

**ANALISA EKONOMI PENGARUH PEMASANGAN KAPASITOR BANK**

**DI PT KARYA TOHA PUTRA SEMARANG**

**PROPSAL TUGAS AKHIR**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar S1 Program Studi Teknik Elektro**

**Universitas Islam Sultan Agung**



**OLEH**

**FAISAL ABDAU**

**30601401550**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

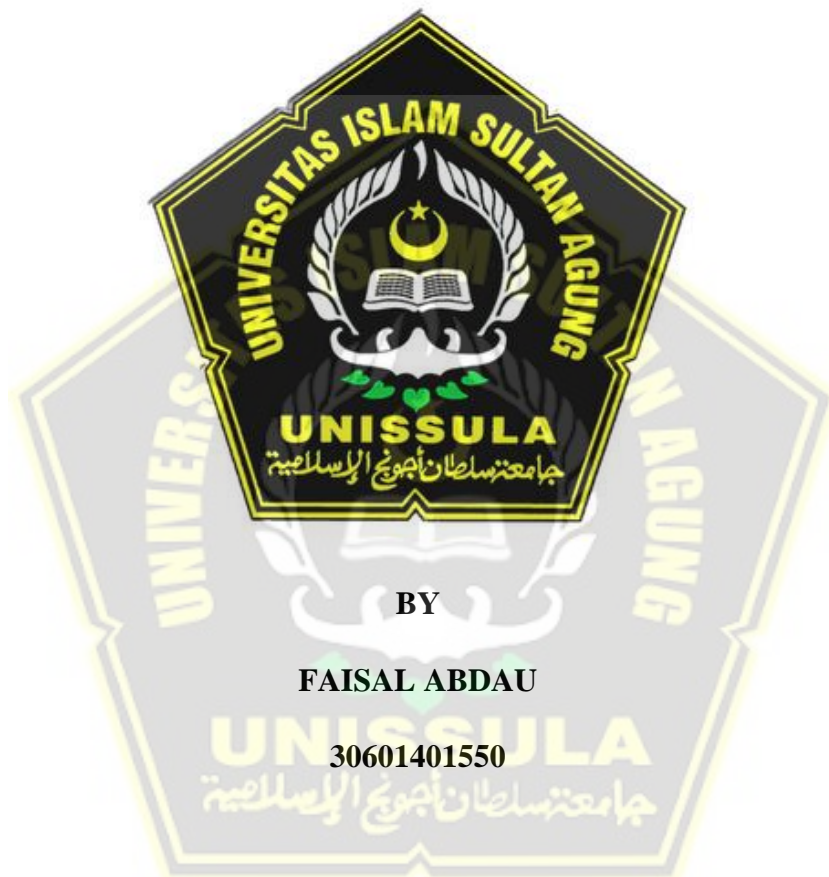
**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**SEMARANG**

**2021**

**ECONOMIC ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF BANK CAPASITOR  
INSTALLATION AT PT KARYA TOHA PUTRA SEMARANG**

**As one of the requirements to obtain an undergraduate degree in the Department of  
Electrical Engineering Universitas Islam Sultan Agung**



**BY**

**FAISAL ABDAU**

**30601401550**

**ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM**

**INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY**

**SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY**

**SEMARANG**

**2021**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : Faisal Abdau  
NIM : 30601401550  
Fakultas : Teknologi Industri  
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang dengan judul “Analisa Ekonomi Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Di PT Karya Toha Putra Semarang”, adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 3 Januari 2022  
Yang Menyatakan

Mahasiswa



Faisal Abdau  
NIM.30601401550



## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA EKONOMIS PENGARUH PEMASANGAN KAPASITOR BANK DI PT KARYA TOHA PUTRA SEMARANG” ini disusun oleh:

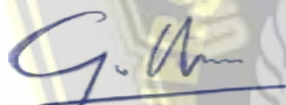
Nama : FAISAL ABDAU  
NIM : 30601401550  
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 3 Januari 2022

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Gunawan, S.T, M.T  
NIDN : 0607117101

  
Ir. Ida Widihastuti, M.T  
NIDN : 0005036501

Mengetahui,

**Ka. Program Studi Teknik Elektro**

  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNISSULA

03/01/22

**Jenny Putri Hapsari, S.T, M.T**

NIDN : 0607018501

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Ekonomi Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Di PT Karya Toha Putra Semarang” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada : :

Hari : SENIN  
Tanggal : 3 Januari 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

Eka Nuryanto Budisusila, ST., MT.

NIDN : 0619107301  
Ketua

Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT.

NIDN : 0619076401  
Penguji I

Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT.

NIDN : 0619076401  
Penguji II

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

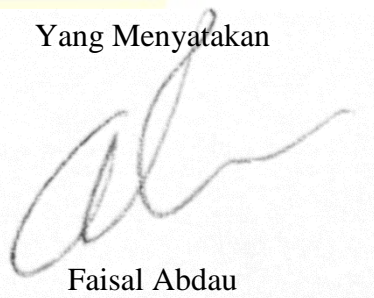
Nama : Faisal Abdau  
NIM : 30601401550  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri  
Alamat Asal : Pepedan, RT04/RW02, Dukuhturi, Kab. Tegal  
No. HP / E-mail : 085713369795 / faisal.abdau@std.unissula.ac.id

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul “**Analisa Ekonomi Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Di PT Karya Toha Putra Semarang**” dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta / Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 3 Januari 2022

Yang Menyatakan



Faisal Abdau

## HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

### Motto :

“ Bertakwalah pada Allah, maka Allah akan mengajarimu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui segala sesuatu “

( QS. Al-Baqarah : 282 )

“ Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan “

( QS. Al-Mujadilah : 11 )

“ Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikannya dengan baik “

( HR. Thabrani )

“ Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah “

( HR. Tirmidzi )

“ Bagi seorang *engineer*, semua permasalahan yang dihadapi harus bisa diselesaikan secara menyeluruh “

( Rachman Setiawan, Ph.D )

## PERSEMBAHAN

### ALLAH SWT

Yang telah memberikan rahmad dan taufik hidayahnya serta kasih sayangnya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas saya dalam melewati semua ujian dan cobaannya.

Allah Maha tau, sekenario apa yang terbaik bagi umatnya, meskipun rencana hambanya seringkali tidak terpenuhi, akan tetapi Allah SWT telah menggantikan rencana yang jauh lebih baik, rasa syukur atas segala yang Engkau berikan ya Allah.

### ORANG TUA

Kepada kedua orang tua saya yang tiada henti berdoa dan mendukung saya dalam menyelesaikan studi saya.

### DOSEN

Untuk para Dosen pembimbing dan seluruh Dosen yang selalu memberikan saran-saran dan pengarahan yang tepat didalam bidang keilmuan dan motivasi. Sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

### TEMAN TEMAN

Kepada semua teman teman saya yang masih berjuang bersama untuk lulus tahun ini sebagai angkatan terakhir 2014, serta teman yang sudah membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dan untuk keluarga besar Teknik Elektro 2014 yang selalu memberikan dukungan dan semangatnya selama menyelesaikan gelar sarjana.

Saya berharap kita akan sukses semua. Aamiin



## KATA PENGANTAR

**Bismillah Walhamdulillah**

**Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhana Wa Ta'ala yang telah memberikan Nikmat dan rahmat-Nya sehingga masih berkesempatan untuk menuntut ilmu dalam keadaan sehat wal'afiat. Shalawat dan Salam tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad Shalallahu Alaihim Wassalam, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya..  
Aamiin Yaa Robbaalamin ...


Penyusunan Tugas Akhir ini adalah merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penulisan tugas akhir ini, tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moriil maupun materiil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan *jazaakumullah khoiron katsiron* dan terima kasih yang tiada hingganya kepada :

1. Bapak Drs. Bedjo Santoso MT., Ph.D, selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Dr. Novi Marlyana, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Gunawan, ST., MT, Ibu Ir. Ida Widiastuti, M.T. selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu, bimbingan dan bantuannya hingga penulis selesai menyusun tugas akhir ini.
6. Bapak Abdul Mutholib dan ibu Murnaeni, selaku kedua orang tua yang penulis cintai, yang senantiasa memberikan doa, semangat, dukungan, perhatian, kesabaran, dan kasih sayang yang tiada hentinya kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Kepada sahabat di grup whatsapp "Semangat Wisuda", senior dan adik tingkat Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang, yang senantiasa memberikan keceriaan, dukungan, semangat, dan doa.
8. Semua pihak yang telah terlibat dan membantu, mendukung, dan mendoakan dalam penyusunan Tugas Akhir, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir masih banyak kekurangan, baik dari segi materi maupun penyajiannya. Penulis meminta maaf dan membutuhkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak, sehingga kedepan, laporan ini dapat menjadi lebih baik. Akhirnya penulis sangat berharap, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis juga, *Wallahua 'lam*

**Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Semarang, 3 Januari 2022



Faisal Abdau



## DAFTAR ISI

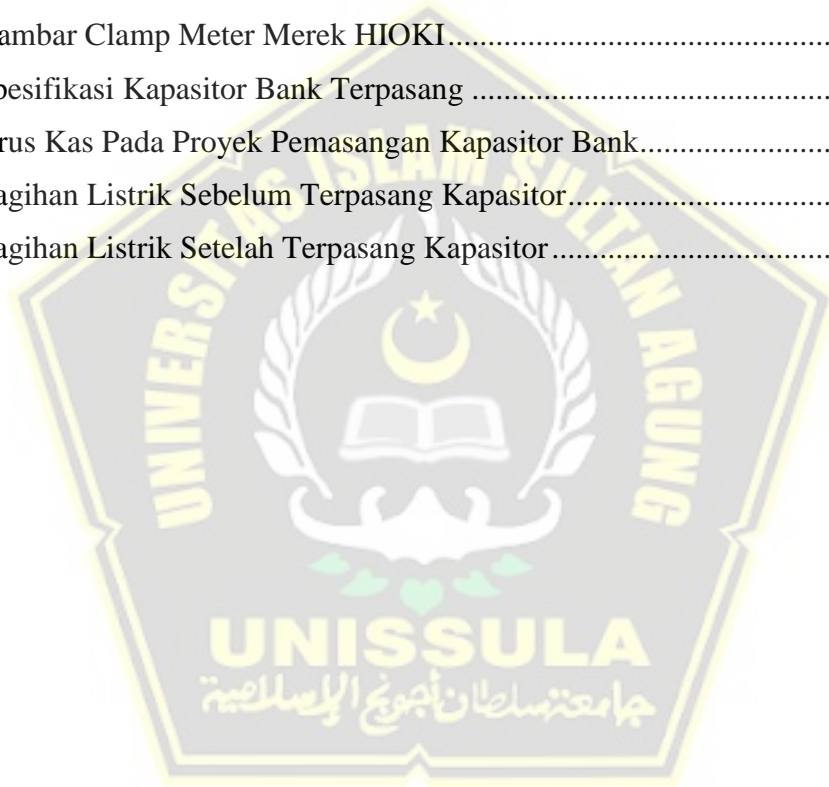
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>ABSTRAK</b> .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penelitian .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Sistem Tenaga Listrik .....	6
2.3 Kualitas Daya Listrik .....	8
2.4 Jenis Beban .....	9
2.5 Daya listrik .....	100
2.5.1 Daya Aktif .....	111
2.5.2 Daya Reaktif .....	111
2.5.3 Daya Semu .....	122
2.5.4 Faktor Daya .....	13
2.6 Kapasitor Bank .....	16
2.7 Analisa Ekonomi .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>23</b>
3.1 Model Penelitian .....	23

3.2	Objek Penelitian.....	24
3.3	Sumber Data Penelitian .....	24
3.3.1	Data primer.....	24
3.3.2	Data Distribusi Tenaga Listrik .....	25
3.4	Peralatan dan Alat Penelitian.....	27
3.5	Alur Penelitian.....	28
3.6	Diagram Alur Penelitian.....	29
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1	Data Penelitian.....	30
4.2	Data Beban Harian.....	30
4.2.1	Data Pada Panel Utama (MDP).....	30
4.2.2	Data Pada Panel Kapasitor .....	33
4.3	Menghitung nilai Daya Reaktif, Daya Semu, dan Power Faktor di PT Karya Toha Putra Pada Saat Kapasitor Bank Tidak Terpasang .....	34
4.4	Perhitungan Nilai Investasi Pemasangan Kapasitor Bank .....	36
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>42</b>
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>44</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>45</b>



