

# PENGARUH KAPASITOR TERHADAP FAKTOR DAYA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA DI PT. MALINDO KARYA LESTARI

Rio Alfredo Sinaga<sup>1</sup>, Hamzah<sup>2</sup>, Abrar Tanjung<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas LancangKuning

Jl. Yos Sudarso Km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email:

## ABSTRAK

PT. Malindo Karya Lestari merupakan salah satu industri pada bidang *Palm Oil Mill Equipment and Engineering* di Pekanbaru yang bergerak dalam menyediakan unit dan *sparepart* untuk pabrik kelapa sawit. Dalam proses pembuatan unit dan *sparepart* di *workshop* menggunakan beberapa jenis mesin dengan motor induksi tiga phasa dalam pengoperasiannya. Adanya Penambahan mesin berpengaruh besar terhadap faktor daya yang dihasilkan dari motor induksi. Motor induksi dirancang untuk beroperasi pada beban penuh, sehingga apabila beban turun maka efisiensi motor turun. pengoperasian motor di bawah beban tertentu maka memiliki dampak terhadap faktor daya. faktor daya yang tinggi sangat diinginkan agar motor induksi beroperasi lebih efisien serta menjaga agar biaya lebih rendah untuk semua sistem. untuk mengatasi faktor daya, biasanya di lakukan dengan pemasangan kapasitor secara paralel dengan beban. pemasangan kapasitor yang kecil tidak memiliki pengaruh yang berarti, sedangkan kapasitor yang terlalu besar akan berdampak pada naiknya tegangan motor, jika kenaikan tegangan kerja yang telalu lama, berdampak pada naiknya temperatur motor yang akan menjadi tinggi hal ini dapat mengakibatkan motor dapat terbakar, pemasangan kapasitor yang sesuai di harapkan dapat memperbaiki faktor daya pada motor induksi. Keadaan faktor daya sebelum adanya penambahan mesin adalah 0,886 dapat dinaikan menjadi 0,98 dengan penyesuaian kapasitor bank bernilai 132,4 kVAR. Setelah adanya penambahan mesin faktor daya adalah 0,869 dapat dinaikan menjadi 0,98 dengan penyesuaian kapasitor bank bernilai 201 kVAR.

**Kata kunci :** Pengaruh Kapasitor, Motor Induksi Tiga Phasa.

## 1. PENDAHULUAN

PT. Malindo Karya Lestari merupakan salah satu industri pada bidang *Palm Oil Mill Equipment and Engineering* di Pekanbaru yang bergerak dalam menyediakan unit dan *sparepart* untuk pabrik kelapa sawit. Dalam proses pembuatan unit dan *sparepart* di *workshop* menggunakan peralatan mesin-mesin listrik, terdapat 60 mesin yang menggunakan motor induksi tiga phasa yaitu 27 unit mesin Bubut, 7 unit mesin *Computer Numbering control* (CNC), 3 unit mesin *Horizontal Boring*, 5 unit mesin *Radial Drilling*, 7 unit mesin *Radial Milling*, 3 unit mesin *Hobbing*, 3 unit mesin *Hoist Crane* 1T, 4 unit mesin *Hoist Crane* 5T. Dengan permintaan pasar yang cukup banyak, mesin yang ditambah berupa 18 unit mesin Bubut, 7 unit mesin *Milling*, 1 unit mesin *Hoist Crane* 5T dan 3 unit mesin *Hoist Crane* 1T diharapkan dengan adanya penambahan unit mesin ini dapat menyesuaikan dengan permintaan pasar. Jadi dengan adanya penambahan mesin maka jumlah mesin yang terdapat di PT. Malindo Karya Lestari adalah 87

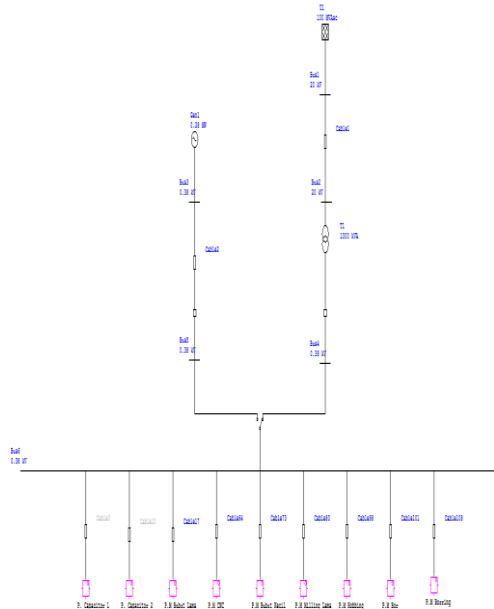
mesin yang menggunakan motor induksi tiga phasa yaitu 45 unit mesin bubut, 7 unit mesin *computer numbering control* (CNC), 3 unit mesin *horizontal boring*, 5 unit mesin *radial drilling*, 14 unit mesin *radial milling*, 3 unit mesin *hobbing*, 7 unit mesin *hoist crane* 1T, 4 unit mesin *hoist crane* 5T.

