



## Evaluasi Efektivitas Sistem Penerangan pada Interchange Jalan Tol Ruas Lingkar Luar Jakarta W2 Utara Seksi I

Ersalia Dewi Nursita<sup>1\*</sup>, Tony Koerniawan<sup>2</sup>, Destina Surya Lestari<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Tenaga Listrik, Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, Institut Teknologi PLN, Jl. Lkr. Luar Barat Lantai 2, DKI Jakarta, Indonesia 11750.

Email Korespondensi: [ersalia@itpln.ac.id](mailto:ersalia@itpln.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas penerangan pada interchange jalan tol ruas lingkar luar Jakarta (JORR) W2 utara seksi I, dengan fokus pada kuat pencahayaan yang dibandingkan terhadap standar penerangan jalan tol yang berkisar antara 15-20 lux. Berdasarkan hasil perhitungan, ditemukan bahwa kuat pencahayaan di beberapa ruas jalan masih di bawah standar. Kuat pencahayaan tertinggi sebesar 10,1202 lux ditemukan pada ruas jalan E.PJU R7 dengan lebar 5,5 meter, sedangkan pencahayaan terendah sebesar 0,780983206 lux terdapat pada ruas E.PJU MR IB dengan lebar 30,5 meter. Ruas jalan melingkar E.PJU R2 juga menunjukkan ketidaksesuaian dengan standar, dengan kuat pencahayaan sebesar 8,419556 lux, lebih rendah dari nilai yang diharapkan. Selain itu, terdapat perbedaan signifikan dalam kuat pencahayaan di ujung-ujung ruas jalan melingkar tersebut, yang seharusnya memiliki pencahayaan yang merata. Hasil ini menunjukkan perlunya perbaikan dalam sistem pencahayaan untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan.

**Kata kunci:** Kuat Pencahayaan; Standar Penerangan; Interchange.

## Evaluation of the Effectiveness of the Lighting System at the Toll Road Interchange of the Outer Ring Road of Jakarta W2 North Section I

### Abstract

*This study aims to evaluate the lighting quality at the interchange of the Jakarta Outer Ring Road (JORR) W2 North Section I, focusing on the illumination levels compared to the standard lighting requirements for toll roads, which range between 15-20 lux. Based on the calculations, it was found that the illumination levels in several road sections are still below the standard. The highest illumination level, 10.1202 lux, was found on the E.PJU R7 road section with a width of 5.5 meters, while the lowest illumination level, 0.780983206 lux, was observed on the E.PJU MR IB road section with a width of 30.5 meters. The circular E.PJU R2 road section also showed non-compliance with the standards, with an illumination level of only 8.419556 lux, which is lower than the expected value. Additionally, there is a significant difference in the illumination levels at the ends of the circular road section, where the lighting should be evenly distributed. These results indicate the need for improvements in the lighting system to ensure the safety and comfort of road users.*

**Keywords:** Illumination Level; Lighting Standards; Interchange.

**How to Cite:** Nursita, E. D., Koerniawan, T., & Lestari, D. S. (2025). Evaluasi Efektivitas Sistem Penerangan pada Interchange Jalan Tol Ruas Lingkar Luar Jakarta W2 Utara Seksi I. *Empiricism Journal*, 6(2), 502-509. <https://doi.org/10.36312/ej.v6i2.2744>



<https://doi.org/10.36312/ej.v6i2.2744>

Copyright© 2025, Nursita et al.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi transportasi dan infrastruktur jalan di Jakarta sebagai ibu kota negara telah menunjukkan kemajuan yang signifikan dalam satu dekade terakhir. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor, urbanisasi yang pesat, serta kebutuhan mobilitas masyarakat yang semakin tinggi telah mendorong pemerintah untuk mengambil langkah strategis dalam merespons berbagai persoalan lalu lintas, terutama kemacetan dan keterbatasan akses antarwilayah. Salah satu solusi yang telah diimplementasikan adalah pembangunan dan pengembangan jaringan jalan tol di berbagai titik strategis, termasuk lingkar luar kota Jakarta. Pembangunan jalan tol ini dirancang tidak hanya untuk mempercepat waktu tempuh, tetapi juga untuk mengurangi beban lalu lintas pada jalan-jalan arteri dan kolektor yang sebelumnya menjadi jalur utama kendaraan bermotor (Rahardjo, 2020).

