

ANALISIS PERHITUNGAN ULANG LAMPU PENERANGAN JALAN BYPASS NGURAH RAI

Gede Andre Agusta Putra¹, I Ketut Wijaya², I Wayan Arta Wijaya²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknol, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jl. Raya Kampus Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung, Bali

Email:andreaagusta04@gmail.com, wijaya@ee.unud.ac.id, artawijaya@unud.ac.id

ABSTRAK

Penerangan Jalan Umum merupakan fasilitas yang dibutuhkan sebagai alat bantu navigasi pengguna jalan, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, serta mendukung keamanan lingkungan. Karena kurangnya pencahayaan yang terdapat di jalan Bypass Ngurah Rai maka dilakukan analisis perhitungan ulang dan mengganti lampu yang ada dengan jenis LED agar dapat memaksimalkan pencahayaan yang terdapat di Bypass Ngurah Rai. Pengukuran dilakukan mulai dari perempatan lampu lalu lintas jalan Tol Bali Mandara menuju ke arah (Timur) Sanur yang berakhir pada lampu lalu lintas pertama setelah lampu lalu lintas Tol Bali Mandara, jalan ini merupakan jalan jenis Arteri dengan lebar jalan 8 meter dengan panjang jalan 1270m. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yaitu pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran dengan menggunakan alat yang objektif dan baku. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan kondisi yang terjadi di lapangan menggunakan IBM SPSS *Statistic*. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa lampu yang terpasang dengan 10,21 lux masih belum memenuhi SNI 11-20 lux. Penggantian jenis lampu merkuri ke lampu LED 120 Watt menghasilkan 13,21 lux yang mana sudah memenuhi SNI pencahayaan PJU.

Kata kunci : PJU, Lampu, LED, IBM SPSS Statistik

ABSTRACT

Public Street Lighting is a facility needed as a navigation aid for road users, increasing the safety and comfort of road users, and supporting environmental security. The lack of lighting on the Ngurah Rai Bypass road is then performed a recalculation analysis and replacing the existing lamps with LED types in order to maximize the lighting contained in the Ngurah Rai Bypass. Measurements are made starting from the intersection of the Bali Mandara Toll road traffic lights towards (East) Sanur which ends at the first traffic light after the Bali Mandara Toll traffic light, this road is an Arterial type road with a road width of 8 meters with a road length of 1270m. The method used in this research is descriptive quantitative, that is, data collection is done through measurement using objective and standard tools. The calculation results are then compared with the conditions that occur in the field using IBM SPSS Statistics. Based on the results of the research, it shows that the lamps installed with 10.21 lux still do not meet SNI 11-20 lux. Changing the type of mercury lamp to a 120 Watt LED lamp produces 13.21 lux, which meets SNI for PJU lighting.

Key Words : PJU, Lamp, LED, IBM SPSS Statistic

1. PENDAHULUAN

Lampu adalah sebuah alat yang menghasilkan cahaya dimana kita sebagai

manusia memerlukan cahaya untuk dapat menjalani aktivitas kita sehari – hari seperti memberikan penerangan di malam hari di rumah kita agar kita tetap dapat melakukan

aktivitas, dan juga lampu di pasang di jalan jalan untuk memberikan cahaya kepada pengguna jalan.

Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) merupakan lampu penerangan yang di gunakan pada saat malam hari untuk membantu pengendara atau pengguna jalan agar dapat memudahkan mereka untuk melihat dan memberikan keamanan pada saat melintas di jalan . Lampu LED merupakan jenis lampu yang biasa di gunakan pada LPJU yang terpasang hampir di seluruh Indonesia. *Bypass Ngurah Rai* jalan besar atau jalan utama yang menghubungkan beberapa wilayah Badung dan Denpasar yang mana selalu dilintasi oleh banyak pengguna jalan. Namun, menurut laporan dari pengguna jalan bahwa, penerangan yang di berikan oleh LPJU masih kurang karena pada beberapa titik di *Bypass Ngurah Rai* ada beberapa sisi yang gelap dimana itu sangat berbahaya karena dapat mengurangi penglihatan para pengguna jalan dan itu bisa menyebabkan kecelakaan. Mengatasi hal tersebut, diperlukan Analisa di *Bypass Ngurah Rai* untuk mengetahui penyebab dari menurunnya kinerja LPJU yang terpasang.

