

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH PEMASANGAN KAPASITOR BANK TERHADAP BEBAN LISTRIK DI ALFAMART

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

ERIK PRANATA SARAGIH
1507220004



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

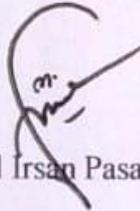
Nama : Erik Pranata Saragih
NPM : 1507220004
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap
Beban Listrik Di Alfamart

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

Medan, 18 Maret 2019

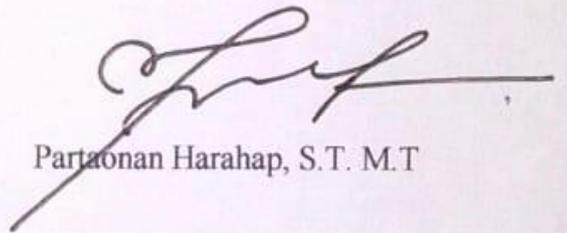
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



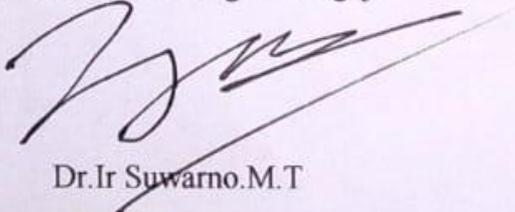
Faisal Irsan Pasaribu, S.T.M.T

Dosen Pembimbing II / Peguji



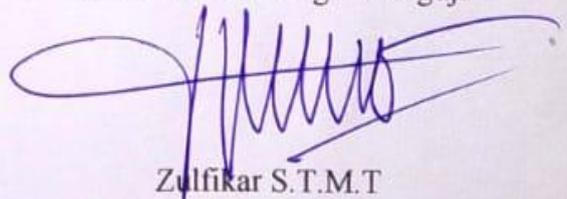
Partaonan Harahap, S.T. M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



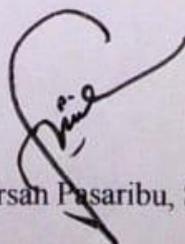
Dr. Ir Suwarno.M.T

Dosen Pembanding II / Peguji



Zulfikar S.T.M.T

Program Studi Teknik Elektro
Ketua,



Faisal Irsan Pasaribu, S.T. M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Erik Pranata Saragih
Tempat /Tanggal Lahir : Bah Biruh / 21 Desember 1994
NPM : 1507220004
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

“Analisa Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap Beban Listrik Di Alfamart”,

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

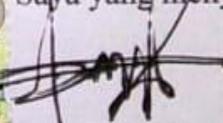
Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

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

Medan, 20 Maret 2019



Saya yang menyatakan,


Erik Pranata Saragih

ABSTRAK

Pada umumnya beban listrik yang sering digunakan dalam sehari-hari bersifat induktif dimana beban tersebut memiliki daya reaktif sehingga dapat menurunkan nilai dari faktor daya. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki nilai dari faktor daya dengan menambah kapasitor bank pada beban listrik. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen yaitu membandingkan hasil dari alat ukur sebelum dan sesudah menggunakan kapasitor bank pada beban listrik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setelah menggunakan kapasitor bank, faktor daya yang awalnya 0,978 menjadi 0.991. Jadi kapasitor bank 6 μf dapat memperbaiki faktor daya sebesar 0,013. Selain faktor daya, kapasitor bank juga mempengaruhi besar arus, daya aktif dan juga daya reaktif. Jadi dapat di simpulkan bahwa dengan penambahan kapasitor bank pada peralatan listrik, selain menghemat penggunaan arus listrik juga dapat memperpanjang umur dari peralatan tersebut.

Kata kunci : arus listrik , daya aktif, daya reaktif, faktor daya, dan kapasitor bank

ABSTRACT

In general, electrical loads that are often used in everyday life are inductive where the load has reactive power so that it can reduce the value of the power factor. This study aims to improve the value of the power factor by adding bank capacitors to the electrical load. The method used in this study is an experiment that is comparing the results of a measuring instrument before and after using a bank capacitor on an electric load. The results of this study indicate that after using bank capacitors, the initial power factor is 0.978 to 0.991. So 12 μf bank capacitors can improve the power factor by 0.013. In addition to the power factor, bank capacitors also affect the amount of current, active power and also reactive power. So it can be concluded that by adding bank capacitors to electrical equipment, besides saving electricity usage, it can also extend the life of the equipment.

Keywords: current, active power, reactive power, power factor, and bank capacitor

KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**ANALISA PENGARUH PEMASANGAN KAPASITOR BANK TERHADAP BEBAN LISTRIK DI ALFAMART** ” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

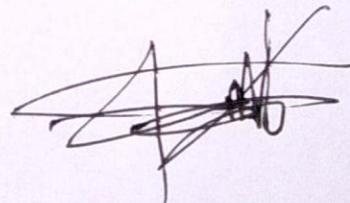
1. Orangtua penulis: Salmer Saragih dan Rapinna sitepu, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Partaonan Harahap, ST, M.T selaku Dosen Pimbimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak DR.Ir Suwarno.M.T, selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.4
5. Bapak Zulfikar S.T.M.T, selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik elektro kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Rekan-rekan stambuk 2015: Aidil Syahputera, Adam Pangestu, Nurhabibah Purba, Rio Arnot Saragih, Rodiatun Damanik, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Elektro.

Medan, 15 Maret 2019

Penulis,



Erik Pranata Saragih

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2 Kualitas Daya Listrik	6
2.3 Daya Listrik	7
2.3.1 Daya Aktif	8
2.3.2 Daya Reaktif	8
2.3.3 Daya Semu	9
2.3.4 Segitiga Daya	9
2.4 Faktor Daya	9
2.4.1 Faktor Daya Terbelakang	10
2.4.2 Faktor Daya Mendahului	10
2.5 Sifat Beban Listrik	12
2.5.1 Beban Resistif	12
2.5.2 Beban Kapasitif	12
2.5.3 Beban Induktif	12
2.5.4 Kapasitor Daya	13
2.6 Kapasitor Bank.....	14
2.6.1 Defenisi Kapasitor Bank.....	14
2.6.2 Prinsip Kerja Kapasitor Bank	18
2.6.3 Proses Kerja Kapasitor	18
2.6.4 Metoode Pemasangan Instalasi Kapasitor Bank.....	19
2.6.5 Kompnen-Komponen Kapasitor Bank	20
2.6.6 Menentukan Ukuran Kapasitor Untuk Memperbaiki Faktor Daya.....	22
2.6.7 Perawatan Dan Perlindungan Kapasitor Bank.....	23
2.7 Lampu TL.....	24
2.8 Lemari Pendingin	25

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Peralatan Penelitian	27
3.3 Jenis Data Penelitian	28
3.4 Prosedur penelitian	28
3.5 Jalannya Penelitian	29
3.6 Sumber Data	29
3.7 Teknik Analisa Data	30
3.8 Pengukuran Data Kelistrikan	30
3.9 Data Beban Penelitian	23
3.10 Bagan Alir Penelitian	34
3.11 Gambar Rangkaian Penelitian	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Penelitian	37
4.2 Hasil Perbandingan Sebelum dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	41
4.3 Analisa Data	42
4.3.1 Perbandingan Daya Aktif	42
4.3.1.1 Analisa Daya Aktif Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Dengan Beban 54 Buah Lampu TL	42
4.3.1.2 Analisa Daya Aktif Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 6 μf Dengan Beban 54 Buah Lampu TL	42
4.3.1.3 Analisa Daya Aktif Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Pada Lemari Pendingin	43
4.3.1.4 Analisa Daya Aktif Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 12 μf Pada Lemari Pendingin	43
4.3.2 Perbandingan Daya Semu	44
4.3.2.1 Analisa Daya Semu Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Dengan Beban 54 Buah Lampu TL	44
4.3.2.2 Analisa Daya Semu Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 12 μf Dengan Beban 54 Buah Lampu TL	44
4.3.2.3 Analisa Daya Semu Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Pada Lemari Pendingin	45
4.3.2.4 Analisa Daya Semu Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 12 μf Pada Lemari Pendingin	45
4.3.3 Perbandingan Daya Reaktif	46
4.3.3.1 Analisa Daya Reaktif Sebelum dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank Dengan Beban 54 Buah Lampu TL	46
4.3.3.2 Analisa Daya Reaktif Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 6 μf Dengan Beban 54 Buah Lampu TL	46

4.4 Menentukan Besar Kapasitor yang di Perlukan	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
Daftar Pustaka	
Lampiran	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	26
Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Beban Penelitian Sebelum Kapasitor Bank Terpasang.....	31
Tabel 3.3 Data Beban Penelitian	33
Tabel 4.1.1 Hasil Pengukuran Dengan Beban 54 Buah Lampu TL Sebelum Menggunakan Kapasitor Bank.....	39
Tabel 4.1.2 Hasil Pengukuran Dengan Beban 54 Buah Lampu TL Setelah pemasangan Kapasitor Bank Sebesar 6 μ f.....	40
Tabel 4.1.3 Hasil Pengukuran Pada Lemari Pendingin Sebelum Kapasitor Bank Terpasang.....	41
Tabel 4.1.4 Hasil Pengukuran Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 12 μ f Pada Lemari Pendingin	42
Tabel 4.1.5 Hasil Perbandingan Sebelum Dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	43

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Segitiga Daya.....	9
Gambar 2.2 Arus Tertinggal Dari Tegangan Sebesar Sudut ϕ	10
Gambar 2.3 Arus Medahului Tegangan Sebesar Sudut ϕ	10
Gamabr 2.4 Segitga Daya	16
Gambar 2.5 Cara Kerja Kapasitor Menyimpan Muatan Listirk	18
Gambar 2.6 Diagram Daya Untuk Menentukan Kapasitor	23
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian	34
Gambar 3.2 Rangkaian Penelitian Sebelum Menggunakan Kapasitor Bank Dengan Beban 54 Buah Lampu TL	35
Gambar 3.3 Rangkaian Sesudah Menggunakan Kapasitor Bank 6 μf Dengan Beban 54 Buah Lampu TL	36
Gambar 3.4 Rangkaian Sebelum Menggunakan Kapasitor Bank Pada Lemari Pendingin	37
Gambar 3.5 Rangkaian Sesudah Menggunakan Kapasitor Bank 12 μf Pada Lemari Pendingin	38
Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Dengan Beban 54 Buah Lampu TL Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank	39
Gambar 4.2 Hasil Pengukuran Dengan Beban 54 Buah Lampu TL Setelah Pemasangan Kapasitor Bank Sebesar 6 μf	40
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Pada Lemari Pendingin Sebelum Menggunakan Kapasitor Bank.....	41
Gambar 4.4 Hasil Pengukuran Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 12 μf Pada Lemari Pendingin	42
Grafik 4.1 Perbandingan Sebelum Dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank Dengan Beban 54 Buah Lampu TL	51
Grafik 4.6 Perbandingan Sebelum dan Setelah Menggunakan Kapasitor Bank Pada Lemari Pendingin	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan listrik dengan kapasitas besar terkadang menghadapi berbagai macam permasalahan. Permasalahan tersebut antara lain adanya rugi-rugi jaringan dan penurunan tegangan yang terjadi pada saluran. Untuk dapat memperbaiki kualitas daya listrik tersebut, maka perlu dilakukan pengukuran untuk mengetahui besar daya reaktif. Setelah melakukan perhitungan, maka dilakukan penentuan nilai kapasitor yang akan digunakan. Dengan melakukan tahap-tahap tersebut maka diharapkan pemasangan kapasitor bank mampu meningkatkan kualitas daya listrik[1].

Seperti pada supermarket, umumnya juga membutuhkan tenaga listrik yang besar terutama yang beroperasi selama 24 jam sedangkan pada akhir-akhir ini pemerintah sering mengumandangkan untuk hemat energy karena sumber energy negara Indonesia masih kurang.

Hal ini dilakukan pemerintah untuk mengantisipasi adanya krisis energi yang terjadi dan juga kurangnya jumlah pembangkit listrik di Indonesia jika di bandingkan dengan jumlah pertumbuhan konsumsi energi listrik pada sisi beban. Oleh karena itu, pada zaman sekarang setiap perusahaan atau supermarket rata-rata telah memasang kapasitor bank di panel control untuk menghemat energi listrik agar tidak mengalami kerugian dan kerusakan pada alat-alat elektronik [1].