Jalan tol pada dasarnya diperuntukkan bagi kendaraan dengan lebih dari dua sumbu roda, seperti mobil, bus, dan truk, yang memiliki tuntutan efisiensi perjalanan tinggi. Dalam operasionalisasinya, efektivitas fungsi jalan tol sangat bergantung pada keberadaan fasilitas pendukung yang memenuhi kriteria teknis dan keselamatan, salah satunya adalah Penerangan Jalan Umum (PJU). Sistem penerangan yang memadai bukan hanya berfungsi sebagai pelengkap infrastruktur, tetapi juga menjadi bagian penting dari sistem keselamatan jalan yang mendukung navigasi kendaraan dan kenyamanan pengguna jalan, terutama pada malam hari atau saat visibilitas rendah akibat cuaca buruk.

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2018), penerangan jalan yang sesuai standar harus mampu memberikan tingkat pencahayaan yang cukup untuk menciptakan kontras antara permukaan jalan dan objek, sehingga pengemudi dapat dengan mudah mengidentifikasi rambu lalu lintas, marka jalan, maupun kendaraan lain. Selain mendukung keselamatan, penerangan juga dapat memperindah ruang publik dan memberikan rasa aman bagi pengguna jalan (Sari, Rachman, & Wijaya, 2019). Dengan demikian, PJU tidak dapat dipisahkan dari pendekatan holistik terhadap perencanaan infrastruktur jalan yang berkelanjutan.

Di antara titik-titik jalan tol yang membutuhkan perhatian lebih dalam sistem pencahayaannya adalah interchange. Interchange merupakan struktur penghubung antara dua atau lebih ruas jalan tol atau jalan raya yang dirancang agar kendaraan dapat berpindah jalur tanpa hambatan, biasanya melalui flyover, ramp, dan putaran. Area ini kerap kali memiliki geometri jalan yang kompleks, seperti belokan tajam, variasi elevasi, lebar jalur yang tidak seragam, hingga titik-titik pertemuan lalu lintas dari berbagai arah. Kompleksitas ini menuntut sistem pencahayaan yang jauh lebih presisi dibandingkan dengan jalan lurus biasa (Sudarmono & Puspitasari, 2021).

Dalam konteks Indonesia, Standar Nasional Indonesia (SNI) 7391:2008 telah ditetapkan sebagai acuan teknis dalam penyediaan sistem penerangan jalan, termasuk untuk area interchange. Standar ini mengatur tingkat iluminasi minimum, distribusi cahaya, serta aspek teknis lainnya yang harus dipenuhi demi menjamin keselamatan dan kenyamanan berkendara. Meskipun regulasi ini sudah ada sejak lama, implementasi di lapangan masih kerap tidak konsisten. Banyak interchange pada ruas jalan tol, khususnya di kawasan padat lalu lintas seperti Jakarta, belum memenuhi standar pencahayaan sebagaimana mestinya (Pratama, 2022).

Salah satu contoh nyata dari permasalahan ini adalah interchange pada Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta (JORR) W2 Utara Seksi I. Ruas tol ini memiliki volume lalu lintas yang tinggi setiap harinya dan didominasi oleh kendaraan niaga dan pribadi yang melintasi berbagai jalur penghubung kawasan industri, perumahan, dan fasilitas publik. Geometri jalan yang beragam dengan tingkat kelengkungan, pertemuan ramp, serta variasi elevasi jalan menuntut adanya pencahayaan optimal. Namun, pada kenyataannya, masih ditemukan beberapa titik interchange yang tingkat pencahayaannya tidak memadai, baik dari segi intensitas cahaya, distribusi, maupun kualitas lampu yang digunakan.

