KOLONI: Jurnal Multidisiplin Ilmu, 5 (4), Tahun 2026
e-ISSN: 2828-6863

Analisis Tingkat Iluminansi Penerangan Jalan Umum pada Trestle Dermaga KITB Batang Berdasarkan Simulasi DIALux evo dan Pengukuran Lapangan

Taufik Hidajat Rasjid[1], Ridho Bayuaji[2], Endah Setyaningsih[3], Oei Fuk Jin[4]
[1,3,4] Program Studi Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta Barat
[2]Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
*Corresponding author: [1*taufik.328222006@stu.untar.ac.id](mailto:taufik.328222006@stu.untar.ac.id)

Abstrak: Penerangan Jalan Umum (PJU) berperan penting dalam mendukung keselamatan dan kelancaran operasional transportasi pada malam hari, khususnya di kawasan pelabuhan. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat iluminansi PJU pada trestle Dermaga KITB Batang melalui perbandingan hasil simulasi DIALux evo dan pengukuran lapangan menggunakan lux meter digital. Penelitian menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan komparatif pada 44 titik pengamatan. Hasil simulasi menunjukkan nilai iluminansi rata-rata (Eavg) sebesar 35 lux, iluminansi minimum (Emin) 17 lux, iluminansi maksimum (Emax) 69 lux, dan keseragaman pencahayaan (Uo) 0,471. Sementara itu, hasil pengukuran lapangan menunjukkan iluminansi rata-rata sebesar 44,07 lux dengan rentang 30-100 lux. Perbandingan kedua metode menunjukkan tingkat kesesuaian yang cukup baik, meskipun terdapat perbedaan akibat degradasi lumen lampu, kondisi instalasi, reflektansi permukaan jalan, dan faktor lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi simulasi DIALux evo dan pengukuran lapangan efektif untuk mengevaluasi kinerja sistem PJU serta dapat menjadi dasar optimasi desain, pemeliharaan, dan peningkatan keselamatan operasional di kawasan pelabuhan.

Kata Kunci: Dialux Ev, Iluminansi, Lux Meter, Penerangan Jalan Umum, Trestle Dermaga.

Abstract: *Public Street Lighting (PSL) plays a vital role in ensuring safety and supporting the continuity of nighttime transportation operations, particularly in port areas. This study aims to analyze the illuminance level of the public street lighting system on the KITB Batang Port Trestle by comparing the results of DIALux evo simulations with field measurements conducted using a digital lux meter. A descriptive quantitative method with a comparative approach was employed based on 44 observation points. The simulation results indicated an average illuminance (Eavg) of 35 lux, a minimum illuminance (Emin) of 17 lux, a maximum illuminance (Emax) of 69 lux, and a lighting uniformity (Uo) of 0.471. Meanwhile, field measurements showed an average illuminance of 44.07 lux, ranging from 30 to 100 lux. The comparison between the simulation and field measurement results demonstrated a satisfactory level of agreement, although differences were observed due to lamp lumen depreciation, installation conditions, road surface reflectance, and environmental factors. The findings indicate that integrating DIALux evo simulation with field measurements is an effective approach for evaluating the performance of public street lighting systems and can serve as a reliable basis for design optimization, maintenance planning, and improving operational safety in port infrastructure.*

Keywords: *Dialux Evo, Illuminance, Lux Meter, Port Trestle, Public Street Lighting.*

Pendahuluan

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan infrastruktur penting yang berperan dalam meningkatkan keselamatan, keamanan, dan kenyamanan pengguna jalan pada malam hari melalui penyediaan tingkat pencahayaan yang memadai. Menurut Fotios et al. (2022) dan Yannis et al. (2022), kualitas pencahayaan jalan yang baik dapat meningkatkan visibilitas pengemudi, mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas, serta mendukung keselamatan pengguna jalan pada

malam hari. Pada kawasan pelabuhan, khususnya trestle sebagai jalur utama kendaraan operasional dan distribusi logistik, keberadaan PJU menjadi sangat penting karena aktivitas berlangsung selama 24 jam dengan kondisi lingkungan yang minim cahaya alami. Oleh karena itu, tingkat iluminansi yang memenuhi standar menjadi salah satu aspek utama dalam menjamin keselamatan dan kelancaran operasional pelabuhan.

