

# PERHITUNGAN ARUS DAN SUDUT PERISAI PENANGKAL PETIR PADA TANGKI KONDENSAT CONOCO PHILIPS LTD RAWA MUSI BANYUASIN

**CHOIRUL RIZAL**

*Dosen Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang*

*e-mail : [Choirul24@yahoo.co.id](mailto:Choirul24@yahoo.co.id)*

**Tomi**

*Alumni Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang*

## ABSTRAK

Konservasi energi didefinisikan sebagai kegiatan pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang diperlukan. Tujuan konservasi adalah untuk memelihara sumber daya alam yang berupa sumber energi melalui kebijakan pemilihan teknologi dan pemanfaatan energi secara efisien, rasional untuk mewujudkan kemampuan penyediaan energi.

Konservasi energi listrik dapat dilakukan secara teknis dan nonteknis. Secara teknis konservasi menggunakan alat yaitu inverter dan kapasitor bank. Inverter digunakan untuk mengkonversi tegangan searah ke suatu tegangan bolak-balik dimana frekuensi dari tegangan tersebut dapat diatur. Kapasitor bank merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif, yang terdiri dari sekumpulan beberapa kapasitor yang disambung secara paralel untuk mendapatkan kapasitas kapasitif tertentu.

Untuk mengkonversikan energi listrik kita harus memperbaiki faktor daya atau yang dikenal dengan  $\cos \phi$ , secara teknisnya kita bisa menghitungnya dengan cara mengetahui besarnya arus, tegangan, frekuensi dan dayanya.

Kata Kunci : *Konservasi Energi, Faktor Daya, inverter, kapasitor bank,*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perusahaan daerah air minum atau yang lebih dikenal PDAM Tirta Musi Palembang yang merupakan salah satu perusahaan BUMD (Badan Usaha Milik Daerah) juga sangat bergantung pada energi listrik yang disuplai dari PLN. Listrik sangatlah berperan penting didalam proses kegiatan di PDAM Tirta Musi tersebut. Salah satu contoh penggunaan listrik di PDAM Tirta Musi yaitu untuk memompa air dari intake station yang berada di tepian sungai musu ke instalasi–instalasi pengolahan air (IPA) seperti karang anyar, 3 ilir, borang, polygon dan rambutan.

Dari data lapangan kita dapatkan bahwasanya untuk memenuhi kebutuhan transmisi air baku di PDAM Tirta musu palembang khususnya di instalasi penyadapan air baku (intake) Karang Anyar, PDAM Tirta Musi Palembang menggunakan pompa jenis sentrifugal dengan penggerak motor induksi 3 fasa asinkron, dengan karakter oprasional kontinyu (24 jam). Kondisi ini tentunya akan mengakumulasi rugi-rugi energi listrik sekecil apapun akan menjadi besar, termasuk rugi-rugi energi listrik yang disebabkan oleh karakter dasar motor induksi tersebut.

Dalam rangka mengurangi rugi-rugi tersebut PDAM Tirta Musi Palembang melakukan konservasi energi listrik dengan memakai inverter pada pompa dan penambahan kapasitor bank pada pompa yang tidak memakai inverter. Upaya ini dimaksudkan agar terjadi efisiensi anggaran biaya listrik, yang sebelumnya dirasakan sangat tinggi.

## 1.2. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari Konservasi Energi Listrik di Intake PDAM Tirta Musi Palembang dengan Menggunakan Inverter dan Kapasitor Bank adalah:

- Menentukan besarnya daya reaktif yang dipakai.
- Menentukan besarnya daya, setelah menggunakan Inverter dan kapasitor bank.
- Meneliti berapa besar penghematan biaya listrik yang didapat dengan Menggunakan inverter dan kapasitor bank.

## 1.3. Perumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi di Intake Karang Anyar PDAM Tirta Musi Palembang adalah besarnya daya semu akibat karakter beban induktif Motor penggerak pompa, yang mengakibatkan anggaran biaya listrik menjadi besar. Terlebih karena karakter kerja pompa adalah kontinyu (24 Jam). Oleh karena itulah PDAM Tirta Musi Palembang melakukan konservasi energi listrik pada intake station dengan penambahan inverter pada pompa dan kapasitor bank pada pompa yang tidak menggunakan inverter.

