

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR DAYA MOTOR PADA KOMPRESOR TYPE G.A 250 KW DI PT PELINDO I BELAWAN

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

Oleh:

AZHARI FADILLAH

NPM: 1707220009



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini di ajukan oleh :

Nama : Azhari fadillah

NPM : 1707220009

Program Studi : Teknik Elektro

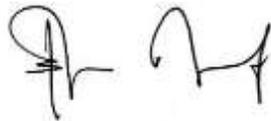
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Faktor Daya Pada Motor Kompresor
TYPE G.A 250 KW DI PT PELINDO I BELAWAN

Bidang Ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Elvy Sahnun Nasution, S.T., M.Pd

Dosen Penguji I



(Rohana, S.T., MT)

Dosen Penguji II



(Ir. Abdul Azis M.M)

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Azhari Fadillah
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/18 Agustus 1998
NPM : 1707220009
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

“Analisis Perbandingan Faktor Daya Pada Motor Kompresor TYPE G.A 250 KW DI PT PELINDO I BELAWAN”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain itu 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 Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 9 April 2022

Saya yang menyatakan,



Azhari Fadillah

ABSTRAK

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan, baik untuk perumahan maupun untuk industri kecil atau besar. Tanpa listrik sulit bagi masyarakat dan kegiatan industri. Seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, tidaklah sulit untuk menemukan sistem ketenagalistrikan yang efisien dan andal, dengan dukungan sumber daya manusia (SDM) yang baik tentunya perusahaan akan dengan mudah memperoleh kehandalan suatu sistem yang diperlukan untuk menunjang kegiatan agar kerja yang optimal. Sebagian besar perusahaan banyak menggunakan beban induktif yang memiliki faktor daya rendah salah satunya PT. Pelindo I Belawan. Jika faktor daya dari alat tersebut rendah maka akan mengganggu kinerja dari alat tersebut, sehingga perlu memperhatikan faktor daya dari alat tersebut, misalnya motor listrik yang merupakan alat utama yang menggerakkan semua mesin listrik disebuah perusahaan. dengan menggunakan kapasitor bank Perbaikan faktor daya saat pengukuran pada motor kompresor tanpa menggunakan kapasitor memiliki $\cos \phi$ sebesar 0,85 pada saat motor kompresor keadaan tidak menyala, nilai $\cos \phi$ pada saat motor melakukan start awal sebesar 0,48, nilai $\cos \phi$ pada saat motor sedang berjalan dengan normal sebesar 0,71 dan nilai $\cos \phi$ pada saat motor bekerja dengan beban kerja sebesar 0,84. Kemudian hasil penggunaan kapasitor bank pada motor kompresor meningkatkan nilai $\cos \phi$ hingga 30% dengan rata-rata 0,87. Selisih nilai setiap daya yang gunakan cukup signifikan yakni, untuk daya nyata sebesar 17,42 kVA untuk start awal, 1,40 kVA untuk motor berjalan dengan normal, dan 411,99 kVA untuk motor bekerja dengan beban kerja. begitu juga untuk daya reaktif yang diperbaiki oleh kapasitor bank dengan selisih sebesar 48,49 kVAR untuk start awal, 327,96 kVAR saat motor berjalan dengan normal, dan 429,42 kVAR saat motor bekerja dengan beban kerja. selisih nilai antara menggunakan kapasitor bank dengan tidak cukup signifikan yaitu, pada saat motor melakukan start awal selisih yang dihasilkan sebesar 108,36 kW, nilai untuk motor sedang berjalan dengan normal sebesar 265,62 kW, dan nilai untuk motor bekerja dengan beban kerja sebesar 363,66 kW.

Kata Kunci: Motor Kompresor, Faktor Daya, Kapasitor Bank, $\cos \phi$.

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 PELINDO I BELAWAN

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. Ayahanda (Fajar Setia Budi) tersayang dan ibunda (Nurfitria) 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.
2. Bapak Munawar Alfansury, S.T, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T. selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Elvy Sahnur Nasution, ST, MPd. selaku Dosen Pembimbing dikampus yang telah memberi ide-ide dan masukan dalam

menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini.

5. Segenap Bapak & Ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Segenap, kepada teman seperjuangan Fakultas Teknik yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2017 yang selalu memberikan semangat dan suasana kekeluargaan yang luar biasa. Salam Kompak.
7. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkansatu 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, Januari 2022

Azhari Fadillah
1707220009

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematis Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Motor AC	7
2.2.2 Rangkaian DOL (Direct On Line)	12
2.2.3 Daya Listrik	13

2.2.4 Faktor Daya	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu Dan Tempat	17
3.2 Alat Dan Bahan	17
3.3 Rangkaian Pengujian	22
3.4 Metode Penelitian	22
3.5 Prosedur Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Pengaruh Kapasitor Bank Terhadap Motor Kompresor	25
4.1.1 Data Pengukuran Pada Motor Kompresor	25
4.1.2 Pengukuran Faktor Daya Motor Kompresor Dengan Kapasitor Bank	25
4.1.3 Pengukuran Faktor Daya Motor Kompresor Tanpa Kapasitor Bank.....	27
4.2 Penggunaan Kapasitor Bank Pada Perbaikan Faktor Daya	29
4.2.1 Pengaruh Faktor Daya Pada Motor Kompresor Tanpa Kapasitor Bank	29
4.2.2 Pengaruh Faktor Daya Pada Motor Kompresor Dengan Kapasitor Bank.....	33
4.2.3 Hasil Perbandingan Faktor Daya Pada Motor Kompresor	37
BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor Sinkron	8
Gambar 2.2 Motor Induksi	9
Gambar 2.3 Rangkaian Pengasutan Langsung Pada Saluran (DOL)	13
Gambar 2.4 Segitiga Daya	16
Gambar 3.1 Rangkaian Penguji Motor Kompresor Tipe GA 250 kW	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Grafik Pengukuran Nilai Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank	27
Gambar 4.2 Grafik Pengukuran Nilai Faktor Daya Tanpa Kapasitor Bank.....	28
Gambar 4.3 Perbandingan Daya Semu Pada Motor Kompresor	38
Gambar 4.4 Perbandingan Daya Reaktif Pada Motor Kompresor	39
Gambar 4.5. Perbandingan Daya Aktif Pada Motor Kompresor	40

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Pengukuran Pada Motor Kompresor	25
Tabel 4.2 Nilai Faktor Daya Motor Menggunakan Kapasitor Bank	26
Tabel 4.3 Nilai Faktor Daya Motor Menggunakan Kapasitor Bank	27
Tabel 4.4 Hasil Perbandingan Faktor Daya Pada Motor Kompresor.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan, baik untuk perumahan maupun untuk industri kecil atau besar. Tanpa listrik sulit bagi masyarakat dan kegiatan industri. Oleh karena itu, penyediaan tenaga listrik sangat diperlukan dalam kegiatan industri. Seiring dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, tidaklah sulit untuk menemukan sistem ketenagalistrikan yang efisien dan andal, dengan dukungan sumber daya manusia (SDM) yang baik tentunya perusahaan akan dengan mudah memperoleh kehandalan suatu sistem yang diperlukan untuk menunjang kegiatan agar kerja yang optimal.

Sebagian besar perusahaan banyak menggunakan beban induktif yang memiliki faktor daya rendah salah satunya PT. Pelindo I Belawan. Jika faktor daya dari alat tersebut rendah maka akan mengganggu kinerja dari alat tersebut, sehingga perlu memperhatikan faktor daya dari alat tersebut, misalnya motor listrik yang merupakan alat utama yang menggerakkan semua mesin listrik disebuah perusahaan.

Bertambahnya beban yang bersifat induktif membutuhkan daya reaktif yang besar sehingga sumber (pembangkit listrik) harus mensuplai daya yang lebih besar. Keadaan seperti ini dapat menyebabkan jatuh tegangan, arus pada jaringan bertambah dan faktor daya rendah pada daerah dekat beban. Kualitas daya listrik pada industri sangat penting, karena sangat mempengaruhi proses dan hasil akhir produksi. Ketika semakin sensitifnya suatu peralatan baik di industri maupun di

rumah tangga, kualitas daya listrik menjadi suatu hal yang perlu diperhatikan. Hal ini untuk mengurangi kemungkinan kerusakan-kerusakan peralatan sensitif tersebut. Beban-beban non-linier juga menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas daya listrik.

Beban tersebut merupakan sumber harmonik yang dapat menurunkan kualitas daya listrik. Beban non-linier adalah beban di mana bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dalam setiap setengah siklus, sehingga gelombang keluaran arus dan tegangannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi). Beberapa beban non linier adalah inti magnet pada trafo dan mesin berputar, mesin-mesin sinkron, pengelasan, photovoltaic inverter, dan peralatan elektronik kantor. Selain itu, masih banyak akibat yang dihasilkan jika kualitas daya listrik dalam industri buruk.

Setiap negara memiliki aturan minimal mengenai faktor daya. Hal ini merupakan suatu indikasi agar konsumen tenaga listrik dapat melakukan perbaikan faktor daya dengan tujuan untuk penghematan dan efisiensi daya. Cara untuk melakukan perbaikan faktor daya pada beban induktif dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor bank.

PT. Pelindo memiliki banyak beban induktif yang sering digunakan pada saat kegiatan perusahaan sedang berlangsung maka penulis mengangkat judul “Analisis Perbandingan Faktor Daya Pada Motor Kompresor Type G.A 250 kW Di PT Pelindo I Belawan” Hal ini bertujuan untuk mengurangi kerusakan alat, mengurangi rugi-rugi daya, meminimalkan biaya listrik yang besar, sebagai referensi dan masukan pada perusahaan lainnya termasuk di PT. Pelindo I Belawan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

1. Seberapa besar pengaruh kapasitor bank terhadap faktor daya pada motor kompresor tipe GA 250 kW?
2. Bagaimana daya aktif dan daya reaktif pada motor kompresor tipe GA 250 kW penggunaan kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari “Analisis Perbandingan faktor daya pada motor kompresor tipe GA 250 kW di PT. Pelindo I Belawan” Adalah.