Tingkat iluminansi (lux) salah satu parameter utama dalam mengevaluasi kualitas pencahayaan karena menunjukkan besarnya fluks cahaya yang diterima oleh suatu permukaan. Evaluasi iluminansi umumnya dilakukan melalui pengukuran lapangan menggunakan lux meter dan simulasi fotometrik menggunakan DIALux evo. Menurut Li et al. (2021) dan Liang et al. (2022), simulasi DIALux evo mampu memprediksi distribusi pencahayaan berdasarkan data fotometrik armatur dan karakteristik geometrik jalan dengan tingkat akurasi yang baik. Namun demikian, hasil simulasi masih dapat berbeda dengan kondisi aktual akibat degradasi lumen lampu, karakteristik reflektansi permukaan jalan, kondisi lingkungan, maupun variasi pemasangan armatur. Oleh karena itu, validasi melalui pengukuran lapangan tetap diperlukan agar hasil evaluasi sistem pencahayaan lebih representatif terhadap kondisi sebenarnya.

Berberapa penelitian telah memanfaatkan DIALux evo untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan sistem Penerangan Jalan Umum, terutama dalam menentukan distribusi pencahayaan, tinggi tiang, jarak antar tiang, dan spesifikasi lampu agar memenuhi standar iluminansi. Penelitian Liang et al. (2022) serta Setyaningsih et al. (2024) menunjukkan bahwa kombinasi simulasi fotometrik dan pengukuran lapangan mampu meningkatkan keakuratan evaluasi kinerja sistem pencahayaan. Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji tingkat iluminansi PJU pada infrastruktur pelabuhan, terutama trestle, masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat iluminansi PJU pada Trestle Dermaga KITB Batang melalui perbandingan hasil simulasi DIALux evo dan pengukuran lapangan untuk mengevaluasi kesesuaian kondisi perencanaan dengan kondisi aktual serta memberikan rekomendasi bagi peningkatan kualitas pencahayaan dan keselamatan operasional di kawasan pelabuhan.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan komparatif untuk membandingkan hasil simulasi pencahayaan menggunakan perangkat lunak DIALux evo dengan hasil pengukuran iluminansi di lapangan. Penelitian dilaksanakan pada sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) di Trestle Dermaga KITB Batang, Kabupaten Batang, Jawa Tengah. Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi tinggi tiang, jarak antar tiang, daya lampu LED, jarak menjorok armatur, sudut kemiringan armatur, dan lebar jalan trestle. Variabel terikat meliputi tingkat iluminansi rata rata, iluminansi minimum, iluminansi maksimum, dan

keseragaman pencahayaan. Peralatan yang digunakan meliputi lux meter digital, perangkat lunak DIALux evo, laptop atau PC, meteran atau alat pengukur jarak laser, GPS atau Google Earth, kamera digital, serta data spesifikasi dan fotometrik lampu.

Pengumpulan data dilakukan melalui data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang meliputi pengukuran iluminansi, tinggi tiang, jarak antar tiang, lebar jalan trestle, serta dokumentasi kondisi eksisting PJU. Pengukuran iluminansi dilaksanakan pada malam hari pukul 19.00 hingga 22.00 WIB dalam kondisi cuaca cerah untuk meminimalkan pengaruh cahaya alami dan kondisi atmosfer. Pengukuran dilakukan pada 44 titik pengamatan, yaitu T1 hingga T44, dengan sensor lux meter ditempatkan secara horizontal pada permukaan jalan setelah lampu mencapai kondisi operasi yang stabil. Pengukuran berulang dilakukan untuk mengurangi kesalahan pembacaan dan meningkatkan keandalan data. Data sekunder diperoleh dari gambar tata letak trestle, dimensi jalan, spesifikasi teknis lampu LED, data fotometrik armatur dalam format IES atau LDT, konfigurasi pemasangan lampu, karakteristik permukaan jalan, serta standar pencahayaan jalan yang digunakan sebagai acuan evaluasi.

