

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR DAYA PADA MOTOR**  
**KOMPRESOR TYPE G.A 250 KW DI PT WARUNA**  
**SHIPYARD INDONESIA**

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas Dan Syarat-Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada Fakultas Teknik Program Studi  
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Oleh:**

**ABUL KHOIR**

**NPM: 1507220077**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Abul Khoir  
NPM : 1507220077  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR DAYA PADA MOTOR KOMPRESOR TYPE G.A 250 KW DI PT WARUNA SHIPYARD INDONESIA

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II / Peguji

Noorly Evalina ST., M.T.

Muhammad Syafri ST., M.T.

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II / Peguji

Faisal Irsan Pasaribu ST., S.pd., M.T.

Elvy Sahnur ST., M.Pd.

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Faisal Irsan Pasaribu ST., S.pd., M.T.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Abul Khoir  
Tempat / Tanggal Lahir : Medan, 29 Agustus 1996  
NPM : 1507220077  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa perbandingan faktor daya terhadap motor compressor tipe G.A 250 KW di PT WARUNA SHIPYARD INDONESIA”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2020

Saya yang menyatakan,

A 6000 Rupiah postage stamp with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI KEPOLISIAN' and '6000 RUPIAH'. The serial number '150722DAHF862273035' is visible on the stamp.

Abul Khoir

## ABSTRAK

Kebutuhan perusahaan akan energi listrik kian meningkat, banyak inovasi-inovasi yang dikeluarkan oleh perusahaan agar biaya pemakaian energi listrik dapat diminimalisir. Hal ini juga diperparah dengan banyaknya beban-beban yang harus dioperasikan yang tidak diperhatikan akibatnya pada tegangan dan arus. Sehingga sangat berpengaruh pada daya yang terpakai sehari-harinya, maka perusahaan harus memperbaiki masalah ini.

Salah satunya agar dapat memperbaiki masalah ini dengan cara memperbaiki faktor daya yang ada di pembangkit mereka, kenapa faktor daya? karena faktor daya dapat mempengaruhi tegangan dan arus yang digunakan sehingga efisiensi dari alat-alat yang digunakan mampu bekerja dengan optimal dan baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan pengaruh faktor daya terhadap beban yang digunakan dengan menggunakan kapasitor yang tepat agar faktor daya sesuai dengan yang diinginkan untuk mengoperasikan sebuah motor kompresor tipe GA 250 KW.

Hasilnya saat tanpa menggunakan kapasitor,  $\cos \phi$  hanya 0,48 pada saat start awal dan daya reaktifnya tinggi menjadi 781,67 Kvar. dan saat menggunakan kapasitor  $\cos \phi$  menjadi 0,59 sehingga daya reaktif dapat diminimalisir menjadi 732,61 Kvar. Kemudian saat kondisi unload tanpa menggunakan kapasitor  $\cos \phi$  nya 0,71, sehingga daya reaktifnya adalah 78,26 Kvar, Berbeda saat menggunakan kapasitor  $\cos \phi$  nya menjadi 0,93, ini membuat daya reaktif menurun menjadi 41,63 Kvar. Setelah itu, saat kondisi load tanpa menggunakan kapasitor  $\cos \phi$  nya 0,84 dan daya reaktif 142,8 Kvar dan saat menggunakan kapasitor  $\cos \phi$  nya meningkat menjadi 0,97 dan dapat menurunkan daya reaktifnya menjadi 63,31 Kvar.

*Kata kunci : Faktor daya, Kapasitor, motor induksi, daya*

## **ABSTRACT**

*The company's need for electrical energy is increasing, many innovations are issued by the company so that the cost of using electrical energy can be minimized. This is also exacerbated by the large number of loads that must be operated without paying attention to its effect on voltage and current. So that it greatly affects the power used daily, the company must fix this problem.*

*One of them is in order to fix this problem by improving the power factor that is in their generator, why the power factor? because the power factor can affect the voltage and current used so that the efficiency of the tools used is able to work optimally and well.*

*The purpose of this study was to compare the effect of the power factor on the load used by using the right capacitor so that the power factor is in accordance with what is desired to operate a GA 250 KW type compressor motor.*

*The result when without using a capacitor,  $\cos \varphi$  is only 0.48 at the initial start and the reactive power is high to 781.67 Kvar. and when using a capacitor  $\cos \varphi$  becomes 0.59 so that reactive power can be minimized to 732.61 Kvar. Then when the unload condition without using the capacitor  $\cos \varphi$  is 0.71, so the reactive power is 78.26 Kvar. Unlike when using the capacitor  $\cos \varphi$  it becomes 0.93, this makes the reactive power decrease to 41.63 Kvar. After that, when the load condition without using the capacitor  $\cos \varphi$  is 0.84 and the reactive power is 142.8 Kvar and when using the capacitor the  $\cos \varphi$  increases to 0.97 and can reduce the reactive power to 63.31 Kvar.*

*Keywords: Power factor, Capacitor, Induction Motor, Power*

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran ALLAH.SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi alam semesta. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi besar MUHAMMAD SAW yang mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah —Analisis perbandingan faktor daya pada motor kompresor type G.A 250 KW di PT WARUNA SHIPYARD INDONESIA

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, karena atas berkah dan izin-Mu saya dapat menyelesaikan tugas akhir dan studi di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ayahanda (Syamsuddin) tersayang dan ibunda (Munawar) tercinta, yang dengan cinta kasih & sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik, dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.

3. Bapak Munawar Alfansury, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T. selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Noorly Evalina ST.MT. selaku Dosen Pembimbing I dikampus yang telah memberi ide-ide dan masukan dalam menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Muhammad Syafril ST.MT. selaku Dosen Pembimbing II dikampus yang selalu sabar membimbing dan memberikan pengarahan penulis dalam penelitian serta penulisan laporan tugas akhir ini.
7. Segenap Bapak & Ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Segenap, kepada teman seperjuangan Fakultas Teknik yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2015 yang selalu memberikan semangat dan suasana kekeluargaan yang luar biasa. Salam Kompak.
9. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan

khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan,      Maret 2020

**Abul Khoir**  
1507220077

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	5
2.2 Landasan Teori .....	6
2.2.1 Motor AC .....	6
2.2.1.1 Motor Sinkron .....	6
2.2.1.2 Motor Induksi .....	8
2.2.1.2.1 Prinsip Kerja Motor Induksi .....	9
2.2.1.2.2 Slip .....	11
2.2.2 Rangkaian Motor induksi Dengan menghubungkan langsung pada saluran <i>Direct on line</i> (DOL) .....	13
2.2.2.1 Prinsip Kerja Rangkaian <i>Direct on line</i> (DOL) .....	13
2.2.3 Pengasutan <i>Soft Stater</i> .....	14
2.2.3.1 <i>Triac</i> .....	15
2.2.4 Daya Listrik.....	16
2.2.5 Faktor Daya.....	18
2.2.6 Kapasitor .....	20
2.2.7 Sambungan-Sambungan Kapasitor Tegangan Rendah .....	22

2.2.8 Prinsip kerja kapasitor.....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Waktu dan Tempat Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Metode Penelitian Eksperimen.....	25
3.3 Bahan dan Alat Penelitian .....	25
3.4 Metodologi Penelitian .....	26
3.5 Rangkaian Percobaan .....	29
3.6 Diagram Alir.....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
4.1 Analisa Data .....	31
4.2 Deskripsi Data .....	31
4.2.1 Tabel Percobaan I Tanpa Menggunakan Kapasitor .....	31
4.2.2 Grafik Percobaan I Tanpa Menggunakan Kapasitor.....	36
4.2.3 Tabel Percobaan II dengan Menggunakan Kapasitor .....	37
4.2.4 Grafik Percobaan II dengan Menggunakan Kapasitor .....	41
4.2.5 Tabel Perbandingan Antara Menggunakan Kapasitor dan TanpaKapasitor .....	42
4.2.6 Gambar Grafik Perbandingan Faktor Daya.....	43
4.3 Analisa Data Menghitung Daya .....	44
4.4 Analisa Data Menghitung Kapasitansi dari Kapasitor yang digunakan .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>54</b>
51 Kesimpulan.....	54
52 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan, baik untuk perumahan sampai perindustrian besar atau kecil, Tanpa energi listrik sulit rasanya untuk masyarakat maupun aktivitas keindustrian. Oleh sebab itu penyediaan energi listrik sangatlah dibutuhkan dalam aktivitas industri.

Seiring dengan majunya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat, maka tidak begitu sulit untuk menemukan sistem energi listrik yang efisien dan handal, dengan dukungan sumber daya manusia (SDM) yang baik tentu perusahaan akan dengan mudah mendapatkan kehandalan suatu sistem yang dibutuhkan untuk mendukung aktivitas kerja yang optimal.

Kebanyakan di perusahaan menggunakan banyak beban yang bersifat induktif yang memiliki faktor daya yang rendah. Jika faktor daya dari alat tersebut rendah maka ini akan mengganggu kinerja dari alat tersebut sehingga perlu memperhatikan faktor daya pada alat-alat tersebut contohnya motor listrik yang merupakan alat utama yang menggerakkan semua mesin-mesin listrik di sebuah perusahaan.[1]

Hal ini bertujuan untuk mengurangi kerusakan pada alat, mengurangi rugi-rugi daya, memperkecil biaya listrik yang besar, dan lain-lain. Maka saya ingin mengangkat permasalahan ini sebagai tugas akhir saya karena pentingnya peran dari faktor daya ini terhadap industri-industri di Indonesia.

## 12 Rumusan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini ada beberapa permasalahan diantaranya adalah:

1. Bagaimana perbandingan faktor daya pada beban motor kompresor tipe G.A 250 KW pada saat keadaan *OFF* dan *Start awal* dengan tidak menggunakan kapasitor bank dan menggunakan kapasitor bank.
2. Bagaimana perbandingan faktor daya pada beban motor kompresor tipe G.A 250 KW pada saat belum berbeban (*Unload*) dan sudah berbeban (*Load*) dengan tidak menggunakan kapasitor bank dan menggunakan kapasitor bank.

## 13 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam pembuatan tugas akhir ini yaitu:

1. Menganalisa perbandingan faktor daya motor pada beban kompresor tipe G.A 250 KW pada saat keadaan *OFF* dan *Start awal* dengan tidak menggunakan kapasitor bank dan menggunakan kapasitor bank.
2. Menganalisa perbandingan faktor daya pada beban motor kompresor tipe G.A 250 KW pada saat belum berbeban (*Unload*) dan sudah berbeban (*Load*) dengan tidak menggunakan kapasitor bank dan menggunakan kapasitor bank.

## 14 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulisan akan membatasi beberapa permasalahan di antara nya yaitu:

1. Penelitian hanya menghitung faktor daya dari kompresor type G.A 250 KW pada saat motor *OFF*, *start awal*, *Unload*, dan *Load*.
2. Beban penelitian hanya menggunakan motor kompresor type G.A 250 KW yang terdapat di area kerja dock VII pada PT WARUNA SHIPYARD INDONESIA.
3. Analisa hanya melampirkan data Arus dan Tegangan pada kompresor G.A 250 KW untuk perhitungan faktor daya pada beban

## **15 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Agar dapat mengurangi daya reaktif yang tinggi pada beban yang digunakan
2. Mengurangi terjadinya tegangan rendah (*under voltage*) dan arus tinggi (*over current*)
3. Sebagai bahan acuan atau referensi bagi mahasiswa lain atau umum untuk pengembangan sesuai disiplin ilmu masing-masing.

## **16 Sistematika Penulisan**

Untuk memahami lebih jelas penelitian ini, maka materi-materi yang tertera pada skripsi ini dikelompokkan menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penyampaian sebagai berikut:

### **BAB IPENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku yang berkaitan dengan penyusunan skripsi serta beberapa literatur review yang berhubungan dengan penelitian.

## **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan bagaimana kajian di lakukan, bagaimana mencari fakta, teknik-teknik pengujian kebenaran.

## **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan laporan rinci pelaksanaan kegiatan dalam mencapai hasil-hasil penelitian, serta menjelaskan analisa sistem yang di usulkan dengan menggunakan flowchart dari sistem yang di implementasikan, serta pembahasan secara detail elisitasi yang ada di bab sebelumnya, dijabarkan satu persatu.

