



KAJIAN TEKNIS UNEVEN LIGHTING PADA PEMASANGAN PJU JE-UNISLA

Electronic Control, Telecommunication, Computer Information and Power Systems

Volume. 8 No. 1 Bulan Maret Tahun 2023

ISSN : 25020989 | E-ISSN : 26860635



KAJIAN TEKNIS UNEVEN LIGHTING PADA PEMASANGAN PJU

Puji Slamet¹, Gatut Budiono²

^{1,2} Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

JL. Semolowaru 45 Surabaya

031-5931800, 031-5927817

E-mail: ¹pujislamet@untag-sby.ac.id, ²gatutbudiono@untag-sby.ac.id

ARTICLE INFO

Article History :

Article entry : 2023-01-04

Article revised : 2023-02-17

Article received : 2023-03-04

Keywords :

Intensity, Power, PJU,
Inequality

IEEE Style in citing this article:

P. Slamet dan G. Budiono, "Kajian Teknis Uneven Lighting Pada Pemasangan Pju," JE-UNISLA, vol. 8, no. 1, pp. 43-48, 2023.

ABSTRACT

The quality of lighting in Public Street Lighting greatly affects the comfort of road users. The unevenness of public street lighting (PJU) which can trigger accidents is influenced by several factors including the width of the road, the height of the poles, the distance between the PJU lamp power poles and the light angle. The width of the road and the height of the poles affect the maximum distance that can be reached by the PJU. The distance between the poles determines the width of the dark position that occurs and the power of the lights. The Uneven Lighting Technical Study on PJU installation in this study was carried out by simulating using PJU S09 RUSH Series lights from the BANDDEL brand with a power of 90 Watt, and the pole height was made variable from 7.5 meters, 8 meters and 9 meters, the distance between the poles was 40 meters and the width walk 6 meters. The results showed that at a pole height of 9 meters, the lighting unevenness occurred at a distance of 18 m from each pole with a lighting intensity value of 7.38 Lux. For a pole height of 8 meters, the lighting unevenness was obtained at a distance of 15 to 18 meters The value of lighting intensity is 6.8 to 7.7 lux from each pole. Whereas at a pole height of 7.5 meters, the light inequality value is obtained at a distance of 15 to 18 meters with a lighting intensity value between 4.68 to 8.09 Lux.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penerangan Jalan Umum merupakan fasilitas yang dibutuhkan pengguna jalan sebagai petunjuk perjalanan khususnya pada malam hari, sebagai alat bantu navigasi dalam meningkatkan keselamatan dan kenyamanan berkendara di malam hari. serta mendukung keamanan lingkungan. Jika Kualitas pencahayaan yang terdapat di Jalan kurang memadai maka akan banyak timbul permasalahan mulai dari permasalahan ketidaknyamanan berkendara sampai dengan terkait dengan keamanan lingkungan.

Ketinggian Lampu Jalan (PJU) didasarkan pada jenis jalan yang berkaitan langsung dengan lebar jalan dan kecepatan maksimum kendaraan yang melewati jalan tersebut yang biasa disebut dengan kelas jalan. Pembagian kelas jalan dan kebutuhan nilai Intensitas pencahayaan yang berlaku saat ini adalah: 1) Jalan Arteri untuk kecepatan kendaraan >60 km/ Jam dengan lebar badan jalan > 8 meter dan kebutuhan Intensitas pencahayaan antara 11-20 Lux. 2) Jalan Kolektor yaitu jalan untuk kecepatan kendaraan >40 km/ Jam dengan lebar badan jalan > 7 meter dan kebutuhan Intensitas pencahayaan antara 3- 7 Lux. 3) Jalan Lokal dengan lebar jalan >6 meter dengan kecepatan kendaraan >20

km/jam serta membutuhkan Intensitas pencahayaan antara 2-5 Lux.

Daya Lampu PJU pada umumnya berkisar antara 40 sampai dengan 190 Watt dengan ketinggian tiang yang bervariasi antara 4 sampai dengan 13 meter yang disesuaikan dengan nilai standar minimal intensitas pencahayaan pada setiap kelas jalan. Korelasi antara Ketinggian tiang dengan daya lampu yang terpasang berbanding lurus dengan nilai Intensitas pencahayaan sepanjang ruas jalan tersebut. Sedangkan pemenuhan Daya Lampu untuk intensitas yang diinginkan tidak sama merk lampu satu dengan merk lampu yang lain.

