

Evaluasi dan Optimalisasi Kualitas Pencahayaan di Studio A.6.5 Universitas Kristen Duta Wacana menggunakan Simulasi DIALux evo

Simran Leyn Raymond ¹, Laurentius Adhitya Dhimas Edsan Putro ², Adindra Maharsi Kusuma Astuti ³

^{1,2,3} Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

Email korespondensi: 61210676@students.ukdw.ac.id

Abstrak

Pencahayaan merupakan elemen penting dalam melakukan segala aktivitas terutama di dalam ruangan. Ruang Studio A.6.5 Gedung Agape lantai 6, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta merupakan studio/kelas arsitektur yang digunakan untuk kegiatan utama belajar. Penelitian bertujuan untuk evaluasi dan optimalisasi kualitas pencahayaan di ruang studio A.6.5. Penelitian berfokus pada peningkatan strategi pencahayaan buatan, agar tidak mengubah kondisi eksisting secara arsitektural. Melalui pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter dan simulasi dengan perangkat lunak DIALux evo, ditemukan bahwa pencahayaan di ruang ini belum memenuhi standar SNI 6197:2020 dan Greenship. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa intensitas cahaya alami dan buatan di beberapa titik masih di bawah 300 lux. Simulasi rekomendasi dengan lampu baru menunjukkan peningkatan signifikan, dengan distribusi cahaya yang lebih merata dan intensitas mencapai 300-500 lux. Penelitian ini memberikan opsi strategi pencahayaan untuk optimalisasi kualitas pencahayaan dan meningkatkan efisiensi energi di ruang studio.

Kata-kunci : Pencahayaan, kelas, studio, simulasi.

Pengantar

Pencahayaan merupakan elemen esensial dalam mendukung efektivitas, kenyamanan, dan produktivitas aktivitas di ruang belajar, khususnya di ruang studio arsitektur yang digunakan untuk aktivitas perkuliahan, menggambar dan mendesain, serta berdiskusi dan berkolaborasi. Semua kegiatan tersebut membutuhkan pencahayaan yang baik dan merata. Pencahayaan yang optimal, baik alami maupun buatan, memiliki dampak langsung terhadap kenyamanan visual, menambah kesehatan tubuh, dan kualitas hasil pekerjaan mahasiswa (Ragilyani & Dewi, 2021).

Badan Pengembangan SDM ESDM, 2021 menekankan pentingnya tata cahaya yang berkualitas dan efisien, mengacu pada SNI 6197:2020 mengenai konversi energi pada sistem pencahayaan alami harus dimaksimalkan untuk mengurangi konsumsi energi dari pencahayaan buatan. SNI juga mengatur standar intensitas cahaya untuk berbagai jenis ruang belajar umum, intensitas yang disarankan adalah minimal 300 lux, sedangkan untuk ruang studio gambar, intensitas yang optimal adalah sekitar 500-750 lux. Selain itu, standar internasional merekomendasikan tingkat pencahayaan

Evaluasi dan Optimalisasi Kualitas Pencahayaan di Studio A.6.5 Universitas Kristen Duta Wacana menggunakan Simulasi DIALux evo antara 200-750 lux, tergantung pada jenis aktivitas yang dilakukan (<https://www.fagerhult.com/en-GB/knowledge/light-planning/en-12464-1/lighting-of-indoor-workplaces/standard-en-12464-1-in-brief/>, diakses 3 Oktober 2024). Pencahayaan yang tidak memenuhi standar dapat menyebabkan masalah seperti kelelahan mata, kurangnya konsentrasi, dan penurunan produktivitas.

Salah satu aspek penting dalam pencahayaan adalah distribusi yang merata di seluruh ruang, yang mempengaruhi kenyamanan visual dan persepsi terhadap kecerahan ruang. Menurut teori distribusi cahaya, pola pencahayaan yang tidak seragam dapat membuat suatu ruangan tampak lebih terang atau lebih gelap, tergantung pada bagaimana cahaya tersebar di permukaan dan objek di dalam ruangan (Lindh & Billger, 2021). Pengamatan awal di ruang studio A.6.5 Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW) Yogyakarta menunjukkan bahwa persebaran cahaya di ruang tersebut tidak merata. Area yang terlalu terang atau terlalu gelap dapat mengurangi kenyamanan visual dan mengganggu proses belajar-mengajar maupun saat bekerja. Bukaan jendela dan pintu kaca, yang menjadi sumber cahaya alami, masih belum mampu untuk memberikan distribusi cahaya yang merata ke seluruh area ruang. Selain itu, pencahayaan buatan yang tersedia belum optimal untuk mendukung kebutuhan belajar dan bekerja, sehingga distribusi cahaya yang sesuai masih memerlukan perbaikan.