## **BAB V. PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan analisa dan optimalisasi sistem berdasarkan yang telah di uraikan pada bab-bab sebelumnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Dalam sistem tenaga listrik, terdapat tiga jenis daya yaitu daya semu, daya aktif, dan daya reaktif. Hal-hal yang mempengaruhi kebutuhan daya listrik dapat dipengaruhi oleh jumlah beban, jenis beban, jenis penghantar maupun jarak antara sumber listrik dengan beban. Semakin tinggi daya reaktif beban maka faktor daya akan semakin rendah, begitupula ketika daya reaktif beban kecil maka faktor daya akan tinggi.[2]

Menurunnya nilai faktor daya ( $\cos\theta$ ) adalah sebuah masalah yang harus di perhitungkan, Sebab dengan menurunnya faktor daya, baik konsumen dan pemasok energi listrik akan mengalami kerugian. Bagi konsumen, kerugiannya antara lain tegangan sistem menjadi kurang efisien, pasokan daya listrik tidak bisa dimaksimalkan. Faktor yang mempengaruhi turunnya faktor daya adalah banyaknya pemakaian beban induktif.[3]

Beban induktif adalah beban yang menyerap daya aktif dan daya reaktif dengan faktor daya *lagging*, yaitu saat tegangan mendahului arus sebesar sudut  $\theta$ . Beban induktif dihasilkan dari komponen-komponen listrik yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada inti besi. Contoh peralatan listrik yang merupakan beban induktif adalah motor-motor dan transformator. Beban induktif dihasilkan dari rangkaian yang mengandung komponen pasif, berupa induktor.[4] Perbaikan faktor daya dapat diartikan sebagai usaha untuk membuat faktor daya/ $\cos \phi$  mendekati 1. Faktor daya yang sering muncul adalah *lagging*, akibat

pemakaian beban induktif (motor/trafo). Perbaikan dilakukan dengan memasang kapasitor pada masing-masing beban atau secara tersentralisir melalui kapasitor bank.[5]

Menurut penelitian tentang "Analisis Perbaikan Faktor Daya Motor Induksi Tiga Phasa Di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning" menghasilkan hasil pengujian yaitu dengan pemasangan kapasitor 15  $\mu\text{F}$  dapat memperbaiki faktor daya hingga mencapai 0,75 dari 0,43 dan penurunan penggunaan daya semu hingga 37,25 % saat berbeban generator 5 kW dengan beban 400 W setiap phasa. Penggunaan kapasitor dengan kapasitas besar menyebabkan tegangan naik dan peningkatan faktor daya yang cepat namun dengan penambahan beban, faktor daya akan kembali menurun.[6]

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan daya listrik lebih efisien dan telah terjadi penghematan daya listrik. sehingga ini akan berdampak pada penurunan biaya listrik yang digunakan. Penggunaan kapasitor yang sesuai dengan kebutuhan dapat mengurangi daya reaktif pada beban dan dapat memperbaiki faktor daya yang buruk.

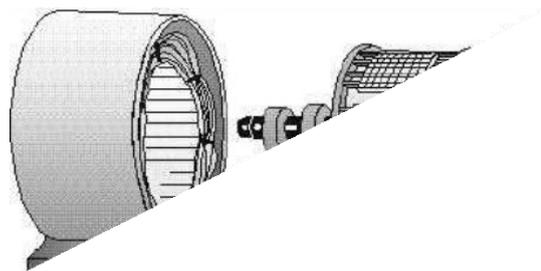
## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Motor AC

Motor listrik AC adalah jenis motor yang menggunakan tegangan dengan arus bolak-balik atau arus AC. Biasanya motor jenis ini memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan motor DC. Motor listrik AC dibedakan menjadi dua macam, yakni motor sinkron dan motor induksi.

#### 2.2.1.1 Motor Sinkron

Motor sinkron adalah motor AC, bekerja pada kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki *torque* awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekuensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistem, sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.



Gambar 2.2 Motor Sinkron

Komponen-komponen utama dari motor sinkron dapat dilihat pada gambar 2.2 di atas sebagai berikut:

1. Rotor, Perbedaan antara motor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan putaran medan magnet. Hal ini memungkinkan sebab medan magnet rotor tidak lagi terinduksi. Rotor memiliki magnet permanen atau arus DC *excited*, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.
2. Stator, Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasok.

Rumus untuk menghitung kecepatan pada motor sinkron ini adalah :

$$N_s = 120 f / P \dots\dots\dots (2.1)$$

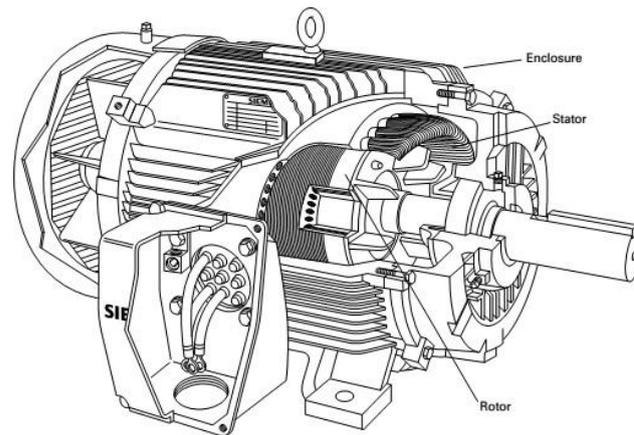
Dimana :

f = Frekuensi

P = jumlah kutub

### **2.2.1.2 Motor Induksi**

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC.



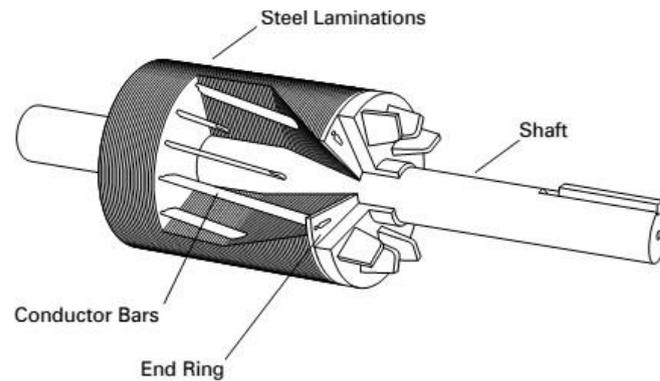
Gambar 2.3 Motor Induksi

Motor induksi memiliki 2 komponen listrik utama, yaitu :

1. Rotor

Rotor motor induksi memiliki 2 jenis,yaitu:

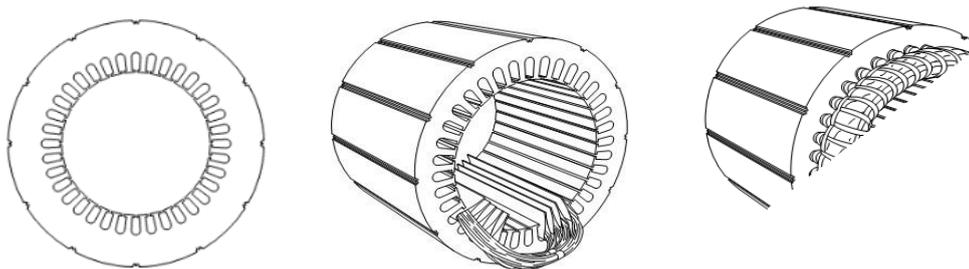
- a. Rotor kandang tupai. Rotor kandang tupai terdiri dari batang penghantar tebal yang di lekatkan dalam petak-petak slots paralel. Batang-batang tersebut di beri hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek.
- b. Lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fasa, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Tiga fasa digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada bagian batang as dengan sikat yang menempel padanya



Gambar 2.4 Rotor

## 2. Stator

Stator dibuat dari sejumlah stampings dengan slots untuk membawa gulungan tiga fase. Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120 derajat.[7]



Gambar 2.5 Struktur Stator

### 2.2.1.2.1 Prinsip Kerja Motor Induksi

Prinsip kerja motor induksi yaitu sebagai berikut :

1. Ujung-ujung awal kumparan fasa (a,b,c) dari stator motor induksi tiga phase dihubungkan ke suatu jaringan sumber tegangan ac tiga phase (jala-jala listrik) melalui suatu saklar penghubung
2. Saklar penghubung ditutup/on, akan mengalir arus ac tiga fasa  $I_a$ ,  $I_b$ , dan  $I_c$  pada kumparan tiga fasa stator (rangkain tertutup) yang berbeda fasa 120 derajat satu sama lain. Hasilnya akan timbul adanya medan/fluks magnet tiga fasa

pada stator  $\Phi_a$ ,  $\Phi_b$ , dan  $\Phi_c$  yang mengarah ke rotor, dimana interaksi antara ketiga fluks tersebut akan menghasilkan adanya suatu fluks magnet penjumlahan/resultan yang besarnya tetap namun arahnya berputar terhadap rotor pada kecepatan sinkron (ns) sehingga disebut sebagai medan putar stator

3. Fluks medan putar ( $\Phi_t$ ) dari stator ini akan melewati celah udara untuk selanjutnya mencapai permukaan dari rotor berikut konduktor yang ada di dalamnya. Karena rotor dalam keadaan diam (statis), maka aliran fluks medan putar stator ke rotor (B) akan seolah-olah berpotongan dengan konduktor yang menerima aliran fluks tersebut
4. Berdasarkan hukum Induksi Faraday (tegangan akan terinduksi pada suatu konduktor yang bergerak memotong fluks magnet ataupun sebaliknya), maka pada konduktor rotor yang diam yang menerima aliran fluks medan putar stator (B) yang bergerak memotong dirinya, akan terinduksi adanya suatu gaya gerak listrik (tegangan).
5. Konduktor/lilitan dari kumparan rotor baik pada rotor jenis sangkar bajing maupun jenis belitan (cincin geser) sudah membentuk suatu rangkaian tertutup, maka dengan adanya tegangan terinduksi pada suatu konduktor rotor tersebut, dimana arah arusnya akan mengikuti arah dari vektor tegangan induksinya.
6. Adanya aliran arus pada konduktor rotor akan menyebabkan timbulnya gaya gerak magnet yang mengimbas di sekeliling konduktor rotor (merupakan medan magnet rotor) dengan arah gerakan ggm yang mengikuti aturan putaran sekrup masuk kedalam.

7. Besar dan arah gaya dorong yang timbul pada konduktor rotor dapat ditentukan menggunakan hukum Gaya *Lorentz* (gaya dorong akan timbul pada suatu konduktor yang dialiri arus yang menerima aliran fluks magnet).
8. Ketika kekuatan putar (torsi) mula yang dihasilkan oleh gaya Lorentz/dorong pada konduktor rotor (torsi gaya Lorentz x jari jari rotor) cukup besar untuk dapat memikul kebutuhan kekuatan putar dari rotor baik saat tanpa beban maupun berbeban, maka akan dapat dihasilkan adanya suatu putaran pada rotor motor induksi tiga fasa yang arahnya akan searah dengan arah medan putar stator. Dikatakan bahwa pada saat ini motor induksi tiga fasa telah dapat bekerja/berputar[8]

#### **2.2.1.2.2 Slip**

Jika arus bolak balik dikenakan pada belitan stator dari sebuah motor induksi, sebuah medan putar timbul. Medan putar ini memotong batang rotor dan menginduksikan arus kepada rotor. Arah aliran arus ini dapat ditentukan dengan menggunakan aturan tangan kiri untuk generator.

Arus yang diinduksikan ini akan menghasilkan medan magnet di sekitar penghantar rotor, berlawanan polaritas dari medan stator, yang akan mengejar medan magnet pada stator. Karena medan pada stator terus menerus berputar, rotor tidak pernah dapat menyamakan posisi dengannya alias selalu tertinggal dan karenanya akan terus mengikuti putaran medan pada stator.

Rotor pada motor induksi tidak pernah dapat berputar dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan medan putar. Jika kecepatan rotor sama dengan kecepatan medan putar stator, maka tidak ada gerak relatif antara keduanya, dan tidak akan ada induksi GGL kepada rotor. Tanpa induksi GGL ini, tidak akan ada

interaksi medan yang diperlukan untuk menimbulkan gerak rotor, karenanya arus berputar dengan kecepatan yang lebih rendah dari kecepatan medan putar stator jika gerak relatif tersebut harus ada antara keduanya.

