

KAJIAN TEKNIS PENERANGAN JALAN UMUM JALAN UTAMA PONDOK TJANDRA INDAH

Nur Alim Sudarmawan¹⁾, Gatut Budiono²⁾, Aris Heri Andriawan³⁾
Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email : Nuralim1927@gmail.com¹⁾, gatut_budiono@untag-sby.ac.id²⁾,
aris_po@untag-sby.ac.id³⁾

ABSTRAK

Penerangan jalan umum sangat diperlukan bagi pengguna jalan untuk memberikan kenyamanan, keamanan, dan keselamatan. Perbaikan lampu penerangan jalan harus dilakukan terutama di Jalan Pondok Tjandra Indah untuk mengganti semua jenis memakai lampu LED dan memperbaiki lampu yang padam, lampu penerangan jalan umum yang belum sesuai SNI dapat menimbulkan masalah pengguna jalan umum, iluminasi jalan kolektor rata-rata sebesar 3-7 lux. Analisa ini mengkaji tentang penerangan jalan umum yang berada di Jalan Pondok Tjandra Indah, kota Sidoarjo, ruas jalan 3300 meter dan lebar jalan 10 meter, jarak antar tiang 50 meter, dengan ketinggian tiang 12 meter dan 14 meter. Untuk pengukuran menggunakan alat dilapangan nilai lux rata-rata yang didapat diatas standar BSN SNI 2008, melebihi nilai rata-rata jalan kolektor 3-7 lux. Oleh karena itu perlu Analisa perhitungan dan perencanaan ulang menggunakan dialux yang diperoleh lampu 90 Watt dan tinggi tiang 9 meter adalah jumlah tiang 111 titik, sudut stang ornamen 19,50°, intensitas Cahaya 9.714,56 Cd, iluminasi 3,8 lux, energi listrik 3.596,4 kWh/bulan.

Kata-kata kunci : Iluminasi, intensitas cahaya, LED, penerangan jalan umum, SNI.

ABSTRACT

Public street lighting is very necessary for road users to provide comfort, security and safety. Repairs to street lighting must be carried out, especially on Jalan Pondok Tjandra Indah to replace all types of LED lamps and repair lights that go out, public street lighting that does not comply with SNI can cause problems for public road users, the average collector street illumination is 3-7 lux. This analysis examines public street lighting on Jalan Pondok Tjandra Indah, Sidoarjo city, a road section of 3300 meters and a road width of 10 meters, the distance between poles is 50 meters, with pole heights of 12 meters and 14 meters. For measurements using field tools the average lux value obtained is above the 2008 BSN SNI standard, exceeding the average collector road value of 3-7 lux. Therefore it is necessary to analyze the calculation and re-planning using dialux, which is obtained by a 90 Watt lamp and a 9 meter high pole, the number of poles is 111 points, the angle of the handlebar ornament is 19.50°, the light intensity is 9,714.56 Cd, the illumination is 3.8 lux, the electrical energy 3,596.4 kWh/month.

Keywords : Illumination, light intensity, LED, public street lighting, SNI.

Pendahuluan

Kota Sidoarjo merupakan daerah yang mengalami perkembangan pembangunan maupun penduduk. Lampu penerangan jalan merupakan program pembangunan dan perbaikan yang dirancang pemerintah, Dinas Perhubungan Kota Sidoarjo merupakan pihak yang bertanggung jawab atas perawatan dan pemasangan lampu penerangan jalan umum, meliputi perbaikan, pengelolaan, pembangunan lampu jalan umum, lampu yang harus dipakai sekarang ini yang harus hemat energi seperti

lampu LED. Jalan Pondok Tjandra Indah sudah terpasang penerangan jalan umum, namun kondisinya belum diketahui apakah sesuai standar yang ditentukan BSN SNI. Intensitas penerangan yang dihasilkan harus maksimal, syarat kuat pencahayaan (Iluminasi) yang harus dihasilkan untuk jalan kolektor adalah 3-7 lux. Disatu sisi di jalan utama Pondok Tjandra Indah masih ada yang menggunakan lampu konvensional, untuk menghemat energi harus diganti dengan lampu LED, Penelitian ini fokus untuk mengatasi masalah, yaitu dengan melakukan analisa sehingga didapatkan spesifikasi teknis perbaikan lampu penerangan jalan yang sesuai dengan kebutuhan dan sesuai SNI (*Standart Nasional Indonesia*) tujuan program pengantian lampu LED (*Light Emitting Diode*) yang dilaksanakan tercapai secara optimal.

