

**ANALISIS PERBAIKAN FAKTOR DAYA UNTUK  
MEMENUHI PENAMBAHAN BEBAN 300 kVA  
TANPA PENAMBAHAN DAYA PLN**

**1. Ir. H. Mohammad Amir., M.Eng**

**2. Aji Muharam Somantri**

Konsentrasi Teknik Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri – Institut Sains & Teknologi Nasional  
Jl. Moch Kahfi II, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan, 12630  
e-mail : [ajimuharamsomantri@ymail.com](mailto:ajimuharamsomantri@ymail.com)

**Abstrak**

Permasalahan yang terjadi pada penelitian ini adalah banyaknya beban-beban induktif yang diakibatkan oleh beban-beban yang terpasang. seperti penerangan dengan menggunakan lampu TL, motor listrik untuk menjalankan lift dan tenaga listrik untuk chiller. Kondisi ini membuat nilai faktor dayanya menjadi rendah, disisi lain total daya terpasang masih jauh di bawah kapasitas daya suplai PLN. Perhitungan besar daya reaktif dan kapasitas kapasitor bank yang sesuai dengan kebutuhan beban ini akan membantu meminimalkan nilai faktor daya yang rendah yang akan berpengaruh pada optimalisasi suplai tenaga listrik dan kenyamanan aktifitas operasional. Analisa pada penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui berapa besar perbaikan faktor daya yang harus dipasang pada sistem tenaga listrik sehingga pembebanan daya terhadap kapasitas suplai PLN berada pada kondisi optimal. Dengan melakukan perbaikan faktor daya sebesar 565 kVAR dapat menurunkan nilai daya reaktif dan meningkatkan nilai daya semu, sehingga total konsumsi daya semu dan reaktif hampir berada pada nilai yang sama dan penambahan daya baru dapat dilakukan tanpa penambahan suplai daya PLN.

**Kata kunci** : *Daya reaktif, Faktor daya, Kapasitor Bank.*

## Pendahuluan

PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia adalah sebuah perusahaan otomotif internasional yang memproduksi assembly mobil dan service part baik untuk kebutuhan domestik maupun export. Total kapasitas produksi perbulan mencapai 15.000 unit untuk mobil dan lebih dari 30.000 service part diproduksi untuk kebutuhan domestik dan export. Untuk memenuhi kebutuhan listriknya, PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia disuplai oleh PLN dan mempunyai backup sumber daya sendiri berupa diesel generator. Area kebutuhan listrik ini terbagi menjadi dua bagian yakni Main Office area dan Manufacturing area.

Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan perhitungan dan analisis perbaikan faktor daya, analisis mengenai prinsip kerja dan pengaruh jenis beban yang dipasang terhadap kualitas listrik (tegangan, arus, power factor, rugi-rugi daya), persentase optimalisasi pemanfaatan daya, pengaruh terhadap denda daya reaktif bulanan serta analisis terhadap hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemasangan kapasitor (seperti kondisi beban, lokasi pemasangan).

Optimalisasi perbaikan faktor daya ini dilakukan dengan memasang kapasitor bank di sisi sumber dengan melakukan perhitungan dan analisis yang tepat guna mendapatkan nilai optimal untuk kapasitor yang akan dipasang. Disamping untuk mengoptimalkan konsumsi daya aktif, penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan menganalisa penambahan beban baru tanpa penambahan suplai baru dari PLN, sehingga menjadi lebih ekonomis dan efisien tanpa mengurangi kualitas energi listrik yang digunakan.

## Permasalahan

Permasalahan dalam penelitian ini adalah Suplai daya PLN sebesar 1250 kVA yang ada pada konstruksi lama tidak mampu menanggung penambahan beban baru sebesar 300 kVA dikarenakan daya listrik PLN (kVA) yang terpasang belum pada kondisi optimal, nilai  $\cos \phi$  dibawah 0.85 dan beban yang ada hampir mencapai batas arus yang diijinkan, sedangkan daya (kW) yang terpasang masih dibawah daya kontrak PLN.

## Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengoptimalkan konsumsi daya dengan melakukan kompensasi daya reaktif pada sistem kelistrikan gedung.
2. Menganalisa perbaikan faktor daya dengan menentukan nilai kapasitor bank yang akan dipasang.
3. Mengetahui pengaruh perbaikan faktor daya terhadap konsumsi total beban, arus dan daya yang terpasang.