Persentase perbedaan antara kecepatan rotor dan kecepatan medan putar disebut dengan *slip*. Semakin kecil *slip*, semakin dekat pula kecepatan rotor dengan kecepatan medan putar. Persen *slip* dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Slip = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$N_s$  = kecepatan sinkron (rpm)

$N_r$  = kecepatan rotor (rpm)

Kecepatan medan putar atau kecepatan sinkron dari suatu motor dapat di cari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$N_s$  = kecepatan putar (rpm)

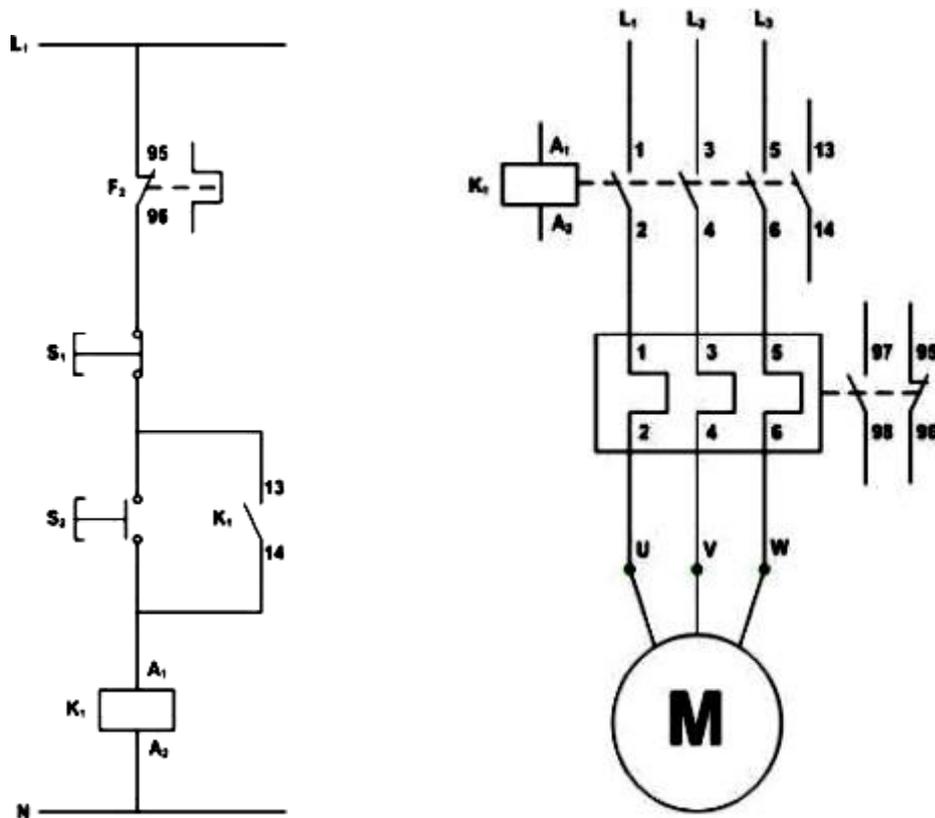
$f$  = frekuensi (Hz)

$P$  = jumlah kutup[9]

### 2.2.2 Rangkaian Motor Induksi dengan menghubungkan langsung pada saluran ( *Direct On Line* )

Pada cara ini motor dapat diasut pada tegangan saluran penuh dengan menggunakan penstart saluran yang di lengkapi dengan relai termis beban lebih. Cara ini dapat menghasilkan kopel start kopel start yang lebih besar mengingat

kopel motor induksi berbanding lurus dengan kuadrat tegangan yang dikenakan. Kelemahan pengasutan cara ini adalah dapat menghasilkan arus start yang besar.



Gambar 2.6 Rangkaian pengasutan langsung pada saluran (DOL)

### 2.2.2.1 Prinsip Kerja Rangkaian *Direct On Line* (DOL)

Prinsip kerja dari rangkaian *Direct On Line* (DOL) ini sangatlah mudah.

Cara kerjanya seperti berikut :

DOL starter menyambungkan kabel utama 3 phase dengan motor induksi yaitu L1, L2 dan L3 ketika sakelar start ditekan. Secara umum, kerja DOL starter dapat dilakukan dalam dua tahap yang berbeda yaitu rangkaian kontrol DOL starter dan rangkaian daya DOL starter

Rangkaian kontrol terpasang ke salah satu dari dua phase dan diaktifkan dari dua phase saja. Setiap kali kita menekan sakelar start, maka arus akan

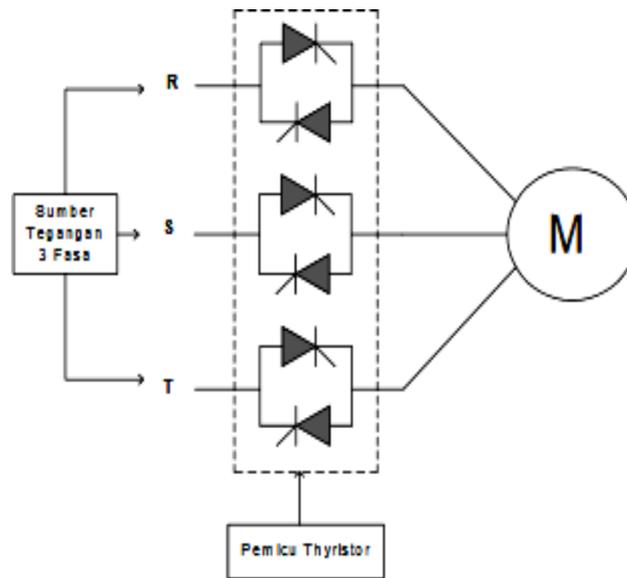
mengalir melalui rangkaian kontrol serta angin kontaktor juga. Kumparan kontaktor dapat didorong oleh arus untuk membuat kontak ditutup, dan dengan demikian supply 3 phase menjadi tersedia untuk motor induksi. Ketika kita menekan tombol stop, maka aliran arus melalui kontak akan terhenti, oleh karena itu catu daya ke motor induksi tidak akan dapat diakses, demikian pula hal yang sama akan terjadi ketika thermal overload relay bekerja.[10]

### 2.2.3 Pengasutan *Soft Starter*

*Soft starting* merupakan metode pengasutan yang bekerja dengan cara mengurangi tegangan pengasutan motor induksi dan kemudian menaikkan tegangan secara perlahan-lahan sampai tegangan penuh. Pengasutan *Soft Starter* ini menjadi solusi atas tingginya nilai arus saat pengasutan motor induksi dan merupakan metode yang nilai arus pengasutan nya rendah.

Rangkaian *soft starting* dipasang seri dengan suplai tegangan ke motor. *Soft starting* terdiri dari komponen *solid state* yang berupa SCR / *thyristor* yang dipasang anti paralel untuk mengatur tegangan yang masuk ke motor secara bertahap sampai tegangan penuh. Dalam penelitian ini penggunaan *thyristor* anti paralel diganti dengan *triac*, karena *triac* adalah komponen yang tersusun sedemikian rupa dari dua buah *thyristor*.

Berikut adalah rangkaian dasar *soft starting* :



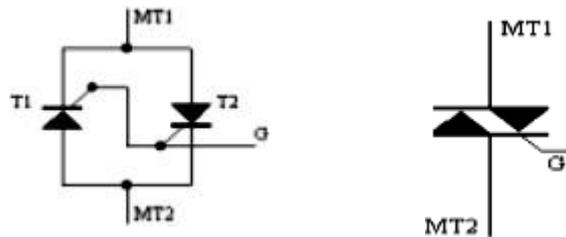
Gambar 2.7 Rangkaian dasar *Soft Starter*

Dengan mengatur variasi sudut picu tegangan ( $\alpha$ ),  $V_0$  dapat divariasikan dari 0V sampai dengan  $V_s$ . Dengan rangkaian kendali yang tepat dapat dicapai pengendalian arus motor atau waktu waktu percepatan yaitu dengan mengenakan pulsa gerbang ke *triac* pada waktu yang berbeda dalam setiap setengah siklus tegangan sumber. Untuk mendapatkan nilai tegangan bertahap dari nol sampai tegangan penuh, maka pemucuan terhadap *triac* harus dimulai dari sudut  $180^\circ$  sampai  $0^\circ$ .

### 2.2.3.1 *Triac*

Untuk pengendalian fasa pada pengontrolan tegangan AC, umumnya digunakan *bidirectional triode thyristor* atau yang biasa kita kenal sebagai *triac*, *triac* adalah komponen yang tersusun sedemikian rupa dari 2 buah *thyristor* yang tersambung secara inti paralel dengan koneksi gerbang seperti ditunjukkan pada gambar 2.8. Karena *triac* merupakan komponen *bidirectional*, terminalnya tidak

dapat ditentukan sebagai anode/katode. Koneksi-koneksinya diberi nama *main terminal 1* (MT1), *main terminal 2* (MT2) dan *gate* atau gerbang (G).



Gambar 2.8 Rangkaian ekivalen *triac* dan simbol *triac*[11]

#### 2.2.4 Daya Listrik

Daya listrik adalah laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti panas, cahaya, energi kinetik, dan suara.

Daya listrik terbagi menjadi 3, yaitu:

##### 1. Daya Aktif (P)

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Persamaan untuk mendapatkan nilai daya aktif dalam sistem satu fasa adalah:

$$P = V \times I \times \cos \varphi = I^2 \times R = \frac{V^2}{R} \dots \dots \dots (2.7)$$

Sedangkan persamaan untuk mendapatkan nilai daya aktif dalam sistem tiga fasa adalah:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \dots (2.8)$$

Dimana:

$$P = \text{Daya} \quad (\text{Watt})$$

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Cos  $\phi$  = Faktor daya

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

## 2. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar, dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var.

Persamaan untuk mendapatkan nilai daya reaktif dalam sistem satu fasa adalah:

$$Q = V \times I \times \sin \phi = I^2 \times X = \frac{V^2}{X} \dots\dots\dots (2.9)$$

Sedangkan persamaan untuk mendapatkan nilai daya reaktif dalam sistem tiga fasa adalah:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

Q = Daya reaktif (KVA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

## 3. Daya Nyata (S)

Daya nyata (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan *root mean square* (rms) dan arus rms dalam suatu jaringan atau

daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif.

Satuan daya nyata adalah VA.[12]

$$S = V.I \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

S = Daya semu (KVAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

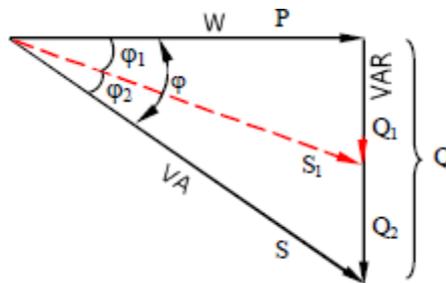
### 2.2.5 Faktor Daya

Faktor daya atau *power factor* (pf) merupakan rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA). Faktor daya mempunyai nilai antara 0 –1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen. Jika pf lebih kecil dari 0,85 maka kapasitas daya aktif (kW) yang digunakan akan berkurang. Akibat menurunnya pf maka akan timbul beberapa persoalan di antaranya:

1. Membesarnya penggunaan daya listrik kWh karena rugi –rugi.
2. Membesarnya penggunaan daya listrik kVAR, dan
3. Mutu listrik menjadi rendah karena jatuh tegangan

Daya didefinisikan sebagai laju energi yang dibangkitkan atau dikonsumsi oleh suatu peralatan listrik, satuannya adalah Joule/detik atau watt yang disebut sebagai daya aktif (P). Selain daya aktif, kita kenal daya reaktif (Q), memiliki satuan VAR atau volt-ampere reaktif. Daya reaktif (Q) ini tidak memiliki dampak apapun dalam kerja suatu beban listrik. Dengan kata lain daya reaktif ini tidak berguna bagi konsumen listrik. Gabungan antara daya aktif dan reaktif adalah daya semu (S) dengan satuan VA atau volt-ampere. Jika digambarkan dalam

bentuk segitiga daya, maka daya semu direpresentasikan oleh sisi miring sedangkan daya aktif dan reaktif direpresentasikan oleh sisi-sisi segitiga yang saling tegak lurus, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Segitiga Daya

Sudut  $\phi$  adalah sudut yang dibentuk antara sisi daya aktif (P) dan daya semu (S), sedangkan daya reaktif (Q) tegak lurus terhadap daya aktif (P), maka :

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \dots\dots\dots (2.12)$$

Besarnya daya semu (S) motor induksi adalah :

$$S = V.I \dots\dots\dots (2.13)$$

Besarnya daya P motor induksi 3 fasa adalah :

$$P = \sqrt{3}.V.I.\cos \phi \dots\dots\dots (2.14)$$

- Dimana :
- P = Daya motor (Watt)
  - V = Tegangan kerja motor (Volt)
  - I = Arus motor (Ampere)
  - $\cos \phi$  = Faktor daya

Daya semu, S adalah daya yang harus dipasok oleh PLN untuk memikul beban P yang diperlukan industri, sehingga besarnya sudut  $\phi$  sangat berpengaruh terhadap besarnya pasokan daya. Semakin besar sudut  $\phi$ , maka semakin besar

daya yang harus dipasok oleh PLN, sehingga biaya yang harus ditanggung oleh industri juga semakin besar. Besarnya faktor daya yang ditetapkan PLN untuk kalangan industri sebesar 0,85. Untuk memperkecil sudut  $\varphi$ , maka diperlukan penambahan kapasitor. Besarnya sudut  $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$ , maka besarnya daya reaktif  $Q = Q_1 + Q_2$ , sehingga  $Q_2 = Q - Q_1$ , yang tak lain adalah daya yang tersimpan dalam kapasitor.