3. Menganalisis besar nilai beban motor kompresor tipe GA 250 kW terhadap pengaruh kapasitor bank yang digunakan untuk memperbaiki faktor daya saat keadaan Start awal, motor berjalan dengan normal, dan motor berjalan dengan beban kerja.
4. Menganalisis selisih nilai daya aktif dan daya reaktif penggunaan kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya pada motor kompresor tipe GA 250 kW saat motor melakukan start awal, motor berjalan dengan normal, dan motor berjalan dengan beban kerja.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Agar tugas akhir ini terarah tanpa mengurangi maksud dan tujuan, maka ditetapkan ruang lingkup dalam penelitian sebagai berikut.

5. Melakukan pengukuran tegangan, arus, dan faktor daya pada motor kompresor tipe GA 250 kW saat menggunakan kapasitor bank dan tidak menggunakan kapasitor bank ketika motor melakukan start awal, motor berjalan dengan normal, dan motor berjalan dengan beban kerja.
6. Melakukan analisa perbandingan tiap selisih nilai daya aktif dan daya reaktif motor kompresor tipe GA 250 kW pada saat menggunakan kapasitor bank dan tidak menggunakan kapasitor bank ketika saat motor melakukan start awal, motor berjalan dengan normal, dan motor berjalan dengan beban kerja.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini meliputi beberapa aspek yaitu agar dapat mengurangi daya reaktif yang tinggi pada beban yang digunakan, mengurangi terjadinya tegangan rendah (*under voltage*) dan arus tinggi (*over current*), dan sebagai bahan acuan atau referensi bagi mahasiswa lain atau umum untuk pengembangan sesuai disiplin ilmu masing-masing.

1.6 Sistematis Penelitian

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 I PENDAHULUAN

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

Ada tiga jenis energi dalam sistem energi elektronik, yaitu energi tampak, energi aktif, dan energi reaktif. Pada saat dibutuhkan energi listrik yang lebih banyak, dapat dibedakan berdasarkan jumlah beban, jenis beban, jenis penghantar dan jarak antara sumber listrik dengan beban (Syawaluddin & Yusuf, 2011). Semakin tinggi daya reaktif beban, semakin rendah faktor daya. Ketika daya reaktif beban kecil, faktor daya tinggi. Penurunan faktor daya (\cos) merupakan masalah yang perlu diperhitungkan, karena dengan penurunan faktor daya, baik konsumen maupun pemasok listrik sama-sama mengalami *opgetogen* (Yani, 2017). Bagi pengguna, termasuk tegangan sistem, catu daya belum bisa dimaksimalkan. Faktor yang mempengaruhi penurunan faktor daya yang akan digunakan adalah besarnya beban yang akan digunakan (Rofii & Ferdinand, 2018).

Beban arus dari perangkat *dobbelsteen* terakhir, yang mengkonsumsi daya dan daya reaktif dengan faktor daya tertinggal, juga jika tegangan bertemu dengan arus pada suatu sudut (Putri & Pasaribu, 2018). Beban utama dibangkitkan oleh komponen listrik, yaitu berisi kumparan tali yang dililitkan pada inti besi. Contoh alat listrik yang menggunakan tenaga listrik adalah motor dan trafo. Beban induktor dibuat oleh rangkaian yang mencakup komponen pasif di depan induktor. Atur faktornya, gunakan sebagai percobaan untuk membuat faktor daya / \cos menghadap faktor daya yang umum digunakan adalah lagging, yang disebabkan oleh pemakaian beban induktif (motor/trafo) (Dedzky & Atabiq,

2020). Perbaikan dilakukan dengan memasang kapasitor pada masing-masing beban atau secara tersentralisir melalui kapasitor bank. Hasil pengujian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu memasang kapasitor 15F dapat meningkatkan faktor daya dari 0,43 menjadi 0,75 dan mengurangi konsumsi daya semu hingga 37,25% bila beban generator 5 kW dengan beban 400 W per fase (Ulya, 2019). Penggunaan kapasitor kapasitansi yang besar menyebabkan tegangan naik dan faktor daya naik dengan cepat, tetapi dengan bertambahnya beban, faktor daya turun lagi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan energi listrik lebih hemat sehingga hal ini berdampak pada pengurangan biaya listrik. Menggunakan kapasitor yang sesuai dapat mengurangi daya reaktif dalam beban dan memperbaiki faktor daya yang buruk (Rahmatullah, 2020).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Motor AC

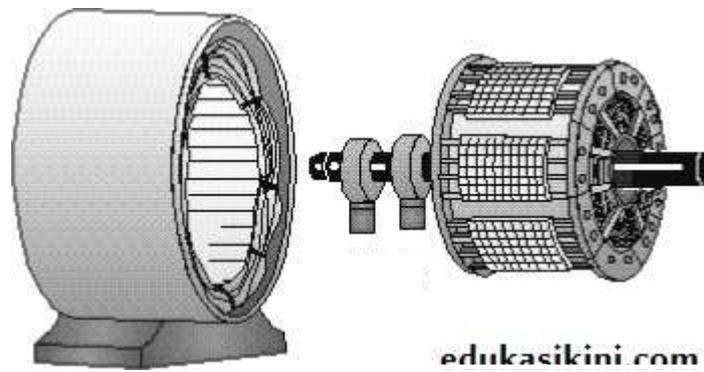
Motor listrik AC adalah jenis motor yang menggunakan tegangan dengan arus bolak-balik atau arus AC. Biasanya motor jenis ini memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan motor DC. Motor listrik AC dibedakan menjadi dua macam, yakni motor sinkron dan motor induksi. Motor sinkron adalah motor AC, bekerja pada kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu (Khadafi, 2013). 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.

1. Jenis-Jenis Motor

Jenis-jenis motor banyak ditemukan dimana saja. Motor yang umum digunakan yaitu motor sinkron dan motor induksi. berikut jenis-jenis motor yang sedang digunakan pada industri.

A. Motor Sinkron

Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistem, sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.



Gambar 2.1. Motor Sinkron

Berikut beberapa komponen dari motor sinkron. Rotor, Perbedaan antara motor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan putaran medan magnet (Pambudi et al., 2015). 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. Stator, Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasok (Sirait et al., 2018). Adapun sistem perhitungan secara matematis sebagai berikut:

$$N_s = 120 f / P$$

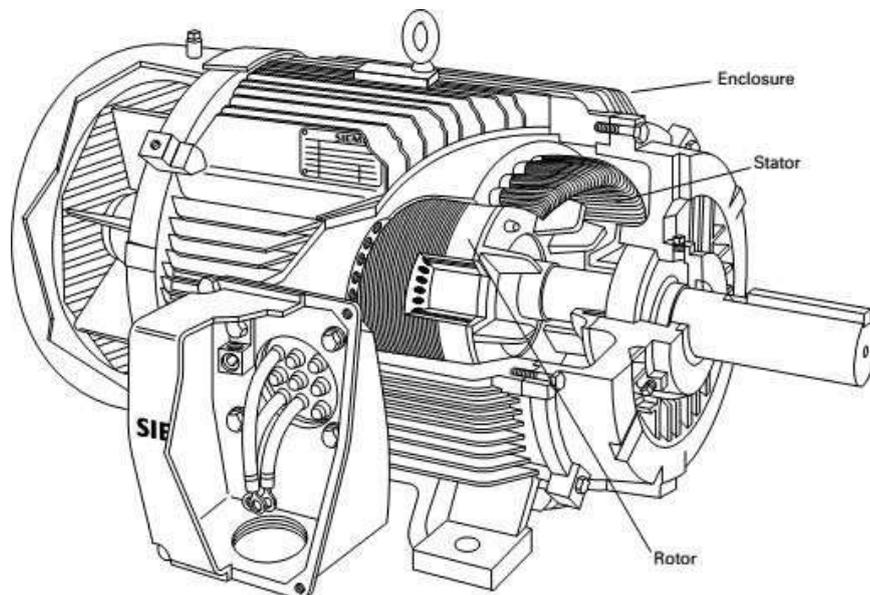
Dimana :

f = Frekuensi (Hz)

P = jumlah kutub (Pole)

B. 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 (Ariwibowo et al., 2017).



Gambar 2.2. Motor Induksi

Motor induksi memiliki 2 komponen listrik utama, yaitu Rotor motor induksi memiliki dua jenis, yakni 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. Lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fasa, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Stator dibuat dari sejumlah stampings dengan slots untuk membawa gulungan tiga fasa. Motor induksi memiliki prinsip kerja 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 (rangkaiian tertutup) yang berbeda fasa 120° satu sama lain. Hasilnya akan timbul adanya medan/fluks magnet tiga fasa pada stator Φ_a , Φ_b , dan Φ_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 (n_s) sehingga disebut sebagai medan putar stator
3. Fluks medan putar (Φ_t) dari stator ini akan melewati celah udara untuk selanjutnya mencapai permukaan dari rotor berikut konduktor yang ada di dalamnya.
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.

