri Jambi.

Keterangan Gambar 6 :

- b_1 adalah transformator distribusi unit 1
- b_2 adalah transformator distribusi unit 2
- b_3 adalah transformator distribusi unit 3
- b_4 adalah transformator distribusi unit 4
- b_5 adalah transformator distribusi unit 5
- b_6 adalah transformator distribusi unit 6
- b_7 adalah transformator distribusi unit 7
- b_8 adalah transformator distribusi unit 8

Data kapasitas daya pada masing-masing unit transformator distribusi dan beban puncak seperti Tabel 1.

PT. Eka Surya Mandiri menggunakan sistem jaringan kabel bawah tanah dengan tipe N2XSEFGBY, dengan tegangan rating 13,8 kV. Data jaringan untuk setiap saluran dapat dilihat seperti pada Tabel 2.

PT. Eka Surya Mandiri menggunakan pembangkit daya listrik sendiri, yang memiliki 1 unit generator utama dengan kapasitas 30.000 kVA 1 unit generator emergency dengan kapasitas 400 kVA, dan 2 unit generator cadangan dengan kapasitas 1200 kVA setiap unit nya.

Tabel 1. Data kapasitas daya pada masing-masing unit transformator distribusi dan beban puncak.

Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4	Kolom 5	Kolom 6
b_1	1000	780	624	0,80	36,87
b_2	500	430	322,5	0,75	41,41
b_3	2500	2125	1700	0,80	36,87
b_4	1500	1240	1054	0,85	31,78
b_5	1000	820	615	0,75	41,41
b_6	750	562	449,6	0,80	36,87
b_7	2000	1830	1281	0,70	45,57
b_8	1500	1300	1040	0,80	36,87

Keterangan kolom :

Kolom 1 : Unit transformator distribusi.

- Kolom 2 : Kapasitas unit transformator (kVAR).
- Kolom 3 : Beban puncak unit transformator (kVA).
- Kolom 4 : Beban puncak unit transformator (kW).
- Kolom 5 : faktor kerja ($\cos \theta$).
- Kolom 6 : Sudut (θ).

Tabel 2. Data sistem jaringan kabel bawah tanah PT. Eka Surya Mandiri dengan tipe N2XSEFGBY dan rating 8,7/13,8 kV

Saluran		Tahanan (Ohm)	Reaktansi (Ohm)
i	j		
G	Busbar	0,0018	0,0223
1	2	0,0173	0,0428
2	b_1	0,0184	0,0328
2	b_2	0,0213	0,0453
3	b_3	0,0524	0,0327
4	5	0,0218	0,0379
5	b_4	0,0116	0,0417
5	b_5	0,0291	0,0167
6	7	0,0148	0,0132
7	b_6	0,0183	0,0215
7	8	0,0216	0,0219
8	b_7	0,0117	0,0153
8	b_8	0,0215	0,0174

3.2. Perhitungan

Menghitung arus yang mengalir di setiap saluran adalah menggunakan persamaan berikut

$$I_{b_m} = \frac{P_m}{\sqrt{3} \times 0,95 \times V_n \times \cos \theta}$$

Beban b_1 , arus yang mengalir

$$I_{b1} = \frac{624}{\sqrt{3} \times 0,95 \times 13,8 \times 0,80} = 34,351 \text{ Amper}$$

dalam bentuk bilangan kompleks

$$I_{b1} = (27,48 + j20,60) \text{ Amper}$$

$$= 34,351 \angle 36,87^\circ \text{ Amper}$$

Selanjutnya perhitungan arus yang mengalir di setiap saluran dalam bentuk matriks topologi di PT. Eka Surya Mandiri Jambi sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \\ I_d \\ I_e \\ I_f \\ I_g \\ I_h \\ I_i \\ I_j \\ I_k \\ I_l \\ I_m \\ I_n \\ I_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 27,48 + j20,60 \\ 14,20 + j12,52 \\ 74,86 + j56,15 \\ 0 \\ 0 \\ 46,42 + j28,76 \\ 27,08 + j23,88 \\ 0 \\ 19,80 + j14,85 \\ 0 \\ 56,42 + j57,55 \\ 45,80 + j34,35 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 312,06 + j248,66 \\ 116,54 + j89,27 \\ 41,68 + j33,12 \\ 27,48 + j20,60 \\ 14,20 + j12,52 \\ 74,86 + j56,15 \\ 195,52 + j159,39 \\ 73,50 + j52,64 \\ 46,42 + j28,76 \\ 27,08 + j23,88 \\ 122,02 + j106,75 \\ 19,80 + j14,85 \\ 102,22 + j91,90 \\ 56,42 + j57,55 \\ 45,80 + j34,35 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 399,015 \angle 38,55^\circ \\ 146,80 \angle 37,45^\circ \\ 53,24 \angle 38,47^\circ \\ 34,344 \angle 36,85^\circ \\ 18,93 \angle 41,40^\circ \\ 93,58 \angle 36,87^\circ \\ 252,26 \angle 39,18^\circ \\ 90,41 \angle 35,60^\circ \\ 54,61 \angle 31,78^\circ \\ 36,11 \angle 41,40^\circ \\ 162,124 \angle 41,18^\circ \\ 24,75 \angle 36,86^\circ \\ 137,457 \angle 41,95^\circ \\ 80,59 \angle 45,56^\circ \\ 57,25 \angle 36,86^\circ \end{bmatrix}$$