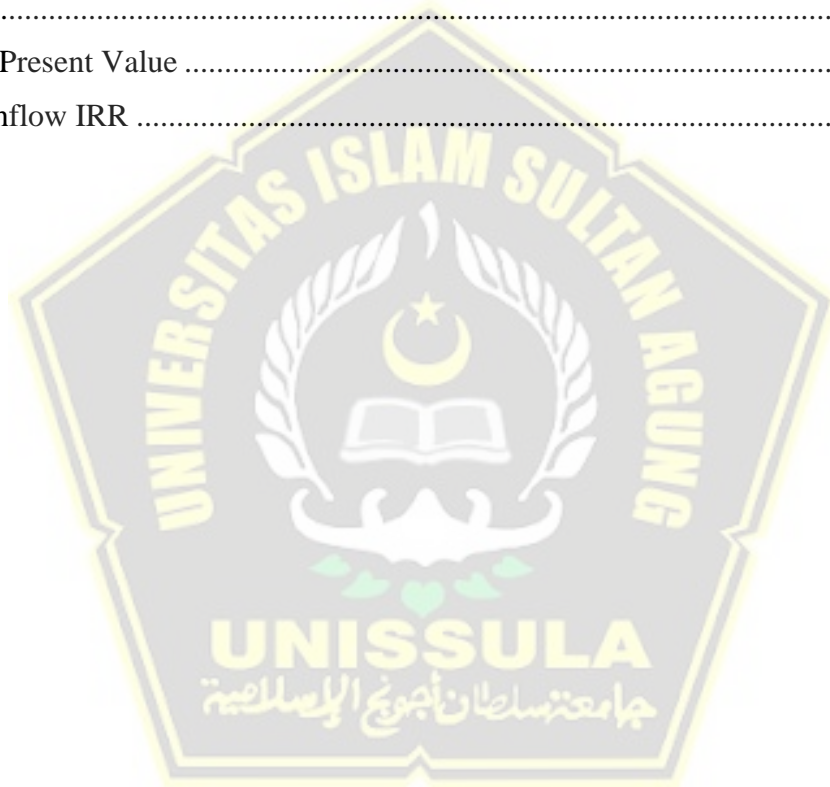
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	8
Gambar 2.2 Diagram Daya Listrik.....	11
Gambar 2.3 Segitiga Daya Beban Induktif .....	13
Gambar 2.4 Segitiga Daya Beban Kapasitif .....	13
Gambar 2.5 Arus Tertinggal $90^\circ$ Terhadap Tegangan .....	15
Gambar 2.6 Arus Mendahului $90^\circ$ Terhadap Tegangan .....	15
Gambar 2.7 Penentuan Rating Kapasitor .....	20
Gambar 3.1 Single Line Diagram Kelistrikan PT Karya Toha Putra .....	24
Gambar 3.2 Gambar Clamp Meter Merek HIOKI.....	25
Gambar 4.1 Spesifikasi Kapasitor Bank Terpasang .....	33
Gambar 4.2 Arus Kas Pada Proyek Pemasangan Kapasitor Bank.....	37
Gambar 4.3 Tagihan Listrik Sebelum Terpasang Kapasitor.....	39
Gambar 4.4 Tagihan Listrik Setelah Terpasang Kapasitor.....	39



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keuntungan Dan Kerugian Pemasangan Kapasitor Bank .....	17
Tabel 2.2 Kapasitor Seri Dan Kapasitor Paralel .....	18
Tabel 3.1 Peralatan Mesin Pada PT. Karya Toha Putra.....	26
Tabel 4.1 Arus, Tegangan 3 Phase, Daya Semu, Daya Aktif Cos Phi.....	30
tabel 4.2 Arus, Tegangan 3 Phase, Daya Aktif 3 Phase, Daya Semu 3phase, Cosphi .....	31
Tabel 4.3 Tegangan 3 Phase, Daya Semu, Daya Aktif Cos Phi .....	32
Tabel 4.4 Arus, Tegangan 3 Phase, Daya Aktif 3 Phase, Daya Semu 3phase, Cosphi .....	32
Tabel 4.5 Rata-rata Nilai Tegangan, Daya Semu, Daya Aktif, Dan Cosphi Pada Pengukuran Tiga Fasa.....	33
Tabel 4.6 Net Present Value .....	37
Tabel 4.6 Cashflow IRR .....	38



## ABSTRAK

Indonesia memiliki pertumbuhan ekonomi dan permintaan energi listrik yang meningkat setiap tahun, misalnya tahun 2017 sampai 2019 sebesar 712.596 GWh dengan rata-rata setiap tahunnya sebesar 237.532 GWh, untuk sektor industri sebesar 237.011 GWh dengan rata-rata setiap tahunnya sebesar 79.003 GWh dengan jumlah pelanggan dalam sektor industri sebanyak 278.678 pelanggan yang memiliki rata-rata pertumbuhan sebanyak 10.000 pelanggan per tahun.

PT Karya Toha Putra merupakan salah satu pengguna energi listrik yang beroperasi selama 9 jam selama lima hari dan memiliki 20 jenis peralatan listrik dengan jumlah sekitar tiga 34 buah yang rata-rata menggunakan motor tiga fasa. Menyebabkan penurunan faktor daya dan kerugian dari segi kelistrikan. Sehingga dilakukan penelitian oleh peneliti lain mengenai perbaikan faktor daya menggunakan kapasitor bank. Tetapi tidak dilakukan perhitungan dari segi penghematan dan investasi pemasangan kapasitor bank.

Pada penelitian ini digunakan perbandingan daya sebelum terpasang kapasitor bank yang memiliki nilai cosphi sebesar 0,6 dan daya setelah dipasang kapasitor bank yang memiliki nilai cosphi sebesar 0,91 di PT Karya Toha Putra. Dengan menggunakan parameter pengukuran seperti nilai daya nyata, daya semu nilai kapasitor bank, dan nilai cosphi di tempat dan penelitian sebelumnya sebagai acuan. Sehingga dari perbedaan tersebut didapatkan nilai penghematan dayanya yang kemudian dapat dihitung nilai ekonomisnya dan dicari nilai investasinya.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah dengan pemasangan kapasitor bank dengan total kompensasi sebesar 75kVAR dapat menaikkan nilai cosphi yang awalnya 0,6 menjadi 0,91 dan dapat menekan rugi-rugi daya sebesar Rp 4.786.790,- setiap bulannya dan memiliki nilai NPV > 0 dan ROI sebesar 32% sehingga layak untuk dilakukan proyek pemasangan kapasitor bank karena selain nilai NPV > 0 terdapat juga keuntungan sebesar 32%.

*Kata Kunci : Pengaruh ekonomis, investasi, kapasitor bank, PT Karya Toha Putra*

## **ABSTRACT**

*Indonesia has economic growth and demand for electrical energy is increasing every year, for example from 2017 to 2019 it was 712,596 GWh with an annual average of 237,532 GWh, for the industrial sector it was 237,011 GWh with an annual average of 79,003 GWh with the number of customers in industrial sector as many as 278,678 customers with an average growth of 10,000 customers per year.*

*PT Karya Toha Putra is one of the users of electrical energy that operates for 9 hours for five days and has 20 types of electrical equipment with a total of about three 34 units which on average use three-phase motors. Causes a decrease in the power factor and losses in terms of electricity. So that other researchers conducted research on improving the power factor using a capacitor bank. However, no calculations were made in terms of savings and investment in the installation of capacitor banks.*

*In this study, a power comparison was used before the capacitor bank was installed which had a cosphi value of 0.6 and the power after the capacitor bank was installed which had a cosphi value of 0.91 at PT Karya Toha Putra. By using measurement parameters such as the real power value, apparent power value of the capacitor bank, and the cosphi value on the spot and previous research as a reference. So that from these differences, the value of the power savings can be calculated which can then be calculated for the economic value and the investment value is sought. .*

*The conclusion of this study is that by installing a capacitor bank with a total compensation of 75kVAR, it can increase the cosphi value from 0.6 to 0.91 and can reduce power losses of Rp. 4,786,790, - every month and has an NPV value  $> 0$  and ROI of 32% so it is feasible to carry out a capacitor bank installation project because in addition to the NPV value  $> 0$  there is also a 32% profit.*

**Keywords:** *Economic effect, investment, capacitor bank, PT Karya Toha Putra*



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara berkembang yang pertumbuhan ekonominya pada triwulan II 2021 tumbuh sebesar 7,07% dan memiliki penduduk sebanyak 32,56 juta jiwa pada tahun 2020 dengan rata-rata pertumbuhan penduduk sebesar 1,25 %. Dengan pesatnya pertumbuhan ekonomi dan penduduk di Indonesia maka akan berdampak pula pada pertumbuhan penyediaan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan penduduknya dan para pelaku usaha baik di industri maupun rumah tangga.

Untuk pendistribusian energi listrik sendiri pada rentan tahun 2017 sampai 2019 PLN mendistribusikan sebesar 712.596 GWh dengan rata-rata untuk setiap tahunnya sebesar 237.532 GWh, untuk sektor industri sendiri PLN mendistribusikan listrik sebesar 237.011 GWh dengan rata-rata setiap tahunnya sebesar 79.003 GWh dengan jumlah pelanggan dalam sektor industri sebanyak 278.678 pelanggan yang memiliki rata-rata pertumbuhan sebanyak 10.000 pelanggan setiap tahunnya. Dengan melihat pesatnya pelanggan di sektor industri tersebut maka PLN sebagai penyedia tenaga listrik di Indonesia harus memikirkan cara untuk membuat sistem penyaluran energi listrik yang dapat mendukung kualitas penyaluran agar pelanggan dapat terpuaskan dan minim mengalami gangguan.

Salah satu konsumen adalah PT Karya Toha Putra di mana pada Pada PT Karya Toha Putra terdapat 1 buah trafo berkapasitas sebesar 400 kVA, dengan pemakaian daya sebesar 157 kVA, beroperasi selama 9 jam selama lima hari kerja dalam seminggu. Memiliki dua puluh jenis peralatan listrik dengan jumlah kurang lebih tiga puluh empat buah yang rata-rata menggunakan motor tiga fasa sebagai komponen penggerakannya. Dengan banyaknya penggunaan motor listrik tersebut, maka beban induktif juga semakin tinggi menyebabkan penurunan nilai faktor daya pada jaringan kelistrikan di tempat tersebut. Nilai faktor daya yang rendah dapat

menyebabkan denda pada perusahaan tersebut karena batas faktor daya yang diperuntukkan dari PT. PLN Persero yaitu minimal lebih dari sama dengan 0,85. Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai perbaikan faktor daya di PT Karya Toha Putra dan menghasilkan kesimpulan besarnya kompensasi yang diperlukan adalah 50 Kvar untuk menaikkan nilai cosphi dari 0,6 sampai 0,9[1]. Tetapi tidak dijelaskan biaya yang di hemat dari pemasangan kapasitor tersebut dan biaya investasinya.

Berdasarkan hal tersebut maka penulis mempunyai gagasan untuk melakukan penelitian guna menemukan pengaruh pemasangan kapasitor bank sebelum dan setelah dipasang terhadap nilai ekonomi dan investasi dari pemasangan kapasitor bank tersebut. Apakah dengan dilakukan pemasangan kapasitor bank dapat menguntungkan perusahaan selain dari sisi untuk menghindari pinalti faktor daya yang ditetapkan PLN juga dari sisi perhitungan investasinya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dengan adanya uraian yang disampaikan di atas maka dapat ditarik permasalahan yang terjadi di PT Karya Toha Putra mengenai yaitu :

1. Berapa kapasitas kapasitor bank terpasang, berapa banyak penghematan yang dihasilkan?
2. Berapa nilai NPV dari proyek pemasangan kapasitor bank, apakah layak untuk dilakukan ?
3. Berapa *payback periode* yang dibutuhkan dalam proyek pemasangan kapasitor bank ?
4. Berapa nilai ROI dari proyek pemasangan kapasitor bank ?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penyelesaian masalah dapat dilakukan secara terarah, fokus, dan mendalam maka penulis membatasi penelitian yang diangkat perlu dibatasi

variabelnya. Oleh karena itu penulis membatasi batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Tidak membahas jenis dan produk kapasitor secara mendetail, hanya melihat besaran VAR.
2. Data yang digunakan merupakan data yang didapatkan dari sistem kelistrikan yang diambil di PT Karya Toha Putra.
3. Kapasitor yang digunakan merupakan variable kapasitor
4. Tidak mencari nilai arus dan tegangan pada saat sebelum dipasang kapasitor bank.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Maksud dan tujuan dibuat laporan Tugas Akhir ini adalah

1. Mengetahui sistem kelistrikan di PT Karya Toha Putra sebagai konsumen energi listrik apakah sudah sesuai dengan standar faktor daya yang ditetapkan PLN.
2. Mengetahui manfaat dari segi ekonomis yang didapatkan melalui pemasangan kapasitor bank apakah menguntungkan atau tidak.
3. Mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk membayar biaya pemasangan kapasitor bank.
4. Mengetahui keuntungan atau kerugian yang didapatkan dari investasi pemasangan kapasitor bank yang dilakukan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari hasil analisa pemasangan kapasitor dalam memperbaiki nilai faktor daya dan drop tegangan pada sistem kelistrikan PT Karya Toha Putra adalah menjadi referensi dalam peletakan kapasitor bank yang optimal agar nilai faktor daya dapat diperbaiki sesuai dengan ketentuan dari SPLN dan diharapkan dengan faktor daya yang baik dapat mengurangi kerugian secara finansial. Peneliti juga mendapatkan tambahan ilmu berupa pengaplikasian ilmu yang telah dipelajari sebelumnya di universitas pada kondisi di lapangan..

## 1.6 Sistematika Penelitian

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Berisi mengenai teori – teori dasar yang mendukung yang membantu peneliti dalam melakukan penelitian meliputi faktor daya awal, nilai arus, daya semu, daya nyata, tegangan, dan kompensasi kapasitor yang dipasang. Acuan rumus yang digunakan dalam perhitungan, dan ketentuan lain yang berguna dalam proses penelitian.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Berisi mengenai model penelitian, objek penelitian, alat dan peralatan dalam penelitian, prosedur penelitian, diagram alur penelitian, dan tahapan penelitian.

### **BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini memaparkan data hasil penelitian dilapangan dan pengolahannya, dilanjutkan dengan analisa dari data yang sudah diolah.

### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari analisa yang sudah dilakukan dan saran dari penulis yang dapat digunakan sebagai pendukung tugas akhir ini.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Tinjauan Pustaka ini dibuat sebagai perbandingan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh mahasiswa lain dengan penelitian yang akan dilakukan atau bersangkutan. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan dengan tema penempatan kapasitor bank diantaranya :

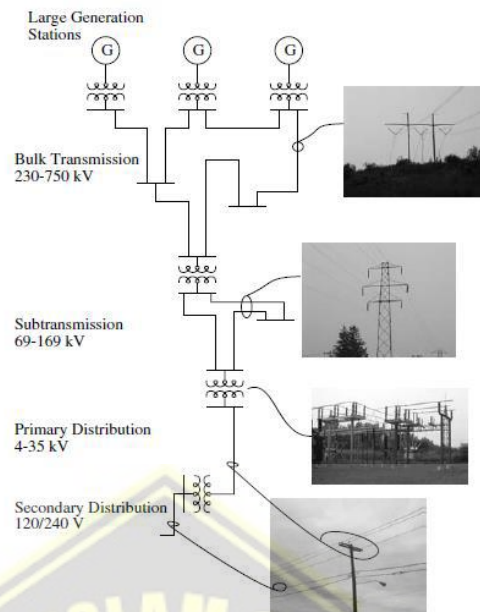
- a) Putri Dwi Lestari (2019) membahas “Analisa Perhitungan Nilai Kpasitor Bank Untuk Meperbaiki Faktor Daya Pada PT. Karya Toha Putra”, dalam penelitiannya dijelaskan bahwa beban yang bersifat resistif, induktif, dan kapasitif dapat mempengaruhi nilai dari faktor daya pada konsumen energi listrik khususnya pada sektor industri, jika faktor dayanya di bawah standar yang ditetapkan PLN maka perlu dilakukan perbaikan, yaitu salah satunya adalah menempatkan kapasitor bank sehingga diharapkan faktor daya akan sesuai atau bahkan lebih baik dari standar yang ditetapkan PLN.
- b) Supanur Badri dan Topan Denial (2014) dalam penelitiannya “Studi Analisa Pemasangan Kapasitor Bank Pada Jaringan Udara Tegangan Menengah 20 Kv Terhadap Drop Tegangan” dalam penelitiannya dilakukan simulasi menggunakan ETAP pada feeder 7 pinang di Gardu Induk Muara Bungo. Dalam penelitiannya menghasilkan 3 buah kapasitor bernilai 300kVar yang dipasang pada jaringan feeder 7 pinang dengan drop tegangan awal sebelum dipasang kapasitor bank sebesar 2,748 kV Dan setelah pemasangan kapasitor bank sebesar 2,348 kV sehingga dirasa masih kurang efektif untuk mengurangi drop tegangan.
- c) Sutan Marsus (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “ Analisa Penghematan Listrik Menggunakan Kapasitor Bank Berbasis ETAP ( Studi Kasus Laboraterium Teknik Listrik Polsri).” Menyimpulkan bahwa

pemasangan kapasitor bank akan lebih baik pemasangannya jika dilakukan dekat dengan beban bus 11 karena dapat menghemat daya sampai 30% setara Rp67.743.372,- per tahun dibandingkan dengan dipasang dekat dengan trafo, selain itu nilai investasi untuk pemasangan kapasitor bank sebesar Rp 35.236.000,- dengan perhitungan *return of investment* selama dua tahun dengan estimasi usia kapasitor 10 tahun.

- d) Ibnu Hajar dan Suninda Megi Rrahayuni (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank di Plant 6 PT. Inducement Tunggal Prakarsa Tkb Unit Citeureup.” Menjelaskan dalam salah satu kesimpulannya bahwa dengan menaikkan faktor daya menjadi 0.95 yang sebelumnya adalah 0,79 menyebabkan penghematan daya semu sebesar 2941,37 kVA pada sistem energi untuk *main feeder* AA 5 dan sebanyak 2652,83 kVA untuk *main feeder* AA8 dan mempengaruhi nilai arus dan suhu pada kabel sehingga mengurangi rugi daya pada penghantar.
- e) Prigel Rikiandhi (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisa Ekonomi Terhadap Pemasangan Kapasitor Bank Pada Penyulang Krapyak 03 Menggunakan ETAP 12.6.” menyimpulkan bahwa dengan pemasangan kapasitor bank dengan nilai kompensasi sebesar 3,84 MVAR menyebabkan naiknya faktor daya yang dapat menekan rugi-rugi daya pada saluran sehingga memiliki nilai ekonomis dan nilai investasi yang cukup menguntungkan bila investasinya selama 28 bulan, dengan nilai *Net Present Value*  $>0$  dan nilai *Internal Rate of Return* sebesar 41,2% sehingga pemasangan ini layak untuk dilakukan.

## 2.2 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah keseluruhan sistem kelistrikan meliputi semua bagian dalam sistem, baik peralatan, sistem proteksi, maupun sistem penyaluran ketenagalistrikan dari proses pembangkit sampai ke sistem pendistribusian kemudian pelanggan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik

Secara mendasar sistem tenaga listrik dibagi kedalam tiga bagian utama yaitu:

1. Sistem Pembangkit

Merupakan pusat pembangkitan tenaga listrik di mana terdapat proses perubahan tenaga mekanik yang diperoleh dari proses pengelolaan batu bara, angin, gas bumi, air, dan yang lainnya. Yang kemudian tenaga listrik tersebut di transmisikan.

2. Sistem Transmisi

Sistem transmisi dibagi menjadi dua yaitu sistem transmisi *bulk transmission* di mana sistem berada di dekat pembangkit tenaga listrik dan berguna untuk menaikkan tegangan listrik yang akan disalurkan ke pusat pusat gardu induk dan sistem transmisi *sub transmision* yaitu sistem penyaluran transmisi menuju ke gardu induk.

3. Sistem distribusi

Merupakan sistem penyaluran energi listrik dari gardu-gardu induk hingga sampai ke konsumen tenaga listrik atau pusat beban. Sistem distribusi dibagi menjadi sistem distribusi primer yaitu sistem distribusi tegangan menengah yang keluar dari Gardu Induk hingga ke gardu

gardu distribusi di mana biasanya memiliki rating tegangan sebesar 20kV sedangkan untuk distribusi sekunder adalah pendistribusian tenaga listrik dari gardu distribusi atau trafo distribusi menuju ke konsumen di mana rating tegangan biasanya sebesar 220/380kV.

Ketiga bagian utama tersebut menjadi bagian yang penting untuk mendukung satu sama lainnya dengan tujuan untuk menyalurkan tenaga listrik dari pusat pembangkit ke pusat beban atau konsumen.

### 2.3 Kualitas Daya Listrik

Kualitas daya listrik adalah tolak ukur atau skala baik tidaknya kualitas daya yang disalurkan pada suatu saluran penghantar listrik oleh penyedia jasa penyedia listrik apakah kualitas daya yang tersalurkan sudah memenuhi standar yang ditentukan oleh SPLN 70-1. Ada beberapa penyebab yang dapat mempengaruhi baik dan buruknya kualitas daya listrik di suatu penghantar, diantaranya yaitu :

- a. Pertumbuhan peralatan listrik yang semakin sensitif dalam membaca kualitas daya yang menyebabkan peralatan yang memiliki kepekaan tinggi terhadap kualitas daya akan memiliki kemungkinan menjadi lebih cepat rusak apabila kualitas dayanya tidak sesuai standar yang ditentukan, peralatan-peralatan tersebut misalnya mikroprosesor yang terpasang pada suatu sistem, peralatan elektronik, dan peralatan listrik lainnya yang memiliki tingkat ke sensitifan yang cukup tinggi.
- b. Peningkatan penggunaan peralatan berefisiensi tinggi, seperti contohnya adalah peralatan pengatur kecepatan di motor listrik dan banyaknya beban beban induktif yang biasanya banyak terdapat di pabrik-pabrik skala menengah dan besar. Penggunaan peralatan yang mengakibatkan meningkatnya beban induktif sehingga berdampak pada sistem tenaga listrik, di mana banyaknya penggunaan motor listrik pada industri dapat menurunkan kualitas daya listrik yang disalurkan.



Kualitas daya meliputi beberapa aspek penilaiannya, antara lain kesesuaian faktor daya yang ada dengan standar yang ditetapkan oleh SPLN 70-1 701 (batas faktor daya minimum 0,85). Oleh karena itu, kualitas daya yang buruk tentu dapat merugikan konsumen dan merusak peralatan listrik yang sensitif. Juga, jika kualitas daya buruk karena banyak beban induktif pada saluran, arus saluran dalam sistem distribusi daya pasti akan meningkat, yang mengakibatkan hilangnya daya yang besar pada saluran konduktif sistem kelistrikan.

## 2.4 Jenis Beban

Jenis beban pada sistem tenaga listrik sebenarnya dibagi menjadi tiga jenis beban dengan elemen positif yaitu beban induktif, beban resistif dan beban kapasitif. Dan jumlah vektor antara beban resistif dan beban reaktif, beban kapasitif dan beban induktif, atau kombinasi keduanya disebut impedansi. Penentuan impedansi beban adalah komponen beban, yang terdiri dari satu atau lebih elemen pasif. Tergantung pada sifat komponen impedansi beban, komponen ini dapat diklasifikasikan ke dalam kategori berikut:

### 1. Beban Resitif ( $\Omega$ )

Beban resistif merupakan beban dalam rangkaian berupa penghambat resistansi murni, karakteristik dari beban ini yaitu menyerap daya aktif dan sama sekali tidak menyerap beban reaktif dan pada beban resistif arus dan tegangan akan sefasa.

### 2. Beban Induktif (L)

Beban induktif merupakan beban yang memiliki karakteristik menyerap daya aktif dan daya reaktif sehingga menimbulkan faktor daya *lagging*, yaitu ketika tegangannya mendahului arus sebesar sudut  $\theta$ . Beban ini dihasilkan oleh komponen listrik yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada besi antara lain seperti transformator dan peralatan yang memiliki motor penggerak didalamnya. Beban induktif dihasilkan dari rangkaian yang mengandung komponen pasif berupa induktor.

### 3. Beban Kapasitif (C)

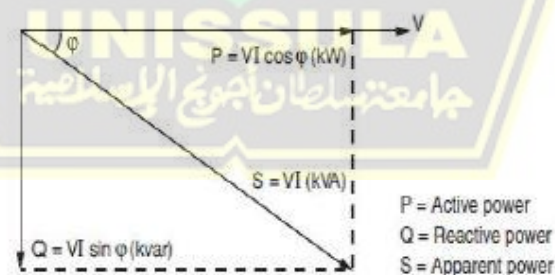
Beban kapasitif merupakan beban yang berkarakteristik menyerap daya aktif dan melepaskan daya reaktif. Menyebabkan arus mendahului

tegangan sebesar sudut  $\phi$ . Beban kapasitif dihasilkan dari komponen listrik yang terdapat komponen berupa kapasitor didalamnya, contohnya adalah kapasitor bank.

## 2.5 Daya listrik

Daya adalah jumlah energi yang dilepaskan karena adanya suatu usaha. Daya juga dapat diartikan sebagai energi dalam kaitannya dengan perubahannya dari waktu ke waktu. Dalam dunia kelistrikan, daya ( $P$ ) dengan satuan watt adalah produk dari tegangan ( $V$ ) dengan satuan volt dan arus ( $A$ ) dengan satuan ampere. Dalam sistem daya di ketenagalistrikan di kenal adanya segitiga daya yang terdapat daya aktif yang merupakan daya sebenarnya dari sistem tenaga listrik, daya reaktif merupakan daya yang muncul atau terbentuk selama pembentukan medan elektromagnetik, sehingga pembacaannya tidak terdeteksi di kWh meter, Daya semu yang merupakan perkalian antara vector daya aktif dan vector daya reaktif.

Arus dalam rangkaian bolak balik (AC) yang mengalir dapat dikategorikan menjadi dua komponen, yaitu komponen yang memiliki fasa searah dengan tegangan dan komponen yang fasanya memiliki perbedaann sebesar  $90^\circ$  dengan tegangannya. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Daya Listrik

Melalui gambar diatas dapat ketahui bahwa yang sefasa dengan tegangan adalah komponen aktif ( $P$ ), sedangkan komponen yang memiliki fasa tidak sama dengan tegangan disebut komponen reaktif ( $Q$ ), sedangkan sudut  $\phi$  adalah sudut fasa pada rangkaian yang diambil dari pembagian daya semu ( $S$ ) dan daya nyata

(P). Dan sisi miring merupakan daya semu yang didapat dari perkalian antara vektor daya aktif dan vektor daya reaktif.

### 2.5.1 Daya Aktif

Daya aktif atau daya nyata adalah daya yang terpakai dan dibutuhkan oleh beban resistif . Daya aktif dapat di ketahui melalui pengukuran menggunakan alat seperti clamp meter dan memiliki satuan watt . Rumus untuk daya nyata sendiri dapat dilihat di persamaan (2.1) dan persamaan (2.2):

$$\text{Untuk sistem 3 fasa} \quad P = V_{L-N}.I .\cos \phi \quad (2.1)$$

$$\text{sistem 3 fasa} \quad P = \sqrt{3}.V_{L-L}.I.\cos \phi \quad (2.2)$$

Di mana :

$P$  : daya nyata atau daya aktif ( watt )

$V$  : tegangan ( volt )

$I$  : arus ( ampere)

$\cos \phi$  : faktor daya atau sudut

### 2.5.2 Daya Reaktif

Daya reaktif adalah daya yang digunakan dalam proses pembentukan medan magnet, dari pembentukan medan magnet tersebut menimbulkan fluks magnet, contoh dari beban yang menghasilkan daya reaktif adalah komponen rangkaian AC dengan beban induktif seperti transformator, motor listrik, mesin pengelasan, dan peralatan elektronik lain yang memiliki kumparan didalamnya. Daya reaktif memiliki satuan Var dan dapat diketahui nilainya menggunakan persamaan (2.3) dan persamaan (2.4) :

$$\text{Untuk sistem 3 fasa} \quad Q : V_{L-N}.I.\sin \phi \quad (2.3)$$

$$\text{sistem 1 fasa} \quad Q : \sqrt{3}.V_{L-L}.I.\sin \phi \quad (2.4)$$

Di mana :

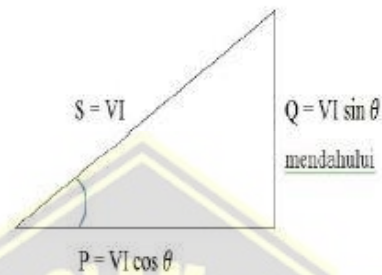
$Q$  : daya reaktif ( Var )

$V$  : Tegangan

$I$  : Ampere

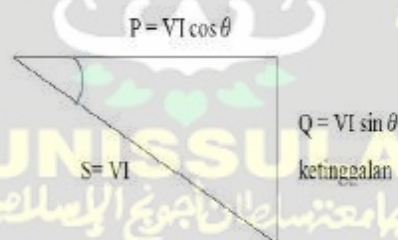
$\sin \phi$  : sudut fasa

Daya reaktif terbagi menjadi dua, yaitu daya reaktif yang bersifat induktif dan daya reaktif yang bersifat kapasitif, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.3 dan gambar 2.4, di mana gambar tersebut adalah sketsa dari daya reaktif yang bersifat induktif dan kapasitif.