2. Slip Pada Motor Listrik

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 (Irfan et al., 2014). 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 (Hamri et al., 2017). 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 (Irawan, 2016). Kecepatan medan putar atau kecepatan sinkron dari suatu motor dapat di cari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Slip = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

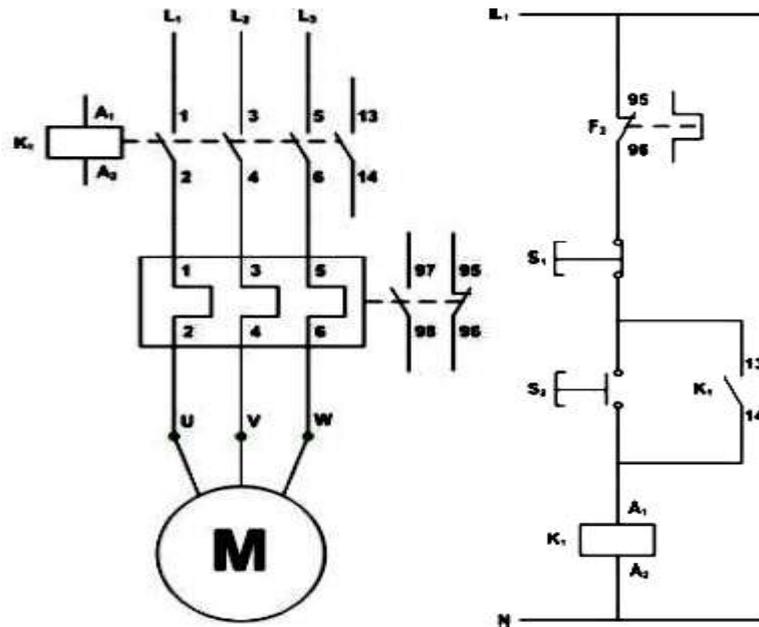
Dimana:

N_s = kecepatan sinkron (rpm)

N_r = kecepatan rotor (rpm)

2.2.2 Rangkaian DOL (*Direct On Line*)

Pada cara ini motor dapat diasut pada tegangan saluran penuh dengan menggunakan penstart saluran yang dilengkapi dengan relai termis beban lebih. DOL adalah tipe rangkaian motor listrik ini bisa langsung di hubungkan dari Fuse/MCB/ELCB sebagai pengaman beban listrik dengan stop kontak listrik ataupun sakelar sebagai pemutus tegangan kemudian di rangkai ke motor listrik. Saat bertegangan/berenergi, terminal motor starter langsung terhubung on line (DOL) ke catu daya. Berikut ini adalah contoh rangkaian yang sering di gunakan pada rumah tangga. Rangkaian ini bisa diterapkan pada beban listrik seperti pada pompa air. Seperti halnya pada motor listrik 1 phase, motor listrik 3 phase tipe DOL juga sama rangkaiannya. Perbedaan sedikit terdapat tambahan dengan adanya kontaktor. Tujuan adanya kontaktor ini adalah mencegah adanya percikan listrik saat kedua plat saklar bertemu. Selain itu tidak semua sakelar memiliki daya hantar sebesar daya hantar pada kontaktor. Cara ini dapat menghasilkan kopel start kopel start yang lebih besar mengingat kopel motor induksi berbanding lurus dengan kuadrat tegangan yang dikenakan (Syawaluddin & Yusuf, 2011). Kelemahan pengasutan cara ini adalah dapat menghasilkan arus start yang besar.



Gambar 2.3 Rangkaian pengasutan langsung pada saluran (DOL)

Prinsip kerja dari rangkaian *Direct On Line* (DOL) ini sangatlah mudah. 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 (Somantri, 2017). 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. Kumputan 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 (Yani, 2017).

2.2.3 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 (Putri & Pasaribu, 2018). 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:

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

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

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

Dimana:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Cos ϕ = Faktor daya

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

1. 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:

$$Q = V \times I \times \sin \phi$$

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

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

Dimana:

$$Q = \text{Daya reaktif} \quad (\text{KVA})$$

$$V = \text{Tegangan} \quad (\text{Volt})$$

$$I = \text{Arus} \quad (\text{Ampere})$$

2. 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.

$$S = V \cdot I$$

Dimana :

$$S = \text{Daya semu} \quad (\text{KVAR})$$

$$V = \text{Tegangan} \quad (\text{Volt})$$

$$I = \text{Arus} \quad (\text{Ampere})$$

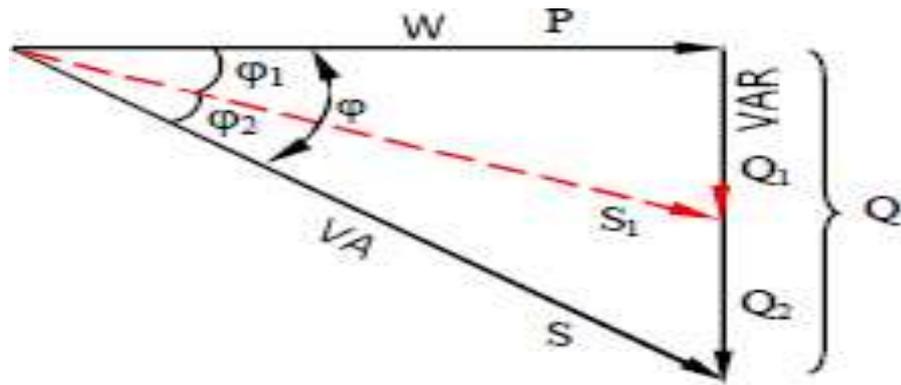
2.3.4 Faktor Daya

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 (Putri & Pasaribu, 2018). 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:

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

sistem listrik menggunakan sumber tegangan berbentuk sinusoidal murni dan beban linier. Beban linier adalah beban yang menghasilkan bentuk arus sama dengan bentuk tegangan. Pada kasus sumber tegangan berbentuk sinusoidal murni, beban linier mengakibatkan arus yang mengalir pada jaringan juga berbentuk sinusoidal murni. Beban linier dapat diklasifikasikan menjadi 4 macam, *beban resistif*, dicirikan dengan arus yang sefasa dengan tegangan; *beban induktif*, dicirikan dengan arus yang tertinggal terhadap tegangan sebesar 90^0 ; *beban kapasitif*, dicirikan dengan arus yang mendahului terhadap tegangan sebesar 90^0 , dan beban yang merupakan *kombinasi* dari tiga jenis tersebut, dicirikan dengan arus yang tertinggal/mendahului tegangan sebesar sudut, katakan, ϕ . pada listrik, daya bisa diperoleh dari perkalian antara tegangan dan arus yang mengalir. Pada kasus sistem AC dimana tegangan dan arus berbentuk sinusoidal, perkalian antara keduanya akan menghasilkan daya tampak (*apparent power*), satuan *volt-ampere* (VA)) yang memiliki dua buah bagian. Bagian

pertama adalah daya yang termanfaatkan oleh konsumen, bisa menjadi gerakan pada motor, bisa menjadi panas pada elemen pemanas, dsb; daya yang termanfaatkan ini sering disebut sebagai daya aktif (*real power*) memiliki satuan watt yang mengalir dari sisi sumber ke sisi beban bernilai rata-rata tidak nol. Bagian kedua adalah daya yang tidak termanfaatkan oleh konsumen, namun hanya ada di jaringan, daya ini sering disebut dengan daya reaktif (*reactive power*) memiliki satuan *volt-ampere-reactive* (VAR) bernilai rata-rata nol. Untuk pembahasan ini, arah aliran daya reaktif tidak didiskusikan saat ini. Beban bersifat resistif hanya mengonsumsi daya aktif; beban bersifat induktif hanya mengonsumsi daya reaktif; dan beban bersifat kapasitif hanya memberikan daya reaktif. 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 (Putri & Pasaribu, 2018). 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 2.4.



Gambar 2.4 Segitiga Daya

Sudut ϕ adalah sudut yang dibentuk antara sisi daya aktif (P) dan daya semu (S), sedangkan daya reaktif (Q) tegak lurus terhadap daya aktif (P), Daya semu, S adalah daya yang harus dipasok oleh PLN untuk memikul beban P yang diperlukan industri, sehingga besarnya sudut ϕ sangat berpengaruh terhadap besarnya pasokan daya. Semakin besar sudut ϕ , 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 ϕ , maka diperlukan penambahan kapasitor. Besarnya sudut $\phi = \phi_1 + \phi_2$, 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 ϕ dipengaruhi oleh besarnya impedansi beban, jika beban bersifat induktif (+) maka impedansi mengarah ke sumbu positif dan jika beban bersifat kapasitif (-) mengarah ke sumbu negatif.

2.2.5 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen yang dapat menyimpan muatan listrik.

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron (Rofii & Ferdinand, 2018). 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.

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 (Pambudi et al., 2015). Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.

Kapasitor 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.

Menggunakan kapasitor tidaklah asal sembarangan dalam memilih dan memasang berapa kapasitansi (μF) 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. 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. Dalam dunia industri, konsumsi energi listrik jauh lebih besar daripada rumah biasa, dan konsumsi energi listriknya besar yang sebagian besar digunakan untuk menggerakkan motor induksi daya tinggi, yang akan menimbulkan faktor pengurangan daya. Oleh karena itu disinilah salah satu fungsi kapasitor dapat meningkatkan faktor daya industri. Bank kapasitor adalah sekelompok kapasitor yang dihubungkan secara paralel dengan rangkaian beban. Ketika tegangan diberikan ke rangkaian, elektron akan mengalir ke kapasitor. Ketika kapasitor penuh dengan elektron, tegangan berubah. Kemudian elektron akan keluar dari kapasitor dan mengalir ke rangkaian yang membutuhkannya, sehingga kapasitor menghasilkan daya reaktif. Jika tegangan yang diubah kembali ke normal (konstan), kapasitor akan menahan elektron. Ketika kapasitor melepaskan elektron (I_c), artinya kapasitor memberikan daya reaktif pada beban. Karena beban induktif

(+) dan daya reaktif kapasitif (-), daya reaktif yang diterapkan kecil. Umumnya beban yang sering digunakan dalam industri adalah beban induktif seperti motor, lampu TL, pemanas, dll. Beban induktif ini menghasilkan nilai $\cos \phi$ yang rendah. Untuk meningkatkan faktor daya / untuk meningkatkan faktor daya mendekati 1, bank kapasitor digunakan, yang bertindak sebagai kompensator untuk beban induktif.