Penelitian ini didasari oleh buku Badan Standar Nasional Standar Nasional Indonesia 7391:2008 dengan judul spesifikasi penerangan jalan umum diperkotaan, standar ini memuat ketentuan – ketentuan penerangan ruas jalan, persimpangan jalan, jembatan dan terowongan dikawasan perkotaan yang mempunyai klarifikasi yang dimaksud dalam standar ini meliputi fungsi, jenis, dimensi, pemasangan, penempatan penerangan jalan umum (Anon 2008). Peneliti Agung A.P. & Gatut Budiono. dalam jurnal ini membahas analisa perencanaan dan perhitungan ulang sehingga didapatkan lampu penerangan jalan yang sesuai dengan kebutuhan sehingga tidak menimbulkan *blackspot*, yang sesuai ditetapkan oleh BSN SNI (Agung Adi Prasetyo and Gatut Budiono 2022). Kemudian peneliti Novita S. & Nini A.K.D (Novita Shamin and Nini A. Kiay Demak 2019). dan Wisnu A.P. & Zaenal A (Pratama and Arifin 2021). dan Mustaqim & Muhamad Haddin (Elektro et al. 2017). Didalam tiga jurnal ini membahas tentang intensitas pencahayaan yang kuat sesuai dengan SNI dengan pengantian watt lampu yang sesuai, sehingga didapatkan pemerataan cahaya yang sesuai dengan SNI. Kemudian peneliti I Nyoman T.J, A A Gd Maharta P. & Gd Dyana A. jurnal ini membahas perbandingan hasil pengukuran lapangan dengan BSN SNI 7391:2008 dapat dibandingkan dari segi teknis dan ekonomi dari lampu merkuri dan LED dan juga membahas tentang perhitungan penghematan energi yang dipakai oleh lampu penerangan jalan (I Nyoman Tri Juliarta, A A Gd Maharta Pemyun, and Gd Dyana Arjana 2022).

Peneliti Rudini, Edvin P. & Ifkar U (Rudini, Edvin Priatna, and Ifkan Usrah 2021). dan Nita Nurdiana (Nita Nurdiana 2016). Didalam dua jurnal ini membahas tentang iluminasi rata-rata yang dihasilkan oleh lampu SON – T 150W dan LED 150W yang sesuai dengan standar BSN SNI 7391: 2008 dan membahas tentang iluminasi, jarak tiang dan tinggi tiang dengan membandingkan hasil perhitungan dan pengukuran didapat dibawah lampu penerangan. Kemudian peneliti Rian A.S., Kholistianingsih. & isra' N.D didalam jurnal ini membahas tentang system abonemen pada lampu (PJU) tidak menghitung berapa konsumsi dan penggunaan daya listrik setiap bulannya dan tidak mengitung waktu berapa lamanya lampu menyala (Rian Arif Setiawan, Kholistianingsih, and Isra' Nuur Darmawan 2021).

Penelitian sebelumnya berfungsi untuk analisa dan memperbanyak pembahasan penelitian, serta membedakan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian ini disertakan refrensi penelitian yang berhubungan dengan penerangan

jalan umum. Agar penelitian ini tidak terjadi *blackspot*, mendapatkan intensitas cahaya yang bagus yang sesuai dengan BSN SNI 7391:2008.

Metode

Dibawah ini adalah data penerangan jalan umum yang ada di jalan Pondok Tjandra Indah, data ini dididapat Sebagian dari DISHUB dan diambil langsung dari lapangan, ada dua jenis lampu yang dipakai di jalan Pondok Tjandra Indah yaitu LED dan SON – T.