Umumnya penyaluran akan daya listrik digunakan melayani beban-beban seperti: motor-motor listrik, freezer, Ac, lampu TL dan peralatan listrik lainnya yang mana beban-beban tersebut mengandung gulungan-gulungan kawat (induktor). Induktor merupakan komponen yang menyerap daya listrik untuk keperluan magnetisasi dan daya listrik tersebut disebut daya reaktif[4].

Suatu beban dikatakan induktif apabila beban tersebut membutuhkan daya reaktif dan disebut kapasitif apabila menghasilkan daya reaktif. Bertambahnya beban yang bersifat induktif membutuhkan daya reaktif yang sangat 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.[4]

Kebanyakan alat penghemat energi listrik yang dijual dipasaran hanya mengurangi daya reaktif tetapi daya aktif (KWh) yang harus dibayar para pelaku usaha-usaha ke PLN tidak turun secara signifikan atau malah bisa tetap, karena hanya menurunkan daya reaktif (VAR) bukan daya aktifnya (Kwh).

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka peneliti mencoba melakukan studi dan mengambil judul skripsi tentang: **“ANALISA PENGARUH PEMASANGAN KAPASITOR BANK TERHADAP BEBAN LISTRIK DI ALFAMART”** dimana kapasitor bank yang terpasang dapat memperbaiki faktor daya dan meminimalisir daya reaktif pada supermarket tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dikemukakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap faktor daya dengan beban 54 buah lampu TL
2. Bagaimana pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap faktor daya dengan beban 1 buah lemari pendingin
3. Berapa besar nilai perubahan faktor daya, daya aktif dan daya semu setelah pemasangan kapasitor bank

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penyusunan tugas akhir ini, penulis membatasi masalah yang akan di bahas yakni:

1. Peneliti hanya melakukan pengukuran faktor daya, daya aktif dan daya semu pada beban 54 buah lampu TL dan 1 buah lemari pendingin di Alfamart Sondi Raya kec Raya Kab Simalungun
2. Peneliti hanya menghitung daya reaktif yang di hasilkan oleh 54 buah lampu TL dan 1 buah lemari pendingin sehingga dapat menentukan nilai kapasitor bank yang akan di pasang.
3. Peneliti menggunakan alat ukur untuk mendapatkan seberapa besar perbedaan sebelum dan setelah menggunakan kapasitor bank.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini bertujuan untuk melihat besar daya reaktif yang di perbaiki sebagai hasil dari peningkatan faktor daya
2. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa berapa besar kapasitor bank yang di perlukan dengan beban 54 buah lampu TL dan 1 Buah Lemari Pendingin.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi pengaruh dari pemasangan kapasitor bank pada 54 buah lampu TL dan 1 buah lemari pendingin
2. Menambah wawasan dalam penggunaan kapasitor bank.
3. Memberikan informasi tentang nilai faktor daya yang dihasilkan sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank terhadap 54 buah lampu TL dan 1 buah lemari pendingin

4. Sebagai bahan acuan untuk mahasiswa Fakultas Teknik lainnya dalam memperbaiki faktor daya pada beban listrik lainnya

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran penulisan tugas akhir ini, diuraikan sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang merupakan penunjang didalam perencanaan dan tugas akhir.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian bab ini akan dipaparkan tentang lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, data penelitian, jalannya penelitian, jadwal penelitian.

BAB 4 : ANALISA DAN HASIL PENGUJIAN

Bab ini membahas mengenai analisis berupa data dan hasil dari data yang diteliti.

BAB 5 : PENUTUP

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari penyusunan skripsi ini.

Daftar Pustaka

Lampiran

Riwayat Hidup

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Penelitian ini didasari oleh penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Fahmi Hakim yang berjudul “Analisis Kebutuhan Capacitor Bank beserta implementasinya untuk memperbaiki faktor daya listrik di Politeknik Kota Malang”. Penelitian tersebut bertujuan untuk memperbaiki kualitas daya listrik dalam hal ini perbaikan faktor daya listrik Politeknik Kota Malang (Poltekcom)[3].

Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu pemasangan Capacitor Bank memperbaiki kualitas daya listrik Politeknik Kota Malang karena meningkatkan faktor daya menjadi 0,96 dan menurunkan daya reaktif menjadi 4,6 kVAr. Dengan meningkatnya faktor daya diatas 0,85 maka otomatis tagihan listrik direkening listrik PLN berupa denda kVAr akan hilang[3].

Meningkatnya pertumbuhan populasi manusia berdampak pada bertambahnya pertumbuhan beban dalam sistem tenaga listrik. Pertumbuhan beban tersebut diikuti dengan meningkatnya beban induktif pada konsumen maupun penyedia energi listrik. Oleh karena itu, perlu dilakukan perancangan dalam melakukan analisis studi pemasangan *power tech energy saver* untuk menanggulangi beban induktif [1].

Adanya beban listrik yang bersifat induktif, semua ini akan menyebabkan pergeseran fasa pada gelombang tegangan dan arus, serta faktor kerja daya listrik yang digunakan akan turun. Pada umumnya beban pada jaringan listrik adalah beban induktif yang membutuhkan daya reaktif, pada saat beban puncak yang dibutuhkan meningkat bahkan dapat lebih besar dari yang di bangkitkan oleh pembangkit tenaga listrik [2].

Pemasangan *power tech energy saver* dalam jaringan listrik industri diharapkan dapat menaikkan efisiensi faktor daya (cosphi). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemakaian *power tech energy saver* pada beban-beban induktif yang ada pada

peralatan industri terhadap kualitas daya listrik yang dipakai. Metode yang dipakai adalah metode eksperimen yaitu membandingkan hasil alat ukur sebelum dan sesudah pemakaian *power tech energy saver* pada peralatan-peralatan industri [4].

2.2 Kualitas Daya Listrik

Peningkatan terhadap kebutuhan dan konsumsi energi listrik yang baik dari segi kualitas dan kuantitas menjadi salah satu alasan mengapa perusahaan utilitas penyedia listrik perlu memberi perhatian terhadap isu kualitas daya listrik. Terlebih pada konsumen perindustrian yang membutuhkan supply listrik yang baik yaitu dari segi kontinuitas dan juga kualitas tegangan yang disupply (karena mesin - mesin pada perindustrian sensitif terhadap lonjakan/ ketidakstabilan tegangan) perlu diusahakan suatu sistem pendistribusian tenaga listrik yang dapat memberikan pelayanan yang memenuhi kriteria yang diinginkan konsumennya[4].

Istilah kualitas daya listrik bukanlah hal yang baru melainkan sudah menjadi hal yang penting pada industri sejak akhir 1980-an. Kualitas daya listrik memberikan gambaran akan baik buruknya suatu sistem ketenagalistrikan dalam mengatasi gangguan - gangguan pada sistem tersebut[4].

Roger C. Dugan memberikan empat alasan utama perlunya perhatian lebih akan masalah kualitas daya[4] :

1. Perangkat listrik yang digunakan pada saat ini sangat sensitif terhadap kualitas daya listrik yang mana perangkat berbasis mikroprosesor dan elektronika daya lainnya membutuhkan tegangan pelayanan yang stabil dan level tegangannya juga harus dijaga pada tegangan kerja perangkat tersebut.
2. Peningkatan yang ditekankan pada efisiensi daya / sistem kelistrikan secara keseluruhan yang mengakibatkan pertumbuhan lanjutan dalam aplikasi perangkat dengan efisiensi tinggi, seperti pengaturan kecepatan motor listrik dan penggunaan

kapasitor bank untuk koreksi faktor daya untuk mengurangi rugi – rugi. Hal ini mengakibatkan peningkatan tingkat harmonik pada sistem tenaga dan mengakibatkan banyak praktisi dibidang sistem tenaga listrikan khawatir akan dampak tersebut di masa depan (dikhawatirkan dapat menurunkan kemampuan dari sistem tersebut).

3. Meningkatnya kesadaran para konsumen akan masalah kualitas daya. Dimana pelanggan / konsumen menjadi lebih mengerti akan masalah seperti interupsi, sags, dan transient switching dan mengharapkan sistem utilitas listrik untuk meningkatkan kualitas daya yang dikirim.
4. Sistem tenaga listrik sekarang ini sudah banyak yang melakukan interkoneksi antar jaringan, di mana hal ini memberikan suatu konsekuensi bahwa kegagalan dari setiap komponen akan mengakibatkan kegagalan pada komponen lainnya.

Masalah yang dapat timbul dari sistem tenaga listrik dengan kualitas daya yang buruk dapat berupa masalah lonjakan/ perubahan tegangan, arus dan frekuensi yang akan menimbulkan kegagalan/ misoperasi peralatan.

Yang mana kegagalan ini merusak peralatan listrik baik dari sisi pengirim maupun sisi penerima. Untuk itu, demi mengantisipasi kerugian yang dapat terjadi baik dari PLN maupun para pengusaha di bidang industri, pihak PLN harus mengupayakan sistem ketenagalistrikan yang baik[4].

2.3 Daya Listrik

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari Tegangan (volt) dan arus (ampere). Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan[5] :

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots(\text{watt}) \dots\dots\dots (2.1)$$

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

Sehingga untuk mencari nilai energi aktif:

$$W = P \times t \dots\dots\dots(2.2)$$

- Dimana : $W = \text{Energi aktif (Watt-Hour)}$
 $t = \text{Waktu (Jam)}$

2.3.1 Daya Aktif (P)

Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Adapun persamaan dalam daya aktif sebagai berikut[6] :

Untuk satu fasa : $P = V \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots (2.3)$

Untuk tiga fasa : $P = 3 \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots (2.4)$

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

2.3.2 Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet.

Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, dan lain – lain.

Satuan daya reaktif adalah Var[6].

Untuk satu fasa; $Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \dots\dots\dots (2.5)$

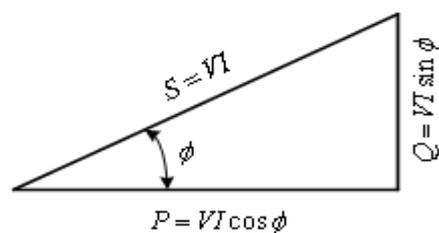
Untuk Tiga fasa; $Q = 3 \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi \dots\dots\dots (2.6)$

2.3.3 Daya Semu (S)

Daya Semu (Apparent Power) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan. Satuan daya semu adalah VA[6].

2.3.4 Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe - tipe daya yang berbeda antara daya semu, daya aktif dan daya reaktif berdasarkan prinsip trigonometri.[6]



Gambar 2.1 segitiga daya

Dimana berlaku hubungan :

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots (2.7)$$

$$P = S \cdot \cos \phi \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Q = S \cdot \sin \phi \dots\dots\dots (2.9)$$

2.4 Faktor Daya

Faktor daya ($\cos \phi$) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\cos \phi$ [6].

$$\text{Faktor Daya} = \text{Daya Aktif (P)} / \text{Daya Semu (S)}$$

$$= \text{kW} / \text{kVA}$$

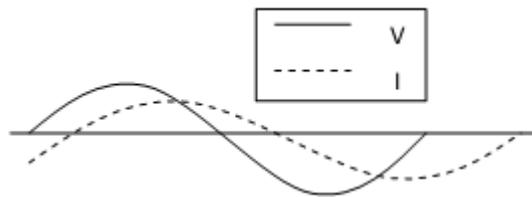
$$= V \cdot I \cos \phi / V \cdot I$$

$$= \cos \phi$$

2.4.1 Faktor Daya Terbelakang (*Lagging*)

Faktor daya terbelakang (*lagging*) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut [6]:

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

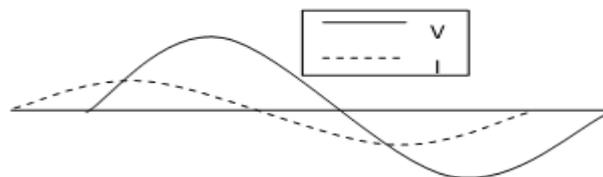


Gambar 2.2 Arus tertinggal dari tegangan sebesar sudut ϕ

2.4.2 Faktor Daya Mendahului (*Leading*)

Faktor daya mendahului (*leading*) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut[6]:

1. Beban/peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif
2. Arus mendahului tegangan, V terbelakang dari I dengan sudut ϕ



Gambar 2.3 Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut ϕ

Faktor daya mempunyai nilai range antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen. Faktor daya yang bagus apabila bernilai mendekati satu.

$$\begin{aligned} \text{Tan } \varphi &= \frac{\text{Daya Reaktif (Q)}}{\text{Daya Aktif (P)}} \\ &= \frac{\text{kVAR}}{\text{kW}} \end{aligned}$$

Karena komponen daya aktif umumnya konstan (komponen kVA dan kVAR berubah sesuai dengan faktor daya), dapat juga di tulis sebagai berikut:

$$\text{Daya Reaktif (Q)} = \text{Daya Aktif (P)} \times \text{Tan } \varphi \dots\dots\dots (2.10)$$

Sebuah contoh, rating kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya sebagai berikut :

$$\text{Daya reaktif pada pf awal} = \text{Daya Aktif (P)} \times \text{Tan } \varphi_1 \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Daya reaktif pada pf diperbaiki} = \text{Daya Aktif (P)} \times \text{Tan } \varphi_2 \dots\dots\dots (2.12)$$

Sehingga rating kapasitor yang diperlukan untuk memperbaiki faktor daya adalah:

$$\text{Daya reaktif (kVAR)} = \text{Daya Aktif (kW)} \times (\text{Tan } \varphi_1 - \text{Tan } \varphi_2) \dots\dots\dots (2.13)$$

Beberapa keuntungan meningkatkan faktor daya[6] :

- a) Tagihan listrik akan menjadi kecil (PLN akan memberikan denda jika pf lebih kecil dari 0,85)
- b) Kapasitas distribusi sistem tenaga listrik akan meningkat
- c) Mengurangi rugi – rugi daya pada sistem.
- d) Adanya peningkatan tegangan karena daya meningkat. Jika pf lebih kecil dari 0,85 maka kapasitas daya aktif (kW) yang digunakan akan berkurang. Kapasitas itu akan terus menurun seiring dengan menurunnya pf sistem kelistrikan[3].