Ketidaksesuaian pencahayaan pada area interchange sangat berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas, khususnya pada malam hari ketika visibilitas sangat bergantung pada penerangan buatan. Kajian yang dilakukan oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa pencahayaan jalan yang buruk dapat menyebabkan pengemudi kehilangan persepsi ruang, gagal mengidentifikasi rambu-rambu dan marka jalan, serta mengalami kesulitan dalam mengantisipasi pergerakan kendaraan lain, terutama saat berbelok atau berpindah jalur (Yunus et al., 2020; CIE, 2011).

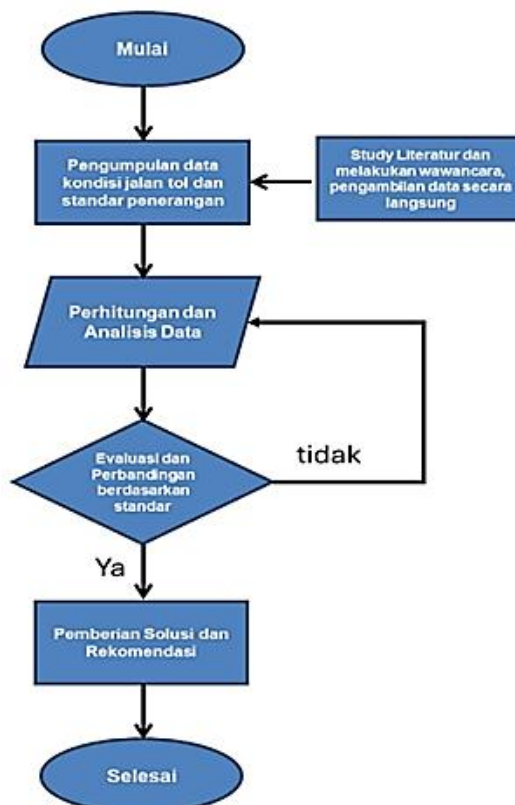
Meskipun sudah ada studi yang menyoroti pentingnya pencahayaan jalan secara umum, hingga saat ini belum banyak penelitian yang secara spesifik mengevaluasi efektivitas pencahayaan di interchange jalan tol di Indonesia, baik dari sisi kesesuaian terhadap SNI maupun dampaknya terhadap keselamatan pengguna jalan. Evaluasi teknis diperlukan tidak hanya untuk memastikan bahwa sistem penerangan telah memenuhi standar, tetapi juga untuk mengidentifikasi area kritis yang membutuhkan intervensi segera.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem penerangan pada interchange Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta (JORR) W2 Utara Seksi I. Fokus utama evaluasi adalah mengukur kesesuaian pencahayaan dengan parameter yang tercantum dalam SNI 7391:2008, seperti tingkat iluminasi horizontal

minimum, uniformitas cahaya, dan posisi instalasi lampu. Selain itu, penelitian juga mengkaji persepsi pengguna jalan terhadap kenyamanan dan keamanan saat melintasi area interchange pada malam hari.

## METODE

Dalam penelitian ini metode penelitian yang digunakan meliputi metode pengumpulan data dan metode analisis data. Metode pengumpulan data yang dilakukan yaitu studi lapangan sebagai upaya pengumpulan data-data kondisi lapangan yang diperoleh secara langsung dari pihak pengelola jalan tol. Sedangkan metode analisis data dilakukan menggunakan analisis perhitungan dan evaluasi data yang ada dengan menyesuaikan kriteria dan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku. Berikut diagram alir penelitian yang dilakukan :