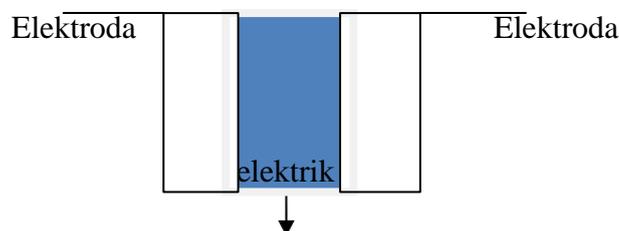
Besarnya sudut  $\varphi$  dipengaruhi oleh besarnya impedansi beban, jika beban bersifat induktif (+) maka impedansi mengarah ke sumbu positif dan jika beban bersifat kapasitif (-) mengarah ke sumbu negatif.

### 2.2.6 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen yang dapat menyimpan muatan listrik. Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan egangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulomb atau setara dengan  $6,25 \times 10^{18}$  elektron. Struktur sebuah kapasitor yang terbuat dari 2 buah pelat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik ditunjukkan pada Gambar 2.10.

Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya keramik gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung pelat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki elektroda metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang lain. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh

bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.



Gambar 2.10 Prinsip dasar kapasitor

Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar faktor daya 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 keluar 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, maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron ( $I_c$ ) berarti kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban. Kerena beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitif (-) akibatnya daya reaktif akan menjadi kecil.[13]

Menggunakan kapasitor tidaklah asal sembarangan dalam memilih dan memasang berapa kapasitansi ( $\mu\text{F}$ ) yang akan digunakan. karna memasang kapasitor yang memiliki kapasitansi yang terlalu rendah tidak akan berpengaruh apapun terhadap motor tersebut, sebaliknya juga jika memasang kapasitor yang memiliki kapasitansi yang terlalu tinggi, ini akan mengakibatkan naiknya tegangan kerja motor, jika kenaikan tegangan kerja motor berlangsung lama maka suhu motor akan menjadi tinggi yang akan mengakibatkan motor terbakar.

### **2.2.7 Sambungan-Sambungan Kapasitor Tegangan Rendah**

Sambungan kapasitor delta (tiga beban) pada motor induksi dengan cincin geser dan starter langsung, tidak ada masalah bila keluaran kapasitor tidak melebihi pemakaian daya motor tanpa beban. Sebaliknya bila motor mempunyai starter delta-bintang, akan muncul masalah-masalah tertentu misalnya tegangan lebih karena eksitasi sendiri, arus buang dan resonansi yang tinggi.

Tegangan lebih untuk beberapa gelombang sampai dua atau tiga kali batas tegangan yang disebabkan oleh eksitasi sendiri dapat terjadi pada saat pemindahan dari bintang ke delta dan saluran fasa terputus sebelum saluran netral terputus. Bila pemindahan dari bintang ke delta dilakukan pada saat saluran fasa dan netral sama-sama terbuka tidak terjadi tegangan lebih, tetapi mungkin timbul arus buang yang tinggi bila motor dihidupkan lagi. Ini disebabkan karena tegangan pada kapasitor tetap sama selama waktu pemutusan tetapi tegangan saluran pada saat dihubungkan kembali mungkin pada fasa yang berbeda, mengakibatkan arus pengaman yang berbahaya.

Bila pada saat pemindahan dari bintang ke delta, titik sambung netral terbuka sebelum saluran fasa dapat terjadi resonansi seri antara kapasitor dan lilitan motor. Besarnya sampai seperti pada hubung singkat dan secara mendadak arus naik sangat tinggi sesuai dengan tegangan lebih pada kapasitor dan lilitan motor. Besarnya sampai seperti pada hubung singkat dan secara mendadak arus naik sangat tinggi sesuai dengan tegangan lebih pada kapasitor dan lilitan motor.

Kesulitan-kesulitan di atas dapat dihindari bila dipakai sebuah kapasitor enam kutub dihubungkan pada fasa tunggal. Beda sambungan untuk kapasitor tegangan rendah dengan enam sambungan kutub, resonansi seri tidak dapat terjadi

karena lilitan motor dan kapasitor selalu terhubung parallel. Resiko terjadinya eksitasi sendiri tidak ada lagi. Arus pengaman tidak sampai membesar, karena kapasitor membuang muatannya lewat lilitan motor bila terputus dari saluran fasa. Karenanya, penggunaan kapasitor enam kutub sangat cocok untuk motor bintang-delta.

Telah diamati bahwa pada penggunaan kapasitor tiga kutub ada kecenderungan bahwa saluran kontak stator telah menutup sebelum kontak *start* terbuka, sehingga kapasitor terhubung seri dengan lilitan fasa stator. Hal ini menimbulkan kenaikan resonansi dan tegangan lebih, sehingga menyebabkan kerusakan pada motor maupun kapasitor.[14]

### **2.2.8 Prinsip kerja kapasitor**

Kapasitor yang akan 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 menyuplai daya reaktif ke beban. Karena beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitor (-) akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil.[15]

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Lokasi Penelitian**

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan dilakukan sejak bulan Januari sampai dengan bulan Agustus yang dilakukan di PT WARUNA SHIPYARD INDONESIA Jl. Bagan Deli Lama, Medan Belawan

#### **3.2 Metode Penelitian Eksperimen**

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data skunder.
2. Mengumpulkan referensi-referensi jurnal sebagai bahan acuan penelitian.
3. Pengumpulan data di peroleh dengan cara pengukuran pada percobaan- percobaan.
4. Mengukur perbandingan faktor daya motor kompresor type G.A 250 KW pada saat dalam keadaan *Off*, *Start* awal, *Unload*, dan *Load*.
5. Setelah itu, data di kumpulkan sebagai bukti bahwasanya percobaan telah di laksanakan.

#### **3.3 Bahan dan Alat Penelitian**

Adapun bahan dan alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Motor kompresor tipe G.A 250 KW, Sebagai beban pada penelitian
2. 3 Kapasitor dengan kapasitansi 577  $\mu\text{F}$ , untuk memperbaiki faktor daya pada beban
3. Cos  $\phi$  meter, Sebagai alat ukur untuk melihat faktor daya pada beban

4. Multi tester, Sebagai alat ukur untuk melihat tegangan pada beban
5. Clamp meter, Sebagai alat ukur untuk melihat arus pada beban
6. *Power supply* dari PLN, Sebagai sumber daya yang digunakan pada penelitian

### 3.4 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini melakukan dua kali percobaan, yaitu menghidupkan motor kompresor tipe G.A 250 KW tanpa menggunakan kapasitor dan menggunakan kapasitor. Adapun langkah-langkah percobaan nya sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat ukur seperti clamp meter dan multimeter digital sebagai alat ukur menghitung Arus dan Tegangan pada beban.
2. Untuk  $\cos \phi$  meter sudah terletak di *power factor regulator* yang terdapat di MSB panel.



Gambar 3.1 *Main Switch Board (MSB)*

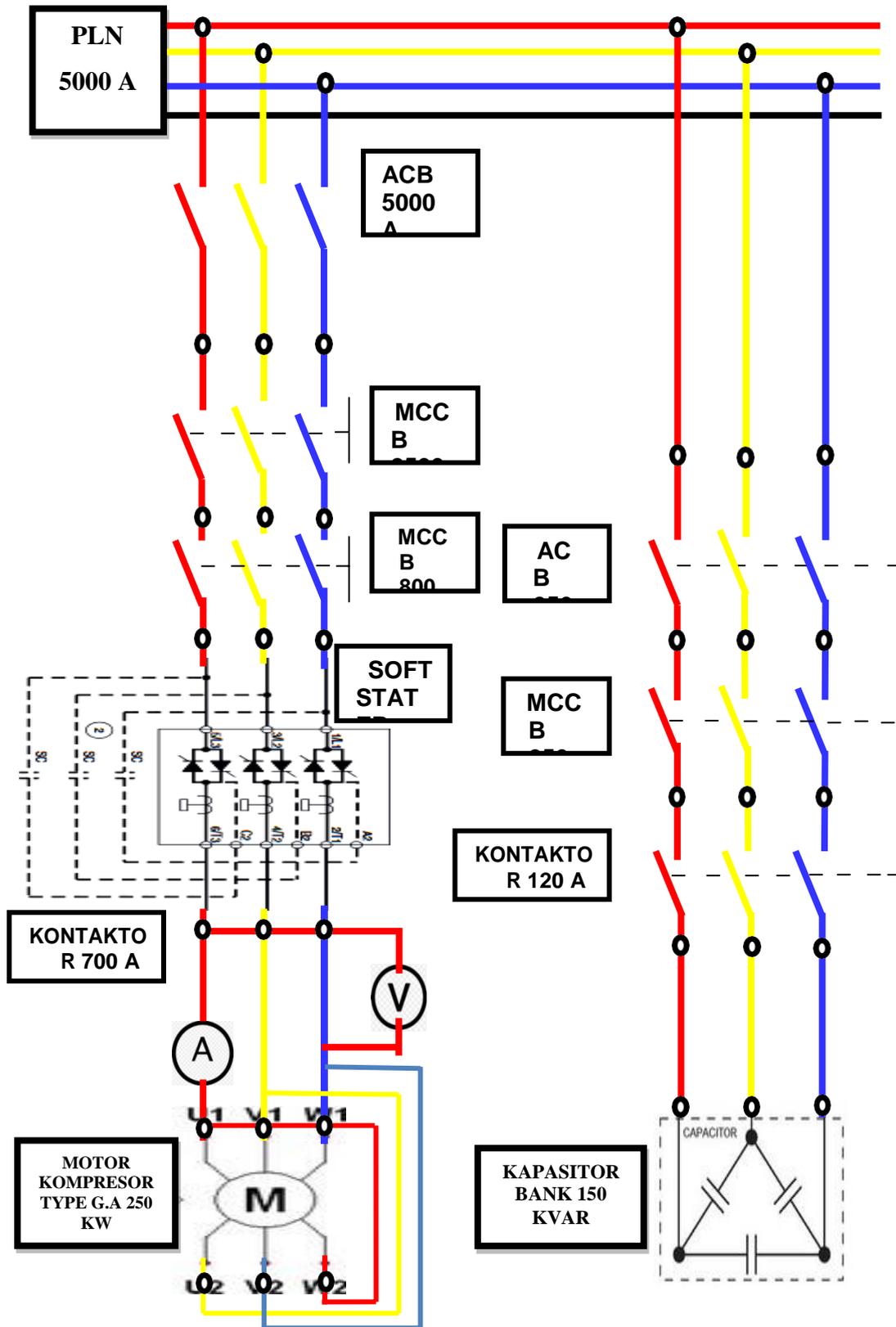


Gambar 3.2 *Power Factor Regulator*

3. Matikan power factor regulator agar motor kompresor tipe G.A 250 KW beroperasi tanpa menggunakan kapasitor bank dan hitung dahulu Arus, Tegangan, dan  $\text{Cos } \phi$  pada motor dengan keadaan *off*.
4. Setelah itu, tekan tombol *On* pada Monitor yang terdapat pada kompresor type G.A 250 KW dan lihat berapa Arus, Tegangan, dan  $\text{Cos } \phi$  pada motor kompresor saat *Start* awal di mulai, Tunggu beberapa detik untuk melihat motor kompresor saat *Unload* atau belum berbeban dan lihat berapa Arus, Tegangan, dan  $\text{Cos } \phi$  pada motor kompresor, Tidak beberapa lama kemudian, motor kompresor sudah berbeban dan lihat berapa Arus, Tegangan, dan  $\text{Cos } \phi$  pada motor kompresor.
5. Matikan sementara motor kompresor tipe G.A 250 KW untuk melakukan percobaan kedua yaitu menhidupkan motor kompresor menggunakan kapasitor bank.