## 1.4. Pembatasan Masalah

Pembahasan Konservasi Energi Listrik di Intake PDAM Tirta Musi Palembang dengan Menggunakan Inverter dan Kapasitor Bank dalam hal ini di titik beratkan pada menentukan besarnya daya aktif dan daya reaktif, menentukan besarnya efisiensi daya dengan menggunakan inverter dan penambahan kapasitor bank. Sehingga nantinya terjadi penurunan anggaran biaya listrik yang dikeluarkan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Faktor Daya

Faktor daya terbelakang (lagging) adalah faktor yang keadaan daya saat memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut :

1. Beban / peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban yang bersifat induktif.
2. Arus (I) terbelakang dari tegangan (V), V mendahului I dengan sudut  $\phi$

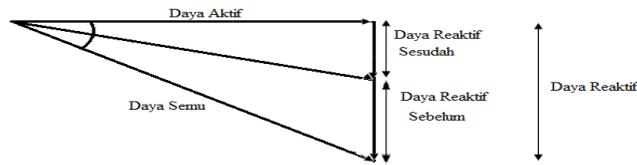
$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya Aktif (P)}}{\text{Daya Nyata (S)}} \dots \dots \dots (1)$$

### 2.2. Perbaikan Faktor Daya

Perbaikan faktor daya pada umumnya adalah penambahan komponen sebagai pembangkit daya reaktif (*Reactive Power Generation*) yang memungkinkan untuk mensuplai kebutuhan kVAr pada beban-beban induktif, untuk merencanakan suatu sistem dalam memperbaiki faktor daya, dapat dipergunakan suatu konsep yaitu kompensator ideal, dimana sistem ini dapat dihubungkan pada titik penyambungan secara paralel dengan beban dan memenuhi 3 fungsi utama yaitu (4,5)

1. Memperbaiki faktor daya mendekati nilai 1 (*Unity Power Factor*)
2. Mengurangi atau mengeliminasi regulasi tegangan, dan
3. Menyeimbangkan arus beban dan tegangan fasa.

Karena daya aktif tidak berubah sedangkan daya reaktif berkurang, maka dari sudut pandang sumber, segitiga daya yang baru diperoleh ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Terlihat bahwa sudut  $\phi$  mengecil akibat pemasangan kapasitor tersebut sehingga faktor daya akan naik<sup>(1,2,3)</sup>.



Gambar.1. Perbaikan Faktor Daya

### 2.3. Menentukan Ukuran Kapasitor Untuk Memperbaiki Faktor Daya

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

Metode yang digunakan untuk mencari ukuran kapasitor untuk perbaikan faktor daya adalah metode perhitungan biasa. Untuk melakukan metode ini dibutuhkan beberapa data antara lain yaitu daya aktif (kW). *Power factor* lama ( $\cos \phi_1$ ) dan *power factor* baru ( $\cos \phi_2$ ). Untuk menentukan daya dapat diperoleh dari persamaan<sup>(1,6)</sup>:

$$S = \frac{P}{\cos \phi_1} \dots \dots \dots (2)$$

### 2.4. Menentukan Kapasitas Kapasitor

Cara untuk mengetahui berapa kapasitas kapasitor yang bisa digunakan dalam pengoperasian beban normal dan operasi beban maksimal dapat diketahui dengan cara menggunakan persamaan yaitu<sup>(2,3,6)</sup>:

$$C = \frac{Q_s}{\omega.V^2} \dots \dots \dots (3)$$

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dimana dalam pembahasan penelitian ini penulis melakukan observasi pengumpulan data di sistem tanki kondensat conoco philips, melakukan analisa data berdasarkan perhitungan dengan teori yang berhubungan dengan masalah Perhitungan arus sambaratn petir dan perhitungan sudut optimal penangkal petir pada tanki kondensat di Conoco Philips.