**Lokasi Penelitian**

PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia

**Batasan masalah**

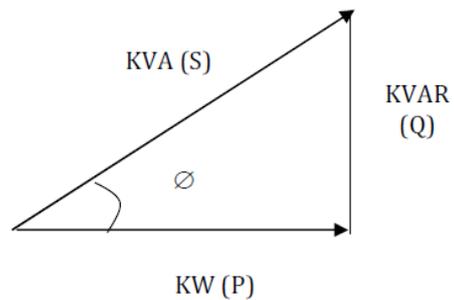
Agar penulisan skripsi ini lebih terarah dan tepat sasaran, maka penulis melakukan pembatasan masalah yaitu :

1. Pembahasan aplikasi kapasitor bank sebagai upaya untuk perbaikan faktor daya/ perhitungan koreksi faktor daya.
2. Perhitungan kompensasi daya reaktif yang dibutuhkan oleh PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia.
3. Perhitungan nilai kapasitor bank yang akan dipasang disimulasikan pada sistema distribusi jaringan dengan menggunakan bantuan ETAP 12.6 simulator.

4. Perencanaan instalasi capacitor bank pada beban 860 kW/380V.

**Faktor Daya**

Faktor daya yang dinotasikan  $\cos \phi$  didefinisikan sebagai perbandingan antara arus yang dapat menghasilkan kerja didalam suatu rangkaian terhadap arus total yang masuk kedalam rangkaian atau dapat dikatakan sebagai perbandingan daya aktif (kW) dan daya semu (kVA) (Rizal, 2012).



Gambar 1. Segitiga Daya

Dimana :

P: Daya Aktif ( kW )

Q : Daya Reaktif ( kVAR)

S: Daya Semu (kVA)

Hubungan ketiga jenis daya adalah sebagai berikut :

$$S^2 = P^2 + Q^2 \dots \dots \dots (1)$$

$$kVA^2 = kW^2 + kVAR^2 \dots \dots \dots (2)$$

$$kW = kVA \cos \phi \dots \dots \dots (3)$$

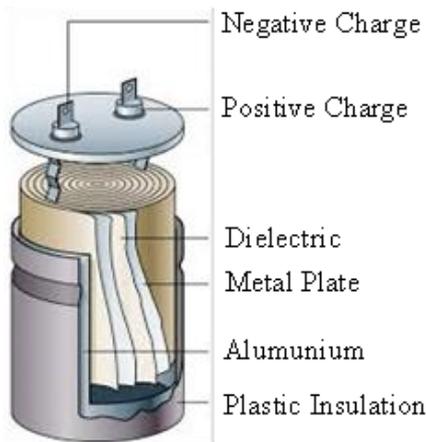
$$kVAR = kVA \sin \phi \dots \dots \dots (4)$$

**Kapasitor Daya**

Kapasitor terdiri dari dua pelat metal yang dipisahkan satu sama lain dengan bahan isolasi. Sistem penghantar kapasitor dibuat dari lapisan alumunium murni atau semprotan logam. Sistem dielektrik kapasitor dapat dibuat dari :

1. Keseluruhan dielektriknya dari kertas (kondensator kertas tissue),
2. Lapisan campuran kertas plastik,
3. Lapisan plastic dengan cairan perekat yang dipadatkan.

Dalam kondisi di lapangan, kapasitor ini di desain dapat menahan kuat medan berkisar 15V per micron. Rugi dayanya berkisar antara 2,4 – 3,5 watt/kVAR.



Gambar 2. Struktur Kapasitor

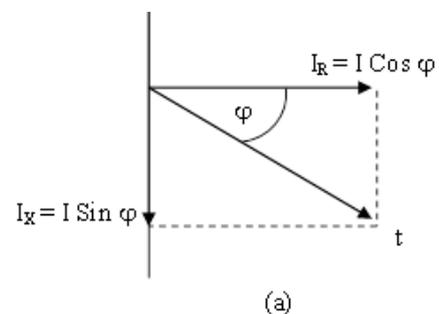
**Pemilihan Jenis Kapasitor**

Pemakaian kapasitor seri dan parallel pada sistem tenaga akan menimbulkan

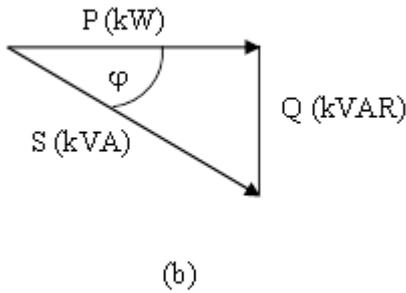
daya reaktif untuk memperbaiki faktor daya dan tegangan, karenanya akan menambah kapasitas sistim dan mengurangi kehilangan energi. Dalam kapasitor seri, daya reaktif berbanding lurus dengan kuadrat arus beban, sedangkan pada kapasitor parallel, berbanding lurus dengan kuadrat tegangannya. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan kapasitor parallel dan seri.