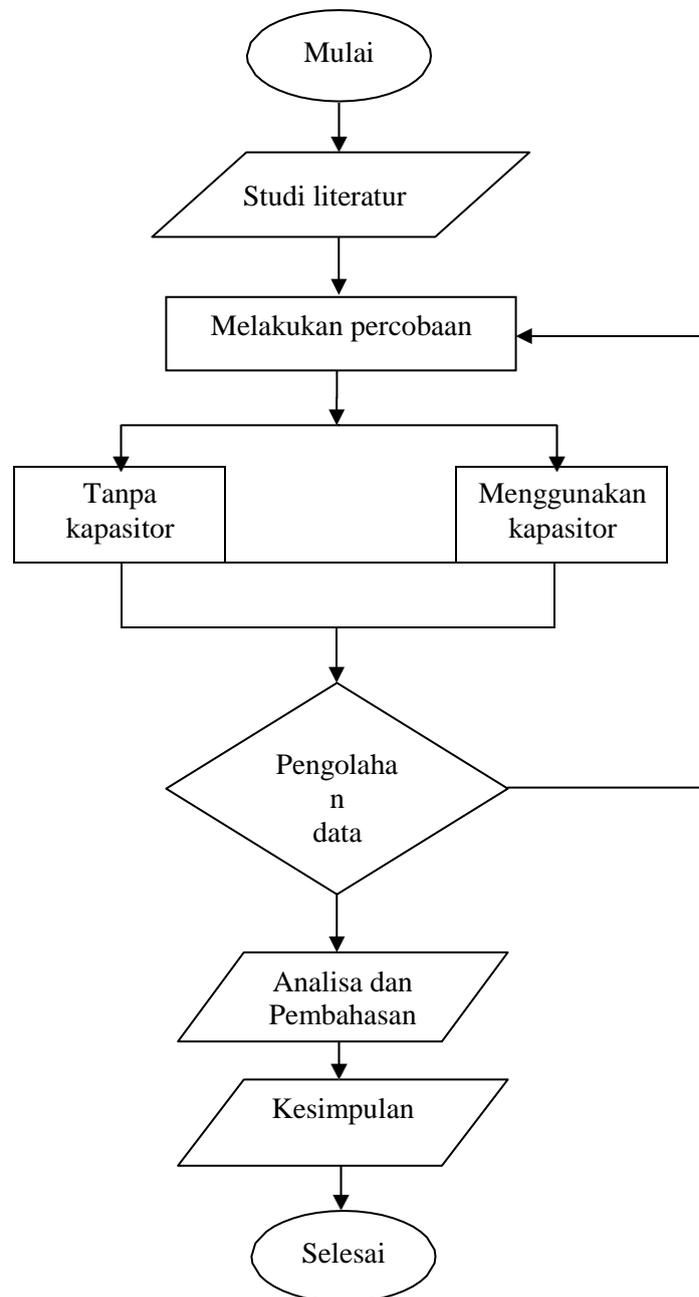
6. Hidupkan kembali *power factor regulator* agar motor kompresor tipe G.A 250 KW beroperasi menggunakan kapasitor bank dan hitung dahulu Arus, Tegangan, dan  $\text{Cos } \phi$  pada motor dengan keadaan *off*.
7. Tekan tombol *On* pada monitor yang terdapat pada kompresor type G.A 250 KW dan lihat berapa Arus, Tegangan, dan  $\text{Cos } \phi$  pada motor kompresor saat Start awal di mulai, Tunggu beberapa detik untuk melihat motor kompresor saat *Unload* atau belum berbeban dan lihat berapa Arus, Tegangan, dan  $\text{Cos } \phi$  pada motor kompresor, Tidak beberapa lama kemudian, motor kompresor sudah berbeban dan lihat berapa Arus, Tegangan, dan  $\text{Cos } \phi$  pada motor kompresor.
8. Kumpulkan data-data yang sudah di dapat dan jadikan data-data tersebut bahwasanya memang benar-benar real dari percobaan tersebut.

35 Rangkaian Percobaan



Gambar 3.3 Rangkaian percobaan

### 3.6 Diagram Alir



Gambar 3.4 Diagram alir

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 41 Analisa Data Perhitungan

Dalam penelitian tugas akhir ini penulis menganalisa tentang perbandingan faktor daya terhadap motor kompresor tipe G.A 250 KW di PT WARUNA SHIPYARD INDONESIA khusus nya di area Dock VII. Hal ini dilakukan di karenakan permasalahan yang di alami oleh perusahaan yang mengalami banyak kerugian daya, Tinggi nya biaya yang harus di bayar ke PLN, dan lain-lain. Maka salah satu cara untuk menimalisir permasalahan tersebut adalah memasang kapasitor bank pada beban agar dapat memperbaiki faktor daya ( $\text{Cos } \phi$ ), Arus, dan Tegangan.

#### 42 Deskripsi Data

Adapun data-data percobaan dalam tugas akhir ini ada di Tabel 4.1 sampai 4.7 di bawah ini:

##### 4.2.1 Tabel percobaan I tanpa menggunakan kapasitor

Tabel 4.1 Tabel Percobaan I Tanpa Menggunakan Kapasitor

<b>Tanpa Kapasitor</b>			
Keadaan	Tegangan	Arus	$\text{Cos } \phi$
<i>Off</i>	394,5	0	0,85
<i>Start awal</i>	368,0	1398	0,48
<i>Unload (Run 1)</i>	391,7	165	0,71
<i>Load (Run 2)</i>	390,7	389	0,84

Pada percobaan ini motor kompresor type G.A 250 KW dioperasikan tanpa menggunakan kapasitor bank terlihat bahwasanya pada saat posisi *off* tegangan menunjukkan angka = 394,5 V, Arus = 0 A, dan  $\text{Cos } \varphi = 0,85$



Gambar 4.1 Hasil percobaan motor kompresor tipe G.A 250 KW tanpa menggunakan kapasitor pada posisi *off*

Kemudian, pada saat motor kompresor type G.A 250 KW di posisi *Start* awal tanpa menggunakan kapasitor maka terlihat bahwasanya Tegangan = 368,0 V, Arus = 1398 A, dan  $\text{Cos } \phi = 0,48$



Gambar 4.2 Hasil percobaan motor kompresor tipe G.A 250 KW tanpa menggunakan kapasitorposisi *Start* awal

Setelah itu, selang beberapa detik motor kompresor tipe G.A 250 KW yang beroperasi tanpa kapasitor akan berubah posisi pada posisi *Unload* atau belum berbeban maka dapat dilihat Tegangan = 391,7 V, Arus = 165 A, dan Cos  $\varphi = 0,71$ .



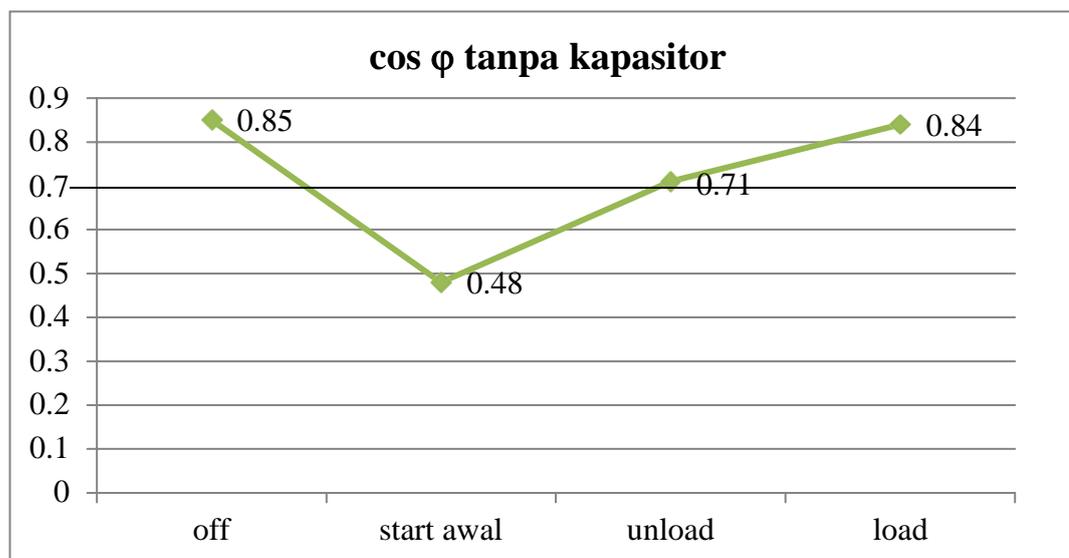
Gambar 4.3 Hasil percobaan motor kompresor tipe G.A 250 KW tanpa menggunakan kapasitor pada posisi *Unload* atau belum berbeban

Setelah itu, Motor kompresor tipe G.A 250 KW yang beroperasi tanpa menggunakan kapasitor akan berubah posisi menjadi *Load* atau berbeban dan dapat dilihat Tegangan = 390,7 V, Arus = 389 A, dan  $\text{Cos } \varphi = 0,84$ .



Gambar 4.4 Hasil percobaan motor kompresor tipe G.A 250 KW tanpa menggunakan kapasitor pada posisi *Load* atau sudah berbeban

#### 4.2.2 Grafik percobaan I tanpa menggunakan kapasitor



Gambar 4.5 Grafik motor kompresor tipe G.A 250 KW tanpa menggunakan kapasitor

Terlihat pada gambar 4.5 bahwasanya pada saat *start awal* lonjakan arus naik sangat tinggi dari pada posisi *off*, *unload*, dan *load*, ini dikarenakan banyaknya arus yang di butuhkan untuk memutar motor kompresor tersebut, dan pada saat motor kompresor posisi *unload* arus akan turun cukup drastis di karenakan motor kompresor belum berbeban setelah itu pada posisi *load* atau sudah berbeban maka arus akan naik dan ini pada posisi normal.

Untuk tegangan motor kompresor pada saat *start awal* mengalami penurunan tegangan, setelah itu pada saat *unload* tegangan naik sedikit demi sedikit sampai posisi *load* atau sudah berbeban.

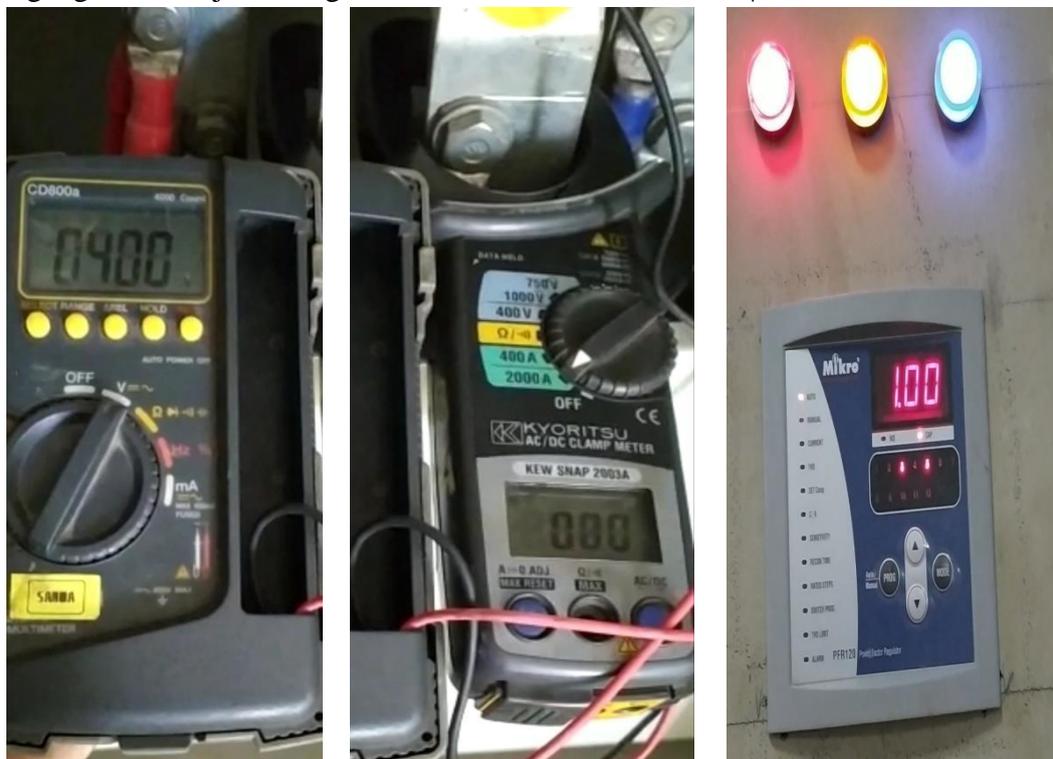
Sama halnya dengan tegangan,  $\cos \phi$  mengalami perubahan pada saat motor kompresor *start awal*,  $\cos \phi$  mengalami penurunan, setelah itu pada saat *unload*  $\cos \phi$  naik sedikit demi sampai sudah berbeban.

