



PENELITIAN PENCAHAYAAN PADA RUANG KELAS DAN RUANG STUDIO DI UNIKOM

Muhammad Ridwan Syafi'i¹, Muhammad Fachri Khadafi Akbar², Fahrezi Nur Imanialgi³,
Salmon Priaji Martana⁴

¹⁻³ Mahasiswa Teknik Arsitektur, Universitas Komputer Indonesia, Jl. Dipati Ukur 112-119, Bandung 40132, Indonesia

⁴ Dosen Teknik Arsitektur, Universitas Komputer Indonesia, Jl. Dipati Ukur 112-119, Bandung 40132, Indonesia

Abstrak

Pencahayaan yang memadai sangat penting untuk mendukung kenyamanan dan keamanan dalam bekerja atau belajar. Pencahayaan yang baik memungkinkan pekerja atau mahasiswa untuk mengamati objek dengan jelas dan efisien, serta menciptakan suasana lingkungan yang menyegarkan. Sebaliknya, pencahayaan yang kurang dapat menurunkan ketajaman penglihatan, menyebabkan kelelahan mata karena mata berusaha mengakomodasi secara terus-menerus. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kualitas pencahayaan pada beberapa ruangan di Kampus UNIKOM, yang digunakan oleh mahasiswa setiap hari. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan pengumpulan data dari sampel berdasarkan kriteria tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ruang kelas 5505 dan ruang studio 4609 tidak memenuhi standar pencahayaan yang ditetapkan oleh SNI 03-6575-2001. Hasil iluminansi (LUX) pada sebagian besar meja kerja di ruang kelas 5505 hanya berkisar antara 20-220 LUX, sedangkan pada ruang studio 4609 berkisar antara 32-721 LUX. Temuan ini menunjukkan perlunya perbaikan pencahayaan agar memenuhi standar yang disarankan untuk ruang kelas dan ruang studio, yang dapat meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pengguna.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

ARTICLE INFO

Received 26/08/2023

Accepted 21/09/2023

Available online 30/09/2023

*Corresponding Author

Muhammad Fachri Khadafi Akbar
Universitas Komputer Indonesia
+62 856-5939-3087

Email: fachrihadafi.2015@gmail.com



Copyright ©2024. DESA

Kata Kunci:

Pencahayaan, Ruang Kelas, Ruang Gambar, UNIKOM.

1. Pendahuluan

Pencahayaan adalah salah satu aspek penting dalam desain ruang, terutama di ruang yang digunakan untuk kegiatan belajar atau bekerja, seperti ruang kelas dan ruang studio. Pencahayaan yang memadai tidak hanya berperan dalam memberikan kenyamanan visual bagi penggunanya, tetapi juga berkontribusi pada kesehatan, keselamatan, dan produktivitas. Di ruang-ruang pendidikan seperti ruang kelas dan ruang studio, kualitas pencahayaan dapat mempengaruhi kinerja mahasiswa dalam belajar dan beraktivitas (Georgiou, 2015). Penerangan yang buruk dapat menyebabkan ketegangan mata, kelelahan visual, bahkan mengganggu konsentrasi (Boyce, 2014).

Menurut standar nasional Indonesia (SNI) 03-6575-2001 tentang tata cahaya di ruang dalam, ruang kelas dan ruang studio harus memenuhi tingkat iluminansi tertentu untuk mendukung kenyamanan dan efektivitas kegiatan yang berlangsung di dalamnya. Pencahayaan yang optimal, dengan tingkat iluminansi yang sesuai, dapat meningkatkan kualitas pengamatan terhadap materi pembelajaran atau hasil karya yang sedang dikerjakan, serta mencegah terjadinya masalah kesehatan seperti kelelahan mata dan sakit kepala (Wolverton et al., 2002).

Namun, tidak semua ruang di kampus-kampus pendidikan, termasuk di Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM), selalu memenuhi standar pencahayaan yang disarankan. Beberapa ruangan, terutama ruang kelas dan studio, mungkin mengalami perbedaan pencahayaan yang signifikan, tergantung pada desain tata letak ruang, penggunaan lampu, serta faktor eksternal seperti posisi bangunan dan sumber cahaya alami (Simons & Gauthier, 2018). Oleh karena itu, penting untuk melakukan pengukuran dan evaluasi terhadap tingkat pencahayaan yang ada di ruang-ruang tersebut, agar dapat mengetahui sejauh mana ruang kelas dan studio di UNIKOM memenuhi standar pencahayaan yang berlaku.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis tingkat iluminansi di ruang kelas dan ruang studio di UNIKOM, serta untuk membandingkannya dengan standar yang ditetapkan dalam SNI 03-6575-2001. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk perbaikan pencahayaan di ruang-ruang tersebut, guna meningkatkan kenyamanan dan produktivitas mahasiswa dalam belajar dan berkarya.

2. Kajian Pustaka

2.1 Ruang Kelas

Ruang kelas adalah salah satu jenis ruang pendidikan yang dirancang untuk kegiatan belajar mengajar antara guru dan siswa atau mahasiswa. Dalam ruang kelas, interaksi dan proses pembelajaran berlangsung, baik itu secara tatap muka maupun berbasis media lainnya. Oleh karena itu, kenyamanan dalam ruang kelas sangat penting, terutama dalam hal pencahayaan, karena pencahayaan yang tepat akan mempengaruhi kualitas pembelajaran, kesehatan visual, serta kenyamanan fisik dan psikologis penghuninya (Cuttle, 2015).

Pencahayaan yang ideal dalam ruang kelas memiliki peranan yang sangat besar dalam mendukung efektivitas proses pembelajaran. Menurut standar yang ditetapkan oleh SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cahaya Ruang Dalam, ruang kelas harus memenuhi tingkat iluminansi tertentu yang sesuai dengan aktivitas yang berlangsung di dalamnya. Sebagai contoh, ruang kelas untuk pendidikan dasar atau menengah harus memiliki tingkat pencahayaan yang memadai pada area kerja atau meja siswa. Tingkat iluminansi minimal yang disarankan adalah sekitar 300 lux pada area kerja (Carmona et al., 2010). Standar pencahayaan ini bertujuan untuk mengurangi kelelahan mata, meningkatkan konsentrasi, dan memberikan visibilitas yang cukup untuk kegiatan membaca, menulis, dan penggunaan alat bantu ajar lainnya (Boyce, 2014).

Selain itu, pencahayaan dalam ruang kelas juga harus memperhatikan distribusi cahaya yang merata, menghindari bayangan berlebih atau silau yang dapat mengganggu kenyamanan mata. Cahaya yang terlalu terang atau kurang dapat menyebabkan ketegangan pada mata, yang pada akhirnya akan mengurangi efektivitas pembelajaran. Dengan demikian, pencahayaan yang ideal dalam ruang kelas tidak hanya berdasarkan kuantitas (lux), tetapi juga kualitas, termasuk kecerahan yang merata dan pengaturan suhu warna cahaya yang sesuai dengan kebutuhan (Wolverton et al., 2002).

Secara umum, pencahayaan yang memenuhi standar ini akan mendukung kenyamanan dan kinerja penggunaannya, serta mengurangi potensi masalah kesehatan terkait penglihatan, seperti ketegangan mata, sakit kepala, atau gangguan visual lainnya (Georgiou, 2015).

2.2 Ruang Gambar

Studio gambar arsitektur adalah ruang yang dirancang khusus untuk kegiatan perancangan dan pembuatan gambar arsitektur, termasuk sketsa, rencana, serta model-model bangunan. Di dalam studio ini, mahasiswa atau profesional arsitektur menggunakan berbagai alat dan media untuk mengekspresikan ide-ide desain mereka, seperti meja gambar, komputer, dan perangkat lunak desain arsitektur. Kegiatan di studio arsitektur memerlukan tingkat pencahayaan yang sangat baik agar proses menggambar dan merancang dapat dilakukan dengan akurat dan efisien. Pencahayaan yang tepat tidak hanya meningkatkan kualitas pekerjaan, tetapi juga berkontribusi pada kenyamanan dan kesehatan visual penggunaannya (Cuttle, 2015).