2.5 Sifat Beban Listrik

Dalam suatu rangkaian listrik selalu dijumpai suatu sumber dan beban. Bila sumber listrik DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol. Reaktansi induktif (XL) akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut akan *short circuit*. Reaktansi kapasitif (XC) akan menjadi tak berhingga yang berarti bahwa kapasitif tersebut akan *open circuit*. Jadi sumber DC akan mengakibatkan beban induktif dan beban kapasitif tidak akan berpengaruh pada rangkaian. Bila sumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3 sebagai berikut[6] :

2.5.1 Beban Resistif (R)

Beban resistif yang merupakan suatu resistor murni, contoh : lampu pijar, pemanas. Beban ini hanya menyerap daya aktif dan tidak menyerap daya reaktif sama sekali. Tegangan dan arus se-fasa. Secara matematis dinyatakan :

$$R = V / I \dots\dots\dots(2.14)$$

2.5.2 Beban Kapasitif (C)

Beban kapasitif adalah beban yang mengandung suatu rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0–1 “*leading*”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan mengeluarkan daya reaktif (kVAR). Arus mendahului tegangan sebesar ϕ° [3].

2.5.3 Beban Induktif (L)

Beban induktif (L) yaitu beban yang terdiri dari kumparan kawat yang dililitkan pada suatu inti, seperti *coil*, motor- motor listrik, transformator, dan selenoida. Beban jenis ini dapat menyebabkan pergeseran fasa pada arus sehingga bersifat *lagging*.

Apabila arus yang berubah-ubah mengalir melewati induktor maka pada induktor tersebut terbangkit ggl. Arus AC adalah arus yang berubah-ubah. Hubungan antara arus dan tegangan suplai pada induktor dapat juga secara grafis sinusoida.

2.5 Kapasitor Daya

Upaya penghematan terhadap penggunaan daya listrik pada saat ini mutlak diperlukan di industri, institusi, maupun rumah tangga. Hal ini dikarenakan semakin berkurangnya sumber energi tidak terbarukan. Salah satu upaya penghematan yang bisa dilakukan adalah dengan perbaikan faktor daya listrik.

Seperti yang telah diketahui pada umumnya, faktor daya listrik adalah nilai perbandingan antara daya aktif terhadap daya nyata. Faktor daya dikatakan baik apabila mempunyai nilai mendekati satu. Peningkatan nilai faktor daya dapat dilakukan dengan mengatur nilai dari daya reaktif karena nilai dari daya aktif selalu konstan dengan menggunakan metode kompensasi daya reaktif. Metode tersebut diaplikasikan pada sebuah alat yang bernama Kapasitor bank (7).

Kapasitor daya merupakan suatu peralatan yang amat sederhana yaitu suatu peralatan yang terdiri dari dua pelat metal yang dipisahkan oleh dielektrik (bahan isolasi). Adapun bagian dari kapasitor daya yaitu kertas, foil dan cairan yang telah diimpregnasi, tidak ada bagian yang bergerak akan tetapi terdapat gaya yang bekerja sebagai fungsi dari medan listrik. Sistem penghantar biasanya terbuat dari aluminium murni atau semprotan logam. Sistem dielektriknya dapat dibuat dari kertas atau plastik dengan cairan perekat.

2.6 Kapasitor Bank

2.6.1 Definisi Kapasitor Bank

Kapasitor bank adalah peralatan elektrik untuk meningkatkan power factor (PF), yang akan mempengaruhi besarnya arus (Ampere). Pemasangan kapasitor bank pada sebuah sistem listrik akan memberikan keuntungan sebagai berikut [1].

1. Peningkatan kemampuan jaringan dalam menyalurkan daya
2. Optimasi biaya : ukuran kabel diperkecil
3. Mengurangi besarnya nilai "*drop voltage*"
4. Mengurangi naiknya arus/suhu pada kabel, sehingga mengurangi rugi-rugi daya

Peningkatan faktor daya ini tergantung dari seberapa besar nilai kapasitor yang dipasang (dalam kVAR). Sehingga denda VARh Anda bisa dikurangi. Pada kehidupan modern dimana salah satu cirinya adalah pemakaian energi listrik yang besar[1]

Besarnya energi atau beban listrik yang dipakai ditentukan oleh reaktansi (R), induktansi (L) dan kapasitansi (C). Besarnya pemakaian energi listrik itu disebabkan karena banyak dan beraneka ragam peralatan (beban) listrik yang digunakan.

Sedangkan beban listrik yang digunakan umumnya bersifat induktif dan kapasitif. Di mana beban induktif (positif) membutuhkan daya reaktif seperti trafo pada *rectifier*, motor induksi (AC) dan lampu TL, sedang beban kapasitif (negatif) mengeluarkan daya reaktif [1].

Daya reaktif itu merupakan daya tidak berguna sehingga tidak dapat dirubah menjadi tenaga akan tetapi diperlukan untuk proses transmisi energi listrik pada beban. Jadi yang menyebabkan pemborosan energi listrik adalah banyaknya peralatan yang bersifat induktif. Berarti dalam menggunakan energi listrik ternyata pelanggan tidak hanya dibebani oleh daya aktif (kW) saja tetapi juga daya reaktif (kVAR). Penjumlahan kedua daya itu akan menghasilkan daya nyata yang merupakan daya yang disuplai oleh PLN [1].

Jika nilai daya itu diperbesar yang biasanya dilakukan oleh pelanggan industri maka rugi-rugi daya menjadi besar sedang daya aktif (kW) dan tegangan yang sampai ke konsumen berkurang. Dengan demikian produksi pada industri itu akan menurun. Hal ini tentunya tidak boleh terjadi untuk itu suplai daya dari PLN harus ditambah berarti penambahan biaya. Karena daya itu,

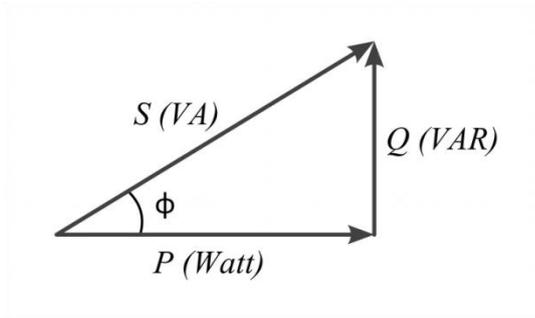
$$P = V.I \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan : P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Maka dengan bertambah besarnya daya berarti terjadi penurunan harga V dan naiknya harga I. Dengan demikian daya aktif, daya reaktif dan daya nyata merupakan suatu kesatuan yang kalau digambarkan seperti segi tiga siku-siku pada gambar berikut ini.



Gambar 2.4 Segitiga Daya

Karakteristik Beban Induktif

$$P = V \cdot I \cos \phi \dots\dots\dots(2.14)$$

$$Q = V \cdot I \sin \phi \dots\dots\dots (2.15)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ atau } S = V \cdot I \dots\dots\dots (2.16)$$

$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya nyata}}{\text{Daya semu}} = \cos \phi \dots\dots\dots (2.17)$$

- Dimana :
- P = Daya
 - V= Tegangan
 - I= Arus
 - cos φ = Faktor Daya
 - Q = Daya Reaktif
 - S = Daya Semu

Seperti yang kita ketahui bahwa harga cos φ adalah mulai dari 0 s/d 1. Berarti kondisi terbaik yaitu pada saat harga P (kW) maksimum [P (kW) = S (kVA)] atau harga cos φ = 1 dan ini disebut juga dengan cos φ yang terbaik. Namun dalam kenyataannya harga cos φ yang ditentukan oleh PLN sebagai pihak yang mensuplai daya adalah sebesar 0,8. Jadi untuk harga cos φ < 0,8 berarti pf dikatakan tidak bagus[1]:.

Jika pf pelanggan tidak bagus (rendah) maka kapasitas daya aktif (kW) yang dapat digunakan pelanggan akan berkurang. Kapasitas itu akan terus menurun seiring dengan semakin menurunnya pf sistem kelistrikan pelanggan.

Akibat menurunnya pf itu, maka akan muncul beberapa persoalan sebagai berikut[1]:

- a. Membesarnya penggunaan daya listrik kWH karena rugi-rugi.
- b. Membesarnya penggunaan daya listrik kVAR.
- c. Mutu listrik menjadi rendah karena jatuh tegangan.

Secara teoritis sistem dengan pf yang rendah tentunya akan menyebabkan arus yang dibutuhkan dari pensuplai menjadi besar. Hal ini akan menyebabkan rugi-rugi daya (daya reaktif) dan jatuh tegangan menjadi besar. Dengan demikian denda harus dibayar sebab pemakaian daya reaktif meningkat menjadi besar.

Denda atau biaya kelebihan daya reaktif dikenakan apabila jumlah pemakaian kVARH yang tercatat dalam sebulan lebih tinggi dari 0,62 jumlah kWH pada bulan yang bersangkutan sehingga pf rata-rata kurang dari 0,85[1].

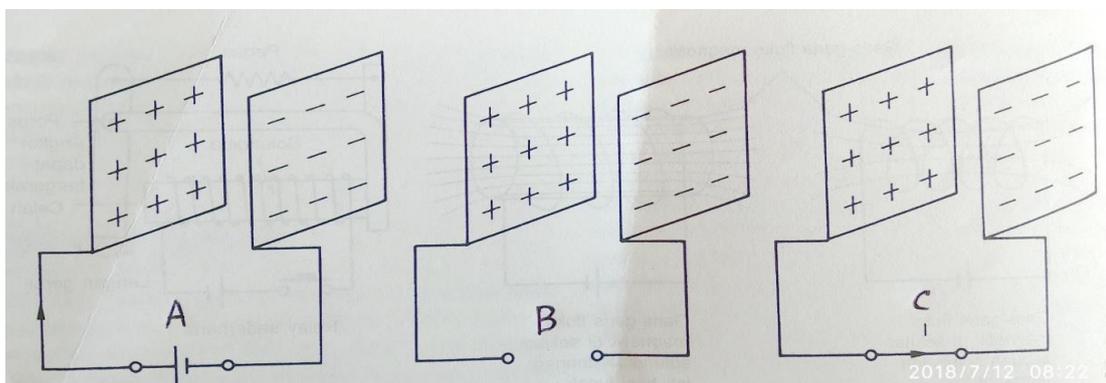
Berdasarkan dari cara kerjanya, kapasitor bank dibedakan menjadi 2 :

1) **Fixed type**, yaitu dengan memberikan sebuah beban kapasitif yang tetap ataupun berubah-ubah pada beban. Biasanya digunakan pada beban langsung seperti pada motor induksi. Pada tipe ini harus dipertimbangkan adalah pada saat pemasangan kapasitor bank tanpa beban[7].

