

TUGAS AKHIR

ANALISA KUALITAS DAYA PADA LAMPU SON-T SAAT MENGUNAKAN KAPASITOR DAN TANPA MENGGUNAKAN KAPASITOR DI JALAN TOL GATE BANDARA KUALANAMU

*Diajukan untuk memenuhi tugas-tugas dan syarat-syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**MUHAMMAD FAJAR NUGROHO
NPM : 1407220055**



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**“ANALISA KUALITAS DAYA PADA LAMPU SON-T SAAT
MENGUNAKAN KAPASITOR DAN TANPA MENGGUNAKAN
KAPASITOR DI JALAN TOL GATE BANDARA KUALANAMU”**

*Diajukan untuk memenuhi tugas-tugas dan syarat-syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Telah Diuji dan Disahkan Pada Tanggal
22 September 2018

Oleh :

MUHAMMAD FAJAR NUGROHO

1407220055

Pembimbing I



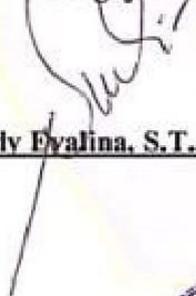
(Ir. Abdul Aziz Hutasuhut, M.M.)

Pembimbing II



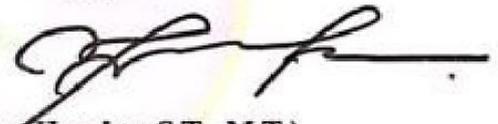
(Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.)

Penguji I



(Noorly Eyalina, S.T., M.T.)

Penguji II



(Partaonan Harahap S.T., M.T.)

Diketahui dan Disahkan
Ketua Jurusan Teknik Elektro



(Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fajar Nugroho
NPM : 1407220055
Fakultas : Teknik
Jurusan / Program Studi : Teknik Elektro



Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya aku sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Medan, Oktober 2018

Yang membuat pernyataan,

Muhammad Fajar Nugroho

ABSTRAK

Pada umumnya beban pada jaringan listrik adalah beban induktif seperti contoh yaitu lampu SON-T yang menggunakan trafo/ ballast. Permasalahan beban menggunakan trafo/ballast ini berdampak menurunnya faktor daya ($\cos\phi$) yang menyebabkan konsumsi daya menjadi berlebih. Langkah untuk mengefisienkan penggunaan listrik yaitu menggunakan komponen penghemat energi listrik (power saver). Komponen yang digunakan adalah kapasitor yang berguna untuk meningkatkan kualitas daya pada beban induktif. Dalam penelitian ini akan menjelaskan mengenai pengaruh pemasangan kapasitor terhadap kualitas daya pada lampu SON-T. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan kapasitor dapat meningkatkan kualitas daya seperti memperbaiki faktor daya ($\cos\phi$), frekuensi dan mengurangi konsumsi daya.

Kata Kunci: Kualitas Daya, Faktor Daya ($\cos\phi$), Kapasitor, Daya Aktif

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan sebatas ilmu dan kemampuan yang penulis miliki, sebagai tahap akhir dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dengan perjuangan yang berat akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “ANALISA KUALITAS DAYA PADA LAMPU SON-T SAAT MENGGUNAKAN KAPASITOR DAN TANPA MENGGUNAKAN KAPASITOR DI JALAN TOL GATE BANDARA KUALANAMU”.

Dalam penyusunan Skripsi penulis telah banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulisan dengan setulus hati mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Teristimewa buat Ayahanda M. Juniarto Eko Budi Santoso dan Ibunda Yuli Eka Sartika yang telah banyak memberikan pengorbanan demi cita-cita bagi kehidupan penulis, serta Adik Ajeng Saskia Arisandi yang telah banyak memberikan doa, nasehat, materi dan dorongan moril sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi.
2. Bapak Munawar Al fansury Siregar, S.T, M.T, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T, sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Partaonan Harahap, S.T.,M.T, sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Ir.Abdul Aziz Hutasuhut, M.M. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberi ide-ide dan masukkan dalam menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini..
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang selalu sabar membimbing dan memberikan pengarahan saya dalam penelitian serta penulisan laporan tugas akhir ini.
7. Seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Abang Hari dan Abang Jaya yang senantiasa menemani saya melakukan penelitian dan seluruh rekan-rekan Fasilitas Listrik Bandara Kualanamu yang telah memberi dukungan dan memberi banyak ilmu yang sangat berarti buat saya.
9. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro A1 Pagi angkatan 2014 Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang bersama-sama mengisi hari-hari selama masa perkuliahan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Skripsi ini dimasa yang akan datang.

Akhirnya kepada Allah SWT penulis berserah diri semoga kita selalu dalam lindungan serta limpahan rahmat-Nya dengan kerendahan hati penulis berharap mudah-mudahan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis khususnya.

Medan, September 2018
Penulis,

MUHAMMAD FAJAR NUGROHO
1407220055

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Lampu SON-T	12
2.2.2 Kapasitor	16
2.2.3 Ignitor	20
2.2.4 Ballast	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Lokasi Penelitian	23
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian	23
3.2.1 Bahan-bahan penelitian	23
3.2.2 Peralatan Pengujian	24
3.3 Metode Penelitian	24
3.4 Rangkaian Lampu SON-T	25

3.5	Diagram Alir Pengujian.....	26
BAB 4 ANALISA PENGUJIAN DAN PERHITUNGAN		27
4.1	Spesifikasi Ballast SON-T 150W Dan SON-T 250W.....	27
4.2	Pengujian Lampu SON-T 150W	28
4.3	Pengujian Lampu SON-T 250W	37
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN.....		49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga Daya	11
Gambar 2. 2 Lampu SON-T	12
Gambar 2. 3 Kontruksi Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T)	14
Gambar 2. 4 Kapasitor Daya	16
Gambar 2. 5 Ignitor SN 58	20
Gambar 2. 6 Ballast SON-T	22
Gambar 3. 1 Rangkaian Lampu SON-T	25
Gambar 3. 2 Diagram Alir	26
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan $\cos \phi$ Lampu SON-T 150W	33
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Frekuensi Lampu SON-T 150W	34
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 150W	35
Gambar 4. 4 Segitiga Daya Lampu SON-T 150W	36
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan $\cos \phi$ Lampu SON-T 250W	42
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Frekuensi Lampu SON-T 250W	43
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 250W	44
Gambar 4. 8 Segitiga Daya Lampu SON-T 250W	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi Ballast SON-T 150W	27
Tabel 4. 2 Spesifikasi Ballast SON-T 250W	27
Tabel 4. 3 Data Pengujian Lampu SON-T 150W menggunakan Kapasitor	28
Tabel 4. 4 Data Pengujian Lampu SON-T 150W tanpa Kapasitor	30
Tabel 4. 5 Perbandingan Cos ϕ Pada Lampu SON-T 150W	32
Tabel 4. 6 Perbandingan Frekuensi Lampu SON-T 150W	33
Tabel 4. 7 Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 150W	34
Tabel 4. 8 Data Pengujian Lampu SON-T 250W menggunakan Kapasitor	37
Tabel 4. 9 Data Pengujian Lampu SON-T 250W tanpa Kapasitor	39
Tabel 4. 10 Perbandingan Cos ϕ Pada Lampu SON-T 250W	41
Tabel 4. 11 Perbandingan Frekuensi Lampiu SON-T 250W	42
Tabel 4. 12 Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 150W	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan didunia. Energi listrik yang banyak digunakan pengkonsumsi energi yaitu penerangan. Penerangan merupakan salah satu pengkonsumsi energi listrik terbesar yang berkisar 20% - 25% dari total konsumsi energi listrik terpakai dan terus meningkat setiap tahunnya. Salah satunya yaitu penerangan pada jalan tol. Tujuan utama dari penerangan jalan tol adalah untuk menghasilkan kenyamanan penglihatan di waktu malam hari, menjaga kualitas jarak pandang, serta memudahkan bagi kendaraan yang melintas. Fungsi penerangan jalan tol selain untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengendara, khususnya untuk mengantisipasi situasi perjalanan pada malam hari juga untuk keamanan lingkungan atau mencegah kriminalitas serta untuk memberikan kenyamanan dan keindahan lingkungan jalan[1].

Kualitas daya dalam sistem tenaga merupakan hal yang sangat penting dan harus diperhatikan untuk menjaga stabilitas dan continuitas sistem tenaga listrik dalam suatu industri. Diantara permasalahan kualitas daya yang timbul salah satunya adalah penurunan nilai faktor daya yang menyebabkan konsumsi daya menjadi berlebih. Seperti pada industri industri besar pada umumnya[2].

Untuk mengoptimalkan pemanfaatan daya listrik yang tersedia dari PLN, maka keberadaan daya reaktif harus dibuat seminimal mungkin. Disamping itu penghematan energi merupakan sesuatu yang prioritas di tengah menipisnya

persediaan energi listrik saat ini. Dalam tugas akhir ini dilakukan perhitungan perbaikan faktor daya analisis mengenai prinsip kerja dan pengaruh alat ini secara nyata terhadap kualitas listrik (tegangan, arus, faktor daya, rugi-rugi daya), persentase optimalisasi pemanfaatan daya, pengaruhnya terhadap tagihan listrik bulanan, pengaruhnya terhadap PLN, serta analisis tentang hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemasangan kapasitor (seperti kondisi beban, lokasi pemasangan)[3].

Pemasangan kapasitor daya dalam jaringan listrik merupakan pemasangan kapasitor secara paralel pada suatu instalasi listrik dengan harapan dapat menaikkan efisiensi faktor daya ($\cos \phi$). Rendahnya faktor daya merupakan hal yang sangat tidak diinginkan selama hal itu menyebabkan peningkatan arus, yang menyebabkan bertambahnya kehilangan daya aktif pada semua elemen sistem tenaga listrik dari pusat pembangkit listrik hingga ke pemakai listrik. Dalam rangka memastikan kondisi yang paling menguntungkan (baik) untuk suplai sistem tenaga listrik dari sudut teknik dan sudut ekonomis, penting untuk mempunyai faktor daya sedekat mungkin ke angka satu[4]

Oleh karena itu peneliti ingin menganalisis lampu SON-T 150W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor untuk mengetahui perbandingan faktor daya, frekuensi dan daya aktif yang bekerja pada beban listrik pada lampu SON-T 150W. Diharapkan dengan penelitian ini masyarakat mengetahui perbandingan menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor pada penerangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah yang akan diteliti yaitu:

1. Bagaimana perubahan faktor daya dengan menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor ?
2. Bagaimana perubahan frekuensi dengan menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor ?
3. Bagaimana hasil daya aktif pada lampu SON-T dengan menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas maka tujuan yang ingin dicapai pada penulisan skripsi ini adalah :

1. Mengetahui perubahan faktor daya dengan menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor
2. Mengetahui perubahan frekuensi dengan menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor
3. Mengetahui daya aktif pada lampu SON-T dengan menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor

1.4 Batasan Masalah

Dikarenakan banyaknya cakupan permasalahan yang terdapat pada pembahasan ini. Maka penulis membatasi pembahasan masalah yaitu :

1. Pengaruh penggunaan kapasitor terhadap faktor daya
2. Pengaruh penggunaan kapasitor terhadap frekuensi
3. Daya aktif pada lampu SON-T 150W dan lampu SON-T 250W

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diambil dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Dapat mengetahui perbandingan kualitas daya pada lampu SON-T
2. Dapat menerapkan ilmu yang didapat agar diterapkan pada kehidupan sehari-hari
3. Penelitian ini dapat diterapkan sebagai bahan praktikum pengukuran listrik

1.6 Metode Penelitian

Dalam penulisan skripsi, menggunakan metode untuk mengumpulkan data-data yang akan diperlukan untuk menyelesaikan skripsi ini :

1. Metode Studi Pustaka

Penulisan melakukan studi pustaka untuk memperoleh data-data yang berhubungan dengan skripsi dari berbagai sumber bacaan seperti: Jurnal, dan website yang berkaitan dengan judul yang diangkat sebagai referensi.

2. Metode Eksperimen

Yaitu menganalisis rangkaian lampu SON-T secara langsung dan menguji apakah rangkaian ini bekerja sesuai dengan keinginan.

3. Metode Pengujian Sistem

Yaitu melakukan pengujian rangkaian lampu SON-T yang bertujuan untuk mengetahui apakah analisis ini sesuai dengan yang diharapkan.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini tersusun atas beberapa bab pembahasan secara garis besar tentang lampu SON-T dan kapasitor :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan metodologi penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan pembahasan secara garis besar tentang, lampu SON-T, kapasitor, ignitor dan ballast.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menerangkan tentang lokasi penelitian, diagram alir/flowchart serta jadwal kegiatan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses analisis.

BAB IV ANALISA PENGUJIAN DAN PERHITUNGAN

Pada bab ini berisi analisis pada rangkain dan pengujiannya.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penulis skripsi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Penerangan jalan adalah bagian integral dari pembangunan jalan raya. Tujuan utama dari pencahayaan jalan raya adalah untuk menghasilkan kecepatan, akurasi, dan kenyamanan penglihatan pada waktu malam, menjaga kualitas jarak pandang, dan memudahkan kendaraan yang melintas. Fungsi penerangan jalan raya selain untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengendara, terutama dalam mengantisipasi situasi perjalanan malam hari juga untuk keselamatan lingkungan atau untuk mencegah kejahatan dan untuk memberikan kenyamanan dan keindahan lingkungan[1].

Permintaan kebutuhan listrik yang semakin meningkat, baik dari segi kuantitas maupun kualitas menuntut perusahaan utilitas listrik di Indonesia untuk dapat menjawab permintaan tersebut dengan melakukan kontrol kualitas pelayanan listrik. Adapun beberapa parameter penting yang harus diperhatikan guna menjaga kualitas daya diantaranya adalah faktor daya dan jatuh tegangan. Salah satu solusi perbaikan faktor daya dan jatuh tegangan adalah dengan penggunaan kapasitor bank. Tulisan ini membahas mengenai penggunaan kapasitor secara optimal, serta penentuan lokasi, ukuran, dan jumlah unit kapasitor. Dalam pembahasan dikaji kelayakan operasi dan kelayakan finansial penggunaan kapasitor pada daerah yang diteliti.

