

IMPLEMENTASI DAN ANALISA KONSUMSI DAYA LISTRIK PENERANGAN JALAN UMUM KOMPLEK TAMAN PALEM

Kiristopel Purba, Ojak Abdul Rozak

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

kriztopelz@gmail.com**Abstract (English)**

The condition of public street lighting in several places does not comply with established regulations. The lamps used still use lamps with low lighting output. Like the public roads at the Taman Palem Complex in Cengkareng, West Jakarta, Public Street Lighting (PJU) lights are currently installed, but currently they still use lights with quite a large amount of electrical power. SON type lamps are still widely used where the light produced is not ideal for high power and the lumens (L) are small compared to LED lamps. In this research, the planning and implementation of PJUs on the Taman Palem Complex Cengkareng West Jakarta Public Road was carried out from SON PJU lights to LEDs. Next, we will analyze the power consumption of LED PJUs to see the efficiency of replacing PJU lights. The aim of replacing SON lamps with LED is to obtain more efficient electrical power and also more effective lighting. The method used is to implement the replacement of lamps from SON to LED and then analyze the power consumption required within a certain time span. The results of planning to replace PJUs from SON to LED type on the Taman Palem Complex Cengkareng Public Road, West Jakarta are due to inefficient intensity with large Watts of power, namely lamp power between 205.7 - 206.6 Watts with lux of 14,000 to 15,000. Replacing LED type PJU lamps with a voltage of 220 - 221 V with a current of 0.5 A. The lamp power is between 93.5 - 93.9 Watts with a lux of 19,200. Power consumption after replacing lamps from SON type to LED where the lights are on for 12 hours, namely from 18:00 WIT to 06:00 WIT with a total light load of 20 lamps for each PJU type 250 Watt SON and 120 Watt LED lamps obtained in a day SON PJUs require 70.5 kWh compared to 33.8 kWh for LED type PJUs and for comparison the price per kWh for SON lamps is IDR 119,816 while LED lamps are IDR 57,444. In terms of cost, LED lights can increase cost efficiency by 52.05%.

Article History

Submitted: 16 September 2024

Accepted: 25 September 2024

Published: 26 September 2024

Key Words

Public Street Lighting, SON, LED and Power Consumption

Abstrak (Indonesia)

Keadaan Penerangan Jalan Umum di beberapa tempat belum memenuhi aturan yang ditetapkan. Lampu yang digunakan masih memakai lampu yang hasil pencahayaannya rendah. Seperti Jalan Umum Komplek Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat saat ini sudah terpasang lampu Penerangan Jalan Umum (PJU), namun pada saat ini masih menggunakan lampu dengan daya listrik yang cukup besar. lampu berjenis SON masih banyak dipakai dimana cahaya penerangan yang dihasilkan juga tidak terlalu ideal untuk daya besar dan lumens (L) kecil jika dibandingkan dengan lampu jenis LED. Pada penelitian kali ini dilakukan perencanaan dan implementasi PJU di Jalan Umum Komplek Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat dari lampu PJU SON ke LED. Selanjutnya akan di analisa konsumsi daya PJU LED untuk melihat efisiensi dari penggantian lampu PJU. Tujuan dilakukan penggantian lampu SON ke LED untuk mendapatkan daya listrik yang lebih efisien dan juga pencahayaan yang lebih efektif. Metode yang digunakan dengan implementasi penggantian lampu dari SON ke LED dan kemudian menganalisa konsumsi daya yang dibutuhkan dalam waktu rentang tertentu. Hasil dari perencanaan penggantian PJU dari jenis SON ke LED di Jalan Umum Komplek Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat dikarenakan intensitas yang tidak efisien dengan Watt daya yang besar yaitu daya lampu antara 205.7 – 206.6 Watt dengan lux 14.000 hingga 15.000. Penggantian lampu PJU jenis LED didapat tegangan 220 - 221 V dengan arus 0.5 A. Daya lampu antara 93.5 – 93.9 Watt dengan lux 19.200. Konsumsi daya setelah penggantian lampu dari jenis SON

Sejarah Artikel

Submitted: 16 September 2024

Accepted: 25 September 2024

Published: 26 September 2024

Kata Kunci

Penerangan Jalan Umum, SON, LED dan Konsumsi Daya

ke LED dimana nyala lampu diatur selama 12 jam yaitu dari jam 18:00 Wib hingga 06:00 Wib dengan beban total lampu untuk 20 lampu masing lampu PJU jenis SON 250 Watt dan LED 120 Watt didapat dalam sehari PJU SON membutuhkan 70.5 kWh berbanding 33.8 kWh PJU jenis LED dan untuk perbandingan harga per kWh lampu SON sebesar Rp 119.816 sedangkan lampu LED sebesar Rp 57.444. Dari segi biaya lampu LED dapat meningkatkan efisiensi biaya sebesar 52.05%.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan suatu daerah ditandai dengan adanya peningkatan laju pertumbuhan penduduk yang diikuti dengan peningkatan aktivitasnya. Namun, peningkatan aktivitas penduduk seringkali tidak diimbangi dengan peningkatan sarana dan prasarana pendukung aktivitas. Salah satu yang termasuk sarana dan prasarana pendukung adalah energi listrik. Penyediaan energi listrik yang tidak secepat pertumbuhan penduduk perkotaan membuat Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai penanggung jawab terhadap pengelolaan energi listrik secara nasional menghimbau pemerintah dalam melakukan penghematan penggunaan listrik (Ferianto, 2007).

