

Technology Acceptance Model for the Use of Learning Management System in Indonesia
Graha Prakarsa, Iman Sudirman, Azhar Affandi, Elly Komala, Ferry Santoso (pp:1–16)

Analysis of Student Route Choice Model to University of Palangka Raya Using Multilogit Nomial Method
Neagel Banderas Zepanya Siahaan, Sutan Parasian Silitonga, Ina Elvina (pp: 17–25)

Synthesis Oxalic Acid by Durian Skin with Alkali Smelting Method
Johannes Martua Hutagalung (pp: 26–33)

Selection of CNC Tool Combination Through Genetic Algorithm Method Approach with Criteria of Miniizing Machining Time and Considering Minimum Maching Gap
Irwan Yulianto, Arida Murti Murtikasari (pp: 34–44)

Analysis of the Financial and Technical Feasibility of Erection a Herbal Medicine Factory PT. Tugu Semar Production Using the Systematic Layout Planning Method
Muhammad Bisyrri Nada, Dedy Setyo Oetomo, Asep Hermawan (pp: 45–56)

Factors That Motivate Students to Register for Private Tutoring Using The Factor Analysis Method
Ai Nurhayati (pp: 57–70)

Re-Design Modern Industrial Workshop Table with Total Deformation Analysis and Stress Test
Dian Juwitasari, Fesa Putra Kristianto, Nuthqy Fariz (pp: 71–78)

Extraction of Polyphenols in Green Tea Shoots as Antioxidant Substance
Rini Siskayanti, Riza Rizkiah Lia Muliati, Andini Nurilah, Deden Subagja, MI Fadil (pp: 79–87)

Random Savings Algorithm for Solving Russian TSP Instances
Ekra Sanggala, Muhammad Ardhya Bisma (pp: 89–99)

A Business Feasibilty Study for Glassware Productionat CV Angga Putra Sejahtera
Dini Yulianti, Amelia Agustina (pp: 100–109)

The Effect of Ring Frame Thread Number and Winding Machine Counter on The Weight Of 69G Lot Cones on Winding Machine Number 8
Filly Pravitasari, Afriani Kusumadewi, Feny Nurherawati, Rino Sulstio (pp: 110–117)

Social Normative Bounding and Brand Awareness of E- WOM Intensity in WhatsApp Group Online Community Mekar Arum PKK Group - Bojongsoang
Abdul Fatah Hassanudin, Ira Murwenie, Alam Avrianto, Dwirani Fauzi Lestari, Rahmina Puspa (pp:118–129)

Downstream Analysis of Strategic Investment in Natural Gas Commodities in Increasing the Value of Indonesia Natural gas Product
Tombak Gapura Bhagya, Jati Arie Wibowo, Siti Latipah, Graha Prakarsa (pp: 130–137)

Evaluation of the Lightning System in the Science Laboratory at School X in South Tangerang Based on SNI 6197: 2020
Reza Ruhbani Amarulloh, Tiara Nurhuda (pp: 138–146)

Evaluation of Supplier Performance Using The Fuzzy AHP Approach to The CV. X Bandung Kite Glass Business
Hendry Anggraito (pp: 147–155)

The Potential of Cynodon Dactylon and Lolium Perenne “Brightstar” as Phytoremediator Agents in Dealing with the Problem of Sea Water Intrusion in The North Coastal Area of Karawang
Riza Rizkiah, Roni Sewiko, Aris K Pranoto, Roberto P Pasariibu, Anthon A Djari, Abdul Rahman, R Moh Ismail Endy Handayani, Muhammad A Mulyana, Luciana (pp: 156–162)

Evaluation of the lighting system in the science laboratory at school X in South Tangerang based on SNI 6197: 2020

Evaluasi sistem pencahayaan di laboratorium IPA pada sekolah X di Tangerang Selatan berdasarkan SNI 6197:2020

Reza Ruhbani Amarulloh¹, Tiara Nurhuda²*)

¹Prodi Tadris Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
rezaruhbaniamarulloh@uinjkt.ac.id

²Prodi Teknologi Industri Tekstil Fakultas Teknik Universitas Insan Cendikia Mandiri
tnurhuda@gmail.com

