



Surabaya, 6 Juli 2023

SEMINAR NASIONAL HASIL RISET DAN PENGABDIAN

"Peran Riset, Inovasi dan Pengabdian Kepada Masyarakat Bagi Pembangunan Indonesia Berkelanjutan"



Studi Penggantian Lampu PJU Konvensional Menjadi LED di Jalan Raya Bambe - Perempatan Legundi Kabupaten Gresik

Sandi Nur Zaifatul Amri, Puji Slamet*, Izzah Aula Wardah

Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

*Email: : pujislamet@untag-sby.ac.id

Abstrak

Listrik merupakan salah satu energi yang bermanfaat, salah satunya penggunaan listrik banyak digunakan sebagai penerangan jalan umum (PJU). Pada Jalan Raya Bambe hingga Perempatan Legundi merupakan jalan provinsi dan masuk kelas jalan kolektor primer, perlu dilakukan analisa perhitungan ulang untuk penggantian lampu. Lampu PJU yang sudah terpasang di Jalan Raya Bambe hingga Perempatan Legundi ini menggunakan lampu SON-T 250 watt dan LED 120 watt dengan ketinggian 8 meter, jarak antar tiang 50-55 meter dengan jumlah titik lampu 191 titik, intensitas cahaya yang dihasilkan lampu SON-T 2.189,49 dan lampu LED 1.337,57 candela, intensitas penerangannya untuk lampu SON-T 7,3 lux dan lampu LED 4,8 lux, serta energi yang dihasilkan pada lampu SON-T dengan LED 11.423,1 Kwh/perbulan. Kemudian dilakukan penggantian Lampu PJU konvensional menjadi LED semuanya dengan daya 90 watt dengan ketinggian tiang dan lebar jalan yang sama pada kondisi lapangan, dengan jumlah titik lampu 221 titik, intensitas cahaya yang dihasilkan 1.163,69 candela, intensitas penerangan 4,32 lux, energi yang dihasilkan Lampu PJU LED 90 watt 7.757,1 Kwh/perbulan. Pada kondisi lapangan dengan menggunakan lampu LED 120 watt dan kondisi perencanaan dengan menggunakan lampu LED 90 watt didapatkan hasil yang sesuai parameter dari BSN SNI 7391:2008.

Kata kunci: Lampu PJU; Lampu LED; Lampu SON-T

Copyright © (2022) Seminar Hasil Riset dan Pengabdian ke 4

PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu energi yang bermanfaat, salah satunya penggunaan listrik banyak digunakan untuk penerangan, listrik memiliki berbagai macam kebutuhan, antara lain penerangan rumah tangga, industri dan penerangan (Ananda Fajar Prakoso, 2021). Pemerintah melalui Kementerian Jalan memastikan penerangan jalan umum sebagai bagian dari infrastruktur penerangan jalan umum.

Sering ditemukan masalah-masalah dari lampu PJU yang tidak memenuhi SNI. Sering dijumpai jarak antar tiang lampu PJU tidak sama, tinggi tiang lampu PJU belum memenuhi standar, instalasi lampu PJU yang tidak tertata dengan baik, pemilihan jenis lampu dan daya lampu yang belum memenuhi SNI. Ketiadaan lampu PJU pada ruas jalan yang padat lalu lintas,

sehingga mengurangi efisiensi dan kurangnya kenyamanan bagi pengguna jalan, karena minimnya intensitas pencahayaan pada lokasi lampu PJU yang kurang karena beberapa faktor. Mengurangi tingkat pencahayaan dengan mematikan, penerangan malam sebagian atau peredupan dapat mengurangi jarak pandang suatu area, yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan jika pengguna jalan tidak dapat melihat bahaya yang akan datang (Selka Oktamia, 2018). Kondisi yang sekarang lampu PJU belum memenuhi standar yang telah ditentukan oleh SNI. Di Jalan Raya Bambe hingga Perempatan Legundi Kabupaten Gresik sudah terpasang lampu PJU, akan tetapi lampu PJU banyak yang tidak berfungsi lagi dan lampu yang redup, lampu yang dipasang masih berjenis SON-T yang intensitas pencahayaannya kurang maksimal, akan berdampak berbahaya bagi masyarakat misalnya meningkatkan resiko kecelakaan lalu lintas hingga meningkatkan kriminalitas (Prabowo et al., 2021). Guna untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, perlu mempersiapkan di antaranya melakukan survei lokasi, melakukan perhitungan lux yang memenuhi SNI agar mendapatkan nilai intensitas penerangan yang baik, melakukan perencanaan lokasi pemasangan lampu PJU dan melakukan evaluasi kepada instansi yang terkait setelah selesainya pemasangan. Hal ini bisa dijadikan evaluasi agar pihak yang bertanggung jawab pada harus lebih memperhatikan standar yang telah ditetapkan oleh SNI.