## 4. PEMBAHASAN

### 4.1 Data

#### 4.1.1 Data Inverter

Data inverter yang terpasang Intake Karang Anyar adalah sebagai berikut :

Tipe	:	Telemecanique / Alt 61
Daya	:	55 Kw
Voltage	:	380 V
Cos Phi	:	0,98
Manufactured	:	2005



Gambar.2. Inverter Telemecanique / Alt 61 Intake Karang Anyar

#### 4.1.2. Data Motor

Data Pompa untuk mensuplai air baku dari Intake Karang Anyar ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) Karang Anyar, diketahui spesifikasi elektromotornya sebagai berikut :

Tipe motor	:	KSB / KRTK 300-380/506 UG.I
Frequensi motor	:	50 Hz
Phase	:	3
Voltage	:	400 V
Rpm/menit	:	980 rpm/menit
Daya	:	48 Kw
Arus	:	98 A
Cos phi	:	0.78
Pole	:	4



Gambar. 3. Nameplate Elektromotor KSB /KRTK 300-380/506 UG.I

#### 4.1.3. Data Kapasitor Bank

Data kapasitor bank yang terpasang di Intake Karang Anyar adalah sebagai berikut :

Tipe	:	SIEMENS MKK415-D-25-01
Frekuensi	:	50 Hz
Voltage	:	380 V
Daya Reaktif	:	21,0 kvar



Gambar. 4. Nameplate Kapasitor Bank di Intake Karang Anyar

Kapasitor yang digunakan untuk memperbesar pf dipasang paralel dengan rangkaian beban. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukannya dengan demikian pada saat itu kapasitor membangkitkan daya reaktif. Bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron ( $I_c$ ) berarti sama juga kapasitor mensuplai daya reaktif

ke beban. Karena beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitor (-) akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil



Gambar. 5. Kapasitor Bank SIEMENS di Intake Karang Anyar

## 4.2. Perhitungan

### 4.2.2. Menggunakan Inverter

Dari data motor dan inverter tersebut maka akan kita tentukan beberapa nilai yang diperlukan untuk mengetahui besarnya daya yang diperlukan dalam pengoperasian motor tersebut adalah:

- Pertama kita harus menghitung besarnya daya reaktifnya.
  - a.  $\cos \phi = 0,78$

$$\begin{aligned}\cos \phi &= 0,78 \\ \phi &= \cos^{-1} 0,78 \\ \phi &= 38,74 \\ \tan \phi &= \frac{Q}{P} \\ \tan 38,74 &= \frac{Q}{48000} \\ 0,8 &= \frac{Q}{48000}\end{aligned}$$

$$Q = 0,8 \times 48000$$

$$Q = 38.400 \text{ Var}$$

$$Q = 38,4 \text{ kVAr}$$

- b.  $\cos \phi = 0,83$

$$\begin{aligned}\cos \phi &= 0,83 \\ \phi &= \cos^{-1} 0,83 \\ \phi &= 33,90 \\ \tan \phi &= \frac{Q}{P} \\ \tan 33,90 &= \frac{Q}{48000} \\ 0,7 &= \frac{Q}{48000}\end{aligned}$$

$$Q = 0,7 \times 48000$$

$$Q = 33600 \text{ Var}$$

$$Q = 33,6 \text{ kVAr}$$

- c.  $\cos \phi = 0,88$

$$\begin{aligned}\cos \phi &= 0,88 \\ \phi &= \cos^{-1} 0,88 \\ \phi &= 28,36 \\ \tan \phi &= \frac{Q}{P}\end{aligned}$$

$$\tan 28,36 = \frac{Q}{48000}$$

$$0,5 = \frac{Q}{48000}$$

$$Q = 0,5 \times 48000$$

$$Q = 24000 \text{ Var}$$

$$Q = 24 \text{ kVAr}$$

**d.**  $\cos \phi = 0,93$

$$\cos \phi = 0,93$$

$$\phi = \cos^{-1} 0,93$$

$$\phi = 21,56$$

$$\tan \phi = \frac{Q}{P}$$

$$\tan 21,56 = \frac{Q}{48000}$$

$$0,4 = \frac{Q}{48000}$$

$$Q = 0,4 \times 48000$$

$$Q = 19200 \text{ Var}$$

$$Q = 19,2 \text{ kVAr}$$

**e.**  $\cos \phi = 0,98$

$$\cos \phi = 0,98$$

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

$$\phi = 0,2$$

$$\tan \phi = \frac{Q_1}{P}$$

$$\tan 0,2 = \frac{Q_1}{48000}$$

$$0,2 = \frac{Q_1}{48000}$$

$$Q = 0,2 \times 48.000$$

$$Q = 9600 \text{ Var}$$

$$Q = 9,6 \text{ kVAr}$$

• Setelah mendapatkan besarnya daya reaktif kita dapat menentukan besarnya Arus.

