

Optimasi Sistem Pencahayaan pada Ruang Kelas SDN Pinang 03

Kiki Setiawan ^{1*}, M. Rafli Fadillah ²

^{1*,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

article info

Article history:

Received 10 December 2024

Received in revised form

20 December 2024

Accepted 15 January 2025

Available online Juli 2025.

Keywords:

Illumination; Classroom;

Optimization; Lighting

Systems.

Kata Kunci:

Penerangan; Ruang Kelas;

Optimalisasi; Sistem

Pencahayaan.


abstract

Classroom 4.3.4, 5.3.2 and 6.3.3 is used as a classroom for teaching and learning at SDN PINANG 03. The focus of discussion in this study is the illumination and lighting systems in the classroom. Illumination that occurs in the classroom does not meet standards, illumination for classroom lighting is 250 lux - 300 lux, the amount of light points is not in accordance with the standard calculation, finding some space with lighting installations are not designed in groups. One attempt to correct this condition is to make proposals optimization. The first optimization is to replace the existing types of lamps with 36 watt fluorescent lamp, with the number of lights installed at each point lights (luminaire) by 2 pieces and the number of points of light used is the number of point lights existing condition. The second optimization is to use the same type of lights to the existing condition is a downlight Philips Essential 23W Energy Saver E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight lamp with a number of points based on standard calculations. The third optimization is to replace the existing types of lamp with 36 watt fluorescent lamp with a number of lights installed at each point lights (luminaire) by 2 pieces and the number of light points in accordance with accounting standards. The study was done by measuring the strong lighting in the classroom by means of a lux meter, analyze case studies on existing conditions with the theory. Then the results of these measurements will be compared with the illumination calculations in accordance with the standard formula, which in turn will get to do some optimization. The results of this study showed a strong improvement of the optimization of the value nearing illumination standards and meet the standards. Optimizations that meet the standards is the third optimization with a illumination value on classroom 4.3.4 is 257 lux, classroom 5.3.2 is 278 lux and classroom 6.3.3 is 317 lux. Values obtained from this optimization are powerful illumination range of 257 lux to 317 lux. It can be concluded that the results of this optimization meet strong standards for classroom lighting.

abstract

Ruang kelas 4.3.4, 5.3.2 dan 6.3.3 digunakan sebagai ruang kelas untuk kegiatan belajar mengajar di SDN PINANG 03. Fokus pembahasan dalam penelitian ini adalah sistem pencahayaan dan penerangan di ruang kelas. Pencahayaan yang terjadi di ruang kelas belum memenuhi standar, pencahayaan untuk penerangan kelas sebesar 250 lux - 300 lux, jumlah titik lampu belum sesuai dengan perhitungan standar, ditemukan beberapa ruang dengan instalasi penerangan tidak dirancang secara berkelompok. Salah satu upaya untuk memperbaiki kondisi tersebut adalah dengan membuat usulan optimasi. Optimasi yang pertama adalah dengan mengganti jenis lampu yang ada dengan lampu neon 36 watt, dengan jumlah lampu yang terpasang pada setiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah dan jumlah titik lampu yang digunakan adalah jumlah titik lampu kondisi eksisting. Optimasi kedua adalah dengan menggunakan jenis lampu yang sama dengan kondisi eksisting yaitu lampu downlight Philips Essential 23W Energy Saver E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight dengan jumlah titik berdasarkan perhitungan standar. Optimasi ketiga adalah dengan mengganti jenis lampu eksisting dengan lampu fluorescent 36 watt dengan jumlah titik lampu yang dipasang pada setiap titik lampu (luminaire) sebanyak 2 buah dan jumlah titik lampu sesuai dengan standar akuntansi. Penelitian dilakukan dengan mengukur kuat penerangan di dalam kelas dengan alat lux meter, menganalisis studi kasus pada kondisi eksisting dengan teori. Kemudian hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan perhitungan iluminasi sesuai dengan rumus standar, yang selanjutnya akan didapatkan beberapa optimasi. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan optimasi yang kuat dari nilai yang mendekati standar iluminasi dan memenuhi standar. Optimasi yang memenuhi standar adalah optimasi ketiga dengan nilai iluminasi pada ruang kelas 4.3.4 sebesar 257 lux, ruang kelas 5.3.2 sebesar 278 lux dan ruang kelas 6.3.3 sebesar 317 lux. Nilai yang diperoleh dari optimasi ini adalah kuat iluminasi berkisar antara 257 lux sampai dengan 317 lux. Dapat disimpulkan bahwa hasil optimasi ini memenuhi standar kuat untuk pencahayaan ruang kelas.

Corresponding Author. Email: i2djoaz@stikomcki.ac.id ^{1}.

Copyright 2025 by the authors of this article. Published by Lembaga Otonom Lembaga Informasi dan Riset Indonesia (KITA INFO dan RISET). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. 

1. Pendahuluan

Sumber pencahayaan yang paling mudah didapat dan tidak mengonsumsi energi adalah cahaya matahari. Perancangan ruang sebaiknya mengakomodasi upaya untuk memaksimalkan penerimaan cahaya matahari ke dalam ruangan. Namun, seringkali kekurangan pencahayaan pada siang hari diantisipasi dengan penggunaan lampu, yang pada akhirnya meningkatkan konsumsi energi listrik. Oleh karena itu, penting untuk memasukkan pencahayaan alami ke dalam bangunan guna mengurangi ketergantungan pada energi listrik. Setiap aktivitas memerlukan tingkat pencahayaan tertentu pada permukaannya. Pencahayaan yang tepat sangat penting untuk mendukung kegiatan yang bersifat visual. Pencahayaan yang optimal akan meningkatkan produktivitas. Misalnya, membaca buku membutuhkan pencahayaan sekitar 100 hingga 200 lux. Ini menjadi pertimbangan awal bagi perancang sebelum menentukan tingkat pencahayaan yang sesuai. CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*) dan IES (*Illuminating Engineering Society*) telah menerbitkan panduan tingkat pencahayaan yang direkomendasikan untuk berbagai jenis kegiatan. Nilai-nilai ini telah diadopsi sebagai standar internasional dan nasional untuk perancangan sistem pencahayaan.