Dalam Greenship versi 1.2 yang diterbitkan oleh Green Building Council Indonesia (GBCI), salah satu kriteria pencahayaan alami menyatakan bahwa setidaknya 30% dari kebutuhan pencahayaan suatu ruang harus terpenuhi melalui pencahayaan alami dengan intensitas minimal 300 lux. Hal ini penting untuk memastikan efisiensi energi yang optimal, karena pencahayaan alami dapat mengurangi ketergantungan pada pencahayaan buatan selama siang hari. Pencahayaan alami ini tidak hanya berperan dalam penghematan energi, tetapi juga berkontribusi terhadap pencahayaan di ruang studio A.6.5.

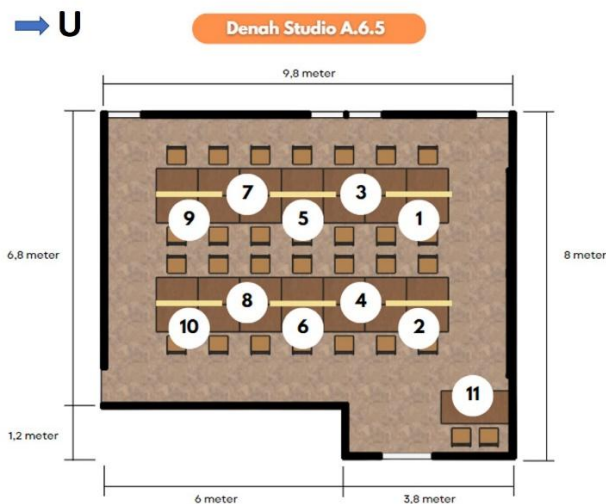
Berdasarkan kondisi eksisting ruang studio A.6.5 UKDW, akan dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak DIALux evo untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan pencahayaan alami dan buatan. Penelitian ini bertujuan untuk evaluasi dan optimalisasi kualitas pencahayaan ruang studio A.6.5 UKDW sesuai dengan SNI 6197:2020, EN 12464, dan Greenship.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode simulasi untuk menganalisis dan merancang sistem pencahayaan di ruang arsitektur dengan menggunakan perangkat lunak DIALux. Menurut Harrell et al., 2000 dalam buku *Simulasi Using Promodel* mendefinisikan dimana metode simulasi sebagai cara untuk memproduksi atau menghasilkan situasi dengan menggunakan model sebagai bentuk pembelajaran, pengajuan dan penelitian. Dalam konteks arsitektur, metode ini memungkinkan perancang untuk menguji berbagai skenario pencahayaan, memperkirakan dampak dari variabel desain, dan memprediksi kinerja ruang tanpa melakukan perubahan fisik. Dengan simulasi pencahayaan ruangan, dapat menjadi pertimbangan dan acuan dalam memilih solusi sebelum implementasi fisik, sehingga mengurangi risiko kesalahan desain yang dapat terjadi.

Pengumpulan Data Lapangan

Penelitian ini dilakukan di ruang Studio A.6.5, gedung Agape lantai 6, Universitas Kristen Duta Wacana yang berlokasi di Jalan Dr. Wahidin Sudirohusodo, Yogyakarta. Ruang studio A.6.5 merupakan ruang yang digunakan sebagai ruang studio perancangan maupun ruang kelas Arsitektur UKDW. Ruang ini menggunakan pencahayaan alami dan buatan saat digunakan untuk kegiatan belajar. Variabel yang diukur dan disimulasikan meliputi dimensi bukaan jendela dan pintu kaca sebagai sumber pencahayaan alami, jenis lampu dan distribusi intensitas pencahayaan. Ruangan Studio A.6.5 berbatasan dengan Ruangan Studio A.6.4 pada bagian utara, dan berbatasan dengan koridor pada bagian timur. Sedangkan pada bagian barat dan selatan merupakan fasad terluar gedung Agape lantai 6.