**a.**  $\cos \phi = 0.78$

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

$$38.400 = 380 \times I \times 1,732 \times \sin 38,74$$

$$38.400 = 380 \times I \times 1,732 \times 0,63$$

$$38.400 = I \times 414,64$$

$$I = \frac{38.000}{414,64}$$

$$I = 92,6 \text{ A}$$

**b.**  $\cos \phi = 0.83$

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

$$33.600 = 380 \times I \times 1,732 \times \sin 33,90$$

$$33.600 = 380 \times I \times 1,732 \times 0,56$$

$$33.600 = I \times 368,58$$

$$I = \frac{33.600}{368,58}$$

$$I = 91,2 \text{ A}$$

c. **Cos  $\phi = 0,88$**

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

$$24.000 = 380 \times I \times 1,732 \times \sin 28,36$$

$$24.000 = 380 \times I \times 1,732 \times 0,48$$

$$24.000 = I \times 315,92$$

$$I = \frac{24.000}{315,92}$$

$$I = 75,9 \text{ A}$$

d. **Cos  $\phi = 0,93$**

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

$$19.200 = 380 \times I \times 1,732 \times \sin 21,56$$

$$19.200 = 380 \times I \times 1,732 \times 0,37$$

$$19.200 = I \times 243,5$$

$$I = \frac{19.200}{243,5}$$

$$I = 78,3 \text{ A}$$

e. **Cos  $\phi = 0,98$**

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

$$9.600 = 380 \times I \times 1,732 \times \sin 11,47$$

$$9.600 = 380 \times I \times 1,732 \times 0,2$$

$$9.600 = I \times 131,6$$

$$I = \frac{9.600}{131,6}$$

$$I = 72,94 \text{ A}$$

- Setelah kita mendapatkan nilai Arus dan Daya Reaktif baru kita bisa menentukan besarnya daya aktif (P).

a. **Cos  $\phi = 0,78$**

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

$$P = 380 \cdot 92,6 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,78$$

$$P = 47.537 \text{ watt}$$

$$P = 47,5 \text{ kW}$$

b. **Cos  $\phi = 0,83$**

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

$$P = 380 \cdot 91,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,83$$

$$P = 49.821,54 \text{ watt}$$

$$P = 49,8 \text{ kW}$$

c. **Cos  $\phi = 0,88$**

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

$$P = 380 \cdot 75,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,88$$

$$P = 43.961,11 \text{ watt}$$

$$P = 43,9 \text{ kW}$$

d. **Cos  $\phi = 0,93$**

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

$$P = 380 \cdot 78,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,93$$

$$P = 48.295,22 \text{ watt}$$

$$P = 48,3 \text{ kW}$$

e. **Cos  $\phi = 0,98$**

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

$$P = 380 \cdot 72,94 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,98$$

$$P = 47.047,5 \text{ watt}$$

$$P = 47,1 \text{ kW}$$

- Setelah mendapatkan nilai daya aktif kita bisa menentukan besarnya daya pengoperasian motor selama 19 jam/hari dalam 30 hari.

a. **Cos  $\phi = 0,78$**

$$\begin{aligned} & P \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 47,5 \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 27.075 \text{ kWh} \end{aligned}$$

b. **Cos  $\phi = 0,83$**

$$\begin{aligned} & P \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 49,8 \text{ kW} \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 28.386 \text{ kWh} \end{aligned}$$

c. **Cos  $\phi = 0,88$**

$$\begin{aligned} & P \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 43,9 \text{ kW} \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 25.023 \text{ kWh} \end{aligned}$$

d. **Cos  $\phi = 0,93$**

$$\begin{aligned} & P \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 48,3 \text{ kW} \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 27.531 \text{ kWh} \end{aligned}$$

e. **Cos  $\phi = 0,98$**

$$\begin{aligned} & P \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 47,1 \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari} \\ & = 26.847 \text{ kWh} \end{aligned}$$