Salah satu infrastruktur yang membutuhkan penggunaan listrik yang cukup besar adalah Penerangan Jalan Umum (PJU). PJU merupakan alat yang digunakan untuk melengkapi jalan sehingga dapat menerangi jalan pada waktu malam hari. Dengan adanya PJU keselamatan lalu lintas dapat ditingkatkan dan para pengguna jalan akan lebih aman dari kejahatan di lingkungan sekitar (KARELINA, 2023).

Keadaan PJU di beberapa tempat belum memenuhi aturan yang ditetapkan. Lampu yang digunakan masih memakai lampu yang hasil pencahayaannya rendah. Penerangan Jalan Umum (PJU) yang ada harus memperhatikan aturan yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional SNI (BSN SNI) meliputi Menghasilkan kontras antar objek dan permukaan jalan, Sebagai alat bantu navigasi pengguna jalan, Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, khususnya pada malam hari, Mendukung keamanan lingkungan, Memberikan keindahan lingkungan jalan (MULJO, 2022).

Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang masalah didapat pokok rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan dalam implementasi PJU di Jalan Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat dari lampu PJU SON ke LED?
2. Bagaimana penerapan dengan mengganti PJU SON ke LED?
3. Bagaimana mengetahui konsumsi daya setelah penggantian PJU LED?

TINJAUAN PUSTAKA

Penerangan Jalan Umum (PJU)

Lampu jalan atau yang biasa dikenal dengan Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah lampu yang digunakan untuk penerangan jalan di malam hari sehingga mempermudah pengguna jalan untuk beraktivitas, agar dapat lebih jelas melihat jalan atau medan yang sedang di lalui pada malam hari. Penerangan Jalan Umum (PJU) juga dapat menghindari kita dari hal-hal yang tidak kita inginkan pada malam hari seperti keselamatan lalu lintas dan keamanan dari para aksi kriminal (Liando, 2019).



Gambar 2. 1 Penerangan Jalan Umum

Salah satu upaya untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan jalan yaitu dengan memperhatikan perawatan dan pemeliharaan kualitas lampu jalan atau lampu penerangan jalan. Menurut SNI nomor 7391 tahun 2008 tentang Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan, lampu penerangan jalan adalah bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan atau dipasang di kira/kanan jalan dan atau ditengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan di sekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan, jalan layang, jembatan, dan jalan di bawah tanah. Kualitas lampu jalan yang baik merupakan salah satu hal yang penting untuk diperhatikan. Buruknya kualitas lampu jalan dapat menimbulkan dampak negatif bagi pengguna jalan seperti kecelakaan dimalam hari sehingga diperlukan pemeliharaan dan perawatan lampu jalan yang baik untuk meningkatkan kualitasnya (Hasibuan, 2020).

Agar menghasilkan cahaya yang maksimal komponen lampu PJU harus memiliki sumber cahaya dan hasil pencahayaan yang tinggi, komponen untuk memantulkan cahaya diperlukan agar pantulan cahaya yang dihasilkan dapat memantul dan menyebar ke area jalan. Sistem penerangan jalan umum untuk waktu menyalanya dapat diatur secara otomatis yang diatur menggunakan timer yang ada pada panel PJU, hal ini dilakukan agar penggunaan daya yang terpakai menjadi lebih efisien. Sumber cahaya penerangan jalan dihasilkan oleh sinar lampu yang dinyalakan dalam tingkat luminance atau fluks cahaya. Sinar dari sumber cahaya didistribusikan oleh lampu menurut pola tertentu disesuaikan situasinya. Sinar dapat dikonsentrasikan dalam dua jurusan disepanjang jalan, suatu pola simetris digunakan bila lampu dipasang di tengah jalan (Ir.Setia Gunawan, 2020).

Datasheet Lampu

Terdapat beberapa jenis lampu PJU yang beredar dipasaran berikut beberapa jenis lampu PJU :

Datasheet Lampu SON

Lampu jalan sodium bertekanan tinggi atau lampu SON yang cara kerja sama dengan lampu jalan sodium tekanan rendah atau SOX-E, yaitu pelepasan elektron dalam tabung. Lampu sodium bertekanan tinggi SON dan sodium bertekanan rendah SOX merupakan jenis lampu tabung atau *discharge lamp*. Lampu ini mempunyai tekanan gas dalam tabung sekitar 250 mm Hg yang membuat suhu kerja tabung ini tinggi.



Gambar 2. 2 Lampu SON

Lampu SON memerlukan balast reaktor *autotrafo* yang bekerja pada daya yang rendah. Pemasangannya memakai ignitor sebagai pemacu tegangan dari 220v menjadi 0.5 kva. Prinsipnya jenis cahaya yang diproduksi terdiri dari 2 tabung yaitu tabung gas atau arc dan tabung luar atau bohlam. Dalam tabung terisi sodium dan merkuri. Merkuri bekerja untuk meningkatkan tekanan gas serta tegangan kerja lampu. Gas mulia neon juga diisi pada tabung untuk starting. Bohlam bagian luar pada gelas yang terpisah dari udara luar. Bohlam ini bekerja mencegah tabung gas dari kerusakan bahan kimia dan mempertahankan kestabilan temperatur tabung gas.