Penelitian ini membahas tentang 1) Bagaimana cara menentukan posisi ketidakmerataan pencahayaan pada ketinggian tertentu tiang PJU?, 2) Bagaimana menentukan spesifikasi teknis PJU agar tidak terjadi ketidakmerataan pencahayaan (Uneven Lighting) ?

Adapun penelitian ini ditujukan untuk: 1) Mengetahui Intensitas Pencahayaan yang dibutuhkan pada setiap ruas-ruas jalan sesuai dengan spesifikasinya. 2). Menghasilkan acuan perencanaan pemasangan lampu penerangan jalan umum.

1.2 Penerangan Jalan Umum

Lampu Penerangan Jalan Umum atau yang biasa disingkat LPJU adalah lampu yang digunakan untuk penerangan jalan pada malam hari sehingga mempermudah masyarakat dalam melihat kondisi jalan atau medan yang akan dilalui pada malam hari sehingga dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas, memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan dari aksi kriminalitas.

LPJU merupakan bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan atau dipasang di kiri atau kanan jalan dan atau ditengah (dibagian median jalan) untuk menerangi jalan maupun lingkungan disekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan, jalan layang, jembatan, dan jalan di bawah tanah. Selain itu lampu penerangan jalan merupakan suatu lengkap yang terdiri dari sumber cahaya, elemen optik, elemen elektrik dan struktur penopang serta pondasi tiang lampu.[4, p. 2]

Adapun beberapa fungsi dari Penerangan Jalan Umum sebagai berikut: [4, p. 4]

- 1) Menghasilkan kontras antara jalan dan objek.
- 2) Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan di malam hari.
- 3) Mendukung keamanan lingkungan.
- 4) Sebagai alat bantu navigasi pada pengguna

jalan.

- 5) Memberikan keindahan lingkungan jalan.

Tabel 1. berikut. menunjukkan kualitas pencahayaan normal yang sesuai dengan kelas jalan masing-masing. Tabel tersebut juga menampilkan batas minimal kualitas pencahayaan pada setiap klasifikasi jalan. Mulai dari luminasi rata-rata, lux rata-rata, kesilauan cahaya pada mata dan ambang batas silau yang diperbolehkan untuk mata. Setiap klasifikasi jalan memiliki nilai-nilai yang berbeda-beda.

Tabel 1. Kualitas Pencahayaan [4, p. 8]

Jenis/ klasifikasi jalan	Kuat pencahayaan (luminansi)		Luminansi			Batasan silau	
	E rata- rata (lux)	Kemerataan (Uniformity) g1	L rata-rata (cd/m ²)	Kemerataan (uniformity)		G	TJ (%)
				VD	VI		
Trotoar	1 - 4	0,10	0,10	0,40	0,50	4	20
Jalan lokal : - Primer - Sekunder	2 - 5 2 - 5	0,10 0,10	0,50 0,50	0,40 0,40	0,50 0,50	4 4	20 20
Jalan kolektor : - Primer - Sekunder	3 - 7 3 - 7	0,14 0,14	1,00 1,00	0,40 0,40	0,50 0,50	4 - 5 4 - 5	20 20
Jalan arteri : - Primer - Sekunder	11 - 20 11 - 20	0,14 - 0,20 0,14 - 0,20	1,50 1,50	0,40 0,40	0,50 - 0,70 0,50 - 0,70	5 - 6 5 - 6	10 - 20 10 - 20
Jalan arteri dengan akses kontrol, jalan bebas hambatan	15 - 20	0,14 - 0,20	1,50	0,40	0,50 - 0,70	5 - 6	10 - 20
Jalan layang, simpang susun, terowongan	20 - 25	0,20	2,00	0,40	0,70	6	10

Keterangan:

g1 : Emin/Emaks

VD : Lmin/Lmaks

VI : Lmin/Lrata rata

G : Silau

TJ : Batas Ambang Kesilauan

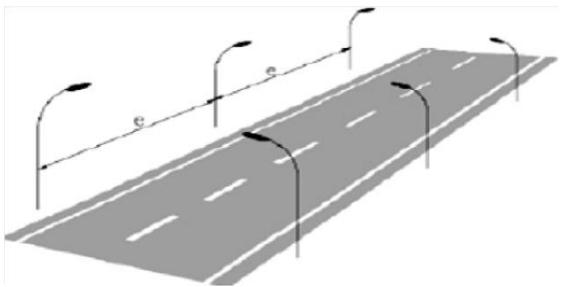
1.3 Sistem Lampu Penerangan Jalan

Kondisi jalan dengan median yang lebar (> 10 meter) jumlah lajur > 4 lajur perlu dipertimbangkan pemilihan dan penempatan lampu penerangan jalan secara kombinasi. Pemilihan penempatan lampu penerangan jalan direncanakan sendiri sendiri untuk setiap arah lalu lintas.[4, p. 14]