Dalam penelitian ini disertakan referensi penelitian yang berhubungan dengan PJU agar memperkuat penelitian yang akan dilaksanakan. Pada penelitian Puji Slamet & Gatut Budiono, ini membahas bagaimana langkah yang akan dilakukan untuk menentukan ketidakmerataan pencahayaan pada penerangan jalan umum (PJU) dan mengkaji tentang bagaimana cara menentukan spesifikasi lampu PJU agar tidak terjadinya blackspot, sehingga harus menyesuaikan tinggi tiang, jarak antar tiang dan daya lampu yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan intensitas pencahayaan yang dibutuhkan berdasarkan SNI yang berlaku (Slamet & Budiono, 2023). Kemudian Peneliti lain yaitu Agung Adi Prasetyo & Gatut Budiono, membahas Analisa perencanaan dan perhitungan lampu PJU sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan pengguna jalan sehingga tidak mengakibatkan blackspot (Prasetyo & Budiono, 2022). Selain itu penelitian Aris Heri Andriawan, dkk, dalam jurnal ini membahas Pemasangan lampu PJU LED solar cell dengan memanfaatkan tenaga kerja sel surya yang dipengaruhi oleh bahan, resistansi bahan, temperature dan tingkat radiasi matahari akan menciptakan energi listrik di tempat-tempat strategis untuk membantu sebagai penerangan dan meningkatkan produktivitas ekonomi kreativitas masyarakat minggirsari (Andriawan et al., 2022).

Kemudian Gede Andre Agusta Putra, dkk dalam artikel ini membahas Analisis Bypass Ngurah Rai untuk mengetahui penyebab dari penurunnya kinerja lampu PJU yang terpasang dengan mengukur intensitas pencahayaan (lux) terhadap lampu jalan yang telah terpasang, menghitung titik lampu dan jumlah lampu. Kebutuhan lampu di Jalan Bypass Ngurah Rai, menghitung konsumsi penggunaan energi listrik, membandingkan hasil pengukuran dengan SNI

(Standar Nasional Indonesia) untuk menjamin keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat dan pengguna jalan (Andre Agusta Putra et al., 2020). Selain itu menurut Darmawan, dkk, dalam jurnal ini membahas Perencanaan system Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) di poros walemping desa pesse kecamatan Donri Donri Kabupaten Soppeng sesuai peraturan Menteri perhubungan No. 27 Tahun 2018 tentang Alat penerangan jalan, dengan perencanaan menggunakan PJU berbasis Tenaga Surya dan LED dan melakukan analisi perhitungan daya nominal modul, energi modul, kapasitas panel surya, besar fill factor sel surya, kapasitas baterai, solar charge controller, tiang lampu penerangan jalan, intensitas cahaya, iluminasi, jumlah tiang lampu jalan, konsumsi daya lampu, biaya operasional, serta mengukur panjang jalan, lebar jalan, potensi insolasi matahari dan temperature maksimum dengan maksud hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan pemasangan Penerangan Jalan Umum (PJU) Desa Pesse Kecamatan Donri Donri Kabupaten Soppeng (Hidayat et al., 2021). Pada jurnal lainnya, Novita Shamin dan Nini A. Kiy Demak membahas tentang menentukan intensitas pencahayaan (iluminansi) dan ketidakmerataan pada PJU di ruas jalan Dr. Jhon A. Katili (Shamin & Demak, 2019). Menurut Umi khomiyah, yang membahas tentang analisis pembiayaan investasi, biaya operasional, biaya perawatan, dan biaya penggunaan daya tiap tahunnya (Khoiriyah, 2018).

Dasar Perencanaan Penerangan Jalan Umum

Berdasarkan BSN-SNI 7391:2008 (Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan, 2008) perencanaan penerangan jalan umum terkait dengan dengan hal-hal di antaranya.