2) **Automatic type**, yaitu memberikan beban kapasitif yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan kapasitor bank yang terpasang. Pada tipe ini jenis panel dilengkapi dengan sebuah *Power Factor Controller* (PFC) sebagai pengaman. PFC akan menjaga cos phi pada jaringan listrik yang sesuai dengan target yang ditentukan. Apabila pada tipe ini terjadi perubahan beban, maka PFC secara otomatis akan memperbaiki cos phi[7].

2.6.2 Prinsip Kerja Kapasitor

Dimana suatu kapasitor sangat terkait dengan kemampuan untuk menyimpan muatan listrik yang berguna dalam mengendalikan arus listrik. Di satu sisi, kapasitor mirip seperti baterai. Meskipun kapasitor dan baterai bekerja dengan cara yang sama sekali berbeda, proses kerja kapasitor yaitu bila dua buah benda bermuatan dan berlainan tanda yang pisahkan oleh suatu benda dielektrik maka akan terdapat kapasitansi diantara kedua benda tersebut.[1].



Gambar 2.5 Cara Kerja Kapasitor Menyimpan Muatan Listrik

Keterangan: A = Kondisi pemuatan

B = Kondisi pelepasan muatan

C = Muatan terperangkap

2.6.3 Proses Kerja Kapasitor

Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar pf dipasang paralel dengan rangkaian beban. Bila rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukannya, dengan demikian pada saat itulah 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.[1]

Rugi-rugi daya sebelum dipasang kapasitor

$$\text{Rugi daya aktif} = I^2 R \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.19)$$

$$\text{Rugi daya reaktif} = I^2 \times X_c \text{ (VAR)} \dots\dots\dots (2.20)$$

Rugi-rugi daya sesudah dipasang kapasitor :

$$\text{Rugi daya aktif} = (I^2 - I_c^2) R \text{ (Watt)} \dots\dots\dots (2.21)$$

$$\text{Rugi daya reaktif} = (I^2 - I_c^2) \times X_c \text{ (VAR)} \dots\dots\dots (2.22)$$

2.6.4 Metode Pemasangan Instalasi Kapasitor Bank

Adapun cara memasang kapasitor bank pada instalasi listrik dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu [7]:

1) Global compensation

Dengan metode ini kapasitor bank dipasang pada induk panel *mine distribution panel* (MDP) dan arus yang turun dari pemasangan model ini hanya pada penghantar antara panel MDP dan transformator .

2) Sectoral Compensation

Dengan metoda ini pemasangan kapasitor bank yang terdiri dari beberapa panel kapasitor yang akan dipasang pada setiap panel *sub distribution panel* (SDP).

3) Individual Compensation

Dengan metoda ini kapasitor bank langsung dipasang pada masing masing beban yang akan digunakan khususnya beban yang mempunyai daya yang besar.

2.6.5 Komponen-komponen Kapasitor bank

1. *Main switch / load Break switch*

Main switch ini sebagai peralatan kontrol dan isolasi jika ada pemeliharaan panel . Sedangkan untuk pengaman kabel / instalasi sudah tersedia disisi atasnya dari PDU. *Main switch* atau lebih dikenal *load break switch* adalah peralatan pemutus dan penyambung yang sifatnya on load yakni dapat diputus dan disambung dalam keadaan berbeban, berbeda dengan *on-off switch* model *knife* yang hanya dioperasikan pada saat tidak berbeban .Untuk menentukan kapasitas yang dipakai dengan perhitungan minimal 25 % lebih besar dari perhitungan KVar terpasang.

2. Kapasitor *Breaker*

Kapasitor *Breaker* digunakan untuk mengamankan instalasi kabel dari *breaker* ke Kapasitor bank dan juga kapasitor itu sendiri. Kapasitas *breaker* yang digunakan sebesar 1,5 kali dari arus nominal dengan $I_m = 10 \times I_r$. Untuk menghitung besarnya arus dapat digunakan rumus $I_n = Q_c / 3 \cdot V_L$. Sebagai contoh : masing masing steps dari 10 steps besarnya 20 Kvar maka dengan menggunakan rumus diatas didapat besarnya arus sebesar 29 ampere , maka pemilihan kapasitas breaker sebesar $29 + 50 \% = 43 \text{ A}$ atau yang dipakai 40 Ampere.

Selain *breaker* dapat pula digunakan *Fuse* , Pemakaian *Fuse* ini sebenarnya lebih baik karena respon dari kondisi *over current* dan *Short circuit* lebih baik namun tidak efisien dalam pengoperasian jika dalam kondisi putus harus selalu ada penggantian fuse. Jika memakai *fuse* perhitungannya juga sama dengan pemakaian *breaker*[6].

3. *Magnetic Contactor*

Magnetic contactor diperlukan sebagai Peralatan kontrol. Beban kapasitor mempunyai arus puncak yang tinggi , lebih tinggi dari beban motor. Untuk pemilihan *magnetic contactor* minimal 10 % lebih tinggi dari arus nominal (pada AC dengan beban induktif/kapasitif). Pemilihan *magnetic* dengan *range* ampere lebih tinggi akan lebih baik sehingga umur pemakaian *magnetic contactor* lebih lama[6].

4. *Kapasitor Bank*

Kapasitor bank adalah peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang akan berfungsi sebagai penyeimbang sifat induktif. Kapasitas kapasitor dari ukuran 5 KVar sampai 60 Kvar. Dari tegangan kerja 230 V sampai 525 Volt[6].

5. *Reactive Power Regulator*

Peralatan ini berfungsi untuk mengatur kerja kontaktor agar daya reaktif yang akan disupply ke jaringan/ system dapat bekerja sesuai kapasitas yang dibutuhkan. Dengan acuan pembacaan besaran arus dan tegangan pada sisi utama *Breaker* maka daya reaktif yang dibutuhkan dapat terbaca dan regulator inilah yang akan mengatur kapan dan berapa daya reaktif yang diperlukan.

Peralatan ini mempunyai bermacam macam steps dari 6 steps , 12 steps sampai 18 steps. Peralatan tambahan yang biasa digunakan pada panel kapasitor antara lain :

- *Push button on* dan *push button off* yang berfungsi mengoperasikan *magnetic contactor* secara manual.- *Selektor auto – off – manual* yang berfungsi memilih system operasional auto dari modul atau manual dari *push button*.

- *Exhaust fan + thermostat* yang berfungsi mengatur *ambient temperature* dalam ruang panel kapasitor. Karena kapasitor , kontaktor dan kabel penghantar mempunyai disipasi daya panas yang besar maka temperature ruangpanel meningkat. Setelah setting dari *thermostat* terlampaui maka exhaust fan akan otomatis berhenti[6].

6. Setup C/K PFR

Capacitor Bank agar *Power Factor Regulator* (PFR) yang terpasang pada *Panel Capacitor Bank* dapat bekerja secara maksimal dalam melakukan otomatisasi mengendalikan kerja *capacitor* maka diperlukan *setup C/K* yang sesuai[6].

2.6.6 Menentukan Ukuran Kapasitor untuk Memerbaiki faktor daya

Ukuran kapasitor untuk memperbaiki faktor daya sistem pada titik-titik tertentu dapat secara manual untuk sistem distribusi yang relatif kecil, KVAR kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya $\cos \phi$ 1 sampai dengan $\cos \phi$ 2. Ada beberapa Metode dalam mencari ukuran kapasitor untuk perbaikan faktor daya seperti dengan metode perhitungan sederhana, metode tabel kompensasi dan metode diagram[6]

a. Metode perhitungan sederhana

Dalam metode sederhana dapat kita mencari ukuran kapasitor data yang diperlukan antara lain :

$$\text{Daya Semu} = S \text{ (kVA)}$$

$$\text{Daya Aktif} = P \text{ (kW)}$$

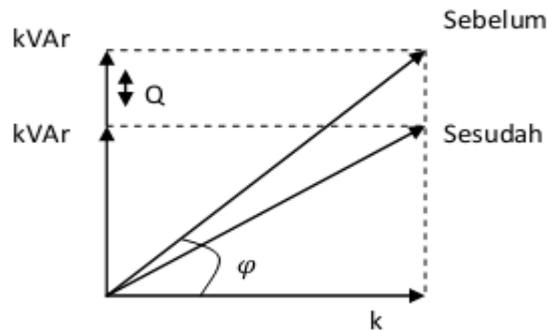
$$\text{Daya Reaktif} = Q$$

Agar mempermudah mengingat simbol Daya reaktif kita gunakan simbol QL (Daya reaktif PF lama) dan QB (Daya Reaktif PF baru). Jadi dapat kita simpulkan bahwa persamaan perhitungan sederhana yaitu :

$$Q_c = Q_L - Q_B$$

b. Metode Diagram

Dalam menentukan besarnya kapasitor yang dibutuhkan diperlukan diagram sebelum kompensasi dan sesudah kompensasi maka dapat di gambarkan sebagai berikut [6]:



Gambar 2.6 Diagram Daya Untuk Menentukan Kapasitor

Dapat di peroleh persamaan sebagai berikut :

$$Q_c = kW (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \dots\dots\dots(2.22)$$

2.6.7 Perawatan dan Perlindungan Kapasitor Bank

Kapasitor bank yang digunakan untuk perbaikan faktor daya supaya tahan lama, maka harus dirawat secara rutin dan teratur. Dalam perawatannya, kapasitor bank harus ditempatkan pada tempat yang lembab dan tidak basah yang tidak terlindungi dari debu dan kotoran.

Sebelum melakukan pemeriksaan, maka kapasitor bank tidak terhubung lagi dengan sumber listrik. Adapun jenis pemeriksaan yang harus dilakukan yaitu [7]:

- 1) Pemeriksaan kebocoran.
- 2) Pemeriksaan kabel dan penyangga kapasitor.
- 3) Pemeriksaan isolator.

Untuk meminimalkan kemungkinan kegagalan, sekering pemegang pembuangan atau pecahnya kasus kapasitor bank, atau keduanya, standar memaksakan batasan ke energy maksimum total yang tersimpan dalam sebuah kelompok yang terhubung paralel ke 4659 KVAR. [1]

Agar tidak melanggar batas ini, kelompok yang lebih kapasitor bank dari rating tegangan rendah dihubungkan secara seri dengan lebih sedikit unit secara paralel setiap kelompok dapat menjadi solusi yang cocok. Namun, hal ini dapat mengurangi sensitivitas skema deteksi ketidakseimbangan. Memisahkan kapasitor bank menjadi 2 bagian yaitu

hubungan seri, solusi ini dapat digunakan untuk skema ketidakseimbangan yang lebih baik untuk dideteksi.

Kemungkinan lain adalah penggunaan sekering pembatas arus. Koneksi optimal untuk SCB tergantung pada pemanfaatan terbaik dari peringkat tegangan yang tersedia unit kapasitor, sekering, dan menyampaikan pelindung. Hampir semua kapasitor bank gardu yang terhubung seri. Maka setiap pemakaian kapasitor bank bagaimanapun harus dihubungkan secara seri atau paralel[1].

2.7 Lampu TL

Lampu TL sebagai sumber penerangan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan lampu pijar, diantaranya[10]:

1. pada daya yang sama, cahaya yang dihasilkan oleh lampu TL lebih terang.
2. Cahaya yang dihasilkan lembut (tidak sakit dimata).
3. Umur lebih panjang.