Lampu LED

Led adalah jenis lampu dengan teknologi terbaru, bentuk lampu ini berupa titik-titik kecil dengan penampang lampu berbentuk setengah lingkaran (Fauzah N., dkk 2011).



Gambar 2. 3 Lampu LED

Keunggulan lampu LED adalah sebagai berikut:

1. Memiliki umur nyala yang lama yaitu sekitar 30.000 jam, jika dibandingkan dengan lampu konvensional biasa yang hanya memiliki umur nyala hanya 1.000 jam lampu LED ini lebih awet 25
2. Penggunaan daya konsumsi listrik bisa lebih hemat dikarenakan pada daya 3 Watt lampu LED setara dengan 15 W lampu konvensional biasa
3. Mudah dalam perawatan dan perbaikan
4. Lebih menghemat biaya perawatan, dikarenakan lampu led memiliki umur nyala yang lama sehingga meminimalisir biaya dalam perawatan dan pemeliharaan
5. Cahaya yang dihasilkan lampu LED lebih terang, lembut, dan tidak terlalu silau

Kekurangan Lampu Led adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan sinar yang dingin, namun menimbulkan panas pada lampu, sehingga harus dipasang *heatsink* sebagai pendingin
2. Dengan kualitas cahaya dan umur nyala yang lebih lama tentunya harga untuk satu unit lampu LED ini lebih mahal jika dibandingkan dengan lampu konvensional.
3. Umumnya LED menggunakan cahaya 6.000 kelvin, sehingga sinar lebih putih jadi kurang maksimal jika hujan.
4. intensitas cahaya kecil.

Energi

Sumber Energi listrik atau tenaga listrik adalah salah satu jenis energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik atau energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan amper (A) dan tegangan listrik dengan satuan volt (V), dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan atau menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain (Widyastuti, 2021).

$$kWh = \frac{\text{Watt} * \text{jam} * \text{total lampu}}{1000} \dots \dots \dots (2.5)$$

Satu watt daya listrik, dipertahankan selama satu jam, sama dengan satu watt-jam energi. Oleh karena itu, Watt *hour* (Wh) menunjukkan perkiraan jumlah energi yang dikonsumsi peralatan listrik dalam satu jam. 1.000W sama dengan satu kilowatt (kW). Satu watt untuk seribu jam atau seribu watt untuk satu jam keduanya sama besarnya dengan energi dan sama dengan satu kWh. Singkatan kWh adalah kilowatt-hour. kWh adalah ukuran energi (bukan daya). Energi adalah seberapa banyak listrik yang dihasilkan, disimpan, atau dikonsumsi dari waktu ke waktu.

Dengan analogi air, dimana daya dianalogikan dengan laju aliran air, jika aliran air diarahkan ke sebuah ember maka jumlah air yang tertampung di dalam ember dianalogikan dengan energi listrik.

METODE PENELITIAN**Analisis Sebelum Penggantian**

Analisis data adalah suatu proses atau upaya untuk mengolah data menjadi informasi yang baru. Pada penelitian ini digunakan metode analisis data jenis eksperimen. Pengujian pada penelitian ini data berupa nilai tegangan dan arus pada PJU LED.

Berdasarkan analisis data yang telah didapat menggunakan metode eksperimen maka selanjutnya digunakan metode pembahasan hasil analisis. Pada pembahasan akan dicari data analisa konsumsi daya yang dibutuhkan PJU LED.

Spesifikasi Alat**Lampu PJU tipe SON**

Lampu PJU tipe SON adalah lampu sodium tekanan tinggi mempunyai 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 *color rendering* yang rendah, sehingga perubahan warna objek yang disinari sangat besar.

Secara spesifikasi dapat dilihat bahwa lampu jenis SON yang digunakan dengan merk Philips. Spesifikasi yang digunakan yaitu HPL-N 250W/542 E40 1SL/12. Harga jual terpantau dimarketplace berkisar Rp 400.000.-. Berikut lampu penerangan SON.



Gambar 3. 1 Lampu SON

Dari gambar 4.1 lampu dirancang untuk lampu merkuri bertekanan tinggi. Kekurangan lampu ini tidak dapat diredupkan. Dengan masa pakai 15.000 jam berdasarkan *datasheet*. Warna yang dihasilkan putih dengan tegangan 135 V dan daya 250 Watt.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Lampu SON

Spesifikasi	Keterangan
Nama	HPL-N 250W/542 E40 1SL/12
Daya	250 Watt
Tegangan	135 V
Usia	15.000 jam
Warna	Putih
Spesifikasi	Keterangan
Tutup Dasar	E40
Bentuk Bohlam	ED90
Kandungan Merkuri	38 mg
Energi kWh/1000	275kWh

Dari spesifikasi berdasarkan tabel 4.1 didapat keterangan lampu HPL-N 250W/542 E40 1SL/12 dengan merk Philips memiliki konsumsi daya 250 Watt. Warna putih yang dipancarkan dengan jenis lampu SON.

Lampu PJU Tipe LED

Lampu dari Bandell dengan seri SPR-120 Watt. Nomer seri yaitu SHL120-AC-SS dengan daya luaran 120 Watt. Memiliki proteksi IP66 dan terbuat dari bahan aluminium anti karat. Waktu lama pakai 50.000 jam dan berikut lampu LED.