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 (Hamri et al., 2017). 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.

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 (Ariwibowo et al., 2017). Manfaat lain dari pemasangan panel Kapasitor bank adalah dapat menghapus denda/kelebihan biaya (kVArh), menghindari membebani trafo / trafo secara berlebihan, mengurangi kenaikan arus/suhu di kabel, Maksimalkan konsumsi daya terpasang (kVA), menghindari penurunan tegangan pada saluran beban, meningkatkan kualitas daya, dan merawat peralatan

listrik yang terpasang. Faktor daya bisa dikatakan sebagai besaran yang menunjukkan seberapa efisien jaringan yang kita miliki dalam menyalurkan daya yang bisa kita manfaatkan. Faktor daya dibatasi dari 0 hingga 1, semakin tinggi faktor daya (mendekati 1) artinya semakin banyak daya tampak yang diberikan sumber bisa kita manfaatkan, sebaliknya semakin rendah faktor daya (mendekati 0) maka semakin sedikit daya yang bisa kita manfaatkan dari sejumlah daya tampak yang sama. Di sisi lain, faktor daya juga menunjukkan “besar pemanfaatan” dari peralatan listrik di jaringan terhadap investasi yang dibayarkan. Seperti kita tahu, semua peralatan listrik memiliki kapasitas maksimum penyaluran arus, apabila faktor daya rendah artinya walaupun arus yang mengalir di jaringan sudah maksimum namun kenyataan hanya porsi kecil saja yang menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi pemilik jaringan. Perbandingan pemasangan kapasitor dan pemasangan bank kapasitor terpusat di bawah satu beban, kontrol penuh, dalam hal ini, yang terbaik adalah digunakan dalam kondisi beban ringan, Peningkatan kinerja motor melalui penggunaan listrik yang lebih efisien dan penurunan voltase, Motor dan kapasitor dapat dengan mudah bergerak Bersama, Juga lebih mudah untuk memilih kapasitor yang tepat untuk beban yang tepat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.3.1 Tempat

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilakukan dengan pengambilan data langsung pada motor kompresor GA 250 kW di PT. Pelabuhan Indonesia I Cabang Belawan, Jalan Sumatera, Kelurahan Belawan I, Kec. Medan Belawan, Prov. Sumatera Utara.

3.3.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian tugas akhir ini berlangsung mulai dari 21 April 2021 sampai 20 Juni 2021.

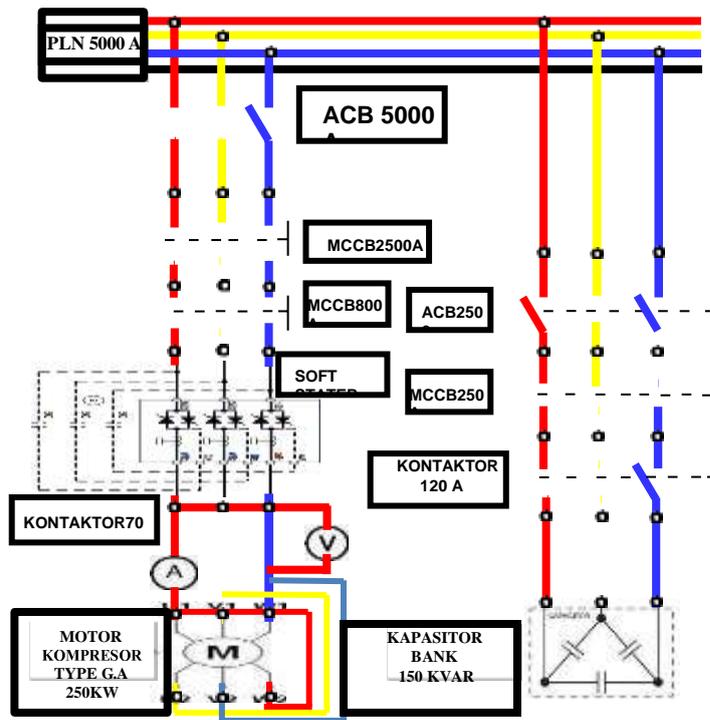
3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan analisa dan pengolahan data penelitian adalah sebagai berikut:

1. Motor Kompresor tipe GA. 250 kW
2. Kapasitor 557 μ F
3. Cos ϕ Meter
4. Volt Meter
5. Ampere Meter
6. Sumber Tegangan
7. Kamera Ponsel

3.3 Rangkaian Pengujian

Berikut gambar rangkaian pengujian yang digunakan untuk sebagai pengukuran dan perhitungan pada analisis faktor daya pada motor kompresor GA 250 kW.



Gambar 3.1. Rangkaian Pengujian Motor Kompresor Tipe GA 250 kW

3.4 Metode Penelitian

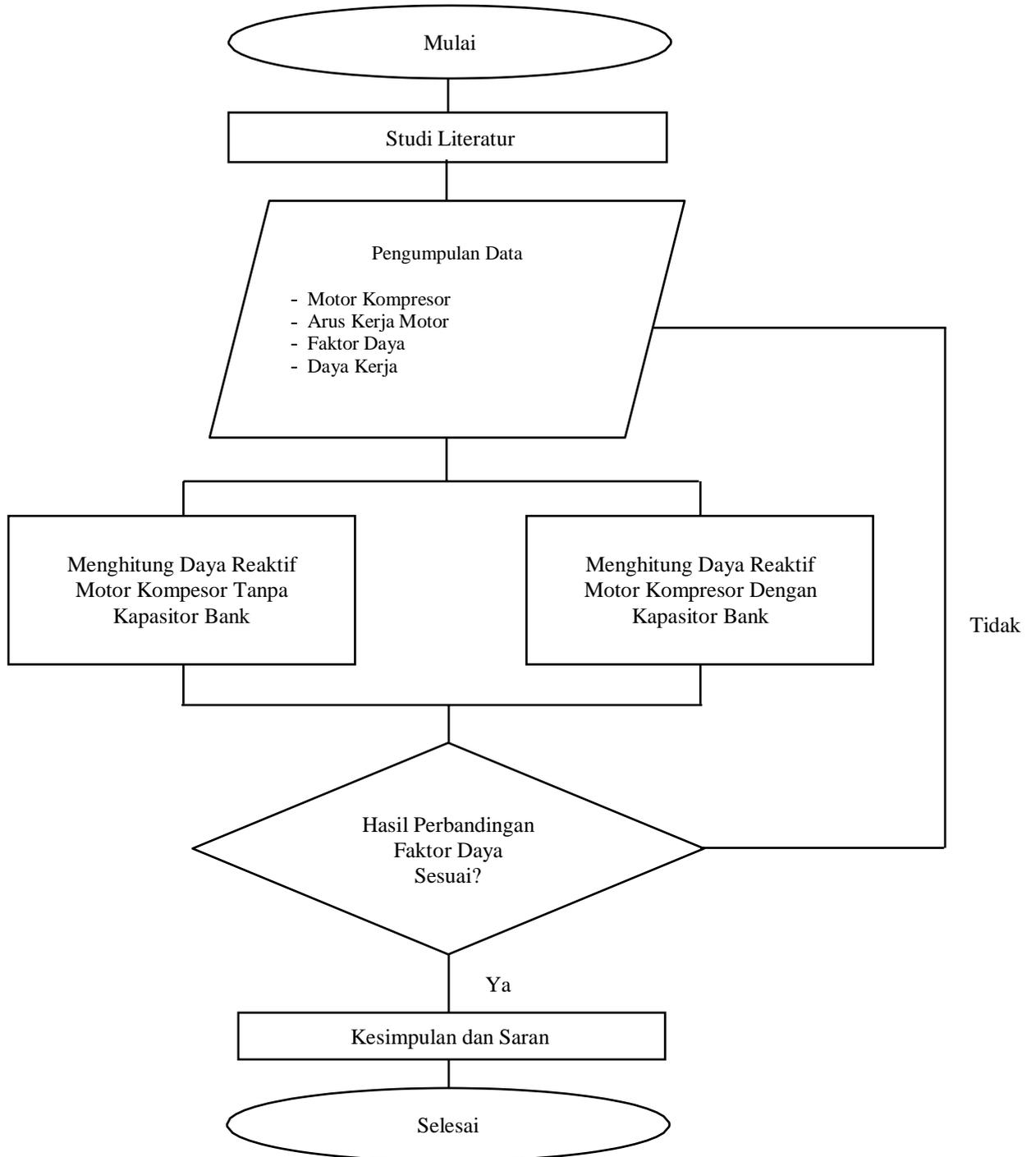
Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan data primer dari spesifikasi motor kompresor tipe GA 250 kW dan alat ukur yang digunakan selama pengujian berlangsung. Dalam penelitian ini penggunaan data primer sangat dibutuhkan untuk dapat dilakukannya analisa pada motor kompresor tipe GA 250 kW dengan menggunakan kapasitor bank.

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dan diketahui dalam tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan tema dengan cara melakukan studi literature untuk memperoleh berbagai sumber teori dan konsep untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Melakukan penyelesaian administrasi dokumen untuk izin melakukan penelitian.
3. Menyiapkan alat dan bahan penelitian.
4. Melakukan pengumpulan data penelitian.
5. Melakukan analisa faktor daya pada motor kompresor tipe GA 250 kW tanpa menggunakan kapasitor bank.
6. Melakukan analisa faktor daya pada motor kompresor tipe GA 250 kW menggunakan kapasitor bank.
7. Melakukan perbandingan hasil analisa faktor daya pada motor kompresor tipe GA 250 kW menggunakan kapasitor bank dan tanpa menggunakan kapasitor bank.
8. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan.
9. Selesai

untuk selanjutnya proses jalannya penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian berikut ini.