Faktor daya merupakan salah satu indikator baik buruknya kualitas daya listrik. Faktor daya atau faktor kerja adalah perbandingan antara daya aktif (watt) dengan daya semu/daya total (VA), atau cosinus sudut antara daya aktif dan daya semu/daya total. Peningkatan daya reaktif akan meningkatkan sudut antara daya aktif dan daya semu sehingga dengan daya aktif yang tetap akan mengakibatkan peningkatan daya semu yang akan dikirimkan. Dengan kata lain akan menurunkan efisiensi dari sistem distribusi ketenagalistrikan. Faktor daya juga disimbolkan sebagai $\cos \theta$.

Nilai faktor daya tertinggi adalah Sistem dengan faktor daya seperti ini memiliki efisiensi yang sangat baik dimana hal ini berarti daya total/ semu (VA) yang dibangkitkan digunakan secara utuh pada beban resistif (Watt). Dalam hal ini nilai daya total/ semu (VA) sama dengan daya aktif (Watt)[6].

Penggunaan energi listrik tergantung pada jenis peralatan-peralatan listrik dan elektronik yang digunakan pada rumah tangga yang digunakan secara teratur. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi akibat pemasangan kapasitor daya pada instalasi motor induksi 3 phase dan menghitung perbaikan faktor daya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan kapasitor daya dapat memperbaiki faktor daya. Perbaikan ini ditentukan dari penurunan arus reaktif yang ditarik oleh beban induktif[5].

Efisiensi perlu dilakukan oleh PLN sebagai penyedia energi listrik dan tentunya juga oleh masyarakat pengguna energi listrik sebagai. Konsumen salah satu langkah efisiensi untuk menghemat penggunaannya, energi listrik di masyarakat adalah penggunaan suatu peralatan penghemat energi listrik (energy

saver) yang digunakan baik di tingkat rumah tangga, komersial atau bisnis maupun di sektor industri. Peralatan penghemat energi sekarang banyak dijual di masyarakat luas sebagai upaya mereka untuk meringankan biaya pemakaian energi listrik. Peralatan tersebut umumnya berisi kapasitor bank atau elko yang memang menurunkan arus listrik, tetapi tidak signifikan terhadap penghematan pembayaran rekening konsumen. Kajian tentang perbaikan faktor daya selama ini lebih banyak pada sisi pemasok listrik, baik pada transmisi dan distribusi. Pada sisi beban (konsumen listrik), pengukuran faktor daya dan keseimbangan beban hanya pada panel utama atau panel distribusi. sehingga yang terukur merupakan akumulasi dari jenis beban-beban yang berbeda[4]

2.2 Landasan Teori

Pemasangan kapasitor daya dalam jaringan listrik merupakan pemasangan kapasitor secara paralel pada suatu instalasi listrik dengan harapan dapat menaikkan efisiensi faktor daya ($\cos \phi$). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan kapasitor daya pada beban-beban induktif yang ada pada minimarket terhadap kualitas listrik yang dipakai. Metode yang dipakai adalah metode eksperimen dengan tujuan mengetahui pengaruh dari suatu perlakuan (dalam hal ini pengukuran).

Daya aktif adalah daya yang memang benar – benar digunakan dan terukur pada beban. Daya aktif dibedakan berdasarkan penggunaannya, yaitu pada satu fasa atau tiga fasa. Secara matematis dapat ditulis :

$$\text{Untuk 1 fasa : } P = V \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

P = Daya aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

Daya semu adalah nilai tenaga listrik yang melalui suatu penghantar. Daya semu merupakan hasil perkalian dari tegangan dan arus yang melalui penghantar. Daya semu dibedakan berdasarkan penggunaannya, yaitu pada satu fasa dan tiga fasa. Secara matematis dapat dituliskan :

$$\text{Untuk 1 fasa : } S = V \cdot I \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Daya Reaktif adalah daya yang dihasilkan oleh peralatan – peralatan listrik. Sebagai contoh, pada motor listrik terdapat 2 daya reaktif panas dan mekanik. Daya reaktif panas karena kumparan pada motor dan daya reaktif mekanik karena perputaran. Daya reaktif adalah hasil perkalian dari tegangan dan arus dengan vektor daya. Secara matematis dapat dituliskan :

$$\text{Untuk 1 fasa : } Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Sin ϕ = Besaran Vektor Daya

Menurut sejarahnya, penggunaan konsep daya semu (apparent power) dan faktor daya (power factor) diperkenalkan oleh kalangan industri penyedia daya listrik, yang bisnisnya memindahkan energi listrik dari satu titik ke titik lain. Efisiensi proses pemindahan daya listrik ini terkait langsung dengan biaya energi listrik yang pada gilirannya menjelma menjadi biaya yang harus dibayarkan oleh konsumen. Hal yang mempengaruhi perpindahan energi listrik tersebut adalah faktor daya. Untuk mencapai efisiensi pemindahan energi 100 %, maka rangkaian harus memiliki nilai faktor daya sebesar 1. Namun hal ini sulit dicapai karena adanya rugi – rugi yang ditimbulkan oleh penghantar listrik dan juga beban listrik, terutama beban induktif. Perbandingan antara daya nyata (watt) terhadap perkalian arus dan tegangan (volt ampere) disebut faktor daya (pf). Secara matematis faktor daya (pf) atau disebut $\cos \phi$ adalah sebagai berikut :

$$pf = \frac{P}{S} = \left(\frac{\text{watt}}{\text{volt ampere}} \right) \dots \dots \dots (7)$$

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{\text{watt}}{\text{volt ampere}} \dots \dots \dots (8)$$

Pada rangkaian induktif, arus tertinggal dari tegangan, oleh sebab itu rangkaian ini memiliki faktor daya tertinggal atau lagging. Sedangkan pada rangkaian kapasitif, arus mendahului tegangan, oleh sebab itu rangkaian ini memiliki faktor daya mendahului atau leading. Dengan menerapkan dalil

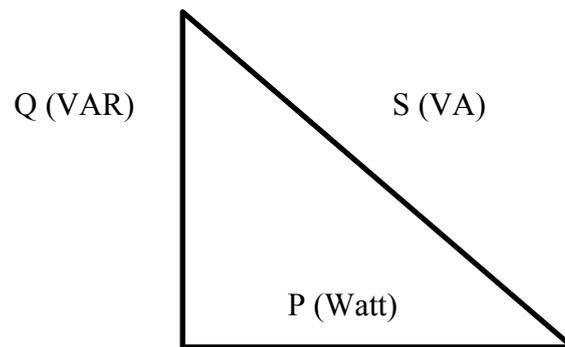
Pythagoras dan dalil-dalil trigonometri hubungan antara daya semu (s), daya nyata(p), daya reaktif (q) dapat dihitung sebagai berikut :

$$S = \sqrt{(\text{daya nyata})^2 + (\text{daya reaktif})^2} \dots\dots\dots(9)$$

Selain itu, daya nyata dirumuskan sebagai berikut :

$$P = S \cdot \cos \varphi \text{ (w)} \dots\dots\dots(10)$$

Dari sini selain daya semu S (va) yang diserap oleh beban pada kenyataan terdapat juga faktor, faktor ini disebut faktor daya. Hubungan vektoris antara daya nyata (watt) dan daya voltampere diperlihatkan dalam segitiga daya pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Segitiga Daya

Segitiga daya dalam Gambar 2.1 diperoleh dari segitiga impedansi yaitu dengan mengalikan masing-masing sisinya dengan arus kuadrat. Proyeksi horizontal dari daya voltampere (VA) adalah daya nyata (Watt), sedangkan proyeksi vertikalnya adalah daya voltampere reaktif (VAR). Peralatan-peralatan suplai listrik seperti alternator dan transformator, rating dayanya tidak dinyatakan dalam satuan kilowatt karena beban-beban yang dilayaninya memiliki faktor daya bermacam-macam[7].

2.2.1 Lampu SON-T

Lampu pertama kali ditemukan pada tahun 1878 oleh Thomas Alfa Edison dalam bentuk lampu pijar. Selama lebih dari 130 tahun, lampu telah mengalami banyak perubahan ditinjau dari jenis material yang digunakan maupun bentuk fisiknya jika di bandingkan dengan awal penemuannya. Perubahan tersebut didorong oleh kebutuhan manusia terhadap sumber pencahayaan buatan yang lebih efektif dan efisien. Konsep dasar dari sebuah lampu adalah salah satu bentuk pemanfaatan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari transfer energy fisik maupun kimiawi yang terjadi pada saat lampu menyala. Energi elektromagnetik tidak semuanya dapat terlihat oleh mata telanjang, hanya gelombang antara 380 nm sampai dengan 780 nm saja yang dapat dengan mudah diubah menjadi terlihat oleh manusia. Gelombang yang terlihat oleh manusia itulah yang selanjutnya merupakan cahaya yang dihasilkan lampu[8].

Lampu sodium tekanan tinggi lebih sering disebut lampu SON – T . Prinsip kerjanya sama dengan lampu sodium tekanan rendah atau SOX – E, yaitu berdasarkan pelepasan elektron di dalam tabung lampu. Lampu sodium tekanan tinggi SON maupun sodium tekanan rendah SOX adalah keluarga lampu tabung atau discharge lamp. Sesuai dengan namanya, lampu ini mempunyai tekanan gas di dalam tabungnya kira-kira 250 mm Hg, sehingga temperatur kerja tabung lampu ini juga tinggi.



Gambar 2. 2 Lampu SON-T

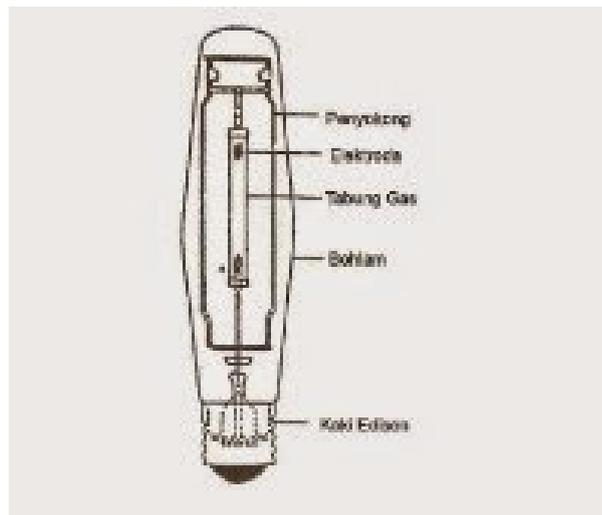
Lampu sodium tekanan tinggi terdiri dari dua tabung, yaitu tabung gas atau arc tube, dan tabung luar atau bohlam. Tabung gas terbuat dari bahan yang tahan terhadap uap sodium yang harus bekerja pada temperatur tinggi, misalnya stellox. Di dalam tabung gas diisi sodium dan merkuri. Merkuri berfungsi untuk menaikkan tekanan gas dan tegangan kerja lampu sampai batas tertentu. Selain sodium dan merkuri, di dalam tabung gas juga dimasukkan gas mulia Neon untuk keperluan starting. Bohlam luar terbuat dari gelas yang sama sekali terpisah dari udara luar. Bohlam ini berfungsi untuk mencegah tabung gas dari kerusakan akibat bahan kimia dan juga berfungsi untuk mempertahankan kestabilan temperatur tabung gas. Karena diameter tabung gas terlalu kecil, maka lampu sodium tekanan tinggi mempunyai elektroda bantu seperti pada lampu merkuri.

Untuk keperluan starting, diperlukan campuran gas argon, xenon serta penambahan perlengkapan start diluar tabung gas. Lampu sodium tekanan tinggi membutuhkan waktu kira-kira sampai 10 menit untuk dapat menyala normal. Hal ini disebabkan sodium di dalam tabung gas membutuhkan pemanasan awal sampai dapat menghasilkan cahaya yang sebenarnya. Sedangkan untuk penyalaan ulang, lampu sodium tekanan tinggi akan membutuhkan waktu yang lebih singkat dari pada penyalaan normal, karena gas dalam tabung masih dalam keadaan panas tinggi saat lampu dimatikan. Lampu SON – T atau lampu sodium tekanan tinggi mempunyai efisiensi yang baik sekitar 90 sampai 120 lm/watt serta mempunyai umur 12.000 – 20.000 jam. Lampu ini sesuai untuk penerangan jalan umum, namun lampu ini mempunyai colour rendering yang rendah, sehingga perubahan warna obyek yang disinari sangat besar[9].

2.2.1.1 Prinsip Kerja Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T)

Lampu sodium tekanan tinggi sering juga disebut lampu SON. Prinsip kerjanya sama dengan prinsip kerja lampu sodium tekanan rendah, yaitu berdasarkan terjadinya pelepasan elektron di dalam tabung lampu. Sesuai dengan namanya, lampu ini mempunyai tekanan gas di dalam tabung kira-kira $1/3$ atmosfer (250mm merkuri), dibandingkan dengan tekanan gas dalam lampu sodium tekanan rendah yang kira-kira hanya 10-3 mm merkuri. Disamping itu, temperatur kerja tabung lampu sodium tekanan tinggi juga lebih tinggi.

2.2.1.2 Kontruksi Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T)



Gambar 2. 3 Kontruksi Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T)

Lampu sodium tekanan tinggi terdiri dari dua tabung, yaitu:

1. Tabung Gas (arc tube)

Terbuat dari bahan yang tahan terhadap tekanan uap sodium yang harus bekerja pada temperatur tinggi, misalnya stellox ke dalam tabung gas dimasukkan sodium, merkuri yang berfungsi untuk menaikkan tekanan gas dan tegangan kerja lampu sampai batas tertentu, dan xenon untuk keperluan gas start.

2. Bohlam (bulb)

Terbuat dari gelas yang sama sekali terpisah dari udara luar yang berfungsi untuk mencegah tabung gas terhadap kerusakan akibat bahan kimia dan juga berfungsi untuk mempertahankan kekonstanan temperatur tabung gas.