Adanya penambahan mesin ini berpengaruh besar terhadap faktor daya yang dihasilkan dari motor induksi tiga phasa. Motor induksi dirancang untuk beroperasi pada beban penuh, sehingga apabila beban turun maka efisiensi motor turun, pengoperasian motor di bawah beban tertentu maka memiliki dampak terhadap faktor daya, faktor daya yang tinggi sangat diinginkan agar motor induksi beroperasi lebih efisien serta menjaga agar biaya lebih rendah untuk semua sistem, untuk mengatasi faktor daya, biasanya dilakukan dengan pemasangan kapasitor secara paralel dengan beban.

## 2. METODE PENELITIAN

### Single Diagram

Berikut ini adalah *single line* diagram sistem kelistrikan yang terdapat di PT. Malindo Karya Lestari seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. *Single line* diagram kelistrikan pada *software ETAP*

### Motor Induksi Tiga Fasa

Motor induksi merupakan motor listrik tiga fasa dengan arus bolak-balik yang paling banyak digunakan dan dapat di jumpai dalam setiap aplikasi industri maupun rumah tangga. Pada motor ini putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan pada stator terdapat selisih putaran yang disebut *slip* [1].

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik yang paling banyak diaplikasikan dalam dunia industri. Hal ini dikarenakan motor ini memiliki konstruksi yang kuat, sederhana serta membutuhkan perawatan yang tidak banyak. Selain itu motor juga memberikan efisiensi yang baik dan putaran yang konstan untuk tiap perubahan beban [2].

### Kapasitor Bank

Kapasitor Bank adalah perangkat yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik. Sebagai akibatnya, kapasitor merupakan suatu tempat penampungan (*reservoir*) dimana muatan dapat disimpan dan kemudian dapat digunakan kembali. Suatu kapasitor membutuhkan tidak lebih dari dua buah pelat logam sejajar. Jika saklar dibiarkan terbuka, tidak akan ada muatan yang muncul pada

semua pelat ruang diantara kedua pelat tersebut sehingga tidak akan ada muatan yang tersimpan didalam kapasitor tersebut. Ketika saklar ditutup elektron-elektron akan tertarik dari pelat positif ke terminal positif baterai. Pada saat yang sama, elektron dalam jumlah yang sama akan bergerak dari terminal negatif baterai ke pelat negatif. Pergerakan elektron yang mendadak ini akan diwujudkan berupa suatu lonjakan arus sekejap (arus konvensional mengalir dari terminal positif baterai menuju terminal positif kapasitor) seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kapasitor Bank

### Daya

Secara umum pengertian daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V, dan Arus dinyatakan dalam I [3].

$$P = V \times I \quad (1)$$

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

### Daya Aktif (P)

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Daya ini sebenarnya adalah daya yang dipakai oleh komponen pasif resistor yang merupakan daya yang terpakai atau terserap. Satuan daya aktif adalah *Watt*. Secara matematis, daya rata-rata atau daya nyata merupakan perkalian antara tegangan efektif, arus efektif, dan koefisien faktor daya. Satuan daya aktif adalah *Watt* (W). Adapun persamaan dalam daya aktif sebagai berikut [3].

$$\begin{aligned} P &= I^2 \times R \\ &= I^2 \times (Z \times \cos \varphi) \\ &= (IZ) \times I \times \cos \varphi \\ &= V \times I \times \cos \varphi \end{aligned} \quad (2)$$

Keterangan :

Z = Impedansi dengan satuan Ohm  
 V = Tegangan dengan satuan Volt  
 I = Arus dengan satuan Ampere

Untuk satu phasa :

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (10)$$

Untuk tiga phasa :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \quad (10)$$