Gambar 3. 2 Lampu LED

Spesifikasi dari lampu LED bandell sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Spesifikasi Lampu LED

Spesifikasi	Keterangan
-------------	------------

Jenis	Armatur LED
Tegangan	110 – 240 VAC
Spesifikasi	Keterangan
Daya	120 Watt
Frekuensi	50 Hz
Proteksi	IP 66
Spesifikasi	Keterangan
Material	Aluminium
Lama Pakai	50.000 jam
Dimensi	7 x 3 x 12 cm

LED yang memiliki keunggulan sebagai berikut:

- Umur nyala lampu yang lama (>50.000 jam)
- Konsumsi daya listrik lebih kecil
- Efikasi cahaya yang tinggi
- Lebih mudah dalam melakukan perawatan

Tang Amper

Tang Amper Merk Aneng dengan tipe ST 201



Gambar 3.3 Tang Amper

Tabel 3.3 Spesifikasi Tang Amper

Spesifikasi	Keterangan
Material	ABS
Spesifikasi	Keterangan
<i>Dimension</i>	75,7 x 208 x 29,8mm
<i>DC Voltage</i>	200mV – 2V – 20V – 200V – 600V
<i>AC Voltage</i>	200mV – 2V – 20V – 200V – 600V
<i>AV Current</i>	2A – 20A – 400A
<i>Measuring Capacitance Range</i>	40nF – 400 nV - 4uF – 40uF -400uF
<i>Resistance ohm</i>	200 – 2K – 20K – 200K – 2M – 20M
<i>Buzzer Function</i>	Yes
<i>Max LCD Display</i>	Yes
<i>Data Hold Function</i>	Yes
<i>Max Display</i>	1999 Counts
<i>Battery Type</i>	2 x 1.5 V

HASIL DAN ANALISA

4.1 Analisa PJU tipe SON

Pada penelitian ini berfokus pada implementasi dengan mengganti lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) dari SON ke LED. Setelah pergantian selesai, maka dilakukan pengukuran listrik berupa tegangan, arus dan daya. Selanjutnya menghitung beban listrik dan konsumsi daya pada Penerangan Jalan Umum (PJU).



Gambar 4. 1 Kondisi Taman Palem pada saat malam hari

Gambar 4.1 merupakan data dimana didapatkan pada PJU tipe SON yang memiliki daya dan intensitas cahaya yang kurang baik. Meskipun dengan intensitas cahaya yang rendah ternyata membutuhkan daya yang cukup besar. Hal ini terjadi di Jalan Umum Komplek Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat.

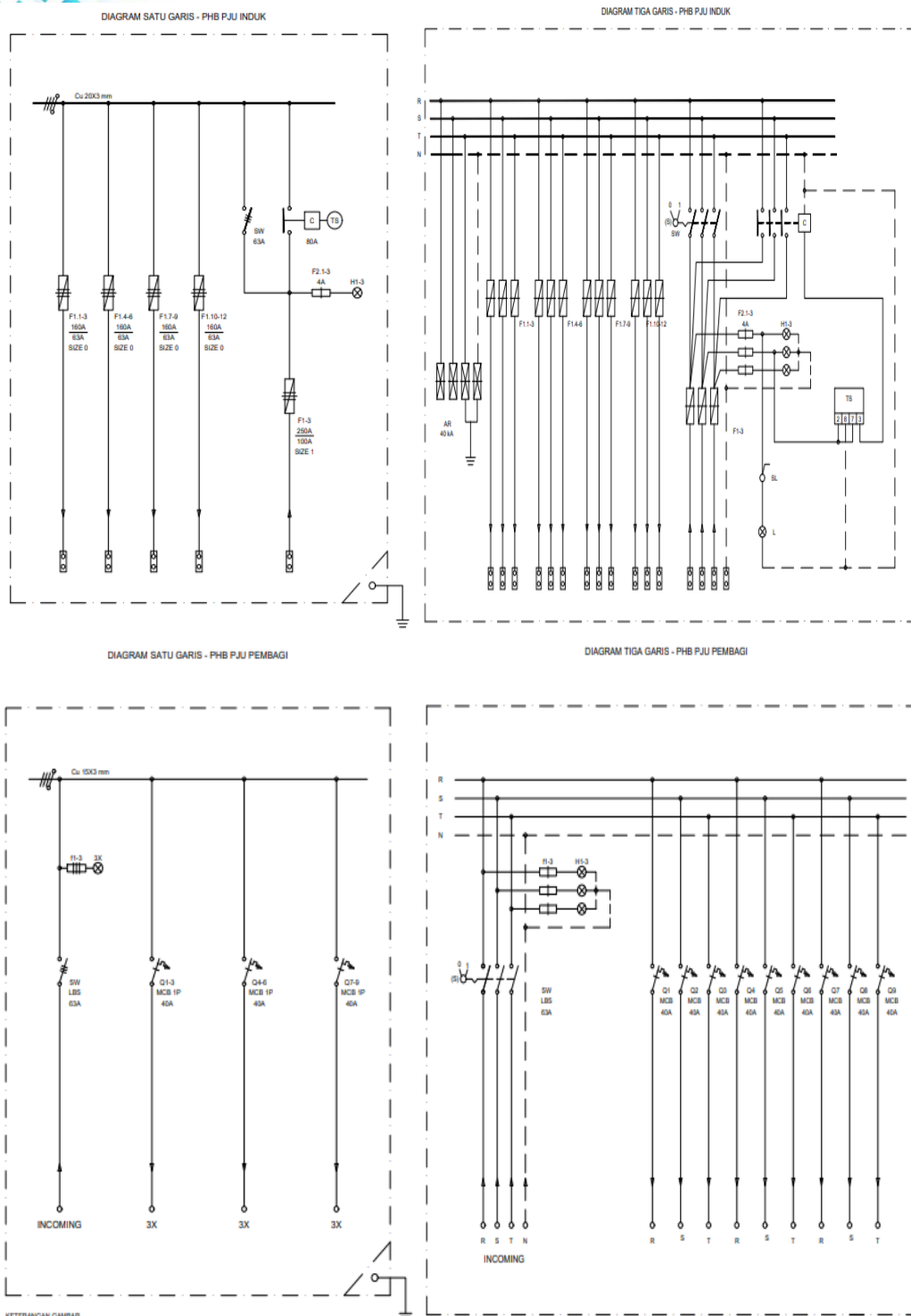
Berikut beberapa Analisa mengapa dilakukan penggantian :