Simulasi pencahayaan dilakukan menggunakan DIALux evo dengan membangun model geometri berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Pemodelan mencakup dimensi jalan, posisi dan tinggi tiang, jarak antar tiang, daya lampu LED, data fotometrik armatur, konfigurasi pemasangan, serta karakteristik permukaan jalan. Hasil simulasi berupa iluminansi rata rata, iluminansi minimum, iluminansi maksimum, keseragaman pencahayaan, peta distribusi iluminansi, serta kontur iluminansi. Hasil simulasi kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran lapangan untuk mengetahui tingkat kesesuaian model terhadap kondisi pencahayaan aktual. Berdasarkan pengukuran pada 44 titik pengamatan, diperoleh nilai iluminansi rata rata sebesar 44,07 lux.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan komparatif. Nilai iluminansi rata rata dihitung dengan menjumlahkan seluruh nilai pengukuran pada setiap titik, kemudian membaginya dengan jumlah titik pengamatan. Keseragaman pencahayaan dihitung melalui perbandingan iluminansi minimum dengan iluminansi rata rata. Selanjutnya, persentase kesalahan dihitung untuk mengetahui perbedaan antara hasil simulasi dan pengukuran lapangan. Persentase kesalahan diinterpretasikan sebagai sangat baik apabila kurang dari 5 persen, baik pada rentang 5 hingga 10 persen, dan cukup pada rentang 10 hingga 20 persen. Pengendalian mutu data dilakukan melalui pemeriksaan kalibrasi alat ukur, pengukuran berulang, penggunaan titik pengukuran yang konsisten, pengamatan pada kondisi cuaca yang stabil, serta verifikasi parameter simulasi berdasarkan spesifikasi teknis dan kondisi aktual. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian simulasi DIALux evo dengan kondisi pencahayaan aktual pada sistem PJU Trestle Dermaga KITB Batang.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Simulasi DIALux Evo

Simulasi sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) pada Trestle Dermaga KITB Batang dilakukan menggunakan perangkat lunak DIALux evo dengan memasukkan parameter geometri jalan, posisi dan tinggi tiang, data fotometrik armatur, daya lampu LED, serta karakteristik permukaan jalan sesuai kondisi eksisting. Hasil simulasi menghasilkan distribusi iluminansi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar hasil simulasi DIALux evo.

Parameter fotometrik hasil simulasi diperoleh sebagai berikut.

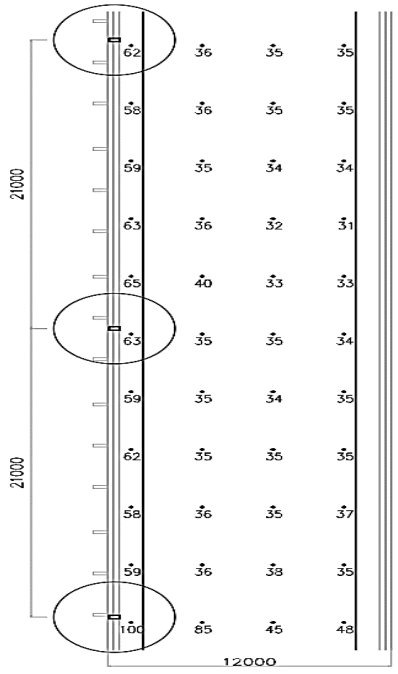
Tabel 1. Hasil Simulasi DIALux evo

Parameter	Nilai
Iluminansi rata-rata (Eavg)	35 lux
Iluminansi minimum (Emin)	17 lux
Iluminansi maksimum (Emax)	69 lux
Uniformity (Uo)	0,471
Emin/Emax	0,242

Nilai iluminansi rata-rata sebesar 35 lux menunjukkan bahwa secara umum sistem PJU telah mampu memberikan tingkat pencahayaan yang cukup pada permukaan trestle. Nilai Uniformity sebesar 0,471 mengindikasikan distribusi cahaya relatif merata sehingga perubahan tingkat terang-gelap sepanjang jalan tidak terlalu signifikan.

Hasil Pengukuran Iluminansi Lapangan

Pengukuran dilakukan menggunakan lux meter digital pada 44 titik pengamatan yang tersebar sepanjang area trestle. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh:



Gambar 2. Gambar Titik Ukur Illuminansi

Tabel 3. Ringkasan Hasil Pengukuran

Parameter	Nilai
Jumlah titik	44
Minimum	31 lux
Maksimum	100 lux
Rata-rata	44,07 lux

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa beberapa titik di sekitar tiang lampu memiliki iluminansi yang cukup tinggi, seperti pada titik T41 (100 lux). Sebaliknya, iluminansi terendah berada pada titik T16 (31 lux) yang terletak di antara dua tiang sehingga menerima distribusi cahaya yang lebih kecil.