Perhitungan daya kompleks pada setiap saluran pada PT. Eka Surya Mandiri Jambi, sebagai contoh perhitungan adalah daya kompleks pada saluran G-Busbar atau saluran a :

$$I = 399,015 \text{ Amper.}$$

$$R = 0,0018 \text{ Ohm.}$$

$$X = 0,0223 \text{ Ohm.}$$

maka

$$\Delta P = I^2 \cdot R = 286,58 \text{ Watt.}$$

$$\Delta Q = I^2 \cdot X = 3550,4 \text{ Var.}$$

$$\Delta S = \Delta P + j \Delta Q = (286,58 + j 3550,4) \text{ VA.}$$

Perhitungan untuk saluran yang lain dapat dibuat tabel seperti Tabel 3.

Tabel 3. Daya kompleks pada saluran di PT. Eka Surya Mandiri.

Saluran		Daya Kompleks (S)	
i	j	P (Watt)	Q (VAR)
G	Busbar	286,580	3550,400
1	2	49,037	121,037
2	b ₁	21,700	38,690
2	b ₂	7,632	16,233
3	b ₃	458,878	286,361
4	5	178,193	309,793
5	b ₄	34,594	124,360
5	b ₅	37,944	21,776
6	7	389,006	346,951
7	b ₆	11,210	13,170
7	8	408,119	413,788
8	b ₇	75,989	99,370
8	b ₈	70,468	57,030
Σ		2.029,400	5.399,00

Rugi-rugi daya kompleks total pada saluran penghantar di PT. Eka Surya Mandiri Jambi untuk satu fasa adalah

$$\Delta S_i (1\emptyset) = (2.029,400 + j 5.399,00) \text{ VA}$$

Untuk tiga fasa adalah

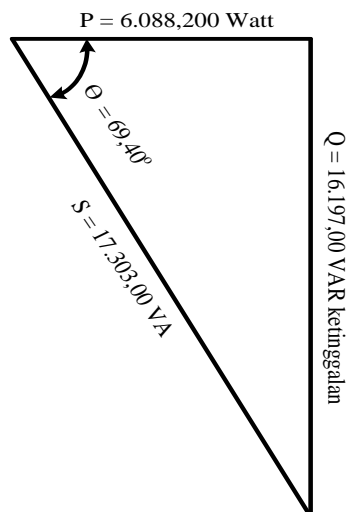
$$\begin{aligned} \Delta S_i (3\emptyset) &= 3 \times (2.029,400 + j 5.399,00) \text{ VA} \\ &= (6.088,200 + j 16.197) \text{ VA} \\ &= (6,088 + j 16,197) \text{ kVA} = 17,303 \text{ kVA} \end{aligned}$$

4. ANALISA

Rugi-rugi daya kompleks total pada saluran penghantar di PT. Eka Surya Mandiri Jambi untuk tiga fasa adalah

$$\Delta S_i (3\emptyset) = (6,088 + j 16,197) \text{ kVA} = 17,303 \text{ kVA}$$

Dari hasil di atas dapat dibuat segi tiga dayanya seperti Gambar 7 di bawah ini



Gambar 7. Segi tiga daya pada saluran penghantar di PT. Eka Surya Mandiri Jambi.

Dari Gambar 7 terlihat segi tiga daya pada saluran penghantar di PT. Eka Surya Mandiri Jambi dimana daya reaktif induktif-nya besar sekali yaitu $Q = 16.197,00 \text{ VAR}$, yang lebih besar dari daya nyata $P = 6.088,200 \text{ Watt}$. Untuk mengurangi peranan daya reaktif induktif kita harus perbaikan sistem tersebut yaitu dengan cara memasang kapasitor bank.