SDN Pinang 03 adalah sebuah sekolah yang telah mengintegrasikan teknologi informasi dan multimedia dalam hampir seluruh kegiatannya, dengan ketergantungan yang tinggi terhadap energi listrik, terutama untuk kegiatan belajar mengajar. Salah satu fenomena yang sering terjadi adalah pemadaman listrik yang menghambat proses pembelajaran di kelas. Ketika listrik mati, pencahayaan di dalam kelas menjadi tidak memadai, meskipun terdapat bukaan pada dinding yang menghubungkan ruang kelas dengan koridor atau ruang luar. Hal ini menyebabkan peran bukaan dinding untuk memaksimalkan cahaya alami menjadi tidak efektif. Meskipun demikian, pengoptimalan sistem pencahayaan tidak hanya bergantung pada bukaan dinding (pencahayaan alami) atau energi listrik (pencahayaan buatan), melainkan perlu adanya kombinasi antara keduanya. Dengan pendekatan ini, sistem pencahayaan dapat dioptimalkan dan kenyamanan visual di dalam ruang kelas dapat

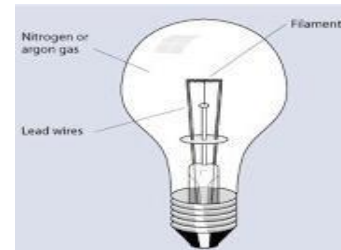
tercapai, yang pada gilirannya akan meningkatkan kinerja siswa di ruang kelas. Berdasarkan penjelasan tersebut, perlu dilakukan penelitian terkait penggunaan pencahayaan alami dan buatan dalam mengoptimalkan sistem pencahayaan di dalam kelas. Objek penelitian ini adalah ruang kelas di SDN Pinang 03, Jakarta. Tujuan dari optimasi pencahayaan ruang pendidikan adalah untuk memastikan bahwa pelajar dan pengajar dapat melaksanakan aktivitasnya dengan baik di dalam ruangan, dengan efisiensi konsumsi energi listrik yang optimal, serta kenyamanan penglihatan yang memadai. Penggunaan energi yang efisien seharusnya disesuaikan dengan kebutuhan pencahayaan.

Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk mencapai efisiensi tersebut antara lain: pemasangan alat kontrol pada lampu, pengelompokkan titik-titik lampu terhadap sakelar, pemilihan luminair yang tepat, pemanfaatan cahaya alami, serta pengoperasian dan perawatan sistem pencahayaan secara berkala. Desain instalasi pencahayaan ruang pendidikan harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik ruang tersebut, seperti untuk perpustakaan, laboratorium, studio, atau ruang kuliah. Setiap ruangan memiliki kebutuhan intensitas pencahayaan yang berbeda-beda (Harten P. Van, Setiawan E, 1985; hal. 36-42). Ruang senantiasa mengelilingi keberadaan manusia. Melalui ruangnya manusia bergerak, melihat bentuk dan benda, mendengar suara, merasakan angin, dan sebagainya. Pada ruang, bentuk visual, kualitas cahaya, dimensi, dan skala ditentukan oleh batasan yang dihasilkan oleh unsur-unsur bentuk itu sendiri. Ruang bisa berada di dalam atau luar bangunan, di sekitar atau di antara bangunan-bangunan. Ruang merupakan elemen tempat manusia berinteraksi dengan lingkungannya. Oleh karena itu, untuk menciptakan pencahayaan yang baik, perancang harus memahami berbagai aspek persepsi manusia terhadap cahaya dalam ruang. Salah satunya adalah *relativity of brightness*, di mana manusia menilai kecerahan suatu objek relatif terhadap cahaya yang ada di sekitarnya. Selain itu, *brightness constancy* menjelaskan kemampuan otak untuk mengabaikan perbedaan pencahayaan dalam kondisi tertentu. Sementara itu, *colour constancy* mengacu pada kemampuan otak untuk menghilangkan perbedaan warna yang disebabkan oleh pencahayaan yang berbeda, dan ini menjadi penting agar kita tetap dapat mengenali objek di berbagai kondisi cahaya.

Fenomena persepsi warna lainnya, seperti warna-warna hangat yang terlihat lebih dekat dan warna-warna dingin yang terlihat lebih jauh, juga memainkan peran dalam desain pencahayaan, karena pemilihan warna dinding dapat mempengaruhi persepsi ruang. Selain itu, otak selalu berusaha memisahkan sinyal visual dari gangguan visual melalui *foreground effects*, yang jika terganggu akan mengurangi kenyamanan visual. Teori Gestalt juga relevan dalam desain pencahayaan, karena otak senantiasa mencari pola dan komposisi yang utuh dan tidak mengganggu. Cahaya merupakan bagian dari berbagai gelombang elektromagnetik yang bergerak melalui ruang, dengan panjang gelombang dan frekuensi tertentu, yang membedakannya dari energi gelombang elektromagnetik lainnya dalam spektrum elektromagnetiknya. Cahaya dipancarkan dari benda melalui beberapa fenomena fisik. Pertama, pijar padat dan cair memancarkan radiasi yang dapat dilihat apabila dipanaskan hingga mencapai suhu sekitar 1000K. Seiring kenaikan suhu, intensitas cahaya meningkat dan penampilannya menjadi semakin putih. Kedua, apabila arus listrik dilewatkan melalui gas, atom dan molekul akan memancarkan radiasi, dengan spektrum yang merupakan karakteristik dari elemen yang ada. Fenomena ketiga adalah elektroluminesens, di mana cahaya dihasilkan ketika arus listrik melewati bahan padat tertentu, seperti semikonduktor atau bahan yang mengandung fosfor. Terakhir, fotoluminesens adalah proses di mana radiasi pada panjang gelombang tertentu diserap oleh bahan padat dan dipancarkan kembali pada panjang gelombang yang berbeda. Jika radiasi yang dipancarkan kembali dapat terlihat, maka fenomena ini dikenal sebagai *fluorescence* atau *phosphorescence*.

Dalam penerangan buatan di bangunan, berbagai jenis lampu digunakan, yang umumnya digolongkan menjadi lampu pijar, lampu fluoresen (lampu neon), lampu metal halida, lampu merkuri, dan lampu sodium. Perbedaan utama antara jenis lampu ini terletak pada konstruksi, cara kerja, serta kebutuhan operasionalnya. Selain itu, kualitas cahaya yang dihasilkan, termasuk warna cahaya, efisiensi (biasanya diukur dalam lumen per watt), umur lampu, dan depresiasi cahaya seiring dengan penggunaan juga membedakan lampu-lampu tersebut. Lampu pijar, meskipun memiliki efisiensi yang rendah dan biaya

operasional yang tinggi, sering digunakan dalam aplikasi arsitektural sebagai lampu sorot untuk menonjolkan elemen dekoratif karena kemampuannya dalam menghasilkan cahaya yang khas.