**Gambar 1.** Alur Penelitian

### Kondisi Eksisting Jalan Tol

Interchange jalan tol ruas Lingkar Luar Jakarta (JORR) W2 utara seksi I memiliki lebar jalan yang berbeda-beda. Pada interchange jalan tol ini terpasang 127 tiang lampu, yang terdiri dari 27 menggunakan jenis tiang lampu lengan ganda yang ditempatkan median jalan dua arah, dan 100 tiang lampu jenis tiang lampu lengan tunggal yang ditempatkan diruas kanan dan kiri jalan masuk atau keluar jalan tol. Sampai saat ini kondisi penerangan jalan tol yang terpasang di jalan tol ruas Lingkar Luar Jakarta (JORR) W2 utara seksi I seluruhnya masih konvensional. Jenis lampu yang digunakan adalah jenis lampu HPS 250 watt.

### Data Spesifikasi Penerangan Jalan Tol

Data ini merupakan data yang diperoleh dari pengelola jalan tol ruas lingkaran luar Jakarta (JORR) W2 utara seksi I PT. Marga Lingkar Jakarta (MLJ).

**Tabel 1.** Data Spesifikasi Penerangan Jalan Tol

Parameter	Besaran-besaran
Tinggi tiang (h)	13 m
Panjang stang ornament	2,8 m
Jarak antar lampu	30 m
Jarak tiang lampu ke tepi perkerasan jalan	1,5 m

### Data Lebar Jalan

Data lebar jalan pada interchange jalan tol ruas lingkaran luar Jakarta (JORR) W2 utara seksi 1 dibagi menjadi 6 bagian. Berikut data lebar jalan pada interchange jalan tol ruas lingkaran luar Jakarta (JORR) W2 utara seksi I:

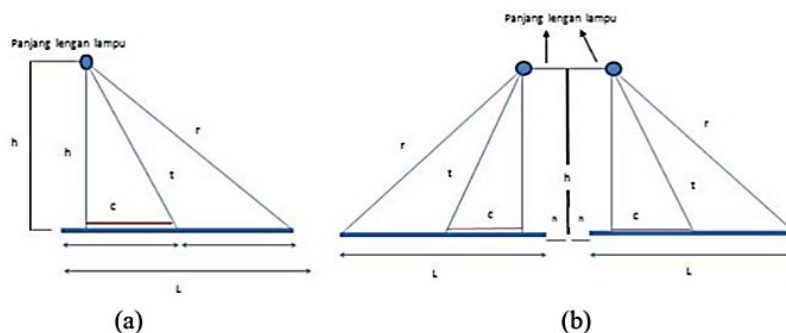
**Tabel 2.** Data Lebar Jalan untuk Tiang Lampu Lengan Ganda dan Lengan Tunggal

E.PJU MR IA	E.PJU MR IB	E.PJU GT	E.PJU R8	E.PJU R7	E. PJU R2
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
7,5	4,5	7,5	6,5	5,5	7,5
8,5	6,5	8,5	7,5	6,5	
13,5	9,5	9,5	8,5	7,5	
14,5	11,5	12,5	11,5	8,5	
18,5	12,5	13,5	11,5		
19,5	13,5	16,5	12,5		
20,5	14,5	17,5	15,5		
21,5	15,5	19,5	16,5		
22,5	17,5	20,5	17,5		
	18,5	21,5	18,5		
	19,5	23,5	19,5		
	20,5		21,5		
	21,5		23,5		
	22,5				
	23,5				
	25,5				
	28,5				
	29,5				
	30,5				

### Perhitungan Penerangan

Dalam perhitungan penerangan jalan tol, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

#### a. Sudut Tiang Ornamen



**Gambar 2.** Penentuan Sudut Kemiringan Stang Ornamen terhadap Badan Jalan Pada Tiang (a) Lengan tunggal dan (b) lengan ganda

Untuk menentukan sudut kemiringan stang ornamen pada tiang lengan tunggal dan lengan ganda, sehingga titik penerangan dapat diarahkan ke tengah-tengah jalan, diperlukan data tinggi tiang. Rumus yang digunakan untuk menghitung sudut kemiringan  $\phi$  (Effendi & Suryana, 2013) adalah

$$\cos \phi = \frac{h}{t} \quad \phi = \cos^{-1} \frac{h}{t} \quad (1)$$

Dengan,

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

$$c = \left( \frac{L}{2} \right) + n - \text{panjang lengan lampu} \quad (3)$$

Dimana:

$h$  : tinggi tiang

$L$  : lebar badan jalan

t : jarak lampu ke tengah-tengah jalan  
 r : jarak lampu ke ujung jalan  
 c : jarak horizontal lampu-tengah jalan  
 n : jarak tiang ke tepi perkerasan jalan

### Menghitung Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya (I) dengan satuan candela (Cd) adalah arus cahaya dalam lumen yang diemisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh sebuah sumber cahaya. Intensitas cahaya dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini (Dzulkifli, Aullia, & Abdurrahim, 2023) :

$$I = \frac{\phi}{\omega} \text{ dengan, } \omega = 4\pi$$

$$\text{dimana: } K = \frac{\phi}{P}$$

$$\text{diperoleh, } \phi = K \cdot P$$

$$\text{Sehingga: } I = \frac{K \cdot P}{\omega} \quad (4)$$

Dimana :

I = Intensitas cahaya dalam candela (Cd)

$\phi$  = Fluxs cahaya dalam lumen (lm)

K = Efisiensi cahaya rata – rata lampu

Menghitung Iluminasi/Kuat Pencahayaan Pada Titik Ujung Jalan

Sebelum menghitung iluminasi pada titiik ujung jalan ( $E_B$ ), maka dengan diketahui tinggi tiang sepanjang , maka jarak lampu ke ujung jalan (r) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Muhaimin, 2001) :

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

Sehingga :

$$E_B = \frac{I}{r^2} \cos \beta = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r} \quad (5)$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh Kuat pencahayaan untuk kedua jenis tiang dengan tinggi yang sama sebagai berikut :

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Kuat Pencahayaan

E.PJU MR IA (lux)	E.PJU MR IB (lux)	E.PJU GT (lux)	E.PJU R8 (lux)	E.PJU R7 (lux)	E. PJU R2 (lux)
8,419556337	10,93282948	8,419556	9,270248	10,1202	8,419556
7,596008179	9,270247523	7,596008	8,419556	9,270248	
4,323763265	6,818804815	6,818805	7,596008	8,419556	
3,853878534	5,443720556	4,852443	5,443721	7,596008	
2,462274261	4,85244307	4,323763	5,443721	9,270248	
2,211216714	4,323763265	3,070855	4,852443		
1,989926428	3,853878534	2,747282	3,43798		
1,79466883	3,437980227	2,211217	3,070855		
1,622144422	2,747281859	1,989926	2,74728		
	2,462274261	1,794669	2,462274		
	2,211216714	1,46946	2,211217		
	1,989926428		1,794669		
	1,79466883		1,46946		
	1,622144422				
	1,469459658				
	1,213840802				
	0,926012613				
	0,849584063				
	0,780983206				

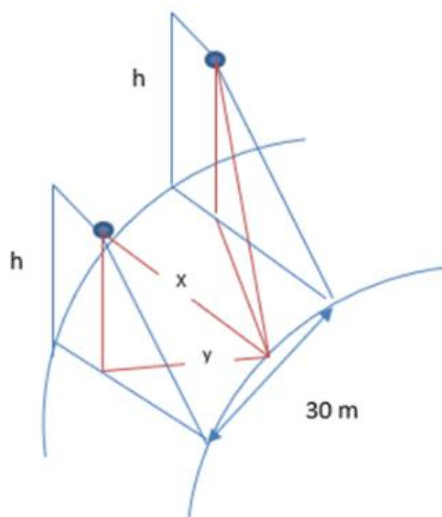
Setelah dilakukan perhitungan pada sistem penerangan interchange Jalan Tol Ruas Lingkar Luar Jakarta (JORR) W2 Utara Seksi I, diperoleh hasil bahwa kuat pencahayaan