Gambar 1. *Layout* dan situasi Ruang Studio A.6.5.

Sumber: Hasil olahan penulis, 2024

Pengukuran dilakukan pada 10 titik di area meja belajar dan 1 titik di area meja dosen dan asisten dosen, dengan ketinggian 80 cm dari lantai sesuai standar ergonomi tempat kerja (Gambar 1). Pemilihan titik-titik ini berdasarkan rekomendasi SNI 6197:2020 yaitu pengukuran di beberapa titik untuk memastikan distribusi cahaya yang merata di seluruh ruangan. Pemilihan waktu pengukuran sama seperti jam operasional ruangan yaitu pukul 08.00 - 16.00, Maka terdapat tiga waktu pengukuran yaitu pukul 09.00, pukul 12.00, dan pukul 15.00. Pengukuran eksisting dilakukan menggunakan alat Lux Meter Fluke 941. Alat ini memiliki akurasi yang tinggi dengan *range* pengukuran hingga 20.000 lux, yang sesuai dengan standar pencahayaan untuk ruang kerja dan belajar (Gambar 2).



Gambar 2. Gambar alat lux meter merk Fluke

Sumber: <https://www.fluke.com/id-id/produk/alat-untuk-infrastruktur-bangunan/alat-tes-indoor-air-quality/fluke-941>, diakses September 2024

Analisis Simulasi DIALux

Simulasi dengan DIALux digunakan dalam proses analisis perbandingan kualitas pencahayaan pada eksisting sebelum dan sesudah dilakukan simulasi terhadap perubahan jenis lampu. Penelitian ini menggunakan dimensi bukaan dan kondisi pencahayaan alami sebagai variabel tetap, dan

menggunakan jenis lampu sebagai variabel bebas. Hal ini dilakukan untuk mengetahui optimalisasi pencahayaan sebagai variabel terikat, tanpa harus merubah bukaan sebagai pencahayaan alami didalam desain ruang studio A.6.5. Maka simulasi ini penting dalam melihat visualisasi persebaran dan intensitas pencahayaan pada kondisi eksisting ruang studio A.6.5. Menurut laman DIALux (2023), DIALux merupakan perangkat lunak yang memudahkan para desainer pencahayaan dengan fasilitas simulasi pencahayaan alami dan buatan dengan pilihan berbagai macam produk lampu dari berbagai produsen. Penggunaan DIALux dalam analisi simulasi secara garis besar dilakukan dengan langkah-langkah seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan simulasi

Sumber: Hasil olahan penulis, 2024

Hasil Analisis dan Pembahasan

Pengukuran Lapangan

Ruang studio A.6.5 gedung Agape yang merupakan objek penelitian, memiliki dimensi panjang 8 m pada sisi utara dan 6,8 m pada sisi selatan, lebar 9,8 m pada sisi timur dan barat, serta tinggi 3,5 m (Gambar 1). Gambar 4 merupakan dimensi bukaan pada ruang studio A.6.5 dimana ruang ini memiliki 4 buah jendela kaca pada bagian barat dengan dimensi 150 cm x 80 cm, 1 pintu kaca bening dengan dimensi 230 cm x 120 cm, dan 1 pintu kaca sandblast dengan dimensi 210 cm x 80 cm. Bukaan pada studio A.6.5 merupakan pencahayaan alami dan sebagai variabel tetap. Terdapat 6 lampu Philips 18 W dengan 147 lm/W yang merupakan pencahayaan buatan di ruangan ini dan sebagai variabel bebas.

Dimensi Jendela			Dimensi Pintu			Dimensi Pintu		
Barat	Luas	Jumlah	Selatan	Luas	Jumlah	Timur	Luas	Jumlah
 0,8 m	1,2 m ²	4 buah	 0,8 m	1,68 m ²	1 buah	 1,2 m	2,76 m ²	1 buah

Gambar 4. Dimensi Bukaan Ruang Studio A.6.5.