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Kapasitor Bank Terhadap Motor Kompresor

4.1.1 Data Pengukuran Pada Motor Kompresor

Data pengukuran dilakukan dengan mengambil nilai tegangan, arus, dan faktor daya pada alat ukur yang digunakan. Berikut data pengukuran pada motor kompresor.

Tabel 4.1. Data Pengukuran Pada Motor Kompresor

Pengukuran	Nilai Ukur
Tegangan	395 V
Arus Kerja	165 A
Faktor Daya	0.85
Daya	250 kW

Pada table 4.1 pengukuran motor kompresor dilakukan saat motor kompresor sedang bekerja dan tanpa adanya tambahan beban pada motor kopresor yang diukur.

4.1.2 Pengukuran Faktor Daya Motor Kompresor Dengan Kapasitor Bank

Pengukuran faktor daya motor kopresor dilakukan dengan menggunakan kapasitor bank untuk melihat nilai faktor daya pada motor kompresor. Pengukuran motor kompresor dilakukan saat keadaan motor tidak menyala, melakukan start

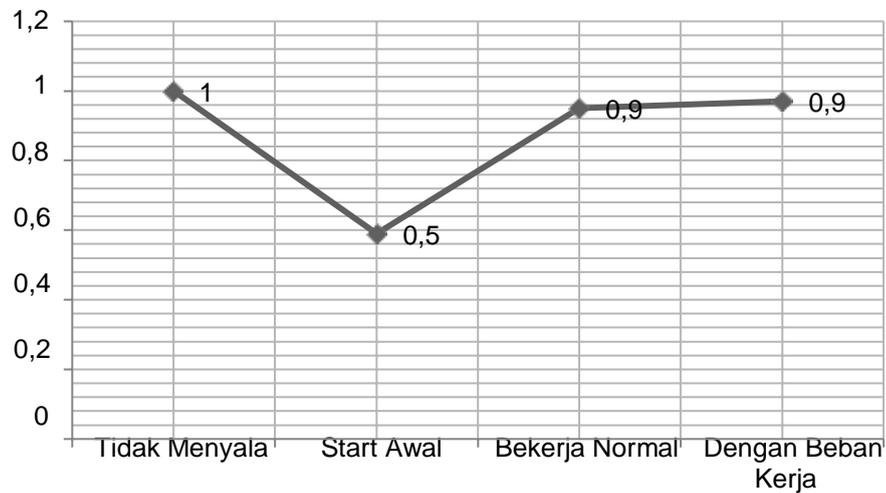
awal, motor berjalan normal, dan motor kompresor dengan beban kerja. Berikut nilai faktor daya yang dihasilkan pada motor kompresor dengan menggunakan kapasitor bank.

Tabel 4.2. Nilai Faktor Daya Motor Menggunakan Kapasitor Bank

Pengujian	Tegangan (V)	Arus (I)	Faktor Daya
Tidak Menyala	400	0	1
Start Awal	376	1395	0.59
Berjalan Normal	399	164	0.93
Dengan Beban Kerja	396	380	0.97

Dari tabel 4.2. dapat dilihat nilai faktor daya yang dihasilkan menggunakan kapasitor bank yakni pada pengujian motor kompresor saat tidak menyala sebesar 1, saat melakukan start awal nilai yang dihasilkan sebesar 0.59, berikutnya pada pengujian motor kompresor berjalan normal nilai yang dihasilkan sebesar 0.93, dan pada saat motor kompresor bekerja dengan beban kerja yang diberikan, nilai yang dihasilkan sebesar 0.97. Berikut gambar grafik untuk pengukuran nilai faktor daya yang dihasilkan menggunakan kapasitor bank.

Grafik Pengukuran Nilai Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank



Gambar 4.1. Grafik Pengukuran Nilai Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank

4.1.3 Pengukuran Faktor Daya Motor Kompresor Tanpa Kapasitor Bank

Pengukuran faktor daya motor kopresor dilakukan tanpa menggunakan kapasitor bank untuk melihat nilai faktor daya pada motor kompresor. Pengukuran motor kompresor dilakukan saat keadaan motor tidak menyala, melakukan start awal, motor berjalan normal, dan motor kompresor dengan beban kerja. Berikut nilai faktor daya yang dihasilkan pada motor kompresor dengan menggunakan kapasitor bank.

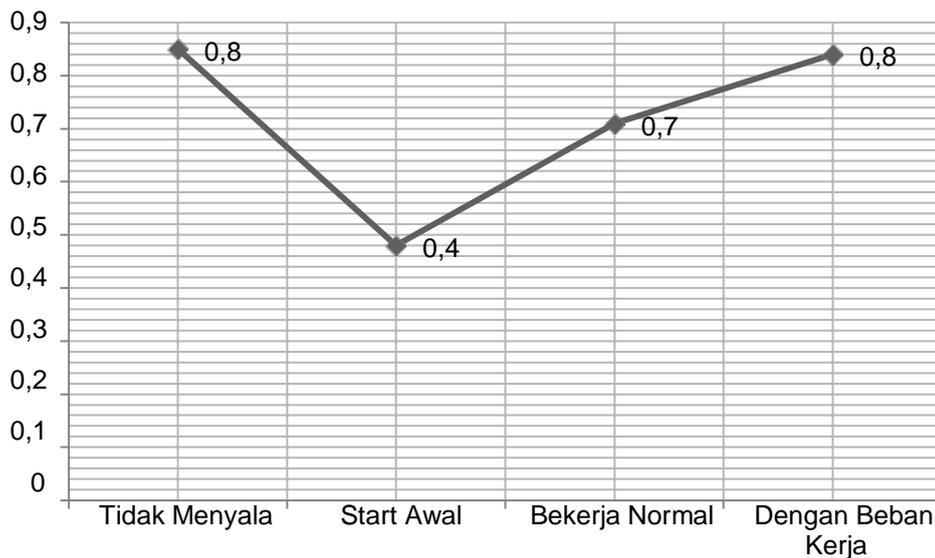
Tabel 4.3. Nilai Faktor Daya Motor Tanpa Menggunakan Kapasitor Bank

Pengujian	Tegangan (V)	Arus (I)	Faktor Daya
Tidak Menyala	394.5	0	0.85

Start Awal	368	1398	0.48
Berjalan Normal	391.7	165	0.71
Dengan Beban Kerja	390.7	386	0.84

Dari tabel 4.3. dapat dilihat nilai faktor daya yang dihasilkan menggunakan kapasitor bank yakni pada pengujian motor kompresor saat tidak menyala sebesar 1, saat melakukan start awal nilai yang dihasilkan sebesar 0.59, berikutnya pada pengujian motor kompresor berjalan normal nilai yang dihasilkan sebesar 0.93, dan pada saat motor kompresor bekerja dengan beban kerja yang diberikan, nilai yang dihasilkan sebesar 0.97. Berikut gambar grafik untuk pengukuran nilai faktor daya yang dihasilkan menggunakan kapasitor bank.

Grafik Pengukuran Nilai Faktor Daya Tanpa Kapasitor Bank



Gambar 4.2. Grafik Pengukuran Nilai Faktor Daya Tanpa Kapasitor Bank

4.2 Penggunaan Kapasitor Bank Pada Perbaikan Daya Motor Kompresor

4.2.1 Pengaruh Faktor Daya Pada Motor Kompresor Tanpa Kapasitor Bank

Pengaruh nilai faktor daya pada motor kompresor tanpa menggunakan kapasitor bank memiliki perubahan nilai daya aktif dan daya reaktif pada motor kompresor.. Pengaruh nilai faktor daya pada motor kompresor tanpa menggunakan kapasitor bank terhadap nilai daya aktif dan daya reaktif dengan parameter sebagai berikut.

Pengujian = Start Awal

Faktor Daya = 0,48

Tegangan = 368 V

Arus Mengalir = 1398 A

Dari parameter diatas maka nilai daya nyata tanpa menggunakan kapasitor bank yang didapat sebesar:

$$P = \sqrt{3} \cdot 368 \cdot 1398 = 891,07 \text{ kVA}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa daya nyata pada motor kompresor saat melakukan start awal sebesar 891,07 kVA. Untuk mengetahui nilai ϕ pada motor kompresor dapat diselesaikan dengan persamaan berikut.

$$\phi = \cos^{-1} 0,48 = 61,3^\circ$$

Dengan nilai ϕ yang dihasilkan dari faktor daya 0,48 yaitu sebesar $61,3^\circ$ maka daya reaktif yang dihasilkan dapat diketahui sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{3} \cdot 368 \cdot 1398 \cdot \sin 61,3^\circ = 781,60 \text{ kVAR}$$

Nilai daya reaktif pada motor kompresor saat start awal tanpa menggunakan kapasitor bank sebesar 781,60 kVAR. dan Untuk nilai daya aktif motor kompresor saat melakukan start awal dapat diketahui sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \cdot 368 \cdot 1398 \cdot 0,48 = 427,71 \text{ kW}$$

Nilai daya aktif pada motor kompresor saat start awal tanpa menggunakan kapasitor bank adalah sebesar 427,71 kW. Kemudian, untuk mengetahui nilai daya nyata, daya reaktif, daya aktif dan nilai ϕ pada saat motor kompresor sedang berjalan normal dapat dilihat pada parameter berikut.