- a) Volume lalu-lintas, baik kendaraan maupun lingkungan yang bersinggungan seperti pejalan kaki, pengayuh sepeda, dll.
- b) Tipikal potongan melintang jalan, situasi (*lay-out*) jalan dan persimpangan jalan.
- c) Geometri jalan, seperti alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, dll.
- d) Tekstur perkerasan dan jenis perkerasan yang memengaruhi pantulan cahaya lampu penerangan.
- e) Pemilihan dan kualitas sumber cahaya/lampu, data fotometrik lampu dan lokasi sumber listrik.
- f) Tingkat kebutuhan, biaya operasi, biaya pemeliharaan, dan lain lain, agar perencanaan sistem lampu penerangan efektif dan ekonomis.
- g) Rencana jangka panjang pengembangan jalan dan pengembangan daerah sekitar.
- h) Data kecelakaan dan kerawanan di lokasi.

Jenis Jalan Dan Klarifikasinya

Berdasarkan UU Republik Indonesia No. 38 tahun 2004 (*Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, 2004*) jalan merupakan infrastruktur transportasi

darat, yang mencakup semua ruas jalan, termasuk ruas jalan tambahan dan peralatan terkait lalu lintas. Jalan dapat dibagi beberapa kelas.

1. Jalan Arteri
2. Jalan Kolektor
3. Jalan Lokal
4. Jalan Lingkungan

Pada Jalan Raya Bambe Hingga Perempatan Legundi Kabupaten Gresik memiliki panjang 11 km dan lebar jalan 9 meter termasuk jenis jalan kolektor.

METODE

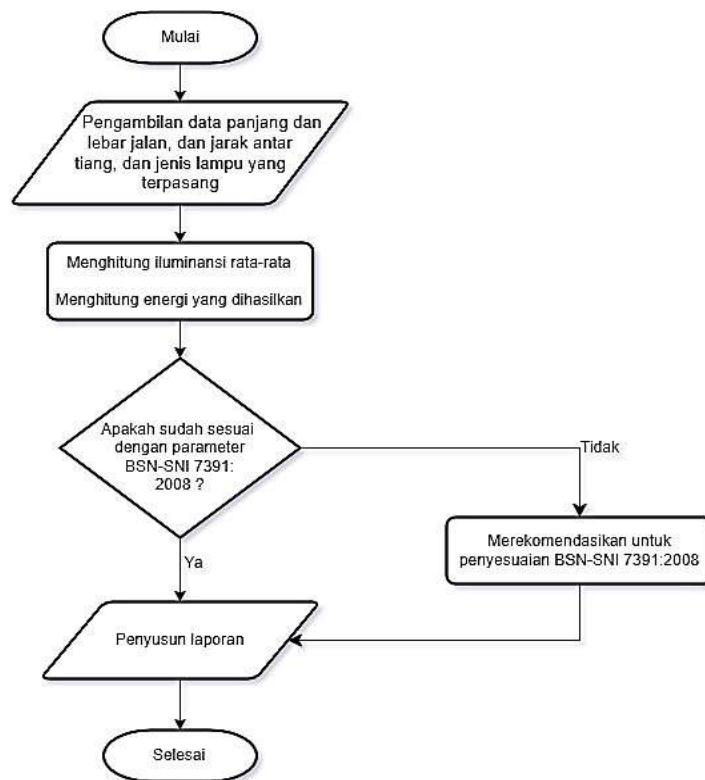
Pengambilan Data

Berdasarkan permasalahan yang ada di lapangan akan dilakukan penggantian lampu konvensional menjadi LED. Data-data yang diambil meliputi lebar dan Panjang jalan, tinggi tiang, jarak antar tiang, jumlah titik lampu, jenis dan daya lampu yang terpasang.

Tabel 1. Data kondisi lapangan

Keterangan	Ukuran
Tinggi tiang	8 Meter
Panjang jalan	11.000meter
Lebar jalan	9meter
Jumlah titik lampu	191titik lampu
Jarak antar tiang	50-60meter
Lampu yang terpasang	SON-T dan LED
Daya lampu	250 watt dan 120 watt