Pencahayaan yang ideal dalam studio gambar arsitektur berfokus pada dua aspek utama: kuantitas dan distribusi cahaya. Menurut standar yang ditetapkan oleh SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cahaya Ruang Dalam, ruang studio gambar arsitektur harus memiliki tingkat iluminansi yang lebih tinggi dibandingkan dengan ruang kelas biasa, karena aktivitas yang dilakukan dalam studio ini memerlukan tingkat detail yang tinggi dan pengamatan yang akurat terhadap sketsa dan gambar. Studi yang dilakukan oleh Boyce (2014) menyarankan agar tingkat pencahayaan di area kerja, seperti meja gambar, harus mencapai minimal 500 lux, dengan kecerahan yang merata untuk menghindari bayangan yang dapat mengganggu proses gambar.

Selain tingkat iluminansi yang cukup, kualitas cahaya juga memainkan peran penting. Pencahayaan dalam studio gambar arsitektur sebaiknya terdiri dari pencahayaan yang merata dengan distribusi cahaya yang tidak menciptakan kontras yang tajam antara area terang dan gelap. Hal ini untuk memastikan bahwa detail gambar atau desain dapat terlihat dengan jelas tanpa menyebabkan kelelahan mata (Wolverton et al., 2002). Cahaya yang terlalu terang atau terlalu redup dapat mengurangi ketajaman visual dan menyebabkan kelelahan mata, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kualitas dan produktivitas pekerjaan desain (Georgiou, 2015).

Selain itu, jenis lampu yang digunakan dalam studio gambar arsitektur harus memiliki temperatur warna yang sesuai, biasanya di kisaran 4000–5000 Kelvin, yang memberikan cahaya putih netral yang ideal untuk pengamatan visual yang akurat. Pencahayaan dengan temperatur warna yang salah dapat mengubah persepsi warna pada gambar, yang berpotensi mengganggu interpretasi desain dan kualitas pekerjaan (Carmona et al., 2010).

Secara keseluruhan, penerapan pencahayaan yang tepat di studio gambar arsitektur tidak hanya bergantung pada intensitas cahaya, tetapi juga pada kualitas distribusi cahaya dan pemilihan sumber cahaya yang sesuai dengan kebutuhan visual yang intensif.

2.3 Pencahayaan

Pencahayaan yang baik dalam ruang belajar sangat penting untuk mendukung kenyamanan dan efektivitas proses belajar mengajar. Pencahayaan yang ideal memungkinkan peserta didik untuk melihat dengan jelas teks, gambar, dan materi pembelajaran lainnya tanpa menyebabkan ketegangan pada mata, serta menciptakan suasana yang nyaman untuk berpikir dan berinteraksi. Dalam hal ini, standar pencahayaan yang diterapkan harus memperhatikan tingkat iluminansi, distribusi cahaya, serta kualitas cahaya untuk mendukung aktivitas belajar secara optimal (Boyce, 2014).

Menurut SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cahaya Ruang Dalam, ruang kelas harus memenuhi standar pencahayaan

minimal yang mendukung kenyamanan visual dan kesehatan penglihatan. Standar ini merekomendasikan tingkat iluminansi minimum untuk ruang kelas sebesar 300 lux, dengan distribusi cahaya yang merata untuk mencegah bayangan atau kontras yang terlalu tajam di area kerja. Pencahayaan yang merata akan memastikan bahwa seluruh ruangan terang dengan intensitas cahaya yang seimbang, yang tidak hanya mengurangi ketegangan pada mata tetapi juga meningkatkan konsentrasi siswa (Carmona et al., 2010).

Selain iluminansi, kualitas cahaya juga memainkan peran penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang ideal. Pencahayaan sebaiknya bersifat uniform, yakni distribusinya merata di seluruh ruang untuk menghindari zona terang dan gelap yang bisa mengganggu kenyamanan penglihatan. Cahaya yang terlalu terang dapat menyebabkan kelelahan mata, sementara cahaya yang terlalu redup dapat mengurangi kemampuan membaca dan menulis dengan jelas (Georgiou, 2015). Oleh karena itu, penting untuk memilih sumber cahaya yang mampu memberikan pencahayaan yang cukup tanpa mengarah pada glare atau cahaya silau, yang bisa menyebabkan ketidaknyamanan.

Selain itu, temperatur warna cahaya juga penting untuk menciptakan suasana yang kondusif bagi proses belajar. Pencahayaan dengan temperatur warna yang lebih hangat (di bawah 3000 Kelvin) sering kali dikaitkan dengan suasana yang lebih santai dan nyaman, sementara pencahayaan dengan temperatur warna lebih tinggi (di atas 4000 Kelvin) sering dianggap lebih baik untuk kegiatan yang membutuhkan fokus tinggi dan ketajaman visual, seperti membaca atau menulis (Boyce, 2014). Oleh karena itu, suhu warna cahaya yang netral atau sedikit lebih dingin (4000-5000 Kelvin) sering disarankan untuk ruang kelas, karena membantu meningkatkan kewaspadaan dan konsentrasi siswa selama kegiatan belajar (Cuttle, 2015).

Secara keseluruhan, standar pencahayaan yang baik untuk ruang belajar harus mencakup penerapan iluminansi yang sesuai dengan jenis aktivitas yang dilakukan, distribusi cahaya yang merata, serta pemilihan jenis dan temperatur warna cahaya yang tepat untuk mendukung kenyamanan visual dan efektivitas proses belajar mengajar. Pencahayaan sendiri, membutuhkan yang alami maupun buatan.

2.3.1 Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami merupakan aspek penting dalam menciptakan lingkungan ruang kelas yang sehat, nyaman, dan efisien. Pencahayaan alami dapat membantu meningkatkan kualitas udara, mengurangi ketergantungan pada pencahayaan buatan, serta memberikan manfaat psikologis bagi penghuni ruang. Dalam konteks ruang kelas, pencahayaan alami yang optimal dapat mendukung konsentrasi dan kenyamanan siswa, serta mempengaruhi kualitas pembelajaran secara keseluruhan (Boyce, 2014).

Menurut SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cahaya Ruang Dalam, pencahayaan alami memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi standar pencahayaan minimum di ruang kelas. Syarat utama pencahayaan alami adalah adanya akses yang cukup terhadap cahaya matahari melalui ventilasi atau jendela yang cukup besar dan terdistribusi dengan baik. Sumber cahaya alami, seperti cahaya matahari yang masuk melalui jendela atau skylight, memberikan iluminansi yang lebih merata dan kualitas visual yang lebih baik dibandingkan dengan pencahayaan buatan. Selain itu, pencahayaan alami juga dapat mengurangi ketergantungan pada listrik, yang pada gilirannya berkontribusi pada efisiensi energi dan keberlanjutan (Gehl, 2010).