1. Intesitas Cahaya kurang baik.
2. Daya Listrik yang cukup besar.
3. Biaya perawatan relative tinggi.

Dari beberapa Analisa diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Merencanakan penggantian lampu PJU SON ke LED.
2. Melakukan pengganti PJU SON ke LED.
3. Mengetahui konsumsi daya setelah penggantian PJU LED.

Pada penelitian ini berfokus pada implementasi dengan mengganti lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) dari SON ke LED. Setelah penggantian selesai, maka dilakukan pengukuran listrik berupa tegangan, arus dan daya. Selanjutnya menghitung beban listrik dan konsumsi daya pada Penerangan Jalan Umum.



Gambar 4. 2. *Singel Line Diagram* Panel PJU

Gambar 4.2 merupakan *Singel Line Diagram* Panel PJU di Jalan Umum Komplek Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat menuju panel pembagi dimana panel pembagi di setiap-setiap Jalan Umum Komplek Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat. Komponen yang digunakan dalam Rangkaian Blok Diagram Sistem Kontrol Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) ini terdiri dari:

1. MCB

MCB (*miniature circuit breaker*) atau miniatur pemutus sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang telah ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual. MCB pada dasarnya memiliki fungsi yang hampir sama dengan sekering (*fuse*) yaitu memutuskan aliran arus listrik rangkaian ketika terjadi gangguan kelebihan arus. Terjadinya kelebihan arus listrik ini dapat dikarenakan adanya hubung singkat (*short circuit*) ataupun adanya beban lebih (*overload*). Namun MCB dapat di-ON-kan kembali ketika rangkaian listrik sudah normal, sedangkan Sekering yang terputus akibat gangguan kelebihan arus tersebut tidak dapat digunakan lagi. Pada kondisi normal, MCB berfungsi sebagai saklar manual yang dapat menghubungkan (*ON*) dan memutuskan (*OFF*) arus listrik. Pada saat terjadi kelebihan beban (*overload*) ataupun hubung singkat rangkaian (*short circuit*), MCB akan beroperasi secara otomatis dengan memutuskan arus listrik yang melewatinya. Secara visual, kita dapat melihat perpindahan *knob* atau tombol dari kondisi *ON* menjadi kondisi *OFF*.

2. Kontaktor

Di dalam kontaktor terdapat istilah kontak bergerak (*moving contact*) dan kontak tetap (*fixed contact*). Kontaktor bekerja memanfaatkan sistem kerja elektromagnet yang dihasilkan pada koil. Dimana koil yang dibuat dari lilitan konduktor, pada saat diberikan arus listrik maka akan menimbulkan medan magnet. Medan magnet inilah yang akan menarik komponen *moving contact* sehingga terhubung dengan *fixed contact*. Pada saat arus listrik yang mengalir ke koil dimatikan, maka medan magnet akan hilang. Karena di dalam koil dilengkapi dengan *spring*, maka secara otomatis *contact* akan terbuka kembali. Fungsi dari kontaktor umumnya dipergunakan untuk memutuskan dan menyambungkan arus listrik secara elektrik. Biasanya dipergunakan untuk aplikasi: motor, *heater*, penerangan ataupun distribusi daya listrik.

3. Timer

Dengan memahami fungsi dari bagian-bagian *timer* theben maka untuk melakukan pengaturan (*setting*-nya) akan menjadi lebih mudah. Berikut ini merupakan cara *setting timer* theben khusus untuk tipe SUL181h:

- a. Menyesuaikan waktu
- b. Pengaturan mode kontak
- c. Mengatur sirip-sirip *timer*
- d. Pengaturan mode kerja

4.2. Analisis beban PJU tipe SON

Pada gambar 4.1 terlihat kondisi malam hari dengan Penerangan Jalan Umum (PJU) jenis lampu SON. Terlihat pada gambar intensitas cahaya yang tidak maksimal dengan penyebaran lampu kurang efektif. Berikut pengukuran berupa tegangan, arus dan lux serta perhitungan daya dari PJU dengan lampu jenis SON.



Gambar 4. 3. Pengukuran Tegangan Lampu SON

Pengukuran tegangan dengan menghubungkan pada MCB saat di nyalakan. Pada *knob selector* pilih tegangan AC dengan *probe* merah kesalah satu titik MCB dan satu di titik MCB lain. Konsep pengukuran tegangan yaitu dengan mengukur secara paralel dari pin MCB.