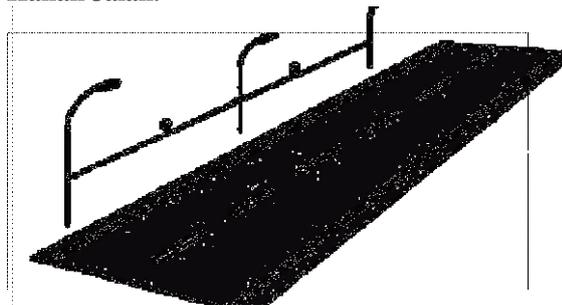
Penataan lampu penerangan jalan diatur seperti pada Tabel 2

Tabel 2. Penataan Letak Lampu Penerangan Jalan[4, p. 14]

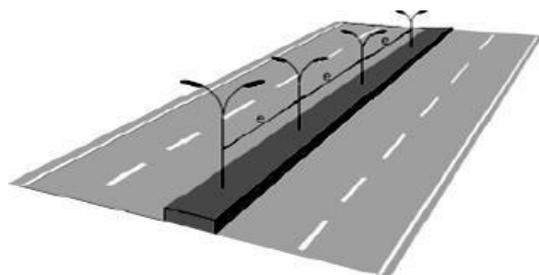
Tempat	Penataan / Pengaturan Letak
Jalan Satu Arah	<ul style="list-style-type: none"> • Di kiri atau di kanan jalan • Di kiri atau di kanan jalan beselang-seling • Di kiri atau di kanan jalan berhadapan • Di bagian tengah/ seperator jalan
Jalan Dua Arah	<ul style="list-style-type: none"> • Di bagian tengah/ median jalan • Kombinasi antar di kiri dan kanan berhadapan dengan di bagian tengah / median jalan • Katenasi (di bagian tengah jalan dengan sistem di gantung) • Dapat dilakukan dengan menggunakan lampu menara dengan beberapa lampu, umumnya ditempatkan di pulau-pulau, median jalan, di luar daerah Persimpangan
Persimpangan	



Gambar 1. LPJU Jalan Dua Arah di Kiri atau Kanan Jalan.



Gambar 2 LPJU di Kanan dan Kiri Berhadapan di Jalan Dua Arah.



Gambar 3. LPJU Bercabang Dua di Jalan Dua Arah.

1.4 Sistem Pencahayaan

Pencahayaan atau iluminasi adalah penggunaan cahaya yang disengaja untuk mencapai efek praktis atau estetika. Pencahayaan mencakup penggunaan sumber cahaya buatan seperti lampu, serta penerangan alami dengan menangkap cahaya siang hari.

Illuminasi atau tingkat kuat cahaya penerangan didefinisikan sebagai sejumlah arus cahaya yang jatuh pada permukaan seluas 1 (satu) meter persegi sejauh 1 (satu) meter dari sumber cahaya 1 (satu) lumen dalam satuan Lux. Illuminasi dapat diartikan kerapatan fluks cahaya yang mengenai suatu permukaan, intensitas penerangan rata-rata secara matematis dapat dirumuskan :

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (1)$$

Dimana:

E = Iluminasi, dalam satuan lux (lx)

Φ = fluks cahaya, dalam satuan lumen (lm)

A = luas bidang, dalam satuan meter persegi (m²)

Fluks cahaya dapat didefinisikan sebagai cahaya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya adalah seluruh jumlah cahaya yang dapat dipancarkan oleh sumber cahaya selama satu detik. Jika sumber cahaya ditempatkan dalam suatu reflektor, maka cahaya yang dipancarkan akan diarahkan tetapi jumlah fluks cahayanya tetap, dalam perhitungannya dapat ditulis dalam persamaan :

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad (2)$$

Dimana :

Φ = Fluks cahaya dalam lumen (lm)

Q = Energi cahaya dalam lumen jam atau lumen detik

t = waktu dalam jam atau detik

Intensitas cahaya adalah arus cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dalam satu cone atau kerucut cahaya. Intensitas cahaya dapat diartikan fluks cahaya persatuan sudut ruang dalam arah pancaran cahaya yang ditulis dengan persamaan:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (3)$$