2. METODE OPTIMASI

2.1 Lampu Penerangan Jalan

Lampu penerangan jalan adalah bagian dari pelengkap jalan yang diletakan atau dipasang di kiri/kanan jalan atau di tengah bagian medan jalan yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan di sekitar jalan yang diperlukan. [1]

2.2 Sistem Penempatan Lampu

Sistem Penempatan Lampu Penerangan Jalan adalah susunan susunan penempatan lampu yang satu dengan yang lainnya. Sistem penempatan lampu dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Sistem Penempatan Menerus
Sistem Penempatan Menerus adalah sistem penempatan jalan yang menerus di sepanjang jalan.
2. Sistem Penempatan Parsial
Sistem Penempatan Parsial adalah sistem penempatan lampu pada daerah tertentu atau pada suatu panjang jarak tertentu sesuai kebutuhan. [2]

2.3 Kelas Jalan

Berikut adalah jenis – jenis jalan untuk lampu penerangan jalan:

1. Jalan Arteri:
 - a) Kecepatan rencana > 60 km/jam.
 - b) Lebar badan jalan > 8,0 meter.
 - c) E rata – rata (*lux*) = 11 - 20
2. Jalan Kolektor:
 - a) Kecepatan rencana > 40 km/jam.
 - b) Lebar badan jalan > 7,0 meter.
 - c) E rata – rata (*lux*) = 3 - 7
3. Jalan Lokal
 - a) Lebar badan jalan > 6,0 meter.
 - b) Kecepatan rencana > 20 km/jam.
 - c) E rata – rata (*lux*) = 2 – 5

2.4 Satuan Teknik Penerangan

Berikut merupakan beberapa rumus untuk satuan teknik penerangan:

1. Besarnya energi cahaya yang dihasilkan pada setiap satuan waktu didapatkan dengan menghitung besarnya fluks cahaya.

Jika dirumuskan menjadi :

$$\phi = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

Dengan:

ϕ = fluks cahaya dalam lumen (lm)

Q = energi cahaya pada lumen jam atau lumen detik

t = waktu dalam jam atau detik

2. Intensitas Cahaya adalah arus cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dalam satu kerucut (*cone*) cahaya, dinyatakan dengan satuan unit candela.

Jika dirumuskan menjadi:

$$\phi = i \times \omega \quad (2)$$

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 (lux)

Iluminasi atau lux adalah merupakan satuan cahaya pada suatu permukaan. Satu *lumen per* meter persegi adalah sama dengan satu lux.

Jika dirumuskan menjadi:

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (3)$$

Dengan:

E = iluminasi dalam Lux lm/m²

A = luas bidang dalam m²

Iluminasi pada titik P, dirumuskan sebagai:

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

r merupakan jarak dari lampu ke ujung jalan

4. Luminasi

Luminasi adalah permukaan benda yang mengeluarkan atau memantulkan intensitas cahaya yang tampak pada satuan luas permukaan benda tersebut, dinyatakan dalam Candela per meter persegi (Cd/m²).

Jika dirumuskan menjadi :

$$L = \frac{\phi}{\omega(A \cos \theta)} \quad (4)$$

Atau

$$L = \frac{1}{(A \cos \theta)} \quad (5)$$

5. Efikasi Cahaya

Efikasi cahaya terhitung adalah perbandingan keluaran lumen terhitung dengan pemakaian daya terhitung dinyatakan dalam lumen per watt.

Jika dirumuskan menjadi :

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

Dengan:

K = efikasi cahaya dalam lumen/ watt (lm/w)

P = daya listrik dalam watt (w)

6. Jumlah Titik Lampu Yang Diperlukan

Agar dapat mengetahui jumlah titik lampu yang diperlukan,

Jika dirumuskan menjadi :

$$T = \frac{L}{S} + 1 \quad (7)$$

Dengan:

T = jumlah titik lampu

L = panjang jalan (m)

S = jarak tiang ke tiang(m)[3]

2.5 Jenis – jenis lampu penerangan jalan

Berikut adalah jenis – jenis lampu yang biasa digunakan pada lampu penerangan jalan umum:

1. Lampu Sodium/ Natrium Tekanan Tinggi (SON)

Lampu sodium tekanan tinggi banyak digunakan untuk penerangan di luar ruangan.