$P = V \times I \times \cos \phi$ (dengan tegangan terbaca 220 V)

$P = 220 \times 1,1 \times 0,85$

$P = 205,7 \text{ Watt}$

$P = V \times I \times \cos \phi$ (dengan tegangan terbaca 221 V)

$P = 221 \times 1,1 \times 0,85$

$P = 206,6 \text{ Watt}$

Dari perhitungan untuk terbaca tegangan 220 V dan arus 1,1 A maka didapat daya 205.7 Watt. Sedangkan untuk tegangan terbaca 221 dan arus 1,1 A didapat daya 206.6 Watt. Pada pengukuran digunakan multimeter untuk membaca tegangan dan arus. Berikut grafik pengukuran tegangan, arus dan daya.



Gambar 4. 4. Pengukuran Arus Lampu SON

Pada pengukuran arus dengan menghubungkan singkatkan rangkaian dari MCB lampu. Pada knob pilih Arus AC kemudian ukur nilai arus yang terbaca dalam satuan Amper.



Gambar 4. 5. Pengukuran Lux Lampu SON

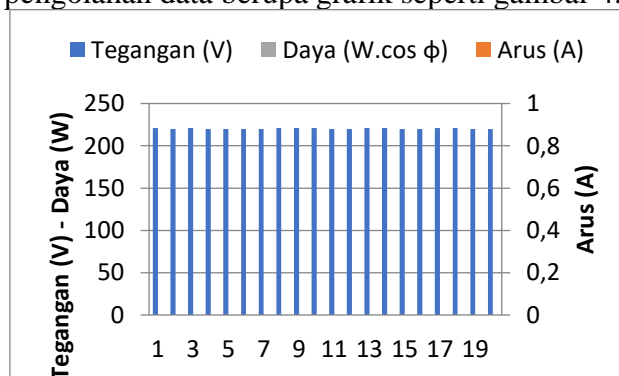
Dari hasil pengukuran menggunakan lux meter intensitas Cahaya diatas didapat bahwa Cahaya yang dihasilkan oleh PJU tipe SON adalah 1.4 fc jika selektor 1.4 pengukuran dikali 10,76 sama dengan 15.064. detail hasil untuk pengukuran setiap tiang ada pada tabel 4.1. Dari tabel bisa di analisa menggunakan pengolahan data berupa grafik seperti gambar.

Tabel 4. 1. Beban Lampu PJU SON

No	Lampu Ke-	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W.cos ϕ)	Intensitas Cahaya (Lux) 1fc=10.76
1	1	221	1,1	206.6	15.0640

2	2	220	1.1	205.7	16.1400
3	3	220	1.1	205.7	15.0640
4	4	220	1.1	205.7	16.1400
5	5	221	1.1	206.6	16.1400
6	6	220	1,1	205.7	15.0640
7	7	220	1.1	205.7	15.0640
8	8	220	1.1	205.7	16.1400
9	9	221	1,1	206.6	15.0640
10	10	221	1.1	206.6	15.0640
11	11	220	1.1	205.7	16.1400
12	12	220	1.1	205.7	15.0640
13	13	221	1.1	206.6	16.1400
14	14	221	1.1	206.6	16.1400
15	15	221	1.1	206.6	15.0640
No	Lampu Ke-	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W.cos ϕ)	Intensitas Cahaya (Lux) $1fc=10.76$
16	16	220	1.1	205.7	15.0640
17	17	220	1.1	205.7	16.1400
18	18	220	1.1	205.7	16.1400
19	19	220	1.1	205.7	15.0640
20	20	220	1.1	205.7	15.0640

Dari pengukuran tabel 4.1 didapat tegangan 220 - 221 V dengan arus 1,1 A. Daya lampu antara 205.7 – 206.6 Watt dengan lux 14.000 hingga 15.000. Dari pengukuran data berupa tegangan dan arus maka dapat digunakan rumus sebagai untuk mencari daya. Dari tabel bisa di analisa menggunakan pengolahan data berupa grafik seperti gambar 4.6.



Gambar 4. 6. Grafik Tegangan, Arus dan Daya Lampu SON

Dari grafik terlihat bahwa didapat nilai daya yang besar yaitu 240 W lebih untuk lux bernilai 14.000. Nilai daya yang tak sebanding dengan intensitas maka perlu adanya penggantian lampu jenis LED Dimana dari spesifikasi PJU LED 1 Wattnya menghasilkan 160 lumen yang bearti dengan daya 240 W bisa menghasilkan 24.000 lumen. Melebihi standar intesnsitas Cahaya PJU.

4.3. Analisa Perbandingan

4.3.1. Perbandingan Harga

◆ Pada penelitian ini mengganti lampu PJU jenis SON ke LED sebanyak 20 lampu. Berikut perbandingan total harga untuk PJU SON 250 Watt dan LED 120 Watt.

$$\begin{aligned} \text{Lampu SON} &= 20 \times \text{Rp } 400.000 \\ &= \text{Rp } 8.000.000 \\ \text{Lampu LED} &= 20 \times \text{Rp } 8.800.000 \\ &= \text{Rp } 176.000.000 \end{aligned}$$

Dari perbandingan harga didapat perbedaan yang sangat jauh. Untuk lampu SON dengan total 20 lampu sebesar Rp 8.000.000 sedangkan untuk lampu jenis LED sebesar Rp 176.000.000 (Leonard, 2023).