Dibalik keunggulan yang dimiliki oleh lampu TL, ternyata lampu TL memiliki beberapa kelemahan/ kekurangan , antara lain[10]:

1. tidak dapat menyala pada catu daya yang memiliki regulasi tegangan buruk (tegangan sumber dibawah rating tegangan lampu TL).
2. Memerlukan trafo ballast elektromagnetik dan starter.
3. Memiliki faktor daya rendah (lampu TL dengan ballast elektromagnetik)

2.8 Lemari Pendingin

Teknik pendingin (refrigerasi) adalah suatu ilmu yang mempelajari suatu sistem pendingin dengan jalan perpindahan panas dari suatu tempat yang bertemperatur rendah ke suatu tempat yang bertemperatur lebih tinggi. Secara garis besar teknik pendingin (refrigerasi) bertujuan antara lain[11]:

- a) Untuk mengurangi atau menurunkan temperature dari suatu zat.
- b) Mengubah phasa suatu zat dari suatu keadaan menjadi keadaan lain, misalnya:
Uap → Air → Es
- c) Memelihara suatu zat atau ruangan di dalam suatu kondisi tertentu. Teknik pendingin (refrigerasi) dapat dimanfaatkan pada berbagai bidang, antara lain:
 - 1) Industri: gudang pendingin, industri pembuatan balok Es
 - 2) Rumah tangga (domestic): Pengkondisian udara unit (AC), lemari/ruang pendingin (kulkas)
 - 3) Sistem pengkondisian udara: Swalayan, Transpotasi laut, Hotel

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dalam tugas akhir ini yaitu Alfamart jln Sutomo Kec Raya Kab Simalungun Adapun jadwal penelitian peralatan listrik di Alfamart tersebut dapat di lihat pada tabel 3.1 di bawah ini :

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Tgl / Bulan / Tahun	Pukul	Uraian	Keterangan
1	12 february 2019	20.00-21.00	Melakukan pengujian dengan beban 54 buah lampu TL dan mencatat/foto hasil alat ukur Power Meter sebelum dan sesudah menggunakan kapasitor bank	Alfamart jln Sutomo Kec Raya Kab Simalungun
2	20 february 2019	19.30-20.00	Melakukan pengujian terhadap lemari pendingin dan mencatat/foto hasil alat ukur Power Meter sebelum dan sesudah menggunakan kapasitor bank	Alfamart jln Sutomo Kec Raya Kab Simalungun

3.2 Peralatan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut;

1. Power meter, digunakan sebagai alat ukur untuk menampilkan nilai tegangan, arus, frekwensi, faktor daya, dan daya.
2. Stop kontak, sebagai penghubung antar kapasitor bank dengan beban penelitian
3. 1 grup arus listrik dengan 54 buah lampu TL .
4. 1 buah lemari pendingin
5. Kapasitor Bank 6 μf , dan 12 μf , sebagai bahan yang akan di teliti.
6. Microsof Word 2007, digunakan sebagai pengetikan dalam penelitian.
7. Paint, digunakan sebagai pembuatan/edit gambar dalam penelitian.
8. Laptop

3.3 Jenis Data Penelitian

Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari peninjauan dan pengukuran di lapangan atau survey langsung dilapangan.

Data Sekunder

Merupakan penunjang dari hasil penelitian yang diperoleh dari lapangan. Pengumpulan data sekunder diambil dari kantor-kantor instansi pemerintah atau lembaga penelitian atau studi yang telah ada sebelumnya. Data tersebut berupa buku-buku makalah atau laporan.

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang harus diketahui dalam melaksanakan suatu penelitian antara lain sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan penelitian.
2. Menghubungkan *power* meter ke stop kontak kemudian output dari power meter dihubungkan ke stop kontak sebagai terminal pada beban yaitu 54 buah lampu TL dan lemari pendingin
3. Menghidupkan 2 buah beban tersebut.
4. Setelah 2 menit beban dalam kondisi hidup, kemudian mencatat/foto nilai hasil pengukuran power meter sebelum pemasangan Kapasitor Bank
5. Menghitung besar kapasitor bank yang akan di perlukan dalam memperbaiki $\cos \varphi$
6. Setelah dihitung, memasang kapasitor bank secara paralel dengan beban.
7. Mengamati *power meter* setelah 5 menit kapasitor bank terpasang kemudian mencatat/foto nilai hasil pengukuran *power meter*.

8. Melihat hasil perbandingan yang terjadi sebelum dan sesudah pemasangan Kapasitor Bank dari data yang telah di catat atau di foto.
9. Kemudian melepas kembali semua alat dan bahan yang digunakan dan merapikannya.
10. Selesai.

3.5 Jalannya Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan tema permasalahan yang akan diteliti dengan cara melakukan studi pustaka guna memperoleh berbagai teori-teori dan konsep yang akan mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Mencari data dari pengujian penggunaan Kapasitor Bank terhadap freezer dan lemari pendingin sehingga didapatkan data yang dibutuhkan untuk diolah pada bab selanjutnya.

3.6 Sumber Data

Data-data yang diperlukan dalam proses pembuatan laporan ini diperoleh dari:

1. Observasi

Pengambilan data yang sesuai dengan lokasi penelitian untuk selanjutnya di analisis.

2. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara menanyakan hal – hal yang sekiranya belum penulis ketahui kepada pembimbing lapangan.

3. Studi Pustaka

Metode ini dilakukan dengan membaca buku-buku dan jurnal terkini sesuai dengan penelitian yang dilakukan serta mencari data yang diperlukan mengenai hal-hal atau materi yang dianalisa.

4. Bimbingan

Metode ini dilakukan dengan cara meminta bimbingan untuk hal yang berkaitan dengan analisa dari penelitian ini dari pembimbing, baik dosen maupun di lapangan.

3.7 Teknik Analisis Data

Analisa data merupakan salah satu langkah penting dalam penelitian, terutama bila digunakan sebagai generalisasi atau simpulan tentang masalah yang diteliti. Dalam melakukan perhitungan nantinya, akan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan, yaitu: *Metode Segitiga Daya*.

Dalam metode ini besarnya daya reaktif awal sebelum pemasangan kapasitor bank dihitung dengan $\cos \phi_1$ dan daya reaktif akhir dihitung dengan $\cos \phi_2$, atau besarnya daya reaktif yang diperbaiki oleh kapasitor bank dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$Q_c = P (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

Q_c = kompensasi daya reaktif (KVAR)

P = daya aktif (KW)

$\cos \phi_1$ = faktor daya sekarang

$\cos \phi_2$ = faktor daya yang diinginkan

3.8 Pengukuran Data Kelistrikan

Untuk mengukur besaran listrik yang diperlukan digunakan alat ukur *Power Meter*. Alat ukur ini mampu mengukur parameter- parameter yang diperlukan, antara lain: arus, tegangan, faktor daya, %THD_i pada pengukuran satu fasa dan untuk sistem tiga fasa mampu mengukur daya aktif, daya semu.

Berikut hasil pengukuran pada 54 buah lampu TL dan 1 lemari pendingin sebelum penggunaan kapasitor bank yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Beban Penelitian Sebelum Kapasitor Bank Terpasang

54 Buah lampu TL		1 lemari pendingin	
Besaran Listrik	Sebelum Pemasangan kapasitor	Besaran Listrik	Sebelum Pemasangan kapasitor
Arus (I)	3,35 A	Arus (I)	3,03 A
Tegangan (V)	216,3 V	Tegangan (V)	214,9 V
Cos ϕ 1	0,97 lagging	Cos ϕ 1	0,96 lagging
ϕ 1	14,06°	ϕ 1	16,26°
Daya Semu	724,6 VA	Daya Semu	628,03VA
Daya Aktif	709,3 Watt	Daya Aktif	651,14Watt

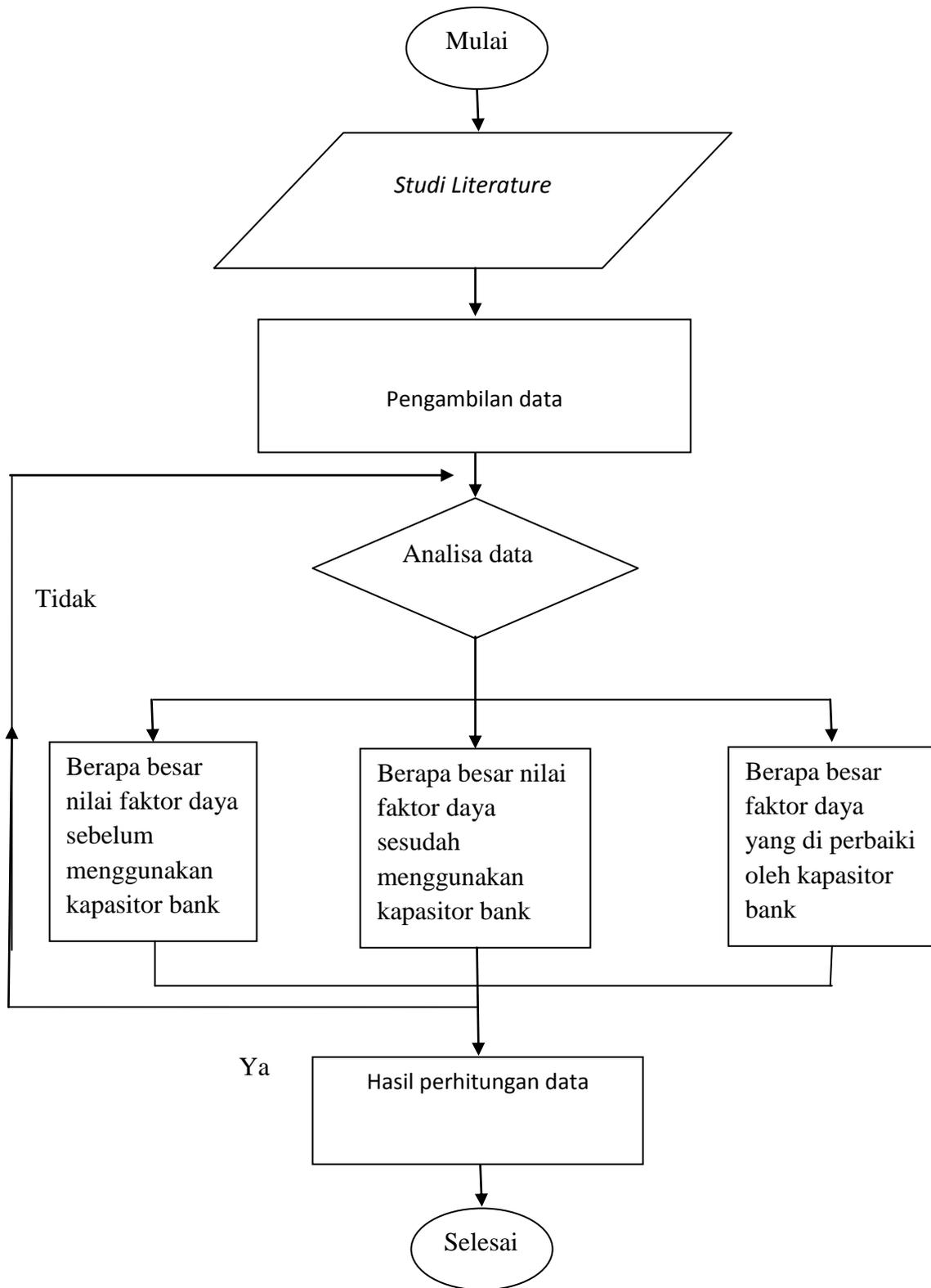
3.9 Data Beban Penelitian

Setelah melakukan pengukuran pada alfamart tersebut,berikut data beban penelitian yang di peroleh.

Tabel 3.3 Data Beban Penelitian

No	Beban	Jumlah beban	Daya (w)	Tegangan (v)	Waktu
1	Lampu TL led 13 watt	54	709,3 watt	214,0 V	10 menit
2	Lemari Pendingin	1	628,03 watt	214,9 V	10 menit

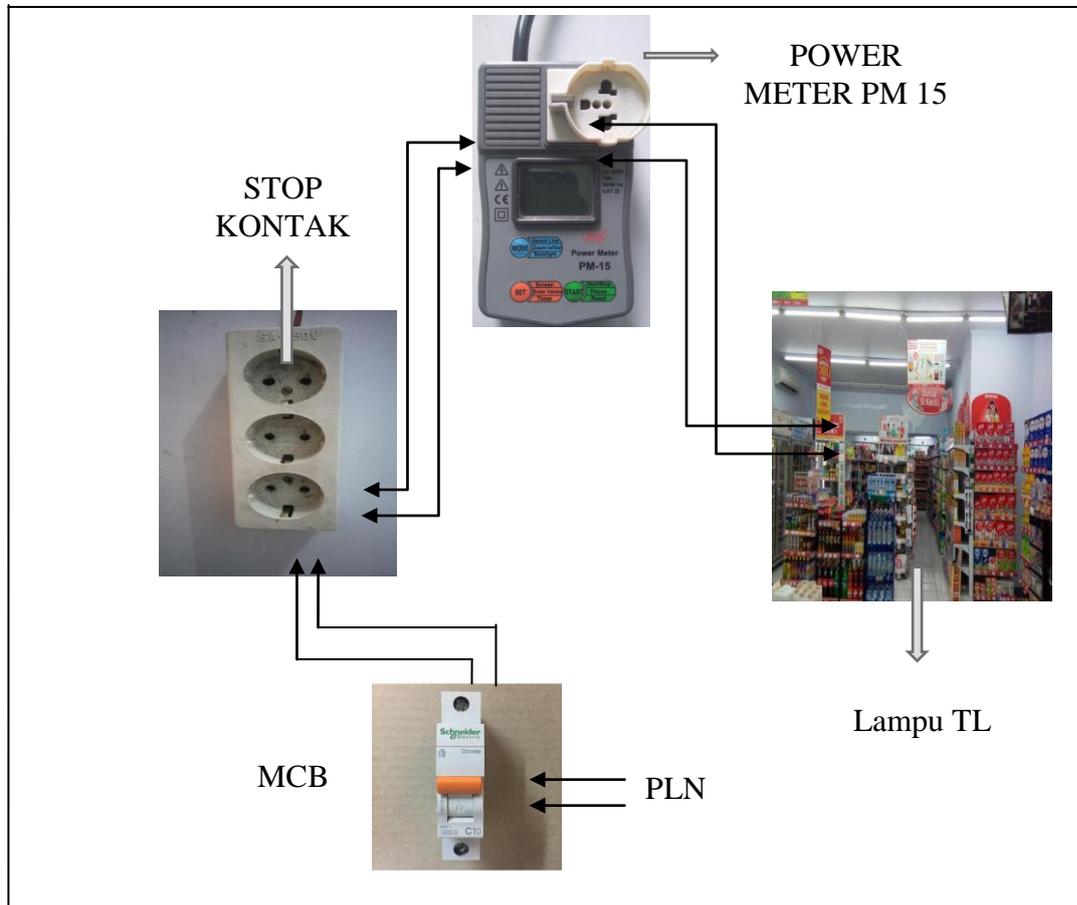
3.10 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 *Flowcart* Penelitian