*) *Corresponding author*

Abstract: *This study aims to determine the feasibility of a laboratory lighting system in a school in South Tangerang based on SNI 6197: 2020. The methods used include direct observation and measurement of the actual condition of the laboratory and lighting simulations for various time conditions and room occupancy. The results showed that the actual condition of laboratory lighting has not met the minimum standards set, so it is necessary to redesign the lighting system, especially in increasing the utilization of natural lighting. With an actual WWR of 2.5%, daylighting is inadequate to achieve the desired illuminance level, making a redesign of the lighting system essential. Increasing the WWR to 10% resulted in an average illuminance that met and exceeded the minimum standards during operational hours, with average illuminance values in work areas consistently higher than 500 lx. This was done with the hope of optimizing laboratory functions and creating a conducive learning environment.*

Keywords: *Lighting System, laboratory, Dialux EVO*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan sistem pencahayaan laboratorium di sebuah sekolah di Tangerang Selatan berdasarkan SNI 6197:2020. Metode yang digunakan meliputi observasi dan pengukuran langsung kondisi aktual laboratorium serta simulasi pencahayaan untuk berbagai kondisi waktu dan okupansi ruangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi aktual pencahayaan laboratorium belum memenuhi standar minimum yang ditetapkan, sehingga perlu dilakukan desain ulang sistem pencahayaan, khususnya dalam peningkatan pemanfaatan pencahayaan alami. Dengan WWR aktual sebesar 2,5%, pencahayaan alami tidak memadai untuk mencapai tingkat iluminansi yang diinginkan, sehingga desain ulang sistem pencahayaan menjadi penting. Peningkatan WWR menjadi 10% menghasilkan iluminansi rata-rata yang memenuhi dan melebihi standar minimum selama jam operasional, dengan nilai iluminansi rata-rata di bidang kerja yang konsisten lebih tinggi dari 500 lx. Hal ini dilakukan dengan harapan dapat mengoptimalkan fungsi laboratorium dan menciptakan lingkungan belajar yang kondusif.

Kata Kunci: Sistem Pencahayaan, laboratorium, Dialux EVO

DOI: <http://dx.doi.org/10.37577/sainteks.v%vi%i.657>

Received: 02, 2024. Accepted: 03, 2024.

Published: 03, 2024

PENDAHULUAN

Pembelajaran sains di sekolah menuntut penggunaan praktikum sebagai inti dari proses pembelajaran, yang harus didukung oleh fasilitas laboratorium IPA yang memadai. Kualitas pengelolaan laboratorium menjadi kunci untuk memastikan peran dan fungsi laboratorium dapat berjalan optimal (Kartikasari et al., 2021).

Salah satu aspek penting dalam pengelolaan tersebut adalah pencahayaan. Pencahayaan merupakan salah satu subsistem vital dalam sebuah bangunan, selain pemanasan, ventilasi, dan pendinginan udara (Wagiman & Abdullah, 2018). Pencahayaan yang baik sangat diperlukan untuk mendukung proses pembelajaran yang efektif serta menjaga kesehatan mata peserta didik. Kurangnya perhatian terhadap sistem pencahayaan di sekolah dapat berdampak negatif terhadap kualitas pendidikan di lembaga tersebut (Febriyursandi et al., 2019).

Standar merupakan panduan teknis yang mencakup spesifikasi dan persyaratan terkait sistem tertentu. Dalam konteks manajemen energi dan lingkungan, standar ini membantu dalam mengurangi konsumsi energi, dampak lingkungan, limbah, serta meningkatkan keberlanjutan (Wagiman & Abdullah, 2018). Standar untuk sistem pencahayaan yang efektif dan efisien di lembaga pendidikan, khususnya di laboratorium sekolah, telah diatur oleh SNI 6197:2020. Standar ini menetapkan nilai minimum untuk iluminansi rata-rata, renderasi warna minimum, densitas daya lampu maksimum, dan indeks silau (unified glare rating). Iluminansi merujuk pada tingkat atau intensitas cahaya yang diterima oleh suatu permukaan per unit luasnya (A , dalam meter persegi), dan didefinisikan secara matematis sebagai

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

Sedangkan densitas daya lampu maksimum mengacu pada jumlah maksimum daya yang diizinkan untuk digunakan oleh sistem pencahayaan per unit luas bidang kerja yang diterangi. Berdasarkan standar SNI 6197:2020, ditetapkan iluminansi minimum di bidang kerja di laboratorium yaitu 500 lx dan densitas daya lampu maksimum 12,16 W/m².