Dimana:

Φ = fluks cahaya, dalam satuan lumen (lm)

I = intensitas cahaya, dalam satuan candela (cd)

ω = sudut ruang, dalam satuan steradian (sr)

Luminasi adalah fluks cahaya per satuan sudut ruang per satuan luas terproyeksi dari arah yang

diberikan, atau intensitas cahaya dari suatu permukaan persatuan luas hasil proyeksi dari arah yang diberikan. Luminasi ialah suatu ukuran tingkat terang suatu benda, secara matemati dirumuskan:

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

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

Dimana:

L = luminasi dalam satuan candela per meter persegi (cd/m^2)

θ = sudut antara penglihatan dengan bidang normal permukaan dalam satuan derajat (0)

ϕ = fluks cahaya, dalam satuan lumen (lm)

A = luas bidang, dalam satuan meter persegi (m^2)

1.5 Referensi

Menurut pendapat Gede Andre Agusta Putra dkk. (2020) pada jurnal penelitian yang berjudul “Analisa Perhitungan Ulang Lampu Penerangan Jalan *By-pass* di Ngurah Rai Bali” menyatakan bahwa analisa perhitungan dengan menggunakan IBM SPSS *Statistic*, lampu yang terpasang menunjukkan hasil 10,21 lux yang belum memenuhi SNI. Jalan *By-pass* Ngurah Rai terklasifikasi sebagai jalan arteri dengan kuat pencahayaan sesuai SNI adalah 11-20 Lux. Maka dari itu untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu melakukan penggantian jenis lampu dari lampu merkuri ke lampu LED 120 W yang menghasilkan 13,21 lux yang sudah memenuhi SNI pencahayaan lampu penerangan jalan umum pada jalan arteri.[2]

Ilyas Achmad Syarifudin dkk. (2015) pada jurnal penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Penataan Ulang Penerangan Jalan Umum di Kota Sintang” menyatakan bahwa berdasarkan perhitungan dan pengukuran dengan metode titik (*point by point*) sistem penerangan jalan di Jalan Abdul Rasyid KN dan Jalan MT Haryono belum memenuhi iluminasi rata-rata standar yang berlaku berdasarkan IES (*Illuminating Engineering Society*), yaitu 6-12 Lux. iluminasi pada jalan kota Sintang adalah 1,22 lux berdasarkan hasil pengukuran dan 1,46 lux berdasarkan hasil perhitungan. Perlunya melakukan perancangan penataan ulang dengan memilih jenis tiang, tinggi tiang 10 meter, panjang lengan lampu 2 meter dan jarak antar tiang 36 meter untuk mendapatkan hasil iluminasi rata-rata yang sesuai dengan standar yaitu 6-12 lux maka dipilih lampu sodium bertekanan tinggi (Son T-150 W) dengan model susunan lampu satu sisi jalan sehingga iluminasi rata-rata yang dihasilkan lampu pada permukaan jalan adalah 6,66 lux.[3]

1.6 Artikel terkait

Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya: Studi Kasus di Kota Pangkalpinang, Andika Febrianto, Wahri Sunanda1, Rika Favioria Gusa, Jurnal Presipitasi vol 16,no 2, 2019,33-39

Analisis Pencahayaan Penerangan Jalan Umum Di Jalan Tol Kabupaten Pangandaran Dan Peluang Hemat Energi, Rudini, Edvin Priatna, Ifkar Usrah, JEEE, Vol. 03, No. 01, Oktober, 2021.

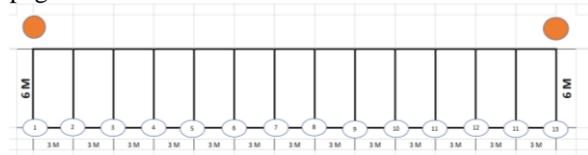
2. METODOLOGI PENELITIAN



- Lokasi Penelitian dilakukan di Kampus UIN Waluya Surabaya dengan lokasi di halaman belakang Gedung L.
- Tinggi PJU dibuat variabel yang bisa diatur pada ketinggian yang diinginkan yaitu mulai 7 meter sampai dengan 12 meter.
- Pemasangan Lampu PJU S09 RUSH Series merk BANDDEL dengan daya 90 Watt.
- Menempatkan jarak tiang sejauh 40 meter sebagaimana yang biasa terpasang pada penerangan jalan dalam kota.
- Pelaksanaan pengukuran Intensitas pencahayaan dengan menggunakan lux meter dilaksanakan pada malam hari.
- Melaksanakan kajian hasil pengukuran dan membuat kesimpulan dan rekomendasi hasil penelitian.