Pada data tabel diatas digunakan untuk mensimulasikan pemasangan lampu PJU menggunakan perangkat lunak dialux serta untuk menganalisa penyebaran dan pemerataan pencahayaan yang di hasilkan tiap-tiap fotometriknnya lampu penerangan jalan umum. Gambar 1 menjelaskan tentang diagram alir pada penelitian ini. Pada tahap mulai, penulis menyiapkan semua kebutuhan untuk melakukan observasi dan pengambilan data di Jalan Raya Bambe Hingga Perempatan Legundi Kabupaten Gresik, pengumpulan atau mengambil data (mengukur panjang jalan, lebar jalan, jarak antar tiang, dan jenis lampu yang terpasang), kemudian menghitung Iluminasi rata-rata dan energi yang dihasilkan lampu PJU, menganalisa hasil perhitungan Iluminasi rata-rata apakah sudah sesuai atau tidak sesuai dengan parameter BSN SNI 7391:2008, jika seusai dengan parameter BSN SNI bisa dibuat acuan untuk Dinas Perhubungan Kabupaten Gresik untuk penggantian lampu, dan jika tidak sesuai parameter BSN SNI akan dilakukan (mengubah tinggi tinggi atau jarak antar tiang, dilakukan penggantian).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

ANALISA DATA

Data- data yang didapat dari lapangan berupa lebar dan panjang jalan, tinggi tiang, jarak antar tiang, jumlah titik lampu dan jenis lampu yang terpasang, kemudian dilakukan perhitungan ulang supaya dapat mengetahui spesifikasi teknis komponen yang dibutuhkan untuk penggantian lampu penerangan jalan. Terdapat beberapa metode perhitungan tentang teknik penerangan. Metode yang dipakai pada perhitungan adalah antara lain.

1. Jumlah Titik Lampu

Menentukan jumlah titik lampu berfungsi mengetahui jumlah titik lampu yang diperlukan, dirumuskan (Yasa, M.T., dkk., 2021).

$$T = \frac{L}{S} + 1 \tag{1}$$

Maka, diketahui T merupakan Jumlah titik lampu , L merupakan Panjang jalan, S merupakan jarak antar antar tiang.

2. Sudut Pencahayaan

Menentukan sudut pencahayaan berfungsi agar titik penerangan mengarah ke setiap titik yang akan diukur, dirumuskan (Sunarto, R.K., dkk., 2023).

$$t = \sqrt{h^2 + c^2} \tag{2}$$

Jika t sudah diketahui, maka

$$\cos \varphi = \frac{h}{t} \quad (3)$$

Maka, diketahui h adalah tinggi tiang, t adalah jarak lampu ke tengah jalan, c adalah jarak horizontal lampu ke tengah-tengah jalan.

3. Intensitas Cahaya

Arus cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dalam satu kerucut (cone) dinyatakan dalam satuan unit candela, dirumuskan.

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (4)$$

Dengan

$$\Phi = K \times P \quad (5)$$

$$K = \frac{\Phi}{p} \quad (6)$$

$$I = \frac{K.P}{\omega} \quad (7)$$

Maka, diketahui I adalah intensitas cahaya (cd), Φ adalah fluks cahaya dalam cahaya (lm), ω adalah sudut ruang (steradian).

4. Iluminasi

Jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan jalan, dalam satuan lux.

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (8)$$

Iluminasi dititik P menjadi

$$r = \sqrt{h^2 + l^2} \quad (9)$$

$$E = \frac{l}{r^2} \cos \alpha \quad (10)$$

Maka, diketahui dari rumus di atas sebagai berikut, A adalah luas Bidang (m), r adalah jarak dari lampu ke ujung jalan, Φ adalah fluks cahaya (lumen), l adalah lebar jalan (m).

5. Menentukan Daya Lampu Yang Terpasang

Untuk menentukan seberapa besar total daya lampu yang terpasang, kita dapat menentukan dengan menggunakan parameter daya lampu per satuan lampu dikalikan dengan jumlah titik lampu yang terpasang.

$$P = \text{Daya lampu} \times \text{jumlah titik lampu} \quad (11)$$

6. Menentukan Arus

Setelah perencanaan dilakukan, penentuan nilai arus juga harus diperhitungkan mengingat kapasitas penghantar yang digunakan untuk mengalirkan arus ke masing-masing lampu. Penentuan nilai arus dalam satuan ampere dapat diperhitungkan dengan menggunakan rumusan berikut

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (12)$$

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

Maka, diketahui I adalah Arus total (A), P adalah daya lampu (watt), V adalah Tegangan (V).