2. Lampu Uap Merkuri

Lampu uap merkuri merupakan model lampu HID.

3. Lampu LED

Lampu LED yang merupakan singkatan dari *Light Emitting Diode* memiliki potensi hemat energi. [4]

2.6 Tiang Lampu Penerangan Jalan

Berdasarkan bentuk lengannya (*Stang ornament*), tiang lampu dibagi menjadi:

1. Tiang lampu lengan tunggal
2. Tiang lampu lengan ganda
3. Tiang lampu tegak (tanpa lengan)

Untuk menentukan sudut kemiringan *stang ornament*, agar titik penerangan mengarah ketengah – tengah jalan, maka :

$$T = \sqrt{h^2 - c^2} \quad (8)$$

Sehingga:

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

Dengan:

h = tinggi tiang;

t = Jarak Lampu ke tengah – tengah jalan;

c = Jarak Horizontal Lampu ke tengah - tengah jalan;

W1 = Jarak tiang ke ujung lampu;

W2 = Jarak Horizontal Lampu ke ujung jalan.

Pada Analisis ini menggunakan model Tiang Lengan Ganda, dengan Tinggi tiang 9m dan jarak antara tiang ke tiang yaitu 35m. [5]

2.7 Perhitungan Energi dan Biaya Listrik PLN Penerangan Jalan Umum

Energi Listrik adalah jumlah daya listrik yang digunakan tiap satuan waktu. Besaran energi listrik yang digunakan dapat dihitung dengan :

$$W = \frac{P \times t}{\cos \varphi} \quad (9)$$

Dengan

W = daya listrik

P = jumlah lampu

t = waktu (estimasi nyala/hari)

cos φ = daya reaktif

Dengan perhitungan menggunakan sistem meterisasi sesuai Tarif dasar untuk listrik PJU (Penerangan Jalan Umum) yang telah diatur dalam Peraturan Menteri ESDM Tentang tarif listrik Penerangan Jalan Umum No. 30 Tahun 2017 tentang tarif Penerangan Jalan Umum yang merupakan golongan tarif P3/TR adalah :

$$P3/TR = (\text{daya yang dipakai}) \times (\text{kWh}) \times \text{Rp.1.467,28} \quad (10)$$

2.8 Aplikasi Statistik (IBM SPSS 24)

IBM SPSS Statistik adalah aplikasi yang digunakan untuk melakukan analisis data analisis statistika tingkat lanjut dengan algoritma analisis string, machine learning serta analisis big data yang dapat diintegrasikan untuk membangun platform data analisis. *Statistical Package for the*

Social Sciences adalah kepanjangan dari SPSS. SPSS cukup populer di kalangan peneliti dan statistikawan untuk memudahkan melakukan perhitungan terkait analisis data yang dilakukan. [6]

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam analisis ini bersumber dari:

1. Data Primer yaitu data yang di dapat dari pengukuran langsung yaitu lebar jalan (m), jarak antara tiang ke tiang (m), jumlah tiang (buah), titik lampu,(buah) dan intensitas cahaya (lux) di jalan Bypass Ngurah Rai.
2. Data Sekunder yaitu berdasarkan data yang diperoleh dari buku dan internet yang merupakan sumber untuk mengetahui harga lampu yang terpasang di jalan bypass ngurah rai.