Dalam menentukan berapa besarnya kapasitor bank, kita terlebih dahulu mencari $\cos \Theta$ pada keseluruhan saluran yaitu

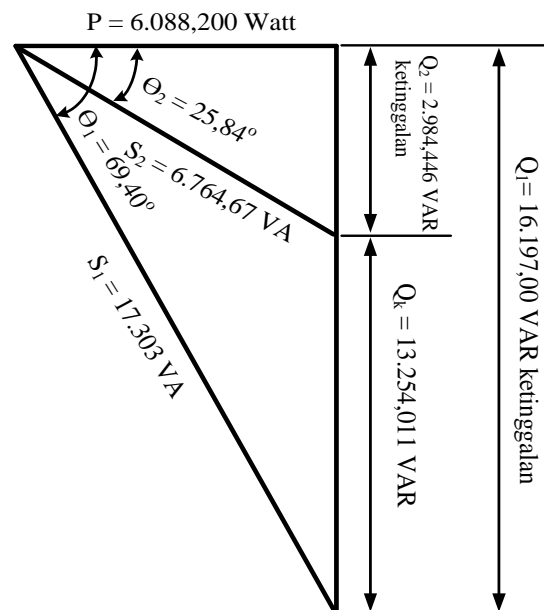
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{16.197,00}{6.088,20} \right) = 69,40^\circ$$

$\cos \Theta = \cos 69,40^\circ = 0,352$ lagging (keinggalan)

Jika kita inginkan $\cos \Theta = 0,9$ lagging untuk dipasang pada saluran penghantar tersebut, maka besarnya kapasitor bank kita perlukan adalah

$$\begin{aligned} Q_k &= P \{ \tan \theta_1 - \tan \theta_2 \} \\ &= 6.088,200 \{ \tan (\cos^{-1} 0,352) - \tan (\cos^{-1} 0,90) \} \\ &= 6.088,200 [\tan 69,40^\circ - \tan 25,84^\circ] \\ &= 6.088,200 [2,661 - 0,484] \\ &= 13.254,011 \text{ VAR} = 13,254 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Gambar segi tiga dayanya seperti Gambar 8 berikut



Gambar 8. Segi tiga daya pada saluran penghantar di PT. Eka Surya Mandiri Jambi setelah dipasang kapasitor bank.

Setelah dipasang kapasitor bank daya kompleks-nya adalah

$$S_2 = \frac{P}{\cos \theta_2} = \frac{6.088,200}{\cos (25,84)} = 6.764,67 \text{ VA}$$

Daya reaktif induktif setelah dipasang kapasitor adalah

$$Q_2 = S_2 \sin \theta_2 = 6.764,67 \sin (25,84^\circ) = 2.984,446 \text{ VAR}$$

Terjadi pengurangan daya semu

$$\begin{aligned} \Delta S &= S_1 - S_2 = 17.303 - 6.764,67 \\ &= 10.538,33 \text{ VA.} \end{aligned}$$

5. KESIMPULAN

Daya reaktif induktif pada PT. Eka Surya Mandiri Jambi sangatlah besar yaitu 16.197,00 VAR bila dibandingkan dengan daya nyata yaitu 6.088,200 Watt. Setelah dipasang kapasitor bank yang besarnya $Q_k = 13.254,011$ VAR, maka daya reaktif induktifnya menjadi $Q_2 = 2.984,446$ VAR, artinya terjadi pengurangan. Daya semu semula $S_1 = 17.303$ VA setelah dipasang kapasitor bank menjadi $S_2 = 6.764,67$ VA. Peranan daya reaktif pada saluran di PT. Eka Surya Mandiri Jambi sangatlah tidak produktif karena terlalu besar.

PUSTAKA

- [1] James J. Burke, Power Distribution Engineering, Marcel Dekker, Inc, 1994.
- [2] Turan Gönen, Electric Power Distribution System Engineering, McGraw-Hill Book Company, 1986.
- [3] Abdul Kadir, Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik, UI-Press, Jakarta, 2000.
- [4] A.S. Pabla, Sistem Distribusi Daya Listrik, Diterjemahan oleh: Ir. Abdul Hadi, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.
- [5] Yusra Sabri, Analisa Topologi Jaringan Distribusi, ITB, Bandung, 1990.
- [6] Yusra Sabri, Arsitektur dan Pengembangan Jaringan Distribusi, ITB, Bandung, 1990.

Halaman ini sengaja dikosongkan