- Biaya yang dibutuhkan dalam 30 hari :

a. **Cos  $\phi = 0,78$**

$$\begin{aligned} & 27.073 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.467,28 \\ & = \text{Rp. } 39.726.606 \end{aligned}$$

b. **Cos  $\phi = 0,83$**

$$\begin{aligned} & 28.386 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.467,28 \\ & = \text{Rp. } 41.650.210,08 \end{aligned}$$

c. **Cos  $\phi = 0,88$**

$$\begin{aligned} & 25.023 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.467,28 \\ & = \text{Rp. } 36.715.747,44 \end{aligned}$$

d. **Cos  $\phi = 0,93$**

$$\begin{aligned} & 27.531 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.467,28 \\ & = \text{Rp. } 40.395.685,68 \end{aligned}$$

e. **Cos  $\phi = 0,98$**

$$\begin{aligned} & 26.847 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.467,28 \\ & = \text{Rp. } 39.392.066,16 \end{aligned}$$

- Menghitung kVAr

a.  $\cos \phi = 0,78$

$$Q - (P \times 0,68) = 38,4 \text{ kVAr} - (47,5 \text{ kW} \times 0,68) \\ = 38,4 \text{ kVAr} - 32,3 = +6,1 \text{ kVAr}$$

Menghitung biaya kelebihan kVAr

$$\text{Rp.} = 6,1 \text{ kVAr} \times 19 \text{ jam} \times 30 \times 2500$$

$$\text{Rp.} = 3.477 \times 2500$$

$$= \text{Rp. } 8.692.500,-$$

Jadi total biaya yang harus dibayar dalam waktu 30 hari dengan jam pengoperasian motor adalah :

$$\text{Rp. } 39.726.606,- + \text{Rp. } 8.692.500,-$$

$$= \text{Rp. } 48.419.106,-$$

b.  $\cos \phi = 0,83$

$$Q - (P \times 0,68) = 33,6 \text{ kVAr} - (49,8 \text{ kW} \times 0,68) \\ = 33,6 \text{ kVAr} - 33,864 = -0,264 \text{ kVAr}$$

Karena nilai kVAr negative maka biaya kVAr tidak perlu dibayar. (dihitung)

- Jadi, total biaya yang dibayar saat menggunakan inverter adalah

$$\text{Rp. } 41.650.210,08 \approx \text{Rp. } 41.650.210,-$$

c.  $\cos \phi = 0,88$

$$Q - (P \times 0,68) = 24 \text{ kVAr} - (43,9 \text{ kW} \times 0,68) \\ = 24 \text{ kVAr} - 29,852 = -5,852 \text{ kVAr}$$

Karena nilai kVAr negative maka biaya kVAr tidak perlu dibayar. (dihitung)

- Jadi, total biaya yang dibayar saat menggunakan inverter adalah

$$\text{Rp. } 36.715.747,44 \approx \text{Rp. } 36.715.747,-$$

d.  $\cos \phi = 0,93$

$$Q - (P \times 0,68) = 19,2 \text{ kVAr} - (48,3 \text{ kW} \times 0,68) \\ = 19,2 \text{ kVAr} - 32,844 = -13,644 \text{ kVAr}$$

Karena nilai kVAr negative maka biaya kVAr tidak perlu dibayar. (dihitung)

- Jadi, total biaya yang dibayar saat menggunakan inverter adalah

$$\text{Rp. } 40.395.685,68 \approx \text{Rp. } 40.395.685,-$$

e.  $\cos \phi = 0,98$

$$Q - (P \times 0,68) = 9,6 \text{ kVAr} - (47,1 \text{ kW} \times 0,68) \\ = 9,6 \text{ kVAr} - 32,028 = -22,428 \text{ kVAr}$$

Karena nilai kVAr negative maka biaya kVAr tidak perlu dibayar. (dihitung)