Lampu ini tidak mampu distart dengan tegangan nominal 220 Volt, maka dibutuhkan tegangan tinggi dan frekuensi tinggi sesaat. Gas xenon terionisasi untuk memulai terjadinya pelepasan elektron dalam tabung gas sampai mencapai temperatur kerja yang dibutuhkan. Periode pemanasan ini dapat berlangsung hingga kira-kira 10 menit karena tekanan uap merkuri-sodium awalnya sangat rendah sekali yang tidak dapat menjadikan pelepasan elektron dalam tabung gas. Setelah lampu bekerja normal, merkuri tidak akan tercapai yang menjadikan merkuri memancarkan cahaya.

Lampu sodium tekanan tinggi mempunyai dua jenis starter, yaitu starter jenis "snap" yang bekerja berdasarkan panas yang terdiri dari bimetal dengan kontak tertutup dan sebuah kumparan pengontrol temperatur bimetal, dan starter jenis "solid state" adalah start lampu lebih dapat dipercaya dan dapat secara langsung, baik penyalaan awal maupun penyalaan kembali.

2.2.2 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen pasif yang menghasilkan daya reaktif. Konstruksi kapasitor ini terdiri atas dua keping pelat (konduktor) sejajar dan di tengah-tengahnya terdapat suatu bahan dielektrik . Nilai kapasitansi suatu kapasitor (C) adalah:

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} \dots\dots\dots(11)$$

C = kapasitansi (farad)

A = Luas penampang

d = jarak antar penampang

ϵ = permitivitas vakum ($\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$)



Gambar 2. 4 Kapasitor Daya

Proses pengurangan daya reaktif itu bisa terjadi karena kedua beban (induktor dan kapasitor) arahnya berlawanan akibatnya daya reaktif menjadi kecil. Bila daya reaktif menjadi kecil sementara daya aktif tetap maka harga pf menjadi besar akibatnya daya nyata (kVA) menjadi kecil[3].

Dalam perbaikan faktor daya dan pengaturan tegangan jaringan, para engineer menggunakan kapasitor bank dengan sistem kompensasi daya reaktif yang ditawarkannya. Pada saluran transmisi, beban yang bersifat induktif akan menyerap daya reaktif, yang kemudian akan dapat menimbulkan jatuh tegangan di sisi penerima. Disinilah kapasitor bank berfungsi dalam mengkompensasi daya reaktif dan memastikan tegangan terjaga pada levelnya pada saat beban penuh. Pemasangan kapasitor bank adalah usaha yang dilakukan untuk memberikan supply daya reaktif. Sehingga penggunaan kapasitor bank akan mengurangi penyerapan daya reaktif sistem oleh beban. Hal ini dilakukan agar jatuh tegangan dan rugi-rugi jaringan yang terjadi dapat dikurangi.

Secara umum fungsi kapasitor pada sistem tenaga adalah :

- a. Menyuplai daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya kompleks (KVA)
- b. Memperbaiki power faktor
- c. Mengurangi jatuh tegangan
- d. Menghindari kelebihan beban trafo
- e. Memberi tambahan daya tersedia
- f. Menghindari kenaikan arus dan suhu pada kabel
- g. Menghemat daya / efisiensi[10].

Selain dapat memperbaiki nilai tegangan, pengaturan tegangan dengan menggunakan kapasitor bank juga dapat meningkatkan nilai faktor daya. Sebab dengan memasang kapasitor bank, akan dapat mengurangi penyerapan daya reaktif oleh beban. Pengurangan penyerapan daya reaktif oleh beban pada sistem, akan dapat meningkatkan nilai faktor daya. Kapasitor bank memberikan manfaat

yang besar untuk kinerja sistem distribusi. Dimana kapasitor bank dapat mengurangi losses, memperbesar kapasitas layanan dan mengurangi drop tegangan. Rugi-rugi jaringan dengan memberi kompensasi daya reaktif pada motor dan beban lainnya dengan power faktor yang rendah, kapasitor akan menurunkan arus jaringan. Penurunan arus ini akan mengurangi rugi-rugi I^2R jaringan secara signifikan. Kapasitas penurunan arus di jaringan ini lebih lanjut akan memperbesar kapasitas pelayanan dimana, jaringan yang sama akan dapat melayani beban yang lebih besar. Drop tegangan kapasitor bank dapat mengurangi voltage drop dimana dengan kompensasi daya reaktif akan meningkatkan / menaikkan level tegangan jaringan[2].

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[4].

Kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. kapasitor memiliki satuan yang disebut Farad dari nama Michael Faraday. berkenaan dengan kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya. Satuan dari kapasitansi kondensator adalah Farad (F). Namun Farad adalah satuan yang terlalu besar, sehingga digunakan:

$$\text{Pikofarad (pF)} = \frac{1}{10^{-12}} \text{ F}$$

$$\text{Nanofarad (nF)} = \frac{1}{10^{-9}} \text{ F}$$

$$\text{Microfarad (}\mu\text{F)} = \frac{1}{10^{-6}} \text{ F}$$

Kapasitansi dari kondensator dapat ditentukan dengan rumus :

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \dots \dots \dots (12)$$

C = Kapasitansi (Farad)

ϵ_0 = Permivisitas ruang hampa ($8,854 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{M}}$)

ϵ_r = Permivisitas relatif dari bahan dielektrika

A = Luas penampang penghantar (m²)

D = Jarak antara kedua penghantar (m)[8].

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik dan umumnya memiliki beda fasa (arus mendahului tegangan) yang lebih mendekati 90 dibandingkan dengan induktor. Oleh karenanya kapasitor menyerap daya lebih sedikit dari pada induktor (dalam nilai yang sama). Kapasitor terdiri dari beberapa tipe, tergantung dari bahan dielektriknya[11].

2.2.3 Ignitor

Ignitor merupakan komponen penting dalam sebuah rangkaian lampu sodium tekanan tinggi atau sering disebut dengan SON-T. Ignitor memiliki berbagai tipe seperti ignitor SN56, ignitor SN58, ignitor CD-7H dan banyak lagi tipe lainnya. Pada penelitian ini ignitor yang digunakan pada rangkaian lampu SON-T 150W dan lampu SON-T 250W yaitu tipe SN58. Yang berfungsi untuk memanaskan elemen yang ada didalam bohlam lampu SON-T sehingga terjadi

loncatan panas antara ujung + dan - bohlamp lampu SON-OT dan lampu dapat menyala.



Gambar 2. 5 Ignitor SN 58

2.2.3.1 Manfaat Ignitor

Adapun manfaat ignitor yaitu :

1. Ignitor hanya akan berfungsi pada sirkuit paralel atau ballast paralel
2. Arus yang mengalir melalui ignitor hanya saat lampu menyala

2.2.4 Ballast

Ballast dilihat dari prinsip kerjanya ada dua jenis yaitu ballast elektromagnetik dan ballast elektronik. Ballast elektromagnetik bekerja atas dasar prinsip elektromagnetik dengan frekuensi kerja sama dengan frekuensi sumber listrik (50/60 Hz). Ballast elektronik umumnya bekerja dengan prinsip resonant inverter yang dilakukan dengan proses pensaklaran pada frekuensi tinggi.

Jenis ballast induktif yang beroperasi pada frekuensi saluran (50 Hz) mempunyai beberapa kekurangan seperti ukurannya yang besar serta berat karena terbuat dari inti besi dengan kumparan tembaga yang mengelilinginya. Selain itu jenis ballast induktif juga mempunyai permasalahan dengan efisiensi yang rendah, kehandalannya kurang, sulit untuk mengontrol luminous lampu, harus memakai starter, faktor daya yang rendah, distorsi harmonik yang besar, adanya resiko terjadinya gangguan arus lebih.

kejenuhan inti, dan adanya fenomena flicker karena frekuensi sumber tegangan yang rendah. Adanya flicker dan arus picu pada lampu fluorescent akan mengakibatkan umur lampu menjadi lebih pendek. Rendahnya efisiensi dan faktor daya dari ballast induktif serta distorsi harmonik yang besar akan mengakibatkan tidak efisiennya penggunaan energi listrik, sehingga pemakaian energi listrik menjadi boros.

Sistem ballast elektronik terintegrasi dalam suatu kotak, dimana di dalamnya terdapat komponen-komponen elektronik yang terdiri dari beberapa blok yaitu :

1. Low pass filter, membatasi distorsi harmonik, membatasi radiasi elektromagnetik, serta memproteksi komponen elektronik terhadap tegangan listrik yang tinggi.
2. Konverter AC/DC, berfungsi mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC.
3. Inverter, berfungsi mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC frekuensi tinggi[12].

Secara umum pada ballast elektronik terdapat 3 macam tipe inverter yang sering digunakan yaitu flyback inverter, current-source inverter jenis resonans, dan voltage source inverter jenis resonans. Jenis inverter yang ketiga merupakan inverter yang paling banyak digunakan pada ballast elektronik[13].



Gambar 2. 6 Ballast SON-T

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Ruang BCMS (Building Control and Monitoring System) Bandara Internasional Kualanamu, jalan besar Bandara Kualanamu Deli Serdang. Waktu penelitian direncanakan berlangsung selama kurang lebih 4 (empat) bulan, dimulai dari perencanaan peralatan, pengujian dan pengambilan data pengujian.

3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

Adapun bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

3.2.1 Bahan-bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk perancangan Lampu SON-T ini yaitu:

1. Ballast SON-T
2. Ignitor sn 58
3. Kapasitor
4. Cover lampu
5. Lampu SOT-T 150W dan 250W
6. Kabel sebagai penghubung dalam rangkaian Pengujian

3.2.2 Peralatan Pengujian

Peralatan penunjang yang digunakan untuk pengambilan data Pengujian kualitas daya Lampu SON-T yaitu :

1. Multimeter Digital sebagai alat pengukur arus, tegangan dan frekuensi
2. Cos μ meter sebagai alat pengukur faktor daya
3. Tang sebagai alat pemotong atau pengupas kabel
4. Obeng (+ dan -) sebagai alat membuka atau memasang baut
5. Kabel extention sebagai alat penghubung peralatan ke sumber tegangan

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara untuk menjabarkan suatu analisa/perhitungan yang dilakukan dalam rangka mencapai suatu tujuan dalam penelitian. Adapun langkah-langkah penelitian ini, yaitu :

1. Metode pengujian

Langkah ini meliputi untuk mengetahui kualitas daya pada lampu SON-T.

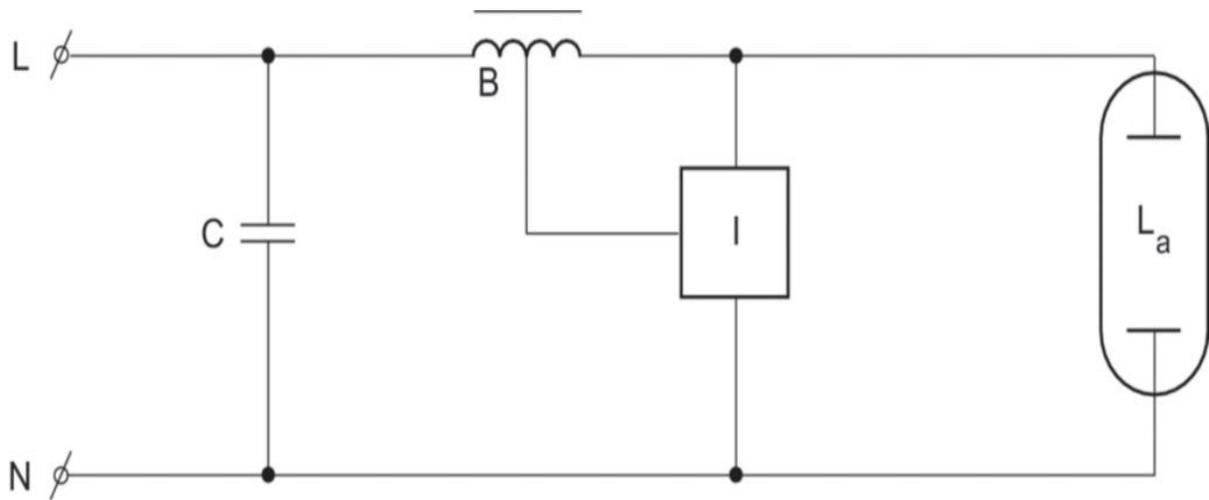
2. Pengumpulan data

Meliputi pengambilan dan pengumpulan data yang didapat pada pengujian.