3.2 Analisis Data

Analisis data menggunakan metode kuantitatif dengan urutan sebagai berikut:

1. Melaksanakan pengukuran intensitas cahaya (lux) terhadap lampu jalan yang telah terpasang, perhitungan titik lampu dan jumlah lampu yang diperlukan.
2. Menghitung konsumsi energi listrik.
3. Melakukan perbandingan hasil pengukuran dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) di lokasi sehingga dapat diketahui apakah intensitas pencahayaan (lux) yang diberikan oleh lampu penerangan jalan di jalan Bypass Ngurah Rai dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan.
4. Rekomendasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Jalan Bypass Ngurah Rai merupakan jalan yang terdapat di kabupaten Badung hingga kabupaten Denpasar, dimana terpasang lampu penerangan jalan dengan model tiang ganda, dengan tinggi tiang 9 meter, dan menggunakan lampu berwarna kuning. Penelitian ini tidak menghitung sepanjang jalan Bypass Ngurah Rai melainkan dibatasi dari perempatan lampu lalu lintas Tol Bali Mandara menuju ke arah (Timur) Sanur yang berakhir pada lampu lalu lintas pertama yang memiliki panjang jalan 1,27km dan lebar jalan 8m, yang merupakan jalan jenis arteri dimana

terdapat 32 titik tiang dengan 64 titik lampu yang terpasang di sepanjang jalan. Namun menurut survei dan laporan dari pengguna jalan mengatakan bahwa lampu penerangan jalan di bypass ngurah rai ada beberapa lampu yang mati dan redup, sehingga itu dapat mengakibatkan kecelakaan karena berkurangnya pencahayaan di jalan tersebut. [7]

4.2 Perhitungan

4.2.1 Perhitungan Intensitas Cahaya

Perhitungan berdasarkan pemilihan jenis lampu, analisis, dan kebutuhan dengan pertimbangan sesuai dengan harapan dan tidak terlalu boros.

Besarnya K (efisiensi) dari lampu dengan sudut kemiringan $\omega = 4\pi$

$$\text{Dengan } i = \frac{KP}{\omega} = \frac{120 \times 120}{4 \times 3,14\omega} = 1146,49 \text{ Cd}$$

4.2.2 Perhitungan pencahayaan lampu pada titik lampu ke ujung jalan

Perhitungan intensitas cahaya pada titik jalan dilakukan untuk mendapatkan intensitas tertentu dalam pemasangan lampu penerangan jalan, sehingga dapat diukur penggunaan energi listriknya. Perhitungan intensitas cahaya pada lampu penerangan jalan akan menjadi titik dimana posisi lampu penerangan jalan seharusnya. Dengan daya 120 Watt:

1. Perhitungan iluminasi dengan lebar jalan 2 meter

$$r = \sqrt{9^2 + 2^2} = 9.21 \text{ meter}$$

$$\text{Jadi } \cos \phi = \frac{h}{t} = \frac{9}{9.21} = 0.98$$

$$\phi = \cos^{-1} 0.98 = 11.48^\circ$$

$$E_r = \frac{1}{r^2} \cos \beta = \frac{1146,49}{9.21^2} \times \frac{9}{9.21} = \frac{1146,49}{85} \times 0.98 = 13.21 \text{ Lux}$$

2. Perhitungan iluminasi dengan lebar jalan 4 meter

$$r = \sqrt{9^2 + 4^2} = 9.84 \text{ meter}$$

$$\text{Jadi } \cos \phi = \frac{h}{t} = \frac{9}{9.84} = 0.91$$

$$\phi = \cos^{-1} 0.91 = 24.50^\circ$$

$$E_r = \frac{1}{r^2} \cos \beta = \frac{1146,49}{9.84^2} \times \frac{9}{9.84} = \frac{1146,49}{97} \times 0.91 = 10.75 \text{ Lux}$$

3. Perhitungan iluminasi dengan lebar jalan 6 meter

$$r = \sqrt{9^2 + 6^2} = 10.81 \text{ meter}$$

$$\text{Jadi } \cos \phi = \frac{h}{t} = \frac{9}{10.81} = 0.83$$

$$\phi = \cos^{-1} 0.83 = 33.90^\circ$$

$$E_r = \frac{1}{r^2} \cos \beta = \frac{1146,49}{10.81^2} \times \frac{9}{10.81} = \frac{1146,49}{117} \times 0.83 = 8.12 \text{ Lux}$$

4. Perhitungan iluminasi dengan lebar jalan 8 meter

$$r = \sqrt{9^2 + 8^2} = 12.04 \text{ meter}$$

$$\text{Jadi } \cos \phi = \frac{h}{t} = \frac{9}{12.04} = 0.74$$

$$\phi = \cos^{-1} 0.74 = 42.26^\circ$$

$$E_r = \frac{1}{r^2} \cos \beta = \frac{1146,49}{12,04^2} \times \frac{9}{12,04} = \frac{1146,49}{145} \times 0,74$$