Gambar 2.3 Segitiga Daya Beban Induktif

Berdasarkan gambar 2.3 dapat diketahui bahwa nilai arus nya mendahului tegangan pada segitiga dayanya, atau dalam istilah tenaga listrik disebut dengan *leading*. Sedangkan daya reaktif yang bersifat kapasitif dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.4 Segitiga Daya Beban Kapasitif

Berdasarkan gambar 2.4 nilai arus tertinggal terhadap tegangannya, sehingga dalam istilah tenaga listrik bisa disebut dengan *lagging*.

### 2.5.3 Daya Semu

Daya semu adalah daya yang dihasilkan melalui perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan kelistrikan. Daya semu dapat diukur

melalui alat ukur seperti clamp meter, memiliki simbol S dengan satuannya adalah VA (volt-ampere), selain itu dapat juga dicari menggunakan persamaan 2.5 dibawah :

$$S = V \cdot I \quad (2.5)$$

Di mana :

S : daya semu ( VA)

V : tegangan ( V )

I : arus ( A )

#### 2.5.4 Faktor Daya

Faktor daya merupakan nilai perbedaan sudut antara fasa tegangan dan fasa arus pada rangkaian AC. Faktor daya juga dapat dicari melalui pembagian antara daya nyata (P) dan daya semu (S) pada rangkaian tiga fasa sistem kelistrikan. Faktor daya atau power faktor dapat disimbolkan Cos  $\phi$  dapat terukur menggunakan peralatan ukur listrik seperti clamp meter. Faktor daya dapat dicari menggunakan persamaan (2.6) dimana :

$$PF = \frac{\text{daya nyata}}{\text{daya semu}} = \frac{P}{S}$$

$$PF = \frac{VI \cos \phi}{VI} \quad (2.6)$$

Sehingga dengan mengeliminasi nilai dari tegangan dan arusnya, didapatkanlah persamaan,

$$PF : \text{Cos } \phi \quad (2.7)$$

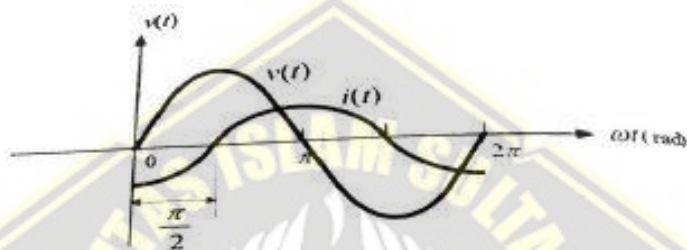
Dari persamaan (2.7) diatas dapat dilihat bahwa nilai maksimal yang dimiliki faktor daya adalah satu, dengan kata lain beban yang ada pada jaringan bersifat resistif murni. Sedangkan jika nilai dari cosphi bernilai kurang dari satu menandakan terdapat peningkatan beban reaktif yang terdapat pada suatu jaringan listrik sehingga dapat menyebabkan lagging maupun leading. Sehingga bisa dibayangkan semakin kecil nilai cosphi pada sistem kelistrikan maka kualitas listrik didalam sistem kelistrikan tersebut menjadi semakin buruk, karena nilai cosphi rendah akan menyebabkan

naiknya nilai arus pada jaringan dan menyebabkan jatuhnya nilai tegangan dan besarnya nilai rugi-rugi daya pada sistem penghantar.

a. Faktor Daya Tertinggal ( Lagging )

Faktor daya tertinggal merupakan suatu keadaan faktor daya pada suatu sistem tenaga listrik memiliki kondisi seperti:

1. Peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau bersifat induktif.
2. Arus tertinggal oleh tegangan sebesar  $90^\circ$  sehingga terjadi perbedaan fasa sebesar  $90^\circ$  antara arus dan tegangan.

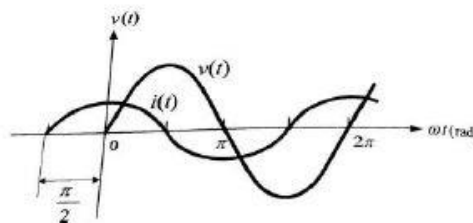


Gambar 2.5 Arus tertinggal  $90^\circ$  terhadap tegangan

b. Faktor daya mendahului ( leading )

Faktor daya mendahului merupakan suatu keadaan faktor daya pada suatu sistem tenaga listrik memiliki kondisi seperti :

1. Peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem sehingga beban bersifat kapasitif.
2. Arus mendahului tegangan sebesar  $90^\circ$  sehingga terjadi perbedaan fase antara arus dan tegangan sebesar  $90^\circ$ .



Gambar 2.6 Arus mendahului  $90^\circ$  terhadap tegangan

Faktor daya dalam sistem tenaga listrik mempunyai nilai antara nol sampai dengan satu, dan dapat dinyatakan dalam persen. Semakin nilai faktor daya pada suatu sistem kelistrikan mendekati satu maka semakin bagus faktor daya pada tempat tersebut.

$$\begin{aligned}\tan \phi &= \frac{\text{daya reaktif (Q)}}{\text{Daya Aktif (P)}} \\ &= \frac{kVAR}{kW}\end{aligned}\quad (2.8)$$

Karena nilai dari komponen daya aktif yang bernilai konstan pada umumnya atau tetap sedangkan nilai dari daya reaktifnya berubah-ubah sesuai dengan nilai faktor dayanya, sehingga dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Daya reaktif ( Q )} = \text{daya aktif ( P )} \times \tan \phi \quad (2.9)$$

Sehingga dengan memakai persamaan (2.9) dapat di rumuskan suatu rumus kompensasi daya reaktif pada sebuah rangkain listrik :

$$\text{Daya reaktif pada PF awal} = \text{daya aktif ( P )} \times \tan \phi_1 \quad (2.10)$$

Sehingga dari persamaan ( 2.10 ) apabila ingin didapatkan nilai suatu kompensasi daya reaktif dengan sudut  $\tan \phi_2$ , didapatkanlah persamaan

$$Q_c = ( P ) \times ( \tan \phi_1 - \tan \phi_2 ) \quad (2.11)$$

Di mana :

$$Q = \text{daya reaktif kompensai ( kVAR )}$$

$$P = \text{daya nyata atau daya aktif ( kW )}$$

$$\tan \phi_1 = \text{faktor daya awal}$$

$$\tan \phi_2 = \text{faktor daya yang diinginkan}$$

Menaikan faktor daya pada sistem kelistrikan memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah :

1. Menurunnya tagihan listrik karena terhindar dari denda/sanksi yang diberikan PLN karena kurangnya nilai  $\cos \phi$  ( PF harus lebih besar dari 0,85)

2. Kapasitas pada sistem distribusi listrik meningkat
3. Rugi-rugi daya pada sistem akan menurun.
4. Adanya peningkatan tegangan, karena arus pada saluran akan menurun seiring bertambahnya nilai dari faktor daya. Kapasitas daya aktif yang digunakan akan bertambah seiring bertambahnya nilai dari faktor dayanya, karena daya aktif berbanding lurus dengan faktor daya.

## 2.6 Kapasitor Bank

Kapasitor bank adalah peralatan tenaga listrik yang mempunyai komponen dielektrik yang meningkatkan nilai faktor daya yang akan mempengaruhi nilai dari arus yang mengalir pada sistem kelistrikan. Pada sistem kelistrikan di industri kapasitor bank dapat diletakan di dekat trafo beban yaitu di panel kontrol dan di dekat beban listrik yaitu di dekat peralatan listrik yang menghasilkan daya induktif yang besar. Berikut ini adalah keuntungan dan kerugian yang dapat terjadi akibat pemasangan kapasitor bank pada jaringan listrik :

Tabel 2.1 Keuntungan dan Kerugian Pemasangan Kapasitor Bank

Penempatan	Keuntungan	Kerugian
Dekat beban	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengurangi losses di dalam jaringan</li> <li>2. Mengurangi tegangan jatuh pada jaringan</li> <li>3. Menaikan kapasitas penyaluran</li> <li>4. Lebih ekonomis</li> </ol>	Memiliki kesulitan dalam pemantauan keandalannya dan juga penempatan yang harus tepat
Panel Kontrol	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lebih mudah dalam pengontrolan karena terletak langsung di dekat panel kontrol</li> <li>2. Lebih mudah dalam penempatannya</li> </ol>	Tidak mengurangi losses dan drop tegangan pada feeder

Sebuah bank kapasitor dalam sistem tenaga terdiri dari busing, resistor pelepasan, dan elemen atau pelat kapasitor. Busing digunakan sebagai penghantar



penghubung jalur distribusi, resistor pelepas digunakan sebagai media untuk mengumpulkan kembali listrik yang dipancarkan dari kapasitor, dan elemen kapasitor atau papan kapasitor berfungsi sebagai media untuk menyimpan elektron yang digunakan dalam sistem.

Karena kapasitor biasanya digunakan dalam sistem distribusi untuk menekan kehilangan daya dan penurunan tegangan sistem, diharapkan pemasangan kapasitor akan meminimalkan kehilangan daya sebanyak mungkin. Menurut prinsip kerja kapasitor, energi kapasitor juga berkurang, sehingga kapasitor tidak beroperasi terus menerus selama 24 jam. Oleh karena itu, kapasitor beroperasi sesuai kebutuhan, yaitu selama beban puncak, kapasitor beroperasi selama daya reaktif sistem meningkat sehingga dibutuhkan peran kapasitor bank dalam upaya menurunkan daya reaktif tersebut. Seiring bertambahnya, dibutuhkan peran kapasitor untuk menurunkannya. Diharapkan dengan tidak terjadinya kenaikan daya reaktif pada sistem maka tidak terjadi kenaikan arus yang signifikan pada sistem dan diharapkan kapasitor akan meningkatkan faktor daya sistem kelistrikan.

Kenaikan faktor daya akibat pemasangan kapasitor bank tergantung pada ukuran kapasitor yang dipasang pada saluran distribusi. Saat memasang kapasitor di jalur distribusi, diperlukan perhitungan yang cermat untuk mencapai hasil pemasangan yang optimal. Di era modern kebutuhan listrik yang terus meningkat, berbagai beban listrik dan peralatan listrik semakin banyak baik yang bersifat induktif maupun kapasitif. Di mana beban induktif membutuhkan daya reaktif seperti trafo, motor listrik, dan lampu TL dan beban kapasitif yang mengeluarkan daya reaktif.

Selain penempatan kapasitor juga terdapat cara pemasangan kapasitor baik itu secara seri maupun paralel. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pemilihan antara kapasitor seri dan paralel diantaranya sebagai berikut :

Tabel 2.2 Kapasitor seri dan kapasitor paralel

No	Tujuan	Jenis Kapasitor	
		Seri	Paralel

1	Memperbaiki faktor daya	Kedua	Pertama
2	Memperbaiki nilai tegangan bus pada sistem	Pertama	Kedua
3	Memperbaiki nilai tegangan pada sistem saluran udara dengan faktor daya tinggi	Tidak dipakai	Pertama
4	Memperbaiki nilai tegangan pada sistem saluran udara dengan faktor daya rendah	Pertama	Tidak dipaka
5	Memperbaiki nilai tegangan pada sistem saluran bawah tanah tinggi	Tidak dipakai	Tidak dipakai
6	Mengurangi kerugian daya pada sistem	Kedua	Pertama
7	Mengurangi fluks tegangan	Pertama	kedua

### 1. Kapasitansi Kapasitor

Pada dasarnya kapasitansi kapasitor merupakan kemampuan dari suatu benda dalam hal ini kapasitor dalam menampung muatan elektron dalam hal ini arus listrik.

### 2. Reaktansi Kapasitif

Reaktansi kapasitif adalah komponen yang menahan arus listrik bolak balik dalam rangkaian kapasitif. Reaktansi ini mengakibatkan arus pada rangkaian yang mendahului tegangan. Reaktansi kapasitif dapat dirumuskan dengan persamaan (2.12) dibawah ini

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c} \quad (2.12)$$

Di mana :

$\pi$  = konstanta besar 3,14

$f$  = Frekuensi

$X_c$  = reaktansi kapasitif

Hal ini juga dirumuskan oleh persamaan :

$$X_c = \frac{V_c}{I_c} \quad (2.13)$$

### 3. Pembagian Kapasitor

Kapasitor dibagi menjadi dua kelompok :

a. Kapasitor Nilai Teteap (*Fixed Capacitor*)

Kapasitor tetap merupakan kapasitor yang nilainya konstan/tidak dapat dirubah. Nilai dari kapasitor ini dapat diketahui dari kode angka yang tertera pada badan kapasitor, contohnya adalah  $100\mu\text{F}$  16V,  $470\mu\text{F}$  10V,  $1000\mu\text{F}$  6.3V ataupun  $3300\mu\text{F}$  16V. Angka pada bagian depan menunjukkan besarnya kapasitansi kapasitor tersebut contohnya  $100\mu\text{F}$  dan 16 vold menunjukkan tegangan kerja tidak boleh melebihi 16 volt.

b. Kapasitor tidak tetap (*Variable Capacitor*)

Kapasitor tidak tetap merupakan kapasitor yang nilainya dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan dengan area kerja sesuai dengan yang tertulis pada bagian depan kapasitor bank. Kapasitor tidak tetap ini biasanya memiliki bagian yang dapat diputar untuk menyesuaikan nilai.