Sumber: Hasil analisis penulis, 2024

Pengukuran intensitas cahaya (variabel terikat) menggunakan lux meter dilakukan pada 10 titik amatan (Gambar 1). Hasil Pengukuran ini akan digunakan untuk melihat apakah pencahayaan ruangan sudah memenuhi standar, atau apakah perlu ada penyesuaian lebih lanjut dalam pengaturan pencahayaan buatan. Intensitas pencahayaan diukur diukur pada Kamis, 3 Oktober 2024 pukul 09.00, pukul 12.00, dan pukul 15.00 menggunakan lux meter yang dilakukan pada tiga kondisi.

Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami

Hasil pengukuran pencahayaan alami pada eksisting ditunjukkan pada Tabel 1. Intensitas pencahayaan alami di sebagian besar titik masih berada di bawah standar minimum 300-500 lux yang direkomendasikan oleh SNI 6197:2020 untuk ruang kerja dan belajar. Misalnya pada titik 1, intensitas cahaya hanya mencapai 55 lux pada puncaknya di pukul 12.00, yang jauh di bawah standar yang ditetapkan. Ini menegaskan bahwa pencahayaan alami di beberapa area ruang studio masih belum

optimal. Distribusi cahaya alami ini tidak memenuhi standar minimal yang disyaratkan oleh SNI 6197:2020, yaitu 300-500 lux, terutama di area-area penting seperti meja kerja mahasiswa.

Tabel 1. Hasil pengukuran intensitas pencahayaan alami eksisting

Intensitas Cahaya (lux) – Pencahayaan Alami											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
09.00	35	98	53	89	57	32	15	29	18	195	50
12.00	55	100	89	100	72	67	25	62	40	148	93
15.00	19	28	21	24	22	23	15	24	24	43	25

Sumber: Hasil olahan penulis, 2024

Hasil Pengukuran Pencahayaan Buatan

Hasil pengukuran pencahayaan buatan pada eksisting ditunjukkan pada tabel 2 yang tidak menggunakan waktu tertentu, karena semua bukaan yang merupakan pencahayaan alami ditutup. Dalam tabel di atas memperlihatkan intensitas cahaya buatan lebih merata dibandingkan cahaya alami. Namun, beberapa titik seperti titik 11 hanya mencapai 123 lux, yang masih jauh dari standar pencahayaan yang direkomendasikan yaitu 300-500 lux. Ini mengindikasikan bahwa pencahayaan buatan yang ada tidak cukup efektif dalam mendistribusikan cahaya secara optimal di seluruh ruangan.

Tabel 2. Hasil pengukuran intensitas pencahayaan alami eksisting

Intensitas Cahaya (lux) – Pencahayaan Buatan											
	Titik Ukur										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	187	189	177	180	189	187	175	180	188	190	123

Sumber: Hasil olahan penulis, 2024

Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami dan Buatan

Pada Tabel 3 menyajikan hasil pengukuran gabungan antara pencahayaan alami dan buatan. Pengukuran ini dilakukan untuk melihat bagaimana kombinasi kedua sumber cahaya berkontribusi pada distribusi total pencahayaan di ruang studio. Dari hasil pengukuran, terlihat bahwa intensitas pencahayaan gabungan masih tidak merata. Pada beberapa titik, seperti titik 1, intensitas mencapai 190 lux pada pukul 09.00, namun meningkat menjadi 216 lux pada pukul 12.00. Meskipun terjadi peningkatan dengan penambahan cahaya buatan, hasil ini masih belum mencapai standar yang direkomendasikan untuk ruang kerja yakni 300-500 lux.