**Daya Reaktif (Q)**

Daya reaktif (*reactive power*) adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet dan yang di suplai oleh komponen reaktif. Umumnya diukur dalam *kilovolt-ampere-reactive* (kVAR). Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Secara matematis, daya reaktif merupakan perkalian antara tegangan efektif, arus efektif, dan nilai Sin φ. Satuan daya reaktif adalah VAR (*Volt Ampere Reaktif*) [3].

$$\begin{aligned} Q &= I^2 \times X \quad (10) \\ &= I^2 \times (Z \times \sin \phi) \\ &= (IZ) \times I \times \sin \phi \\ &= V \times I \times \sin \phi \end{aligned}$$

Keterangan :

Q = Daya reaktif dengan satuan VAR  
 X = Reaktansi dengan satuan Ohm  
 V = Tegangan dengan satuan Volt  
 I = Arus dengan satuan Ampere

Untuk satu phasa :

$$Q = V \times I \times \sin \phi \quad (11)$$

Untuk tiga phasa :

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \phi \quad (12)$$

**Daya Semu (S)**

Daya semu (*apparent power*) atau daya total (S), adalah hasil perkalian antara tegangan efektif (*root-mean-square*) dengan arus efektif (*root-mean-square*) dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri antara daya aktif dan daya reaktif seperti pada gambar 2.6 Satuan daya semu adalah VA (Ramdhani, 2008). Sehingga untuk daya semu dapat dinyatakan [3].

$$S = V \times I \quad (13)$$

$$S = \frac{P}{\cos \phi} \quad (14)$$

Keterangan :

S = Daya yang disalurkan (VA)  
 V = Tegangan saluran (V)  
 I = Arus (A)

Untuk satu phasa :

$$S = V \times I \quad (15)$$

Untuk tiga phasa :

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \quad (16)$$

**Faktor Daya**

Faktor daya atau *power factor*(PF) adalah perbandingan antara daya aktif (kW) P dengan daya total (kVA) S, atau cosinus sudut antara dayaaktif dan total. Faktor daya (Cos φ) dapat didefinisikan juga sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam cos φ [4].

$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya Aktif (P)}}{\text{Daya Semu (S)}} \quad (17)$$

$$Pf = \frac{kW}{kVA} = \frac{V \times I \times \cos \phi}{V \times I} = \cos \phi \quad (18)$$

**Kapasitor Bank**

Sebuah kapasitor dikatakan memiliki kapasitansi 1 Farad jika arus sebesar 1 A mengalir di dalamnya ketika tegangan yang berubah-ubah dengan kecepatan 1 V/s diberikan pada kapasitor tersebut. Arus yang mengalir di dalam sebuah kapasitor karenanya akan sebanding dengan hasil kali kapasitansi (C) dengan kecepatan perubahan tegangan yang diberikan [4].

$$I = c \times \frac{dv}{dt} \text{ (Amp)}$$

Reaktansi dari suatu kapasitor berbanding terbalik baik terhadap nilai kapasitansinya maupun terhadap frekuensi dari tegangan yang diberikan. Reaktansi kapasitif dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut ini [5] :

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \text{ (Ohm)}$$

Keterangan :

$X_c$  = Reaktansi Kapasitansi (*Ohm*)  
 $f$  = Frekuensi tegangan sumber (*Hz*)  
 $C$  = Kapasitansi (*Farad*)

Jika daya motor induksi tiga fasa maka arus kapasitor yang akan mengalir didalam kapasitor [6] :

$$P = V \times I \times \cos \varphi (\text{Watt}) \quad (21)$$

$P$  = Daya (*Watt*)  
 $V$  = Tegangan sumber (*Volt*)  
 $I$  = Arus yang mengalir (*Amper*)

Menghitung nilai kapasitor [3] :

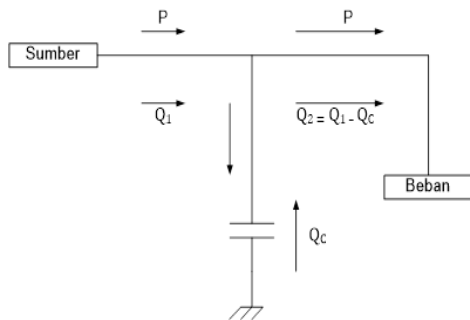
$$Q_c = V \times I \times \sin \varphi (\text{VAR}) \quad (22)$$

Keterangan :

$V$  = Tegangan Sumber (*Volt*)  
 $Q_c$  = Daya Reaktif Kapasitor (*VAR*)  
 $I$  = Arus yang mengalir (*Amper*)

### Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor

Cara perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank seperti pada Gambar 3 :