**Perbaikan Faktor Daya**

Beban listrik gedung atau industri umumnya berupa beban induktif dengan faktor daya 80% tertinggal ( *lagging* ). Oleh karena itu, jenis beban seperti ini yang distribusi arusnya mengikuti terhadap tegangannya, seperti yang terlihat pada gambar 2.4. Cosinus dari sudut yang dibentuk antara arus dan tegangan terima ( $V_t$ ) dikenal sebagai faktor daya (Power Factor).



Gambar 3. Diagram Phasor Perbaikan faktor daya



Gambar 4. Segitiga Daya

**Perbaikan Faktor Daya Dengan Daya**

**Aktif Tetap**

Bila faktor daya semula kita sebut  $\text{Cos } \phi_1$  dan diperbaiki menjadi  $\text{Cos } \phi_2$  maka besarnya kapasitor =  $Q_c$ , dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$Q_c = P ( \tan \phi_1 - \tan \phi_2 ) \text{ kVAR}$$

Dimana :

$$Q_c = \text{Daya Reaktif ( kVAR )}$$

$$P = \text{Daya Aktif ( kW )}$$

$$\phi_1 = \text{Sudut fasa awal}$$

**Perbaikan Faktor Daya Dengan Daya**

**Semu Tetap**

Daya reaktif kapasitif (kVAR) yang dipasok oleh kapasitor dalam rangka perbaikan faktor daya adalah

$$\text{Cos } \phi_2 = \frac{\text{Cos } \phi_2 \quad \phi_1}{\text{Cos } \phi_1} Q_c$$

**Rencana Perbaikan Faktor Daya**

Berdasarkan rencana penambahan daya sebesar 300 kVA yang telah dijelaskan pada permasalahan, secara perhitungan matematis daya PLN terpasang saat ini tidak mampu untuk mensuplai penambahan daya baru.

Tabel 1. Kondisi Daya Awal

No.	Data Beban	Total Daya
1	$S_{\text{max}}$ (PLN)	1250 kVA
2	$S_{\text{terpakai}}$ (Bangunan Lama)	1131,64 kVA
Sisa Daya Tidak Terpakai		118.38 kVA

Berdasarkan kondisi pada tabel diatas, maka penulis akan mencoba melakukan analisa perbaikan faktor daya dengan target nilai  $\text{Cos } \phi$  sebagai berikut :

Tabel 2. Target  $\text{Cos } \phi$

Target $\text{Cos } \phi_1$	Target $\text{Cos } \phi_2$	Target $\text{Cos } \phi_3$
0.90	0.95	0.98

**4.5.1 Target Nilai  $\text{Cos } \phi_1$**

Target nilai faktor daya 1 ( $\text{Cos } \phi$ )

1) sebagai bahan analisa pertama

penulis menentukan nilai  $\cos \varphi = 0.9$   
*lagging*.

Tabel 3. Perhitungan Kompensasi  
Daya 1

Faktor Daya 1 (Lama)	Faktor Daya 2 (Baru)
0.76 <i>lagg</i>	0.90 <i>lagg</i>

- Pengukuran Kondisi Beban Tertinggi  
( Tabel 3 )

$$\cos \varphi_1 = 76\% = 0.76 \text{ lagg}$$

$$\cos \varphi_2 = 90\% = 0.90 \text{ lagg}$$

$$S = 860.01 + j735.5 = 1131.4 \text{ kVA}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_1 &= P \tan \varphi \\ &= P \tan (\text{arc cos } \varphi) \\ &= 860.01 \tan (\text{arc cos } 0.76) \\ &= 860.01 \tan ( 40.53 ) \\ &= 735.29 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Faktor daya yang diinginkan = 0.90 ,  
maka perhitungannya menjadi :

$$\begin{aligned} Q_2 &= P \tan \varphi \\ &= P \tan (\text{arc cos } \varphi) \\ &= 860.01 \tan (\text{arc cos } 0.90 ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 860.01 \tan ( 25.84 ) \\ &= 416.48 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Sehingga nilai  $Q_c$  yang digunakan  
untuk perbaikan faktor daya adalah :