Perbandingan Simulasi DIALux dengan Pengukuran Lapangan

Perbandingan antara hasil simulasi dan hasil pengukuran dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian model DIALux evo terhadap kondisi aktual.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran

Parameter	DIALux	Lapangan
Eavg	35 lux	44,07 lux
Emin	17 lux	31 lux
Emax	69 lux	100 lux

Persentase selisih iluminansi rata-rata dihitung menggunakan persamaan:

Error = |44,07-35| / 44,07 × 100%

Error = 20,5%

Walaupun terdapat perbedaan, pola distribusi pencahayaan yang dihasilkan simulasi masih mampu menggambarkan kondisi lapangan dengan cukup baik.

Beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan tersebut antara lain:

Reflektansi Permukaan Jalan

Permukaan trestle memiliki karakteristik reflektansi yang berbeda dengan asumsi reflektansi standar pada DIALux evo. Perubahan tekstur dan warna permukaan beton memengaruhi jumlah cahaya yang dipantulkan sehingga nilai iluminansi aktual dapat berbeda dari hasil simulasi.

Toleransi Posisi Armatur

Posisi aktual armatur di lapangan dapat mengalami sedikit perubahan akibat proses pemasangan maupun deformasi struktur sehingga sudut distribusi cahaya tidak sepenuhnya sama dengan model simulasi.

Karakteristik Lampu LED

Lampu LED memiliki toleransi fluks cahaya dari pabrikan. Selain itu kondisi temperatur lingkungan dan karakteristik driver lampu juga memengaruhi keluaran lumen aktual.

Kondisi Lingkungan

Lingkungan kawasan dermaga memiliki karakteristik yang berbeda dengan jalan perkotaan, Keberadaan permukaan laut, kelembaban tinggi, kabut, Pengaruh Floodlight

Pada area tertentu terdapat lampu Himast Floodlight LED 600 W yang ikut memberikan kontribusi pencahayaan. Lampu ini menyebabkan beberapa titik memiliki iluminansi jauh lebih tinggi dibandingkan hasil simulasi PJU utama, misalnya pada titik T33 yang mencapai 100 lux.

Evaluasi Terhadap Standar

Berdasarkan hasil simulasi maupun pengukuran, nilai iluminansi rata-rata berkisar antara 35-44 lux, Nilai Uniformity sebesar 0,471 menunjukkan distribusi pencahayaan cukup merata sehingga risiko munculnya area gelap (dark spot) relatif kecil.

Secara keseluruhan, sistem PJU pada Trestle Dermaga KITB Batang telah mampu memberikan tingkat pencahayaan yang memadai untuk mendukung keselamatan dan kelancaran operasional malam hari.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut.

Hasil simulasi DIALux evo menunjukkan bahwa sistem PJU pada Trestle Dermaga KITB Batang memiliki nilai iluminansi rata-rata (Eavg) sebesar 35 lux, iluminansi minimum (Emin) sebesar 17 lux, iluminansi maksimum (Emax) sebesar 69 lux, serta nilai keseragaman pencahayaan (Uniformity/Uo) sebesar 0,471. Hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi pencahayaan relatif merata pada sebagian besar area trestle.

Hasil pengukuran lapangan pada 44 titik pengamatan menunjukkan nilai iluminansi rata-rata sebesar 44,07 lux, dengan nilai minimum 31 lux dan maksimum 100 lux. Variasi nilai iluminansi dipengaruhi oleh posisi titik pengukuran terhadap tiang lampu, konfigurasi armatur, serta kontribusi sumber pencahayaan lain di sekitar lokasi.

Perbandingan antara hasil simulasi dan hasil pengukuran lapangan menunjukkan adanya perbedaan nilai iluminansi rata-rata sekitar 20,5%. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain karakteristik reflektansi permukaan jalan, toleransi pemasangan armatur, variasi keluaran fluks cahaya lampu LED, kondisi lingkungan kawasan dermaga, serta keberadaan sumber cahaya tambahan yang tidak seluruhnya dimodelkan pada simulasi.