3.11 Gambar Rangkaian Penelitian

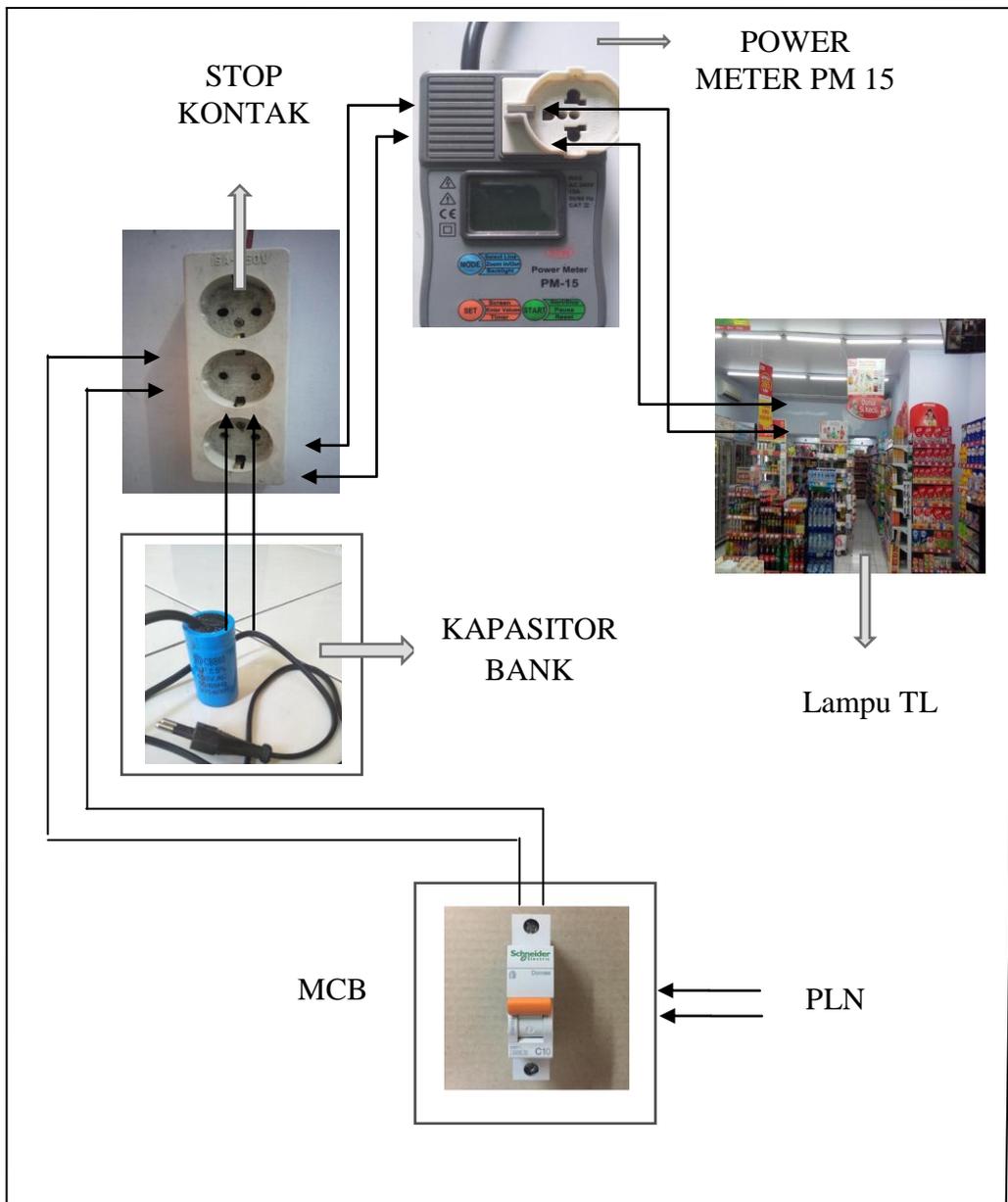
3.11.1 Rangkaian penelitian Sebelum menggunakan Kapasitor Bank dengan beban 54 buah lampu TL



Gambar 3.2 Rangkaian Sebelum Menggunakan Kapasitor Bank 6 μ f Dengan Beban 54 Buah Lampu TL

- Keterangan :
- PLN = Sebagai sumber energi listrik
 - Stop Kontak = Sebagai terminal penghubung pada alat Listrik
 - Power Meter PM 15 = Sebagai alat ukur dalam penelitian
 - Lampu TL = Sebagai beban pada penelitian
 - MCB = Sebagai penghubung dari sumber PLN ke stop kontak

3.11.2 Rangkaian penelitian Setelah menggunakan Kapasitor Bank sebesar $6 \mu\text{f}$ dengan beban 54 buah lampu TL



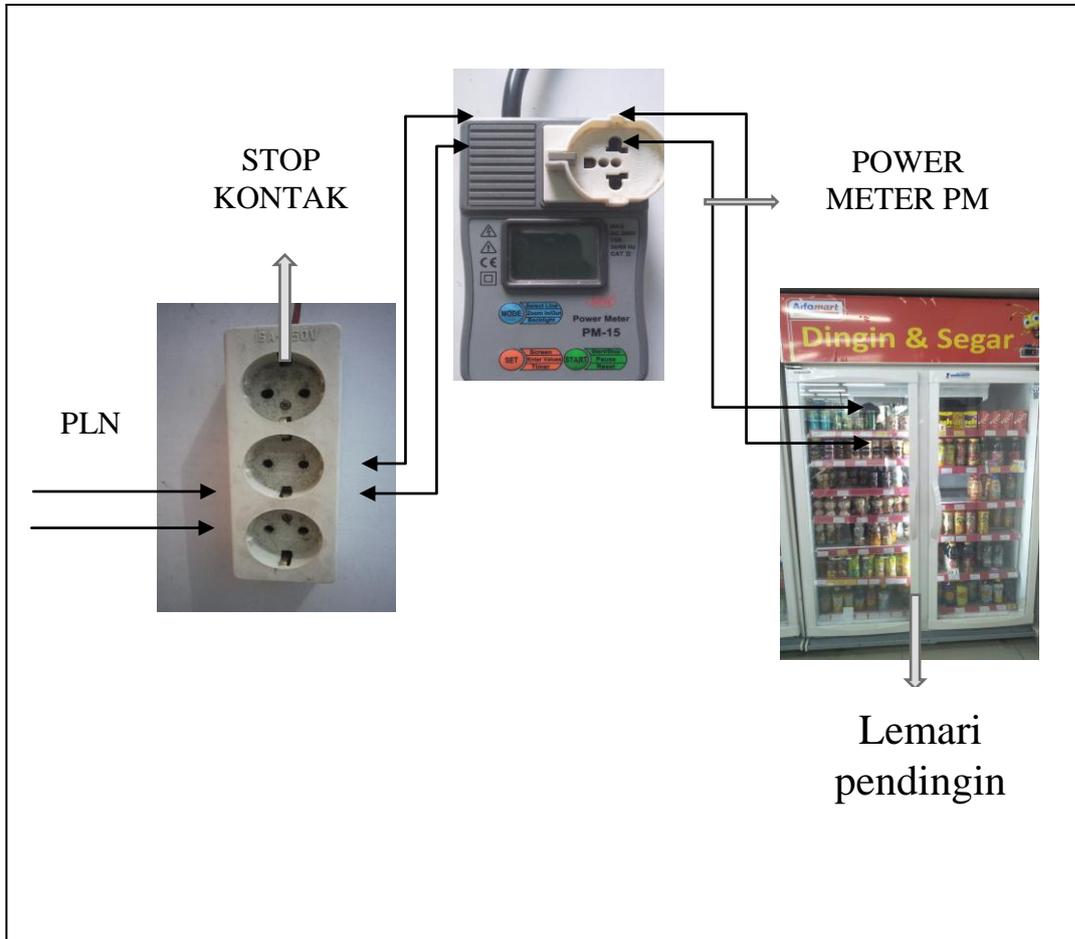
Gambar 3.3 Rangkaian Sesudah Menggunakan Kapasitor Bank $6 \mu\text{f}$ Dengan Beban 54 Buah Lampu TL

- Keterangan :
- PLN = Sebagai sumber energi listrik
 - Stop Kontak = Sebagai terminal penghubung pada alat Listrik
 - Power Meter PM 15 = Sebagai alat ukur dalam penelitian
 - Lampu TL = Sebagai beban pada penelitian

Kapasitor Bank = sebagai bahan yang akan di teliti

MCB = Sebagai penghubung dari PLN ke stop kontak

3.11.3 Rangkaian Sebelum menggunakan Kapasitor Bank Pada Lemari Pendingin



Gambar 3.4 Rangkaian Sebelum Menggunakan Kapasitor Bank Pada Lemari Pendingin

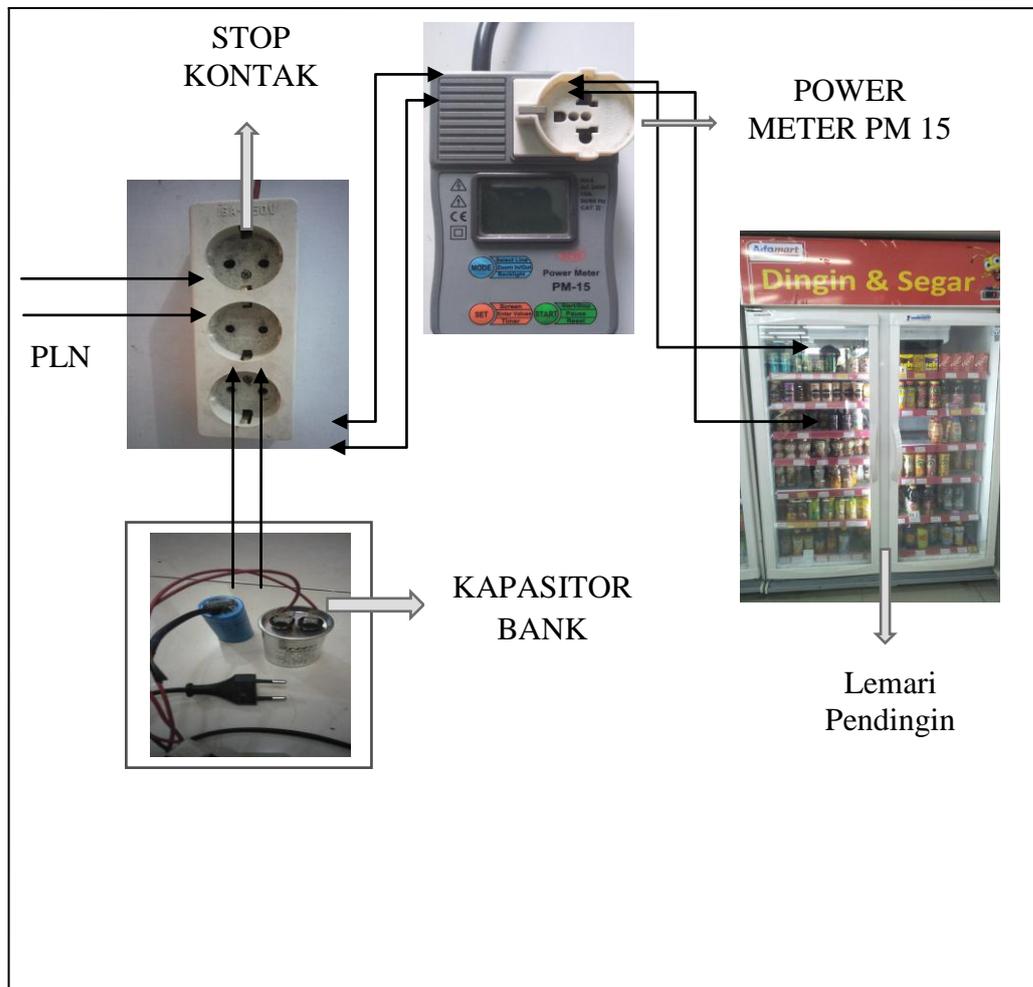
Keterangan : PLN = Sebagai sumber energi listrik