- Jadi, total biaya yang dibayar saat menggunakan inverter adalah **Rp.**

$$39.392.066,16 \approx \text{Rp. } 39.392.066,-$$

### 4.2.3. Perhitungan Menggunakan Kapasitor Bank

Untuk menentukan kapasitas kapasitor yang dibutuhkan dengan konsumsi arus yang diperlukan yaitu :

$$V = 380 \text{ volt}$$

$$P = 48 \text{ Kw} = 48000 \text{ watt}$$

$$\cos \phi_1 = 0,78$$

$$\cos \phi_2 = 0,92 \text{ (yang diinginkan)}$$

Menentukan arus yang dibutuhkan.

$$I_1 = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{P = V \cdot I \cdot \cos \phi_1}{380 \cdot 0,78} = \frac{48000}{296,4} = 161,9 \text{ A}$$

Konsumsi arus listrik yang dibutuhkan secara teori  $\cos \phi$  sebesar 0,92 adalah

$$I_2 = \frac{P}{V \cdot \cos\phi_2} = \frac{48000}{380 \cdot 0,92} = \frac{48000}{349,6} = 137,3 \text{ A}$$

Persentase (%) penghematan konsumsi arus listrik sebesar :

$$I_1 - I_2 = 161,9 \text{ A} - 137,3 \text{ A} = 24,6 \text{ A} = \pm 17,9\%$$

Daya nyata (P1) = 48000 watt

Daya semu (S1)

$$S1 = \frac{P1}{\cos\phi_1} = \frac{48000}{0,78} = 61538,5 \text{ VA}$$

Atau

$$S1 = V \cdot I = 380 \cdot 161,9 = 61522 \text{ VA}$$

Daya reaktif (Q1)

$$\begin{aligned} Q1 &= S1 \cdot \sin\phi_1 \\ &= 61538,5 \cdot \sin 38,74 \\ &= 61538,5 \cdot 0,63 \\ &= 38769,3 \text{ w} \end{aligned}$$

Daya nyata (P2) = P1 = 48000 watt

Daya semu (S2)

$$S2 = \frac{P2}{\cos\phi_2} = \frac{48000}{0,92} = 52174 \text{ VA}$$

Atau

$$S2 = V \cdot I_2 = 380 \cdot 137,3 = 52174 \text{ VA}$$

Daya reaktif (Q2)

$$\begin{aligned} Q2 &= S2 \cdot \sin\phi_2 \\ &= 52174 \cdot \sin 23,07 \\ &= 52174 \cdot 0,39 \\ &= 20347,86 \text{ w} \end{aligned}$$

Daya reaktif yang harus dihilangkan (QC) :

$$\begin{aligned} QC &= Q_2 - Q_1 \\ &= 20347,86 \text{ VAR} - 52908,9 \text{ VAR} \\ &= -32561,04 \text{ VAR} \end{aligned}$$

Nilai kapasitas kapasitor untuk mendapatkan sudut (phi) 0,92 adalah ;

$$C = \frac{QC}{-V^2 \cdot \omega} = \frac{-32561,04 \text{ VAR}}{-380^2 \cdot 314} = \frac{32561,04}{144400 \cdot 314} = \frac{32561,04}{45341600} = 718,27 \mu\text{F}$$

Dari data kapasitor bank tersebut maka akan kita tentukan beberapa nilai yang diperlukan untuk mengetahui besarnya daya yang diperlukan dalam pengoperasian motor tersebut adalah:

- Pertama kita harus menghitung besarnya daya reaktifnya.

$$\cos\phi = 0,92$$

$$\phi = \cos^{-1} 0,92$$

$$\phi = 23,07$$

$$\tan\phi = \frac{Q_2}{P}$$

$$\tan 23,07 = \frac{Q_2}{48000}$$

$$0,43 = \frac{Q_2}{48000}$$

$$Q_2 = 0,43 \times 48.000$$

$$Q_2 = 20.640 \text{ VAR}$$

$$Q_2 = 20,64 \text{ kVAr}$$

- Setelah mendapatkan besarnya daya reaktif kita dapat menentukan besarnya Arus.

$$Q_2 = V \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \sin \varphi$$

$$20.640 = 380 \times I \times 1,732 \times \sin 23,07$$

$$20.640 = 380 \times I \times 1,732 \times 0,39$$

$$20.640 = I \times 256,68$$

$$I = \frac{20.640}{256,68}$$

$$I = 80,4 \text{ A}$$

- Setelah kita mendapatkan nilai Arus dan Daya Reaktif baru kita bisa menentukan besarnya daya aktif (P).