3. Menganalisa data pengujian

Menganalisis hasil data yang telah diambil pada pengujian berdasarkan data actual yang ada sehingga didapat nilai-nilai yang dimaksud

3.4 Rangkaian Lampu SON-T

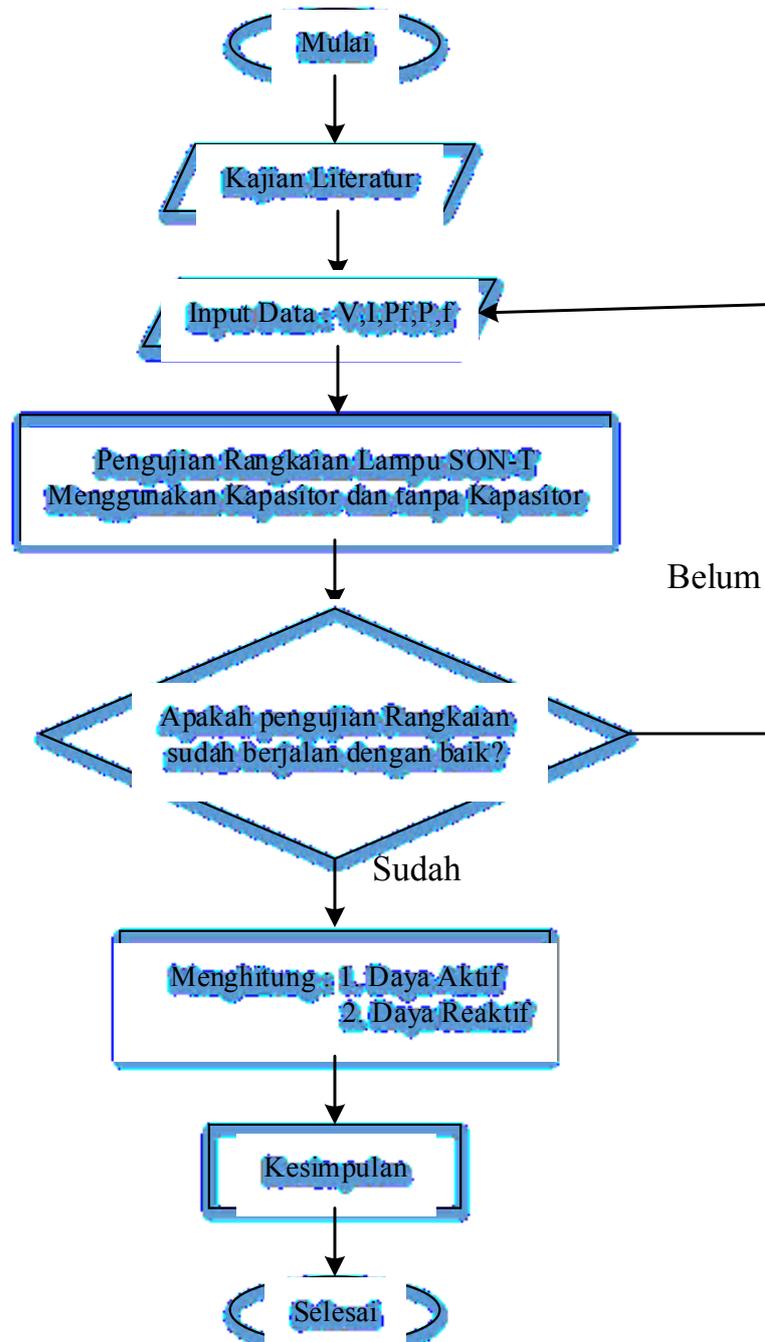


Gambar 3. 1 Rangkaian Lampu SON-T

Gambar 3.1 merupakan rangkaian lampu SON-T yang didalamnya terdiri dari Ballast (B), Ignitor (I), Kapasitor (C) dan Lampu (L_a).

3.5 Diagram Alir Pengujian

Adapun diagram alir (flowchart diagram) untuk mempermudah memahami penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 2 Diagram Alir

BAB 4

ANALISA PENGUJIAN DAN PERHITUNGAN

4.1 Spesifikasi Ballast SON-T 150W Dan SON-T 250W

Tabel 4. 1 Spesifikasi Ballast SON-T 150W

Product data

General Information		Temperature	
Application Code	L300 ITS	T-Winding (Max)	130 °C
		Delta-T Normal Conditions	70 °C
Operating and Electrical		Approval and Application	
Input Voltage	220 V	Approval Marks	CE marking CCC certificate
Input Frequency	50 Hz		
Power Factor 100% Load (Min)	0.45	Product Data	
Mains Voltage Performance (AC)	-8%+6%	Full product code	694818229506400
Mains Voltage Safety (AC)	-10%+10%	Order product name	BSNE 150L 300I TS
Input Current with PF Correction	0.85 A	EAN/UPC - Product	6948182295064
Input Current without PF Correction	1.8 A	Order code	913713019359
Power Factor without PF Compensation (Nom)	0.85	Numerator - Quantity Per Pack	1
Power Losses (Nom)	20 W	Numerator - Packs per outer box	6
Wiring		Material Nr. (12NC)	913713019359
Connector Type	Screw	Net Weight (Piece)	1.730 kg
System characteristics			
Rated Ballast-Lamp Power	150 W		

Tabel 4. 2 Spesifikasi Ballast SON-T 250W

Product data

General Information		Temperature	
Application Code	L302 I	T-Winding (Max)	130 °C
		Delta-T Normal Conditions	70 °C
Operating and Electrical		Product Data	
Input Voltage	230 V	Full product code	871016303131630
Input Frequency	50 Hz	Order product name	BSN 250L 302I
Power Factor 100% Load (Min)	0.4	EAN/UPC - Product	8710163148366
Mains Voltage Performance (AC)	-8%+6%	Order code	913710102850
Mains Voltage Safety (AC)	-10%+10%	Numerator - Quantity Per Pack	1
Input Current with PF Correction	1.4 A	Numerator - Packs per outer box	6
Input Current without PF Correction	3.0 A	Material Nr. (12NC)	913710102850
Power Factor without PF Compensation (Nom)	0.85	Net Weight (Piece)	2.700 kg
Power Losses (Nom)	22.7 W		
Wiring			
Connector Type	Screw		
System characteristics			
Rated Ballast-Lamp Power	250 W		

4.2 Pengujian Lampu SON-T 150W

No	Waktu Menyala (menit)	V (Volt)	Pakai Kapasitor				
			I (Ampere)	Cos φ	P (Watt)	F	Warna
1.	0	226,1	1,06	0,31	73,5	50	Pink
2.	10	226,1	0,88	0,85	169,2	50	Kuning
3.	20	226	0,87	0,86	170,4	50	Kuning
4.	30	226,1	0,87	0,86	170,5	50	Kuning
5.	40	226,1	0,87	0,86	170,5	50	Kuning
6.	50	226,2	0,87	0,86	170,6	50	Kuning
7.	60	226,1	0,87	0,86	170,5	50	Kuning

Tabel 4. 3 Data Pengujian Lampu SON-T 150W menggunakan Kapasitor

1. Waktu 0 menit

Tegangan : 267,1 volt

Arus : 1,06 Ampere

Cos φ : 0,31

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 226,1 \cdot 1,06 \cdot 0,31 = 74,2 \text{ W}$

2. Waktu 10 menit

Tegangan : 226,1 volt

Arus : 0,88 Ampere

Cos φ : 0,85

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 226,1 \cdot 0,88 \cdot 0,85 = 169,1 \text{ W}$

3. Waktu 20 menit

Tegangan : 226 volt

Arus : 0,87 Ampere

Cos φ : 0,86

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 226 \cdot 0,87 \cdot 0,86 = 169 \text{ W}$

4. Waktu 30 menit

Tegangan : 226,1 volt

Arus : 0,87 Ampere

Cos φ : 0,86

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 226,1 \cdot 0,87 \cdot 0,86 = 169,1 \text{ W}$

5. Waktu 40 menit

Tegangan : 226,1 volt

Arus : 0,87 Ampere

Cos φ : 0,86

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 226,1 \cdot 0,87 \cdot 0,86 = 169,1 \text{ W}$

6. Waktu 50 menit

Tegangan : 226,2 volt

Arus : 0,87 Ampere

Cos φ : 0,86

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 226,2 \cdot 0,87 \cdot 0,86 = 171,1 \text{ W}$

7. Waktu 60 menit

Tegangan : 226,1 volt

Arus : 0,87 Ampere

Cos ϕ : 0,86Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi = 227,0 \cdot 0,89 \cdot 0,71 = 169,1 \text{ W}$

No	Waktu Menyala (menit)	V (Volt)	Tanpa Pakai Kapasitor				
			I (Ampere)	Cos ϕ	P (Watt)	F	Warna
1.	0	225,7	2,34	0,17	88,3	50	Pink
2.	10	225,7	1,86	0,42	175,5	50	Kuning
3.	20	225,7	1,85	0,42	177,4	50	Kuning
4.	30	225,7	1,85	0,42	177,4	50	Kuning
5.	40	225,7	1,85	0,42	177,5	50	Kuning
6.	50	225,8	1,85	0,42	177,5	50	Kuning
7.	60	225,8	1,85	0,42	177,6	50	Kuning

Tabel 4. 4 Data Pengujian Lampu SON-T 150W tanpa Menggunakan Kapasitor

1. Waktu 0 menit

Tegangan : 225,7 volt

Arus : 2,34 Ampere

Cos ϕ : 0,17Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi = 225,71 \cdot 2,34 \cdot 0,17 = 89,7 \text{ W}$

2. Waktu 10 menit

Tegangan : 225,7 volt

Arus : 1,86 Ampere

Cos φ : 0,42

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 225,7 \cdot 1,86 \cdot 0,42 = 176,3 \text{ W}$

3. Waktu 20 menit

Tegangan : 225,7 volt

Arus : 1,85 Ampere

Cos φ : 0,42

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 225,7 \cdot 1,85 \cdot 0,42 = 175,3 \text{ W}$

4. Waktu 30 menit

Tegangan : 225,7 volt

Arus : 1,85 Ampere

Cos φ : 0,42

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 225,7 \cdot 1,85 \cdot 0,86 = 175,3 \text{ W}$

5. Waktu 40 menit

Tegangan : 225,7 volt

Arus : 1,85 Ampere

Cos φ : 0,42

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 225,7 \cdot 1,85 \cdot 0,42 = 175,3 \text{ W}$

6. Waktu 50 menit

Tegangan : 225,8 volt

Arus : 1,85 Ampere

Cos φ : 0,42

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 225,8 \cdot 1,85 \cdot 0,42 = 175,4 \text{ W}$

7. Waktu 60 menit

Tegangan : 225,8 volt

Arus : 1,85 Ampere

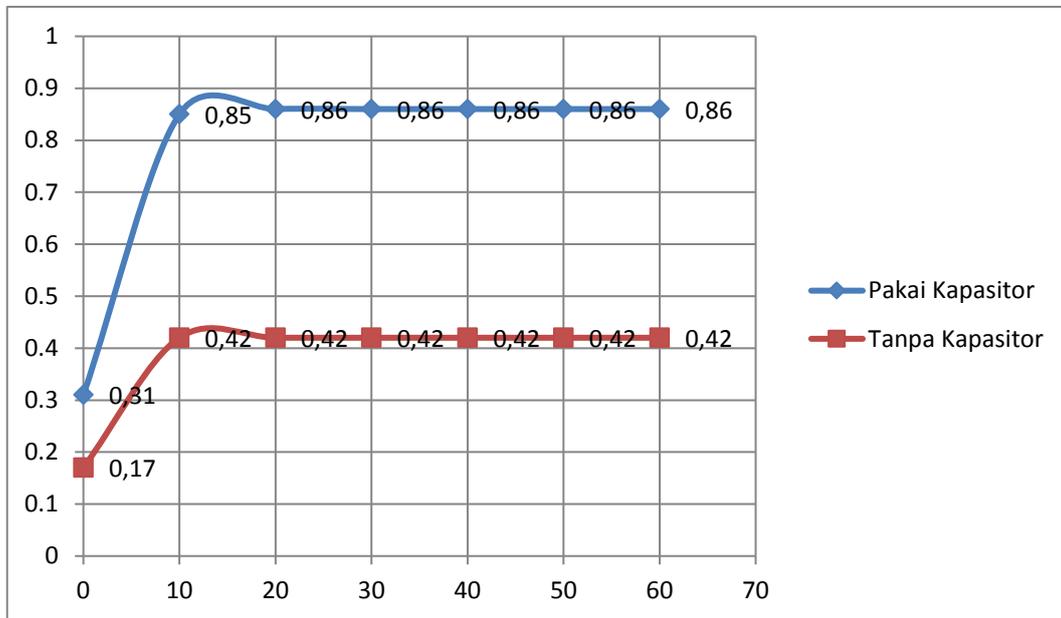
Cos φ : 0,42

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 225,8 \cdot 1,85 \cdot 0,42 = 175,4 \text{ W}$

No	Waktu Menyala (menit)	Cos φ	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	0,31	0,17
2.	10	0,85	0,42
3.	20	0,86	0,42
4.	30	0,86	0,42
5.	40	0,86	0,42
6.	50	0,86	0,42
7.	60	0,86	0,42

Tabel 4. 5 Perbandingan Cos φ Pada Lampu SON-T 150W

Berdasarkan data Tabel 4.5 di atas, terlihat perbandingan nilai $\text{Cos } \phi$ pada Lampu SON-T 150W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 4.1.

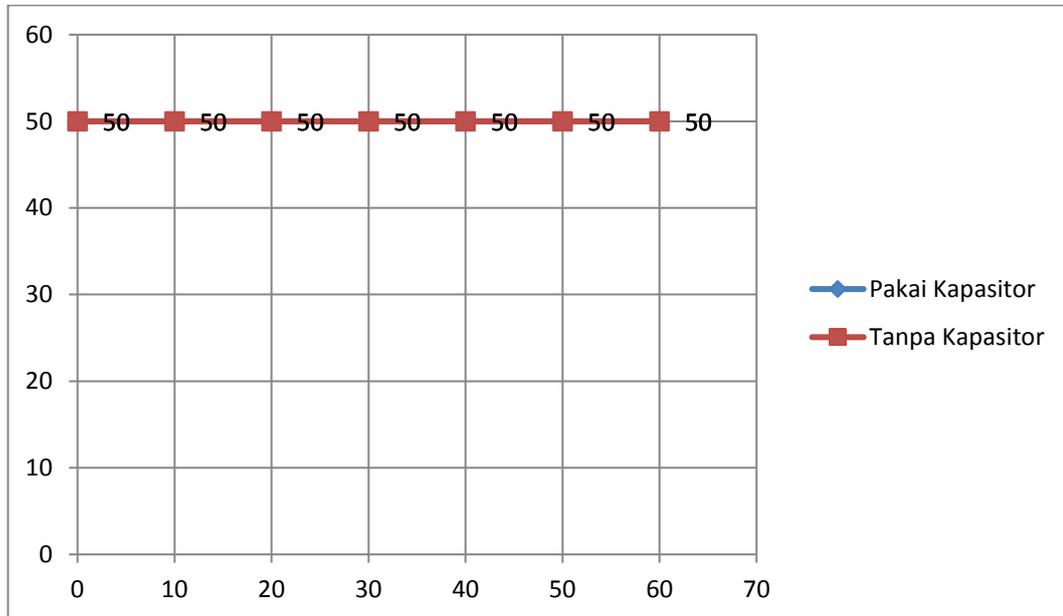


Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan $\text{Cos } \phi$ Lampu SON-T 150W menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor

No	Waktu Menyala (menit)	Frekuensi	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	50	50
2.	10	50	50
3.	20	50	50
4.	30	50	50
5.	40	50	50
6.	50	50	50
7.	60	50	50

Tabel 4. 6 Perbandingan Frekuensi Lampu SON-T 150W

Berdasarkan data Tabel 4.6 di atas, terlihat perbandingan nilai Frekuensi pada Lampu SON-T 150W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 4.2.