Gambar 3. Diagram perbaikan faktor daya

Jika beban di suplai dengan daya aktif ( $P$ ), daya reaktif ( $Q_1$ ), dan daya semu ( $S_1$ ) pada faktor daya lagging sebesar :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S_1} \quad (23)$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{[P^2 + (Q_1 - Q_2)^2]^{1/2}} \quad (24)$$

Jika kapasitor bank sebesar  $Q_c$  (kVAR) dihubungkan ke beban, faktor daya akan diperbaiki dari  $\cos \varphi_1$  menjadi  $\cos \varphi_2$  dimana :

$$\cos \varphi_2 = \frac{P}{S_2} \quad (25)$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{P}{[P^2 + Q_2^2]^{1/2}} \quad (26)$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{[P^2 + (Q_1 - Q_c)^2]^{1/2}} \quad (27)$$

Dari gambar 2.11 dapat dilihat bahwa dengan daya reaktif sebesar  $Q_c$  maka daya semu dan daya reaktif berkurang masing-masing dari  $S_1$  (kVA) ke  $S_2$  (kVA) dan dari  $Q_1$  (kVAR) ke  $Q_2$  (kVAR) Keterangan :

### Perhitungan kVAR

Daya kapasitor bank yang akan dipasang/diinstal ( $Q_c$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_c = Q_1 - P(\tan \varphi_2) \quad (2.25)$$

$$Q_c = Q_1 - Q_2 \quad (29)$$

Keterangan :

$Q_c$  = Daya kapasitor bank dalam kVAR.  
 $P$  = Daya aktif beban dalam kW.  
 $\tan \varphi$  = Tangen sudut fase ( $V, I$ ) pada instalasi.  
 $\tan \varphi'$  = Tangen sudut fase ( $V, I$ ) setelah instalasi kapasitor bank.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemakaian Daya Sebelum Penambahan Mesin

Untuk mendapatkan data parameter yang di butuhkan diambil pada panel sumber menggunakan bantuan *Software ETAP* adalah:

- Tegangan (V) = 373,8 V
- Arus (A) = 711,3 A
- Faktor Daya ( $\cos \phi$ ) = 0,886
- Daya Semu (S/kVA) = 460 kVA
- Daya Aktif (P/kW) = 408 kW
- Daya reaktif(Q/kVAR) = 214 kVAR

Untuk melakukan pembuktian bahwa data yang diperoleh sesuai dengan perhitungan matematis dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

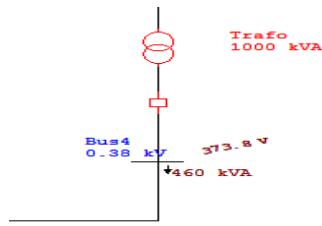
### 1. Daya Semu

Dari data di atas maka dapat menghitung daya semu yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.14

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

$$= \sqrt{3} \times 373,8 \times 711,3$$

$$= 459,97 \text{ kVA}$$

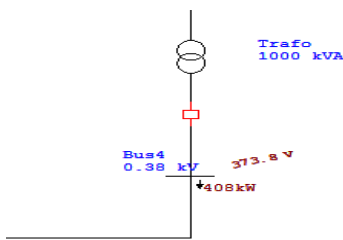


Gambar 4. Pemakaian daya semu sebelum penambahan mesin pada *Software ETAP*

**2. Daya Aktif**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung daya aktif yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.7

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \\
 &= \sqrt{3} \times 373,8 \times 711,3 \times 0,886 \\
 &= 407,54 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

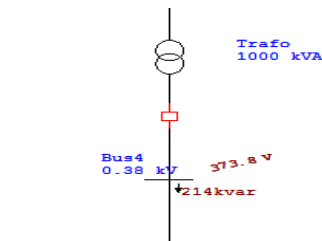


Gambar 5. Pemakaian daya aktif sebelum penambahan mesin pada *Software ETAP*

**3. Daya Reaktif**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung daya reaktif yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.10

$$\begin{aligned}
 Q &= S \cdot \sin(\cos^{-1}0,886) \\
 &= 460 \times 0,463 \\
 &= 213,29 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

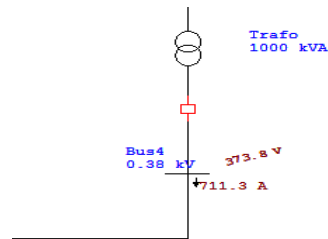


Gambar 6. Pemakaian daya Reatif sebelum penambahan mesin daya reaktif pada *Software ETAP*