Kapasitor ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. Kapasitor Varco

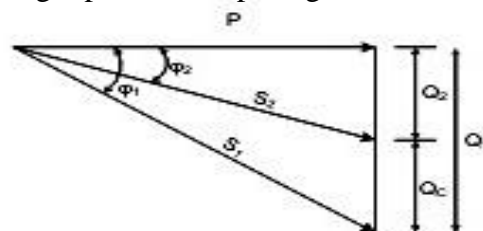
Yaitu kapasitor yang umumnya digunakan untuk memilih gelombang frekuensi pada rangkaian radio dengan nilai kapasitansi berkisar diantara  $100\text{pF}$  sampai  $500\text{pF}$ .

2. Kapasitor Trimmer

Yaitu jenis kapasitor yang terdiri dari dua plat logam yang dipisahkan oleh selemba mika dan juga sebuah screw yang mengatur jarak kedua plat logam tersebut. Trimer biasanya digunakan dalam pemilihan gelombang frekuensi (fine tune). Nilai kapasitansinya maksimal hanya sampai  $100\text{pF}$ .

4. Penentuan Kapasitas Kapasitor dalam Perbaikan Faktor Daya

Besaran kapasitor bank yang akan digunakan dalam perbaikan faktor daya dapat ditentukan melalui yang diperlihatkan pada gambar 2.7 berikut :



**Gambar 2.7** Penentuan Rating Kapasitor

Besarnya daya nyata bersifat konstan, sedangkan untuk daya semu dan daya reaktifnya berubah sesuai dengan faktor dayanya. Bila faktor daya berubah dari  $\cos\phi_1$  menjadi  $\cos\phi_2$  maka kVAr pada faktor daya mula-mula adalah  $kW \times \tan\phi$  dan kVAr pada faktor daya yang diperbaiki adalah  $kW \times \tan\phi_2$ . Sehingga besarnya nilai rating daya reaktif yang dibutuhkan kapasitor bank untuk mendapatkan nilai  $\cos\phi$  sesuai dengan yang di kehendaki adalah :

$$Q_c = P (\tan \phi_1 - \tan\phi_2) \quad (2.14)$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai dari daya reaktif yang diperbaiki adalah dengan persamaan :

$$Q_2 = Q_1 - Q_c \quad (2.15)$$

Di mana :

$Q_1$  = daya reaktif awal atau sebelum perbaikan

$Q_c$  = daya reaktif kapasitor

## 2.7 Analisa Ekonomi

Sebelum dilaksanakan suatu proyek perlu dilakukan analisa dari segi investasi agar dapat diketahui kelayakan suatu proyek yang dilihat dari segi investasi ekonomi. Ada beberapa metode penelitian proyek investasi, yaitu :

### 1. Net Present Value (NPV)

NPV adalah nilai sekarang dari keseluruhan *Discounted Cash Flow* atau pendapatan total atau biaya total proyek dilihat dengan nilai sekarang ( nilai pada awal proyek). Secara tematik rumus NPV dapat ditulis menggunakan persamaan:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CIF_t}{(1+k)^t} - COF \quad (2.16)$$

Di mana :

$k$  : *Discount rate* yang digunakan

COF : *Cash Out Flow* investasi

$CIF_t$  : *Cash In Flow* pada periode t

$N$  : Periode terakhir *Cash Flow* diharapkan

## 2. Pay Back Period (PBP)

*Pay Back Period* adalah waktu yang dibutuhkan atau diperlukan dalam pengembalian dana investasi yang telah digunakan. *Pay Back Period* dirumuskan dalam persamaan :

$$PP = \frac{\text{investment cost}}{\text{annual CIF}} \quad (2.17)$$

Investasi yang ideal adalah investasi dengan *payback period* terpendek.

## 3. Return of Investment (ROI)

ROI adalah laba yang didapatkan dari investasi suatu proyek. ROI adalah rasio dari uang yang diperoleh dan uang yang digunakan dalam suatu investasi proyek, relatif terhadap jumlah uang yang diinvestasikan. ROI dirumuskan dalam persamaan :

$$ROI = \sum_t^n \frac{\text{benefit } t - \text{investment cost}}{\text{investment cost}} \quad (2.18)$$

Di mana :

$\Sigma \text{benefit } t$  : Jumlah keuntungan sampai tahun ke t

*Investment Cost* : Biaya investasi

$CIF_t$  : Pemasukan tahun ke t

$COF_t$  : Pengeluaran tahun ke t

UNISSULA

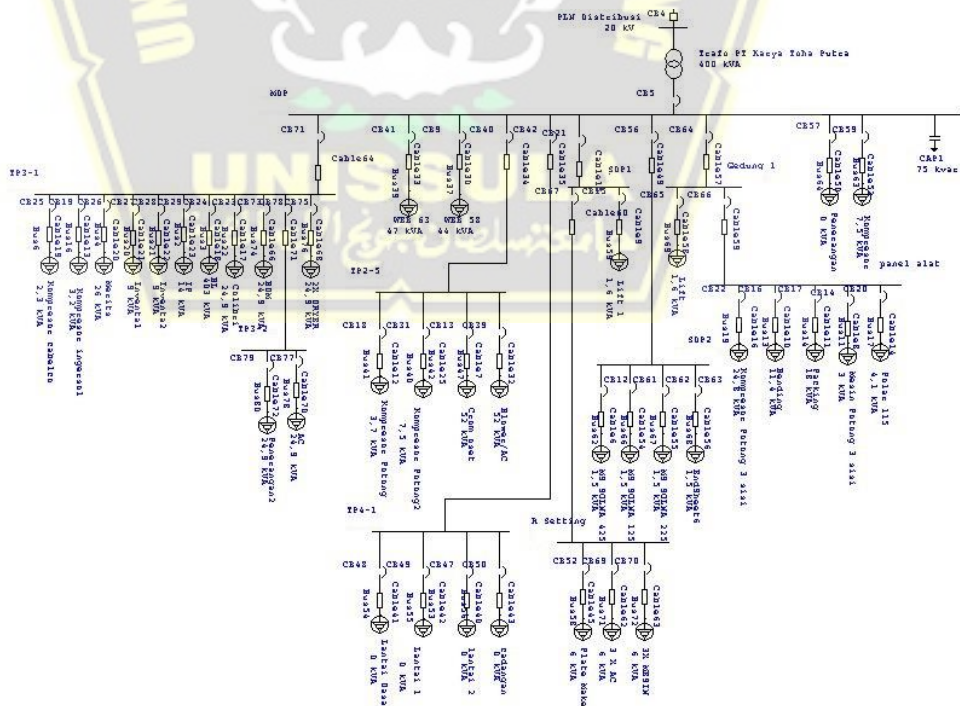
جامعة سلطان أبو بكر الإسلامية

### BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Model Penelitian

Model penelitian adalah metodologi penelitian yang digunakan dalam merumuskan penelitian, berisi metode yang digunakan dalam proses pengerjaan sebuah penelitian. Penelitian diawali dengan menentukan tempat penelitian yang dapat menunjang dilakukannya pengumpulan data-data yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Terdapat dua jenis data yang dikumpulkan, yang pertama yaitu data primer yaitu data yang didapatkan melalui kegiatan penelitian yang dilakukan di tempat penelitian dalam hal ini yaitu di PT Karya Toha Putra secara langsung. Kemudian data sekunder yaitu data yang didapatkan melalui jurnal ilmiah penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan, buku buku yang dapat menjadi referensi penelitian, dan hasil penelitian peneliti lain yang berhubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan dalam hal ini tentang dampak ekonomi dan investasi pemasangan kapasitor bank di perusahaan.



Gambar 3.1 Single Line Diagram Kelistrikan PT Karya Toha Putra

Model penelitian ini merupakan skema pemodelan di PT Karya Toha Putra sebagai tempat yang digunakan dalam penelitian dan sebagai acuan dalam mencari dan menghitung nilai nilai yang didapatkan dalam penelitian.

### **3.2 Objek Penelitian**

Dalam hal ini penulis memutuskan mengambil lokasi penelitian di PT Karya Toha Putra sebagai acuan pengambilan data. Lokasi tersebut di pilih berdasarkan data sekunder yang ada dalam hal ini penelitian sebelumnya tentang kapasitor bank di lokasi tersebut. Dengan mempertimbangkan data sekunder yang didapatkan dan data sekunder yang sudah ada pada lokasi penelitian maka dipilihlah PT Karya Toha Putra sebagai tempat penelitian karena memiliki data yang paling lengkap dalam menunjang penelitian tugas akhir ini.

Lokasi PT Karya Toha Putra yaitu di Jl. Raya Mangkang KM. 16, Semarang, Jawa Tengah.

### **3.3 Sumber Data Penelitian**

Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan beberapa jenis data yang menunjang pembuatan tugas akhir ini, seperti nilai daya aktif, daya semu, faktor daya, nilai kapasitor bank terpasang, harga listrik per kwh, nilai bunga pinjaman.

#### **3.3.1 Data primer**

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung pada tempat di mana dilakukannya penelitian. Sumber data primer dapat diperoleh melalui pengukuran yang dilakukan secara langsung pada jaringan kelistrikan yang akan dilakukan penelitian dan juga dapat dilakukan wawancara dengan karyawan atau staf pada bagian teknis di PT Karya Toha Putra yang berhubungan dengan permasalahan yang di angkat pada studi kasus penelitian.

Pengukuran merupakan tahapan dalam penelitian yang bertujuan untuk mengukur besaran listrik yang diperlukan dalam pengukuran data-data primer yang akan digunakan dalam penelitian, pada penelitian ini digunakan alat ukur Clamp On Power merk HIOKI tipe 3286-20.

Alat ukur ini dipilih karena dinilai mampu mengukur parameter-parameter yang diperlukan dalam penelitian, diantaranya adalah faktor daya, daya aktif, daya reaktif, daya semu, dan urutan fasanya.

Pengukuran dilakukan selama 2 hari, dari tanggal 9 November 2021 sampai 10 November 2021 dengan lama pengukuran kurang lebih selama 9 jam setiap hari dari pukul 08.00 sampai pukul 16.00.

Pengukuran dilakukan pada keluaran di dalam panel utama, dalam hal ini yaitu setelah keluaran dari kwh meter di panel control.



Gambar 3.2 Gambar clamp meter merek HIOKI

### 3.3.2 Data Distribusi Tenaga Listrik

PT Toha Karya Putra terdiri dari 2 gedung utama untuk bagian produksi dengan gedung kedua terbagi menjadi dua ruangan, kemudian terdapat gudang pada bagian belakang kompleks bangunan dan gedung administrasi pada bagian depan kompleks.

PT Karya Toha Putra mendapatkan pasokan dari PLN daya sebesar 400kVA. Dengan sistem tegangan tiga fasa 380 volt, dengan perfasanya bertegangan 220 volt, dan frekuensi sebesar 50 Hz.

PT Karya Toha Putra mempunyai satu MDP (*Main Distribution Panel*) utama dan dua buah SDP (*Sub Distribution Panel*) dan satu panel kapasitor yang terdapat di dalam gedung dua.

Panel MDP (*Main Distribution Panel*) terhubung sebagai terminal utama yang tersambung dengan kWh meter milik PLN yang



kemudian diteruskan ke panel panel SDP dan beban. Panel MDP berisi instrument pengukuran arus dan tegangan listrik serta instrument untuk menampilkan nilai dari  $\cos \varphi$  dan frekuensi listrik.

Panel SDP (*Sub Distribution Panel*) sebagai penghubung antara panel utama dan beban, yang memiliki pengaman dan saklar untuk mengamankan grup pembebanan. Panel SDP hanya berisi instrument pengukuran arus dan tegangan listrik yang ditampilkan.

Panel Kapasitor berfungsi sebagai panel yang mengontrol nilai  $\cos \varphi$  secara otomatis agar nilai dari  $\cos \varphi$  dapat selalu optimal yaitu mendekati nilai 1. Kapasitor panel ini dipasang secara paralel dengan jaringan listrik dari PLN dan terdiri dari *Circuit Breaker*, *Relay*, *Kapasitor*, *Rel Cooper*, dan *Power Faktor (PFR) Regulator* yang berfungsi untuk mengendalikan nilai kapasitor agar  $\cos \varphi$  selalu bernilai mendekati 1.