Syarat Kebutuhan Pencahayaan Alami untuk Ruang Kelas:

1. **Pencahayaan Alami yang Cukup**
Pencahayaan alami di ruang kelas harus cukup untuk memenuhi standar iluminansi minimum, yang menurut SNI 03-6575-2001 adalah 300 lux pada permukaan meja kerja. Pencahayaan alami yang memadai dapat memastikan bahwa ruang kelas terang dengan intensitas cahaya yang sesuai, terutama pada jam-jam siang hari. Hal ini membantu mencegah ketegangan mata, yang sering terjadi akibat pencahayaan buatan yang kurang memadai (Boyce, 2014).
2. **Pengaturan dan Akses Cahaya Matahari**
Menurut International Commission on Illumination (CIE), akses langsung cahaya matahari sangat dianjurkan dalam ruang kelas. Namun, perlu adanya pengaturan agar cahaya yang masuk tidak langsung menyilaukan atau menyebabkan ketidaknyamanan pada siswa dan pengajar. Oleh karena itu, jendela atau ventilasi harus dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan cahaya alami masuk ke dalam kelas dengan kontrol intensitas yang baik (Georgiou, 2015).
3. **Rasio Pencahayaan Alami**
Idealnya, rasio pencahayaan alami dalam ruang kelas harus memperhitungkan ukuran dan orientasi bangunan. Rasio antara luas jendela dengan luas lantai harus cukup besar untuk memastikan bahwa cahaya alami dapat mencapai seluruh ruang. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa rasio luas jendela terhadap luas lantai sebesar 1:6 dapat memberikan distribusi cahaya yang merata di dalam ruang kelas (Cuttle, 2015).
4. **Kontrol Pencahayaan Alami**
Untuk mencegah silau dan memastikan pencahayaan yang merata, jendela kelas sebaiknya dilengkapi dengan tirai atau pelindung cahaya yang dapat mengatur intensitas cahaya yang masuk. Hal ini terutama penting pada saat siang hari ketika cahaya matahari lebih terik. Penempatan jendela yang tepat dan penggunaan bahan yang dapat memantulkan atau menyebarkan cahaya dengan baik akan memaksimalkan manfaat pencahayaan alami di ruang kelas (Carmona et al., 2010).
5. **Keseimbangan dengan Pencahayaan Buatan**
Meskipun pencahayaan alami memiliki banyak manfaat, dalam beberapa kondisi cuaca atau pada sore hari, cahaya

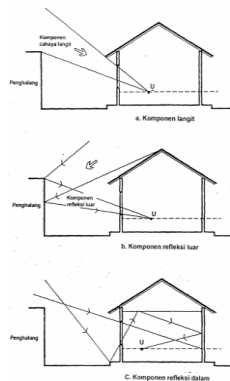
matahari mungkin tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan di ruang kelas. Oleh karena itu, pencahayaan buatan yang efisien dan ramah lingkungan harus dipertimbangkan sebagai pelengkap ketika pencahayaan alami tidak memadai. Hal ini memastikan kenyamanan visual tetap terjaga sepanjang hari (Carmona et al., 2010).

Pencahayaan alami yang optimal di ruang kelas dapat meningkatkan kenyamanan, kesehatan, dan konsentrasi siswa. Dengan memenuhi syarat-syarat pencahayaan alami, seperti pengaturan ukuran dan orientasi jendela, kontrol terhadap intensitas cahaya, serta perancangan yang memperhatikan rasio pencahayaan alami yang tepat, ruang kelas dapat menjadi lebih efisien secara energi, nyaman, dan mendukung kualitas belajar yang lebih baik. Pencahayaan alami yang baik seharusnya menjadi bagian integral dalam perancangan ruang kelas untuk menciptakan lingkungan yang mendukung proses belajar mengajar.

Dalam pencahayaan alami, terdapat berbagai macam faktor pencahayaan alami, yaitu:

1. Komponen langit

Yaitu merupakan sebuah komponen pencahayaan langsung dari matahari.



Gambar 2.1 Tiga komponen cahaya langit yang sampai pada suatu titik di bidang kerja (Sumber: SNI 03-2396-2001)

2. Komponen refleksi luar

Merupakan sebuah komponen pencahayaan yang berasal dari pantulan benda - benda yang ada disekitar bangunan/ruangan yang bersangkutan.

3. Komponen refleksi dalam.

Merupakan pencahayaan yang berasal dari pantulan pada permukaan-permukaan dalam ruangan yang bersumber dari matahari yang masuk melalui bukaan.

4. Sumber pencahayaan alami pada suatu ruangan diperlukan bukaan berupa jendela/dinding kaca dengan perbandingan minimal $\frac{1}{6}$ daripada luas lantai.

5. Variasi intensitas cahaya matahari

6. Letak geografis dan fungsi dari bangunan

7. Distribusi dan terangnya cahaya (SNI 03-2396-2001).

2.3.2 Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan merujuk pada sumber cahaya yang dihasilkan oleh perangkat listrik, yang tidak bersumber dari cahaya matahari. Pencahayaan buatan diperlukan untuk memastikan bahwa ruang yang sulit dijangkau sinar matahari tetap memiliki pencahayaan yang memadai untuk mendukung aktivitas manusia. Hal ini sangat penting dalam ruang-ruang yang terletak di area tertutup atau pada malam hari, di mana cahaya alami tidak dapat mencapainya. Dengan pencahayaan buatan, intensitas cahaya dapat dikendalikan dan disesuaikan sesuai kebutuhan tanpa bergantung pada kondisi alam (Fajrin, 2023). Selain itu, pencahayaan buatan memiliki keunggulan karena dapat diatur dan dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan fungsional suatu ruangan, menjadikannya fleksibel dan efisien.

Pencahayaan buatan tidak hanya mengatur kualitas visual dan kenyamanan, tetapi juga memiliki pengaruh besar terhadap kinerja dan kesehatan pengguna ruang. Oleh karena itu, untuk menjamin kenyamanan dan efisiensi energi, perancangan sistem pencahayaan buatan harus mempertimbangkan beberapa faktor teknis yang telah ditetapkan dalam SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung. Dalam peraturan ini, terdapat pedoman yang mengatur berbagai aspek dari perancangan dan pengelolaan pencahayaan buatan, mulai dari perhitungan tingkat pencahayaan hingga pemeliharaan lampu.

Faktor-Faktor dalam Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan:

1. Perhitungan Tingkat Pencahayaan

Salah satu faktor penting dalam perancangan pencahayaan buatan adalah perhitungan tingkat pencahayaan. Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja yang

terletak 0,75 meter di atas lantai. Pada umumnya, untuk ruang kelas atau ruang kerja lainnya, tingkat pencahayaan yang disarankan adalah 300 lux hingga 500 lux, tergantung pada jenis kegiatan yang dilakukan. Perhitungan ini bertujuan untuk memastikan bahwa intensitas cahaya yang diterima oleh pengguna ruang cukup untuk melakukan kegiatan dengan nyaman dan efisien (Fajrin, 2023).

2. Koefisien Penggunaan (kp)
3. Koefisien penggunaan mengacu pada besarnya proporsi cahaya yang dipancarkan oleh lampu dan kemudian diserap oleh armatur atau dipantulkan kembali ke ruang. Besarnya koefisien ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah distribusi intensitas cahaya dari armatur, reflektansi permukaan langit-langit, dinding, dan lantai, dimensi ruang, serta cara pemasangan armatur (apakah menempel atau digantung pada langit-langit). Semakin tinggi koefisien penggunaan, semakin efisien pencahayaan yang dihasilkan, karena lebih banyak cahaya yang dipantulkan kembali ke ruang (Boyce, 2014).
4. Koefisien Depresiasi (kd)
5. Koefisien depresiasi merupakan parameter yang menunjukkan penurunan intensitas cahaya yang terjadi seiring waktu penggunaan. Penurunan cahaya ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti penurunan keluaran cahaya lampu, penurunan tegangan listrik, serta kebersihan lampu dan armatur. Koefisien depresiasi yang tinggi menunjukkan bahwa pencahayaan akan berkurang lebih cepat seiring waktu, yang dapat mempengaruhi kenyamanan dan efektivitas pencahayaan di ruang tersebut. Oleh karena itu, pemeliharaan rutin pada lampu dan armatur sangat penting untuk menjaga kualitas pencahayaan (Carmona et al., 2010).
6. Tingkat Pencahayaan Minimum yang Direkomendasikan
7. Tingkat pencahayaan minimum yang disarankan untuk berbagai fungsi ruang harus memadai agar aktivitas di ruang tersebut dapat berlangsung dengan baik. Sebagai contoh, ruang kelas memerlukan pencahayaan yang cukup untuk mendukung kegiatan belajar mengajar, sementara ruang studio atau laboratorium mungkin membutuhkan pencahayaan yang lebih tinggi dan lebih terfokus untuk mendukung pekerjaan detail atau eksperimen. Oleh karena itu, dalam merancang sistem pencahayaan, perlu mempertimbangkan kebutuhan spesifik masing-masing jenis ruang dan jenis aktivitas yang dilakukan di dalamnya (Gehl, 2010).