**4. Arus pada bus bar**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung arus yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.18

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \times \cos\phi} \\
 &= \frac{408000}{\sqrt{3} \times 373,8 \times 0,886} \\
 &= 712 \text{ A}
 \end{aligned}$$

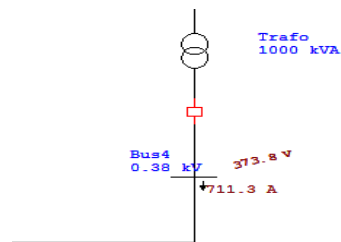


Gambar 7. Arus bus bar sebelum penambahan mesin pada *Software ETAP*

**5. Tegangan pada bus bar**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung tegangan pada bus bar yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.18

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \times \cos\phi} \\
 &= \frac{408000}{\sqrt{3} \times 711,3 \times 0,886} \\
 &= 374 \text{ V}
 \end{aligned}$$



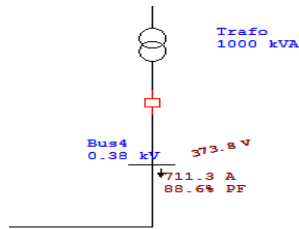
Gambar 8. Tegangan bus bar sebelum penambahan mesin pada *Software ETAP*

**Perhitungan Nilai Kapasitor Bank Sebelum Penambahan Mesin**

Melihat hasil data pada program ETAP ditemukan nilai faktor daya kurang dari nilai yang ditentukan yaitu 0,98 lagging. Dengan dinaikkannya faktor daya ini akan membuat sudut fasa yang terjadi akan semakin kecil seperti persamaan dibawah ini :

$$\begin{aligned}\varphi &= \cos^{-1} 0,98 \\ \varphi &= 11,47^\circ \\ \tan \varphi_2 &= 0,20\end{aligned}$$

Jika daya semu yang terjadi sebelum penambahan kapasitor bank dimisalkan sebagai  $Q_1$ , maka daya semu yang terjadi setelah penambahan kapasitor bank adalah  $Q_2$  terlebih dahulu menentukan nilai tangen dari power faktor daya awal yaitu 0,886



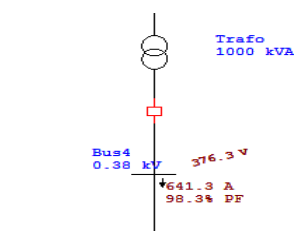
Gambar 9. Nilai kapasitor bank sebelum penambahan mesin  $\cos \varphi$  0,886 pada *Software ETAP*

$$\begin{aligned}\varphi &= \cos^{-1} 0,886 \\ \varphi &= 27,625^\circ \\ \tan \varphi_1 &= 0,523\end{aligned}$$

Kemudian menentukan nilai daya reaktif (kVAR) yang dibutuhkan untuk menaikkan faktor daya menjadi 0,98 sebagai berikut dengan menggunakan persamaan 2.37

$$\begin{aligned}Q_2 &= Q_1 - Q_c \\ P \tan \varphi_2 &= Q_1 - Q_c \\ Q_c &= Q_1 - P (\tan \varphi_2) \\ &= 214 - (408 \times 0,20) \\ &= 214 - 81,6 \\ Q_c &= 132,4 \text{ kVAR}\end{aligned}$$

Dari data diatas maka diperlukan adanya penambahan kapasitor bank yang bernilai 132.4 kVAR agar dapat menyesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan. Menggunakan 7 buah kapasitor bank dengan masing-masing kapasitor bernilai 20 kVAR maka dapat menaikkan faktor daya menjadi 0,98 seperti pada gambar 4.7



Gambar 10. Nilai kapasitor bank sebelum penambahan mesin  $\cos \varphi$  0,98 pada *Software ETAP*

### Pemakaian Daya Sesudah Penambahan Mesin

Untuk mendapatkan data parameter yang dibutuhkan diambil pada panel sumber menggunakan bantuan *Software ETAP* adalah:

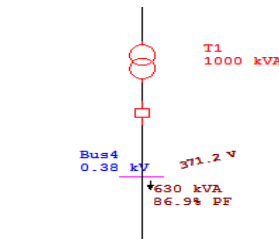
- Tegangan (V) = 371,2 V
- Arus (A) = 979,5 A
- Faktor Daya ( $\cos \varphi$ ) = 0,869
- Daya Semu (S/kVA) = 630 kVA
- Daya Aktif (P/kW) = 547 kW
- Daya reaktif (Q/kVAR) = 311 Kvar