Meskipun Indonesia memiliki iklim tropis dengan cahaya matahari yang melimpah sepanjang tahun, institusi pendidikan seharusnya dapat memanfaatkan sumber daya alami ini secara optimal untuk penerangan yang efisien, terutama di laboratorium yang membutuhkan pencahayaan optimal untuk kegiatan demonstrasi maupun praktikum. Penelitian ini berfokus pada evaluasi sistem pencahayaan di laboratorium di salah satu sekolah di Tangerang Selatan, dengan tujuan untuk menilai kepatuhan terhadap standar yang berlaku, seperti yang diatur dalam SNI 6197:2020. Melalui observasi langsung, pengukuran parameter-parameter yang relevan, dan simulasi pencahayaan dalam berbagai kondisi, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang akurat mengenai efektivitas penggunaan pencahayaan alami dan buatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pencahayaan yang ada belum memenuhi standar yang ditetapkan, sehingga diperlukan desain ulang untuk meningkatkan pemanfaatan pencahayaan alami. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa desain skema pencahayaan yang cermat dapat mencapai penghematan biaya energi yang signifikan (Alzubaidi & Soori, 2012) dan efisiensi energi dapat ditingkatkan melalui strategi kontrol pencahayaan yang tepat (Bunjongjit et al., 2020), selain itu telah dilakukan penelitian dalam konteks ruang kantor dalam memenuhi standar minimum di Indonesia (Maulana & Kusuma, 2022; Yanti et al., 2023). Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan rekomendasi untuk perbaikan sistem pencahayaan laboratorium yang lebih efisien dan sesuai dengan standar yang berlaku.

METODOLOGI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem pencahayaan di laboratorium, dengan fokus pada kombinasi pencahayaan alami dan buatan. Hal ini dilakukan untuk memastikan kondisi pencahayaan memenuhi standar yang ditetapkan, mengingat pentingnya pencahayaan yang memadai dalam institusi pendidikan, khususnya di laboratorium.

Tahapan awal melibatkan observasi langsung kondisi laboratorium. Dilakukan pengukuran parameter-parameter seperti geometri ruangan, spesifikasi lampu, ukuran jendela, serta perangkat interior ruangan. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk memperoleh gambaran yang akurat tentang kondisi aktual laboratorium.

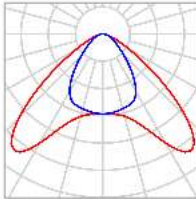
Parameter input yang digunakan adalah spesifikasi lampu, posisi lampu, reflektansi permukaan, dan *Window Wall Ratio* (WWR). Kemudian dilakukan simulasi pada waktu tertentu berdasarkan okupansi ruangan yaitu pukul 9.00, 12.00, dan 15.00 setiap bulan dari bulan januari hingga bulan desember. Pemilihan waktu tersebut mengikuti pemakaian lab di sekolah. Kondisi langit yang digunakan pada simulasi adalah kondisi mendung dengan asumsi mengambil kondisi pencahayaan terburuk di lokasi Tangerang Selatan.

Hasil simulasi dianalisis berdasarkan iluminansi rata-rata, pemerataan pencahayaan, dan faktor pencahayaan alami (*daylight factor*). Standar yang digunakan sebagai benchmark adalah SNI 6197:2020, yang menetapkan minimum iluminansi di bidang kerja yaitu 500 lx dan densitas daya lampu maksimum $12,16 \text{ W/m}^2$. Jika hasil simulasi tidak memenuhi standar ini, maka dilakukan redesain sistem pencahayaan, dengan fokus pada peningkatan pemanfaatan pencahayaan alami.