Tabel 3.1 Peralatan mesin pada PT. Karya Toha Putra

No	Nama Mesin	Jumlah	Jenis	Beban	Total Beban Terpasang
1	Web 58	1	Motor Induksi 3 Phase	44 kW	44kW
2	Web 63	1	Motor Induksi 3 Phase	47 kW	47 Kw
3	End Sheet	1	Motor Induksi 3 Phase	1,5 kW	1,5 kW
4	Cromoset	1	Motor Induksi 3 Phase	52 kW	52 kW
5	Rima	1	Motor Induksi 3 Phase	3 kW	3 kW
6	Lift	1	Motor Induksi 3 Phase	1,6 kW	1,6 kW
7	Bending	1	Motor Induksi 3 Phase	11,4 kW	11,4 kW
8	Packing	1	Motor Induksi 3 Phase	18 kW	18 kW
9	Kompresor Potong	1	Motor Induksi 3 Phase	1,3 kW	1,3 kW
10	Wohlemberg	1	Motor Induksi 3 Phase	3,2 kW	3,2 kW

11	Polar 115	1	Motor Induksi 3 Phase	4,1 kW	4,1 kW
12	Kaesar & Driyer Kaesar	2	Motor Induksi 3 Phase	5,2 kW	10,4 kW
13	Inventa Plus 1,2 & Ventus	3	Motor Induksi 3 Phase	9 kW	27 kW
14	BL 500 Plus	1	Motor Induksi 3 Phase	26 kW	26 kW
15	BL 600	1	Motor Induksi 3 Phase	2,3 kW	47 kW
16	Colibri Adagiator & Raditor	3	Motor Induksi 3 Phase	24,87 kW	74,61 kW
17	Chase Maker	1	Motor Induksi 3 Phase	14 kW	14 kW
18	Merits	7	Motor Induksi 3 Phase	24,8 kW	173,6 kW
19	Plate Make	2	Motor Induksi 3 Phase	6 kW	12 kW
20	Processor Plate & Film	2	Motor Induksi 3 Phase	402,6 kW	803,2 kW

### 3.4 Peralatan dan Alat Penelitian

Dalam melakukan penelitian pasti dibutuhkan peralatan dan alat-alat yang digunakan dalam menunjang terselesaikannya penelitian tugas akhir. Dalam hal ini ada beberapa peralatan yang digunakan dalam melakukan penelitian diantaranya seperti :

#### 1. Laptop

Laptop adalah perangkat elektronik yang digunakan sebagai media perhitungan, analisa, serta penyusunan laporan tugas akhir ini.

#### 2. Alat Ukur Clamp Meter

Alat ukur clamp meter adalah peralatan yang digunakan dalam pengukuran daya beban listrik seperti nilai tegangan, nilai arus, faktor daya, nilai daya semu, dan nilai daya aktif.

#### 3. Pemodelan rumus kapasitor bank

Pemodelan perhitungan dalam rumus ini merupakan model yang sering digunakan dalam menghitung nilai kompensasi kapasitor yang

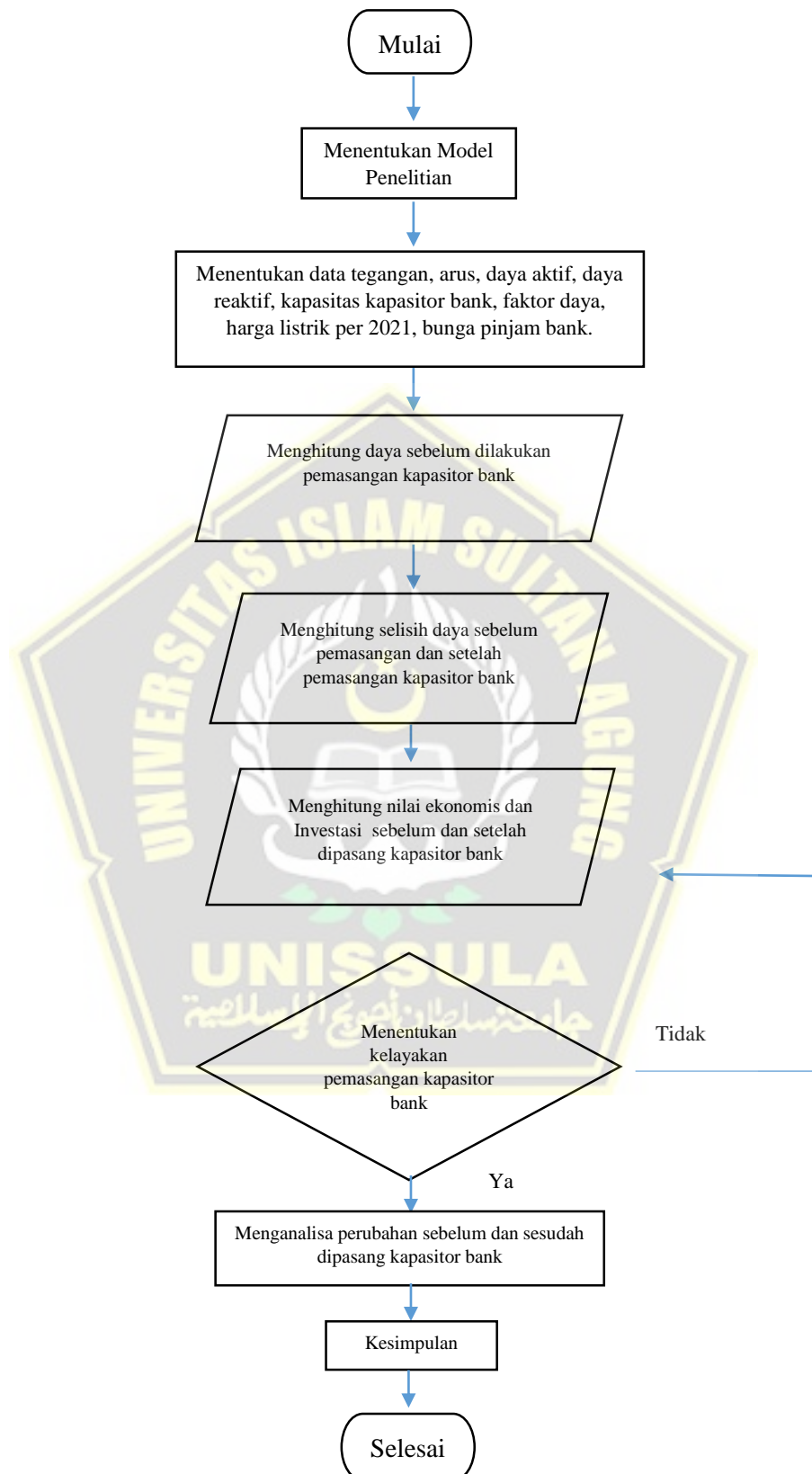
dibutuhkan guna mendapatkan nilai faktor daya yang optimal di PT Karya Toha Putra yang digunakan sebagai acuan dalam mendapatkan keadaan kelistrikan sebelum dan setelah dipasang kapasitor bank sehingga dapat dihitung nilai ekonomis dan investasinya.

### **3.5 Alur Penelitian**

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengukuran data, seperti data tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, faktor daya, dan kapasitas kapasitor bank terpasang. Pengukuran dilakukan selama dua hari dari pukul 08.00 sampai 16.00. dengan interval pengambilan data setiap satu jam.
2. Jika data terpenuhi, lakukan langkah berikutnya untuk perhitungan, jika masih belum maka lakukan langkah sebelumnya untuk pengumpulan data.
3. Melakukan perhitungan faktor daya awal sebelum terpasang kapasitor bank, sehingga bisa diketahui daya aktif, daya reaktif, dan daya semu sebelum dan setelah dipasang kapasitor bank.
4. Melakukan perhitungan nilai ekonomis dari pengaruh sebelum dan setelah dipasang kapasitor bank.
5. Melakukan perhitungan nilai investasi agar dapat mengetahui kelayakan dipasang kapasitor bank pada jaringan kelistrikan di PT Karya Toha Putra.
6. Jika layak maka langkah selanjutnya menganalisa pengaruh dipasang kapasitor bank dan setelah dipasang kapasitor bank dalam segi ekonomi.
7. Jika tidak layak maka diberikan masukan masukan tentang alternatif lain tentang masalah di jaringan dan penanganannya.
8. Menarik kesimpulan dan analisa dari penelitian yang telah dilakukan.

### 3.6 Diagram Alur Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Penelitian

Guna mengetahui beban pemakaian di PT Karya Toha Putra, maka penulis melakukan pengukuran yang dilakukan selama tiga hari, yaitu pada tanggal 9 November sampai dengan 10 November 2021 dengan interval pengukuran selama satu jam mulai dari pukul 08.00 sampai dengan 16.00. pada bab ini akan dipaparkan data yang didapatkan dari hasil pengukuran yang dilakukan dilapangan.

#### 4.2 Data Beban Harian

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran data yang meliputi data seperti arus, tegangan, daya aktif, daya semu, cos phi, kapasitas kapasitor bank terpasang dan nilai arusnya. Data data tersebut digunakan dalam perhitungan untuk mengetahui situasi kelistrikan di PT Karya Toha Putra pada saat sebelum dipasang kapasitor bank dan setelah dipasang kapasitor bank.

Pengambilan data dilakukan pada panel utama saluran, di mana pengukuran dilakukan pada sisi busbar yang menuju ke beban listrik. Pengambilan data pada busbar dikarenakan langsung terhubung ke pusat-pusat beban yang berada di tempat penelitian yang kebanyakan terdiri dari peralatan yang menggunakan motor-motor induksi sebagai penggerak yang mana akan mempengaruhi nilai dari faktor daya.

##### 4.2.1 Data Pada Panel Utama (MDP)

###### 1. Hari Pertama

Tabel 4.1 Arus, Tegangan 3 Phase, Daya Semu, Daya Aktif Cos Phi

Jam	Arus (I)			Tegangan (V)	Daya Semu (kVA)			Daya Aktif (kW)			Cos Phi		
	R	S	T		R	S	T	R	S	T	R	S	T

<b>08.00</b>	215	270	262	379	50,2	60,8	57,4	44,7	56,7	53,2	0,89	0,93	0,93
<b>09.00</b>	221	268	279	381	51,5	61,5	60,1	45,2	56,9	54,1	0,88	0,93	0,90
<b>10.00</b>	237	275	291	380	52,1	60,7	61,4	46,1	56,3	54,7	0,88	0,93	0,89
<b>11.00</b>	238	269	287	381	52,6	61,1	60,8	46,8	56,2	54,7	0,89	0,92	0,90
<b>12.00</b>	221	238	264	389	47,8	57,3	52,2	42,5	52,1	47,0	0,89	0,91	0,90
<b>13.00</b>	228	271	288	380	51,8	62,1	60,7	46,1	57,1	54,6	0,89	0,92	0,90
<b>14.00</b>	232	265	276	381	52,3	63,2	61,1	46,5	57,5	55,0	0,89	0,91	0,90
<b>15.00</b>	231	259	268	383	52,7	62,9	61,6	46,4	57,9	56,1	0,88	0,92	0,91
<b>16.00</b>	251	287	296	386	54,7	63,9	60,9	48,7	58,1	54,8	0,89	0,91	0,90

Sumber : Hasil Pengukuran

Tabel 4.2 Arus, Tegangan 3 Phase, Daya Aktif 3 Phase, Daya Semu 3phase, Cosphi

Jam	Arus (I)			Tegangan (V)	Daya Semu (kVA) 3 Phase	Daya Aktif (kW) 3 Phase	Cosphi
	R	S	T				
<b>08.00</b>	215	270	262	379	168,4	154,6	0,92
<b>09.00</b>	221	268	279	381	173,1	158,2	0,91
<b>10.00</b>	237	275	291	380	174,2	159,1	0,91
<b>11.00</b>	238	269	287	381	174,5	159,7	0,92
<b>12.00</b>	221	238	264	389	157,3	141,7	0,90
<b>13.00</b>	228	271	288	380	174,6	158,9	0,91
<b>14.00</b>	232	265	276	381	176,6	161	0,91
<b>15.00</b>	231	259	268	383	177,2	161,3	0,91
<b>16.00</b>	251	287	296	386	179,5	161,6	0,90

Sumber : Hasil Pengukuran

## 2. Hari Kedua

Tabel 4.3 Arus, Tegangan 3 Phase, Daya Semu, Daya Aktif Cos Phi

Jam	Arus (I)			Tegangan (V)	Daya Semu (kVA)			Daya Aktif (kW)			Cos Phi		
	R	S	T		R	S	T	R	S	T	R	S	T
08.00	215	270	262	379	50,2	60,8	57,4	44,7	56,7	53,2	0,89	0,93	0,93
09.00	221	268	279	381	51,5	61,5	60,1	45,2	56,9	54,1	0,88	0,93	0,90
10.00	237	275	291	380	52,1	60,7	61,4	46,1	56,3	54,7	0,88	0,93	0,89
11.00	238	269	287	381	52,6	61,1	60,8	46,8	56,2	54,7	0,89	0,92	0,90
12.00	221	238	264	389	47,8	57,3	52,2	42,5	52,1	47,0	0,89	0,91	0,90
13.00	228	271	288	380	51,8	62,1	60,7	46,1	57,1	54,6	0,89	0,92	0,90
14.00	232	265	276	381	52,3	63,2	61,1	46,5	57,5	55,0	0,89	0,91	0,90
15.00	231	259	268	383	52,7	62,9	61,6	46,4	57,9	56,1	0,88	0,92	0,91
16.00	251	287	296	386	54,7	63,9	60,9	48,7	58,1	54,8	0,89	0,91	0,90

Sumber : Hasil Pengukuran

Tabel 4.4 Arus, Tegangan 3 Phase, Daya Aktif 3 Phase, Daya Semu 3phase, Cosphi

Jam	Arus (I)			Tegangan (V)	Daya Semu (kVA) 3 Phase	Daya Aktif (kW) 3 Phase	Cosphi
	R	S	T				
08.00	215	270	262	379	168,4	154,6	0,92
09.00	221	268	279	381	173,1	158,2	0,91
10.00	237	275	291	380	174,2	159,1	0,91
11.00	238	269	287	381	174,5	159,7	0,92
12.00	221	238	264	389	157,3	141,7	0,90
13.00	228	271	288	380	174,6	158,9	0,91
14.00	232	265	276	381	176,6	161,0	0,91
15.00	231	259	268	383	177,2	161,3	0,91
16.00	251	287	296	386	179,5	161,6	0,90

Sumber : Hasil Pengukuran

Dari daya yang didapatkan dalam pengukuran selama dua hari yang dilakukan di PT Karya Toha Putra, maka dapat dibuat tabel rata-rata setiap harinya dengan waktu operasi kerja dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00 dengan jam istirahat berada pada jam 11.30 sampai dengan jam 13.00.