Untuk melakukan pembuktian bahwa data yang diperoleh sesuai dengan perhitungan matematis dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

#### 1. Daya Semu

Dari data di atas maka dapat menghitung daya semu yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.14

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \\ &= \sqrt{3} \times 371,2 \times 979,5 \\ &= 629,5 \text{ kVA}\end{aligned}$$

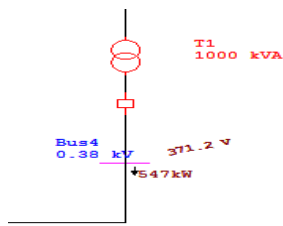


Gambar 11. Pemakaian daya semu sesudah penambahan mesin pada *Software ETAP*

#### 2. Daya Aktif

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung daya aktif yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.7

$$\begin{aligned}P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 371,2 \times 979,5 \times 0,869 \\ &= 546,6 \text{ kW}\end{aligned}$$



Gambar 12. Pemakaian daya aktif sesudah penambahan mesin pada *Software ETAP*

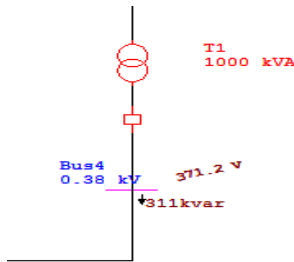
**3. Daya Reaktif**

Dari data di atas maka dapat menghitung daya Reaktif yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.10

$$Q = S \cdot \sin(\cos^{-1} 0,869)$$

$$= 630 \times 0,494$$

$$= 311 \text{ kVAR}$$



Gambar 13. Pemakaian daya reaktif sesudah penambahan mesin pada *Software ETAP*

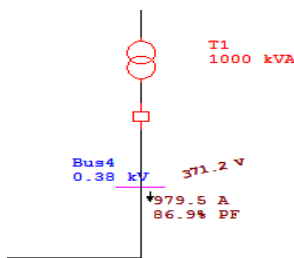
**4. Arus pada bus bar**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung daya arus yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.18

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

$$= \frac{547000}{\sqrt{3} \times 371,2 \times 0,869}$$

$$= 980 \text{ A}$$



Gambar 14. Arus bus bar sesudah penambahan mesin pada *Software ETAP*

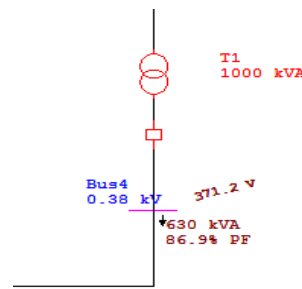
**5. Tegangan pada bus bar**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung tegangan pada bus bar yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.18

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

$$= \frac{547000}{\sqrt{3} \times 979,5 \times 0,869}$$

$$= 371 \text{ V}$$



Gambar 15. P Tegangan bus bar sesudah penambahan mesin pada *Software ETAP*

**Perhitungan Nilai Kapasitor Sesudah penambahan Mesin**

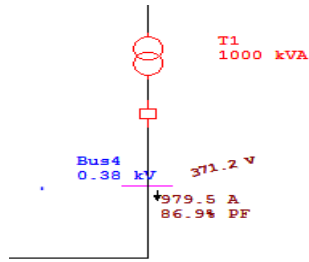
Melihat hasil data pada program ETAP ditemukan nilai fator daya kurang dari nilai yang ditentukan yaitu 0,98 lagging. Berdasarkan data tersebut akan dilakukan perhitungan untuk menentukan penambahan daya reaktif melalui kapasitor bank agar nilai faktor daya naik menjadi 0,98 lagging. Dengan dinaikannya faktor daya ini akan membuat sudut fasa yang terjadi akan semakin kecil seperti persamaan dibawah ini :

$$\phi = \cos^{-1} 0,98$$

$$\phi = 11.47^\circ$$

$$\tan \phi_2 = 0.20$$

Jika daya semu yang terjadi sebelum penambahan kapasitor bank dimisalkan sebagai  $Q_1$  ,maka daya semu yang terjadi setelah penambahan kapasitor bank adalah  $Q_2$  terlebih dahulu menentukan nilai tangen dari power faktor daya awal yaitu 0.869