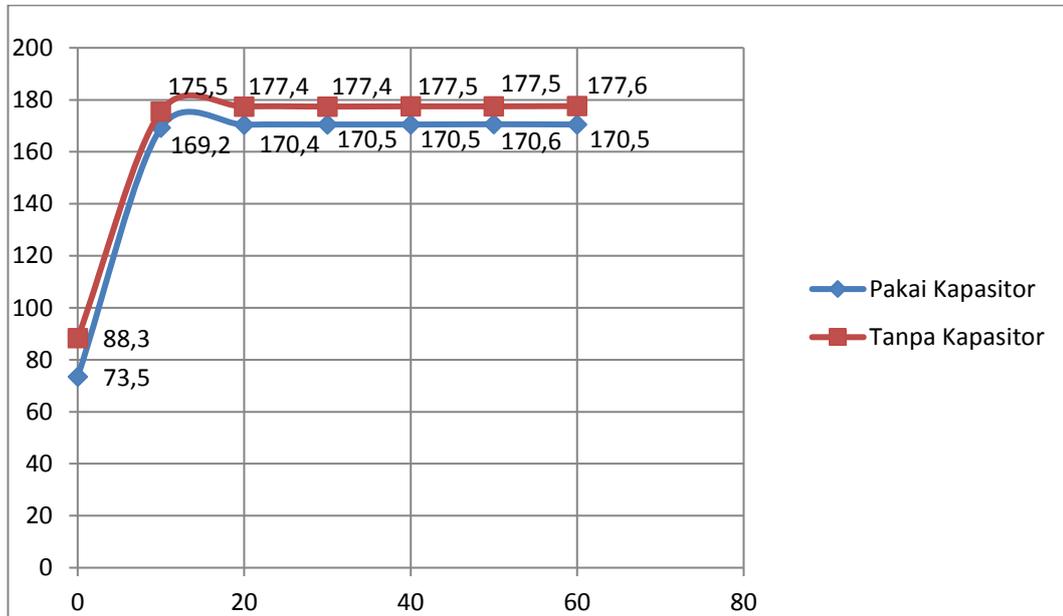


Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Frekuensi Lampu SON-T 150W menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor

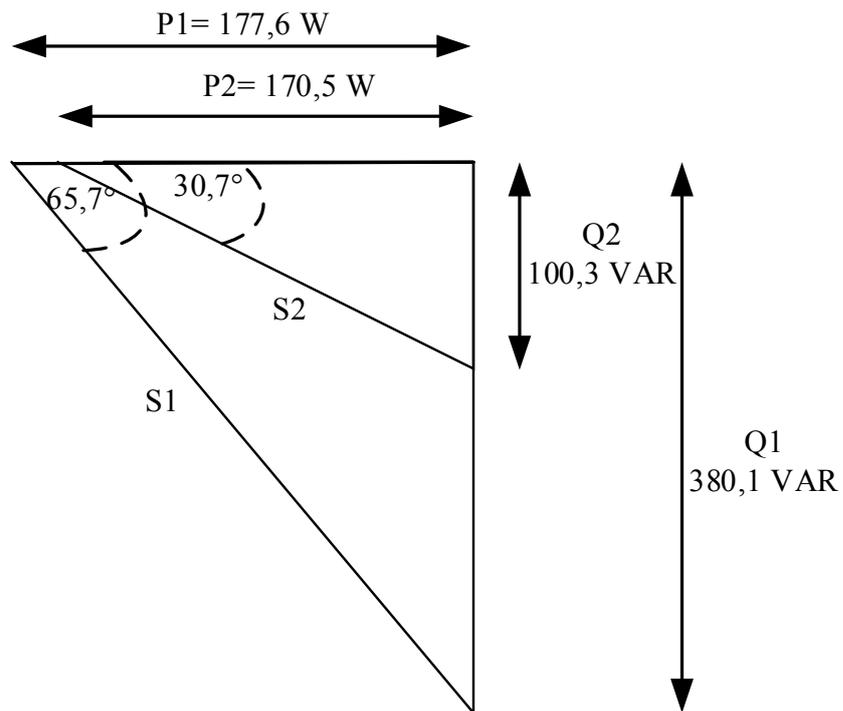
No	Waktu Menyala (menit)	Daya Aktif	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	73,5	88,3
2.	10	169,2	175,5
3.	20	170,4	177,4
4.	30	170,5	177,4
5.	40	170,5	177,5
6.	50	170,6	177,5
7.	60	170,5	177,6

Tabel 4. 7 Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 150W

Berdasarkan data Tabel 4.7 di atas, terlihat perbandingan nilai Daya Aktif pada Lampu SON-T 150W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 150W menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor



KETERANGAN:

P1 = Daya Aktif sebelum menggunakan Kapasitor

P2 = Daya Aktif sesudah menggunakan Kapasitor

Q1 = Daya Reaktif sebelum menggunakan Kapasitor

Q2 = Daya Reaktif sesudah menggunakan Kapasitor

Gambar 4. 4 Segitiga Daya Lampu SON-T 150W saat Menggunakan Kapasitor dan Tanapa Kapasitor

4.3 Pengujian Lampu SON-T 250W

No	Waktu Menyala (menit)	V (Volt)	Pakai Kapasitor				
			I (Ampere)	Cos ϕ	P (Watt)	F	Warna
1.	0	223,8	1,94	0,29	131,5	50	Pink
2.	10	223,6	1,38	0,94	282,5	50	Kuning
3.	20	223,8	1,38	0,95	284,7	50	Kuning
4.	30	223,7	1,38	0,95	284,9	50	Kuning
5.	40	223,9	1,38	0,95	284,8	50	Kuning
6.	50	223,9	1,37	0,95	284,8	50	Kuning
7.	60	223,8	1,37	0,95	284,8	50	Kuning

Tabel 4. 8 Data Pengujian Lampu SON-T 250W menggunakan Kapasitor

1. Waktu 0 menit

Tegangan : 223,8 volt

Arus : 1,94 Ampere

Cos ϕ : 0,29

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi = 223,8 \cdot 1,94 \cdot 0,29 = 125,9 \text{ W}$

2. Waktu 10 menit

Tegangan : 223,6volt

Arus : 1,38 Ampere

Cos ϕ : 0,94

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi = 223,6 \cdot 1,38 \cdot 0,94 = 290 \text{ W}$

3. Waktu 20 menit

Tegangan : 223,8 volt

Arus : 1,38 Ampere

Cos φ : 0,95

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 223,8 \cdot 1,38 \cdot 0,95 = 293,4 \text{ W}$

4. Waktu 30 menit

Tegangan : 223,7 volt

Arus : 1,38 Ampere

Cos φ : 0,95

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 223,7 \cdot 1,38 \cdot 0,95 = 293,2 \text{ W}$

5. Waktu 40 menit

Tegangan : 223,9 volt

Arus : 1,38 Ampere

Cos φ : 0,95

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 223,9 \cdot 1,38 \cdot 0,95 = 291,4 \text{ W}$

6. Waktu 50 menit

Tegangan : 223,9 volt

Arus : 1,37 Ampere

Cos φ : 0,95

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 223,9 \cdot 1,37 \cdot 0,95 = 291,4 \text{ W}$

7. Waktu 60 menit

Tegangan : 223,8 volt

Arus : 1,37 Ampere

Cos ϕ : 0,95Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi = 223,8 \cdot 1,37 \cdot 0,95 = 291,2 \text{ W}$

No	Waktu Menyala (menit)	V (Volt)	Tanpa Pakai Kapasitor				Warna
			I (Ampere)	Cos ϕ	P (Watt)	F	
1.	0	224,8	4,08	0,13	123,2	50	Pink
2.	10	224,7	3,11	0,41	286,4	50	Kuning
3.	20	224,8	3,08	0,41	288,4	50	Kuning
4.	30	224,7	3,08	0,41	288,6	50	Kuning
5.	40	224,7	3,08	0,41	288,6	50	Kuning
6.	50	224,8	3,08	0,41	288,6	50	Kuning
7.	60	224,7	3,07	0,41	288,9	50	Kuning

Tabel 4. 9 Data Pengujian Lampu SON-T 250W tanpa Menggunakan Kapasitor

1. Waktu 0 menit

Tegangan : 224,8 volt

Arus : 4,08 Ampere

Cos ϕ : 0,13Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi = 224,8 \cdot 4,08 \cdot 0,13 = 125 \text{ W}$

2. Waktu 10 menit

Tegangan : 224,7 volt

Arus : 3,11 Ampere

Cos φ : 0,41

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 224,7 \cdot 3,11 \cdot 0,41 = 286,5 \text{ W}$

3. Waktu 20 menit

Tegangan : 224,8 volt

Arus : 3,08 Ampere

Cos φ : 0,41

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 224,8 \cdot 3,08 \cdot 0,41 = 283,8 \text{ W}$

4. Waktu 30 menit

Tegangan : 224,7 volt

Arus : 3,08 Ampere

Cos φ : 0,41

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 224,7 \cdot 3,08 \cdot 0,41 = 283,7 \text{ W}$

5. Waktu 40 menit

Tegangan : 224,7 volt

Arus : 3,08 Ampere

Cos φ : 0,41

Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 224,7 \cdot 3,08 \cdot 0,41 = 283,7 \text{ W}$

6. Waktu 50 menit

Tegangan : 224,8 volt

Arus : 3,08 Ampere

Cos φ : 0,41Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 224,8 \cdot 3,08 \cdot 0,41 = 283,8 \text{ W}$

7. Waktu 60 menit

Tegangan : 224,7 volt

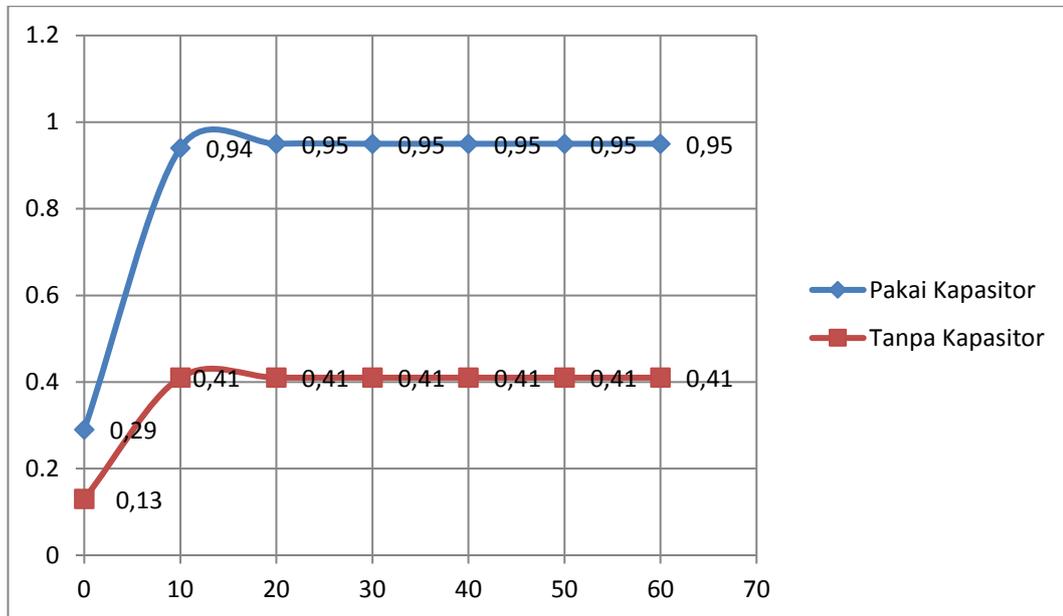
Arus : 3,08 Ampere

Cos φ : 0,41Daya Aktif : $P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi = 224,7 \cdot 3,08 \cdot 0,41 = 283,7 \text{ W}$

No	Waktu Menyala (menit)	Cos φ	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	0,29	0,13
2.	10	0,94	0,41
3.	20	0,95	0,41
4.	30	0,95	0,41
5.	40	0,95	0,41
6.	50	0,95	0,41
7.	60	0,95	0,41

Tabel 4. 10 Perbandingan Cos φ Pada Lampu SON-T 250W

Berdasarkan data Tabel 4.10 di atas, terlihat perbandingan nilai $\text{Cos } \phi$ pada Lampu SON-T 250W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 4.4.

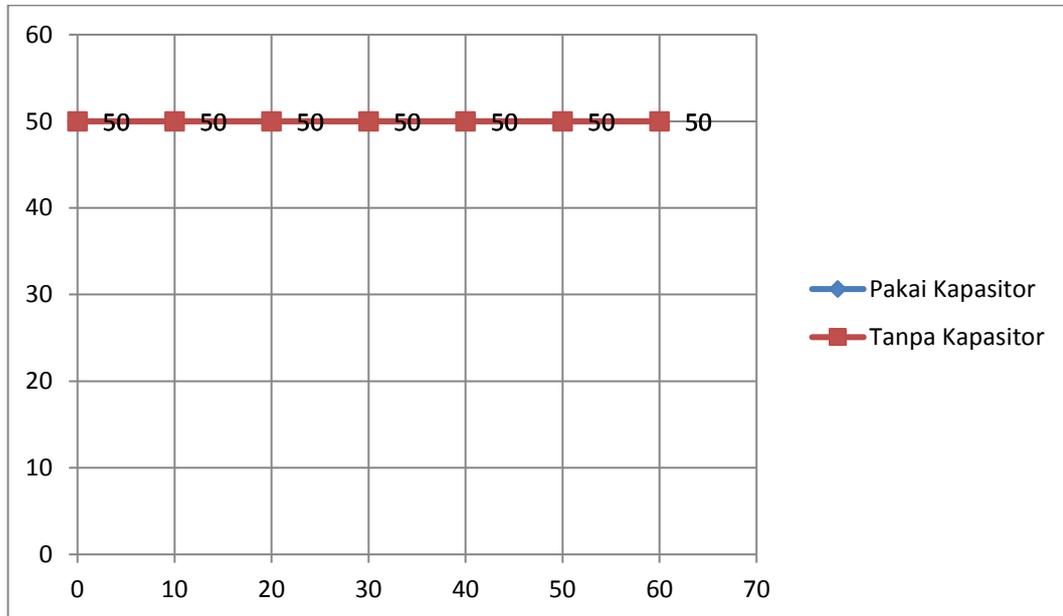


Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan $\text{Cos } \phi$ Lampu SON-T 250W menggunakan Kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor

No	Waktu Menyala (menit)	Frekuensi	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	50	50
2.	10	50	50
3.	20	50	50
4.	30	50	50
5.	40	50	50
6.	50	50	50
7.	60	50	50

Tabel 4. 11 Perbandingan Frekuensi Lampiu SON-T 250W

Berdasarkan data Tabel 4.11 di atas, terlihat perbandingan nilai Frekuensi pada Lampu SON-T 250W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 4.5.