Gambar 1. Pemodelan Laboratorium kondisi aktual dengan WWR 2,5%

Luminaire layout plan

		
Manufacturer	Philips	P41.0 W
Article name	LL523X 1 xLED62S/865 DA35W	$\Phi_{\text{Luminaire}}$ 6300 lm
Fitting	1x	

Gambar 2. Spesifikasi Lampu yang digunakan

Tabel 1. Posisi lampu

X (m)	Y(m)	Mounting height (m)	Luminaire
3.645	4.544	2.27	1
3.645	4.494	2.27	2
3.645	2.294	2.27	3
3.645	2.244	2.27	4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi kondisi aktual pencahayaan menggunakan Dialux 12.0 ditunjukkan oleh tabel 2.

Tabel 2. Hasil simulasi kondisi aktual pencahayaan

Bulan	Jam	E mean (lx)	U	Daylight Factor
Januari	8:00 AM	423	0.007	0.4%
	12:00 AM	457	0.008	0.4%
	3.00 PM	437	0.008	0.4%
Februari	8:00 AM	422	0.007	0.4%
	12:00 AM	458	0.007	0.4%
	3.00 PM	439	0.008	0.4%
Maret	8:00 AM	422	0.007	0.4%
	12:00 AM	459	0.008	0.4%
	3.00 PM	439	0.008	0.4%
April	8:00 AM	423	0.008	0.4%
	12:00 AM	458	0.008	0.4%

Bulan	Jam	E mean (lx)	U	Daylight Factor
Mei	3.00 PM	436	0.008	0.4%
	8:00 AM	422	0.007	0.4%
	12:00 AM	458	0.008	0.4%
Juni	3.00 PM	436	0.008	0.4%
	8:00 AM	420	0.008	0.4%
	12:00 AM	450	0.008	0.4%
Juli	3.00 PM	429	0.008	0.4%
	8:00 AM	417	0.008	0.4%
	12:00 AM	450	0.008	0.4%
Agustus	3.00 PM	430	0.008	0.4%
	8:00 AM	419	0.008	0.4%
	12:00 AM	453	0.008	0.4%
September	3.00 PM	431	0.008	0.4%
	8:00 AM	423	0.008	0.4%
	12:00 AM	457	0.008	0.4%
Oktober	3.00 PM	434	0.008	0.4%
	8:00 AM	428	0.008	0.4%
	12:00 AM	459	0.008	0.4%
November	3.00 PM	434	0.008	0.4%
	8:00 AM	429	0.008	0.4%
	12:00 AM	458	0.008	0.4%
Desember	3.00 PM	433	0.008	0.4%
	8:00 AM	427	0.008	0.4%
	12:00 AM	457	0.008	0.4%
	3.00 PM	433	0.008	0.4%

Berdasarkan tabel 2 diperoleh profil iluminansi rata-rata di bidang kerja (E mean), Kemerataan (U), serta Persentase (%) sepanjang tahun setiap pukul 08.00 AM, 12.00 AM dan 03.00 PM pada tabel berikut. Berdasarkan SNI 6197:2020, bahwa standar iluminansi bidang kerja minimal untuk laboratorium adalah 500 lx. Meskipun sepanjang tahun Indonesia disinari paparan sinar matahari, namun Laboratorium ini belum memenuhi standar minimum. Sehingga, perlu di desain ulang laboratorium ini dalam aspek pencahayaan alami, yaitu ukuran jendela. WWR kondisi aktual adalah 2,5%.

Kemudian, dilakukan redesain dengan mengubah WWR menjadi 5% dan 10%, untuk meningkatkan pemanfaatan pencahayaan alami dan memenuhi standar iluminansi minimum yang ditetapkan oleh SNI 6197:2020. Hasil simulasi pencahayaan redesain dengan kondisi WWR 5% ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi redesain sistem pencahayaan dengan WWR 5%

Bulan	Jam	E mean (lx)	U	Daylight Factor (%)	densitas daya lampu (W/m^2)
Desember	8:00 AM	468	0.008	0.678	2.93
	12:00 AM	509	0.008	0.678	2.93
	3.00 PM	460	0.008	0.678	2.93