Pengujian = Berjalan Normal

Faktor Daya = 0,71

Tegangan = 391,7 V

Arus Mengalir = 165 A

Dari parameter diatas maka nilai daya nyata tanpa menggunakan kapasitor bank yang didapat sebesar:

$$P = \sqrt{3} \cdot 391,7 \cdot 165 = 111,94 \text{ kVA}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa daya nyata pada motor kompresor saat motor berjalan normal sebesar 111,94 kVA. Untuk mengetahui nilai ϕ pada motor kompresor dapat diselesaikan dengan persamaan berikut.

$$\phi = \cos^{-1} 0,71 = 44,7^\circ$$

Dengan nilai ϕ yang dihasilkan dari faktor daya 0,71 yaitu sebesar $44,7^\circ$ maka daya reaktif yang dihasilkan dapat diketahui sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{3} \cdot 391,7 \cdot 165 \cdot \sin 44,7^\circ = 369,29 \text{ kVAR}$$

Nilai daya reaktif pada motor kompresor saat berjalan normal tanpa menggunakan kapasitor bank sebesar 369,29 kVAR. dan Untuk nilai daya aktif motor kompresor saat melakukan start awal dapat diketahui sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \cdot 391,7 \cdot 165 \cdot 0,71 = 371,02 \text{ kW}$$

Nilai daya aktif pada motor kompresor saat start awal tanpa menggunakan kapasitor bank adalah sebesar 371,02 kW. Kemudian, untuk mengetahui nilai daya nyata, daya reaktif, daya aktif dan nilai ϕ pada saat motor kompresor sedang berjalan normal dapat digunakan persamaan berikut.

Pengujian = Dengan Beban Kerja

Faktor Daya = 0,84

Tegangan = 390,7

Arus Mengalir = 386 A

Dari parameter diatas maka nilai daya nyata tanpa menggunakan kapasitor bank yang didapat sebesar:

$$P = \sqrt{3} \cdot 390,7 \cdot 386 = 672,62 \text{ kW}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa daya nyata pada motor kompresor saat motor berjalan dengan beban kerja sebesar 672,62 kVA. Untuk mengetahui nilai ϕ pada motor kompresor dapat diselesaikan dengan persamaan berikut.

$$\phi = \cos^{-1} 0,84 = 32,8^\circ$$

Dengan nilai ϕ yang dihasilkan dari faktor daya 0,84 yaitu sebesar $32,8^\circ$ maka daya reaktif yang dihasilkan dapat diketahui sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{3} \cdot 390,7 \cdot 386 \cdot \sin 32,8^\circ = 495,06 \text{ kVAR}$$

Nilai daya reaktif pada motor kompresor saat bekerja dengan beban kerja tanpa menggunakan kapasitor bank sebesar 495,06 kVAR. dan Untuk nilai daya

aktif motor kompresor saat melakukan start awal dapat diketahui sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \cdot 390,7 \cdot 386 \cdot 0,84 = 616,47 \text{ kW}$$

Nilai daya aktif pada motor kompresor dengan beban kerja tanpa menggunakan kapasitor bank adalah sebesar 616,47 kW.

4.2.2 Pengaruh Faktor Daya Pada Motor Kompresor Dengan Kapasitor Bank

Pengaruh nilai faktor daya pada motor kompresor dengan menggunakan kapasitor bank memiliki perubahan nilai daya aktif dan daya reaktif pada motor kompresor. Nilai daya aktif dan daya reaktif terhadap nilai faktor daya pada motor kompresor yang dimaksud bertujuan untuk memperbaiki nilai faktor daya sebagai kualitas energi listrik untuk motor bekerja. Pengaruh nilai faktor daya pada motor kompresor dengan menggunakan kapasitor bank terhadap nilai daya aktif dan daya reaktif dengan parameter sebagai berikut.

Pengujian = Start Awal

Faktor Daya = 0,59

Tegangan = 376 V

Arus Mengalir = 1395 A

Dari parameter diatas maka nilai daya nyata dengan menggunakan kapasitor bank yang didapat sebesar:

$$S = \sqrt{3} \cdot 376 \cdot 1395 = 908,49 \text{ kVA}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa daya nyata pada motor kompresor saat melakukan start awal sebesar 908,49 kVA. Untuk mengetahui nilai ϕ pada motor kompresor dapat diselesaikan dengan persamaan berikut.

$$\phi = \cos^{-1} 0,59 = 53,8^\circ$$

Dengan nilai ϕ yang dihasilkan dari faktor daya 0,59 yaitu sebesar $53,8^\circ$ maka daya reaktif yang dihasilkan dapat diketahui sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{3} \cdot 376 \cdot 1395 \cdot \sin 53,8^\circ = 733,11 \text{ kVAR}$$

Nilai daya reaktif pada motor kompresor saat start awal menggunakan kapasitor bank sebesar 733,11 kVAR. dan Untuk nilai daya aktif motor kompresor saat melakukan start awal dapat diketahui sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \cdot 376 \cdot 1395 \cdot 0,59 = 536,01 \text{ kW}$$

Nilai daya aktif pada motor kompresor saat start awal dengan menggunakan kapasitor bank adalah sebesar 536,01 kW. Kemudian, untuk mengetahui nilai daya nyata, daya reaktif, daya aktif dan nilai ϕ pada saat motor kompresor sedang berjalan normal dapat dilihat pada parameter berikut.

Pengujian = Berjalan Normal

$$\text{Faktor Daya} = 0,93$$

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

$$\text{Arus Mengalir} = 164 \text{ A}$$

Dari parameter diatas maka nilai daya nyata tanpa menggunakan kapasitor bank yang didapat sebesar:

$$P = \sqrt{3} \cdot 399 \cdot 164 = 113,34 \text{ kVA}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa daya nyata pada motor kompresor saat motor berjalan normal sebesar 113,34 kVA. Untuk mengetahui nilai ϕ pada motor kompresor dapat diselesaikan dengan persamaan berikut.

$$\phi = \cos^{-1} 0,93 = 21,5^\circ$$

Dengan nilai ϕ yang dihasilkan dari faktor daya 0,93 yaitu sebesar $21,5^\circ$ maka daya reaktif yang dihasilkan dapat diketahui sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{3} \cdot 399 \cdot 164 \cdot \sin 21,5^\circ = 41,53 \text{ kVAR}$$

Nilai daya reaktif pada motor kompresor saat berjalan normal dengan menggunakan kapasitor bank sebesar 41,53 kVAR. dan Untuk nilai daya aktif motor kompresor saat motor berjalan normal dapat diketahui sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \cdot 399 \cdot 164 \cdot 0,93 = 105,40 \text{ kW}$$

Nilai daya aktif pada motor kompresor saat motor berjalan normal menggunakan kapasitor bank adalah sebesar 105,40 kW. Kemudian, untuk mengetahui nilai daya nyata, daya reaktif, daya aktif dan nilai ϕ pada saat motor kompresor dengan beban kerja dapat dilihat pada parameter berikut.

Pengujian = Dengan Beban Kerja

Faktor Daya = 0,97

Tegangan = 396 V

Arus Mengalir = 380 A

Dari parameter diatas maka nilai daya nyata tanpa menggunakan kapasitor bank yang didapat sebesar:

$$P = \sqrt{3} \cdot 396 \cdot 380 = 260,63 \text{ kVA}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa daya nyata pada motor kompresor saat motor bekerja dengan beban kerja sebesar 891,07 kVA. Untuk mengetahui nilai ϕ pada motor kompresor dapat diselesaikan dengan persamaan berikut.

$$\phi = \cos^{-1} 0,97 = 14,6^\circ$$

Dengan nilai ϕ yang dihasilkan dari faktor daya 0,97 yaitu sebesar $14,6^\circ$ maka daya reaktif yang dihasilkan dapat diketahui sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{3} \cdot 396 \cdot 380 \cdot \sin 14,6^\circ = 65,69 \text{ kVAR}$$

Nilai daya reaktif pada motor kompresor saat bekerja dengan beban kerja menggunakan kapasitor bank sebesar 65,69 kVAR. dan Untuk nilai daya aktif motor kompresor saat melakukan start awal dapat diketahui sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \cdot 396 \cdot 380 \cdot 0,97 = 252,81 \text{ kW}$$

Nilai daya aktif pada motor kompresor saat start awal tanpa menggunakan kapasitor bank adalah sebesar 252,81 kW.

4.2.3 Hasil Perbandingan Faktor Daya Pada Motor Kompresor

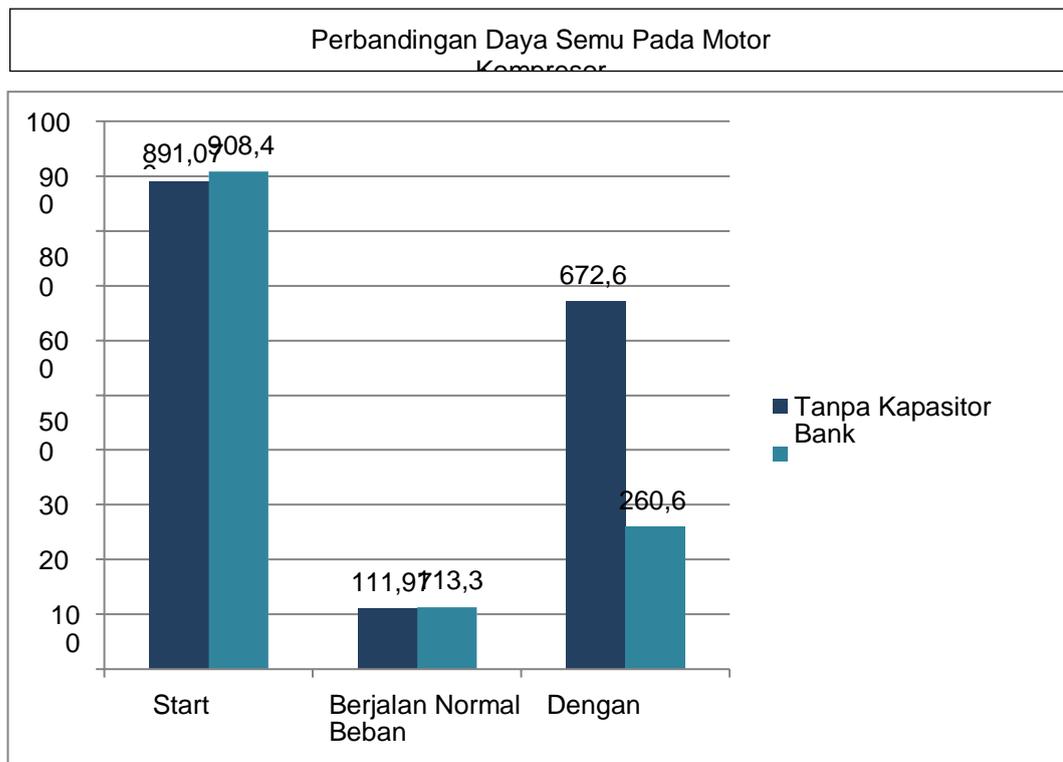
Berdasarkan dari hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk nilai faktor daya pada motor kompresor dengan menggunakan kapasitor bank dan tanpa kapasitor bank dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.4. Hasil Perbandingan Faktor Daya Pada Motor Kompresor