Gambar 1. Lampu Pijar



Gambar 2. Lampu Fluorescen

Lampu fluoresen, yang meliputi jenis lampu tubular/tube lamp (TL), PowerLight (PL), dan Soft Light (SL), memiliki efisiensi yang tinggi sehingga biaya operasionalnya relatif rendah. Lampu jenis ini tidak hanya memberikan suasana yang lebih sejuk, tetapi juga dapat memantulkan warna benda dengan akurat, sesuai dengan warna aslinya. Karena keunggulan-keunggulan tersebut, lampu fluoresen lebih disarankan untuk digunakan sebagai penerangan umum. Dibandingkan dengan lampu pijar, lampu TL lebih disukai karena beberapa alasan. Pertama, lampu TL menghasilkan antara 3 hingga 5 lumen per watt, yang berarti lebih efisien dalam menghasilkan cahaya. Kedua, usia lampu TL bisa mencapai 7 hingga 20 kali lebih lama dibandingkan dengan lampu pijar. Ketiga, lampu TL menghasilkan panas yang lebih sedikit, yang juga membantu mengurangi beban pendinginan di ruang yang menerapkannya. Selain itu, lampu TL tetap dapat beroperasi pada suhu rendah hingga -28°C dan memiliki suhu operasi maksimal sekitar 40°C . Lampu TL umumnya memiliki daya antara 10 hingga 60 watt, lampu PL memiliki daya antara 5 hingga 36 watt, sedangkan lampu SL tersedia dalam daya 9, 13, 18, dan 25 watt.

Untuk penerangan luar bangunan, seperti jalan, tempat parkir, dan area olahraga, lampu metal halida, merkuri, dan sodium sering digunakan. Lampu metal halida, yang memiliki daya antara 250 hingga 2000 watt, sangat efektif untuk penerangan luar ruang. Lampu merkuri, dengan daya antara 50 hingga 1000 watt, juga sering digunakan untuk penerangan luar, meskipun lebih jarang dibandingkan dengan lampu sodium. Lampu sodium tersedia dalam dua varian, yaitu sodium tekanan rendah yang memiliki daya antara 18 hingga 180 watt dan sodium tekanan tinggi yang memiliki daya antara 35 hingga 1000 watt. Lampu sodium tekanan tinggi tersedia dalam dua jenis, yaitu lampu sodium dengan tabung baur yang diberi kode SON dan SON-H, serta lampu sodium dengan tabung jernih yang diberi kode SON-T.



Gambar 3. Lampu Halida, Merkuri, dan Sodium

Tabel 1. Karakteristik dari berbagai jenis lampu

No	Jenis Lampu	Bahan Warna (Kelvin)	Ra/CRI	Tampilan Warna	Ukuran Lampiran (mm)	Efisiensi (lm/watt)	Posisi Nyalanya	Ukuran (mm)	Bentuk & Ukuran
1	Pijar	3000	100	Prisma	750	10-14	Bebas	700	Kecil bulat
2	Halogen	3000	100	Prisma	100-2000	22-33	Bebas	1000	sangat kecil
3	Reflektor	3000	100	Prisma	750	10-14	Bebas	1000	Kecil bulat
4	TL/TLD	W: 3000	60-90	Prisma	3000	50-90	Horizontal	0.4-1.2	Kecil Memanjang
		C: 4000							
		D: 6000							
		U: 8000							
5	FL	W: 3000	60-90	Prisma	8000	70-90	Bebas	2	kecil
		C: 4000							
		D: 6000							
6	SL	Down Light	60-90	Prisma	8000	50-90	Bebas	3.5	kecil
7	Merkuri	3000	20-40	Sedang (ada yang biru)	8000	52-57	Bebas (Ada yg. 12) lampu Manduk	400	sedang
8	Metal Halida	3000	65	baik	8000-10000	75-80	Horizontal	400	sedang
9	Sodium tekanan Rendah	3000	25	buruk	10000	180	Horizontal 6-150°	10	sedang
10	Sodium tekanan Tinggi	3000	25	Sedang (kecil)	13000	130	Bebas (Ada yg. 25)	400	besar

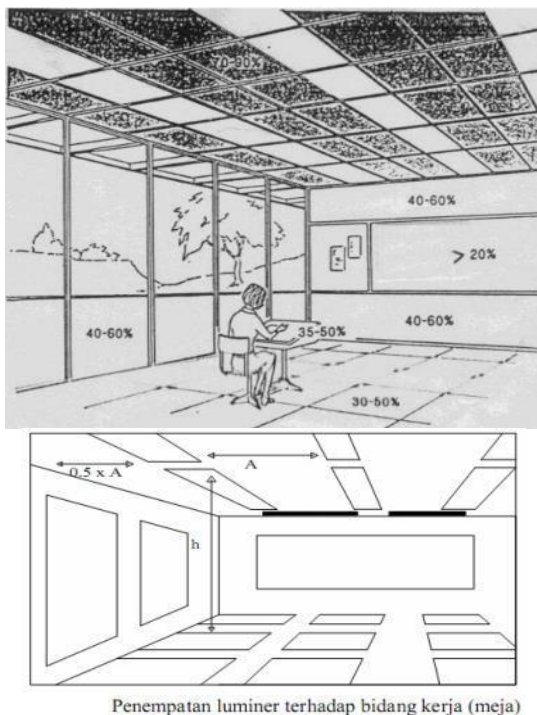
Tabel 2. Jenis Lampu berdasarkan peruntukannya

No	Fungsi Bangunan	Nama Ruangan	Kuat Penerangan (Lux)	Jenis jenis lampu
1	Kantor	R. Kerja	250 - 350	TL, Down Light, L. PL, L. SL
		R. Kerja Computer	500	TL, Down Light.
		R. Gambar	1000	TL, Down Light.
		R. Serba guna		
2	Hunian	R. Makan	120 - 150	TL, Down Light, TL. Bulat, L. Decoratif
		R. Tamu		
		R. Kerja		
		K. Tidur orang tua		
3	Hotel	K. Mandi, Dapur	250	TL, Down Light, TL. Bulat.
		R. Cuci		
		K. Tidur anak	120	TL, Down Light.
		K. Tidur, Restoran	120	TL, Down Light.
4	Toko	Hall, Lobby	250 - 350	TL, Down Light.
		Restoran cepat saji		Lampu Pijar Decoratif
		Dapur	500	TL, Down Light.
		Pameran	250	L. Scrothalogen, TL
5	Rumah Sakit	R. Pengambilan	300	Down Light, L. Merkuri
		Pusat Perbelanjaan		TL, Down Light
				Lampu Pijar Decoratif
		Etalase toko	1000	Lampu Scroth Halogen
6	Umum	K. Tidur Pasien	120	TL, Down Light, Merkuri
		Hall, R. Tunggu	250	TL, Down Light.
		Laboratorium	1000	L. Halogen, L. Merkuri
		R. Operasi		TL, Down Light.
7	Umum	Basement, gudang	100 - 150	TL, Down Light, L. Pijar, L. Bare
		Tangga, teras, WC		
		Koridor		
		R. dengan langit2	150 - 250	Down Light.
8	Umum	ganbang/miring		
		Parkir, penerangan-jalan	150 - 250	L. Halida, Merkuri, Natrium