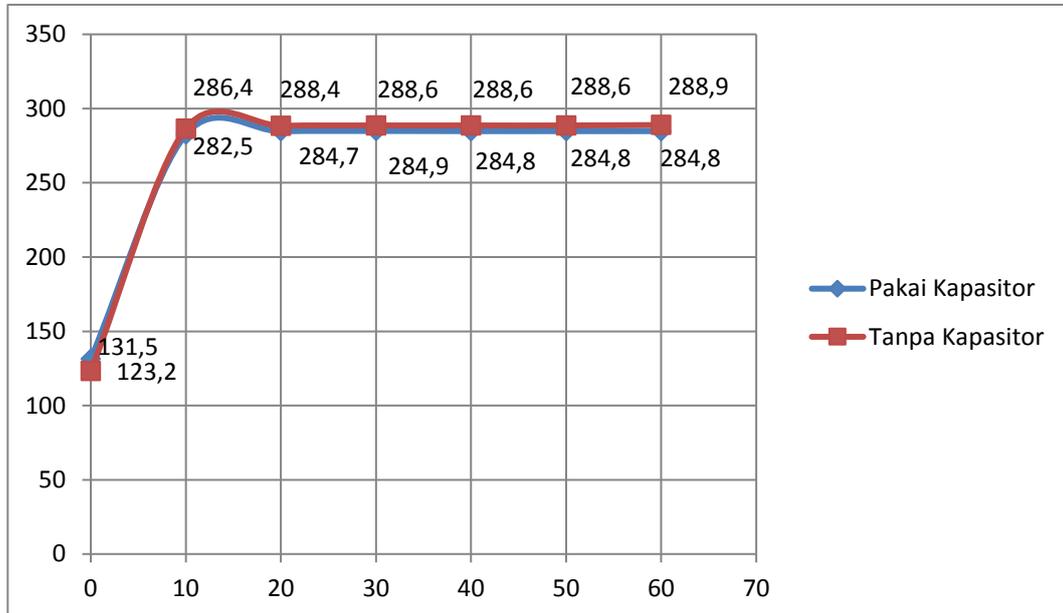


Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Frekuensi Lampu SON-T 250W menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor

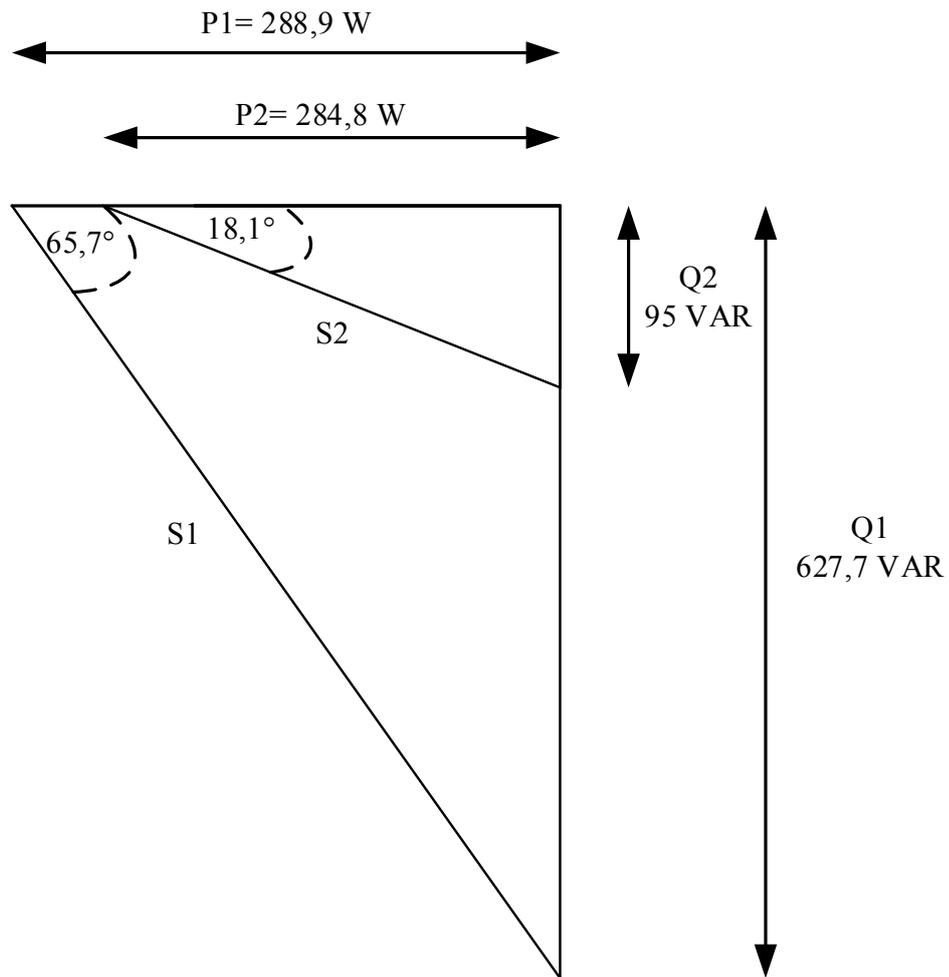
No	Waktu Menyala (menit)	Daya Aktif	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	131,5	123,2
2.	10	282,5	286,4
3.	20	284,7	288,4
4.	30	284,9	288,6
5.	40	284,8	288,6
6.	50	284,8	288,6
7.	60	284,8	288,9

Tabel 4. 12 Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 150W

Berdasarkan data Tabel 4.12 di atas, terlihat perbandingan nilai Daya Aktif pada Lampu SON-T 250W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 250W menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor



KETERANGAN:

P1 = Daya Aktif sebelum menggunakan Kapasitor

P2 = Daya Aktif sesudah menggunakan Kapasitor

Q1 = Daya Reaktif sebelum menggunakan Kapasitor

Q2 = Daya Reaktif sesudah menggunakan Kapasitor

Gambar 4.8 Segitiga Daya Lampu SON-T 250W saat Menggunakan Kapasitor dan Tanpa Kapasitor

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penggunaan kapasitor pada Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T) dapat memperbaiki faktor daya ($\cos\phi$). Terbukti dari pengujian lampu saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor.
2. Penggunaan kapasitor pada Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T) tidak merubah frekuensi (frekuensi tetap) saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor.
3. Penggunaan kapasitor pada Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T) mengurangi penggunaan daya aktif lampu yang terbukti dari hasil pengukuran dan perhitungan saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan kepada pembaca untuk mengembangkan dengan melakukan percobaan pada jenis lampu lain menggunakan kapasitor. Guna untuk mengetahui perbandingan kualitas daya serta efisiensi pemakaian daya pada lampu tersebut.

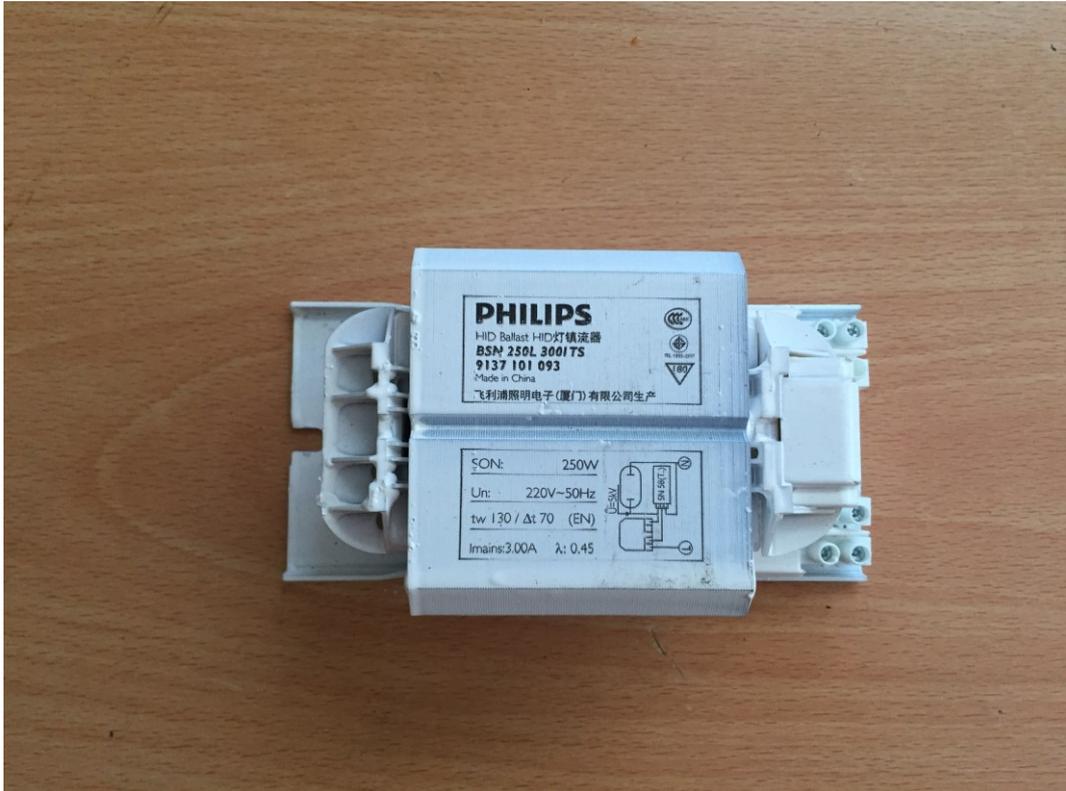
DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Pringatun, Karnoto, and M. T. Prasetyo, "Analisis komparasi pemilihan lampu penerangan jalan tol," vol. 4, no. 1, 2011.
- [2] A. B. A. Rahman, "Optimalisasi Penempatan Kapasitor Bank untuk Memperbaiki Kualitas Daya Pada Sistem Kelistrikan PT. Semen Indonesia Aceh Menggunakan Metode Genetic Algorithm (GA)," *Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 2–7, 2016.
- [3] R. J. Sitorus and E. Warman, "Studi Kualitas Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor," *Singuda Ensikom*, vol. 3, no. 2, pp. 64–69, 2013.
- [4] M. T. Prasetyor and L. Assaffaf, "Efektifitas Pemasangan Kapasitor Sebagai Metode Alternatif Penghemat Energi Listrik," *Media Elektr.*, vol. 3, no. No 2 ISSN 1979-7451, pp. 22–32, 2010.
- [5] H. Asy'ari and Jatmiko, "Aplikasi kapasitor untuk perbaikan faktor daya listrik pada motor induksi satu phase capacitor application to repair the electric power factor of one phase induction motor," pp. 185–198.
- [6] D. Tampubolon and M. Sjani, "OPTIMALISASI PENGGUNAAN KAPASITOR BANK PADA JARINGAN 20 KV DENGAN SIMULASI ETAP (Studi Kasus Pada Feeder Srikandi di PLN Rayon Pangkalan Balai , Wilayah Sumatera Selatan)," vol. 9, no. 2, pp. 62–67, 2014.
- [7] F. A. Noor, H. Ananta, and S. Sunardiyo, "Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan , Arus , Faktor Daya , dan Daya Aktif," vol. 9, no. 2, pp. 66–73, 2017.
- [8] D. Riyanto, "Pengaruh pemakaian kapasitor pada lampu TL terhadap efesiensi daya listrik rumah tangga," *Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Ponorogo*, vol. 7, no. 1, pp. 45–53, 2013.
- [9] L. Assaffat, "Perbandingan unjuk kerja lampu jenis hpl-n dan son-t sebagai lampu penerangan jalan umum," vol. 1, no. 2, pp. 12–19, 2008.
- [10] 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.
- [11] S. Noor and N. Saputera, "Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank," vol. 6, no. 2, pp. 1–6, 2014.
- [12] D. Arya Nugraha, A. Warsito, and Karnoto, "Balast Elektronik Lampu Jenis High Pressure Sodium (HPS) Bertopologi Inverter Setengah Jembatan Resonan Seri Frekuensi Tinggi Dengan Mikrokontroler ATMEGA8535," vol. 11, no. 3, 2011.

- [13] S. A. Permana, Suroso, and Winasis, "Analisis Penggunaan Ballast Elektronik Untuk Penghematan Energi Listrik Pada Beban Penerangan," *Transmisi*, vol. 2, no. 16, pp. 100–105, 2014.
- [14] N. Evalina, A. Wicaksana, and A.M. Dalimunte, "Perbandingan Perbaikan Faktor Daya Transformator Berbeban Pada Beban Dan Saluran Dengan Menggunakan Kapasitor," *Seminar Nasional FT. UISU*, 2017
- [15] N. Evalina, A.A. Hutasuhut, Rimbawati, and Cholis, "Perbandingan Faktor Daya Pada Lampu Hemat Energi Dengan Menggunakan Dan Tanpa Menggunakan Inverter," *SEMNASTEK UISU*, 2018

LAMPIRAN













UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : MUHAMMAD FAJAR NUGROHO
NPM : 1407220055
Judul Tugas Akhir : ANALISA KUALITAS DAYA PADA LAMPU SON-T SAAT
MENGUNAKAN KAPASITOR DAN TANPA
MENGUNAKAN KAPASITOR DI JALAN TOL GATE
BANDARA KUALANAMU

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	Rabu 2-5-2018	Latar belakang, Batasan, tujuan dan rumusan masalah di Perbaiki	
2.	Senin 7-5-2018	Lanjutan Bab II	
3.	Senin 21-5-2018	Cari spesifikasi Ignitor, Ballast, kapasitor Daya untuk lampu son-T, Lanjut Bab III	
4.	Sabtu 7-7-2018	Lanjutan Bab-IV rumus rumus disesuaikan dengan ukuran huruf.	
5.	Sabtu 14-7-2018	- grafik hasil pengukuran/perhitungan - Cantumkan nilai kapasitor pada tabel.	
6.	Senin 23-7-2018	- grafik sesuai tabel - lanjut bab V	
7.	Senin 6-8-2018	- Daftar pustaka lengkapi sesuai data.	
8.	Sabtu 25-8-2018	- Ace untuk di seminar kan.	