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_1 - Q_2 \\ Q_c &= 735.29 \text{ kVAR} - 416.48 \text{ kVAR} \\ Q_c &= 318.81 \text{ kVAR} \approx 320 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Jika dilakukan perhitungan  
dengan pengurangan nilai  $\cos \varphi$ , maka  
perhitungannya sebagai berikut :

Tabel 4. Perbaikan nilai Faktor Daya

$\cos \varphi_1$	$\cos \varphi_2$
0.76 <i>lagg</i>	0.90 <i>lagg</i>
$\tan \varphi_1$	$\tan \varphi_2$
0.85	0.48

Dari tabel 4 diperoleh :

$$\begin{aligned} &= \tan \varphi_1 - \tan \varphi_2 \\ &= 0.85 - 0.48 \\ &= 0.37 \end{aligned}$$

Sehingga Perbaikan faktor dayanya  
adalah :

$$\begin{aligned} Q_c &= P \times 0.65 \\ Q_c &= 860.01 \times 0.37 \end{aligned}$$

$$Q_c = 318.20 \text{ kVAR} \approx 320 \text{ kVAR}$$

- Perhitungan nilai Daya Semu (S) setelah perbaikan faktor daya :

$$\sqrt{P}$$

$$\sqrt{860}$$

$$\sqrt{\phantom{000}}$$

$$\sqrt{\phantom{000}}$$

Dari perhitungan diketahui bahwa nilai faktor daya dari hasil pengukuran dan perhitungan pada beban 860.01 kW menunjukkan nilai rata-rata 0.76 lagging. Dengan menggunakan persamaan (3), diperoleh nilai daya reaktif 416.48 kVAR. Setelah dilakukan perbaikan nilai faktor daya menjadi 0.90, diperoleh *Power Factor Correction* sebesar 320 kVAR.

#### 4.5.2 Target Nilai Cos φ<sub>2</sub>

Target nilai faktor daya 2 ( *Cos φ<sub>2</sub>* ) sebagai bahan analisa kedua penulis menentukan nilai *cos φ = 0.95 lagging*.

Tabel 5. Perhitungan Kompensasi Daya

2	
Faktor Daya 1 ( <i>Lama</i> )	Faktor Daya 2 ( <i>Baru</i> )
0.76 <i>lagg</i>	0.95 <i>lagg</i>

- Pengukuran Kondisi Beban Tertinggi ( Tabel 5 )

$$\text{Cos } \phi_1 = 76\% = 0.76 \text{ lagg}$$

$$\text{Cos } \phi_2 = 95\% = 0.95 \text{ lagg}$$

$$S = 860.01 + j735.5 = 1131.4 \text{ kVA}$$

Sehingga :

$$Q_1 = P \tan \phi$$

$$= P \tan (\text{arc cos } \phi)$$

$$= 860.01 \tan (\text{arc cos } 0.76)$$

$$= 860.01 \tan (40.53)$$

$$= 735.29 \text{ kVAR}$$

Faktor daya yang diinginkan = 0.95 , maka perhitungannya menjadi

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= P \tan \varphi \\
 &= P \tan (\arccos \varphi) \\
 &= 860.01 \tan (\arccos 0.95) \\
 &= 860.01 \tan (18.19) \\
 &= 282.59 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

Sehingga nilai  $Q_c$  yang digunakan untuk perbaikan faktor daya adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_c &= Q_1 - Q_2 \\
 Q_c &= 735.29 \text{ kVAR} - 282.59 \text{ kVAR} \\
 Q_c &= 452.69 \text{ kVAR} \approx 455 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

Jika dilakukan perhitungan dengan pengurangan nilai  $\cos \varphi$ , maka perhitungannya sebagai berikut :

Tabel 6. Perbaikan nilai Faktor Daya

$\cos \varphi_1$	$\cos \varphi_2$
0.76 <i>lagg</i>	0.95 <i>lagg</i>
$\tan \varphi_1$	$\tan \varphi_2$
0.85	0.32

Dari tabel 4.8 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 &= \tan \varphi_1 - \tan \varphi_2 \\
 &= 0.85 - 0.32 \\
 &= 0.53
 \end{aligned}$$