Tabel 1 Data PJU Di Jalan Utama Pondok Tjandra Indah

No	Data	Keterangan	
		LED	Merkuri
1	Jenis lampu	LED	SON – T
2	Daya lampu	120 Watt	250 Watt
3	Lebar jalan	10 Meter	10 Meter
4	Panjang jalan	3300 Meter	3300 Meter
5	Julah tiang	47 Tiang	20 Tiang
6	Jumlah lampu	47 Lampu	20 Lampu
7	Tinggi tiang	14 & 12 Meter	14 Meter
8	Jarak antar tiang	50 Meter	50 Meter

Dari table 1 data dari pengukuran dilokasi tersebut, jumlah titik tiang PJU sebanyak 67 tiang dengan Panjang jalan 3,3KM, lampu menyala sebanyak 54 lampu dan padam 13 lampu, dengan tingi tiang 14 dan 12 meter, jarak antar tiang 50 meter dan lebar jalan 10 meter, daya lampu LED 120W dan SON – T 250W. Dapat disimpulkan bahwa jalan Pondok Tjandra Indah adalah jalan kolektor. Berikut adalah alur penelitian dalam menyelesaikan penelitian, urutanya sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data PJU data yang diambil dari DISHUB, Jenis-jenis lampu dan tinggi tiang.
2. Selanjutnya melakukan survey dilapangan dengan mengukur lebarjalan, mengukur jarak antar ting, tinggi tiang, dan pengukur lux meter pada malam hari.
3. Selanjutnya perhitungan rumus seperti sudut stang lampu, intensitas cahaya.
4. Selanjutnya melakukan simulasi menggunakan dialux
5. Kemudian dapat disimpulkan hasil pengukuran menggunakan alat lux meter, jika tidak sesuai dengan BSN SNI 7391 kita simulasikan menggunakan dialux bagaimana kita bisa sesuai dengan BSN SNI 7391.

ANALISA DATA

Dibawah ini adalah berbagai rumus dalam menghitung suatu teknik penerangan agar menghasilkan penerangan yang sesuai standar.

1. Menentukan jumlah titik lampu
Menentukan jumlah titik lampu ini erguna untuk mengetahui berapa jumlah titik lampu yang dibutuhkan didaerah tersebut.

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

Keterangan : T = Titik lampu

L = Panjang jalan

S = Jarak antar tiang

2. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya ini didefinisikan dengan arus cahaya yang dapat sumber cahaya tersebut pancarkan kedalam satu kerucut (*cone*) cahaya, jika dirumuskan menjadi (Nyoman Tri Juliarta et al. 2022).

$$\phi = i \times \omega$$

dengan:

$$K = \frac{\phi}{P}$$

$$\phi = K \times P$$

sehingga:

$$i = \frac{K.P}{\omega}$$

Keterangan : i = intensitas cahaya dalam candela

ϕ = fluks cahaya dalam lumen (lm)

ω = sudut ruang dalam steradian (sr)

K = efisiensi cahaya rata-rata lampu

3. Iluminasi

Iluminasi yang disebut intensitas penerangan adalah flux cahaya yang jatuh pada 1m² dari bidang itu, pencahayaan mencakup penggunaan kedua sumber seperti lampu dan penerangan alami. (Agung Adi Prasetyo and Gatut Budiono 2022).

$$E = \frac{\phi}{A}$$

Iluminasi dititik P menjadi

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

Sehingga

$$E = \frac{1}{r^2} \cos \alpha$$

Keterangan : A = Luas bidang (m)

r = Jarak dari lampung ke ujung jalan

ϕ = Fluks cahaya (lumen)

l = Lebar jalan (m)

4. Sudut Stang Ornamen

Saat menghitung stang ornamen kita harus mengetahui jarak dari tengah ke lampu (Pratama and Arifin 2021).