### 4.2.3 Tabel percobaan II dengan menggunakan kapasitor

Tabel 4.2 Tabel percobaan II menggunakan kapasitor

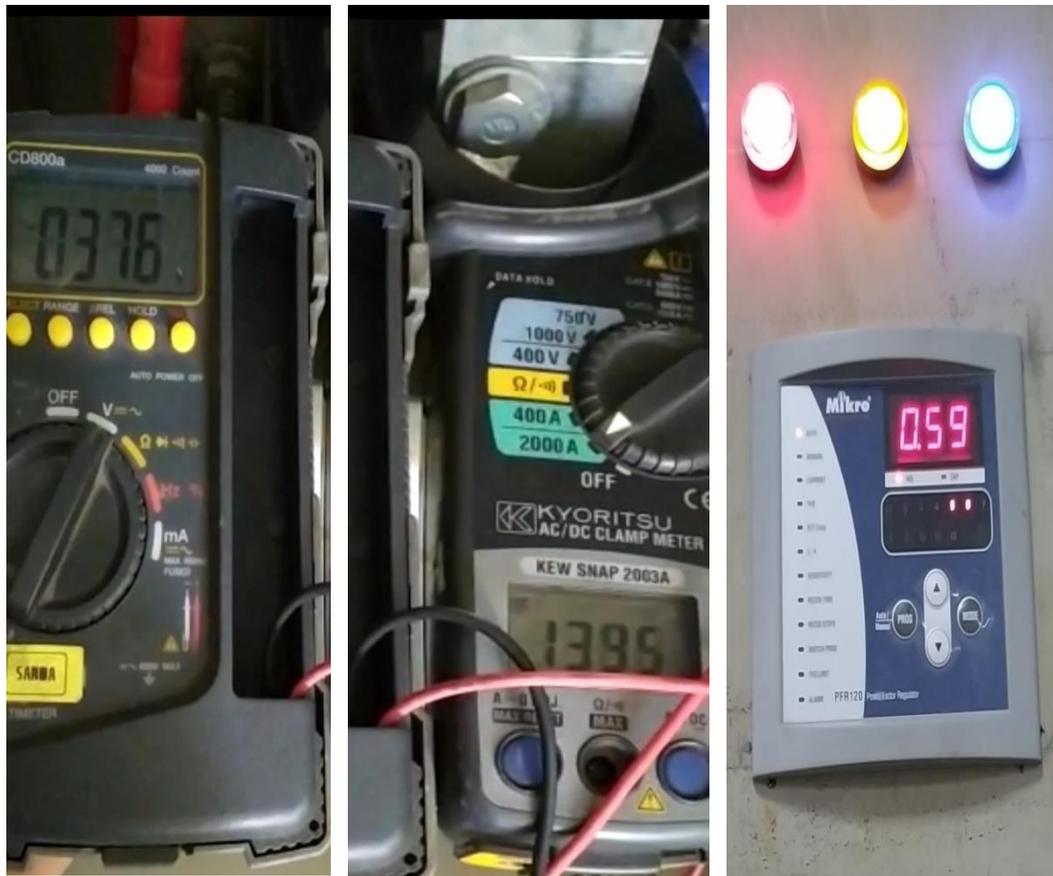
Menggunakan Kapasitor			
Keadaan	Tegangan	Arus	Cos $\phi$
<i>Off</i>	400	0	1
<i>Start awal</i>	376	1395	0.59
<i>Unload (Run 1)</i>	399	164	0.93
<i>Load (Run 2)</i>	396	380	0.97

Pada percobaan ini motor kompresor tipe G.A 250 KW di operasikan dengan menggunakan kapasitor bank terlihat bahwasanya pada saat posisi *off* tegangan menunjukkan angka = 400 V, Arus = 0, dan Cos  $\phi$  = 1



Gambar 4.6 Hasil percobaan II motor kompresor tipe G.A 250 KW menggunakan kapasitor pada posisi *off*

Kemudian, pada saat motor kompresor tipe G.A 250 KW di posisi Start awal dengan menggunakan kapasitor maka terlihat bahwasanya Tegangan = 376 V, Arus = 1395 A, dan  $\text{Cos } \phi = 0,59$ .



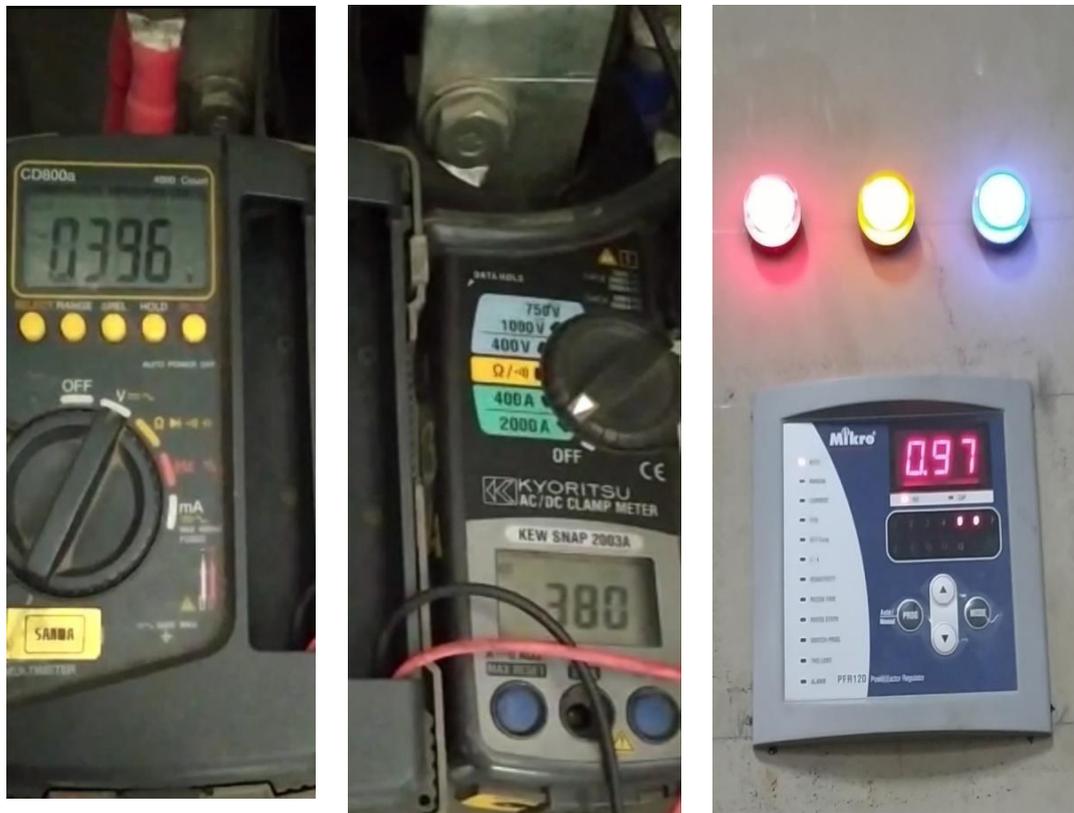
Gambar 4.7 Hasil percobaan motor kompresor tipe G.A 250 KW menggunakan kapasitor pada posisi *start* awal

Setelah itu, selang beberapa detik motor kompresor tipe G.A 250 KW yang beroperasi dengan menggunakan kapasitor akan berubah posisi pada posisi *Unload* atau belum berbeban maka dapat dilihat Tegangan = 399 V, Arus = 164, dan  $\text{Cos } \varphi = 0,93$



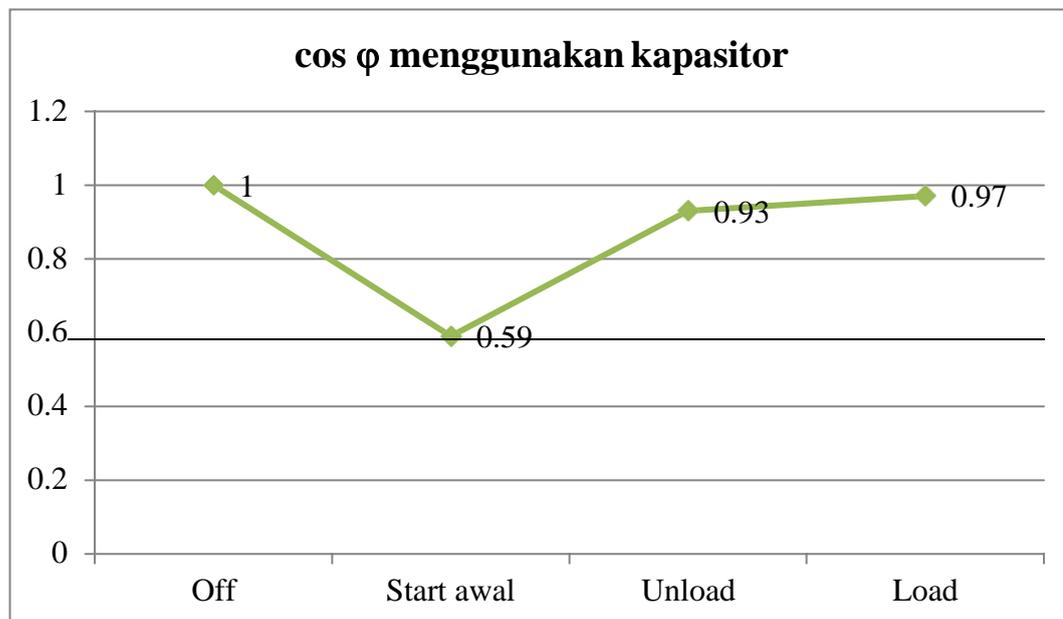
Gambar 4.8 Hasil percobaan motor kompresor tipe G.A 250 KW menggunakan kapasitor pada posisi *unload* atau belum berbeban

Setelah itu, Motor kompresor tipe G.A 250 KW yang beroperasi dengan menggunakan kapasitor akan berubah posisi menjadi *Load* atau berbeban dan dapat dilihat Tegangan = 396 V, Arus = 380 A, dan  $\text{Cos } \phi = 0.97$ .