Pencahayaan yang baik dalam ruang kelas dapat membantu meningkatkan minat dan perhatian siswa serta mempermudah mereka dalam melihat papan tulis. Meskipun berbagai jenis lampu kini telah tersedia, pencahayaan alami tetap diupayakan dalam ruang kelas karena manfaatnya yang dapat memberikan semangat dan menciptakan suasana yang ceria (Bean, 2004:193). Oleh karena itu, kombinasi antara pencahayaan alami dan buatan sering digunakan dalam ruang kelas. Efisiensi energi dan kenyamanan visual menjadi faktor penting dalam desain pencahayaan ruang pendidikan. Keseimbangan antara cahaya langsung dan tidak langsung yang tersedia dalam ruang kelas dapat mendukung siswa dalam mengerjakan tugas yang berorientasi pada kertas dan komputer dengan baik (Perkins, 2001). Pada ruang kelas yang menggunakan media pengajaran berupa papan tulis, pencahayaan harus diperhatikan dengan cermat untuk memastikan bahwa refleksi cahaya tidak menimbulkan gangguan penglihatan, terutama bagi siswa yang duduk dekat papan tulis. Untuk media whiteboard, pencahayaan yang disarankan adalah 250 lux, sementara untuk blackboard yang memiliki daya pantul di bawah 0,1, pencahayaan yang disarankan adalah 500 lux.

Di sisi lain, untuk ruang kelas yang menggunakan media LCD, pencahayaan umum yang disarankan berkisar antara 250 hingga 300 lux, dengan tambahan dimmer untuk mengatasi masalah glare yang mungkin timbul. Berdasarkan Darmasetiawan dan Puspakesuma (1991:20) serta Bean (2004:193), lampu yang digunakan dalam ruang kelas sebaiknya memiliki warna cahaya putih netral yang dapat menyatu dengan baik dengan cahaya alami, dengan temperatur sekitar 4000 K. Jenis lampu yang disarankan untuk ruang kelas dengan tinggi hingga 3 meter, menurut Neufert (1984) sesuai dengan standar DIN 5053 (Darmasetiawan dan Puspakesuma, 1991:41), adalah lampu TL standar, lampu TL U, HQI kurang dari 250 W, dan HQI 250 W. Kualitas dan kuantitas iluminasi pada ruang kelas ditentukan oleh tingkat refleksi cahaya dan rasio iluminasi ruangan. Refleksi cahaya terjadi karena adanya permukaan yang memantulkan cahaya masuk ke dalam ruang, dan faktor refleksi ini sangat berpengaruh terhadap warna yang dipantulkan dari permukaan tersebut. Pada ruangan pendidikan, refleksi cahaya terjadi pada dinding, langit-langit, lantai, dan papan tulis. Setiap permukaan memerlukan

tingkat refleksi yang berbeda; misalnya, langit-langit membutuhkan refleksi lebih dari 80%, dinding 80%, papan tulis 40-60%, dan lantai 80%. Penentuan tingkat rasio iluminasi bertujuan untuk memastikan penyebaran cahaya yang lebih terarah dan menghindari silau. Tingkat rasio iluminasi yang diperlukan untuk ruang pendidikan antara lain dinding 40-60%, papan tulis di atas 20%, lantai 30-50%, dan meja belajar 35-50%. Untuk mencapai tingkat rasio yang diinginkan, penyesuaian perlu dilakukan pada jenis lampu, lumener, penempatan lumener, serta posisi jendela.



Gambar 4. Tingkat Rasio Iluminasi Ruang Pendidikan

Lumener memainkan peran penting dalam mengoptimalkan penggunaan cahaya lampu dengan cara mendistribusikan cahaya secara lebih terarah. Pendistribusian cahaya oleh lumener sangat bergantung pada konstruksi lumener itu sendiri serta jenis sumber cahaya yang digunakan. Penempatan lumener yang tepat di dalam ruangan sangat memengaruhi efisiensi pencahayaan yang dihasilkan, karena penempatan yang baik akan memastikan cahaya tersebar merata dan memenuhi kebutuhan pencahayaan di area tertentu. Tujuan dari perhitungan iluminasi pencahayaan adalah untuk memperoleh hasil yang akurat dan dapat digunakan

sebagai perbandingan dengan hasil pengukuran langsung, sehingga dapat dicapai instalasi pencahayaan yang paling optimal. Intensitas pencahayaan pada suatu bidang dihitung berdasarkan flux yang jatuh pada area seluas 1 m^2 pada bidang tersebut. Intensitas pencahayaan ini dihitung di lokasi tempat kegiatan dilakukan. Umumnya, bidang kerja diambil pada ketinggian sekitar 80 cm dari lantai. Bidang kerja tersebut bisa berupa meja atau bangku kerja, atau bisa juga berupa bidang horisontal imajiner yang mencerminkan area tempat aktivitas dilakukan. Intensitas pencahayaan (E) dinyatakan dalam satuan lux atau lumen/ m^2 . Jadi flux cahaya yang diperlukan untuk bidang kerja seluas $A \text{ m}^2$ ialah:

$$\Phi = E \cdot A \text{ lumen}$$

dimana:

- Φ : flux cahaya ($\text{lux} \cdot \text{m}^2$)
- E : intensitas pencahayaan (lux)
- A : luas bidang kerja (m^2)