Pengujian Motor Kompresor	Perbandingan					
	Tanpa Kapasitor Bank			Dengan Kapasitor Bank		
	Daya Nyata (kVA)	Daya Reaktif (kVAR)	Daya Aktif (kW)	Daya Nyata (kVA)	Daya Reaktif (kVAR)	Daya Aktif (kW)
Start Awal	891,07	781,60	427,71	908,49	733,11	536,07
Berjalan Normal	111,94	369,29	371,02	113,34	41,33	105,40

Dengan Beban Kerja	672,62	495,06	616,47	260,63	65,64	252,81
--------------------------	--------	--------	--------	--------	-------	--------

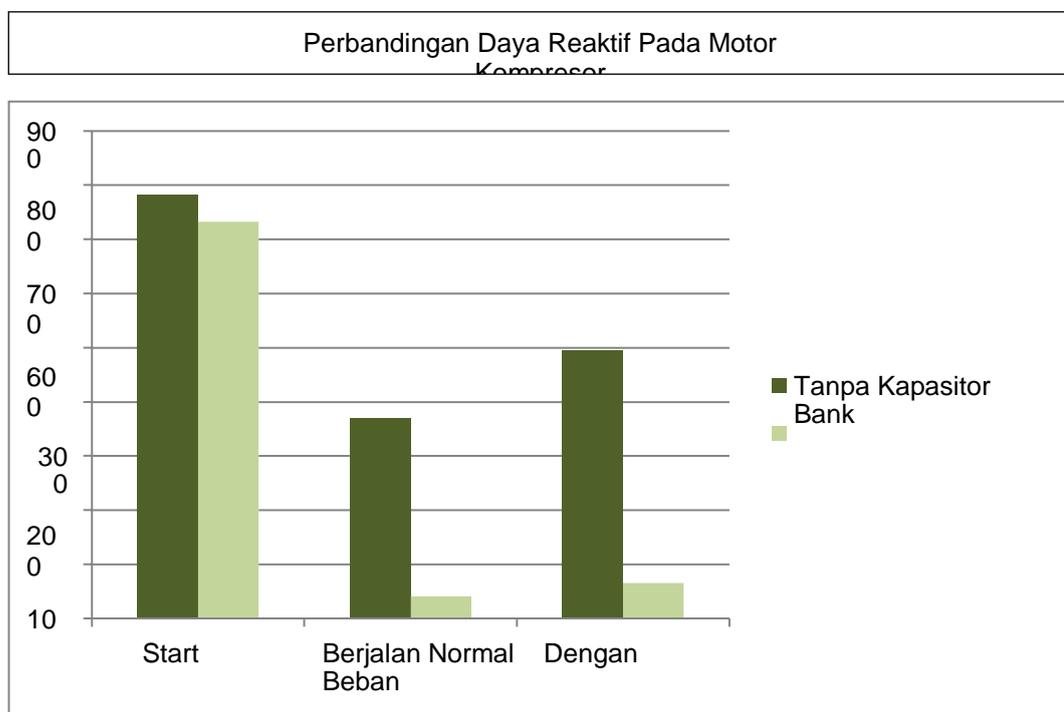
Dari tabel 4.3 diatas menunjukkan perbandingan daya nyata, daya reaktif, dan daya aktif pada motor kompresor tipe GA 250 kW dengan menggunakan kapasitor bank dan tanpa menggunakan kapasitor bank. Perbandingan lebih spesifik dengan nilai selisih pada faktor daya motor kompresor dapat dilihat pada grafik histogram perbandingan dibawah ini.



Gambar 4.3. Perbandingan Daya Semu Pada Motor Kompresor

Pada gambar histogram 4.3 menunjukkan perbandingan daya semu dengan menggunakan kapasitor bank dan tanpa menggunakan kapasitor bank. Nilai daya semu yang dihasilkan pada saat motor melakukan start awal memiliki

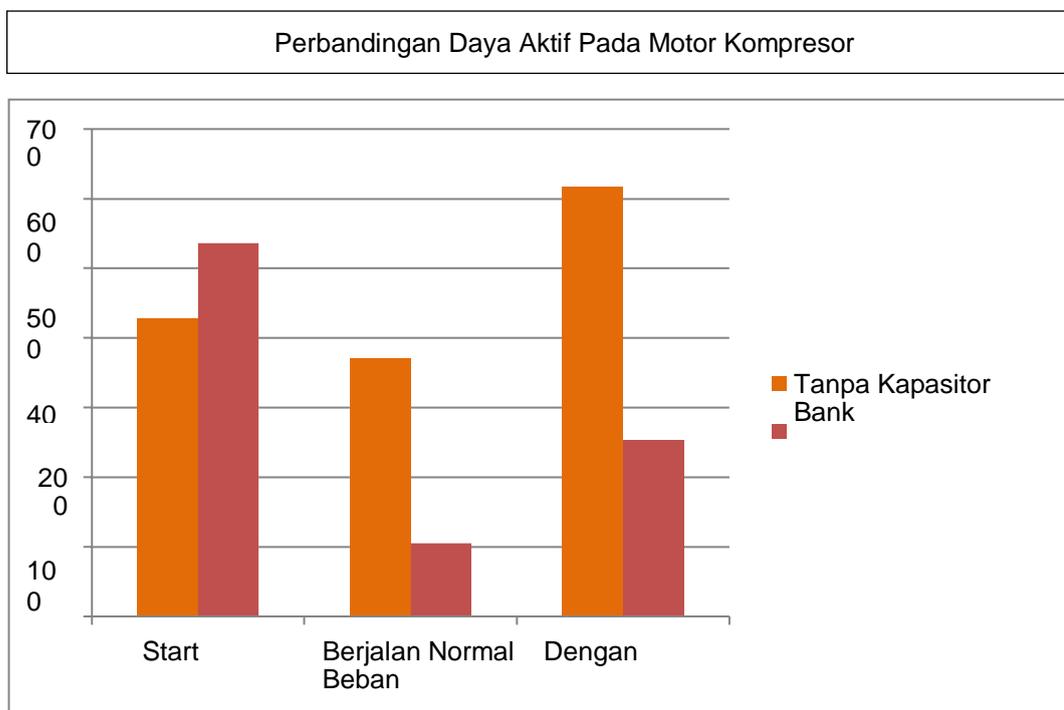
selisih sebesar 17,42 kVA. Untuk nilai daya semu pada motor kompresor saat berjalan dengan normal memiliki selisih sebesar 1,40 kVA, dan untuk nilai daya semu pada saat motor bekerja dengan beban kerja memiliki selisih sebesar 411,99 kVA. Berikutnya terdapat perbandingan untuk nilai daya reaktif pada motor kompresor saat menggunakan kapasitor bank dan tidak menggunakan kapasitor bank yang tersaji pada grafik histogram berikut ini.



Gambar 4.4 Perbandingan Daya Reaktif Pada Motor Kompresor

Pada gambar histogram 4.4 menunjukkan perbandingan daya semu dengan menggunakan kapasitor bank dan tanpa menggunakan kapasitor bank. Nilai daya reaktif yang dihasilkan pada saat motor melakukan start awal memiliki selisih sebesar 48,49 kVAR. Untuk nilai daya reaktif pada motor kompresor saat berjalan dengan normal memiliki selisih sebesar 327,96 kVAR, dan untuk nilai daya reaktif pada saat motor bekerja dengan beban kerja memiliki selisih sebesar

429,42 kVAR Berikutnya terdapat perbandingan untuk nilai daya aktif pada motor kompresor saat menggunakan kapasitor bank dan tidak menggunakan kapasitor bank yang tersaji pada grafik histogram berikut ini.