Gambar 4.9 Hasil percobaan motor kompresor tipe G.A 250 KW menggunakan kapasitor pada posisi *load* atau berbeban

#### 4.2.4 Gambar Grafik Percobaan II dengan Menggunakan Kapasitor



Gambar 4.10 Grafik motor kompresor tipe G.A 250 KW dengan menggunakan kapasitor

Terlihat pada gambar grafik 4.10 Cos  $\phi$  yang baik dapat mempengaruhi arus dan tegangan yang baik juga dalam keadaan *off*, *Start awal*, *unload*, dan *load*. tegangan yang awal nya sebelum memakai kapasitor bank hanya 394,5 V naik menjadi 400 V karna menggunakan kapasitor, Arus juga pada saat start awal mencapai 1398 A turun menjadi 1395 A saat menggunakan kapasitor

Hal ini cukup efisien untuk mengurangi rugi-rugi daya yang dihasilkan dari beban lebih, semakin besar arus dari beban maka daya akan semakin tinggi dan ini dapat merugikan perusahaan dalam segi biaya (*cost*)

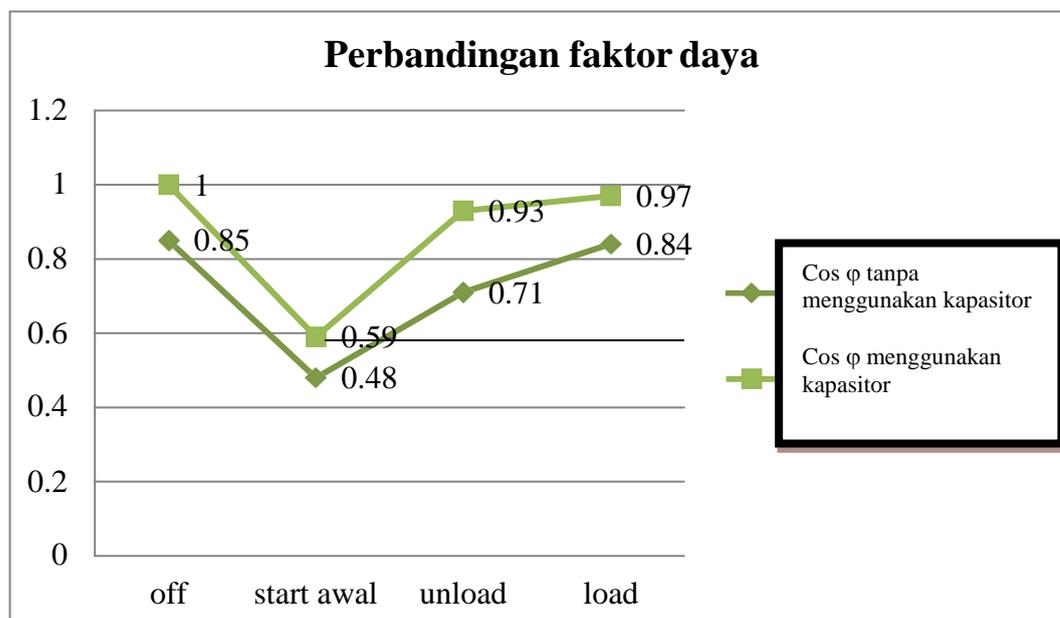
#### 4.2.5 Tabel Perbandingan antara menggunakan kapasitor dan tanpa kapasitor

Tabel 4.3 Tabel perbandingan antara menggunakan kapasitor dan tanpa kapasitor

Perbandingan						
Tanpa Menggunakan kapasitor				Menggunakan kapasitor		
Keadaan	Tegangan	Arus	Cos $\phi$	Tegangan	Arus	Cos $\phi$
<i>Off</i>	394,5	0	0,85	400	0	1
<i>Start awal</i>	368,0	1398	0,48	376	1395	0.59
<i>Unload</i>	391,7	165	0,71	399	164	0.93
<i>Load</i>	390,7	389	0,84	396	380	0.97

Perbandingan faktor daya (Cos  $\phi$ ) antara menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor pada motor kompresor tipe G.A 250 KW terlihat jelas pada perubahan Arus dan Tegangan. Pada saat motor kompresor *start awal*, *unload*, dan *load* tanpa menggunakan kapasitor, Arus sangat tinggi dan tegangan sedikit turun dari menggunakan kapasitor.

#### 4.2.6 Gambar grafik perbandingan faktor daya



Gambar 4.11 Grafik perbandingan faktor daya antara menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor

Terlihat pada gambar grafik di atas bahwasanya faktor daya lebih baik saat menggunakan kapasitor dari pada tanpa menggunakan kapasitor, arus lebih sedikit turun dan tegangan naik karna faktor daya yang baik, kapasitor dapat membantu memberikan tegangan, ketika saat motor kompresor beroperasi dan pada posisi start awal yang memerlukan banyak tenaga saat memutar motor, maka tegangan akan turun, kapasitor ini lah yang membantu tegangan menjadi naik.

Kapasitor juga berfungsi menurunkan arus yang berlebihan karna start awal arus naik sangat tinggi, maka kapasitor dapat menurunkan arus yang berlebihan.

### 43 Analisa Data Menghitung Daya

Tabel 4.4 Analisa Perhitungan daya secara Manual Tanpa Kapasitor

<b>Tanpa Kapasitor</b>			
Keadaan	Tegangan	Arus	Cos $\varphi$
Off	394,5	0	0,85
<i>Start awal</i>	368,0	1398	0,48
<i>Unload (Run 1)</i>	391,7	165	0,71
<i>Load (Run 2)</i>	390,7	389	0,84

#### StartAwal

$$\text{Tegangan} = 368,0 \text{ V}$$

$$\text{Arus} = 1398 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,48$$

$$\begin{aligned} S &= V \times I \times \sqrt{3} \\ &= 368 \times 1398 \times \sqrt{3} \\ &= 891,07 \text{ KVA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 368 \times 1398 \times 0,48 \\ &= 427,2 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,48$$

$$\varphi = \text{Cos}^{-1} 0,48$$

$$\varphi = 61,31^\circ$$

$$Q = S \times \text{Sin } \varphi$$

$$= 891,07 \times \text{Sin } 61,31^\circ$$

$$= 781,67 \text{ KVAR}$$

Unload

$$\text{Tegangan} = 391,7 \text{ V}$$

$$\text{Arus} = 165$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,71$$

$$\begin{aligned} S &= V \times I \times \sqrt{3} \\ &= 391,7 \times 165 \times \sqrt{3} \\ &= 111,8 \text{ KVA} \end{aligned}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,71$$

$$\varphi = \text{Cos}^{-1} 0,71$$

$$\varphi = 44,76^\circ$$

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 391,7 \times 165 \times 0,71 \\ &= 79,47 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= S \times \text{Sin } \varphi \\ &= 111,8 \text{ KVA} \times \text{Sin } 44,76^\circ \\ &= 111,8 \times 0,7 \\ &= 78,26 \text{ KVAR} \end{aligned}$$

Load

$$\text{Tegangan} = 390,4$$

$$\text{Arus} = 389$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,84$$

$$\begin{aligned} S &= V \times I \times \sqrt{3} \\ &= 390,4 \times 389 \times \sqrt{3} \\ &= 263,24 \text{ KVA} \end{aligned}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,84$$

$$\varphi = \text{Cos}^{-1} 0,84$$

$$\varphi = 32,85$$

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 390,4 \times 389 \times 0,84 \\ &= 221,12 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= S \times \text{Sin } \varphi \\ &= 263,24 \times \text{Sin } 32,85 \\ &= 263,24 \times \text{Sin } 0,54 \\ &= 142,8 \text{ KVAR} \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Analisa Perhitungan daya secara Manual dengan Menggunakan Kapasitor

Menggunakan Kapasitor			
Keadaan	Tegangan	Arus	Cos $\phi$
Off	400	0	1
<i>Start awal</i>	376	1395	0.59
<i>Unload (Run 1)</i>	399	164	0.93
<i>Load (Run 2)</i>	396	380	0.97

Start Awal

Tegangan = 376 V

Arus = 1395 A

Cos  $\phi$  = 0,59

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

$$= 376 \times 1395 \times \sqrt{3}$$

$$= 907,41 \text{ KVA}$$

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

$$= \sqrt{3} \times 376 \times 1395 \times 0,59$$

$$= 535,37 \text{ KW}$$

Cos  $\phi$  = 0,59

$$\phi = \text{Cos}^{-1} 0,59$$

$$\phi = 53,84^\circ$$

$$Q = S \times \text{Sin } \phi$$

$$= 907,41 \times \text{Sin } 53,84^\circ$$

$$= 907,41 \times 0,8$$

$$= 732,61 \text{ KVAR}$$

Unload

Tegangan = 399 V

Arus = 164 A

Cos  $\phi$  = 0,93

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

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

$$= 399 \times 164 \times \sqrt{3}$$

$$= 113,3 \text{ KVA}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,93$$

$$\varphi = \text{Cos}^{-1} 0,93$$

$$\varphi = 21,56^\circ$$

$$= \sqrt{3} \times 399 \times 164 \times 0,93$$

$$= 105,4 \text{ KW}$$

$$Q = S \times \text{Sin } \varphi$$

$$= 113,3 \times \text{Sin } 21,56^\circ$$

$$= 113,3 \times 0,36$$

$$= 41,63 \text{ KVAR}$$

### Load

$$\text{Tegangan} = 396 \text{ V}$$

$$\text{Arus} = 380 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,97$$

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

$$= 396 \times 380 \times \sqrt{3}$$

$$= 260,63 \text{ KVA}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,97$$

$$\varphi = \text{Cos}^{-1} 0,97$$

$$\varphi = 14,06^\circ$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } \varphi$$

$$= \sqrt{3} \times 396 \times 380 \times 0,97$$

$$= 252,81 \text{ KW}$$

$$Q = S \times \text{Sin } \varphi$$

$$= 260,63 \times \text{Sin } 14,06^\circ$$

$$= 260,63 \times 0,24$$

$$= 63,31 \text{ KVAR}$$

Tabel 4.6 Analisis perhitungan daya secara manual perbandingan antara menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor

PERBANDINGAN						
DAYA	TANPA KAPASITOR			MENGUNAKAN KAPASITOR		
	START AWAL	UNLOAD	LOAD	START AWAL	UNLOAD	LOAD
DAYA AKTIF	427,2	79,47	221,12	535,37	105,4	252,81
DAYA REAKTIF	781,67	78,26	142,8	732,61	41,63	63,31
DAYA SEMU	891,07	111,8	263,24	907,41	113,3	260,63

Perbandingan daya yang digunakan antara menggunakan kapasitor dan tanpa kapasitor sangat berbeda, terlihat dari tabel diatas menunjukkan bahwa daya aktif sangat tinggi saat menggunakan kapasitor, daya reaktif terlihat turun cukup baik saat menggunakan kapasitor, dan Daya semu hanya naik saat beban pada posisi start awal.

#### 44 Analisa Data Menghitung Kapasitansi dari Kapasitor yang digunakan

Cos  $\theta$  tanpa menggunakan kapasitor (*start awal*)

$$P = 250 \text{ kw}$$

$$Q_{awal} = 781,69 \text{ Kvar}$$

$$V = 368 \text{ V}$$

$$Q_{akhir} = 733,5 \text{ Kvar}$$

$$S = 891,08 \text{ KVA}$$

$$I = 1398 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \theta = 0.48$$

$$P = 250 \text{ kw}$$

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

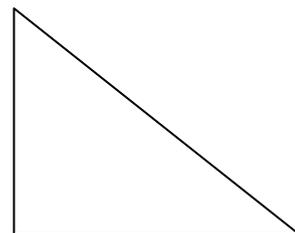
$$Q_{awal} = S \times \text{Sin } q$$

$$= \sqrt{3} \times 368 \times 1398$$

$$= 891,08 \times \sin 61,31$$

$$= 891,08 \text{ Kva}$$

$$= 891,08 \times 0,88$$



$$\cos \theta = 0,48 \qquad = 781,69 \text{ Kvar}$$

$$\theta = \cos^{-1} 0,48$$

$$\theta = 61,31$$

setelah menggunakan kapasitor

$$P = 250 \text{ kw}$$

$$\cos \theta = 0,59$$

$$V = 376 \text{ V}$$

$$\theta = \cos^{-1} 0,59$$

$$I = 1395 \text{ A}$$

$$\theta = 53,84$$

$$\cos \theta = 0,59$$

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

$$Q_{\text{akhir}} = S \times \sin \theta$$

$$= \sqrt{3} \times 376 \times 1395$$

$$= 908,5 \times \sin 53,84$$

$$= 908,5 \text{ Kva}$$

$$= 908,5 \times 0,807$$

$$= 733,5 \text{ Kvar}$$

$$Q_{\text{cap}} = Q_{\text{awal}} - Q_{\text{akhir}}$$

$$Q_c = \frac{Q_{\text{cap}}}{3}$$

$$= 781,69 - 733,5$$

$$= \frac{48190}{3}$$

$$= 48,19 \text{ Kvar} = 48190 \text{ var}$$

$$= 16063 \text{ var}$$

$$C = \frac{Q_c}{-2 \times 3,14 \times 50 \times 376^2}$$

$$= \frac{16063}{-2 \times 3,14 \times 50 \times 376^2}$$

$$= \frac{16063}{44392064} \times 1000000$$

$$= 361,85 \mu\text{F}$$

Jadi, kapasitansi dari kapasitor yang di butuhkan untuk start awal adalah 361,85

$\mu\text{F}$

Cos  $\theta$  tanpa menggunakan kapasitor ( *Unload* )

$$P = 250 \text{ kw}$$

$$Q_{awal} = 78,358 \text{ Kvar}$$

$$V = 391,7 \text{ V}$$

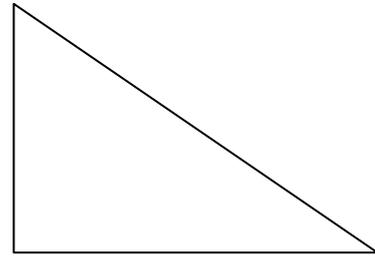
$$Q_{akhir} = 41,67 \text{ Kvar}$$

$$S = 111,94 \text{ Kva}$$

$$I = 165 \text{ A}$$

$$\text{Cos}\theta = 0,71$$

$$P = 250 \text{ kw}$$



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

$$Q_{awal} = S \times \sin \theta$$

$$= \sqrt{3} \times 391,7 \times 165$$

$$= 111,94 \times \sin 44,76$$

$$= 111,94 \text{ Kva}$$

$$= 111,94 \times 0,7$$

$$\text{Cos } \theta = 0,71$$

$$= 78,358 \text{ Kvar}$$

$$= \text{Cos}^{-1} 0,71$$

$$= 44,76$$

Setelah menggunakan kapasitor

$$P = 250 \text{ kw}$$

$$V = 399 \text{ V}$$

$$I = 164 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \theta = 0,93$$

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

$$\text{Cos } \theta = 0,93$$

$$= \sqrt{3} \times 399 \times 164$$

$$= \text{Cos}^{-1} 0,93$$

$$= 113,34 \text{ Kva}$$

$$= 21,57$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{akhir}} &= S \times \sin \phi \\
 &= 113,34 \times \sin 21,57 \\
 &= 113,34 \times 0,37 \\
 &= 41,67 \text{ Kvar}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{cap}} &= Q_{\text{awal}} - Q_{\text{akhir}} \\
 &= 78,358 - 41,67 \\
 &= 36,688 \text{ Kvar} \\
 &= 36688 \text{ Var}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_c &= \frac{Q_{\text{cap}}}{3} \\
 &= \frac{36688}{3} \\
 &= 12229,3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{Q_c}{-2 \times 3,14 \times 50 \times 399^2} \\
 &= \frac{12229,3}{-2 \times 3,14 \times 50 \times 399^2} \\
 &= \frac{12229,3}{49989114} \times 1000000 \\
 &= 2445,11 \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