dari kedua jenis tiang lampu yang memiliki tinggi yang sama, yakni 13 meter, masih berada di bawah standar penerangan jalan menurut SNI 7391:2008, yaitu 15–20 lux (Pratama, 2022). Nilai kuat pencahayaan tertinggi ditemukan pada ruas jalan E.PJU R7 yang memiliki lebar 5,5 meter dengan pencahayaan sebesar 10,1202 lux. Sebaliknya, kuat pencahayaan terendah berada pada ruas E.PJU MR IB yang memiliki lebar jalan 30,5 meter, yaitu hanya sebesar 0,7809 lux. Temuan ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara desain pencahayaan aktual dengan ketentuan standar yang berlaku.

Selain itu, pada ruas jalan E.PJU R2 yang merupakan bagian jalan melingkar, kuat pencahayaannya hanya mencapai 8,4196 lux. Padahal, secara teknis ruas jalan melingkar membutuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi untuk menjaga visibilitas dan menghindari blind spot, terutama pada malam hari (Sudarmono & Puspitasari, 2021). Menurut Saputra dan Nuryadi (2023), geometri jalan seperti tikungan, ramp, dan persimpangan memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan pencahayaan karena berpotensi menjadi titik rawan kecelakaan. Selain bentuk fisik jalan, distribusi pencahayaan yang merata antar tiang juga menjadi faktor krusial yang menentukan kualitas penerangan (Hidayat & Yuliasari, 2020).

Pentingnya pencahayaan jalan tol juga ditekankan oleh Kementerian PUPR (2018) dan Badan Pengatur Jalan Tol yang menyatakan bahwa lampu penerangan jalan umum (PJU) harus dirancang tidak hanya untuk memenuhi kriteria teknis, tetapi juga untuk mendukung kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Bahkan dalam konteks penegakan hukum, penerangan yang tidak memadai dapat mengurangi efektivitas sistem pemantauan lalu lintas seperti Electronic Traffic Law Enforcement (ETLE), yang sangat bergantung pada kualitas visibilitas (Maharani, 2023).

Dikarenakan bentuk ruas jalan pada E. PJU R2 memiliki bentuk jalan yang melingkar maka pada ruas ini juga perlu diperhitungkan pengaruh pencahayaan antara kedua tiang terhadap ujung jalan. Maka diperoleh:



**Gambar 3.** Ruas Jalan dengan Bentuk Jalan Melingkar

Diketahui pada E. PJU R2 memiliki jarak antar tiang (T) sebesar 30 m dan tinggi tiang 13 m, maka:

$$y = \sqrt{c^2 + \left(\frac{1}{2}T\right)^2} = \sqrt{2,45^2 + 15^2} = 15,19 \text{ m}$$

$$x = \sqrt{h^2 + (y)^2} = \sqrt{13^2 + 15,19^2} = 19,99 \text{ m}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} E_B &= \frac{I}{x^2} \cos \beta \\ &= \frac{I}{x^2} x \frac{h}{x} = \frac{2189,49}{19,99^2} x \frac{13}{19,99} \\ &= 3,563 \text{ lux (untuk 1 tiang)} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa besarnya pengaruh kuat pencahayaan antara dua tiang lampu terhadap ujung jalan pada ruas E.PJU R2 adalah sebesar 7,126 lux. Meskipun angka tersebut menunjukkan adanya kontribusi pencahayaan dari dua sumber cahaya, nilai ini masih jauh di bawah standar pencahayaan minimum yang ditetapkan oleh SNI 7391:2008, yakni 15–20 lux (Pratama, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa selain pencahayaan secara keseluruhan yang kurang dari standar, terdapat pula ketidakseimbangan distribusi pencahayaan di sepanjang ruas jalan, terutama di bagian ujung-ujung jalan melingkar.