Stop Kontak = Sebagai terminal penghubung pada alat listrik

Power Meter PM 15 = Sebagai alat ukur dalam penelitian

Lemari Pendingin = Sebagai beban pada penelitian

3.11.4 Rangkaian Sesudah menggunakan Kapasitor Bank Pada Lemari Pendingin



Gamabar 3.5 Rangkaian Sesudah Menggunakan Kapasitor Bank 12 μ f Pada Lemari Pendingin

- Keterangan :
- PLN = Sebagai sumber energi listrik
 - Stop Kontak = Sebagai terminal penghubung alat listrik
 - Kapasitor Bank = Sebagai alat untuk memperbaiki $\cos \phi$
 - Power Meter PM 15 = Sebagai alat ukur dalam penelitian
 - Lemari Pendingin = Sebagai beban penelitian
 - Kapasitor bank = sebagai bahan yang akan di teliti

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Tabel 4.1.1 Hasil Pengukuran dengan beban 54 buah lampu TL Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank

No	Waktu Percobaan	Data Hasil Pengukuran					
		Tegangan	Arus	Frekuensi	Power faktor	Daya aktif	Daya semu
1	12 february 2019	216,3 V	3,35 A	50,2 Hz	0,978 μ f	709,30 Watt	724,60 VA



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran dengan beban 54 buah lampu TL Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank

Tabel 4.1.2 Hasil Pengukuran Dengan beban 54 buah lampu TL Setelah Pemasangan Kapasitor Bank sebesar 6 μ f

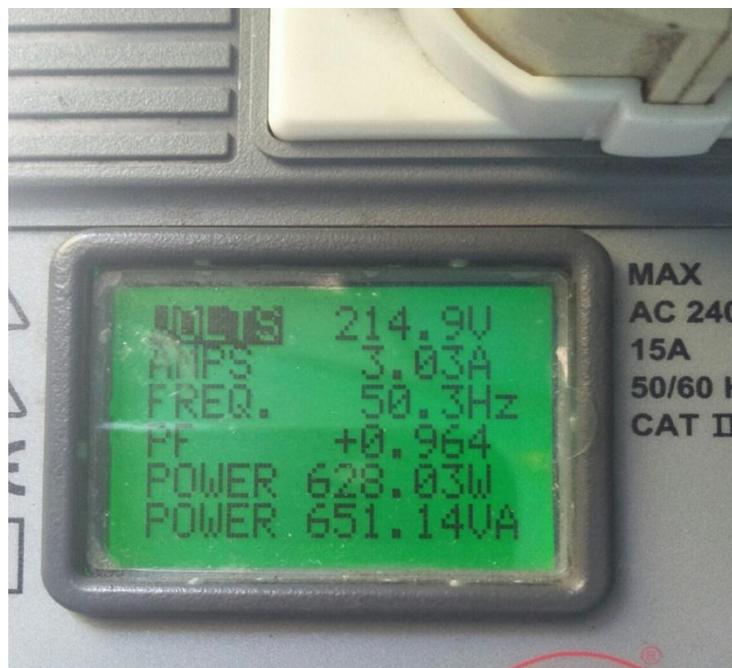
No	Waktu Percobaan	Data Hasil Pengukuran					
		Tegangan	Arus	Frekuensi	Power factor	Daya aktif	Daya semu
1	12 february 2019 20.00 WIB	214,0 V	2,97 A	50,2 Hz	0,991 μ f	629,9 Watt	635,58 VA



Gambar 4.2 Hasil Pengukuran Dengan beban 54 buah lampu TL Setelah Pemasangan Kapasitor Bank sebesar 6 μ f

Tabel 4.1.3 Hasil Pengukuran pada Lemari Pendingin Sebelum Kapasitor Bank Terpasang

No	Waktu Percobaan	Data Hasil Pengukuran					
		Tegangan	Arus	Frekuensi	Power faktor	Daya aktif	Daya semu
1	13 february 2019 20.00 WIB	214,9 V	3,03 A	50,3 Hz	0,96 μ f	628,03 Watt	651,14 VA



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran pada Lemari Pendingin Sebelum Menggunakan Kapasitor Bank

Tabel 4.1.4 Hasil Pengukuran Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 12 μ f Pada Lemari Pendingin

No	Waktu Percobaan	Data Hasil Pengukuran					
		Tegangan	Arus	Frekuensi	Power faktor	Daya aktif	Daya semu
1	13 february 2019 20.00 WIB	214,5 V	2,76 A	50,3 Hz	0,98 μ f	585,1 Watt	592.0 2 VA



Gambar 4.4 Hasil Pengukuran Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 12 μ f Pada Lemari Pendingin

4.2. Hasil Perbandingan Sebelum Dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank

Hasil dari alat ukur *Power Meter* sebelum dan setelah pemasangan Kapasitor Bank, nilai dari daya aktif dan daya semu.

Tabel 4.1.5 Hasil Perbandingan Sebelum Dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank

No	Beban	Daya Aktif		Daya Semu	
		Sebelum Pemasangan	Setelah Pemasangan	Sebelum Pemasangan	Setelah Pemasangan
1	54 buah Lampu TL	709,30 Watt	629,99 Watt	724,60 VA	635,58 VA
2	1 Lemari Pendingin	628,03 Watt	585,10 Watt	651,14 VA	592,02 VA

4.3 Analisa Data

4.3.1 Perbandingan Daya Aktif

4.3.1.1. Analisa Daya Aktif Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Dengan beban 54

buah lampu TL

Diketahui : $V = 216,3$ Volt

$I = 3,35$ Ampere

$\text{Cos } \varphi = 0,978$

Ditanya : P (daya aktif).....?

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

$$= 216,3 \times 3,35 \times 0,978$$

$$= 708,66 \text{ Watt}$$

4.3.1.2. Analisa Daya Aktif Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 6 μf Dengan beban

54 buah lampu TL

Diketahui : $V = 214,0$ Volt

$I = 2,97$ Ampere

$\text{Cos } \varphi = 0,991$

Ditanya : P (daya aktif).....?

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

$$= 214,0 \times 2,97 \times 0,991$$

$$= 629,8 \text{ Watt}$$

4.3.1.3. Analisa Daya Aktif Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Pada Lemari

Pendingin

Diketahui : $V = 214,9$ Volt

$$I = 3,03 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,96$$

Ditanya : P (daya aktif).....?

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

$$= 214,9 \times 3,03 \times 0,96$$

$$= 625,1 \text{ Watt}$$

4.3.1.4. Analisa Daya Aktif Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 12 μf Pada Lemari

Pendingin

Diketahui : $V = 214,5$ Volt

$$I = 2,76 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,98$$

Ditanya : P (daya aktif).....?

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

$$= 214,5 \times 2,76 \times 0,98$$

$$= 568,3 \text{ Watt}$$

4.3.2 Perbandingan Daya Semu

4.3.2.1 Analisa Daya Semu Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Dengan Beban 54

Buah Lampu TL

Diketahui : $V = 216,3$ Volt

$I = 3,35$ Ampere

Ditanya : S (daya semu).....?

$$S = V \times I$$

$$= 216,3 \times 3,35$$

$$= 724,6 \text{ VA}$$

4.3.2.2 Analisa Daya Semu Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 6 μf Dengan Beban

54 Buah Lampu TL

Diketahui : $V = 214,0$ Volt

$I = 2,97$ Ampere

Ditanya : S (daya semu).....?

$$S = V \times I$$

$$= 214,0 \times 2,97$$

$$= 635,58 \text{ VA}$$

4.3.2.3 Analisa Daya Semu Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank Pada Lemari

Pendingin

Diketahui : $V = 214,9$ Volt

$I = 3,03$ Ampere

Ditanya : S (daya semu).....?

$$S = V \times I$$

$$= 214,9 \times 3,03$$

$$= 651,1 \text{ VA}$$

4.3.2.4 Analisa Daya Semu Setelah Pemasangan Kapasitor Bank 12 μ f Pada Lemari

Pendingin

Diketahui : $V = 214,5$ Volt

$I = 2,76$ Ampere

Ditanya : S (daya semu).....?

$$S = V \times I$$

$$= 214,5 \times 2,76$$

$$= 593,12 \text{ VA}$$

4.3.3 Perbandingan Daya Reaktif

4.3.3.1. Analisa Daya Reaktif Sebelum dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank

Dengan Beban 54 Buah Lampu TL

$$\text{Diketahui : } S_1 = 724,6 \text{ VA} \quad S_2 = 635,8 \text{ VA}$$

$$P_1 = 709,3 \text{ Watt} \quad P_2 = 629,99 \text{ Watt}$$

Ditanya : Q (daya reaktif)?

$$\begin{aligned} Q_1^2 &= S_1^2 - P_1^2 \\ &= \sqrt{724,6^2 + 709,3^2} \\ &= \sqrt{525045,16 - 503106,49} \\ &= \sqrt{21938,68} \\ &= 148,11 \text{ VAR} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2^2 &= S_2^2 - P_2^2 \\ &= \sqrt{635,8^2 + 629,99^2} \\ &= \sqrt{404241,64 - 396774,01} \\ &= \sqrt{7467,63} \\ &= 86,4 \text{ VAR} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Q &= Q_1 - Q_2 \\ &= 148,11 - 86,4 \\ &= 61,71 \text{ VAR} \end{aligned}$$

4.3.3.2 Analisa Daya Reaktif Sebelum dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank Pada Lemari Pendingin

Diketahui : $S_1 = 651,14 \text{ VA}$ $S_2 = 592,02 \text{ VA}$

$P_1 = 628,03 \text{ Watt}$ $P_2 = 585,1 \text{ Watt}$

Ditanya : Q (daya reaktif)?

$$Q_1^2 = S_1^2 - P_1^2$$
$$= \sqrt{651,14^2 + 628,03^2}$$

$$= \sqrt{423983,2 - 394421,6}$$

$$= \sqrt{29561,6}$$

$$= 171,9 \text{ VAR}$$

$$Q_2^2 = S_2^2 - P_2^2$$

$$= \sqrt{592,02^2 + 585,1^2}$$

$$= \sqrt{350487,68 - 342342,01}$$

$$= \sqrt{11614,67}$$

$$= 107,7 \text{ VAR}$$

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2$$

$$= 171,9 - 107,7$$

$$= 64,2 \text{ VAR}$$

4.4 Menentukan Besar Kapasitor Yang di Perlukan

Dengan mengetahui besaran besaran listrik yang diperlukan, maka dapat dihitung nilai kapasitor bank yang akan digunakan untuk 54 buah Lampu TL sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q1 &= S \times \sin 14,06^\circ \\ &= 724,6 \times 0,24 \\ &= 173,9 \text{ VAR} \end{aligned}$$

Besarnya kapasitas kapasitor yang diinginkan untuk mereduksi faktor daya dari $\cos\phi_1 = 0,97$ menjadi $\cos\phi_2 = 0,99$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S2 &= \frac{P}{\cos\phi_2} \\ &= \frac{709,3}{0,99} \\ &= 716,4 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q2 &= S2 \times \sin 8,10 \\ &= 716,4 \times 0,140 \\ &= 100,2 \text{ VAR} \end{aligned}$$

Besar kapasitas kapasitor yang diinginkan :

$$\begin{aligned} \Delta Q &= Q1 - Q2 \\ &= 173,9 - 100,2 \\ &= 73,7 \text{ VAR} \end{aligned}$$

$$\Delta Q = V^2 \times 2\pi f \times C$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } C &= \frac{\Delta Q}{(V^2) \times 2\pi f} \\ &= \frac{73,7}{(216,3)^2 \times 2 \times 3,14 \times 50} \end{aligned}$$

$$C = 5,03 \mu\text{F}$$

Besar kapasitansi kapasitor yang diperlukan untuk mengubah faktor daya dari $\cos\phi_1 = 0,97$ menjadi $\cos\phi_2 = 0,99$ sebesar $C = 5,03 \mu\text{F}$. Dikarenakan kapasitor bank sebesar $5,03 \mu\text{F}$ tidak tersedia, maka saya menggunakan Kapasitor bank dengan $6 \mu\text{F}$.