Tabel 1 merupakan hasil perhitungan terhadap lux saat menggunakan LED 120 watt pada lampu penerangan jalan di jalan *Bypass Ngurah Rai*

NO	VARIABEL	Menggunakan LED 120 Watt			
		2m	4m	6m	8m
1	LUX	13.21	10.75	8.12	5.85

4.2.3 Perhitungan jumlah lampu yang diperlukan pada jarak 1270 meter

Perhitungan jumlah lampu yang diperlukan pada jarak 1270 meter adalah :

$$B = \frac{1}{s} + 1 = \frac{1270}{35} + 1 = 37$$

Jadi jumlah lampu yang diperlukan adalah 37 buah lampu.

Untuk jalan umum dengan panjang jalan 1270 meter dengan jarak antara tiang ke tiang 35meter dapat memasang/menggunakan 37 titik lampu. Lampu yang akan dipasang adalah sebanyak 37 buah dengan jarak 35meter adalah hasil dari perhitungan di lapangan. Hasil dari analisis ini bisa berubah sesuai dengan harapan dari komunitas dan pemerintah. Tetapi perubahan ini tidak akan melebarkan jaraknya tetapi dirubah dengan meminimalisir jaraknya, karena intensitas cahaya yang sudah didapat sudah maksimal.

4.2.4 Perhitungan proteksi yang akan digunakan

Pada pengaman lampu penerangan jalan diperlukan untuk melakukan perhitungan yang baik agar mendapatkan hasil yang baik juga. Perhitungan pengaman dilakukan untuk menjaga kelebihan arus pendek, perlindungan terhadap petir, atau yang disebabkan oleh pohon tumbang. Jadi perhitungan pengaman lampu penerangan jalan adalah

Daya yang digunakan 37 buah lampu = 37 x 120 = 4400 Watt

$$I_a = \frac{P}{P \cos \phi} = \frac{37 \times 120}{220 \times 0,85} = 23,52 \text{ A}$$

$$I_{rating} = K \times I_a = 125\% \times I_a = 125\% \times 23,52 = 29,41 \text{ A}$$

Rating arus APP adalah

$$I_a = \frac{P_{total}}{\sqrt{3} V \cos \phi} = \frac{120 \times 37}{\sqrt{3} 380 \times 0,85} = 7,86 \text{ A}$$

Rating Aliran pada APP untuk

$$I_{rating} = K \times I_a = 125\% \times 7,86 \text{ A} = 9,83 \text{ A}$$

Berdasarkan pengamatan di lapangan 9,83, oleh karena itu perlindungan mcb digunakan dengan arus kekuatan jumlah 10 A. Menggunakan Cos φ = 0,85 adalah karena hasil dari pengukuran di lapangan yang dilakukan sebanyak 10 kali yaitu dengan hasil 0,844, 0,833, 0,841, 0,830, 0,860, 0,870, 0,865, 0,871, 0,843, dan 0,839 maka dicari rata rata menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistical* dari 10 pengukuran tersebut yaitu 0,849 dan di bulatkan menjadi 0,85.

4.2.5 Perhitungan terhadap besarnya daya listrik yang diperlukan

Daya listrik yang digunakan adalah untuk dapat menentukan ukuran proteksi dan pasang pengaman perangkat yang digunakan. Perhitungan dan analisis data diperlukan bukan hanya untuk alat keamanan tetapi juga untuk saluran yang menggunakan kabel. Perhitungan dan evaluasi daya listrik berdasarkan jumlah penerangan jalan yang akan dipasang. Perhitungan dan evaluasi yang diperoleh harus terkait dengan catch lainnya dengan pengamanan yang terpasang. Perhitungan dan evaluasi dilakukan berdasarkan jumlah penerangan jalan yang akan diinstal.