7. Energi

Energi listrik merupakan daya listrik yang digunakan dengan satuan watt jam.

$$E_{Load} = p_{Load} \times t \quad (13)$$

Dimana, E adalah Energi yang dihasilkan, p adalah daya lampu, t adalah waktu pemakaian lampu selama sehari (jam).

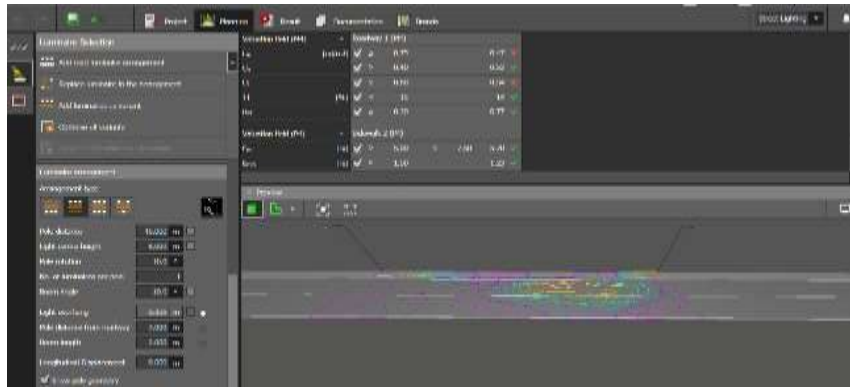
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lapangan

Jalan Raya Bambe hingga Perempatan Legundi Kabupaten Gresik tergolong kelas jalan kolektor primer, yang menyambungkan 4 kota yaitu Kota Gresik dan Kota Surabaya, Kota Sidoarjo, Kota Mojokerto. Jalan ini digunakan setiap harinya untuk aktivitas pergi bekerja, dan sekolah. Perbedaan jalan kolektor primer dan kolektor sekunder adalah kecepatan dan kapasitas kendaraan yang berjalan, jalan kolektor primer makin tinggi dan lebih banyak apabila dibandingkan dengan jalan kolektor sekunder.

Perencanaan Penggantian Lampu LED Rush 90 Watt

Setiap lampu penerangan jalan umum memiliki karakteristik yang berbeda-beda, seperti dari segi dayanya. Dalam perencanaan PJU perlu adanya pemilihan jenis lampu, dan dayanya sesuai dengan kebutuhan jalan. Penentuan jenis lampu, tinggi tiang, dan jarak antar tiang dapat dihitung dengan aplikasi dialux. Pada kondisi eksisting pada Jalan Raya Bambe Hingga Perempatan Legundi Kabupaten Gresik, memiliki lebar jalan 9 meter dan jarak antar tiang 50 meter, dapat ditentukan yang digunakan lampu LED dengan dayanya 90 watt, letak pemasangan PJU pada kondisi eksisting di kiri jalan.



Gambar 2. Simulai Menggunakan Perangkat Lunak Dialux

Pada gambar diatas menjelaskan kondisi perencanaan dibuat dengan software Dialux menggunakan lampu led rush merk bandel 90 watt dengan ketinggian tiang 8 meter dan jarak antar tiang 50 meter, dimana dibagian intensitas cahayanya mengalami ketidaksesuain dari parameter BSN SNI 73911:2008.

Menentukan Titik Lampu

Menentukan jumlah titik lampu menggunakan persamaan 1 sebagai berikut.

$$T = \frac{L}{S} + 1$$

$$T = \frac{11.000}{50} + 1$$

T = 221 titik lampu

Menentukan Efikasi Cahaya Pada Lampu

Sebelum mencari intensitas cahaya, mencari Efikasi Cahaya pada lampu led rush merk bandel 90 watt dengan menggunakan rumus persamaan 6 sebagai berikut.

$$K = \frac{\emptyset}{p}$$

$$K = \frac{14.624}{90}$$

K = 162,4 lumen/watt

Menentukan Intensitas Cahaya

Berikut ini menentukan intensitas cahaya untuk lampu LED rush merk bandel 90 watt menggunakan persamaan (7), sebagai berikut.

$$I = \frac{K \cdot P}{\omega}$$

$$I = \frac{162,4 \times 90}{4\pi}$$

$$I = \frac{162,4 \times 90}{4 \times 3,14}$$

$$I = 1163,69 \text{ candela}$$

Menentukan Iluminasi

Sebelum menghitung iluminasi di pinggir jalan, pertama anda harus mencari jarak lampu dari pinggir jalan dengan Menggunakan persamaan (9), sebagai berikut.

$$r = \sqrt{h^2 + l^2}$$

$$r = \sqrt{8^2 + 2,25^2}$$

$$r = \sqrt{69,0625}$$

$$r = 8.31 \text{ meter}$$

Perhitungan nilai iluminasi iluminasi satu gawang (2 lampu) pada lampu PJU LED rush merk bandel 90 watt.