Flux cahaya yang dipancarkan oleh lampu tidak semuanya mencapai bidang kerja, karena sebagian cahaya dipantulkan ke dinding, lantai, dan langit-langit. Oleh karena itu, faktor efisiensi pencahayaan perlu diperhitungkan. Efisiensi pencahayaan sangat dipengaruhi oleh penempatan sumber cahaya dalam ruangan serta umur lampu itu sendiri. Jika intensitas pencahayaan lampu menurun hingga mencapai 20% di bawah nilai awal, maka lampu tersebut perlu diganti atau dibersihkan untuk menjaga efisiensinya. Jumlah lampu yang diperlukan dalam suatu ruang dapat dihitung menggunakan rumus tertentu. Rumus ini melibatkan beberapa variabel, di antaranya adalah daya lampu (W), *luminous efficacy lamp* (L/w) yang dapat ditemukan pada kotak lampu yang dibeli, jumlah titik lampu (N), serta target kuat penerangan yang ingin dicapai (E) dalam satuan lux. Selain itu, panjang dan lebar ruang (L dan W dalam meter) serta total lumen lampu (Φ) juga perlu dipertimbangkan. Faktor cahaya rugi (LLF) yang berkisar antara 0,7 hingga 0,8, serta faktor pemanfaatan (CU) yang berkisar antara 50% hingga 65%, juga berperan dalam perhitungan tersebut. Variabel lainnya, yaitu jumlah lampu dalam satu titik lampu (η), turu

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif mengacu pada uraian yang diperoleh dari data primer yang dikumpulkan di lapangan, serta teori-teori dasar yang relevan dari berbagai literatur. Sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk melakukan perhitungan-perhitungan secara manual berdasarkan rumus yang baku dan sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, perhitungan flux cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya (lux/m^2) serta flux cahaya yang berguna (lux/m^2) dilakukan dengan menggunakan rumus yang telah disesuaikan. Selain itu, penelitian ini juga didukung oleh penggunaan perangkat lunak AutoCAD 2008 untuk membuat gambar-gambar kerja yang diperlukan, yang mendukung visualisasi data dan perencanaan yang lebih akurat.

Urutan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: pertama, metode deskriptif digunakan untuk mengumpulkan data primer di lapangan. Objek yang diteliti adalah ruang kuliah unit 4, 5, dan 6 yang dipilih secara acak dan berfungsi sebagai ruang kuliah. Secara khusus, objek penelitian ini mencakup ruang 4.3.4, ruang 5.3.2, dan ruang 6.3.3 di Universitas Budi Luhur. Kedua, metode kuantitatif diterapkan untuk melakukan perhitungan kuat penerangan (lux) pada masing-masing ruang kuliah yang menjadi objek penelitian. Dari hasil perhitungan tersebut, akan diperoleh data pengukuran intensitas cahaya. Jika ditemukan ketidaksesuaian antara kondisi eksisting dengan standar penerangan yang berlaku untuk ruang kuliah menurut teori, peneliti akan menyarankan optimasi baik dari segi desain maupun pelaksanaan teknis untuk mencapai intensitas cahaya yang optimal dan distribusi cahaya yang merata di ruang kuliah.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil

Ruang kelas 4.3.4 menghadap ke arah Timur – Barat dan memiliki karakteristik pencahayaan alami yang cukup baik pada pagi dan sore hari. Hal ini disebabkan oleh cahaya alami yang masuk secara langsung melalui jendela yang cukup lebar di dinding

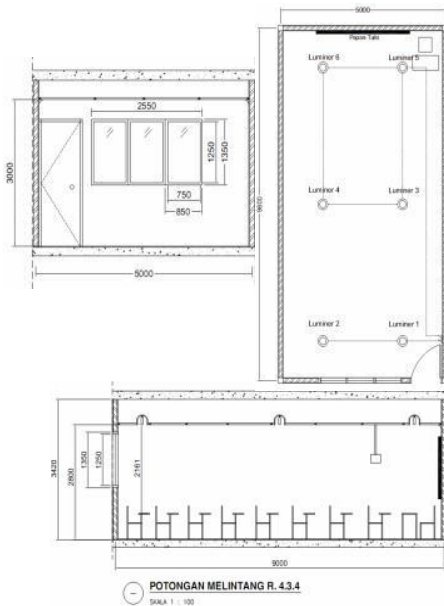
depan dan belakang ruangan. Namun, pada siang hari, ketika matahari berada tepat di atas kepala, pencahayaan alami di ruang ini menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, untuk mencapai pencahayaan yang memadai, penggunaan lampu sebagai sistem pencahayaan buatan sangat diperlukan, terutama pada siang hari ketika cahaya alami tidak cukup untuk menerangi ruangan.



Gambar 4. Ruang 4.3.4

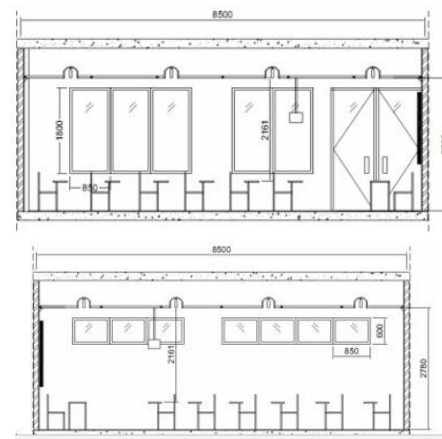
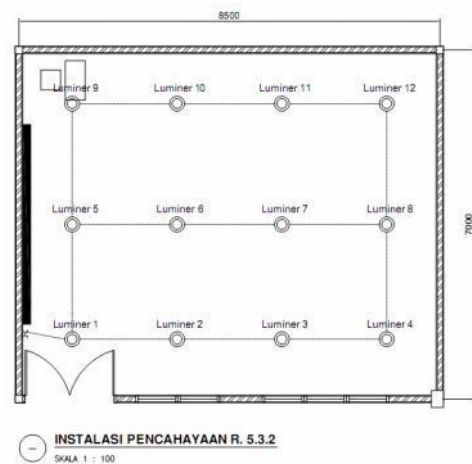
Dinding eksterior dan interior ruang kuliah 4.3.4 dilapisi dengan cat berwarna whitegrey (putih keabuan), dan jendela terletak berkelompok di bagian atas ruangan. Kaca jendela yang digunakan adalah kaca rayben dengan tingkat kegelapan sebesar 60%. Sistem instalasi pencahayaan di ruang kuliah ini menggunakan lampu downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight, dengan total 6 buah lampu yang dipasang dalam 6 luminer. Lampu-lampu ini dipasang pada ketinggian 2,161 meter, dan penyalanya diatur melalui dua sakelar. Sakelar pertama digunakan untuk menyalakan lampu pada luminer baris pertama (luminer 1 dan 2), sedangkan sakelar kedua digunakan untuk menghidupkan lampu pada luminer baris kedua dan ketiga (luminer 3, 4, 5, dan 6).