Jadi, kapasitansi dari kapasitor yang dibutuhkan saat unload (Run 1) adalah

2445,11  $\mu\text{F}$

Cos  $\phi$  tanpa menggunakan kapasitor ( *Load* )

$$p = 250 \text{ kw}$$

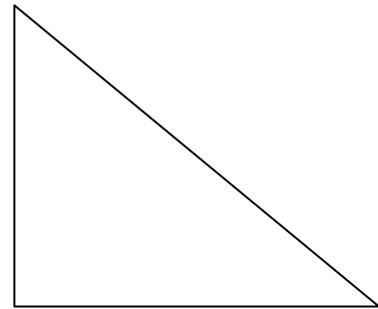
$$V = 390,7 \text{ V}$$

$$Q_{\text{awal}} = 142,83 \text{ Kvar}$$

$$Q_{\text{akhir}} = 63,363 \text{ Kvar} \quad S = 263,24 \text{ Kva}$$

$$I = 389 \text{ A}$$

$$\cos \theta = 0,84$$



$$P = 250 \text{ kw}$$

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

$$Q_{\text{awal}} = S \times \sin \phi$$

$$= \sqrt{3} \times 390,7 \times 389$$

$$= 263,24 \times \sin 32,86$$

$$= 263,24 \text{ Kva}$$

$$= 263,24 \times 0,54$$

$$\cos \theta = 0,84$$

$$= 142,83 \text{ Kvar}$$

$$= \cos^{-1} 0,84 = 32,86$$

Cos  $\theta$  setelah menggunakan kapasitor

$$P = 250 \text{ kw}$$

$$V = 396 \text{ V}$$

$$I = 380 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \theta = 0,97$$

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{3} \times V \times I \\ &= \sqrt{3} \times 396 \times 380 \\ &= 260,64 \text{ Kva} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{akhir}} &= S \times \text{Sin } q \\ &= 260,64 \times \text{Sin } 14,07 \\ &= 260,64 \times 0,24 \\ &= 63,363 \text{ Kvar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cos } \theta &= 0,97 \\ &= \text{Cos } q^{-1} 0,97 \\ &= 14,07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{cap}} &= Q_{\text{awal}} - Q_{\text{akhir}} \\ &= 142,83 - 63,363 \\ &= 79,47 \text{ Kvar} \\ &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{\square \square}{-2\omega \square \square^2} \\ &= \frac{26490}{-2 \square 3,14 \square 50 \square 396^2} \\ &= \frac{26490}{49240224} \times 1000000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_c &= \frac{\square \square \square \square}{3} \\ &= \frac{79,47}{3} \\ &= 26,49 \text{ Kvar} = 26490 \text{ Var} \end{aligned}$$

jadi, kapasitansi dari kapasitor yang dibutuhkan untuk *load* sebesar : 537,98  $\mu\text{F}$

Tabel 4.7 Tabel kapasitansi dari kapasitor yang digunakan

KAPASITANSI DARI KAPASITOR YANG DIGUNAKAN	
<i>START AWAL</i>	361,85 $\mu\text{F}$
<i>UNLOAD</i>	2445,11 $\mu\text{F}$
<i>LOAD</i>	537,98 $\mu\text{F}$

Disini dapat terlihat bahwa kapasitansi dari kapasitor yang digunakan pada saat *start* awal sebesar 361,85  $\mu\text{F}$ , dan saat kondisi *Unload* kapasitansi dari kapasitor cukup besar yaitu sekitar 2445,11  $\mu\text{F}$ , Ini dikarenakan kapasitor masih dalam memperbaiki faktor daya yang rendah sehingga membutuhkan kapasitansi yang cukup besar untuk menaikkan faktor daya yang rendah, setelah itu kompressor akan beralih ke kondisi berbeban (*Load*) dengan kapasitansi yang digunakan sebesar 537,98  $\mu\text{F}$  dan kapasitor pun mulai pulih/normal maka kapasitansi dari kapasitor turun, sehingga faktor daya dapat kembali normal.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan kapasitor maka daya reaktif dari motor kompresor tipe GA 250 KW dapat di minimalisir, sehingga biaya yang harus di bayar lebih hemat
2. Faktor daya ( $\cos \phi$ ) mampu mempengaruhi tegangan dan arus pada motor kompresor tipe G.A 250 KW.
3. Dengan menggunakan kapasitor, maka terjadinya efisiensi kerja pada beban motor kompresor type G.A 250 Kw
4. Tanpa kapasitor faktor daya ( $\cos \phi$ ) akan rendah, maka akan menyebabkan motor kompresor tipe G.A 250 KW tidak efisien dalam beroperasi seperti arus yang sangat tinggi saat start awal dan tegangan turun yang cukup banyak.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang memuat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Motor kompresor tipe G.A 250 KW sebaiknya lebih di perhatikan dalam segi kebersihannya, dikarenakan debu dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen kecil yang ada di dalam motor kompresor tersebut.

2. Pada penelitian beban yang digunakan bukan hanya motor kompresor tipe G.A 250 KW, tapi pada saat percobaan beban yang lain seperti trafo-trafo las juga hidup sehingga mempengaruhi faktor daya dari motor kompresor tersebut, jadi mohon di beri ijin untuk dapat hanya mengoperasikan motor kompresor tipe G.A 250 KW.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Grafika and Y. Indonesia, “Studi perbaikan faktor daya beban induktif dengan kompensator reaktif seri menggunakan sakelar pemulih energi magnetik,” pp. 125–147.
- [2] Sultan, A. R., & Gaffar, A. (n.d.). BERBAGAI KONDISI PEMASANGAN, 182–190.
- [3] A. Dani and M. Hasanuddin, “SEBAGAI KOMPENSATOR DAYA REAKTIF ( STUDI KASUS STT SINAR HUSNI ),” vol. 998, no. September, 2018.
- [4] Di, L., & Bogowonto, P. T. (2019). Menggunakan Simulink Pada Sistem Tenaga, *12*(1).
- [5] HANDRIYANI, S., & SYLVIA. (2012). Analisa Perbaikan Faktor Daya Untuk Penghematan Biaya Listrik Di Kud Tani Mulyo Lamongan. *Undergraduate Thesis of Electrical Engineering, RSE 621.3 Han a , 2012*, 1–6.
- [6] Zondra, E., & Arlenny. (2015). Analisis Perbaikan Faktor Daya Motor Induksi Tiga Phasa Di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning. *Jurnal Sains Teknologi Dan Industri, 12*(2), 232–241.
- [7] J. M. Listrik, P. M. Listrik, P. E. Energi, D. P. Opsi, and L. Kerja, “Pedoman efisiensi energi untuk Industri di Asia: Motor listrik 1.,” *energy Effic. asia.org ©UNEP 1*, pp. 1–26, 2004.
- [8] M. Listrik, “MESIN-MESIN LISTRIK,” 2018
- [9] P. M. Induksi, D. O. Line, and D. O. Line, “MOTOR INDUKSI TIGA FASA.”

- [10] A. B. Priahutama, T. Sukmadi, and I. Setiawan, "Perancangan Modul Soft Starting Motor Induksi 3 Fasa dengan Atmega 8535," vol. 12, no. 4, pp. 160–167, 2010.
- [11] M. Fahmi Hakim, "Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang," pp. 105–118.
- [12] Rahardjo and Y. Yunus, "Perbaikan faktor daya motor induksi 3 fase," *Pros. Semin. Nas. SDM Teknol. Nukl.*, no. November, pp. 451–458, 2010.
- [13] A. Yani, P. K. Bank, and A. Yani, "Pemasangan Kapasitor Bank untuk Perbaikan Faktor Daya," *J. Electr. Technol.*, vol. Vol.2 No.3, pp. 31–35, 2017
- [14] M. K. Shihab, I. M. A. Nrartha, and I. M. B. Suksmadana, "Analisis Arus Starting Dan Torsi Pada Motor Induksi Tiga Fasa Terhadap Pemasangan Kapasitor Secara Real Time Berbasis Atmega 2560," *Dielektrika*, vol. 5, no. 2 Agustus, pp. 99–107, 2018, doi: 10.29303/dielektrika.v5i2 Agustus.167.
- [15] K. (2013). Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Line Mess I Di Pt. Bumi Lamongan Sejati (Wbl). *Jurnal Teknik Elektro*, 2(1).



TUGAS AKHIR  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Kampus Utama Umsu, Jln Kapt. Mochtar Basri No.3 Medan - 20238, Telp. (061) 661059

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : Abul khoir  
NPM : 1507220077  
JUDUL : Analisa perbandingan faktor daya terhadap motor compressor tipe G.A  
250 KW di PT. WARUNA SHIPYARD INDONESIA  
ASISTENSI : Dosen Pembimbing I

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1	10 Juni 2020	* Perbaiki Bab I. II. III. IV. V * Perbaiki Daftar isi	
2	20 Juni 2020	* Perbaiki bab II. III. IV. V	
3	12 Juli 2020	* Perbaiki Bab II. Bab III. Bab V	
4	2 Agustus	* Perbaiki Bab II. IV	
5	7 Agustus	* Perbaiki Flowchart * Gambar rangkaian	
6	13 Agustus	ACC untuk disidangkan	

20/10/2020 ke [signature]

Dosen Pembimbing I

(Noorly Evalina ST.MT)



TUGAS AKHIR  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Kampus Utama Umsu, Jln Kapt. Mochtar Basri No.3 Medan - 20238, Telp. (061) 661059

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : Abul khoir

NPM : 1507220077

JUDUL : Analisa perbandingan faktor daya terhadap motor compressor tipe G.A  
250 KW di PT. WARUNA SHIPYARD INDONESIA

ASISTENSI : Dosen Pembimbing II

No	Tanggal	Uraian	Paraf
	22 Sept-2020	- Revisi Bab I. II. III. IV. V	
	1/10 - 2020	- Revisi Bab III dan IV	
	8/10 - 2020	revisi Bab. IV	
	13/10 - 2020	revisi Bab II	
	16/10 - 2020	Revisi Bab IV	
	19/10 - 2020	Revisi Bab IV	
	25/10 - 2020	ACC sidang	

Dosen Pembimbing II

(Muhamad syafri ST.MT)

## RIWAYAT HIDUP



Nama : Abul Khoir  
NPM : 1507220077  
TTL : Medan 28-Agustus-1996.  
Agama : Islam  
Alamat : JL. Pasar 1 Rel GG. Nanda, Medan Marelan.  
E-mail : [khoir.0077@gmail.com](mailto:khoir.0077@gmail.com)  
Nama Ayah : Syamsudin  
Nama Ibu : Munawar

## RIWAYAT PENDIDIKAN

SD Ar-Ridho : 2002 - 2008  
SMP Negeri 38 Medan : 2008 - 2011  
SMK PAB 1 Helvetia : 2011 - 2014  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara : 2015 - 2020