2.1 Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan penelitian diawali dengan membuat denah pemasangan lampu dan menentukan titik-titik pegamatan.



3. PEMBAHASAN

Tabel 3. Pengamatan dengan Tinggi Tiang 7,5 Meter

Titik	Lebar Jalan (m)	Jarak Pengamatan (m)	Sudut Lampu (derajat)	Intensitas (lux)
1a	6	0	9,60	53
2a	6	3	10,06	43,2
3a	6	6	11,32	30,14
4a	6	9	13,16	20,75
5a	6	12	15,37	11,75
6a	6	15	17,81	8,09
7a	6	18	20,40	5,19
7b	6	18	20,40	4,68
6b	6	15	17,81	6,6
5b	6	12	15,37	10,46
4b	6	9	13,16	15,44
3b	6	6	11,32	24,78
2b	6	3	10,06	36,33
1b	6	0	9,60	50,7

Berdasarkan Tabel 3 diatas dapat dijelaskan bahwa berdasarkan Spesifikasi lampu PJU yang digunakan yaitu dapat dipasang pada ketinggian 7 – 13 meter, maka pada penelitian ini lampu dipasang pada ketinggian 7,5 meter mendapatkan nilai intensitas pencahayaan terendah pada titik pengamatan 6a dan 7b yaitu pada jarak 15 sampai dengan 18 meter dari masing-masing titik pengamatan atau pada jarak 17,81 sampai dengan 20,40 meter dari lampu ke titik pengukuran, serta berada pada sudut antara 65,10⁰ sampai dengan 68,43⁰ dengan nilai Intensitas pencahayaan sebesar 4,68 dan 8,09 Lux. Adapun nilai rata-rata pencahayaan pada penerangan lampu dalam penelitian ini adalah 22,94 Lux, artinya Jika ditinjau dari SNI nomor 7391:2008 maka untuk lampu PJU ini cocok digunakan pada Jalan Arteri dengan akses Kontrol jalan bebas hambatan.

Tabel 4. Pengamatan dengan Tinggi Tiang 8 Meter

Titik	Lebar Jalan (m)	Jarak Pengamatan (m)	Sudut Lampu (derajat)	Intensitas (lux)
1a	6	0	36,87	48,8
2a	6	3	39,98	41,9
3a	6	6	46,69	28,38
4a	6	9	53,51	21,9
5a	6	12	59,19	11,21
6a	6	15	63,66	6,8
7a	6	18	67,14	6,1
7b	6	18	67,14	6,13
6b	6	15	63,66	7,57
5b	6	12	59,19	11,28
4b	6	9	53,51	18,98
3b	6	6	46,69	27,44
2b	6	3	39,98	36,09
1b	6	0	36,87	46,2

Berdasarkan Tabel 4 diatas dapat dijelaskan bahwa berdasarkan Spesifikasi lampu PJU yang digunakan yaitu dapat dipasang pada ketinggian 7 – 13 meter, maka pada penelitian ini lampu dipasang pada ketinggian 8 meter mendapatkan nilai intensitas pencahayaan terendah pada titik pengamatan 6a dan 7b yaitu pada jarak 15 sampai dengan 18 meter dari masing-masing titik pengamatan atau pada jarak 18,03 sampai dengan 20,59 meter dari lampu ke titik pengukuran, serta berada pada sudut antara 63,66⁰ sampai dengan 67,14⁰ dengan nilai Intensitas pencahayaan sebesar 6,1 dan 7,57 Lux. Adapun nilai rata-rata pencahayaan pada penerangan lampu dalam penelitian ini adalah 22,77 Lux, artinya Jika ditinjau dari SNI nomor 7391:2008 maka untuk lampu PJU ini cocok digunakan pada Jalan Arteri dengan akses Kontrol jalan bebas hambatan.