Pencahayaan buatan memiliki peran yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang nyaman dan mendukung aktivitas sehari-hari di ruang kelas maupun ruang studio. Dengan mengikuti pedoman yang telah ditetapkan dalam standar SNI 03-6575-2001, perancangan sistem pencahayaan buatan dapat dilakukan secara efisien dan efektif. Faktor-faktor seperti perhitungan tingkat pencahayaan, koefisien penggunaan, koefisien depresiasi, dan tingkat pencahayaan minimum sangat penting untuk diperhatikan dalam memastikan bahwa pencahayaan yang diberikan dapat memenuhi kebutuhan pengguna ruang, meningkatkan kenyamanan, serta mendukung produktivitas kegiatan yang berlangsung. Tingkat pencahayaan minimum yang diperlukan pada ruang kelas sebesar 250 lux dan ruang studio gambar 750 lux.

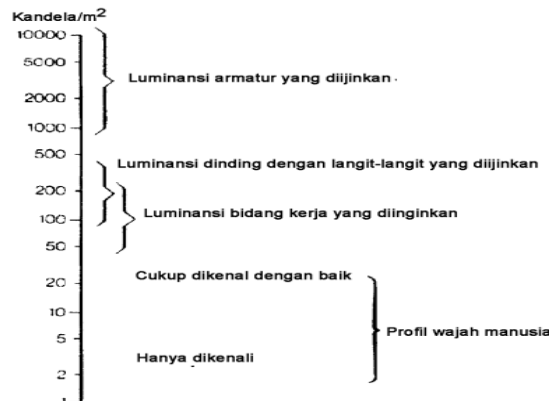
1. Sistem Pencahayaan Buatan (Lihat tabel 2.1). Sistem pencahayaan dikelompokkan menjadi:
 - Sistem pencahayaan merata
Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan yang merata diseluruh ruangan.
 - Sistem pencahayaan setempat
Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan pada bidang kerja yang tidak merata.
 - Sistem pencahayaan gabungan merata dan setempat
Sistem pencahayaan gabungan ini diperoleh dengan menambah sistem pencahayaan setempat pada sistem pencahayaan merata, dengan armatur yang dipasang di dekat tugas visual.

| Fungsi ruangan | Tingkat Pencahayaan (lux) | Kelompok renderasi warna | Keterangan |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---|
| Rumah Tinggal : | | | |
| Teras | 50 | 1 atau 2 | |
| Ruang tamu | 120 - 250 | 1 atau 2 | |
| Ruang makan | 120 - 250 | 1 atau 2 | |
| Ruang kerja | 120 - 250 | 1 | |
| Kamar tidur | 120 - 250 | 1 atau 2 | |
| Kamar mandi | 250 | 1 atau 2 | |
| Dapur | 250 | 1 atau 2 | |
| Garasi | 50 | 3 atau 4 | |
| Perkantoran : | | | |
| Ruang Direktur | 350 | 1 atau 2 | |
| Ruang kerja | 350 | 1 atau 2 | |
| Ruang komputer | 350 | 1 atau 2 | Gunakan armatur berklas untuk mencegah silau akibat pantulan layar monitor. |
| Ruang rapat | 300 | 1 atau 2 | |
| Ruang gambar | 750 | 1 atau 2 | Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar. |
| Gudang arsip | 150 | 3 atau 4 | |
| Ruang arsip aktif | 300 | 1 atau 2 | |
| Lembaga Pendidikan : | | | |
| Ruang kelas | 300 | 1 atau 2 | |
| Perpustakaan | 300 | 1 atau 2 | |
| Laboratorium | 500 | 1 | |
| Ruang gambar | 750 | 1 | Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar. |
| Kantin | 200 | 1 | |
| Hotel dan Restoran | | | |
| Lobby, koridor | 100 | 1 | |
| Ballroom/ruang sidang. | 200 | 1 | Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik. Sistem pencahayaan harus di rancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian "switching" dan "dimming" dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan. |
| Ruang makan. | 250 | 1 | |
| Cafeteria | 250 | 1 | |
| Kamar tidur. | 150 | 1 atau 2 | Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan cermin. |
| Dapur. | 300 | 1 | |
| Rumah Sakit/Balai pengobatan | | | |
| Ruang rawat inap | 250 | 1 atau 2 | |

Tabel 2.1 Tingkat Pencahayaan Minimum dan Renderasi Warna yang Direkomendasikan (Badan Standardisasi Nasional, 2001)

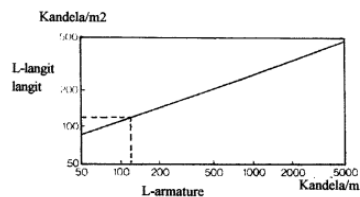
2. Distribusi illuminansi

- a. Distribusi luminansi didalam medan penglihatan harus diperhatikan sebagai pelengkap keberadaan nilai tingkat pencahayaan didalam ruangan (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Skala luminansi untuk pencahayaan interior. (Sumber: SNI 03-6575-2001)

- b. Luminansi permukaan dinding
Luminansi permukaan dinding bergantung pada luminansi objek dan tingkat pencahayaan merata dalam ruangan. Tingkat pencahayaan ruangan antara 500 - 2000 lux, maka luminansi dinding yang optimum adalah 100 candela/m².
- c. Iluminasi Permukaan Langit – langit
Luminansi langit - langit adalah fungsi luminansi armatur (Gambar 2.3)



Gambar 2.3 Luminansi Langit - langit terhadap luminansi armature (Sumber: SNI 03-6575-2001)

Dari grafik ini terlihat jika luminansi armatur kurang dari 120 candela/m² maka langit-langit harus lebih terang dari pada terang armatur. Nilai untuk luminansi langit-langit tidak dapat dicapai dengan hanya menggunakan armatur yang dipasang masuk ke dalam langit-langit.

- d. Distribusi luminansi bidang kerja
Distribusi luminansi bidang kerja harus lebih rendah dari luminansi bidang kerjanya, tetapi tidak kurang dari sepertiganya.

3. Silau

Silau terjadi apabila kecerahan suatu bagian dari interior jauh melebihi kecerahan dari area sekitarnya dalam ruang tersebut. Silau sering kali disebabkan oleh kecerahan yang berlebihan dari sumber cahaya seperti armatur pencahayaan atau jendela yang tidak terkontrol. Silau dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- *Disability Glare* (Silau yang Menyebabkan Ketidakmampuan Melihat)
Silau ini terjadi ketika suatu daerah yang dekat dengan bidang penglihatan memiliki luminansi yang jauh lebih tinggi daripada objek yang dilihat, sehingga mengganggu kemampuan visual pengguna untuk melihat dengan jelas. Hal ini menyebabkan penurunan kemampuan penglihatan pada area tertentu dan berisiko mengurangi produktivitas atau kenyamanan di ruang tersebut (SNI 03-6575-2001).
- *Discomfort Glare* (Silau yang Menyebabkan Ketidaknyamanan Melihat)
Ketidaknyamanan penglihatan disebabkan oleh perbedaan luminansi yang sangat besar antara elemen-elemen interior yang ada di ruang tersebut. Ketika beberapa bagian dari interior memiliki tingkat luminansi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bagian lain, pengguna merasa terganggu atau tidak nyaman saat melihat ke arah area yang lebih terang tersebut (SNI 03-6575-2001).