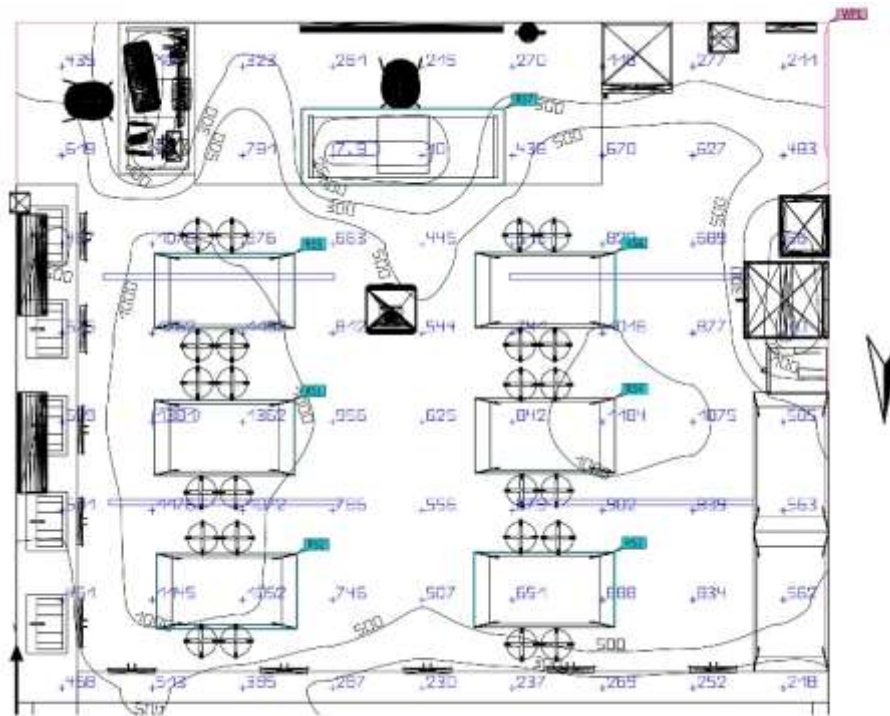
Hasil simulasi redesain sistem pencahayaan dengan WWR 5% menunjukkan adanya peningkatan iluminansi alami di dalam laboratorium. Pada sampel bulan Desember, terlihat bahwa nilai E mean (lx) pada tengah hari memenuhi standar minimum 500 lx yang ditetapkan oleh SNI 6197:2020, meskipun pada pagi dan sore hari masih di bawah standar. Kemerataan (U) dan Daylight Factor yang konstan sepanjang hari menandakan bahwa distribusi pencahayaan tetap merata meski intensitas cahaya berubah. Sedangkan densitas daya lampu yang dihasilkan hanya $2.93 W/m^2$, jauh di bawah nilai maksimum yang diizinkan sebesar $12.16 W/m^2$.

Hasil simulasi pencahayaan redesain dengan kondisi WWR 10% ditunjukan oleh tabel 4.

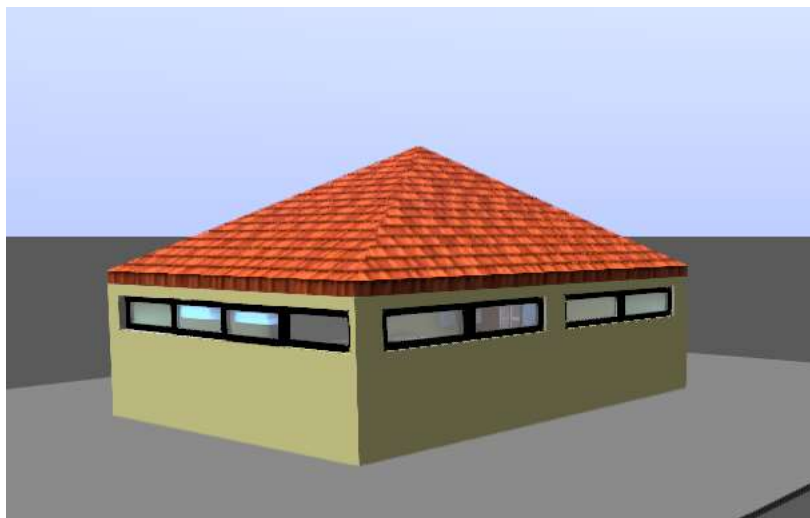
Tabel 4. Hasil simulasi redesain sistem pencahayaan dengan WWR 10%