4.3.2. Menghitung Daya Yang Diperlukan

Dari jumlah titik lampu dengan daya lampu LED 120 Watt, daya yang diperlukan pada Penerangan Jalan Umum ini dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Pload &= \text{daya lampu} \times \text{jumlah lampu} \\ &= 120 \text{ Watt} \times 20 \\ &= 2400 \text{ Watt} \\ &= 2.4 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Menghitung daya yang digunakan saat menggunakan lampu SON 250 Watt sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Pload &= \text{daya lampu} \times \text{jumlah lampu} \\ &= 250 \text{ Watt} \times 20 \\ &= 5000 \text{ Watt} \\ &= 5 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jumlah daya yang dikonsumsi Penerangan Jalan Umum di Komplek Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat saat menggunakan lampu LED 120 Watt adalah 2.4 kWh sedangkan untuk lampu SON adalah 5 kWh. (Leonard, 2023).

4.3.3. Menghitung Energi Listrik

Pola operasi Penerangan Jalan Umum telah diatur waktu nyala dari jam 18:00 WIB – jam 06:00 WIB, jadi lampu menyala selama 12 jam (Leonard, 2023). Energi yang digunakan untuk menyalan LED 120 watt adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Eload &= (Pload \times t) / \text{Cos } \phi \\ &= (120 \times 20 \times 12) / 0.85 \\ &= 33.882 \text{ kWh} \\ &= 33.8 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Dalam satu bulan energi listrik yang dikonsumsi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W/\text{bulan} &= 33.8 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari} \\ &= 1.014 \text{ kWh/bulan} \end{aligned}$$

Dalam satu tahun energi listrik yang dikonsumsi adalah sebagai berikut: $W/\text{tahun} = 1.014 \text{ kWh} \times 12 \text{ bulan}$

$$= 12.168 \text{ kWh/tahun}$$

Perhitungan energi yang digunakan saat memakai lampu SON 250 Watt:

$$\begin{aligned} Eload &= (Pload \times t) / \text{Cos } \phi \\ &= (250 \times 20 \times 12) / 0.85 \\ &= 70.588 \text{ kWh} \\ &= 70.5 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Dalam satu bulan energi listrik yang dikonsumsi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W/\text{bulan} &= 70.5 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari} \\ &= 2.115 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Dalam satu tahun energi listrik yang dikonsumsi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W/\text{tahun} &= 2.115 \text{ kWh} \times 12 \text{ bulan} \\ &= 25.380 \text{ kWh/tahun} \end{aligned}$$

4.3.4. Perhitungan Biaya Konsumsi Energi Listrik

Besarnya biaya energi listrik untuk golongan tarif P-3/TR untuk keperluan Penerangan Jalan Umum (PJU) yang terpakai dipengaruhi oleh besarnya tarif yang ditentukan oleh PLN dengan tarif yakni Rp 1.699,53 dan daya lampu yang terpasang pada masing-masing titik PJU (Leonard, 2023).

Dalam sehari lampu LED dibutuhkan 33.8 kWh maka:

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{kWh} \times \text{biaya /kWh} \\ &= 33.8 \times \text{Rp } 1.699,53 \text{ per kWh} \\ &= \text{Rp } 57.444/\text{hari} \end{aligned}$$

Dalam satu bulan biaya yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 57.444 \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 1.723.320/\text{bulan} \end{aligned}$$

Dalam satu tahun biaya yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 1.723.320 \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp } 20.679.840 \end{aligned}$$

Dalam sehari lampu SON dibutuhkan 70.5 kWh maka:

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{kWh} \times \text{biaya/kWh} \\ &= 70,5 \times \text{Rp } 1.699,53 \text{ per kWh} \\ &= \text{Rp } 119.816/\text{hari} \end{aligned}$$

Dalam satu bulan biaya yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 119.816 \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 3.594.480/\text{bulan} \end{aligned}$$

Dalam satu tahun biaya yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 3.594.480 \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp } 43.133.760 \end{aligned}$$

Tabel 4. 4 Perbandingan Biaya SON dan LED

Lampu	kWh /bulan	Tarif	Tagihan/tahun
Lampu SON	2.115	Rp 1.699,53	Rp 43.133.760
Lampu LED	1.014	Rp 1.699,53	Rp 20.679.840
Selisih	1.101	Rp 0	Rp 22.453.920

Berdasarkan tabel 4.4 efisiensi biaya SON dan LED adalah 52.05% berdasarkan hasil perhitungan total selisih tagihan listrik per tahun lampu SON dan LED dibagi dengan tagihan listrik per tahun lampu SON dikalikan 100%.

Dari perbandingan harga terlihat untuk konsumsi energi kWh PJU jenis lampu SON lebih mahal dibandingkan LED. Dalam sehari lampu SON dibutuhkan Rp 117.701 sedangkan dengan lampu LED hanya Rp 57.444.

Pada penelitian ini nilai investasi awal merupakan nilai total rencana anggaran biaya untuk pergantian lampu SON ke LED yaitu sebesar Rp

180.500.000. Biaya konsumsi energi listrik untuk LED dalam satu tahun yaitu sebesar Rp 20.679.840 dan Komplek Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat membutuhkan hampir 9 tahun untuk bisa melunasi biaya investasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) tersebut dan selanjutnya akan untung 100%.