Silau, baik itu *disability glare* maupun *discomfort glare*, dapat mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan mata pengguna ruang. Oleh karena itu, penting untuk merancang sistem pencahayaan yang mempertimbangkan distribusi cahaya yang merata dan menghindari sumber cahaya yang terlalu terang atau tidak terkontrol (Boyce, 2014).

3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental, dengan kombinasi kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif dilakukan melalui pengukuran iluminansi pada dua ruang yang menjadi objek penelitian, yaitu ruang kelas R.5505 dan ruang studio gambar R.4609 di Kampus UNIKOM. Pengukuran dilakukan untuk mengevaluasi tingkat pencahayaan yang ada di kedua ruang tersebut dan membandingkannya dengan standar yang berlaku, yaitu SNI 03-6575-2001 mengenai *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung* (Badan Standardisasi Nasional, 2001).

Sumber informasi primer dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi lapangan langsung, yang mencakup pengukuran intensitas pencahayaan pada titik-titik tertentu di dalam ruang kelas dan studio. Sumber informasi sekunder diperoleh dari studi literatur, yang mencakup jurnal penelitian terkait serta peraturan standar nasional yang mengatur tata cara perancangan pencahayaan ruang, khususnya pada ruang kelas dan ruang studio (Badan Standardisasi Nasional, 2001).

Untuk pengukuran iluminansi, digunakan alat pengukur cahaya berupa aplikasi lux meter yang dipasang pada *smartphone iPhone* untuk mengukur tingkat lux pada titik lampu di kedua ruang yang diteliti. Selain itu, perangkat lunak Revit digunakan untuk membuat pemodelan tiga dimensi ruang yang diukur, sementara Dialux digunakan untuk mengukur dan menganalisis pencahayaan yang optimal berdasarkan konfigurasi ruang dan pengaturan pencahayaan yang ada.

Penggunaan perangkat lunak ini memungkinkan analisis yang lebih mendalam terkait distribusi pencahayaan, kualitas iluminansi, dan kesesuaian dengan standar pencahayaan yang ditetapkan. Hasil dari pengukuran ini akan digunakan untuk menilai apakah pencahayaan yang ada memenuhi kriteria yang sesuai dengan standar SNI 03-6575-2001, serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan jika diperlukan.

Pada penelitian ini, pencahayaan diukur menggunakan alat lux meter yang terpasang pada perangkat ponsel melalui aplikasi Light Meter LM-3000. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan ponsel pada ketinggian 50-60 cm, atau ditempatkan di atas kursi di dalam ruang kelas atau studio. Ruang yang diamati adalah ruang kelas 5505, yang merupakan ruang teori pada gedung lama, dan ruang studio 4609 yang terletak di gedung lama Miracle UNIKOM (Gambar 4.1). Kedua ruangan tersebut memiliki bukaan jendela, sehingga memungkinkan adanya paparan sinar matahari, baik di pagi, siang, maupun sore hari, meskipun intensitas sinar matahari dapat bervariasi.



Gambar 4.1 Kondisi Pencahayaan Ruang Studio Gambar 4609 dan Ruang Kelas 5505
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

Pencahayaan ruangan adalah satu faktor yang penting pada lingkungan kerja untuk meningkatkan kinerja dan juga menjadi salah satu faktor dalam kesehatan dan keselamatan kerja. Pencahayaan yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan kelelahan pada mata, sehingga performa pekerja menjadi menurun. Dalam lembaga pendidikan ruang kelas adalah ruangan yang paling sering digunakan dibandingkan ruangan lainnya, sehingga ruang kelas diperlukan pencahayaan yang memadai untuk menunjang terjadinya aktivitas belajar-mengajar dalam ruangan (Wulandari & Isfiaty, 2021).

Standar tingkat pencahayaan dan renderasi warna yang direkomendasikan dapat bervariasi tergantung pada fungsi dan kebutuhan ruangan atau aktivitas tertentu. Pada tabel menurut standar SNI bahwa untuk pencahayaan bagian Lembaga Pendidikan khususnya Ruang Kelas dan Ruang Gambar harus memenuhi sesuai standar, dan merata secara keseluruhan agar tidak menyebabkan mata mudah cepat lelah dan tidak terganggu. Tingkat pencahayaan standar menurut SNI 03-2396-2001 menyebutkan bahwa standar iluminansi pada ruang gambar adalah 750 lux dan ruang kelas adalah 250 lux.

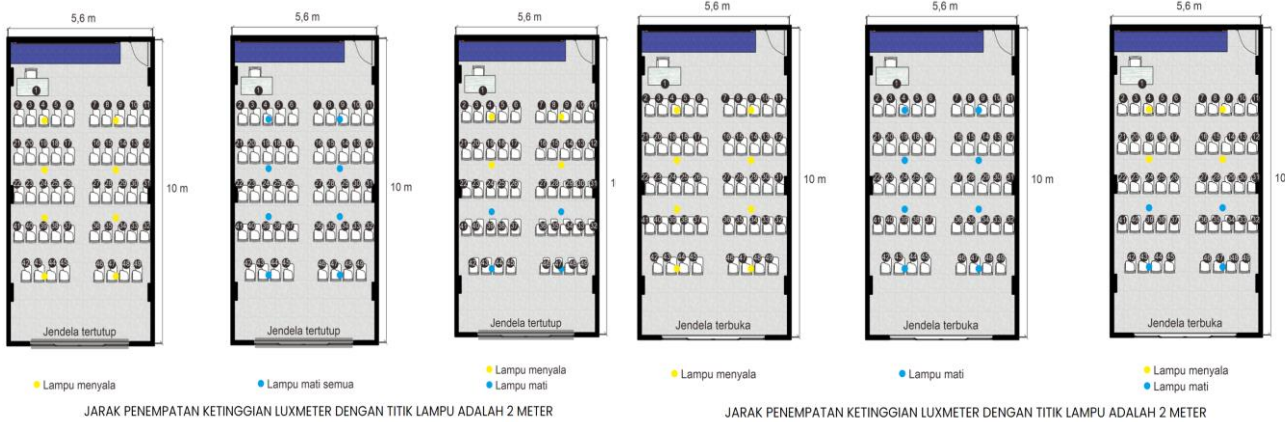
4. Pembahasan dan Hasil

4.1 Kelayakan Pencahayaan Ruang 5505 dan 4609

Pada penelitian ini untuk mengetahui lux di ruangan maka tentukan beberapa titik pengukuran pencahayaan ruang yang diteliti dengan menentukan beberapa indikator di antaranya seperti:

1. jendela tutup, lampu nyala semua
2. jendela tutup, lampu mati semua
3. jendela tutup, lampu mati sebagian (bagian belakang)
4. jendela buka, lampu nyala semua
5. jendela buka, lampu mati semua
6. jendela buka, lampu mati sebagian (bagian belakang)