Sehingga Perbaikan faktor dayanya adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_c &= P \times 0.53 \\
 Q_c &= 860.01 \times 0.65 \\
 Q_c &= 455.8 \text{ kVAR} \approx 456 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan nilai Daya Semu (S) setelah perbaikan faktor daya :

$$\begin{aligned}
 &\sqrt{P} \\
 &\sqrt{860} \\
 &\sqrt{\phantom{860}} \\
 &\sqrt{\phantom{860}}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai faktor daya dari hasil pengukuran dan perhitungan pada beban 860.01 kW menunjukkan nilai rata-rata 0.76 *lagging*. Dengan menggunakan persamaan (3) dan perbaikan faktor daya menjadi 0.95, diperoleh nilai daya reaktif 282.59

kVAR dengan nilai *Power Factor Correction* sebesar 455 kVAR. = 860.01 tan ( 40.53 )  
= 735.29 kVAR

**4.5.3 Target Nilai Cos φ3**

Target nilai faktor daya 3 ( *Cos φ 3* ) sebagai bahan analisa ketiga penulis menentukan nilai *cos φ = 0.98 lagging*.

Tabel 7. Perhitungan Kompensasi Daya

3

Faktor Daya 1 ( <i>Lama</i> )	Faktor Daya 2 ( <i>Baru</i> )
0.76 <i>lagg</i>	0.98 <i>lagg</i>

- Pengukuran Kondisi Beban Tertinggi ( Tabel 7 )

$\text{Cos } \varphi_1 = 76\% = 0.76 \text{ lagg}$

$\text{Cos } \varphi_2 = 98\% = 0.98 \text{ lagg}$

$S = 860.01 + j735.5 = 1131.4 \text{ kVA}$

Sehingga :

$Q_1 = P \tan \varphi$   
 $= P \tan (\text{arc cos } \varphi)$   
 $= 860.01 \tan ( \text{arc cos } 0.76 )$

Faktor daya yang diinginkan = 0.98 ,  
maka perhitungannya menjadi :

$Q_2 = P \tan \varphi$   
 $= P \tan (\text{arc cos } \varphi)$   
 $= 860.01 \tan ( \text{arc cos } 0.98 )$   
 $= 860.01 \tan ( 11.47 )$   
 $= 174.50 \text{ kVAR}$

Sehingga nilai *Qc* yang digunakan untuk perbaikan faktor daya adalah :

$Q_c = Q_1 - Q_2$   
 $Q_c = 735.29 \text{ kVAR} - 174.50 \text{ kVAR}$   
 $Q_c = 560.79 \text{ kVAR} \approx 560 \text{ kVAR}$

Jika dilakukan perhitungan dengan pengurangan nilai *cos φ*, maka perhitungannya sebagai berikut :

Tabel 8. Perbaikan nilai Faktor Daya

<i>Cos φ<sub>1</sub></i>	<i>Cos φ<sub>2</sub></i>
0.76 <i>lagg</i>	0.98 <i>lagg</i>
<i>Tan φ<sub>1</sub></i>	<i>Tan φ<sub>2</sub></i>
0.85	0.2

Dari tabel 8 diperoleh :

$$= \tan \phi_1 - \tan \phi_2$$

$$= 0.85 - 0.2$$

$$= 0.65$$

Sehingga Perbaikan faktor dayanya adalah :

$$Q_c = P \times 0.65$$

$$Q_c = 860.01 \times 0.65$$

$$Q_c = 559.0 \text{ kVAR} \approx 560 \text{ kVAR}$$

- Perhitungan nilai Daya Semu (S) setelah perbaikan faktor daya :

$$\sqrt{P}$$

$$\sqrt{860}$$

$$\sqrt{\quad}$$

$$\sqrt{\quad}$$

Dari perhitungan dapat diketahui bahwa nilai faktor daya dari hasil pengukuran dan perhitungan pada beban 860.01 kW menunjukkan nilai rata-rata 0.76 lagging. Dengan menggunakan persamaan (3),

diperoleh nilai daya reaktif 175.50 kVAR. Setelah dilakukan perbaikan nilai faktor daya menjadi 0.98, diperoleh *Power Factor Correction* sebesar 560 kVAR.

Setelah dilakukan analisa perhitungan perbaikan faktor daya dapat diketahui nilai perbaikan faktor daya yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Total Perhitungan & perbandingan perbaikan faktor daya

Perbaikan Faktor Daya	Pf Correction
Cos $\phi_1$ (0.76)	-
Cos $\phi_1$ (0.90)	320 kVAR
Cos $\phi_2$ (0.95)	455 kVAR
Cos $\phi_3$ (0.98)	560 kVAR

#### 4.8.2 Perhitungan Instalasi Kapasitor Bank

Setelah menentukan target nilai cos  $\phi$  baru menjadi 0.95 lagging, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa

perbandingan metode instalasi kapasitor bank.