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

Jika t sudah diketahui maka

$$\cos \phi = \frac{h}{t}$$

Keterangan : h = tinggi tiang
 c = jarak dari tengah jalan ke lampu
 t = kemiringan lampu ketengah jalan

5. Daya Lampu Total

$$P_{total} = P \times N$$

Keterangan : P_{total} = Daya lampu total (W)

P = Daya lampu (W)

N = Jumlah lampu

6. Daya Lampu Tiap Bulan

$$P_{bulan} = P_{total} \times t$$

Keterangan :

P_{bulan} = Daya lampu setiap bulan (kWh/bulan)

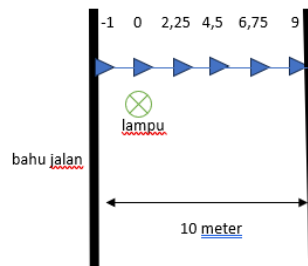
P total = Daya lampu (W)

t = Waktu menyalaanya (jam/bulan)

Metode pengukuran lampu dilapangan

Metode ini adalah pengukuran menggunakan alat langsung dilapangan agar didapatkan intensitas cahaya dari lokasi penelitian tersebut.

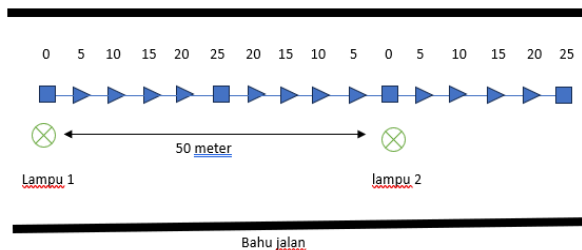
1. Pengukuran Intensitas Cahaya sesuai lebar jalan



Gambar 1. Titik Pengukuran Intensitas Cahaya Sesuai Lebar Jalan

Lebar jalan 10 meter karena ornamen lampu melebihi bahu jalan 1 meter jadi titik pengukuran mulai dari 0 itu dibawah lampu bisa dilihat seperti diatas. Jadi yang sisa jalan 1 meter dari titik 0 itu juga diukur.

2. Pengukuran Intensitas Cahaya Sesuai Jarak Antar Tiang



Gambar 2. Pengukuran Intensitas Cahaya Sesuai Jarak Antar Tiang

Jarak antar tiang 50 meter dari gambar diatas mengukur dari bawah lampu tepat dengan titik 0 dan kekiri 5 meter selanjutnya kelipatan 5 sampai 25 meter dan kekanan 5 meter selanjutnya kelipatan 5 sampai 25 meter begitu seterusnya sampai semua tiang.

Hasil dan Pembahasan

Pada kali ini kita membahas hasil pengambilan data – data dilapangan apa yang perlu kita perbaiki dalam masalah ini agar bisa menyelesaikan penelitian ini.

Kondisi Eksisting Lapangan

Kondisi eksisting ini mengukur intensitas cahaya secara langsung dilapangan menggunakan alat, mengukur semua lampu yang ada dilapangan sebanyak 67 lampu dengan metode pengukuran.

1. Pengukuran Intensitas Cahaya Sesuai Lebar Jalan

Lebar jalan 10 meter karena ornamen lampu melebihi bahu jalan 1 meter jadi titik pengukuran mulai dari 0 itu dibawah lampu bisa dilihat seperti diatas. Jadi yang sisa jalan 1 meter dari titik 0 itu juga diukur.

Tabel 2. Pengukuran Intesitas Cahaya Sesuai Lebar Jalan

No	Tiang PJU	Intensitas	Cahaya	Dibawah	Tiang	PJU	(meter)
		-1	0	2,25	4,5	6,75	9
1	PJU 1	-	-	-	-	-	-
2	PJU 2	88	92	86	67	33	21
3	PJU 3	61	63	60	56	40	45
4	PJU 4	47	52	50	45	41	31
5	PJU 5	62	66	60	56	53	33
6	PJU 6	58	61	55	50	42	33
7	PJU 7	62	67	58	55	47	34
8	PJU 8	56	58	50	45	31	24
9	PJU 9	64	66	63	60	51	26
10	PJU 10	43	47	40	38	35	18

2. Pengukuran Intensitas Cahaya Sesuai Jarak Antar Tiang

Jarak antar tiang 50 meter, mengukur dari bawah lampu tepat dengan titik 0 dan kekiri 5 meter selanjutnya kelipatan 5 sampai 25 meter dan kekanan 5 meter selanjutnya kelipatan 5 sampai 25 meter begitu seterusnya sampai semua tiang.