Tabel 3. Hasil pengukuran intensitas pencahayaan alami dan buatan eksisting

Intensitas Cahaya (lux) – Pencahayaan Alami dan Buatan											
Jam	Titik Ukur										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
09.00	190	320	216	216	225	215	170	207	152	280	127
12.00	216	218	238	218	247	228	190	228	175	295	171
15.00	188	187	202	167	210	206	202	201	182	205	109

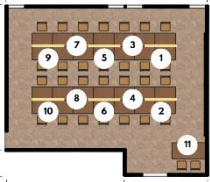
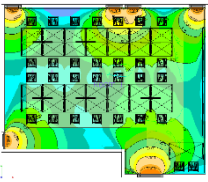
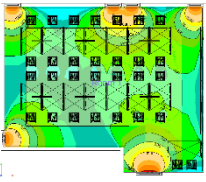
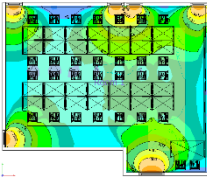
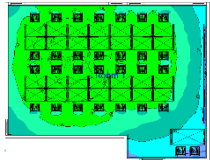
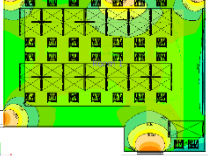
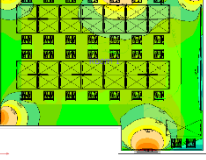
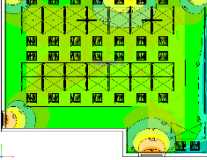
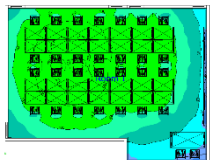
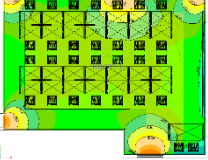
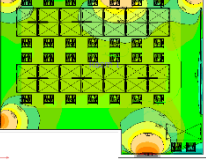
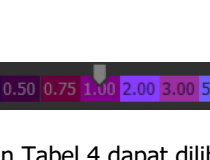
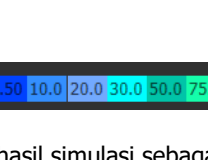
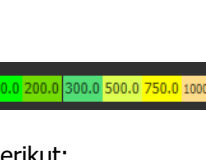
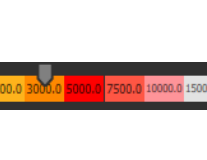
Sumber: Hasil olahan penulis, 2024

Peningkatan pencahayaan buatan tidak cukup signifikan untuk menutupi kekurangan pencahayaan alami, terutama di area-area seperti titik 7 dan titik 9 yang hanya mencapai 170 lux dan 152 lux, masing-masing bahkan setelah digabungkan dengan pencahayaan buatan yang digunakan saat ini belum dapat memberikan distribusi cahaya yang optimal di seluruh area ruangan.

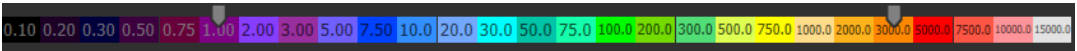
Analisis Hasil Simulasi DIALux

Tabel 4 menunjukkan persebaran dan intensitas pencahayaan di studio A.6.5 gedung Agape dengan mempertimbangkan pencahayaan buatan yang mempengaruhi evaluasi dan optimalisasi kualitas pencahayaan pada ruangan tersebut.

Tabel 4. Hasil simulasi intensitas cahaya terhadap pencahayaan buatan

Hasil Simulasi Intensitas Cahaya (lux)				
Jenis pencahayaan Buatan (Variabel Bebas)		Waktu Simulasi		
		09.00	12.00	15.00
Tanpa Pencahayaan Buatan				
	Philips 37.5 W 62 lm/W (hanya lampu)	Buatan + alami	Buatan + alami	Buatan + alami
				
	Philips 37.5 W 62 lm/W (hanya lampu)	Buatan + alami	Buatan + alami	Buatan + alami
Developing Pencahayaan Buatan Eksisting				
	Philips 37.5 W 62 lm/W (hanya lampu)	Buatan + alami	Buatan + alami	Buatan + alami
				
	Philips 37.5 W 62 lm/W (hanya lampu)	Buatan + alami	Buatan + alami	Buatan + alami

Sumber: Hasil olahan penulis, 2024



Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat hasil simulasi sebagai berikut:

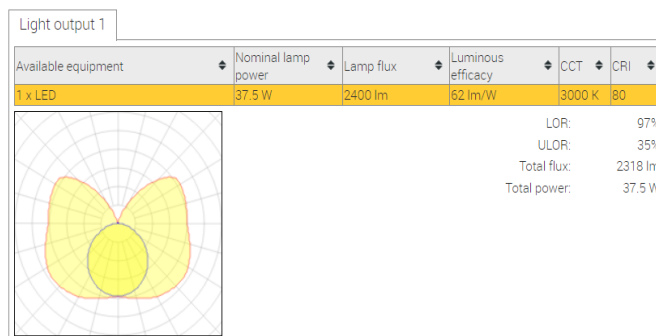
Simulasi Tanpa Pencahayaan Buatan

Hasil simulasi persebaran dan intensitas pencahayaan alami pada studio A.6.5 secara umum memenuhi standar Greenship 1.2 setidaknya 30% pencahayaan alami memiliki intensitas 300 lux. Namun persebaran pencahayaan alami pada eksisting berdasarkan simulasi tidak merata. Terutama pada area belajar atau kerja yang memiliki intensitas pencahayaan lebih rendah daripada intensitas di dekat area bukaan. Berdasarkan persebaran intensitas cahaya terhadap waktu ada beberapa titik amatan yang mengalami perubahan signifikan yaitu titik 6, 7, 8, 9, dan 10. Perubahan nilai lux pada titik-titik

tersebut adalah ± 70 lux. Contoh titik 8 pada pukul 09.00 dan 12.00 memiliki intensitas > 100 lux, sedangkan pada pukul 15.00 titik 8 memiliki intensitas pencahayaan ± 30 lux.

Simulasi dengan Pencahayaan Buatan Eksisting (Lampu Eksisting Philips 37.5 W 62 lm/W)

Intensitas pencahayaan dari hasil simulasi pencahayaan buatan menggunakan Philips 37.5 W 62 lm/W lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil pengukuran langsung (Gambar 5). Namun secara umum hasil simulasi atau pengukuran menunjukkan nilai intensitas pencahayaan buatan masih dibawah standar SNI 6197:2020 yaitu ± 100 lux, dengan persebaran pencahayaan yang lebih merata. Hasil simulasi dari penggabungan pencahayaan alami dan pencahayaan buatan (lampu eksisting) menunjukkan adanya peningkatan intensitas cahaya sebesar ± 100 lux. Meskipun begitu pencahayaan alami dan pencahayaan buatan yang sama seperti kondisi eksisting tetap belum memenuhi standar. Area meja kerja / belajar rata-rata memiliki nilai intensitas cahaya sebesar ± 200 lux.

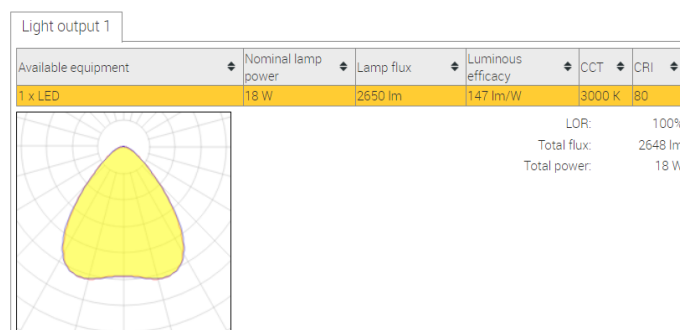


Gambar 5. Dimensi bukaan ruang Studio A.6.5

Sumber: Hasil analisis penulis, 2024

Simulasi dengan *Developing* Pencahayaan Buatan (Lampu Philips 18 W 147 lm/W)

Intensitas persebaran cahaya buatan pada meja studio menunjukkan angka 300-500 lux saat lampu diganti menggunakan Philips 18 W 147 lm/W (Gambar 6). Pada kondisi ini, meskipun tanpa pencahayaan alami, setidaknya bagian meja studio terpapar intensitas cahaya 300-500 lux dan sudah cukup nyaman untuk melakukan aktivitas pada meja saja.



Gambar 6. Dimensi bukaan Ruang Studio A.6.5

Sumber: Hasil analisis penulis, 2024

Pada tahap simulasi *developing/rekomendasi*, penggunaan lampu Philips 18W dengan 147 lm/W memberikan hasil yang jauh lebih baik (Gambar 6). Distribusi pencahayaan menjadi lebih merata dan intensitas cahaya di sebagian besar titik berada di kisaran 300-500 lux. Lampu baru ini lebih efisiensi secara energi, dengan gaya lebih rendah dibandingkan lampu eksisting (18W vs 37.5W), namun

memberikan output lumen yang lebih tinggi. *Luminous efficiency* yang lebih tinggi memungkinkan pencahayaan yang lebih terang dengan konsumsi energi di ruang studio A.6.5.