$$P = V \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi$$

$$P = 380 \cdot 80,4 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,92$$

$$P = 48.683 \text{ watt}$$

$$P = 48,68 \text{ kW}$$

- Setelah mendapatkan nilai daya aktif kita bisa menentukan besarnya daya pengoperasian motor selama 19 jam/hari dalam 30 hari.

$$P \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 48,68 \times 19 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 27.747,6 \text{ kWh}$$

- Biaya yang dibutuhkan dalam 30 hari

$$27.747,6 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.467,28$$

$$= \text{Rp. } 40.713.499,-$$

- Menghitung kVAr

$$Q_2 - (P \times 0,68)$$

$$= 20,64 \text{ kVAr} - (48,68 \text{ kW} \times 0,68)$$

$$= 20,64 \text{ kVAr} - 33,1$$

$$= -12,46 \text{ kVAr}$$

Karena nilai kVAr negative maka biaya kVAr tidak perlu dibayar. (dihitung)

- Jadi, total biaya yang dibayar saat menggunakan inverter adalah **Rp. 40.713.499,-**

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa pengeluaran biaya pengoperasian motor induksi 3 fasa dengan menggunakan inverter lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan kapasitor bank.

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Biaya yang dikeluarkan dalam pengoperasian motor listrik tanpa menggunakan inverter dan kapasitor bank adalah Rp. 48.419.106,-
2. Biaya yang dikeluarkan dalam pengoperasian motor listrik menggunakan inverter adalah Rp. 39.350.248,-
3. Biaya yang dikeluarkan dalam pengoperasian motor listrik menggunakan kapasitor bank adalah Rp. 40.713.499,-
4. Besarnya biaya yang dapat dihemat dari penggunaan inverter dibandingkan dengan tidak menggunakan inverter, selama 19 jam dalam kurun waktu 1 bulan sebesar Rp.9.068.858,-
5. Besar biaya yang dapat dihemat dari penggunaan kapasitor bank dibandingkan tidak menggunakan kapasitor bank, selama 19 jam dalam kurun waktu 30 hari sebesar Rp.7.695.607,-
6. Jika dibandingkan antara penggunaan inverter dan kapasitor bank maka penggunaan inverter lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan kapasitor bank.

## **Saran**

Untuk mendapatkan hasil operasional yang baik Perlu dilakukan :

1. Seluruh motor listrik sebagai penggerak pompa air yang belum menggunakan inverter atau kapasitor bank, sebaiknya dipasangkan inverter atau kapasitor bank
2. Pada saat operasi motor listrik yang dilengkapi dengan inverter sebaiknya untuk menjaga kondisi panas yang berlebih dari panel control inverter hendaknya ruangan panel control inverter dilengkapi dengan AC ( *Air Conditioner* ), yang senantiasa dalam kondisi menyala pada saat operasi motor listrik.
3. Melakukan perawatan sehingga pengoperasian semua alat berjalan semaksimal mungkin serta melakukan perbaikan alat-alat secara berkala sehingga memperkecil kerusakan yang fatal disetiap komponen-komponen alat listrik di Intake Karang Anyar.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Abdul Kadir, Prof,Ir., Pengantar Teknik Tenaga Listrik, Jakarta. 1983
2. A.E. Fitzgerald, Charles Kingsley,Jr, Stephen D, Umans, Ir, Joko Achyanto, MSc,EE., Mesin-  
mesin Listrik, Edisi keempat,Penerbit Erlangga, 1986, Jakarta.
3. A. Edminister Joseph, MSE, Electric Cirkuits,Schaum's Outline of Theory And  
Problems  
McGraws-Hill Internasional Book Kompani, 1972, New York.
4. Cikden Cekmas, Burlian Taufik, Rangkaian Listrik, Andy Yogyakarta, 2013.
5. Pabla, AS, dan Abdul Hadi, " Sistem Distribusi Daya Listrik" Erlangga. 1986. Jakarta  
Suryatekno.  
2008 "Dasar-Dasar Elektronika
6. Sulasno ,Ir, Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Jilid I, Penerbit Universitas  
Dipenogoro,  
Semarang.