Kondisi ini sangat krusial, karena pada ruas jalan dengan geometri melingkar seperti E.PJU R2, pencahayaan yang merata di seluruh titik, termasuk pada bagian ujung, sangat diperlukan untuk menjaga kualitas visibilitas pengemudi, khususnya saat melakukan manuver seperti berbelok atau berpindah lajur. Menurut penelitian oleh Saputra dan Nuryadi (2023), distribusi cahaya yang tidak merata dapat menyebabkan penurunan persepsi visual, yang berujung pada peningkatan risiko kecelakaan, terutama pada malam hari atau saat cuaca buruk. Hal senada juga disampaikan oleh Sudarmono dan Puspitasari (2021), yang menyatakan bahwa ruas jalan dengan bentuk lengkung memiliki kebutuhan pencahayaan yang lebih kompleks, mengingat perubahan arah pandang pengemudi yang dinamis dan potensi terjadinya blind spot.

Selain dari aspek keselamatan, perbedaan kuat pencahayaan yang signifikan antar titik juga berpotensi menimbulkan efek disorientasi atau ketidaksesuaian persepsi terhadap kecepatan dan jarak tempuh kendaraan. Studi dari Huang et al. (2022) dalam *Journal of Transportation Safety* menunjukkan bahwa perubahan intensitas cahaya secara tiba-tiba di sepanjang jalan tol dapat menyebabkan respon pengemudi melambat atau justru bereaksi berlebihan, yang berpotensi memicu tabrakan beruntun.

Pengaruh antar tiang lampu ke titik tengah atau ujung jalan seharusnya diperhitungkan dengan pendekatan fotometrik yang mempertimbangkan pola sebaran cahaya (*luminous intensity distribution*), tinggi tiang, jarak antar tiang, serta sudut kemiringan lampu. Seperti yang dijelaskan oleh Khalid et al. (2021), desain pencahayaan jalan tol yang ideal adalah yang mampu memberikan luminansi merata (*uniformity*) dan tidak menciptakan kontras berlebihan antara area terang dan gelap. Dalam konteks ruas jalan E.PJU R2, hal ini tidak terpenuhi karena pencahayaan di ujung-ujung jalan menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan bagian tengah, padahal menurut prinsip desain pencahayaan untuk jalan melingkar, pencahayaan harus disusun simetris agar visibilitas pengemudi tetap stabil sepanjang lintasan.

Dengan demikian, temuan perbedaan besar pencahayaan pada ujung-ujung ruas jalan E.PJU R2 bukan hanya mencerminkan kekurangan teknis semata, tetapi juga menunjukkan perlunya evaluasi menyeluruh terhadap sistem pencahayaan pada jalan tol yang memiliki bentuk tidak linear. Upaya perbaikan tidak cukup hanya dengan menambah jumlah tiang atau mengganti jenis lampu, namun juga harus memperhitungkan aspek distribusi dan arah pancaran cahaya secara terstruktur dan berstandar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan evaluasi, dapat disimpulkan bahwa penerangan pada interchange jalan tol ruas lingkaran luar Jakarta (JORR) W2 Utara Seksi I masih di bawah standar, di mana standar pencahayaan untuk jalan tol seharusnya berkisar antara 15-20 lux. Kuat pencahayaan tertinggi ditemukan pada ruas jalan E.PJU R7 dengan lebar jalan 5,5 meter yang mencapai 10,12 lux, sementara pencahayaan terendah berada pada ruas jalan E.PJU MR IB dengan lebar jalan 30,5 meter, hanya sebesar 0,78 lux. Selain itu, pada ruas jalan melingkar E.PJU R2, pencahayaan yang terukur sebesar 8,42 lux masih berada di bawah standar yang seharusnya, yakni 15-20 lux, serta menunjukkan ketidakseragaman di ujung-ujung jalan tersebut, yang seharusnya memiliki pencahayaan yang sama besar. Hal ini menunjukkan bahwa penerangan di area ini perlu ditingkatkan untuk mencapai standar keamanan dan kenyamanan yang optimal bagi pengguna jalan.