Tabel 3 Pengukuran Intensitas Cahaya Sesuai Jarak Antar Tiang

No	Tiang PJU		Intensitas	Cahaya			
			0	5	10	15	20
1	PJU 1	Kanan	-	-	-	-	-
		Kiri	-	-	-	-	-
2	PJU 2	Kanan	92	51	23	10	3
		Kiri		60	30	14	11
3	PJU 3	Kanan	63	52	28	12	8
		Kiri		33	16	7	4
4	PJU 4	Kanan	52	45	21	12	7
		Kiri		30	13	7	4
5	PJU 5	Kanan	66	45	22	12	6
		Kiri		37	16	7	4
6	PJU 6	Kanan	61	45	23	12	6
		Kiri		40	18	9	5
7	PJU 7	Kanan	67	42	19	11	6
		Kiri		50	20	9	5
8	PJU 8	Kanan	58	45	25	13	7
		Kiri		34	18	13	10
9	PJU 9	Kanan	66	49	25	16	12
		Kiri		41	24	20	14
10	PJU 10	Kanan	47	41	28	20	15
		Kiri		36	21	11	7

3. Penjumlahan Rata-Rata Lux

Penjumlahan rata-rata lux ini menggabungkan semua pengukuran, jadi nanti dijumlahkan lalu dibagi dengan yang dijumlahkan nanti ketemu hasil rata-rata lux PJUnya.

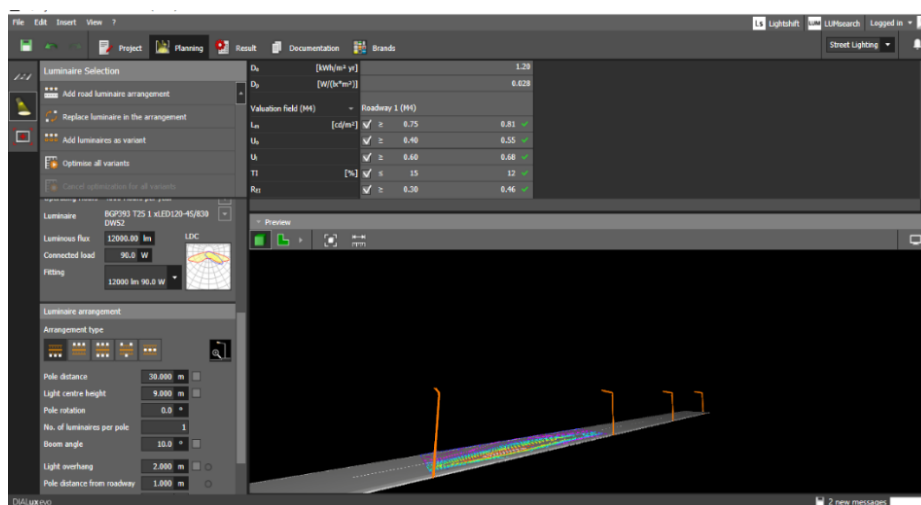
Tabel 4. Penjumlahan Rata – Rata Lux

No	Tiang PJU	Penjumlahan Lux	Lux		
			Rata - Rata	Lux Max	Lux Min
1	PJU 1	Lampu Mati	-	-	-
2	PJU 2	600	37,5	92	3
3	PJU 3	497	31,06	63	4
4	PJU 4	413	25,81	52	4
5	PJU 5	486	30,37	66	3
6	PJU 6	463	28,93	61	3
7	PJU 7	493	30,81	67	3
8	PJU 8	442	27,62	58	7
9	PJU 9	551	34,43	66	8
10	PJU 10	418	26,12	47	6