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$$

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r}$$

$$E = \frac{1163,69}{8,31^2} \times \frac{8}{8,31}$$

$$E = 16,22 \text{ lux}$$

Menghitung iluminasi lampu LED 90 watt, sesuai dengan jarak antar tiang dari perangkat lunak dialux dan jarak pengukuran, dapat ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Iluminasi

Lebar Jalan (meter)	Jarak Pengukuran (meter)									Lurus dengan lampu 2 (lux)
	Lurus dengan lampu 1 (lux)	6 (lux)	12 (lux)	18 (lux)	24 (lux)	30 (lux)	36 (lux)	42 (lux)	48 (lux)	
2,25	16,22	9,75	3,11	1,37	0,87	0,87	1,37	3,11	9,75	16,22
4,5	12,07	7,14	2,81	1,30	0,84	0,84	1,30	2,81	7,14	12,07
6,75	8,13	5,37	2,42	1,20	0,80	0,80	1,20	2,42	5,37	8,13
9	5,33	3,90	2	1,08	0,75	0,75	1,08	2	3,90	5,33

Tabel 2 merupakan nilai dari iluminasi lampu PJU LED 90 watt. Pada titik 24 dan 30 adalah titik terendah.

Menghitung iluminasi rata-rata pada lampu LED 90 watt, dengan data tabel 3 dari lebar jalan 2,25 meter, 4,5 meter, 6,75 meter, dan 9 meter:

Tabel 3. Hasil Iluminasi (E) Rata-Rata

Lebar Jalan	Iluminasi (E) Rata-Rata
2,25 meter	6,26 Lux
4,5 meter	4,83 Lux
6,75 meter	3,58 Lux
9 meter	2,61 Lux

Kemudian menghitung iluminasi rata-rata keseluruhan dari lampu LED Rush merk bandel 90 watt, sebagai berikut.

E rata-rata Total :

$$\begin{aligned}
 E_{rata-rata} Total &= \frac{6,26 + 4,83 + 3,58 + 2,61}{4} \\
 &= \frac{17,28}{4} \\
 &= 4,32 \text{ lux}
 \end{aligned}$$

Menentukan Daya Total

Menentukan daya total lampu untuk LPJU dengan menggunakan lampu led 90 watt, dengan menggunakan persamaan (11).

$$\begin{aligned}
 P &= \text{Daya lampu} \times \text{Jumlah titik lampu} \\
 &= 90 \times 221 \\
 &= 19.890 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Menentukan Arus Total

Menghitung arus pada penerangan jalan umum menggunakan lampu led 90 watt, dengan menggunakan persamaan (12).

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

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{P}{V \times \cos \varphi} \\
 &= \frac{19.890}{220 \times 0,85}
 \end{aligned}$$

$$I = 106,36 \text{ A}$$

Menentukan Energi

Penggunaan energi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (13), pada lampu yang berjenis LED 90 watt sebagai berikut.

$$\begin{aligned} E_{load} &= P \times t \\ &= (90 \times 221) \times 13 \\ &= 258.570 \text{ Wh} \\ &= 258,57 \text{ kWh perhari} \end{aligned}$$

Perhitungan Lampu PJU LED 90 watt dalam perbulan :

$$\begin{aligned} E_{Perbulan} &= 258,57 \text{ kWh} \times 30 \\ &= 7.757,1 \text{ kWh perbulan} \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengukuran di lapangan dapat disimpulkan bahwa banyak terjadi ketidaksesuaian dengan BSN SNI 7391:2008. Sedangkan jika dihitung menggunakan persamaan, maka hasil yang didapat untuk lampu 250 watt tidak sesuai standar dan untuk LED 120 watt yang artinya sesuai parameter dari standar BSNI SNI 7391:2008, dan untuk hasil perencanaan menggunakan lampu LED 90 watt didapatkan hasil sesuai parameter dari standar BSNI SNI 7391:2008. Kemudian untuk Lampu PJU dalam 1 gawang (2 lampu) yang berbeda jenis (SON-T dan LED) didapatkan hasil sesuai dengan standar BSN SNI 7391;2008. Hasil perencanaan energi yang dihasilkan lebih efisien 67,9% dibandingkan dengan kondisi lapangan saat ini.