## REKOMENDASI

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan kualitas infrastruktur transportasi jalan tol di Indonesia. Secara praktis, temuan

penelitian dapat dimanfaatkan oleh pengelola jalan tol, pemerintah daerah, serta Kementerian PUPR dalam menyusun strategi perbaikan dan pemeliharaan sistem pencahayaan jalan. Dari sisi akademik, studi ini akan menambah literatur teknis mengenai sistem penerangan jalan tol, khususnya dalam konteks evaluasi interchange, yang masih minim di Indonesia.

Selain itu, dengan semakin meningkatnya volume lalu lintas dan tuntutan keselamatan publik di jalan raya, studi ini juga dapat menjadi acuan dalam pengembangan kebijakan jangka panjang yang lebih adaptif terhadap kebutuhan pengguna jalan, baik dalam hal penerangan berbasis teknologi (smart lighting) maupun desain pencahayaan yang mempertimbangkan aspek lingkungan dan efisiensi energi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Marga Lingkar Jakarta (MLJ) yang telah membantu dalam pelaksanaan pengambilan data penerangan Interchange Jalan Tol Ruas Lingkar Luar Jakarta W2 Utara Seksi 1.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 7391: Penerangan jalan tol. Jakarta: BSN.
- Dzulkifli, M., Aullia, V., & Abdurrahim, A. (2023). Perencanaan instalasi penerangan jalan umum (PJU) Jalan Tani Subur Kec. Loa Janan Ilir Samarinda. *PoliGrid*, 4(2), 41. <https://doi.org/10.46964/poligrid.v4i2.17>
- Effendi, A., & Suryana, A. (2013). Evaluasi sistem pencahayaan lampu jalan ke Kecamatan Sungai Bahar. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 2(2), 86–94.
- Hidayat, R., & Yuliasari, A. (2020). Analisis tingkat kecelakaan lalu lintas pada ruas tol dengan penerangan jalan yang minim. *Jurnal Teknik Transportasi*, 12(1), 40–49.
- Huang, Y., Lin, W., & Zhang, J. (2022). Effects of roadway lighting variability on driver performance on expressways. *Journal of Transportation Safety & Security*, 14(1), 45–62.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Panduan teknis penerangan jalan umum. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Khalid, A., Ramli, M., & Idris, A. (2021). Evaluation of highway lighting design and its effect on visual performance of drivers. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 10(3), 250–263. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2021.06.003>
- Maharani, M. I. I. S. (2023). Optimalisasi penegakan hukum oleh Unit Gakkum melalui sistem Electronic Traffic Law Enforcement dalam mengurangi pelanggaran lalu lintas di wilayah hukum Polres Pematang. *Jurnal Tanggon Kosala*, 12(2), 747–770.
- Muhaimin. (2001). Teknologi pencahayaan. Bandung: PT. Revina Aditama.
- Pratama, B. (2022). Evaluasi penerangan pada interchange jalan tol ruas Lingkar Luar Jakarta (JORR) W2 Utara Seksi I berdasarkan standar SNI 7391 (2008). *Jurnal Transportasi*, 10(2), 45–56.
- Rahardjo, D. (2020). Pembangunan jalan tol sebagai solusi mengatasi kemacetan di Jakarta. *Jurnal Infrastruktur dan Transportasi*, 8(1), 23–34.
- Saputra, M. T., & Nuryadi, T. (2023). Evaluasi kesesuaian pencahayaan jalan tol dengan standar nasional. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 11(2), 21–33.
- Sari, A., Rachman, F., & Wijaya, H. (2019). Analisis fungsi penerangan jalan tol dalam meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. *Jurnal Keselamatan Transportasi*, 7(3), 88–97.
- Sudarmono, A., & Puspitasari, M. (2021). Pentingnya penerangan pada ruas jalan tol dengan kondisi khusus. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 15(4), 99–110.