Pada pukul 18:00 lampu menyala dan mati pada pukul 6:00 pagi, jadi lampu beroperasi selama 12 jam. Energi yang dibutuhkan untuk operasi selama 12 jam adalah:

$$P = 120\text{watt} \times 37 \text{ Jumlah tiang} \times \cos \phi = 4400 \times 0,85 = 3740\text{Watt}$$

$$\text{Kemudian daya terhubung ke 37 lampu} = 4400 \text{ Watt}$$

4.2.6 Energi listrik yang digunakan dalam 1 hari

Penggunaan energi listrik untuk penerangan jalan tergantung pada penggunaan lampu yang akan dipasang. Pengukuran energi listrik yang digunakan oleh 37 lampu penerangan jalan adalah energi per hari dan yang dihitung penggunaannya per 30 hari menjadi dibayarkan kepada PT Perusahaan Listrik Negara Indonesia (PLN). Faktanya lampu

menyala dalam 12 jam untuk 37 buah lampu per hari adalah,

$$W = (P \times t) / \text{Cos } \phi$$

$$= (120 \times 37 \times 12) / 0.85$$

$$= 62,682 \text{ kW per hari}$$

4.2.7 Keperluan energi Selama 1 bulan untuk 37 Lampu

Penggunaan energi listrik adalah upaya untuk mengembalikan Pajak dari pemerintah kepada masyarakat dan juga dalam menyediakan Layanan untuk komunitas. Penerangan jalan harus dipasang sehingga masyarakat merasa diperhatikan oleh pemerintah melalui pemasangan penerangan jalan. Penggunaan penerangan jalan akan berdampak pada energi listrik yang digunakan dan juga tergantung pada tarif dasar listrik (TDL) berdasarkan Keputusan Menteri ESDM (2016). Total beban biaya penerangan jalan selama satu bulan dicari dengan rumus 40 dikalikan dengan jumlah grup (Zona) dilipat gandakan oleh beban per bulan dikalikan dengan tarif dasar listrik (Rp / bulan) (40xZxSxTD).

W/bulan = 62,682 x 30 hari = 1.880,470 kW

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi 6 Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (ESDM) no. 11 tahun 2020, mengenai tarif listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (PERSERO). bahwa tarif listrik penerangan jalan pada Juli-September 2020 tarif penyesuaian mulai 1300 VA 200 kVA Rp. 1.467,28 / kWh. Listrik yang digunakan dalam satu bulan untuk 37 lampu adalah:

Tabel 2 Tarif Penggunaan Energi

No	Nomor Tiang	Nomor Zona	Daya Listrik (kWH/bulan)	Tarif Daya Listrik (TDL)(Rp./kWH)	Tarif Energi Total(Rp)
1	T15	1	762,35	1.467,28	1.118.580,91
2	T15	2	762,35	1.467,28	1.118.580,91
3	T7	3	355,76	1.467,28	521.999,23
JUMLAH COST/ BIAYA					2.759.176,02

Untuk menemukan jumlah biaya daya yang digunakan pada 37 lampu perbulan adalah perhitungan rata rata PJU = (40 (flash time) x daya yang tersambung x biaya penggunaan per kWh).

Tabel 3 Biaya Beban Keseluruhan

No	Nomor Tiang	Nomor Zona	Beban (S)/kWH	Tarif Dasar Listrik (TDL)	Tarif Total (Rp)
1	T15	1	15	1.467,28	880.368,00
2	T15	2	15	1.467,28	880.368,00
3	T7	3	7	1.467,28	410.838,40
JUMLAH COST/ BIAYA					2.171.574,40

Biaya operasional PJU konvensional (Lampu Penerangan Jalan) adalah tagihan listrik bulanan (biaya muatan + tingkat pemakaian listrik) yang harus dibayar. Jadi tagihan listrik bulanan adalah:

Total biaya operasional / bulan - Rp. 2.759.176,02 + 2.171.574,40 Rp. =

Rp. 4.930.750,42 Biaya operasional total / tahun Rp. 4.930.750,42 x 12 = Rp. 59.169.005,04

4.4 Pengukuran Intensitas Cahaya Langsung

Berdasarkan hasil pengukuran pada masing - masing lampu yang kemudian nilai - nilai pengukuran tersebut dibandingkan dengan SNI pencahayaan pada lampu penerangan jalan umum, berikut merupakan hasil pengukuran intensitas cahaya pada masing - masing lampu:

Tabel 4 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Pada 32 lampu Penerangan Jalan di Bypass Ngurah Rai yang di ukur 4 sudut jatuh nya cahaya dari vertical ke arah horizontal.