Dalam perencanaan penerangan jalan umum perlu dipertimbangkan terlebih dahulu dari segi daya teknis dan ekonomis, di antaranya adalah menentukan jenis kelas jalan, lebar jalan, Panjang jalan, tinggi tiang, jarak antar tiang dan jenis lampu. Sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan standarisasi BSNSNI 7391:2008, terlepas dari itu semua juga harus menentukan peletakkan tiang sesuai kebutuhan jalan agar masyarakat dan pengguna jalan bisa lebih nyaman terutama pada saat malam hari dan juga penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menganalisa perbandingan nilai iluminasi rata-rata hasil pengukuran dan hasil perhitungan kondisi lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Dinas Perhubungan Kota Gresik yang telah mengizinkan, untuk melakukan kegiatan penelitian di area Kota Gresik dan terimakasih kepada para pembimbing yang telah membantu saya dalam penulisan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda Fajar Prakoso. (2021). Optimalisasi Penerangan Jalan Umum (PJU) Di Jalan Dawe Kabupaten Kudus.
- Andre Agusta Putra, G., Ketut Wijaya, I., & Wayan Arta Wijaya, I. (2020). Analisis Perhitungan Ulang Lampu Penerangan Jalan Bypass Ngurah Rai. *Jurnal Spektrum*, 7(4), 124.
- Andriawan, A. H., Seputro, H., Jatmiko, D., Rosando, A. F., & Sulistyowati, D. H. (2022). Optimalisasi Pju Led Solar Cell Untuk Peningkatan Produktivitas Ekonomi Kreatif Di Desa Minggirsari, Kecamatan Kanigoro, Kabupaten Blitar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (JPM17)*, 07(01), 23–29. <https://doi.org/10.30996/jpm17.v7i1.6036>.
- Spesifikasi Penerangan Jalan Di Kawasan Perkotaan, Sni 7391:2008 1 (2008).
- Hidayat, D., Mapeasse, Y., & "Firdaus." (2021). Studi Perencanaan Instalasi Penerangan Jalan Umum (Pju) Menggunakan Panel Surya Di Desa Pesse Kecamatan Donri Donri Kabupaten Soppeng. Universitas Negeri Makassar.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor No 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, 1 (2004) (Testimony Of U.-U. R Indonesia).
- Khoiriyah, U. (2018). Perencanaan Dan Analisis Pembiayaan Penerangan Jalan Umum (Pju).
- Prabowo, A. S., Sudarmaji, H., Hariyadi, S., Faizah, F., Pambudiyatno, N., & Suprpto, Y. (2021). Pemasangan Penerangan Jalan Umum (Pju) Di Desa Penambangan , Kecamatan Semanding Kabupaten Tuban. *Journal Of Public Transportation*, 01(02), 58–63.
- Prasetyo, A. A., & Budiono, G. (2022). Kajian Teknis Pemasangan Lampu Penerangan Jalan Umum Di Wilayah Kelurahan Ngagel Rejo Kota Surabaya. *Jurnal Elsains: Jurnal Elektro*, 4(1), 1–7.
- Selka Oktamia. (2018). Analisa Pemasangan Penerangan Jalan Umum Di Kota Klaten (Vol. 1).
- Shamin, N., & Demak, N. A. K. (2019). Evaluasi Tingkat Penerangan Jalan Umum (Pju) Di Kota Gorontalo. *Radial – Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 7(No 1).
- Slamet, P., & Budiono, G. (2023). Kajian Teknis Uneven Lighting Pada Pemasangan Pju. *Je-Unisla*, 1, 43–48.
- Sunarto, R. K., Andriawan, A. H., & Wardah, I. A. (2023). Kajian Teknisi Penerapan Jalan Umum di Jalan Akses Bandara Juanda. *AI-DYAS*, 2(3), 467-477.
- Yasa, M. T., & Sarief, I. (2021). Perencanaan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) Dan Simulasi Dialux (Studi Kasus Jalan Kolonel Masturi Cimahi). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 6(1), 7-19.