Besarnya rata-rata, tegangan, daya semu, daya aktif, dan nilai cosphi dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5 Rata-rata Nilai Tegangan, Daya Semu, Daya Aktif, dan Cosphi Pada Pengukuran Tiga Fasa

Hari	Tegangan (V)	Daya Semu (kVA)	Daya Aktif (Kw)	Cosphi
<b>I</b>	382,2	172,8	157,4	0,91
<b>II</b>	382,2	173,3	158,1	0,91

#### 4.2.2 Data Pada Panel Kapasitor

Pada PT Karya Toha Putra sebagai tempat penelitian dalam mencari data dalam pembuatan penelitian, sudah terpasang kapasitor bank yang berjumlah 3 buah yang di susun secara paralel dan terhubung ke busbar di panel utama MDP. Kapasitor bank pada panel ini mempunyai merek *GAE* dengan besarnya nilai kompensasi daya reaktif sebesar 25 kVAR untuk masing-masing kapasitornya sehingga untuk total nilai kompensasi daya reaktif adalah 75 kVAR. Selain itu besarnya nilai kapasitansi dalam hubungan delta per fasa adalah 154 mF pada setiap masing-masing kapasitor bank yang bekerja pada frekuensi 50Hz.



Gambar 4.1 Spesifikasi Kapasitor Bank Terpasang



### 4.3 Menghitung nilai Daya Reaktif, Daya Semu, dan Power Faktor di PT Karya Toha Putra Pada Saat Kapasitor Bank Tidak Terpasang

Untuk mengetahui nilai daya reaktif, daya semu dan faktor daya yang ada pada PT Karya Toha Putra sebelum dilakukan pemasangan kapasitor bank maka diperlukan perhitungan dengan menyertakan nilai kompensasi kapasitor bank yang sudah terpasang. Nilai kompensasi dari kapasitor bank dapat memperbaiki nilai faktor daya yang ada pada jaringan dengan cara menambahkan daya reaktif yang akan merubah daya kompleks dan faktor daya pada jaringan.

Rata-rata Daya Semu 3 phase = 173,07 kVA

Rata-rata Daya Aktif 3 phase = 157,7 kW

Rata-rata Cosphi = 0,91

Menghitung nilai Daya Reaktif pada saat kapasitor bank terpasang.

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Di mana: Q adalah Daya Reaktif  
S adalah Daya Semu  
P adalah Daya Aktif

Sehingga dapat dicari nilai daya reaktif pada saat kapasitor terpasang sebesar,

$$Q_2 = \sqrt{173,07^2 - 157,7^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{29952,07 - 24869,64}$$

$$Q_2 = \sqrt{5082,43}$$

$$Q_2 = 71,29 \text{ kVAR}$$

Sedangkan kapasitor yang terpasang di PT Karya Toha Putra berkapasitas 25 kVAR untuk masing-masing kapasitornya dan berjumlah 3 buah, sehingga total nilai kapasitansi daya reaktif kapasitor bank sebesar 75

kVAR. Oleh karena itu dapat dihitung nilai daya reaktif yang ada pada jaringan sebelum kapasitor terpasang sebesar :

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$75 = Q_1 - 71,29$$

$$Q_1 = 146,29 \text{ kVAR}$$

Jika merujuk pada penelitian sebelumnya yang dilakukan saudara Putri Dwi Lestari maka dapat diasumsikan bahwa cosphi sebelum dipasang kapasitor bank adalah sebesar 0,6. Sehingga dapat dicari nilai dari daya nyatanya sebesar

$$Q_c = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$75 = P (\tan 53,13 - \tan 24,326)$$

$$75 = P (1,33 - 0,452)$$

$$P_{\text{sebelum}} = 85,105 \text{ kVA}$$

Sehingga dapat diketahui nilai cosphi sebelum pemasangan kapasitor bank sebesar

$$\cos \varphi_1 = \frac{\text{Daya Aktif (P)}}{\text{Daya Semu (S)}}$$

$$0,6 = \frac{85,105}{S}$$

$$S_{\text{sebelum}} = 141,84 \text{ kW}$$

Dalam perhitungan diatas dapat diketahui bahwa pemasangan kapasitor bank pada jaringan dapat mempengaruhi nilai daya aktif, daya reaktif, dan cosphi yang ada pada jaringan kelistrikan pada suatu tempat. Pemasangan kapasitor juga menyebabkan penghematan karena dapat menurunkan nilai dari daya reaktif pada jaringan. Nilainya penghematan daya dapat dirumuskan sebagai berikut

$$P_{\text{penghematan}} = P_{\text{sesudah}} - P_{\text{sebelum}}$$

$$P_{\text{penghematan}} = 157,7 - 141,84$$

$$P_{\text{penghematan}} = 15,68 \text{ kW}$$

Dan bila jam operasional di PT Karya Toha Putra adalah selama 8 jam, maka dapat dicari nilai pemaiakain kWhnya adalah sebesar

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= 15,68 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} \\ &= 125,44 \text{ kWh} \end{aligned}$$

PT Karya Toha Putra memiliki daya terpasang sebesar 400kVA dengan sistem jaringan tiga fasa melalui trafo distribusi yang terpasang sehingga menurut peraturan menteri ESDM No.31 Tahun 2014 dan No 9 Tahun 2015 ditetapkan tarif per kWh nya sebesar Rp 1.272,-. Sehingga total biaya dalam satu bulan yang di hemat melalui pemasangan kapasitor bank sebesar

$$\text{Penghematan } P = \text{selisih daya} \times \text{harga per kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$\text{Penghematan } P = 125,44 \times 1.272 \times 30 \text{ hari}$$

$$\text{Penghematan } P = \text{Rp } 4.786.790,-$$

Sedangkan untuk penghematan biaya dalam satu tahun melalui pemasangan kapasitor bank adalah sebesar

$$\text{Penghematan } P = \text{Rp } 4.786.790,- \times 12 \text{ bulan}$$

$$\text{Penghematan } P = \text{Rp } 57.441.484$$

#### 4.4 Perhitungan Nilai Investasi Pemasangan Kapasitor Bank

Terdapat tiga buah kapasitor bank yang terpasang di PT Karya Toha Putra dengan merek GAE yang masih memiliki nilai kompensasi sebesar 25 kVAR pada tiap tiap kapasitornya. Untuk harga pemasangan panel kapasitor bank ber merek GAE ini dapat di lihat pada website yang tertera pada lampiran. Setelah mengetahui harga pemasangan kapasitor bank 3 tap 25 kVAR maka selanjutnya dapat dihitung nilai *payback periode* yang dibutuhkan untuk pengembalian total investasi seperti berikut

$$\begin{aligned} \text{Payback Periode} &= \frac{\text{jumlah total investasi}}{\text{penghematan tiap bulan}} \\ &= \frac{\text{Rp } 35.000.000,-}{\text{Rp } 4.786.790,-} \\ &= 7,3 \text{ bulan} \end{aligned}$$

Sehingga nilai NVP ( *Net Present Value*) dengan nilai *discount rate* yang ditetapkan Bank Indonesia pada tahun 2021 sebesar 3,5%, sebesar :

$$NPV = PV \text{ net cash flow} - PV \text{ investment}$$

Dengan nilai *Present Value cash flow* untuk proyek yang dilakukan selama 10 bulan, dan asumsi dari perhitungan sebelumnya mengenai pendapatan dari penghematan sebesar Rp 4.786.790 perbulan, maka nilainya akan seperti pada tabel berikut

Tabel 4.6 Present Value

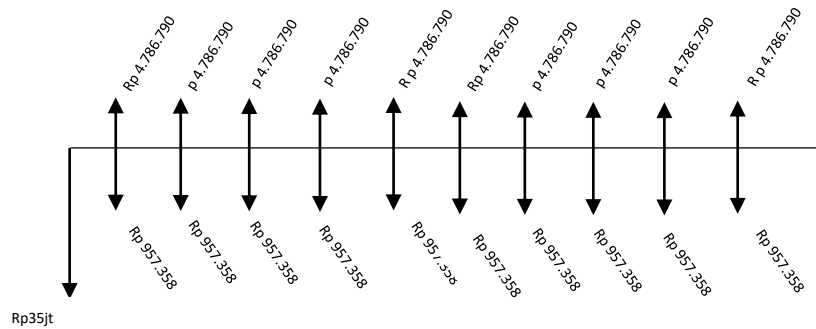
No	Bulan	Pendapatan Proyek (Rp)	Discount Rate	Nilai PV(Rp)
1	1	4.786.790	0,965	4.619.252
2	2	4.786.790	0,965	4.619.252
3	3	4.786.790	0,965	4.619.252
4	4	4.786.790	0,965	4.619.252
5	5	4.786.790	0,965	4.619.252
6	6	4.786.790	0,965	4.619.252
7	7	4.786.790	0,965	4.619.252
8	8	4.786.790	0,965	4.619.252
9	9	4.786.790	0,965	4.619.252
10	10	4.786.790	0,965	4.619.252
Jumlah Present Value				46.192.523

Maka nilai dari NPV dalam sepuluh bulan adalah

$$\begin{aligned} NPV &= \text{Rp } 46.192.523,- - \text{Rp } 35.000.000,- \\ &= \text{Rp } 11.192.523,- \end{aligned}$$

Di mana jika nilai NPV > 0 maka proyek dapat diterima.

Sehingga dengan melihat kedua aspek diatas maka proyek pemasangan kapasitor layak untuk dilakukan. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai IRR (*Internal Rrate of Return*) dengan aliran cash flow pada pemasangan kapasitor bank seperti pada gambar 4.2 dibawah :



Gambar 4.2 Arus kas pada proyek pemasangan kapasitor bank

Tabel 4.7 Cashflow

No	Bulan	Pendapatan Perbulan (Rp)	Biaya Operasional (Rp)	Angsuran Bunga (Rp)	Net Cashflow (Rp)	Total Net Cashflow (Rp)
				3,5%		
1	0	-35.000.000			-35.000.000	-35.000.000
2	1	4.786.790	967.358	102.083	3.717.349	-31.282.651
3	2	4.786.790	967.358	90.646	3.728.191	-27.554.460
4	3	4.786.790	967.358	79.241	3.739.065	-23.815.396
5	4	4.786.790	967.358	67.870	3.749.970	-20.065.425
6	5	4.786.790	967.358	56.532	3.760.908	-16.304.517
7	6	4.786.790	967.358	45.227	3.771.877	-12.532.640
8	7	4.786.790	967.358	33.955	3.782.878	-8.749.762
9	8	4.786.790	967.358	22.716	3.793.912	-4.955.850
10	9	4.786.790	967.358	11.510	3.804.977	-1.150.872
11	10	4.786.790	967.358	336	3.816.075	2.665.203

Dengan nilai ROI (*Return Of Investment*) sebesar

$$ROI = \frac{\text{Total Net Cashflow} - I_0}{I_0} \times 100\%$$

$$ROI = \frac{(\text{Rp } 37.665.203 - \text{Rp } 35.000.000)}{\text{Rp } 35.000.000} \times 100\%$$

$$ROI = \frac{\text{Rp } 2.665.203}{35.000.000} \times 100\%$$

$$ROI = 0,076 \times 100\%$$

$$ROI = 7,6 \%$$

Sehingga berdasarkan dari tabel cashflow 4.1 dapat diketahui bahwa proyek pemasangan kapasitor yang dilakukan selama sepuluh bulan dengan asumsi pendapatan proyek perbulan didapatkan dari nilai penghematan daya pada tiap bulan sebesar Rp 4.786.790,- dengan biaya operasional nilainya diambil 20% dari penghematan proyek sehingga didapatkan nilai sebesar Rp

967.358,- memiliki payback periode dan menguntungkan setelah bulan ke sepuluh. Dengan ROI sebesar 7,6% yang berarti dalam waktu sepuluh bulan memiliki keuntungan hingga mencapai angka 7,6% yaitu sebesar Rp 2.665.203,-.

Jika proyek dilakukan selama sepuluh bulan, dengan nilai suku bunganya adalah 3,5% maka didapatkan sisa dari jumlah total biaya yang dibayarkan sebanyak Rp1.999.343, yang berarti ketika proyek dilakukan selama sepuluh bulan masih terdapat kelebihan biaya sebesar Rp 1.999.343.

Perhitungan tersebut juga didukung dari data rekening tagihan listrik pada PT Karya Toha Putra pada periode setelah dipasang kapasitor bank dan sebelum dipasang kapasitor bank. Pada data rekening pembayaran listrik saat kapasitor bank belum terpasang rata rata pembayaran setiap bulannya sebesar Rp16.183.020,- setiap bulannya.

ID Pelanggan	Tarif	Daerah	Bulan Berakhir Pelanggan	Tanggal Bayar	Pembayaran 100%	Rp Kompensasi DMB	Rp Tagihan	Detail	Info Tagihan
52254808973	I-3	JAWA	DESEMBER 2017	26171812	1.201	0	15.036.820	0	202172
52254808973	I-3	JAWA	NOVEMBER 2017	26171104	1.201	0	15.294.322	0	202171
52254808973	I-3	JAWA	OKTOBER 2017	26171101	1.201	0	15.230.726	0	202170
52254808973	I-3	JAWA	SEPTEMBER 2017	26170065	1.201	0	15.187.128	0	202169

Gambar 4.3 Tagihan Listrik Sebelum Terpasang Kapasitor

Sedangkan setelah terpasang kapasitor bank rata rata pembayaran tiap bulan yang dibayarkan menjadi sebesar Rp 15.070.945,- setiap bulan. Sehingga memiliki perbedaan atau penghematan pembayaran tagihan listrik kurang lebih Rp1.112.075,- setiap bulannya.