Pembimbing II

Faisal Irsan Pasaribu, ST., MT



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : MUHAMMAD FAJAR NUGROHO
NPM : 1407220055
Judul Tugas Akhir : ANALISA KUALITAS DAYA PADA LAMPU SON-T SAAT
MENGUNAKAN KAPASITOR DAN TANPA
MENGUNAKAN KAPASITOR DI JALAN TOL GATE
BANDARA KUALANAMU

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	3-5-2018	Diskusi Bab I & Judul.	
		Selanjutnya ke Pemb - II	
2.	26-5-2018	Sempurnakan koreksi di Bab I-II	
3	11-7-'18	Lanjutkan tabel daya & follow-up serta buat tabel nya grafik	
4	14-7-'18	Sempurnakan Bab IV Lanj. ke Pemb. II	
5	20/7-'18	Ept. Di lanjutkan secara mengikuti seminar	

Pembimbing I

Ir. Abdul Azis Hutasuht, MM

ANALISA KUALITAS DAYA PADA LAMPU SON-T SAAT MENGUNAKAN KAPASITOR DAN TANPA MENGUNAKAN KAPASITOR DI JALAN TOL GATE BANDARA KUALANAMU

Abdul Aziz Hutasuhut, Faisal Irsan Pasaribu, M. Fajar Nugroho
Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Kapt. Muchtar Basri No.3 Medan
fajarnugroho414@gmail.com

ABSTRAK

Pada umumnya beban pada jaringan listrik adalah beban induktif seperti contoh yaitu lampu SON-T yang menggunakan trafo/ballast. Permasalahan beban menggunakan trafo/ballast ini berdampak menurunnya faktor daya ($\cos\phi$) yang menyebabkan konsumsi daya menjadi berlebih. Langkah untuk mengoptimalkan penggunaan listrik yaitu menggunakan komponen penghemat energi listrik (power saver). Komponen yang digunakan adalah kapasitor yang berguna untuk meningkatkan kualitas daya pada beban induktif. Dalam penelitian ini akan menjelaskan mengenai pengaruh pemasangan kapasitor terhadap kualitas daya pada lampu SON-T. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan kapasitor dapat meningkatkan kualitas daya seperti memperbaiki faktor daya ($\cos\phi$), frekuensi dan mengurangi konsumsi daya.

Kata Kunci: Kualitas Daya, Faktor Daya ($\cos\phi$), Kapasitor, Daya Aktif

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan di dunia. Energi listrik yang banyak digunakan pengonsumsi energi yaitu penerangan. Penerangan merupakan salah satu pengonsumsi energi listrik terbesar yang berkisar 20% - 25% dari total konsumsi energi listrik terpakai dan terus meningkat setiap tahunnya. Salah satunya yaitu penerangan pada jalan tol. Tujuan utama dari penerangan jalan tol adalah untuk menghasilkan kenyamanan penglihatan di waktu malam hari, menjaga kualitas jarak pandang, serta memudahkan bagi kendaraan yang melintas. Fungsi penerangan jalan tol selain untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengendara, khususnya untuk mengantisipasi situasi perjalanan pada malam hari juga untuk keamanan lingkungan atau mencegah kriminalitas serta untuk memberikan kenyamanan dan keindahan lingkungan jalan [1].

Kualitas daya dalam sistem tenaga merupakan hal yang sangat penting dan harus diperhatikan untuk menjaga stabilitas dan kontinuitas sistem tenaga listrik dalam suatu industri. Diantara permasalahan kualitas daya yang timbul salah satunya adalah penurunan nilai faktor daya yang menyebabkan konsumsi daya menjadi berlebih. Seperti pada industri industri besar pada umumnya [2].

Untuk mengoptimalkan pemanfaatan daya listrik yang tersedia dari PLN, maka keberadaan daya reaktif harus dibuat seminimal mungkin. Disamping itu penghematan energi merupakan sesuatu yang prioritas di tengah tipisnya persediaan energi listrik saat ini. Dalam tugas akhir ini dilakukan perhitungan perbaikan faktor daya analisis mengenai prinsip kerja dan pengaruh alat ini secara nyata terhadap kualitas listrik (tegangan, arus, faktor daya, rugi-rugi daya), persentase optimalisasi pemanfaatan daya, pengaruhnya terhadap tagihan listrik bulanan,

pengaruhnya terhadap PLN, serta analisis tentang hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemasangan kapasitor (seperti kondisi beban, lokasi pemasangan) [3].

Pemasangan kapasitor daya dalam jaringan listrik merupakan pemasangan kapasitor secara paralel pada suatu instalasi listrik dengan harapan dapat menaikkan efisiensi faktor daya ($\cos \phi$). Rendahnya faktor daya merupakan hal yang sangat tidak diinginkan selama hal itu menyebabkan peningkatan arus, yang menyebabkan bertambahnya kehilangan daya aktif pada semua elemen sistem tenaga listrik dari pusat pembangkit listrik hingga ke pemakai listrik. Dalam rangka memastikan kondisi yang paling menguntungkan (baik) untuk suplai sistem tenaga listrik dari sudut teknik dan sudut ekonomis, penting untuk mempunyai faktor daya sedekat mungkin ke angka satu [4].

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penerangan jalan adalah bagian integral dari pembangunan jalan raya. Tujuan utama dari penerangan jalan raya adalah untuk menghasilkan kecepatan, akurasi, dan kenyamanan penglihatan pada waktu malam, menjaga kualitas jarak pandang, dan memudahkan kendaraan yang melintas. Fungsi penerangan jalan raya selain untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengendara, terutama dalam mengantisipasi situasi perjalanan malam hari juga untuk keselamatan lingkungan atau untuk mencegah kejahatan dan untuk memberikan kenyamanan dan keindahan lingkungan.

Permintaan kebutuhan listrik yang semakin meningkat, baik dari segi kuantitas maupun kualitas menuntut perusahaan utilitas listrik di Indonesia untuk dapat menjawab permintaan tersebut dengan melakukan kontrol kualitas pelayanan listrik. Adapun beberapa parameter penting yang harus diperhatikan guna menjaga kualitas daya diantaranya adalah faktor daya dan jatuh tegangan. Salah satu solusi perbaikan faktor daya dan jatuh tegangan adalah dengan penggunaan kapasitor bank. Tulisan ini membahas mengenai penggunaan

kapasitor secara optimal, serta penentuan lokasi, ukuran, dan jumlah unit kapasitor. Dalam pembahasan dikaji kelayakan operasi dan kelayakan finansial penggunaan kapasitor pada daerah yang diteliti.

Faktor daya merupakan salah satu indikator baik buruknya kualitas daya listrik. Faktor daya atau faktor kerja adalah perbandingan antara daya aktif (watt) dengan daya semu/daya total (VA), atau cosinus sudut antara daya aktif dan daya semu/daya total. Peningkatan daya reaktif akan meningkatkan sudut antara daya aktif dan daya semu sehingga dengan daya aktif yang tetap akan mengakibatkan peningkatan daya semu yang akan dikirimkan. Dengan kata lain akan menurunkan efisiensi dari sistem distribusi ketenagalistrikan. Faktor daya juga disimbolkan sebagai $\cos \theta$.

Penggunaan energi listrik tergantung pada jenis peralatan-peralatan listrik dan elektronik yang digunakan pada rumah tangga yang digunakan secara teratur. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi akibat pemasangan kapasitor daya pada instalasi motor induksi 3 phase dan menghitung perbaikan faktor daya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan kapasitor daya dapat memperbaiki faktor daya. Perbaikan ini ditentukan dari penurunan arus reaktif yang ditarik oleh beban induktif.

Daya aktif adalah daya yang memang benar – benar digunakan dan terukur pada beban. Daya aktif dibedakan berdasarkan penggunaannya, yaitu pada satu fasa atau tiga fasa. Secara matematis dapat ditulis :

$$\text{Untuk 1 fasa : } P = V \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

P = Daya aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

Daya semu adalah nilai tenaga listrik yang melalui suatu penghantar. Daya semu merupakan hasil perkalian dari tegangan dan arus yang melalui penghantar. Daya semu dibedakan berdasarkan penggunaannya, yaitu pada satu fasa dan tiga fasa. Secara matematis dapat dituliskan :

$$\text{Untuk 1 fasa : } S = V \cdot I \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Daya Reaktif adalah daya yang dihasilkan oleh peralatan – peralatan listrik. Sebagai contoh, pada motor listrik terdapat 2 daya reaktif panas dan mekanik. Daya reaktif panas karena kumparan pada motor dan daya reaktif mekanik karena perputaran. Daya reaktif adalah hasil perkalian dari tegangan dan arus dengan vektor daya. Secara matematis dapat dituliskan :

$$\text{Untuk 1 fasa : } Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{Untuk 3 fasa : } Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\sin \phi$ = Besaran Vektor Daya

2.1 Lampu SON-T

Lampu sodium tekanan tinggi lebih sering disebut lampu SON – T . Prinsip kerjanya

sama dengan lampu sodium tekanan rendah atau SOX – E, yaitu berdasarkan pelepasan elektron di dalam tabung lampu. Lampu sodium tekanan tinggi SON maupun sodium tekanan rendah SOX adalah keluarga lampu tabung atau discharge lamp. Sesuai dengan namanya, lampu ini mempunyai tekanan gas di dalam tabungnya kira-kira 250 mm Hg, sehingga temperatur kerja tabung lampu ini juga tinggi.



Gambar 1. Lampu SON-T

2.2 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen pasif yang menghasilkan daya reaktif. Konstruksi kapasitor ini terdiri atas dua keping pelat (konduktor) sejajar dan di tengah-tengahnya terdapat suatu bahan dielektrik . Nilai kapasitansi suatu kapasitor (C) adalah:

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} \dots\dots\dots(11)$$

C = kapasitansi (farad)

A = Luas penampang

d = jarak antar penampang

ϵ = permitivitas vakum ($\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$)



Gambar 2. Kapasitor

Dalam perbaikan faktor daya dan pengaturan tegangan jaringan, para engineer menggunakan kapasitor bank dengan sistem kompensasi daya reaktif yang ditawarkannya. Pada saluran transmisi, beban yang bersifat induktif akan menyerap daya reaktif, yang kemudian akan dapat menimbulkan jatuh tegangan di sisi penerima. Disinilah kapasitor bank berfungsi dalam mengkompensasi daya reaktif dan memastikan tegangan terjaga pada levelnya pada saat beban penuh. Pemasangan kapasitor bank adalah usaha yang dilakukan untuk memberikan supply daya reaktif. Sehingga penggunaan kapasitor bank akan mengurangi penyerapan daya reaktif sistem oleh beban. Hal ini dilakukan agar jatuh tegangan dan rugi-rugi jaringan yang terjadi dapat dikurangi.

Secara umum fungsi kapasitor pada sistem tenaga adalah :

- a. Menyuplai daya reaktif sehingga memaksimalkan penggunaan daya kompleks (KVA)
- b. Memperbaiki power faktor
- c. Mengurangi jatuh tegangan
- d. Menghindari kelebihan beban trafo
- e. Memberi tambahan daya tersedia
- f. Menghindari kenaikan arus dan suhu pada kabel
- g. Menghemat daya / efisiensi.

Kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan

ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. kapasitor memiliki satuan yang disebut Farad dari nama Michael Faraday. berkenaan dengan kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya. Satuan dari kapasitansi kondensator adalah Farad (F). Namun Farad adalah satuan yang terlalu besar, sehingga digunakan :

$$\text{Pikofarad (pF)} = \frac{1}{10^{-12}} \text{ F}$$

$$\text{Nanofarad (nF)} = \frac{1}{10^{-9}} \text{ F}$$

$$\text{Microfarad (}\mu\text{F)} = \frac{1}{10^{-6}} \text{ F}$$

Kapasitansi dari kondensator dapat ditentukan dengan rumus :

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d} \quad (12)$$

C = Kapasitansi (Farad)
 ϵ_0 = Permivisitas ruang hampa ($8,854 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{M}}$)
 ϵ_r = Permivisitas relatif dari bahan dielektrika
 A = Luas penampang penghantar (m^2)
 d = Jarak antara kedua penghantar (m).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara untuk menjabarkan suatu analisa/perhitungan yang dilakukan dalam rangka mencapai suatu tujuan dalam penelitian. Adapun langkah-langkah penelitian ini, yaitu :

1. Metode pengujian

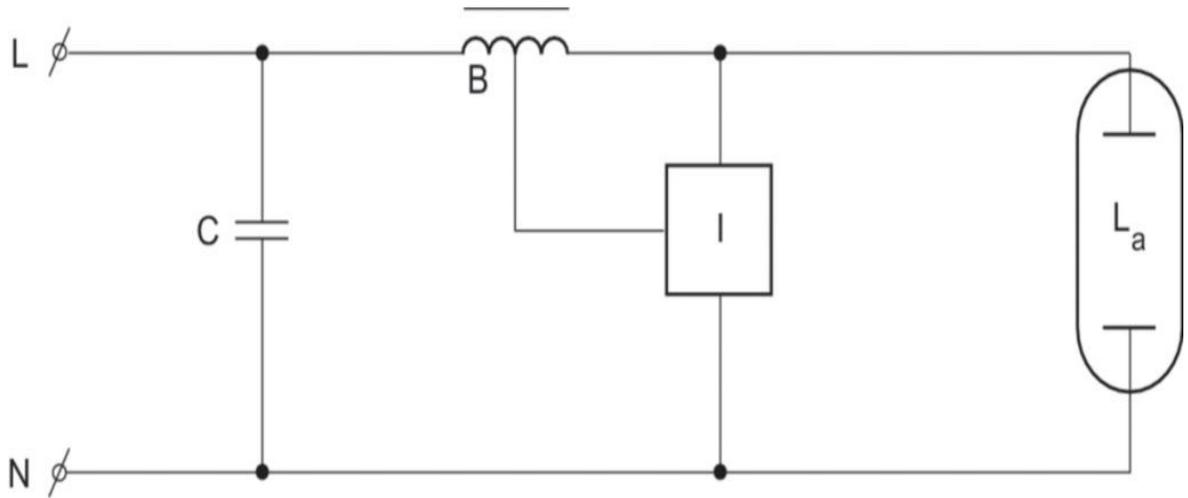
Langkah ini meliputi untuk mengetahui kualitas daya pada lampu SON-T.