Bulan	Jam	E mean (lx)	U	Daylight Factor (%)	densitas daya lampu (W/m^2)
Desember	8:00 AM	570	0.013	1.235	2.93
	12:00 AM	612	0.013	1.235	2.93
	3.00 PM	542	0.013	1.235	2.93

Dengan peningkatan WWR menjadi 10%, hasil simulasi menunjukkan perbaikan yang signifikan dalam pencahayaan alami di laboratorium, dengan iluminansi rata-rata (E mean) yang melebihi standar minimum 500 lx sepanjang jam operasional yang ditinjau pada sampel bulan Desember. Ini mengindikasikan bahwa desain ulang dengan WWR 10% berhasil dalam mencapai standar minimum yang ditetapkan. Sedangkan densitas daya lampu yang dihasilkan hanya $2.93 W/m^2$, jauh di bawah nilai maksimum yang diizinkan sebesar $12.16 W/m^2$, menandakan efisiensi energi yang tinggi.



Gambar 3. Skema sistem pencahayaan setelah redesain dengan WWR 10 %



Gambar 4. Bangunan laboratorium tampak luar dengan WWR 10 %

Gambar 3 dan 4 menunjukkan skema sistem pencahayaan laboratorium setelah proses redesain, dengan Window to Wall Ratio (WWR) yang ditingkatkan menjadi 10%. Dari skema, terlihat bahwa posisi dan jumlah sumber cahaya—baik alami maupun buatan—telah disusun secara strategis untuk meningkatkan pencahayaan. Penempatan jendela lebih dominan, yang selaras dengan peningkatan WWR. Pada penelitian ini, orientasi jendela menghadap ke barat dan selatan. Masing-masing WWR diperbesar dari 2,5% menjadi 5% dan 10% hingga mencapai nilai iluminansi minimum yang ditetapkan dalam berbagai jam penggunaan lab.

Penempatan jendela yang menghadap ke selatan di daerah tropis dapat memberikan cahaya matahari sepanjang hari dengan intensitas yang tinggi. Ini memungkinkan pencahayaan alami yang merata dan konsisten di dalam ruangan. Disisi lain, sinar matahari langsung dari arah barat dapat menyebabkan pemanasan berlebihan dan meningkatkan suhu ruangan, terutama pada sore hari. Hal ini terutama terjadi di daerah tropis di mana intensitas sinar matahari cenderung tinggi sepanjang tahun. Namun nilai ASE (*Annual Sunlight Exposure*) atau persentase ruang dimana terdapat iluminansi di bidang kerja akibat cahaya matahari langsung adalah kurang dari 10%, sesuai rekomendasi LEED v4 (Ayoub, 2019).