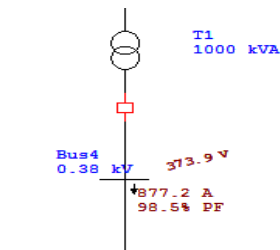
Gambar 16. Nilai kapasitor sesudah penambahan mesin cos phi 0,869 pada *Software ETAP*

$$\begin{aligned}\phi &= \cos^{-1} 0,88 \\ \phi &= 28,357^\circ \\ \tan \phi_1 &= 0,539\end{aligned}$$

Kemudian menentukan nilai daya reaktif (kVAR) yang dibutuhkan untuk menaikkan faktor daya menjadi 0,98 sebagai berikut dengan menggunakan persamaan 2.37

$$\begin{aligned}Q_2 &= Q_1 - Q_c \\ P \tan \phi_2 &= Q_1 - Q_c \\ Q_c &= Q_1 - P (\tan \phi_2) \\ &= 311 - (547 \times 0,20) \\ &= 311 - 109,4 \\ Q_c &= 201,6 \text{ kVAR}\end{aligned}$$

Dari data diatas maka diperlukan adanya penambahan kapasitor bank yang bernilai 201,6 kVAR agar dapat menyesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan. Menggunakan 11 buah kapasitor bank dengan masing-masing kapasitor bernilai 20 kVAR maka dapat menaikkan faktor daya menjadi 0,98 seperti pada gambar 4.14



Gambar 4.15 Perhitungan menentukan nilai kapasitor sesudah penambahan mesin Saat cos phi 0,98 cos phi bus bar pada *Software ETAP*

Setelah melakukan perhitungan sebelum adanya penambahan mesin dan setelah adanya penambahan mesin maka didapat perbandingan dari beberapa parameter yang di tampilkan pada tabel 4.1

Tabel 1. Perbandingan sebelum dan sesudah penambahan mesin

Sebelum Penambahan Mesin		Sesudah Penambahan Mesin	
Tegangan	373,8 V	Tegangan	371,2 V
Arus	711,3 A	Arus	979,5 A
Faktor Daya	0,886	Faktor Daya	0,869
Daya Semu	460 kVA	Daya Semu	630 kVA
Daya aktif	408 kW	Daya Aktif	547 kW
Daya Reaktif	214 kVAR	Daya Reaktif	311 kVAR

### Perhitungan Untuk Menentukan Pengaruh Kapasitor Terhadap Faktor Daya Pada Motor Induksi Tiga Fasa

Untuk mendapatkan data parameter yang dibutuhkan diambil pada panel sumber menggunakan bantuan *Software ETAP* adalah:

- Tegangan (V)= 378,3 V
- Arus (A)= 13,3 A
- Faktor Daya (cos phi)= 0,867
- Daya Semu (S/kVA)= 9 kVA
- Daya Aktif (P/kW) = 8 kW
- Daya reaktif(Q/kVAR)= 4 kVAR

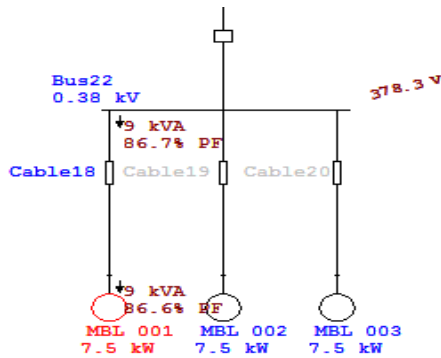
Untuk melakukan pembuktian bahwa data yang diperoleh sesuai dengan perhitungan matematis dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

#### 1. Daya Semu

Dari data di atas maka dapat menghitung daya semu yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.14

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \\ &= \sqrt{3} \times 378 \times 13,3 \\ &= 8,7 \text{ kVA}\end{aligned}$$



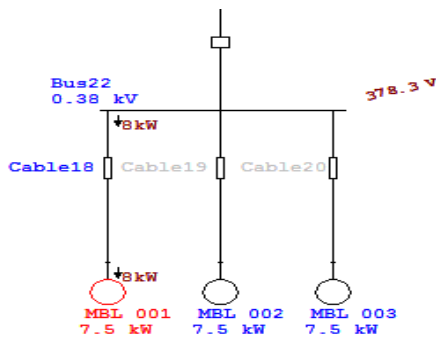


Gambar 17. Pemakaian daya semu motor induksi tiga fasa pada software ETAP

**2. Daya Aktif**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung daya aktif yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.7

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \\
 &= \sqrt{3} \times 378,3 \times 13,3 \times 0,867 \\
 &= 7,55 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