No	Nama Lampu	SNI (LUX)	Intensitas Cahaya				Memenuhi SNI/ Tidak
			2m	4m	6m	8m	
1	Lampu 1	11- 20	10.3	9.60	6.86	5.82	Tidak
2	Lampu 2	11- 20	11.51	10.59	10.00	9.36	Memenuhi
3	Lampu 3	11- 20	9.47	8.31	7.03	6.61	Tidak
4	Lampu 4	11- 20	9.01	8.00	6.90	6.26	Tidak
5	Lampu 5	11- 20	10.02	9.81	9.30	8.90	Tidak
6	Lampu 6	11- 20	12.23	10.30	10.1	8.26	Memenuhi
7	Lampu 7	11- 20	9.51	8.71	7.90	7.26	Tidak
8	Lampu 8	11- 20	12.44	10.59	9.91	7.21	Memenuhi
9	Lampu 9	11- 20	10.65	10.88	10.1	8.27	Tidak
10	Lampu 10	11- 20	8.41	8.02	7.40	7.23	Tidak
11	Lampu 11	11- 20	11.03	10.74	10.39	9.21	Memenuhi
12	Lampu 12	11- 20	10.21	9.87	9.55	9.07	Tidak
13	Lampu 13	11- 20	9.77	9.39	8.81	8.34	Tidak
14	Lampu 14	11- 20	8.96	8.75	8.31	7.98	Tidak
15	Lampu 15	11- 20	10.12	9.91	9.48	9.03	Tidak
16	Lampu 16	11- 20	9.01	8.00	6.90	6.26	Tidak
17	Lampu 17	11- 20	10.02	9.81	9.30	8.90	Tidak
18	Lampu 18	11- 20	12.23	10.30	10.1	8.26	Memenuhi
19	Lampu 19	11- 20	9.51	8.71	7.90	7.26	Tidak
20	Lampu	11- 20	12.44	10.59	9.91	7.21	Memenuhi

	20						
21	Lampu 21	11- 20	10.65	10.88	10.1	8.27	Tidak
22	Lampu 22	11- 20	8.41	8.02	7.40	7.23	Tidak
23	Lampu 23	11- 20	11.03	10.74	10.39	9.21	Memenuhi
24	Lampu 24	11- 20	10.21	9.87	9.55	9.07	Tidak
25	Lampu 25	11- 20	9.77	9.39	8.81	8.34	Tidak
26	Lampu 26	11- 20	10.3	9.60	6.86	5.82	Tidak
27	Lampu 27	11- 20	11.51	10.59	10.00	9.36	Memenuhi
28	Lampu 28	11- 20	9.47	8.31	7.03	6.61	Tidak
29	Lampu 29	11- 20	9.01	8.00	6.90	6.26	Tidak
30	Lampu 30	11- 20	10.02	9.81	9.30	8.90	Tidak
31	Lampu 31	11- 20	12.23	10.30	10.1	8.26	Memenuhi
32	Lampu 32	11- 20	9.51	8.71	7.90	7.26	Tidak
RERATA			10,28 ±	9,53 ±	8,76 ±	7,85 ±	Tidak

Dari tabel pengukuran yang sudah dilakukan 4 titik jatuhnya cahaya diatas dapat dilihat bahwa rerata lux yang didapatkan menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistic* pada lampu penerangan jalan yang sudah terpasang di jalan *Bypass* Ngurah Rai tidak memenuhi SNI oleh karena itu dilakukan penggantian jenis lampu yang baru.