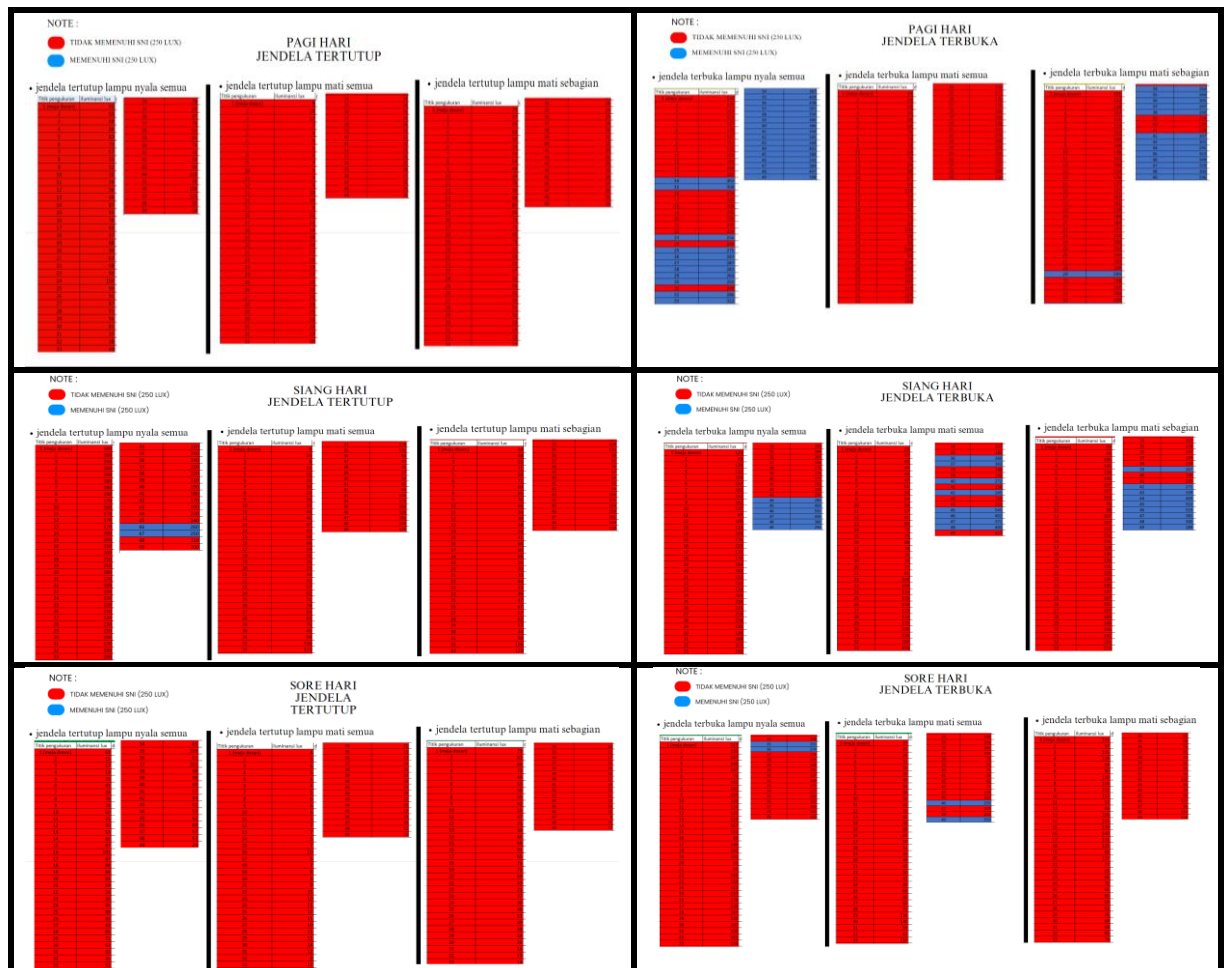
Alasan penggunaan enam indikator tersebut adalah untuk memperoleh pengukuran **lux** yang lebih akurat, dengan mempertimbangkan variasi cahaya yang berbeda pada setiap waktu dan jamnya. Beberapa indikator tersebut mencakup lokasi-lokasi yang mewakili berbagai area di dalam ruangan, seperti dekat jendela, tengah ruangan, dan pojok ruangan. Pada gambar 4.2 dan 4.3, ditunjukkan titik-titik pengukuran yang dilakukan oleh peneliti sesuai dengan enam indikator yang telah disebutkan di atas. Berikut analisis denah titik pengukuran pada ruang 5505



Gambar 4.2 Denah titik pengukuran ruang 5505 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

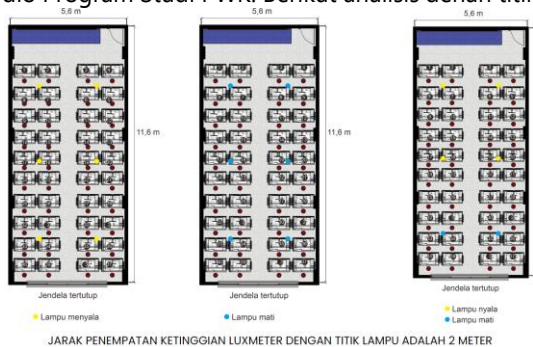
Gambar 4.3 Denah titik pengukuran ruang 5505 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Pengukuran ini dilakukan melalui beberapa variabel yang telah ditentukan. Pengukuran dilakukan pada setiap bangku yang ada di dalam ruangan. Gambar 4.4. menunjukkan hasil pengukuran tiap bangku pada ruang 5505 menggunakan aplikasi *Lux Meter*. Setelah dilakukan eksperimen dengan berbagai variabel diatas, dapat diketahui bahwa kondisi cahaya pada ruang kelas 5505 sebagian besar bangku tidak memenuhi standar. Hanya terdapat pada beberapa variabel dan kondisi yang memenuhi standar. Sebagian besar bangku pada area depan tidak memenuhi standar karena letaknya jauh dari jendela eksisting.

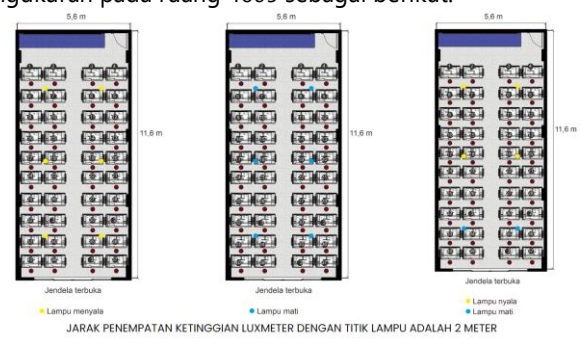


Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Ruang Kelas 5505 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Selain melakukan eksperimen pada ruang kelas, dilakukan eksperimen pada ruang gambar yaitu ruang 4609 yang terletak di gedung lama UNIKOM. Bentuk titik ukur kelas dapat dilihat pada gambar 4.5 dan 4.6. Ruangan ini merupakan Ruang Studio Program Studi PWK. Berikut analisis denah titik pengukuran pada ruang 4609 sebagai berikut.