Tabel 5. Pengamatan dengan Tinggi Tiang 9 Meter

Titik	Lebar Jalan (m)	Jarak Pengamatan (m)	Sudut Lampu (derajat)	Intensitas (lux)
1a	6	0	33,69	39,20
2a	6	3	36,70	33,76
3a	6	6	43,31	24,97
4a	6	9	50,24	18,62
5a	6	12	56,15	12,8
6a	6	15	60,88	9,05
7a	6	18	64,62	7,38
7b	6	18	64,62	7,05
6b	6	15	60,88	8,45
5b	6	12	56,15	12,27
4b	6	9	50,24	16,26
3b	6	6	43,31	22,50
2b	6	3	36,70	30,33
1b	6	0	33,69	40,50

Berdasarkan Tabel 5 diatas dapat dijelaskan bahwa berdasarkan Spesifikasi lampu PJU yang digunakan yaitu dapat dipasang pada ketinggian 7 – 13 meter, maka pada penelitian ini lampu dipasang pada ketinggian 9 meter mendapatkan nilai intensitas pencahayaan terendah pada titik pengamatan 6a sampai dengan 7b yaitu pada jarak 15 meter sampai dengan 18 meter dari masing-masing titik pengamatan atau pada jarak 18,49 sampai dengan 21,00 meter dari lampu ke titik pengukuran, serta berada pada sudut 60,88 sampai dengan 64,62⁰ dengan nilai Intensitas pencahayaan sebesar 7,38 dan 7,05 Lux. Adapun nilai rata-rata pencahayaan pada penerangan lampu dalam penelitian ini adalah 20,22 Lux, artinya Jika ditinjau dari SNI nomor 7391:2008 maka untuk lampu PJU ini masih cocok digunakan pada Jalan Arteri dengan akses Kontrol jalan bebas hambatan.

4. PENUTUP

4.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Langkah yang dilakukan dalam menentukan ketidakmerataan pencahayaan pada Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah dengan mengukur nilai Intensitas Pencahayaan antar 2 tiang dengan ketinggian yang diatur secara variabel dan jarak pengukuran dibuat sedemikian rupa sehingga terbentuk nilai sudut tertentu dari Lampu PJU ke titik Pengukuran yang dapat digunakan sebagai variabel pengamatan.
2. Untuk menentukan spesifikasi PJU agar tidak terjadi ketidakmerataan pencahayaan adalah perlu adanya kesesuaian antara tinggi tiang, jarak antara tiang dan Daya Lampu yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan Intensitas pencahayaan yang dibutuhkan berdasarkan SNI yang berlaku

Sehingga saran yang bisa diberikan sebagai berikut:

1. Setiap perencanaan pemasangan PJU harus mengikuti dan menyesuaikan kelas jalan yang akan dipasang PJU, serta mempertimbangkan besarnya daya listrik yang dipergunakan.
2. Penelitian ini masih bisa dilanjutkan dengan berbagai variabel pengamatan yang diharapkan dapat menemukan nilai efektif dalam pemasangan PJU dengan tidak menimbulkan Ketidakmerataan pencahayaan yang mengurangi kenyamanan dalam berkendara.
3. Penelitian bisa dilanjutkan dengan mengkombinasikan 2 warna lampu PJU yang ada dipasaran untuk dijadikan kajian dalam mengatasi ketidakmerataan pencahayaan.

REFERENSI

- B. P. S. Surabaya, "Luas Wilayah Kota Surabaya menurut Kelurahan," 2016. <https://surabayakota.bps.go.id/statictable/2018/01/30/581/luas-wilayah-kota-surabaya-menurut-kelurahan-2016-.html>.
- I. K. Wijaya and I. W. A. Wijaya, "Penerangan Jalan Bypass," vol. 7, no. 4, pp. 124–131, 2020.
- I. A. Syarifudin, B. Sirait, and Purwoharjono, "Rancang Bangun Penataan Lampu Penerangan Jalan Umum Di Kota Sintang," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2015.
- Standar Nasional Indonesia 7391, *Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan (Standar Nasional Indonesia 7391 :2008)*. 2008.
- T. P. : 2001 Muhaimin, "Tabel 6.2."
- D. Bina, S. Kompetensi, and D. A. N. Pelatihan, *Buku Informasi Menginspeksi Penerangan Jalan Umum (Pju)*. 2015.
- B. S. Nasional, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)," *DirJen Ketenagalistrikan*,

vol. 2000, no. Puil, pp. 1–133, 2000.

- A. Hasibuan, W. V. Siregar, and I. Fahri, "the Use of Leds on Public Street Lighting To Increase," (*Journal Electr. Syst. Control Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 18–32, 2020).
- Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi, "Efisiensi Energi Pencahayaan Jalan Umum, Buku II : Perencanaan Sistem PJU Efisiensi Energi.," *Jakarta Dirjen Energi Terbarukan dan Konversi Energi*, 2014.