2. Pengumpulan data

Meliputi pengambilan dan pengumpulan data yang didapat pada pengujian.

3. Menganalisa data pengujian

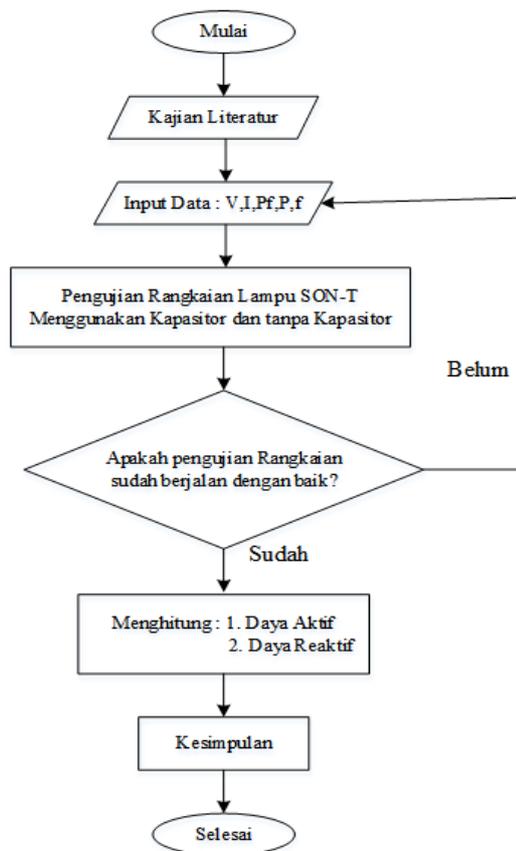
Menganalisis hasil data yang telah diambil pada pengujian berdasarkan data actual yang ada sehingga didapat nilai-nilai yang dimaksud



Gambar 3. Rangkaian Lampu SON-T

Diagram Alir Pengujian

Gambar 4. Diagram Alir Pengujian

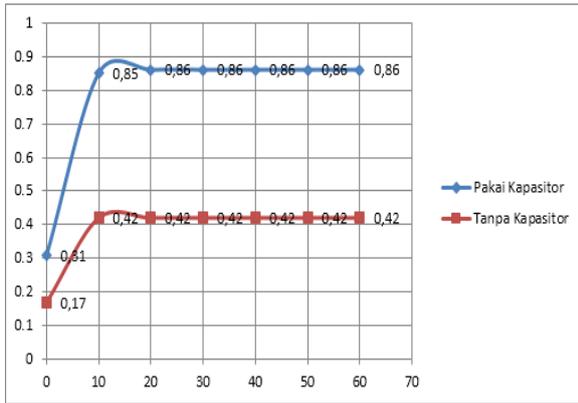


(flowchart)

1. Pengujian lampu SON-T 150W

No	Waktu Menyala (menit)	Cos ϕ	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	0,31	0,17
2.	10	0,85	0,42
3.	20	0,86	0,42
4.	30	0,86	0,42
5.	40	0,86	0,42
6.	50	0,86	0,42
7.	60	0,86	0,42

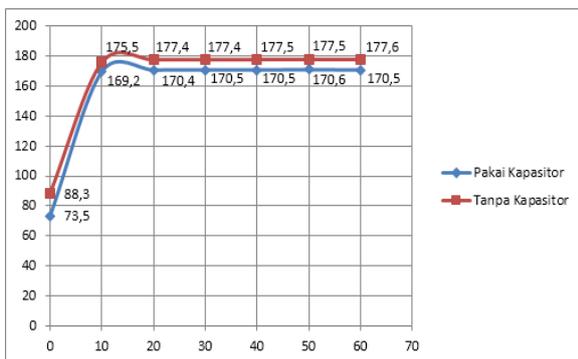
Berdasarkan data Tabel 1 di atas, terlihat perbandingan nilai Cos ϕ pada Lampu SON-T 150W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 5.



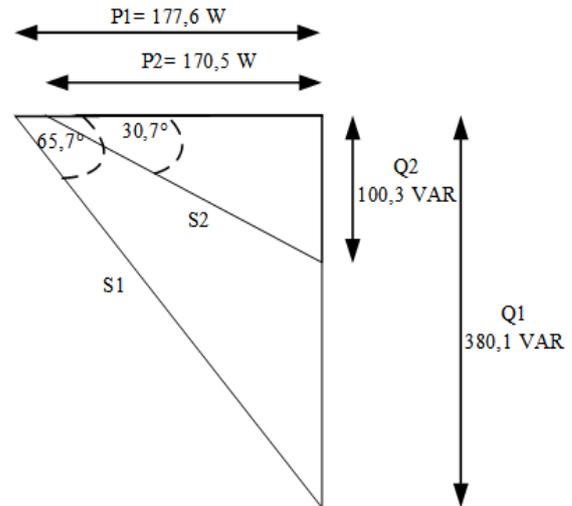
Gambar 5. Grafik Perbandingan Cos ϕ Lampu SON-T 150W menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor

No	Waktu Menyala (menit)	Daya Aktif	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	73,5	88,3
2.	10	169,2	175,5
3.	20	170,4	177,4
4.	30	170,5	177,4
5.	40	170,5	177,5
6.	50	170,6	177,5
7.	60	170,5	177,6

Berdasarkan data Tabel 2 di atas, terlihat perbandingan nilai Daya Aktif pada Lampu SON-T 150W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 150W menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor



KETERANGAN:

P1 = Daya Aktif sebelum menggunakan Kapasitor

P2 = Daya Aktif sesudah menggunakan Kapasitor

Q1 = Daya Reaktif sebelum menggunakan Kapasitor

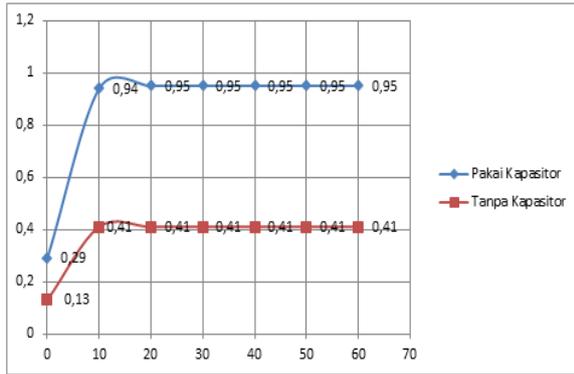
Q2 = Daya Reaktif sesudah menggunakan Kapasitor

Gambar 7. Segitiga Daya Lampu SON-T 150W saat Menggunakan Kapasitor dan Tanpa Kapasitor

2. Pengujian Lampu SON-T 250W

No	Waktu Menyala (menit)	Cos ϕ	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	0,29	0,13
2.	10	0,94	0,41
3.	20	0,95	0,41
4.	30	0,95	0,41
5.	40	0,95	0,41
6.	50	0,95	0,41
7.	60	0,95	0,41

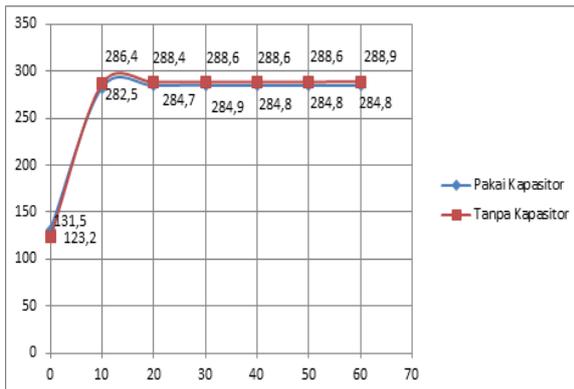
Berdasarkan data Tabel 3 di atas, terlihat perbandingan nilai Cos ϕ pada Lampu SON-T 250W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 8.



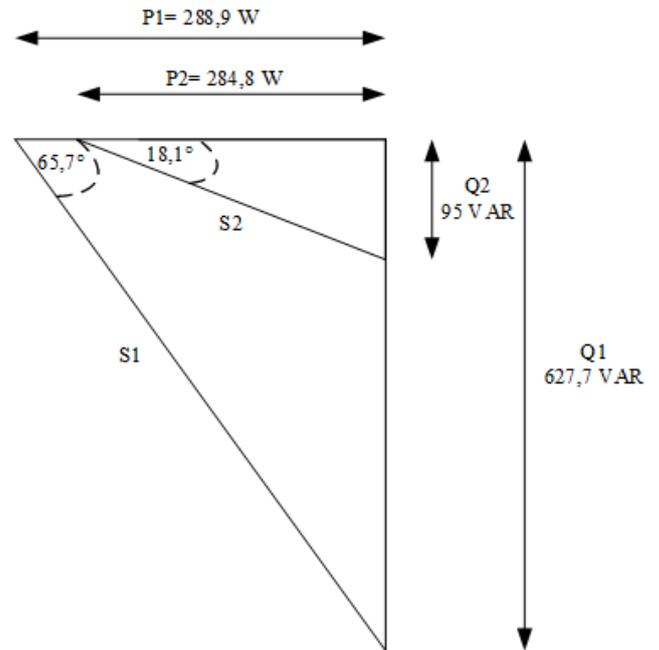
Gambar 8. Grafik Perbandingan Cos ϕ Lampu SON-T 250W menggunakan Kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor

No	Waktu Menyala (menit)	Daya Aktif	
		Pakai Kapasitor	Tanpa Kapasitor
1.	0	131,5	123,2
2.	10	282,5	286,4
3.	20	284,7	288,4
4.	30	284,9	288,6
5.	40	284,8	288,6
6.	50	284,8	288,6
7.	60	284,8	288,9

Berdasarkan data Tabel 4 di atas, terlihat perbandingan nilai Daya Aktif pada Lampu SON-T 250W saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor, dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Daya Aktif Lampu SON-T 250W menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor



KETERANGAN:

- P1 = Daya Aktif sebelum menggunakan Kapasitor
- P2 = Daya Aktif sesudah menggunakan Kapasitor
- Q1 = Daya Reaktif sebelum menggunakan Kapasitor
- Q2 = Daya Reaktif sesudah menggunakan Kapasitor

Gambar 10. Segitiga Daya Lampu SON-T 250W saat Menggunakan Kapasitor dan Tanpa Kapasitor

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penggunaan kapasitor pada Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T) dapat memperbaiki faktor daya (cosphi). Terbukti dari pengujian lampu saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor.
2. Penggunaan kapasitor pada Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T) tidak merubah frekuensi (frekuensi tetap) saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor.
3. Penggunaan kapasitor pada Lampu Sodium Tekanan Tinggi (SON-T) mengurangi penggunaan daya aktif lampu yang terbukti dari hasil pengukuran dan perhitungan saat menggunakan kapasitor dan tanpa menggunakan kapasitor.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan kepada pembaca untuk mengembangkan dengan melakukan percobaan pada jenis lampu lain menggunakan kapasitor. Guna untuk mengetahui perbandingan kualitas daya serta efisiensi pemakaian daya pada lampu tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Pringatun, Karnoto, and M. T. Prasetyo, "Analisis komparasi pemilihan lampu penerangan jalan tol," vol. 4, no. 1, 2011.
- [2] R. J. Sitorus and E. Warman, "Studi Kualitas Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor," Singuda Ensikom, vol. 3, no. 2, pp. 64–69, 2013.
- [3] M. T. Prasetyor and L. Assaffaf, "Efektifitas Pemasangan Kapasitor Sebagai Metode Alternatif Penghemat Energi Listrik," Media Elektr., vol. 3, no. No 2 ISSN 1979-7451, pp. 22–32, 2010.
- [4] N. Evalina, A.A. Hutasuhut, Rimbawati, and Cholis, "Perbandingan Faktor Daya Pada Lampu Hemat Energi Dengan Menggunakan Dan Tanpa Menggunakan Inverter," SEMNASTEK UISU, 2018
- [5] S. Noor and N. Saputera, "Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Menggunakan Kapasitor Bank," vol. 6, no. 2, pp. 1–6, 201

RIWAYAT HIDUP



Muhammad Fajar Nugroho, lahir di Batang kuis tanggal 21 Maret 1996. Anak pertama dari dua bersaudara. Anak dari pasangan M. Juniarto Eko Budi Santoso dan Yuli Eka Sartika. Menempuh pendidikan sejak taman kanak-kanak, sekolah dasar, menengah pertama, menengah kejuruan, hingga perguruan tinggi di Sumatera Utara. Menamatkan pendidikan sekolah dasar di SDN 107415 pada tahun 2008. Menamatkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Percut Sei Tuan pada tahun 2011. Dan menamatkan pendidikan sekolah menengah kejuruan di SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan pada tahun 2014.

Pendidikan berikutnya ditempuh di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Organisasi yang pernah diikuti semasa kuliah adalah Ikatan Mahasiswa Elektro (IME).

Selama menempuh pendidikan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) di PT. Angkasa Pura II Cabang Bandar Udara Internasional Kualanamu dibagian Electrical Facility