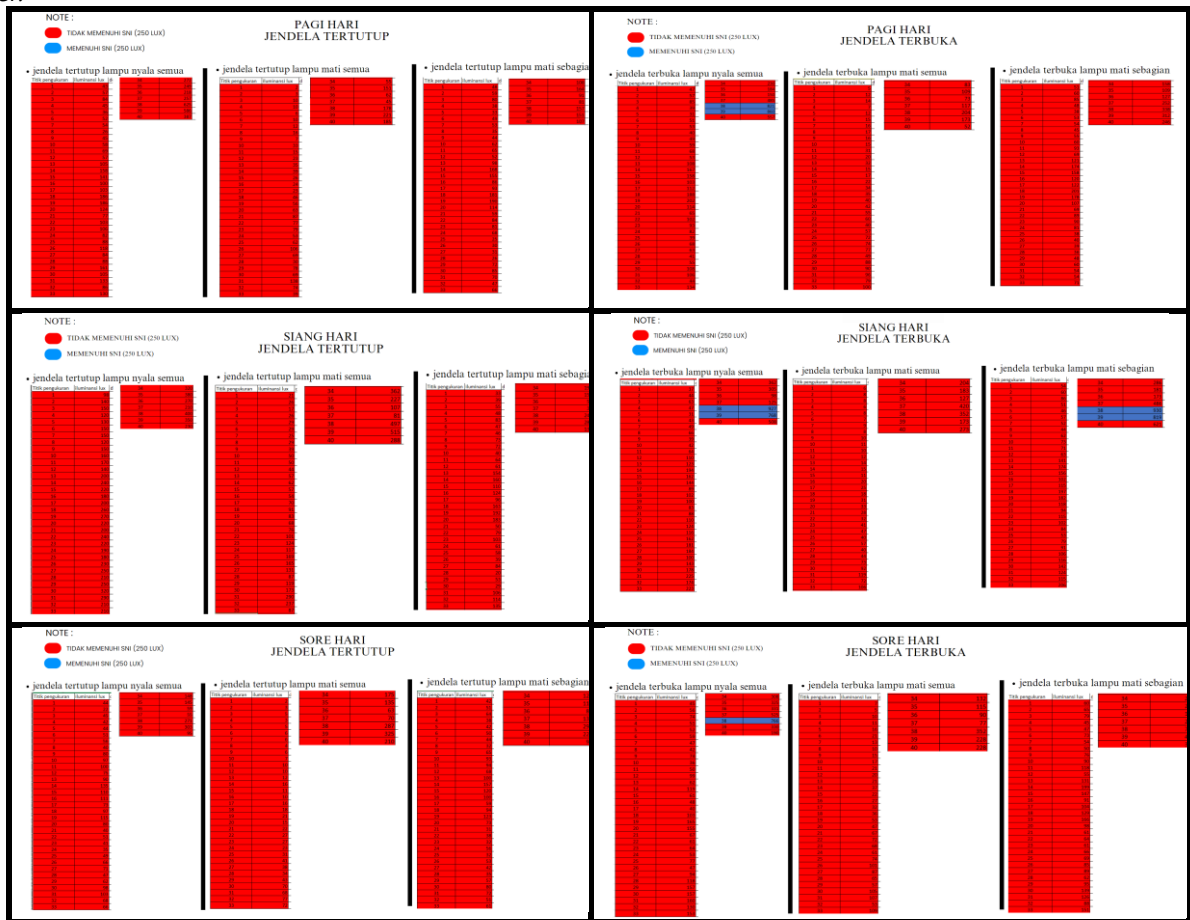


Gambar 4.5 Denah titik pengukuran ruang 4609 (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4.6 Denah titik pengukuran ruang 4609 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Pengukuran ini dilakukan melalui beberapa variabel yang telah ditentukan. Pengukuran dilakukan pada setiap bangku yang ada di dalam ruangan. Gambar 4.7 merupakan hasil pengukuran tiap bangku pada ruang 4609 menggunakan aplikasi *Lux Meter*.



Gambar 4.7. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Ruang Kelas 4609 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

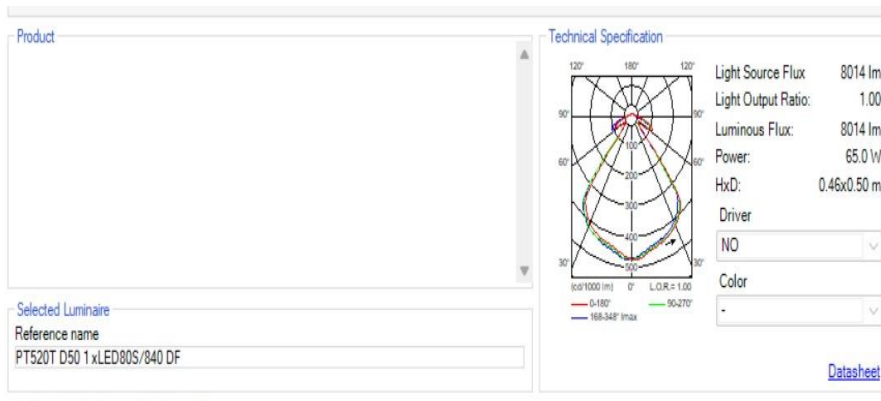
Setelah dilakukan eksperimen dengan berbagai variabel diatas, dapat diketahui bahwa kondisi cahaya pada ruang kelas 5505 sebagian besar bangku tidak memenuhi standar. Hanya terdapat pada beberapa variabel dan kondisi yang memenuhi standar. Sebagian besar bangku pada area depan tidak memenuhi standar karena letaknya jauh dari jendela eksisting.

Berdasarkan SNI 03-6575-2001, hasil pengukuran intensitas cahaya di ruang kelas dan ruang studio belum memenuhi standar yang ditetapkan. Di mana tingkat pencahayaan dalam ruang kelas 5505, yang berkisar antara 20-220 lux, tidak memenuhi standar minimum. Begitu pun dengan tingkat pencahayaan ruang studio 4609, yang berkisar antara 32-721 lux, sangat jauh dari standar minimum yang sudah ditetapkan oleh SNI 03-6575-2001, yang mengharuskan pencahayaan ruang kelas sebesar 250 lux dan ruang studio 750 lux.

4.2. Simulasi Pencahayaan Ruang

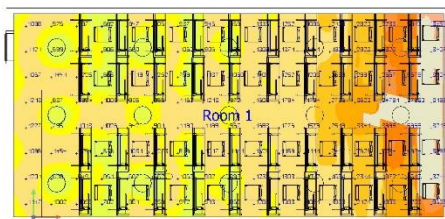
Setelah dilakukan survei pencahayaan ruang kelas dan ruang gambar, maka dilakukan simulasi untuk memberikan solusi pencahayaan yang baik pada ruangan berdasarkan SNI 03-6575-2001. Simulasi dilakukan pada aplikasi *Dialux*. Berikut simulasi yang diterapkan dalam penerapan pencahayaan yang baik (Gambar 4.8).

a. Ruang 4609

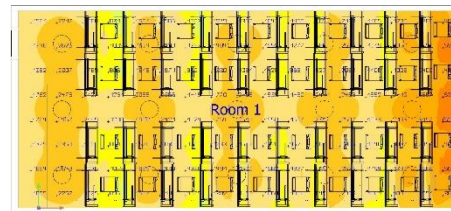


Gambar 4.8 Spesifikasi Lampu yang Digunakan Pada Ruang 4609 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

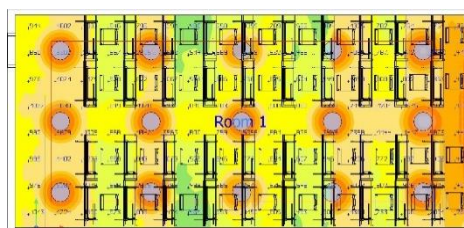
Spesifikasi lampu yang digunakan pada simulasi ini untuk menghasilkan iluminansi diatas 750 lux adalah menggunakan lampu dari merk *Philips*. Lampu yang digunakan adalah lampu dengan *power* 65 watt. Selain itu, tipe lampu yang digunakan adalah *suspended*. Tipe lampu ini merupakan lampu gantung sehingga lampu menjadi lebih dekat dengan meja gambar. Setelah pemilihan lampu, maka kalkulasi dari aplikasi *Dialux* menunjukkan penempatan serta jumlah lampu yang sesuai seperti Gambar 4.9, 4.10, dan 4.11.