**4.8.2.1 Instalasi Kapasitor Bank Terpusat ( Global Compensation )**

- Pengukuran Kondisi Beban Lama ditambah beban baru

$$\text{Cos } \varphi_1 = 76\% = 0.76 \text{ lagg}$$

$$\text{Cos } \varphi_2 = 95\% = 0.95 \text{ lagg}$$

$$S = 1065.01 + j909.96 = 1431.64 \text{ kVA}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_1 &= P \tan \varphi \\ &= P \tan (\text{arc cos } \varphi) \\ &= 1065.01 \tan (\text{arc cos } 0.76) \\ &= 1065.01 \tan (40.53) \\ &= 910.56 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Faktor daya yang diinginkan = 0.95 ,  
maka perhitungannya menjadi :

$$\begin{aligned} Q_2 &= P \tan \varphi \\ &= P \tan (\text{arc cos } \varphi) \\ &= 1065.01 \tan (\text{arc cos } 0.95) \\ &= 1065.01 \tan (18.19) \\ &= 349.95 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Sehingga nilai  $Q_c$  yang digunakan untuk perbaikan faktor daya adalah :

$$\begin{aligned} Q_c &= Q_1 - Q_2 \\ Q_c &= 910,56 \text{ kVAR} - 349,95 \text{ kVAR} \\ Q_c &= 560.61 \text{ kVAR} \approx 565 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Jika dilakukan perhitungan dengan pengurangan nilai  $\text{cos } \varphi$ , maka perhitungannya sebagai berikut :

Tabel 10. Perbaikan nilai Faktor Daya

Cos $\varphi_1$	Cos $\varphi_2$
0.76 lagg	0.95 lagg
Tan $\varphi_1$	Tan $\varphi_2$
0.85	0.32

Dari tabel 4.20 diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Tan } \varphi_1 - \text{Tan } \varphi_2 \\ &= 0.85 - 0.32 \\ &= 0.53 \end{aligned}$$

Sehingga Perbaikan faktor dayanya adalah :

$$\begin{aligned} Q_c &= P \times 0.53 \\ Q_c &= 1065.01 \times 0.53 \\ Q_c &= 564.45 \text{ kVAR} \approx 565 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

## SIMPULAN

Dari perhitungan dan analisis yang telah dilakukan pada bab IV, maka dapat diambil beberapa simpulan diantaranya:

1. Usaha perbaikan faktor daya dari 0,76 lagging menjadi 0,95 lagging dapat mengatasi dan menanggung penambahan beban baru sebesar 300 kVA dengan tanpa melakukan penambahan suplai daya dari PLN.
2. Perbaikan faktor daya menjadi 0.95 lagging membutuhkan kapasitor bank untuk kompensasi daya reaktif sebesar 565 kVAR. Namun dikarenakan kapasitas kapasitor bank yang ada dipasaran rata-rata sebesar 50 kVAR, maka kapasitor bank yang akan dipasang menjadi 600 kVAR yang dipasang sebanyak 12 step dengan nilai kapasitor masing-masing step sebesar 50 kVAR.
3. Perbaikan faktor daya dari 0,76 lagging menjadi 0,95 lagging dapat menurunkan nilai arus total sebesar 20 %, dari total konsumsi arus 1683 A menjadi 1347 A.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basri, Hasan. Ir.. "Sistem Distribusi Daya Listrik". Jakarta: Desember, 1997.
- [2] A.Salam, Abdelhaay. "Electric Distribution System". Willey Publication 2011.
- [3] Abdillah, Margiono. "Kapasitor Bank Untuk Jaringan Listrik". YKT Pontianak. 2014.
- [4] Tohir, Toto, ST., MT. "Analisa Sistem Tenaga" Politeknik Negeri Bandung.2013.
- [5] Hayt, William H. Kemmerly, Jack E. Durbin, Steven M., "Rangkaian Listrik Jilid 1", Erlangga. Jakarta. 2014.
- [6] Al Naseem, Osamaa. A. "Impact Of Power Factor Correction In The Electrical Distribution System". Journal. Kuwait University. 2011
- [7] Tiwari, Anant Kumar. "Automotive Power Factor Correction Using Capacitor Bank". Journal. Instittu Science and Technology Bilaspur. February 2014.