4.3.5. Perbandingan Lux

Dari perhitungan dengan Lux Meter didapat bahwa untuk Lampu PJU jenis SON didapat antara 14.000 hingga 15.000. untuk lampu jenis LED didapat antara 17.000 hingga 18.000. LED didapat Lux yang lebih besar dibandingkan SON.

Tabel 4. 5 Perbandingan SON dan LED

Perbandingan Rata-rata Lampu	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas Cahaya
PJU SON	1.1	220	242.4	15.548
PJU LED	0.5	220	110.2	19.746

Dari tabel 4.5 merupakan *resume* perbandingan PJU SON dan LED. Lampu SON dengan daya 250 Watt didapat bahwa daya antara 240 – 241.3 Watt berbanding lampu LED 120 Watt didapat 110 – 110.5 Watt. Meskipun LED dengan daya lebih kecil namun didapat intensitas cahaya yang lebih besar yaitu berbanding 15.400 dengan 19.200 lux.

Dari hasil implementasi PJU di Jalan Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat dari lampu PJU SON ke LED. Dalam penelitian ini dibandingkan secara harga dan konsumsi daya. Dari segi harga PJU SON lebih murah dibandingkan PJU LED meski daya PJU SON lebih besar dibandingkan PJU LED. Untuk 20 lampu PJU SON didapat biaya Rp 8.000.000 berbanding Rp 176.000.000. Namun berbanding terbalik dari harga untuk konsumsi daya LED lebih murah dimana dalam sehari dibutuhkan Rp 57.444 sedangkan untuk SON Rp 119.816. Dari perbedaan segi teknik juga terlihat lumen yang dihasilkan LED lebih besar dibandingkan SON berbanding 19.200 dengan 15.400.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil dari perencanaan penggantian PJU dari jenis SON ke LED di Jalan Taman Palem Cengkareng Jakarta Barat dikarenakan intensitas yang tidak efisien dibarengi watt daya yang besar yaitu daya lampu antara 205.7 – 206.6 Watt dengan lux 14.000 hingga 15.000.
2. Penggantian lampu PJU jenis LED didapat tegangan 220 - 221 V dengan arus 0.5 A. Daya lampu antara 93.5 – 93.9 Watt dengan lux 19.200.
3. Konsumsi daya setelah penggantian lampu dari jenis SON ke LED dimana nyala lampu diatur selama 12 jam yaitu dari jam 18:00 Wib hingga 06:00 Wib dengan beban total lampu untuk 20 lampu masing lampu PJU jenis SON 250 Watt dan LED 120 Watt didapat dalam sehari PJU SON membutuhkan 70.5 kWh berbanding 33.8 kWh PJU jenis LED dan untuk perbandingan harga per kWh lampu SON sebesar Rp 119.816 sedangkan lampu LED sebesar Rp 57.444. Dari segi biaya lampu LED dapat meningkatkan efisiensi biaya sebesar 52.05%.

Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan ini masih memiliki beberapa kekurangan sehingga dapat menjadi pengembangan alat. Saran penulis untuk hal pengembangan yaitu :

1. Skala perbandingan ekonomis jangka panjang

2. Penggunaan metode penelitian yang lebih akurat sehingga hasil analisa lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agam, B. B. (2018). Pengaruh Jenis Dan Bentuk Lampu Terhadap Intensitas Pencahayaan Dan Energi Buangan Melalui Perhitungan Nilai Efikasi Luminus. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(4), 384 - 389.
- Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan, 2008, Panduan Penempatan Fasilitas Perlengkapan Jalan
- Djojonegoro, W., 1992, Pengembangan Dan Penerapan Energi Baru Dan Terbarukan, Lokakarya "Bio Mature Unit" (BMU) untuk pengembangan masyarakat pedesaan, BPPT, Jakarta.
- Ferianto Raharjo, 2007, Ekonomi Teknik ; Analisis Pengambil Keputusan, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Grant, E. L., Grant W. I., Richard S., dan Leavenwort, 1994, Dasar-dasar Ekonomi Teknik Jilid 1 diterjemahkan oleh E. Komarudi. G. Kertasaoetra, Rineka Cipta, Jakarta.
- Ir. Setia Gunawan, M. (2020). Studi Penggunaan Lampu Led Untuk Efisiensi Pada Pencahayaan Jalan Layang Re Martadinata. *Ejournal Kajian Teknik Elektro*, 1(2).
- Karelina, A. (2023). Peran Dinas Perhubungan Terhadap Pemeliharaan Lampu Penerangan Jalan Umum Di Kabupaten Pesawaran (Studi di Kecamatan Kedondong Kabupaten Pesawaran). *Universitas Islam Negeri*.
- Leonard, B. (2023). *Lampu LED: Jenis, Kelebihan, dan Harga Terbaru 2023*. Jakarta: ProertyGuru.
- Liando, P. A. (2019). Sistem Pemantau Dan Pengendali Penerangan Jalan Umum Kota Manado Secara Terpusat Menggunakan Mikrokontroller. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(2).
- Muljo, E. (2022). Analisis Efisiensi Daya Lampu Penerangan Jalan Umum Untuk Optimalisasi Di Jalan Dr. Wahidin Dari Lampu Son 250 Watt Ke Lampu Led 120 Watt. *Universitas Muhammadiyah Semarang*.