Jalan Pondok Tjandra Indah kondisinya selalu ramai oleh kendaraan karena ramai digunakan masyarakat untuk beraktifitas setiap harinya, jalan ini memiliki panjang 3300 meter dengan lebar jalan 10 meter dan kecepatan 40 km/jam kelas jalan ini termaksud jalan kolektor. Dijalan ini sudah terpasang lampu penerangan jalan, namun kondisinya melebihi standar BSN SNI. Intensitas penerangan yang dihasilkan melebihi standar BSN SNI 7931:2008, syarat kuat pencahayaan (Iluminasi) yang harus dihasilkan untuk jalan kolektor adalah 3-7 Lux. Jalan ini terpasang penerangan jalan umum 67 titik dan jarak antar tiangnya 50 meter.

Menyarankan Penggantian Lampu

Penerangan jalan umum berbeda – beda dari segi daya lampu, umur lampu maupun kondisi lebar jalan, oleh sebab itu saya menyarankan pengantian lampu dengan mengaplikasikan ke dialux terlebih dahulu agar kita bisa mengetahui ketinggian tiang berapa berapa watt lampu yang dibutuhkan agar sesuai dengan kebutuhan kelas jalan dan sesuai dengan BSN SNI 7391 : 2008.



Gamabar 3. Pengaplikasian software dialux

Penggunaan *software* dialux diatas adalah menyarankan PJU yang bagus untuk dipakai pemerintah dengan menentukan tinggi tiang, jarak antar tiang, dan juga berapa watt lampu yang bagus untuk di Jalan Pondok Tjandra Indah. Menggunakan *software* dialux ini dapat dilihat jika kita memakai lampu dengan watt tertentu kita bisa mengatur tinggi tiang, lebar antar tiangnya yang sesuai dengan jalan tersebut, ini saran saya untuk memperbaiki lampu penerangan jalan di jalan Pondok Tjandra Indah sebagai berikut :

1. Lebar jalan sudah ada 10meter
2. Menggunakan lampu 90 Watt
3. Ketinggian tiang 9 meter
4. Jarak antar tiang 30 meter
5. Jumlah titik tiang 111

1. Menentukan jumlah tiang

$$\begin{aligned} T &= \frac{L}{S} + 1 \\ &= \frac{3300}{30} + 1 \\ &= 110+1 \\ &= 111 \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan tiang yang diperlukan adalah 111 titik

2. Sudut Stang Ornamen

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{h^2 + c^2} \\ &= \sqrt{9^2 + 5^2} \\ &= \sqrt{81 + 25} \\ &= \sqrt{106} = 10,3 \end{aligned}$$

Setelah mencari kemiringan lampu ketengah jalan (t) ketinggian tiang 9 meter nilainya 10,3 selanjutnya masuk kerumus selanjutnya untuk mengetahui derajat ornamennya.

$$\begin{aligned} \text{Maka } \cos \phi &= \frac{h}{t} \\ &= \frac{9}{10,3} \\ &= 0,87 \\ \phi &= \cos^{-1} \times 0,87 \\ \phi &= 19,5^\circ \end{aligned}$$

jadi sudut stang ornament di tiang 9 meter adalah 19,5°

3. Intensitas Cahaya

$$\begin{aligned} i &= \frac{K.P}{\omega} \\ &= \frac{107,8.90}{4\pi} \end{aligned}$$

$$= \frac{9.702}{12,56}$$

$$= 9.714,56 \text{ Cd}$$

Jadi intensitas cahaya dari perhitungan adalah 9.714,56 Cd

4. Iluminasi

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{h^2 + l^2} \\ &= \sqrt{9^2 + 10^2} \\ &= \sqrt{81 + 100} \\ &= \sqrt{181} \\ &= 13,45 \text{ Meter} \end{aligned}$$

Setelah mencari jarak dari lampu ke ujung jalan (r) setelah itu kita masukkan rumus selanjutnya untuk mencari lux dengan watt lampu.

$$\begin{aligned} \text{Maka} \quad E &= \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r} \\ E &= \frac{9.741,56}{180,9} \times \frac{9}{13,45} \\ E &= 3,8 \text{ Lux} \end{aligned}$$