ID Pelanggan	Tarif	Daerah	Bulan Berakhir Pelanggan	Tanggal Bayar	Pembayaran 100%	Rp Kompensasi DMB	Rp Tagihan	Detail	Info Tagihan
52254808973	I-3	200KV	DESEMBER 2021	26211206	1.176	0	14.959.720	0	202112
52254808973	I-3	200KV	NOVEMBER 2021	26211199	1.177	0	14.969.420	0	202111
52254808973	I-3	200KV	OKTOBER 2021	26211200	1.181	0	15.102.220	0	202110
52254808973	I-3	200KV	SEPTEMBER 2021	26213005	1.182	0	15.342.220	0	202109

Gambar 4.4 Tagihan Listrik Setelah Terpasang Kapasitor

Untuk nilai dari daya nyata yang terukur pada alat ukur clamp meter sebelum pada saat sebelum terpasang kapasitor bank adalah sebesar 141,84 kW, sehingga jika jam operasional di PT Karya Toha Putra adalah 8 jam maka dapat dicari nilai kWh nya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= \text{daya terpakai} \times \text{waktu penggunaan} \\ &= 141,84 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} \\ &= 1.134,72 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Sehingga bila tarif penggunaan listrik per satu kWh nya adalah Rp 1.272,- dapat dihitung banyaknya biaya yang dibayarkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rp} &= 1.134,72 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.272,- \\ &= \text{Rp } 1.443.363,- \end{aligned}$$

Sedangkan untuk nilai kWh pada saat kapasitor terpasang adalah sebesar

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= \text{daya terpakai} \times \text{waktu penggunaan} \\ &= 157,7 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} \\ &= 1.261,6 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Dengan tarif penggunaan listrik per satu kWh nya adalah Rp 1.272,-dapat dihitung banyaknya biaya yang dibayarkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rp} &= 1.261,6 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.272,- \\ &= \text{Rp } 1.604.755,- \end{aligned}$$

Sehingga dari perhitungan diatas didapatkanlah nilai penghematan dalam satu bulan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Penghematan} &= (\text{Rp } 1.604.755,- - \text{Rp } 1.443.363,-) \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 4.841.760,- \end{aligned}$$

Dan penghematan selama satu tahunnya adalah sebesar

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 4.841.760,- \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp } 58.101.120,- \end{aligned}$$

Dari hasil diatas maka dapat diketahui nilai error antara perhitungan data dilapangan dan data real dari tagihan listrik sebesar :

$$\begin{aligned} \% \text{error} &= \frac{\text{nilai perhitungan data dilapangan} - \text{nilai perhitungan data real}}{\text{nilai perhitungan data real}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp } 57.441.484 - \text{Rp } 58.101.120}{\text{Rp } 58.101.120} \times 100\% \\ &= 0,011 \times 100\% \\ &= 1\% \end{aligned}$$

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan perhitungan di PT Karya Toha Putra Semarang dan menganalisa hasil perhitungan investasi dan penghematan akibat dilakukan pemasangan kapasitor bank pada sistem jaringan kelistrikan di PT Karya Toha Putra, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Pemasangan kapasitor bank dengan nilai kompensasi daya reaktif sebesar 75 kVAR pada jaringan kelistrikan PT Karya Toha Putra membuat nilai rata rata  $\cos\phi$  menjadi 0,91 dan memiliki nilai ekonomis terhadap penekanan rugi-rugi daya pada jaringan sebesar Rp 4.786.790,- setiap bulannya.
2. Proyek pemasangan kapasitor dapat dikatakan layak untuk dilakukan karena mempunyai nilai NPV > 0 dengan lamanya waktu pengerjaan selama 10 bulan.
3. *Payback Periode* untuk pemasangan kapasitor bank minimum adalah 7,3 bulan dan maksimum akan lunas pada bulan ke 10 dengan total ROI sebesar 7,6% atau bernilai Rp 2.665.203,-.
4. Perhitungan manual penghematan daya listrik menghasilkan nilai penghematan sebesar Rp 4.786.790,- dan perhitungan dari data tagihan listrik menghasilkan nilai penghematan sebesar Rp 4.841.760,- dengan nilai %error adalah 1%.



## 5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat disampaikan oleh penulis sebagai pertimbangan yaitu sebagai berikut :

1. Perlunya perawatan dan pengecekan terhadap kapasitor bank secara berkala agar dapat selalu mempertahankan nilai faktor dayanya yang sudah baik, karena kerusakan pada kapasitor bank dapat mempengaruhi nilai faktor daya yang berimbas pada berubahnya nilai arus pada jaringan yang dapat menyebabkan rugi-rugi pada penghantar.
2. Perlunya dilakukan instalasi panel kapasitor yang layak karena peletakan kapasitor bank di luar panel kapasitor bank dapat beresiko untuk tersenggol atau terbentur dengan benda yang lain yang dapat mengakibatkan kerusakan pada kapasitor bank.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. D. Lestari, "Analisa Perhitungan Nilai Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Pt. Karya Toha Putra," 2019.
- [2] I. Hajar, "Analisis Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Di Plant 6 PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. Unit Citeureup," *Jurnal Ilmiah Setrum*, pp. 8-16, 2020.
- [3] S. Bandri, "Studi Analisa Pemasangan Kapasitor Pada Jaringan Udara Tegangan Menengah 20 Kv Terhadap Drop Tegangan (Aplikasi Pada Feeder 7 Pinang Gi Muaro Bungo)," *Jurnal Teknik Mesin Vol.4, No.1, April 2014 : 30 - 36*, pp. 30-36, 2014.
- [4] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, "PERATURAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL NOMOR 07 TAHUN 2010," Indonesia, 2010.
- [5] J. Nurjaman, "cvadityapratama.com," CV Aditya Pratama Bandung, 08 Maret 2018. [Online]. Available: <https://cvadityapratama.com/2018/03/08/harga-panel-kapasitor-bank/>. [Accessed 16 November 2021].
- [6] E. Haryono, "www.bi.go.id," Bank Indonesia, 25 Mei 2021. [Online]. Available: [https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp\\_2312921.aspx](https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp_2312921.aspx). [Accessed 16 November 2021].
- [7] S. Thaha, S. Agus and Sofyan, "Optimasi Jaringan Distribusi Listrik Dengan Pemasangan Kapasitor Pada Jaringan Tegangan Menengah 6.3 Kv Pt. Semen Tonasa," *NCIET*, pp. B.105-B517, 2020.
- [8] S. Marsus, "Analisa Penghematan Energi Listrik Menggunakan Kapasitor Bank Berbasis ETAP (Study Kasus Laboratorium Teknik Listrik Polsri)," *Jurnal Teliska*, pp. 11-21, 2012.
- [9] P. Riskiadhi, "Analisis Ekonomi Terhadap Pemasangan Kapasitor Bank Pada Penyulang Krapyak 03 Menggunakan Etap 12.6" 2010.
- [10] A. U. Ulya, "Anlisa dan Simulasi Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Simulink Pada Sistem Tenaga Listrik di PT. Bogowonto Primalaras," *Media Eelektrika*, p. 11, 2019.

## LAMPIRAN

### Data Pengukuran Hari Pertama

Jam	Arus (I)			Tegangan (V)	Daya Semu (kVA)			Daya Aktif (kW)			Cos Phi		
	R	S	T		R	S	T	R	S	T	R	S	T
08.00	215	270	262	379	50,2	60,8	57,4	44,7	56,7	53,2	0,89	0,93	0,93
09.00	221	268	279	381	51,5	61,5	60,1	45,2	56,9	54,1	0,88	0,93	0,90
10.00	237	275	291	380	52,1	60,7	61,4	46,1	56,3	54,7	0,88	0,93	0,89
11.00	238	269	287	381	52,6	61,1	60,8	46,8	56,2	54,7	0,89	0,92	0,90
12.00	221	238	264	389	47,8	57,3	52,2	42,5	52,1	47,0	0,89	0,91	0,90
13.00	228	271	288	380	51,8	62,1	60,7	46,1	57,1	54,6	0,89	0,92	0,90
14.00	232	265	276	381	52,3	63,2	61,1	46,5	57,5	55,0	0,89	0,91	0,90
15.00	231	259	268	383	52,7	62,9	61,6	46,4	57,9	56,1	0,88	0,92	0,91
16.00	251	287	296	386	54,7	63,9	60,9	48,7	58,1	54,8	0,89	0,91	0,90

Jam	Arus (I)			Tegangan (V)	Daya Semu (kVA) 3 Phase	Daya Aktif (kW) 3 Phase	Cosphi
	R	S	T				
08.00	215	270	262	379	168,4	154,6	0,92
09.00	221	268	279	381	173,1	158,2	0,91
10.00	237	275	291	380	174,2	159,1	0,91
11.00	238	269	287	381	174,5	159,7	0,92
12.00	221	238	264	389	157,3	141,7	0,90
13.00	228	271	288	380	174,6	158,9	0,91
14.00	232	265	276	381	176,6	161	0,91

15.00	231	259	268	383	177,2	161,3	0,91
16.00	251	287	296	386	179,5	161,6	0,90

### Data Pengukuran Hari Ke Dua

Jam	Arus (I)			Tegangan (V)	Daya Semu (kVA)			Daya Aktif (kW)			Cos Phi		
	R	S	T		R	S	T	R	S	T	R	S	T
08.00	215	270	262	379	50,2	60,8	57,4	44,7	56,7	53,2	0,89	0,93	0,93
09.00	221	268	279	381	51,5	61,5	60,1	45,2	56,9	54,1	0,88	0,93	0,90
10.00	237	275	291	380	52,1	60,7	61,4	46,1	56,3	54,7	0,88	0,93	0,89
11.00	238	269	287	381	52,6	61,1	60,8	46,8	56,2	54,7	0,89	0,92	0,90
12.00	221	238	264	389	47,8	57,3	52,2	42,5	52,1	47,0	0,89	0,91	0,90
13.00	228	271	288	380	51,8	62,1	60,7	46,1	57,1	54,6	0,89	0,92	0,90
14.00	232	265	276	381	52,3	63,2	61,1	46,5	57,5	55,0	0,89	0,91	0,90
15.00	231	259	268	383	52,7	62,9	61,6	46,4	57,9	56,1	0,88	0,92	0,91
16.00	251	287	296	386	54,7	63,9	60,9	48,7	58,1	54,8	0,89	0,91	0,90

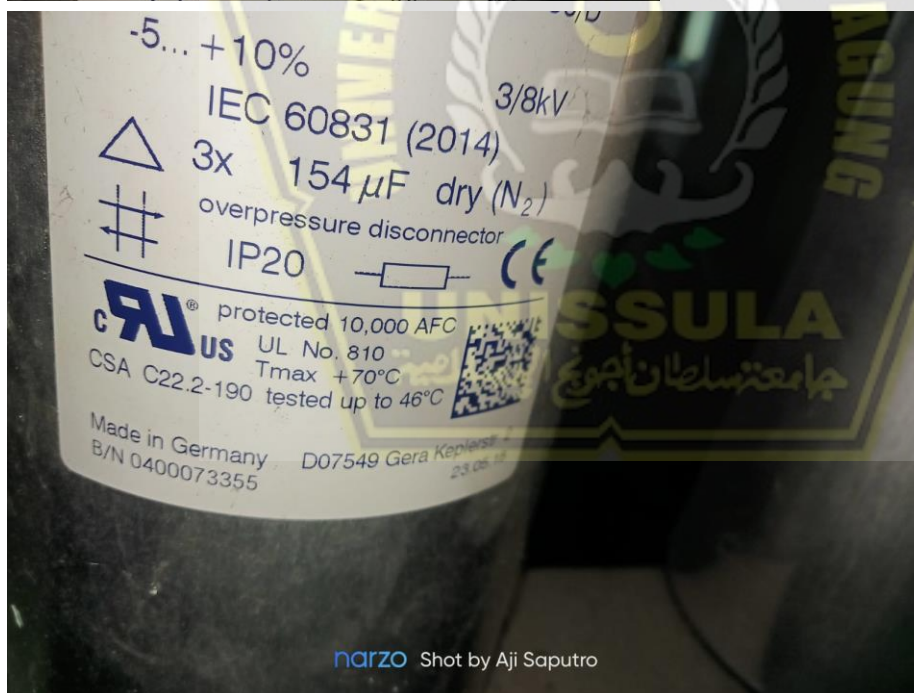
Jam	Arus (I)			Tegangan (V)	Daya Semu (kVA) 3 Phase	Daya Aktif (kW) 3 Phase	Cosphi
	R	S	T				
08.00	215	270	262	379	168,4	154,6	0,92
09.00	221	268	279	381	173,1	158,2	0,91
10.00	237	275	291	380	174,2	159,1	0,91
11.00	238	269	287	381	174,5	159,7	0,92
12.00	221	238	264	389	157,3	141,7	0,90
13.00	228	271	288	380	174,6	158,9	0,91

14.00	232	265	276	381	176,6	161,0	0,91
15.00	231	259	268	383	177,2	161,3	0,91
16.00	251	287	296	386	179,5	161,6	0,90

Gambar Alat Ukur Clamp Meter Merek HIOKI



# Gambar Capacitor Bank Terpasang



**Gambar Proses Pengukuran dan Pengumpulan Data**