Oleh karena itu, untuk mencapai kondisi pencahayaan alami yang optimal, perancang harus memperhitungkan dengan cermat WWR (Feng et al., 2017; Nedhal et al., 2016). *Daylight factor* secara keseluruhan bergantung pada pendekatan desain terintegrasi yang memperhitungkan berbagai parameter seperti lokasi, waktu dalam setahun, kondisi langit, dimensi ruangan, dan properti jendela, atap, dan dinding, serta faktor-faktor seperti perawatan, tata interior, reflektansi permukaan dan orientasi ruangan. Program simulasi pencahayaan seperti DiaLux EVO sangat berguna setelah parameter-parameter seperti ukuran jendela telah ditetapkan (Mohapatra et al., 2018). Jenis simulasi ini bermanfaat bagi arsitek sebelum merancang bangunan dan menata interior, memastikan pemanfaatan cahaya matahari maksimal dan mengurangi ketergantungan pada penerangan listrik, terutama pada siang hari.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Kondisi aktual laboratorium menunjukkan iluminansi rata-rata (E mean) di bawah standar minimum SNI 6197:2020, yang menetapkan 500 lx sebagai nilai minimal yang diperlukan untuk laboratorium. WWR aktual dari 2,5% tidak memadai untuk mencapai iluminansi yang dibutuhkan, sehingga desain ulang menjadi penting.
2. Peningkatan WWR menjadi 10% menghasilkan iluminansi rata-rata yang memenuhi dan melebihi standar minimum yang diinginkan selama jam operasional, dengan nilai E mean yang konsisten lebih tinggi dari 500 lx.
3. Densitas daya lampu pada kondisi WWR 5% dan 10% terpantau sebesar 2.93 W/m^2 , yang menunjukkan efisiensi energi yang tinggi dibandingkan dengan batas maksimum 12.16 W/m^2 sesuai SNI 6197:2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Alzubaidi, S., & Soori, P. K. (2012). Energy Efficient Lighting System Design for Hospitals Diagnostic and Treatment Room—A Case Study. *Journal of Light & Visual Environment*, 36(1), 23–31. <https://doi.org/10.2150/jlve.36.23>
- Ayoub, M. (2019). 100 Years of daylighting: A chronological review of daylight prediction and calculation methods. In *Solar Energy* (Vol. 194, pp. 360–390). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.10.072>
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Konservasi energi pada sistem pencahayaan. (SNI 6197:2020)*. Badan Standardisasi Nasional.

- Bunjongjit, S., Ananwattanaporn, S., Ngaopitakkul, A., Jettanasen, C., & Patcharoen, T. (2020). Design and Application of Daylight-Based Lighting Controller on LED Luminaire. *Applied Sciences*, 10(10), 3415. <https://doi.org/10.3390/app10103415>
- Febriyursandi, R., Azryenni, A. Z., & Hamzah, A. (2019). Design Lighting Quality Based on DIALux Evo 8.1. *JOURNAL OF SCIENCE AND APPLIED ENGINEERING*, 2(2), 42. <https://doi.org/10.31328/jsae.v2i2.1183>
- Feng, G., Chi, D., Xu, X., Dou, B., Sun, Y., & Fu, Y. (2017). Study on the Influence of Window-wall Ratio on the Energy Consumption of Nearly Zero Energy Buildings. *Procedia Engineering*, 205, 730–737. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.003>
- Kartikasari, P., Ilmiyati, N., & Maladona, A. (2021). ANALISIS PENGELOLAAN LABORATORIUM IPA DALAM MENINGKATKAN MUTU PEMBELAJARAN IPA DI SMP NEGERI 1 BANJAR. *J-KIP (Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan)*, 2(3), 251. <https://doi.org/10.25157/j->
- Maulana, A. I., & Kusuma, Y. (2022). Analysis of Natural Lighting and Visual Comfort Multipurpose Hall Building Using Software DIALux Evo 10.0 Case Study: Multipurpose Hall Building of Imbanagara Raya Ciamis Village Chief's Office, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1058(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1058/1/012013>
- Mohapatra, B., Ravi Kumar, M., Mandal, S. K., Narayan Mohapatra, B., & Mandal, S. K. (2018). Analysis of Daylighting Using Daylight Factor and Luminance for Different Room Scenarios. *Article in International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(10), 949–960. <http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp949><http://www.iaeme.com/ijciet/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=10><http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp950><http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp950editor@iaeme.com><http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=9&IType=10>
- Nedhal, A.-T., Sharifah Fairuz Syed, F., & Adel, A. (2016). Relationship between Window-to-Floor Area Ratio and Single-Point Daylight Factor in Varied Residential Rooms in Malaysia. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(33). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i33/86216>
- Yanti, M. D., Safyan, A., Aiyub, H., & Artikel, I. (2023). *ETNIK: Jurnal Ekonomi-Teknik Analisa Pencahayaan Alami Ruang Kerja Pada Gedung Perkantoran Dengan Software DIALux Evo 11.1 (Studi Kasus : Gedung Balai Kota, Tebing Tinggi)*. 2(11).
- Wagiman, K. R., & Abdullah, M. N. (2018). Lighting system design according to different standards in office building: A technical and economic evaluations. *Journal of Physics: Conference Series*, 1049, 012010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1049/1/012010>