Selain pencahayaan buatan, sistem pencahayaan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti interior ruangan, bentuk ruangan, luas ruang, dan ukuran bukaan jendela. Dinding ruang kuliah 4.3.4 memiliki warna yang cukup terang, yaitu whitegrey, dengan plafon putih cerah dan lantai yang menggunakan keramik berwarna putih dengan corak abu-abu muda. Kombinasi ini mendukung refleksi dan distribusi cahaya yang lebih merata di dalam ruangan. Jendela di dinding depan memiliki bukaan yang cukup luas, memungkinkan masuknya cahaya matahari yang cukup banyak, meskipun kaca rayben yang digunakan mengurangi intensitas cahaya alami yang masuk.



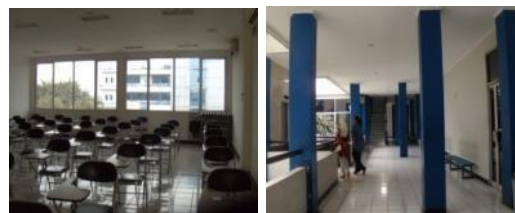
Gambar 5. Design ruang

Ruang kelas 5.3.2 memiliki karakteristik pencahayaan alami yang kurang optimal pada pagi dan sore hari. Hal ini disebabkan oleh orientasi ruang yang menghadap Utara – Selatan, penggunaan jendela dengan ukuran yang bervariasi, serta penggunaan kaca rayben yang cukup gelap, dengan tingkat kegelapan mencapai 80%. Untuk mengoptimalkan pencahayaan alami, sistem pencahayaan di ruang ini dibantu dengan penggunaan lampu sebagai sumber pencahayaan buatan. Sistem instalasi pencahayaan di ruang kelas 5.3.2 menggunakan lampu downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight sebanyak 12 buah, yang dipasang dalam 12 luminer pada ketinggian 2,161 meter. Penyalan lampu diatur melalui satu sakelar, meskipun terdapat dua sakelar yang tersedia; sakelar pertama tidak berfungsi (rusak), sedangkan sakelar kedua digunakan untuk menyalakan semua lampu pada 12 luminer. Aspek pewarnaan dinding ruang kelas 5.3.2 cukup terang, dengan warna dinding whitegrey, plafon putih cerah, dan lantai menggunakan keramik berwarna putih dengan corak abu-abu muda. Hal ini mendukung refleksi dan distribusi cahaya dalam ruang. Jendela di dinding depan memiliki bukaan yang cukup luas, sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk cukup besar. Namun, cahaya yang masuk tidak dapat menerangi ruangan secara maksimal karena kaca rayben yang digunakan memiliki tingkat kegelapan mencapai 80%.



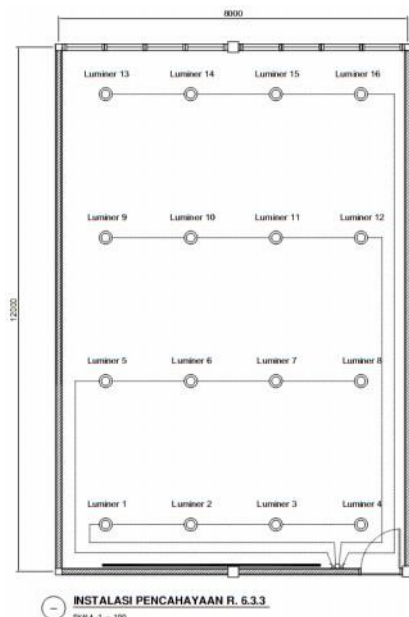
Gambar 6. Tata Ruang

Ruang kuliah 6.3.3 menghadap ke arah Utara – Selatan dan memiliki karakteristik pencahayaan alami yang kurang optimal. Hal ini disebabkan oleh cahaya alami yang hanya masuk melalui jendela di dinding belakang, sementara dinding depan tidak dilengkapi dengan jendela. Selain itu, ruang ini berada tepat di depan lift, yang menghalangi cahaya alami yang masuk. Oleh karena itu, penggunaan sistem pencahayaan buatan menjadi semakin penting dan dimaksimalkan untuk memastikan pencahayaan yang cukup di ruang tersebut.



Gambar 7. Interior Kelas

Sistem instalasi pencahayaan di ruang kelas 6.3.3 menggunakan lampu downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight sebanyak 16 buah, yang dipasang dalam 16 luminer pada ketinggian 2,161 meter. Penyalan lampu diatur melalui empat sakelar, di mana sakelar pertama digunakan untuk menyalakan lampu pada luminer baris ke-4 (luminer 13, 14, 15, dan 16), sakelar kedua untuk menyalakan lampu pada luminer baris ke-3 (luminer 9, 10, 11, dan 12), sakelar ketiga untuk menyalakan lampu pada luminer baris ke-2 (luminer 5, 6, 7, dan 8), dan sakelar keempat untuk menyalakan lampu pada luminer baris ke-1 (luminer 1, 2, 3, dan 4). Dari segi pewarnaan, ruang kelas 6.3.3 memiliki dinding berwarna whitegrey, plafon putih cerah, dan lantai yang menggunakan keramik putih dengan corak abu-abu muda, yang mendukung refleksi dan distribusi cahaya yang lebih baik dalam ruang. Jendela di dinding depan memiliki bukaan yang cukup luas, memungkinkan intensitas cahaya matahari yang masuk cukup besar. Namun, kaca rayben yang digunakan memiliki tingkat kegelapan 60%, yang membatasi jumlah cahaya alami yang dapat masuk ke dalam ruang.



Gambar 8. Instalasi Pencahayaan

Data Pengukuran

Pengukuran Intensitas Pencahayaan Ruang Kelas 4.3.4, Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 09.00 WIB.

Tabel 3. Intensitas Cahaya saat Padam Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	130	88
Baris 2	75	49
Baris 3	26	33

Tabel 4. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	178	184
Baris 2	163	160
Baris 3	85	90

Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 12.00 WIB.

Tabel 5. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	85	97
Baris 2	31	35
Baris 3	18	19

Tabel 6. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	120	149
Baris 2	98	100
Baris 3	61	72

Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 15.00 WIB.