Tabel 5 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Pada pada jarak 2 meter dan Perhitungan Intensitas Cahaya pada Jarak 2 meter yang menggunakan Lampu LED 120Watt

No	INTENSITAS CAHAYA PADA JARAK 2 METER	PERHITUNGAN INTENSITAS CAHAYA PADA JARAK 2 METER MENGGUNAKAN LAMPU 120 WATT
1	10.3	13.21
2	11.51	13.21
3	9.47	13.21
4	9.01	13.21
5	10.02	13.21
6	12.23	13.21
7	9.51	13.21
8	12.44	13.21
9	10.65	13.21
10	8.41	13.21
11	11.03	13.21
12	10.21	13.21
13	9.77	13.21
14	8.96	13.21
15	10.12	13.21
16	9.01	13.21
17	10.02	13.21

18	12.23	13.21
19	9.51	13.21
20	12.44	13.21
21	10.65	13.21
22	8.41	13.21
23	11.03	13.21
24	10.21	13.21
25	9.77	13.21
26	10.3	13.21
27	11.51	13.21
28	9.47	13.21
29	9.01	13.21
30	10.02	13.21
31	12.23	13.21
32	9.51	13.21
RATA - RATA	10.28	13.21

Tabel 6 Merupakan hasil dari pengukuran intensitas cahaya pada pada jarak 2 meter terhadap lampu yang telah terpasang di Jalan *bypass* ngurah rai dan perhitungan intensitas cahaya pada Jarak 2 meter yang menggunakan Lampu LED 120Watt. Dimana rata – rata dari kedua pengukuran dan perhitungan di atas didapatkan dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistic*.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Menggunakan Aplikasi IBM SPSS *Statistic* yang Membandingkan Antara Hasil Perhitungan dengan Hasil Pengukuran yang telah dilakukan

		N	Mean Lux	SD Lux	SELISI H	SD	p
Pa ir 1	HASIL PERHITUNGAN MENGGUNAKAN IBM SPSS STATISTIK PADA JARAK 2 METER	32	13,2100	0,00000	2,92969	1,17210	0,000
	HASIL PENGUKURAN SECARA LANGSUNG PADA JARAK 2 METER	32	10,2803	1,17210			

Tabel 7 merupakan perhitungan menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistic* yang memberikan hasil dari rata - rata pada 2 variabel yang ada di atas yaitu 13,21 dengan 10,28. Dengan selisih dan rerata 2,92 ± 1,17 didapatkan signifikansi/kepantasan = 0,000.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Penggunaan jenis lampu yang telah terpasang tidak memenuhi SNI yaitu 10,28, sedang standar intensitas pencahayaan lampu penerangan jalan jenis arteri adalah 11 – 20 Lux.
2. Dengan digantinya jenis lampu dengan lampu LED dapat memenuhi SNI yaitu 13,21 yang mana standar intensitas pencahayaan lampu penerangan jalan adalah 11 – 20 Lux.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Effendi, A. and Suryana, A. (2013) 'Evaluasi Sistem Pencahayaan Lampu Jalan Di Kecamatan Sungai Bahar', *Teknik Elektro ITP*, 2(2), p. 88.
- [2]. Dawud (2010) 'Perbedaan Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif', pp. 1–6. Available at: <http://berkarya.um.ac.id/2010/09/19/perbedaan-penelitian-kualitatif-dan-kuantitatif/>.
- [3]. Effendi, A., Yuana Dewi, A. and Elvira, L. (2018) 'Peluang Penghematan Energi Pada Penerangan Jalan Umum Kabupaten Padang Pariaman di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) Rayon Pariaman Feeder Kampung Dalam', *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), pp. 51–60. doi: 10.21063/jte.2018.3133708.
- [4]. Oktamia, S. (2018) 'Analisa pemasangan penerangan jalan umum di kota klaten'.
- [5]. Widodo, A. (2016) 'Kajian Manajemen Optimalisasi Penerangan Jalan Umum Kota Semarang', *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 18(2), pp. 87–96. doi: 10.15294/jtsp.v18i2.7476
- [6]. Putra, Z. *et al.* (2019) 'Pelatihan Pengolahan Data Penelitian Dengan Software Spss Bagi Mahasiswa Lintas Perguruan Tinggi Dalam Kabupaten Aceh Barat Provinsi Aceh', *Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 3(0), pp. 1–7. doi: 10.26905/abdimas.v3i0.2666.
- [7]. Alfatory, A. R. (2018) 'Implementasi penerangan jalan umum (pju) sebagai suatu tinjauan konsep pelayanan umum di kota tangerang', X, pp. 88–98.