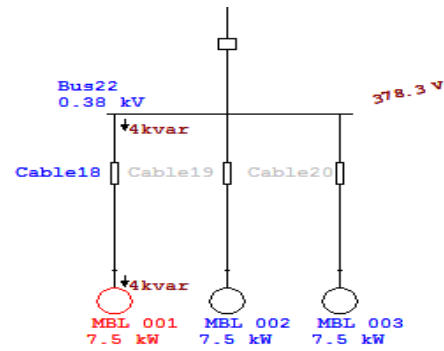


Gambar 18. Pemakaian daya aktif motor induksi tiga fasa pada software ETAP

**3. Daya Reaktif**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung daya reaktif yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.10

$$\begin{aligned}
 Q &= S \cdot \sin(\cos^{-1}0.867) \\
 &= 9 \times 0,498 \\
 &= 4,4 \text{ kVAR}
 \end{aligned}$$

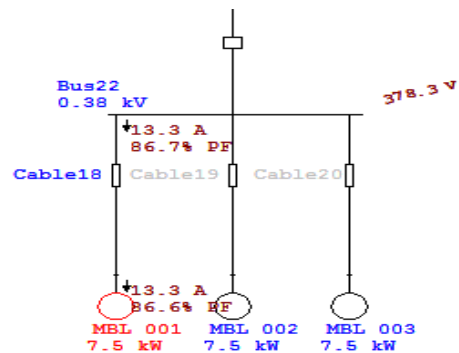


Gambar 19. Pemakaian daya reaktif motor induksi tiga fasa pada software ETAP

**4. Arus pada bus bar**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung arus yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.18

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} \\
 &= \frac{8000}{\sqrt{3} \times 378,3 \times 0,867} \\
 &= 14 \text{ A}
 \end{aligned}$$

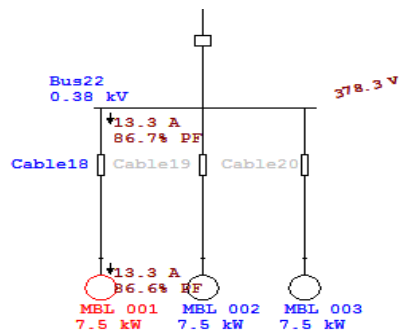


Gambar 20. Arus bus bar motor induksi tiga fasa pada software ETAP

**5. Tegangan pada bus bar**

Dari data yang diambil menggunakan bantuan *Software ETAP* maka dapat menghitung tegangan pada bus bar yang dapat di hitung secara matematis menggunakan persamaan 2.18

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos\phi} \\
 &= \frac{8000}{\sqrt{3} \times 13,3 \times 0,867} \\
 &= 378 \text{ V}
 \end{aligned}$$



- [6] Chapman, Stephen J., 2005, *Electric Machinery Fundamental*, Fourt Edition, McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

Gambar 21. Tegangan bus bar pada motor induksi tiga fasa pada software ETAP

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan Perbaikan faktor daya untuk penyesuaian nilai kapasitor terhadap faktor daya pada motor induksi tiga fasa yang berada di PT. Malindo Karya Lestari maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor daya sebelum penambahan mesin adalah 0,886 dan dapat dinaikan menjadi 0,98 dengan Penyesuaian kapasitor bank sebesar 132,4 kVAR.
2. Faktor daya sesudah penambahan mesin adalah 0,869 dan dapat dinaikan menjadi 0,98 dengan Penyesuaian kapasitor bank sebesar 201,6 kVAR.
3. Menggunakan satu buah motor induksi tiga fasa dengan kapasitas 7,5 kW dengan Cos phi 0,867 dapat dinaikan menjadi Cos phi 0,98 dengan menambah kapasitor sebesar 3 kVAR

Berdasarkan hasil studi perbaikan faktor daya ini memberikan masukan kepada manajemen PT. Malindo Karya Lestari agar melakukan penyesuaian pemakaian kapasitor dengan kebutuhan yang di perlukan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zuhail, 1991, *Dasar Teknik Tenaga Listrik*, ITB, Bandung.
- [2] Wijaya Mochtar, 2001, *Dasar-Dasar Mesin Listri*, Penerbit Djembatan, Jakarta.
- [3] Ramdhani, M. 2008, *Rangkaian Listrik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [4] Cekdin Cekmas, 2013, *Tansmisi Daya Listrik*, C.V ANDI OFFSET, Yogyakarta
- [5] Tooley, Mike, 2002, *Rangkaian Elektronika Prinsip dan Aplikasi*, Erlangga, Jakarta.