Tabel 7. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	38	43
Baris 2	10	23
Baris 3	9	9

Tabel 8. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)
Baris 1	83	95
Baris 2	70	88
Baris 3	52	55

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya pada ruang 4.3.4 dapat disimpulkan bahwa intensitas pencahayaan pada ruangan ini tidak memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kelas yaitu 250 – 300 lux. Sistem instalasi pencahayaannya pun tidak diatur dengan baik, hal ini terbukti dengan penggunaan sakelar yang beban kerjanya tidak terbagi rata meskipun sakelar yang tersedia ada 2 buah. Sakelar ke 1 hanya dapat menyalakan dan mematikan 2 buah lampu yaitu lampu pada luminer 1 dan 2, sedangkan sakelar ke 2 menyalakan dan mematikan 4 buah lampu yaitu lampu pada luminer 3, 4, 5 dan 6. Pengukuran Intensitas Pencahayaan Ruang Kuliah 5.3.2 Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 09.00 WIB.

Tabel 9. Intensitas Cahaya saat Padam Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	32	55	27
Baris 2	27	43	22
Baris 3	30	26	17
Baris 4	19	18	15

Tabel 10. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	126	155	140
Baris 2	103	150	121
Baris 3	124	160	136
Baris 4	118	134	123

Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 12.00 WIB.

Tabel 11. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	35	21	11
Baris 2	29	31	16
Baris 3	27	19	13
Baris 4	18	15	11

Tabel 12. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	51	90	66
Baris 2	78	97	110
Baris 3	81	121	117
Baris 4	76	108	102

Intensitas Pencahayaan dengan kondisi lampu padam dan lampu menyala pada jam 15.00 WIB.

Tabel 13. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	22	25	16
Baris 2	17	13	11
Baris 3	12	10	10
Baris 4	13	8	8

Tabel 14. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya pada ruang 5.3.2, dapat disimpulkan bahwa pencahayaan di ruangan ini tidak memenuhi standar yang ditetapkan untuk ruang kelas, yaitu 250–300 lux. Intensitas pencahayaan yang cukup tinggi pada saat lampu dinyalakan terdeteksi pada lampu baris ketiga, yaitu pada lampu luminer 3, 7, dan 11. Namun, sistem instalasi pencahayaan di ruang ini tidak diatur dengan optimal, hal ini tercermin dari penggunaan sakelar

yang membebani satu sakelar dengan kontrol untuk semua lampu, meskipun terdapat dua sakelar yang terpasang. Salah satu sakelar mengendalikan 12 lampu sekaligus, sehingga distribusi dan efisiensi penggunaan lampu tidak tercapai secara maksimal.

Tabel 15. Intensitas Cahaya saat Padam Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Tabel 16. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 09.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Tabel 17. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 12.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Tabel 18. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 12.00 WIB

Bidang Kerj	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Tabel 19. Intensitas Cahaya Lampu Padam Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117

Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Tabel 20. Intensitas Cahaya Lampu Nyala Jam 15.00 WIB

Bidang Kerja	Kolom 1 (Lux)	Kolom 2 (Lux)	Kolom 3 (Lux)
Baris 1	93	105	98
Baris 2	116	110	117
Baris 3	116	119	116
Baris 4	109	104	115

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya pada ruang 6.3.3, dapat disimpulkan bahwa intensitas pencahayaan pada ruangan ini belum memenuhi standar yang ditetapkan untuk ruang kelas, yaitu antara 250–300 lux. Pencahayaan yang cukup tinggi terdeteksi pada lampu baris keempat, khususnya pada lampu luminer 13, 14, 15, dan 16. Meskipun demikian, sistem instalasi pencahayaan di ruang ini sudah cukup terstruktur dengan baik, terlihat dari pembagian beban kerja yang merata pada empat sakelar yang terpasang.

Perhitungan Intensitas Cahaya

Berdasarkan perhitungan intensitas pencahayaan pada masing-masing ruang kuliah yang menjadi objek penelitian, diperoleh nilai intensitas pencahayaan (E) sebagai berikut: ruang kuliah 4.3.4 memiliki intensitas 60 lux, ruang kuliah 5.3.2 memiliki 97 lux, dan ruang kuliah 6.3.3 memiliki 90 lux. Standar intensitas pencahayaan untuk ruang kelas (termasuk ruang kuliah) adalah antara 250–300 lux. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kondisi pencahayaan di ketiga ruang kuliah ini tidak memenuhi persyaratan standar intensitas pencahayaan untuk ruang kelas.

Jumlah Titik Lampu pada Setiap Ruang

Berdasarkan perhitungan jumlah titik lampu yang dibutuhkan untuk setiap ruang kuliah yang menjadi objek penelitian, ditemukan bahwa jumlah titik lampu yang ideal adalah sebagai berikut: ruang kuliah 4.3.4 memerlukan 15 titik lampu, ruang kuliah 5.3.2 memerlukan 20 titik lampu, dan ruang kuliah 6.3.3 memerlukan 33 titik lampu. Sementara itu, jumlah titik lampu pada kondisi eksisting yang terpasang adalah: ruang kuliah 4.3.4 dengan 6 titik lampu, ruang kuliah 5.3.2 dengan 12 titik lampu, dan ruang kuliah 6.3.3 dengan 16 titik lampu. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah titik lampu yang terpasang pada kondisi

eksisting tidak sesuai dengan perhitungan standar. Ketidaksesuaian ini menjadi salah satu faktor penyebab tidak tercapainya standar intensitas pencahayaan pada ruang kuliah.

Optimasi Pencahayaan

Optimasi pencahayaan yang dilakukan bertujuan untuk meningkatkan sistem pencahayaan di ruang kelas/kuliah. Beberapa langkah optimasi yang diusulkan antara lain:

- 1) Mengganti jenis lampu eksisting dengan lampu TL berdaya 36 watt, dengan total flux 2350 lumen, dan memasang dua lampu pada setiap titik (luminer). Jumlah titik lampu yang dipasang akan mengikuti jumlah titik lampu pada kondisi eksisting.
- 2) Menggunakan jenis lampu yang sama dengan kondisi eksisting, yaitu downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight. Untuk meningkatkan intensitas pencahayaan, jumlah titik lampu perlu ditambahkan pada setiap ruang kuliah, dengan penambahan berdasarkan perhitungan jumlah titik lampu yang telah dilakukan.
- 3) Mengganti jenis lampu eksisting dengan lampu TL berdaya 36 watt, total flux 2350 lumen, dan memasang dua lampu pada setiap titik. Jumlah titik lampu yang dipasang disesuaikan dengan standar perhitungan.
- 4) Pewarnaan dinding pada kondisi eksisting yang menggunakan warna whitegrey dapat diganti dengan warna cerah tunggal, seperti putih tanpa campuran warna lain. Warna cerah ini dapat lebih efektif merefleksikan dan mendistribusikan cahaya secara merata ke area kerja.
- 5) Jika jenis lampu diganti dengan lampu TL, posisi lampu sebaiknya dipasang horizontal atau sejajar dengan bidang kerja untuk distribusi cahaya yang optimal.
- 6) Instalasi pencahayaan pada setiap ruang sebaiknya diatur secara berkelompok pada titik-titik lampu dengan sakelar. Pengelompokan ini disesuaikan dengan pertimbangan letak bukaan jendela.