Meskipun terdapat perbedaan antara hasil simulasi dan pengukuran lapangan, DIALux evo mampu merepresentasikan pola distribusi pencahayaan dengan cukup baik, sehingga dapat

digunakan sebagai alat bantu dalam tahap perencanaan maupun evaluasi sistem PJU pada kawasan pelabuhan. Namun demikian, simulasi sebaiknya tetap divalidasi melalui pengukuran lapangan untuk memperoleh gambaran kondisi pencahayaan yang lebih akurat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi simulasi fotometrik dan pengukuran lapangan merupakan pendekatan yang efektif dalam mengevaluasi kinerja sistem PJU.

Pendekatan ini dapat menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi teknis untuk peningkatan kualitas pencahayaan, efisiensi energi, dan keselamatan operasional pada infrastruktur transportasi pelabuhan.

Implikasi Penelitian

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam perencanaan, evaluasi, dan pemeliharaan sistem Penerangan Jalan Umum pada kawasan pelabuhan maupun infrastruktur transportasi jalan sejenis. Dari sisi akademik, penelitian ini memperlihatkan bahwa integrasi antara simulasi DIALux evo dan pengukuran lapangan dapat meningkatkan keandalan evaluasi kinerja pencahayaan serta menjadi dasar bagi pengembangan metode analisis yang lebih komprehensif pada penelitian berikutnya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Program Studi Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara atas dukungan akademik yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Kawasan Industri Terpadu Batang (KITB) beserta seluruh pihak yang telah memberikan izin, bantuan, dan fasilitas selama proses pengambilan data lapangan di kawasan Trestle Dermaga KITB Batang. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan masukan dan dukungan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

Boyce, P. R. (2021). *Human factors in lighting*. CRC Press.

Damayantia, E. (2025). Karakteristik lampu sodium high-pressure (SON-T) dan lampu light emitting diode (LED) terhadap efisiensi energi. *Jurnal Rekayasa Lampung*, *3*(3), 68–73. https://doi.org/10.23960/jrl.v3i3.47

David, A., Houser, K. W., & Ohno, Y. (2022). Color rendition metrics and their application to LED lighting systems. *LEUKOS*, *18*(2), 123–145.

Du, Y., Zhang, X., & Li, Z. (2023). Assessment of LED roadway lighting performance using field measurements and simulation techniques. *Buildings*, *13*(5), Article 1187.

Fotios, S., Monteiro, A. L., & Uttley, J. (2020). Road lighting for pedestrians: Current knowledge and future directions. *Lighting Research & Technology*, *52*(8), 1035–1052.

Fotios, S., Uttley, J., & Cheal, C. (2022). Recent advances in road lighting research and visual performance. *Lighting Research & Technology*, *54*(6), 523–540.

Fotios, S., Uttley, J., & Monteiro, A. L. (2021). Recent developments in road lighting research for pedestrians and drivers. *Lighting Research & Technology*, *53*(5), 453–472.

Hsieh, C.-C., Tsai, C.-L., & Li, T.-C. (2024). The research for designing the LED tunnel light for

highway tunnels. *Heliyon*, *10*(4), Article e26305.

Illuminating Engineering Society. (2023). *ANSI/IES RP-8-23: Recommended practice for lighting roadway and parking facilities*. Illuminating Engineering Society.

Lee, C.-H., Chen, Y.-C., & Hsu, C.-Y. (2020). Low-glare freeform-surfaced street light luminaire optimization to meet enhanced road lighting standards. *International Journal of Optics*, *2020*, Article 5683264.

Li, H., Xu, Y., & Wang, L. (2021). Evaluation of LED street lighting performance based on field measurement and simulation analysis. *Sustainability*, *13*(15), Article 8426.

Liang, H., Chen, Y., & Xu, X. (2022). Comparative analysis of simulated and measured road lighting performance using DIALux Evo. *Sustainability*, *14*(9), Article 5123.

Setyaningsih, E., Pragantha, J., & Candra, H. (2024). Modeling night and daylighting toll road tunnel using DIALux to compare the performance of HPS and LED lamp. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, *14*(3), 1107–1114. https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.3.19950

van Bommel, W. (2015). *Road lighting: Fundamentals, technology and application*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11466-8

Yannis, G., Theofilatos, A., & Papadimitriou, E. (2022). Road lighting and traffic safety: A systematic review of recent evidence. *Accident Analysis & Prevention*, *176*, Article 106789.