Gambar 4.9 Distribusi Cahaya Pagi Hari Pada Ruang 4609 (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4.10 Distribusi Cahaya Siang Hari Pada Ruang 4609 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

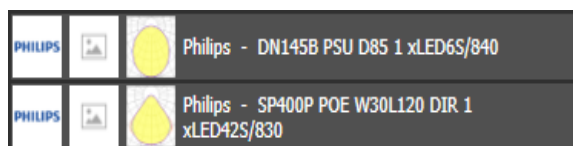


Gambar 4.11 Distribusi Cahaya Siang Hari Pada Ruang 4609 (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Berdasarkan hasil simulasi dan kalkulasi pada aplikasi *Dialux*, maka dapat diketahui bahwa jumlah lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 15 buah. Dapat diketahui juga bahwa dengan jumlah, penempatan serta besaran watt yang di kalkulasikan dapat diketahui pada pagi hari dihasilkan rata-rata sesuai standar dibagian depan rata-rata 1000 lux, di bagian tengah rata-rata 1500 lux, dan bagian belakang yang dekat dengan jendela sampai 3000 lux. Pada siang hari dihasilkan rata-rata sesuai standar dibagian depan, tengah dan belakang rata-rata 2000 lux. Pada sore hari dihasilkan rata-rata sesuai standar dibagian depan rata-rata 800 lux, di bagian tengah rata-rata 900 lux, dan bagian belakang yang dekat dengan jendela sampai 1500 lux.

b. Ruang 5505

Spesifikasi lampu yang digunakan pada simulasi ini untuk menghasilkan iluminansi diatas 250 lux adalah menggunakan lampu dari merk *Philips*. Terdapat 2 jenis lampu yang digunakan, yaitu lampu dengan *power* watt dan watt. Selain itu, tipe lampu yang digunakan adalah *suspended* 65 watt dan *downlight* 6.5 watt (Gambar 4.12).

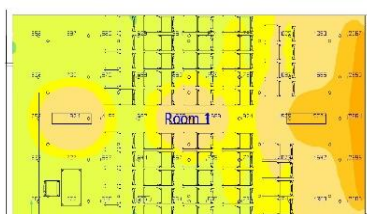


Gambar 4.12 Spesifikasi Lampu yang Digunakan Pada Ruang 5505
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

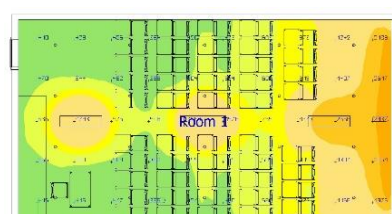
Setelah pemilihan lampu, maka kalkulasi dari aplikasi *Dialux* menunjukkan penempatan serta jumlah lampu yang sesuai Gambar 4.13, 4.14, dan 4.15.



Gambar 4.13 Distribusi Cahaya Pagi Hari
Pada Ruang 5505
(Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4.14 Distribusi Cahaya Siang Hari
Pada Ruang 5505
(Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 4.15 Distribusi Cahaya Siang Hari
Pada Ruang 5505
(Dokumentasi Pribadi, 2023)

Berdasarkan hasil simulasi dan kalkulasi pada aplikasi *Dialux*, maka dapat diketahui bahwa jumlah lampu yang dibutuhkan adalah 3 buah lampu *suspended* dan 20 lampu *downlight*. Dapat diketahui juga bahwa dengan jumlah, penempatan serta besaran watt yang di kalkulasikan dapat diketahui pada pagi hari dihasilkan rata-rata sesuai standar dibagian depan rata-rata 500 lux, di bagian tengah rata-rata 1000 lux, dan bagian belakang yang dekat dengan jendela sampai 2000 lux. Pada siang hari dihasilkan rata-rata sesuai standar dibagian depan rata-rata 600 lux, di bagian tengah rata-rata 500 lux, dan bagian belakang yang dekat dengan jendela sampai 1500 lux. Pada sore hari dihasilkan rata-rata sesuai standar dibagian depan rata-rata 400 lux, di bagian tengah rata-rata 500 lux, dan bagian belakang yang dekat dengan jendela sampai 1000 lux.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan perbandingan dengan standar SNI mengenai pencahayaan ruangan, dapat disimpulkan bahwa ruang kelas 5505 dan ruang studio 4609 tidak memenuhi standar pencahayaan yang ditetapkan oleh SNI 03-6575-2001. Pada ruang kelas 5505, hasil pengukuran iluminansi (lux) pada sebagian besar meja kerja hanya berkisar antara 20–220 lux, sementara pada ruang studio 4609, hasil iluminansi berkisar antara 32–721 lux. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan pada ruang kelas 5505 berada jauh di bawah standar SNI, yaitu 250 lux untuk ruang kelas, dan ruang studio 4609 juga tidak memenuhi standar, karena standar pencahayaan untuk ruang studio gambar adalah 750 lux.

Namun, pada sebagian kecil meja kerja yang terletak dekat jendela, pencahayaan dapat memenuhi standar, terutama pada kondisi jendela terbuka dengan pencahayaan alami yang cukup dan lampu menyala pada pagi dan siang hari. Untuk memenuhi standar pencahayaan yang ditetapkan, solusi yang dihasilkan dari simulasi adalah penambahan sumber cahaya pada masing-masing ruangan. Pada ruang studio 4609, perlu ditambahkan 15 buah lampu Philips tipe *suspended* dengan daya 65 watt. Sementara itu, untuk ruang kelas 5505, disarankan untuk menambah 3 buah lampu Philips tipe *suspended* dengan daya 20 watt dan 20 buah lampu Philips tipe *downlight* dengan daya 6,5 watt. Penambahan lampu ini diharapkan dapat meningkatkan tingkat iluminansi dan memenuhi standar pencahayaan yang diperlukan untuk kenyamanan dan produktivitas pengguna ruangan.

6. Referensi

- Munawaroh, I. (2012). Esensi "menghidupkan" ruang kelas bagi penyelenggaraan pembelajaran efektif. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*.
- Bustari, M. (2016). Optimalisasi rehabilitasi ruang kelas dalam mendukung penyelenggaraan wajib belajar 9 tahun. *Jurnal Manajemen Pendidikan UNY*, 12(2).
- Yusriadi, Y. (2021). Ruang personal di studio gambar Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Manurung, P. (2012). *Pencahayaan alami dalam arsitektur* (p. 30). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wulandari, R. R., & Isfiaty, T. (2021). Peran pencahayaan terhadap suasana ruang interior Beehive Boutique Hotel Bandung. *DIVAGATRA-Jurnal Penelitian Mahasiswa Desain*, 1(2), 179-191.
- Jannah, M. Z. (2022). Analisis pencahayaan alami rumah tinggal menggunakan simulasi DIALux. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 11(3), 149-152.

- Badan Standardisasi Nasional. (2001). *SNI 2396 Tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung*. Jakarta: BSN.
- Fajrin, A. G. (2023). Pengaruh intensitas pencahayaan dan lama kerja terhadap keluhan kelelahan mata pada tenaga administrasi (Studi pada tenaga kerja di ruang rawat jalan Gedung Bir'Ali RSUD Haji Provinsi Jawa Timur) (Doctoral dissertation, STIKES Yayasan RS Dr. Soetomo Surabaya).
- Boyce, P. R. (2014). *Human factors in lighting* (3rd ed.). CRC Press.
- Carmona, M., Tiesdell, S., Heath, T., & Oc, T. (2010). *Public places, urban spaces: The dimensions of urban design* (2nd ed.). Routledge.
- Georgiou, S. (2015). Lighting in schools and workplaces: A review of the literature. *Building and Environment*, *89*, 235-246.
- Blocken, B. (2015). Computational Fluid Dynamics for urban physics: Importance, scales, possibilities, limitations and ten tips and tricks towards accurate and reliable simulations, *Journal Building and Environment*, Volume 91, 2015, Pages 219-245.
- Wolverton, M., Shaughnessy, R. J., & D'Angelo, L. (2002). Lighting for learning: The effects of light on the learning environment. *Journal of Environmental Psychology*, *22*(3), 295-306. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(02\)00007-9](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(02)00007-9)
- Cuttle, S. (2015). *Lighting design: A perception-based approach*. Taylor & Francis.
- SNI 03-6575-2001. (2001). *Tata cahaya ruang dalam*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Gehl, J. (2010). *Cities for people*. Island Press.
- SNI 03-6575-2001. (2001). *Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).