Gambar 4.5 Perbandingan Daya Aktif Pada Motor Kompresor

Pada gambar histogram 4.5 menunjukkan perbandingan daya semu dengan menggunakan kapasitor bank dan tanpa menggunakan kapasitor bank. Nilai daya reaktif yang dihasilkan pada saat motor melakukan start awal memiliki selisih sebesar 108,36 kVAr. Untuk nilai daya aktif pada motor kompresor saat berjalan dengan normal memiliki selisih sebesar 265,62 kVAr dan untuk nilai daya aktif pada saat motor bekerja dengan beban kerja memiliki selisih sebesar 363,66 kVAr.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yang diantaranya sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil penelitian dari Analisis Perbandingan Faktor Daya motor Kompresor Type G.A 250 kW Di PT Pelindo I Belawan, yaitu pengukuran pada motor kompresor tanpa menggunakan kapasitor memiliki $\cos \phi$ sebesar 0,85 pada saat motor kompresor keadaan tidak menyala, nilai $\cos \phi$ pada saat motor melakukan start awal sebesar 0,48, nilai $\cos \phi$ pada saat motor sedang berjalan dengan normal sebesar 0,71 dan nilai $\cos \phi$ pada saat motor bekerja dengan beban kerja sebesar 0,84. Kemudian hasil penggunaan kapasitor bank pada motor kompresor meningkatkan nilai $\cos \phi$ hingga 30% dengan rata-rata 0,87. Dapat dikatakan penggunaan kapasitor bank sangat disarankan untuk motor kompresor ini agar berjalan cukup baik.
2. Dari sisi daya aktif, daya reaktif, dan daya nyata pada motor kompresor tipe GA 250 kW, penggunaan kapasitor bank mampu memberikan pengurangan beban induktif pada motor saat melakukan start awal, berjalan dengan normal, dan bekerja dengan beban kerja. Selisih nilai setiap daya yang gunakan cukup signifikan yakni, untuk daya nyata sebesar 17,42 kVA untuk start awal, 1,40 kVA untuk motor berjalan dengan normal, dan 411,99 kVA untuk motor bekerja dengan beban kerja.

begitu juga untuk daya reaktif yang diperbaiki oleh kapasitor bank dengan selisih sebesar 48,49 kVAR untuk start awal, 327,96 kVAR saat motor berjalan dengan normal, dan 429,42 kVAR saat motor bekerja dengan beban kerja. Untuk daya aktif, selisih nilai antara menggunakan kapasitor bank dengan tidak cukup signifikan yaitu, pada saat motor melakukan start awal selisih yang dihasilkan sebesar 108,36 kW, nilai untuk motor sedang berjalan dengan normal sebesar 265,62 kW, dan nilai untuk motor bekerja dengan beban kerja sebesar 363,66 kW. Terbukti, penggunaan kapasitor bank dapat memperbaiki faktor daya dengan nilai selisih yang jauh berbeda.

5.2 Saran

Pada penelitian ini disarankan untuk menggunakan kapasitor bank agar kualitas listrik yang digunakan pada PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) cabang Belawan. dengan menggunakan kapasitor bank daya listrik yang digunakan dapat menjadi optimal sesuai dengan pembahasan tugas akhir ini. Diharapkan ada lanjutan tugas akhir ini untuk membahas kualitas daya menggunakan kapasitor bank dan dapat dikembangkan menjadi yang lebih luas lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariwibowo, W., Kartini, Unit T., & Haryudo, S. I. (2017). Analisis Perubahan Nilai Faktor Daya Terhadap Pemasangan Kapasitor Bank Pada Unit Boiler Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak Dan Gas Bumi Cepu. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), 497–505.
- Dedzky, R. A., & Atabiq, F. (2020). Perbaikan Faktor Daya Pada Peralatan Listrik Rumah Tangga. *Journal Of Applied Sciences, Electrical Engineering And ComputerTechnology*,1(3),23–29.
<https://doi.org/10.30871/Aseect.V1i3.2385>
- Hamri, Pasarai, M., & Lahu, A. N. (2017). Analisis Tekanan Udara Pada Kompresor Sentrifugal Tingkat 2. *Jurnal Eknik Kimia*, 3(1), 93–99.
- Irawan, D. (2016). Penggunaan Alat Kompresor Pada Motor Bakar Torak Sebagai Fungsi Tambahan Kendaraan Roda Dua. *Metro*, 4(10), 23–30.
- Irfan, M., Panjaitan, D. S., & Saleh, M. (2014). Sistem Kendali Dan Monitoring Faktor Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Dan Internet Of Things (Iot). *Jte-Itp Issn No.2252-3472*, 3(2), 80–88.
- Khadafi. (2013). Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Line Mess I Di Pt. Bumi Lamongan Sejati (Wbl). *Jurnal Teknik Elektro*, 2(1).
- Pambudi, A. S., Facta, M., & Warsito, A. (2015). Perbandingan Kinerja Rangkaian Perbaikan Faktor Daya Jenis Konverter Buckboost Topologi Satu Tingkat Dan Dua Tingkat Dengan Beban Lampu Fluorescent. *Transmisi*, 4(17), 8–20.

- Putri, M., & Pasaribu, F. I. (2018). Analisis Kualitas Daya Akibat Beban Reaktansi Induktif (Xl) Di Industri. *Journal Of Electrical Technology*, 3(2), 81–85.
- Rahmatullah, D. (2020). Perbaikan Kualitas Daya Menggunakan Optimal Capacitor Placement (Ocp) Pada Sistem Kelistrikan Pt . Fmc Agricultural. *Media ElektriKa*, 13(2), 80–89.
- Rofii, A., & Ferdinand, R. (2018). Analisa Penggunaan Kapasitor Bank Dalam Upaya Perbaikan Faktor Daya. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 3(1), 39–51.
- Sirait, L. S., Sirait, B., & Arsyad, I. (2018). Studi Evaluasi Pemasangan Kapasitor Bank Pada Pusat Perbelanjaan A. Yani Megamal Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 1–9.
- Somantri, A. M. (2017). Analisis Perbaikan Faktor Daya Untuk Memenuhi Penambahan Beban 300 Kva. *Sinusoida*, Xix(1), 33–44.
- Syawaluddin, & Yusuf, M. (2011). Perencanaan Kompresor Piston Pada Tekanan Kerja Max 2 N/Mm². *Jurnal Umj*, 1(6), 18–29.
- Ulya, A. U. (2019). Analisis Dan Simulasi Pengaruh Pemasangan Capasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Simulink Pada Sistem Tenaga Listrik Di Pt. Bogowonto Primalaras. *Media ElektriKa*, 12(1), 1–11.
- Yani, A. (2017). Pemasangan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya. *Journal Of Electrical Technology*, 2(3), 31–35.
- Zondra, E., & Arlenny. (2015). Analisis Perbaikan Faktor Daya Motor Induksi Tiga Fasa Di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning. *Jurnal Sains Teknologi Dan Industri*, 12(2), 232–241.

RIWAYAT HIDUP



Nama : Azhari Fadillah
NPM :1707220009
TTL : Medan 18-Agustus-1998.
Agama : Islam
Alamat : JL.Kawat Raya No 100 F Lk VII
E-mail : azharifadillah8@gmail.com
Nama Ayah : Fajar Setia Budi
Nama Ibu : Nurfitria

RIWAYAT PENDIDIKAN

SD BUDI MULIA : 2004 - 2010
SMP LAKSAMANA MARTADINATA : 2010 - 2013
SMK NEGERI 5 MEDAN : 2013 - 2016
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA : 2017 - 2022



UMSU

Unggut cerdas | Terpercaya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 • 66224567 Fax. (061) 6625474 • 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [fumsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.tiktok.com/@umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 594/1 II.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 30 Maret 2021 dengan ini Menetapkan:

Nama : AZHARI FADILLAH
Npm : 1707220009
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Semester : VIII (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR DAYA PADA MOTOR KOMPRESOR TYPE G.A 250 KW DI PT PELINDO I BELAWAN

Pembimbing : ELVY SAHNUR NASUTION, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat Persetujuan dari Program Studi Teknik Elektro
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1(satu) Tahun dan Tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 16 Sya'ban 1442 H
30 Maret 2021 M



Januari
Dekan

Alfansury Siregar, ST, MT
Telp : 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : AZHARI FADILLAH
NPM : 1707220009
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR DAYA PADA
MOTOR KOMPRESOR TYPE G.A 250 KW DI PT
PELINDO I BELAWAN

NO.	Hari / Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Rabu / 2 Februari 2022	Tinjauan Lapangan	
2.	Rabu / 9 Februari 2022	Pengambilan Data	
3.	Selasa / 15 Februari 2022	Perbaikan data hasil	
4.	Senin / 21 Februari 2022	Perbaikan tulisan BAB IV	
5.	Sabtu / 26 Februari 2022	Perbaikan tulisan Bab V	
		Acc Seminar hasil 2/3 - 2022	

Dosen Pembimbing



ELVY SAHNUR
NASUTION, S.T, M.Pd

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : AZHARI FADILLAH
NPM : 1707220009
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR DAYA PADA
MOTOR KOMPRESOR TYPE G.A 250 KW DI PT
PELINDO I BELAWAN

NO.	Hari / Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Rabu / 11 agus 2021	Perbaiki penulisan Abstrak	f
2.	Rabu / 22 sep 2021	Perbaiki Bab 1-3	f
3.	Selasa / 28 sep 2021	Perbaiki Daftar Isi	f
4.	Jumat / 1 okt 2021	ACC !!! Seminar Proposal	f

Dosen Pembimbing



ELVY SAHNUR
NASUTION, S.T., M. Pa

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : AZHARI FADILLAH
NPM : 1707220009
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR DAYA PADA
MOTOR KOMPRESOR TYPE G.A 250 KW DI PT.
PELINDO I BELAWAN

NO.	Hari / Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Jumat / 18 Mar 2022	Sesuaikan Bab 4 dengan Ruang Lingkup	f
2.	Rabu / 23 Mar 2022	Daftar pustaka minimal 15 jurnal	f
3.	Kamis / 24 Mar 2022	Setiap teori harus diletakkan Jurnal	f
4.	Sabtu / 26 Mar 2022	Perbaiki Rumus - Rumus	f
5.	Sabtu / 9 April 2022	Acc sidang !!!	f

Dosen Pembimbing



ELVY SAHNUR NST, S.T., M.Pd