Jadi iluminasi yang didapat dari perhitungan LED 90 W adalah 3,8 lux

5. Energi Listrik

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= P \times L \\ &= 90 \times 111 \\ &= 9.990 \text{ Watt} \end{aligned}$$

1 hari menyala selama 12jam

$$\begin{aligned} P_{\text{hari}} &= P_{\text{total}} \times t \\ &= 9.990 \times 12 \\ &= 119,88 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

1 bulan 30 hari

$$\begin{aligned} P_{\text{bulan}} &= P_{\text{hari}} \times t \\ &= 119,88 \times 30 \\ &= 3.596,4 \text{ kWh/bulan} \end{aligned}$$

Jadi energi yang didapat dengan lampu 90 Watt adalah 3.596,4 kWh/bulan

Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisa, di Jalan Pondok Tjandra Indah yang merupakan jalan kolektor maka dapat disimpulkan. Hasil pengukuran lux menggunakan alat dilapangan hasil yang didapat rata-rata diatas standar dan Perubahan yang harus dilakukan agar sesuai standar dengan mengubah jarak antar tiang 30 meter,

memakai lampu LED 90 Watt, dan ketinggian tiang 9 meter. Jumlah tiang 111 titik, sudut stang ornamen 19,50°, intensitas cahaya 9.714,56 Cd, iluminasi 3,8 lux, energi listrik 3.596,4 kWh/bulan.

Beberapa hal yang perlu disarankan dalam perbaikan lampu penerangan jalan umum di jalan Pondok Tjandra Indah, yaitu mengganti semua lampu menggunakan LED dengan watt yang sama agar pemerataan cahayanya merata dan memenuhi standar BSN SNI. Melaukan pengantian tiang dengan ketinggian tiang yang sama, dan membandingkan perhitungan dengan lampu yang lain tidak dengan satu.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional (BSN) (2008) Standar Nasional Indonesia Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan SNI 7391:2008
- Agung Adi Prasetyo and Gatut Budiono (2022) “Kajian Teknis Pemasangan Lampu Penerangan Jalan Umum di Wilayah Kelurahan Ngagel Rejo Kota Surabaya,” vol. 4, no. 1, pp. 1–7.
- Novita Shamin and Nini A. Kiay Demak (2019) “Evaluasi Tingkat Penerangan Jalan Umum (PJU) di Kota Gorontalo,” vol. 7, no. 1, pp. 44–61.
- W. A. Pratama and Z. Arifin (2021) “Analisis Pemasangan Instalasi Penerangan Jalan Umum di Jalan Soekarno-Hatta Pedurungan,” *Applied Electrical Engineering Journal*, vol. 05, no. 02.
- T. Elektro, F. Teknologi Industri, U. Islam Sultan Agung, and J. Kaligawe (2017) “Perhitungan Kuat Cahaya Pada Penerangan Jalan Umum Berstandar SNI 7391:2008 Mustaqim, Muhamad Haddin,” *Muhamad Haddin / Setrum*, vol. 6, no. 2, pp. 106–119.
- I Nyoman Tri Juliarta, A A Gd Maharta Pemyun, and Gd Dyana Arjana (2022) “Kajian Penggunaan Alat Penerangan Jalan Tipe LED di Jalan BY Pass Munggu Tanah Lot,” *SPEKTRUM*, vol. 9, no. 2, pp. 62–70.
- Rudini, Edvin Priatna, and Ifkan Usrah (2021) “Analisis Pencahayaan Penerangan Jalan Umum di Jalan TOL Kabupaten Pangandaran Dan Peluang Hemat Energi,” vol. 03, no. 01, pp. 8–18.
- Nita Nurdiana (2016) “Evaluasi Iluminasi Lampu Penerangan Jalan Soekarno-Hatta Palembang,” vol. 2, no. 1, pp. 1–12.
- Rian Arif Setiawan, Kholistianingsih, and Isra' Nuur Darmawan (2021) “Analisis Efisiensi Sistem Meterisasi Lampu Penerangan Jalan Umum Underpass Purwokerto,”