Pengaruh Waktu terhadap Intensitas Cahaya

Dalam hasil simulasi perbedaan waktu juga mempengaruhi tingkat intensitas pencahayaan ruangan meskipun sudah menggunakan pencahayaan alami dan buatan. Kondisi intensitas cahaya paling tidak optimal pada eksisting dan *developing* terjadi di pukul 15.00 (3 sore). Dari tabel 4, nampak bahwa pada jam tersebut merupakan jam dengan kondisi pencahayaan paling tidak optimal dilihat dari sisi utara studio terdapat sebaran indikator warna biru (50-75 lux). Untuk kondisi paling tidak optimal pada kondisi *developing* pencahayaan buatan juga terlihat adanya sebaran indikator warna biru (50-75 lux) pada sisi utara dan timur studio. Kondisi intensitas cahaya paling optimal pada eksisting dan *developing* terjadi di pukul 12.00. Pada kondisi eksisting, terlihat sebaran indikator warna biru (50-75 lux) pada sisi utara studio hampir tidak terlihat. Untuk kondisi *developing* (tabel 4), indikator warna biru pada utara studio (50-75 lux) juga cukup berkurang serta sebaran indikator warna kuning (500 lux) pada meja studio paling merata.

Hasil simulasi jika dibandingkan dengan hasil pengukuran memiliki nilai intensitas pencahayaan optimal yang sama pada pukul 12.00. Namun untuk nilai intensitas pencahayaan yang tidak optimal memiliki nilai yang relatif tergantung pada posisi titik amatan dan kondisi realistis pada ruang studio A.6.5. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan simulasi yang tidak bisa sama persis dengan kondisi real dari ruang studio A.6.5.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi *existing* pencahayaan alami pada studio A.6.5 UKDW Yogyakarta sudah optimal dengan setidaknya sebanyak 30% dari ruangan telah terpapar cahaya alami sebanyak 300 lux. Hasil ini mempertegas tidak diperlukannya perubahan pada bukaan studio A.6.5.
2. Kondisi *existing* pencahayaan buatan pada studio A.6.5 UKDW Yogyakarta belum optimal karena hasil intensitas cahaya yang didapat pada meja belum mencapai standar (300-500 lux). Oleh sebab itu, diperlukannya penggantian spesifikasi lampu yang memiliki *luminous efficiency* yang lebih tinggi (Lampu Philips 18 W 147 lm/W).
3. Kondisi *existing* pencahayaan alami dan buatan pada studio A.6.5 UKDW Yogyakarta belum optimal karena hasil intensitas cahaya yang didapat pada meja belum mencapai standar (500-700 lux). Oleh sebab itu, dilakukannya simulasi penggabungan antara pencahayaan alami *existing* dan pencahayaan buatan *developing*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pencahayaan ruang studio A.6.5 sudah optimal.

Dari hasil simulasi dan pengukuran, ditemukan bahwa lampu eksisting dengan *luminous efficiency* sebesar 62 lm/W dan daya 37.5 W memiliki efisiensi yang lebih rendah dibandingkan lampu rekomendasi yang memiliki *luminous efficiency* besar 147 lm/W dan daya hanya 18 W. Meskipun lampu eksisting memiliki daya yang lebih besar, lampu rekomendasi memberikan pencahayaan yang lebih terang karena efisiensi lumennya yang lebih tinggi.

Daftar Pustaka

- Lindh, U. W., & Billger, M. (2021). Light distribution and perceived spaciousness: Light patterns in scale models. *Sustainability (Switzerland)*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/su132212424>
- Ragilyani, N., & Dewi, A. P. (2021). Pengaruh Pencahayaan Alami terhadap Kenyamanan Visual di Ruang Studio Arsitektur Universitas Pancasila. *Sinektika: Jurnal Arsitektur*, 18(1). <https://doi.org/10.23917/sinektika.v18i1.13327>