Untuk besar kapasitor yang di inginkan pada lemari pendingin yaitu sebagai berikut;

$$\begin{aligned} Q_1 &= S \times \sin 11,47 \\ &= 651,14 \times 0,19 \\ &= 123,6 \text{ VAR} \end{aligned}$$

Besarnya kapasitas kapasitor yang diinginkan untuk memperbaiki faktor daya dari $\cos\phi_1 = 0,96$ menjadi $\cos\phi_2 = 0,98$ sebagai berikut :

$\cos\phi$ yang diinginkan

$$\begin{aligned} S_2 &= \frac{P}{\cos\phi_2} \\ &= \frac{628,03}{0,98} \\ &= 640,8 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= S_2 \times \sin 11,47 \\ &= 640,8 \times 0,19 \\ &= 121,7 \text{ VAR} \end{aligned}$$

Besar kapasitas kapasitor yang diinginkan :

$$\begin{aligned} \Delta Q &= Q_1 - Q_2 \\ &= 123,6 - 121,7 \\ &= 2 \text{ VAR} \end{aligned}$$

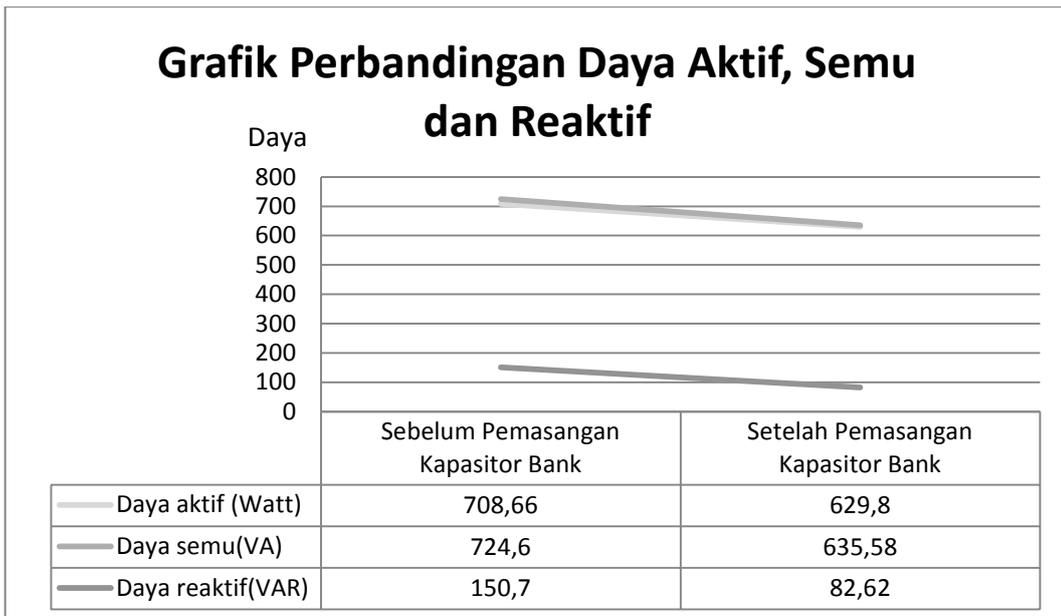
$$\Delta Q = V^2 \times 2\pi f \times C$$

$$\text{Maka : } C = \frac{\Delta Q}{(V^2) \times 2\pi f}$$

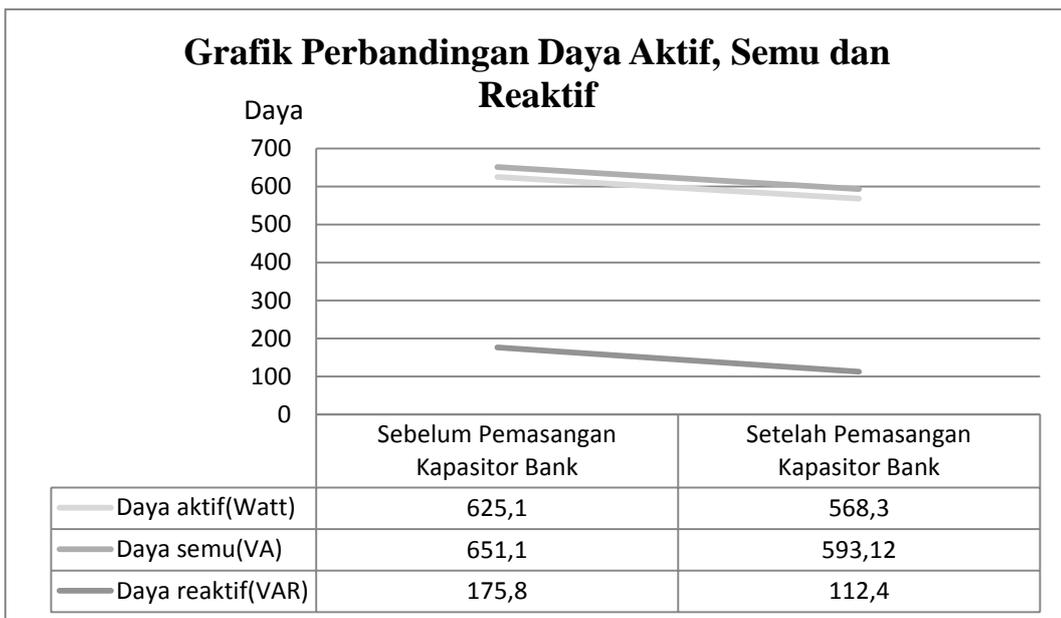
$$= \frac{2}{(214,7)^2 \times 2 \times 3,14 \times 50}$$

$$C = 11,8 \mu\text{F}$$

Besar kapasitansi kapasitor yang diperlukan untuk mengubah faktor daya dari $\cos\phi_1 = 0,96$ menjadi $\cos\phi_2 = 0,98$ sebesar $C = 11,8 \mu\text{F}$. Dikarenakan kapasitor bank sebesar $11,8 \mu\text{F}$ tidak tersedia, maka saya menggunakan Kapasitor bank dengan $12 \mu\text{F}$



Grafik 4.1 Perbandingan sebelum dan setelah menggunakan kapasitor bank pada dengan beban 54 buah lampu TL



Grafik4.2 Perbandingan sebelum dan setelah menggunakan kapasitor bank pada lemari pendingin

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan , maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Dengan pemasangan kapasitor bank sebesar 6 μf pada 54 buah lampu TL masing-masing 13 watt maka besar daya reaktif yang di hasilkaan ialah sebesar 61 ,7 VAR.
2. Dengan penambahan kapasitor bank sebesar 12 μf pada 1 buah lemari pendingin dengan daya sebesar 630 watt maka besar daya reaktif yang di hasilkan ialah 64,2 VAR.
3. Besar kapasitor bank yang di perlukan untuk 54 buah lampu TL masing-masing 13 watt dalam memperbaiki faktor daya dari 0,97 menjadi 0,99 ialah sebesar 5,03 μf .
4. Besar kapasitor bank yang di perlukan untuk 1 buah lemari pendingin dalam memperbaiki faktor daya dari 0,96 menjadi 0,98 ialah sebesar 11,08 μf .

5.2 SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang telah di uraikan di atas,maka penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penambahan kapasitor bank disarankan pada beban listrik induktif yang memiliki daya besar dan digunakan secara terus menerus, seperti misalnya lampu,lemari pendingin,freezer dan lain-lain .
2. Konsumen yang akan membeli kapasitor bank yang beredar di pasaran harus lebih selektif terhadap alat yang akan dibelinya. Apabila tidak terjadi penghematan pada pembayaran listrik, besar kemungkinan peralatan listrik yang ada di rumah sudah efisien dan hemat energi.
3. Sebaiknya diperbanyak lagi jenis kapasitor bank yang diuji cobakan terhadap beban listrik sehingga diketahui batas maksimal dan minimal dalam pemasangan alat.
- 4 Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memperperpanjang waktu penelitian hingga 1 hari atau lebih, guna mengetahui tingkat efektivitas dan efisiensi daya yang didapat.

DAFTAR PUSTAKA

1. W. Teguh, Prayudi, “Peningkatan Faktor Daya Dengan Pemasangan di Industri Semen,” 2006.
2. M. Chanif, S. Sarwito, and E. S. K, “Analisa Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Proses Pengisian Baterai Wahana Bawah Laut,” *J.Tek.Pomits*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2014.
3. Hakim MF. Analisis Kebutuhan Capacitor Bank Beserta Implementasinya Untuk Memperbaiki Faktor Daya Listrik Di Politeknik Kota Malang. *Eltek*.2014;12.
4. R. Putra,Syawal,” Analisis Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya (Studi Kasus Gardu Distribusi Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo),2015.
5. Belly Alto dkk. Daya Aktif, Reaktif & Nyata[Makalah]. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. 2010.
6. Eryuhanggoro Yugi. Perancangan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban 18.956 kW/ 6600 V, Menggunakan Kapasitor Bank di PT. Indorama Ventures Indonesia[Tugas Akhir]. Jakarta:2013.
7. Bukhari ahmad. *Perbaikan Power Faktor Pada Konsumen Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor Bank* [jurnal ilmiah mahasiswa].2012;1 (1).
8. S. Noor and N. Saputera, “Kapasitor Bank,” vol. 6, no. 2, pp. 1–6, 2014.
9. Saragih tarsin. *Analisis Penempatan Optimal Bank Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Metode Genetik Algorithm Aplikasi* : PT. PLN (PERSERO) CABANG MEDAN[tesis]. Medan;2011.
10. S. I Nyoman Wahyu Satiawan, “Peningkatan Kinerja Lampu TL (Fluorescent) pada Catu Daya dengan Regulasi Tegangan Buruk,” *Jurnal Teknik Elektro* Vol. 5, No. 2, September 2005: 59 – 66
11. I. Faozan “Analisis Perbandingan Evapator Kulkas (Lemari Es) Dengan Menggunakan Refrigerant R-22 Dan R-134A” *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*: Vol. 04, No. 3, Oktober 2015

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

No: 12/SAT-TRG/ADM/VII/14

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Daniel Tambunan

Jabatan : Kepala Toko

Perusahaan : PT Sumber Alfaria Trijaya Tbk

Alamat : Jl. Kawasan Industri No 99 S Tanjung Morawa Deli Serdang, Kabupaten
Deli Serdang, Sumatera Utara

Dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Erik Pranata Saragih

NIM : 1507220004

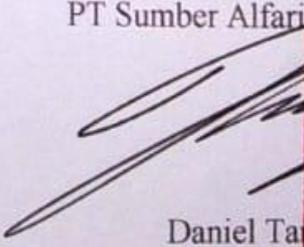
Fak / prodi : Teknik / Teknik Elektro

Universitas : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Adalah benar telah melakukan penelitian dalam rangka penulisan skripsinya yang berjudul **ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN KAPASITOR BANK TERHADAP BEBAN LISTRIK DI ALFAMART** sejak tanggal 13 february 2019 sampai dengan 14 february 2019 dan telah pula membahas materi hasil penelitiannya dengan kami.

Tanjung Morawa, 22 february 2019

PT Sumber Alfaria Trijaya Tbk



Daniel Tambunan

Kepala Toko

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

1. Nama : Erik Pranata Saragih
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Bah Biruh, 21 Desember 1994
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : Bah Biruh Kec. Raya Kab. Simalungun
8. No HP : 081260796809
9. Email : erikpranata0307@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Pendidikan Formal	Tahun
1	SD Inpres 096116 Sondi Raya	2001-2007
2	SMP Negeri 1 Raya	2007-2010
3	SMA Negeri 1 Raya	2010-2013
4	Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2015-2019