Tabel 21. Perbandingan Kondisi Eksisting dan Hasil Optimasi

Kondisi	Luas Ruang		Jumlah Titik Lampu	Jenis Lampu	Kuat Penerangan
Eksisting	R. 4.3.4	45 m ²	6 buah	Downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight 23 watt	60 lux
	R. 5.3.2	59.5 m ²	12 buah	Downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight 23 watt	97 lux
	R. 6.3.3	96 m ²	16 buah	Downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight 23 watt	90 lux
Optimasi					
	R. 4.3.4	45 m ²	15 buah	Downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight 23 watt	150 lux

Optimasi 1	R. 5.3.5	59.5 m ²	20 buah	Downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight 23 watt	162 lux
	R. 6.3.3	96 m ²	33 buah	Downlight Philips Essential Energy Saver 23W E27 220-240V 50-60 Hz Cool Daylight 23 watt	185 lux
Optimasi 2	R. 4.3.4 36 watt, fluxnya	45 m ²	6 buah	Lampu TL daya	103 lux
				2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	
	R. 5.3.5	59.5 m ²	12 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	167 lux
	R. 6.3.3	96 m ²	16 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	154 lux
	R. 4.3.4	45 m ²	15 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	257 lux
	R. 5.3.5	59.5 m ²	20 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	278 lux
	R. 6.3.3	96 m ²	33 buah	Lampu TL daya 36 watt, fluxnya 2350 lumen dan jumlah lampu pada tiap titik lampu (luminer) sebanyak 2 buah	317 lux
Optimasi 3					

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya pada ruang kelas 5.3.2 dan 6.3.3, serta perhitungan jumlah titik lampu yang dibutuhkan di masing-masing ruang, dapat disimpulkan bahwa sistem pencahayaan pada ruang-ruang tersebut tidak memenuhi standar yang ditetapkan untuk ruang kelas, yaitu 250–300 lux. Hal ini menunjukkan adanya kekurangan dalam desain dan implementasi sistem pencahayaan yang ada. Pada ruang kelas 5.3.2, meskipun beberapa titik lampu, seperti pada baris ketiga (lampu luminer 3, 7, dan 11), menunjukkan intensitas pencahayaan yang lebih tinggi, pencahayaan secara keseluruhan masih belum optimal. Seperti yang dijelaskan oleh Lechner (1991), pencahayaan yang efektif memerlukan distribusi yang merata untuk menciptakan kenyamanan visual di dalam ruangan. Salah satu masalah utama di ruang ini adalah pengaturan sakelar yang tidak efisien, di mana satu sakelar mengendalikan hingga 12 lampu. Pengaturan yang tidak terorganisir ini menyebabkan pencahayaan tidak merata, dengan beberapa area mengalami pencahayaan yang lebih terang dibandingkan yang lainnya, yang dapat mengganggu kenyamanan belajar siswa (Neufert, 2000).

Begitu pula dengan ruang kelas 6.3.3, meskipun pembagian beban kerja pada empat sakelar lebih terstruktur dengan baik, sistem pencahayaan masih belum optimal. Lampu pada baris keempat (luminer 13, 14, 15, dan 16) menunjukkan intensitas yang lebih tinggi, namun area lainnya masih kekurangan pencahayaan. Seperti yang dijelaskan oleh Lam (1977), pencahayaan yang efektif tidak hanya bergantung pada jenis lampu yang digunakan, tetapi juga pada distribusi cahaya yang seimbang di seluruh ruang. Oleh karena itu, meskipun penggunaan sakelar terbagi dengan baik, pencahayaan yang tidak merata tetap menjadi masalah yang harus diperbaiki. Selain itu, perhitungan jumlah titik lampu yang dibutuhkan juga menunjukkan ketidaksesuaian antara kondisi eksisting dan standar perhitungan. Berdasarkan data yang diperoleh, jumlah titik lampu yang terpasang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan yang dibutuhkan untuk mencapai intensitas pencahayaan yang sesuai dengan standar. Satwiko (2005) menyatakan bahwa pencahayaan yang memadai tidak hanya ditentukan oleh jumlah lampu, tetapi juga oleh penempatan lampu dan efisiensinya dalam mendistribusikan cahaya secara merata. Oleh karena

itu, ketidaksesuaian jumlah titik lampu ini menjadi salah satu faktor utama penyebab kegagalan sistem pencahayaan untuk memenuhi standar. Untuk meningkatkan kondisi pencahayaan di ruang kelas 5.3.2 dan 6.3.3, sejumlah langkah optimasi perlu dilakukan. Berdasarkan referensi dari Lechner (1991), salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi pencahayaan adalah dengan mengganti lampu yang ada dengan lampu TL berdaya 36 watt yang memiliki flux 2350 lumen. Pemasangan dua lampu pada setiap titik (luminer) diharapkan dapat meningkatkan intensitas pencahayaan dan memastikan distribusi cahaya yang merata di seluruh ruang. Neufert (2000) juga menyarankan bahwa pengaturan jumlah titik lampu yang sesuai dengan perhitungan standar dapat menghasilkan pencahayaan yang lebih optimal. Selain penggantian lampu, perubahan warna dinding juga dapat membantu meningkatkan distribusi cahaya di dalam ruang.

Pewarnaan dinding dengan warna cerah, seperti putih tanpa campuran warna lain, dapat memaksimalkan refleksi cahaya dan meningkatkan kenyamanan visual, sebagaimana dijelaskan oleh Lippsmeier (1980). Warna cerah akan membantu mendistribusikan cahaya secara merata, sehingga seluruh area di dalam ruang kuliah mendapatkan pencahayaan yang cukup. Penempatan lampu juga perlu diperhatikan. Menurut Lam (1977), posisi lampu yang sejajar dengan bidang kerja akan memaksimalkan distribusi cahaya, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kenyamanan penglihatan. Oleh karena itu, lampu TL sebaiknya dipasang secara horizontal atau sejajar dengan bidang kerja, seperti yang direkomendasikan oleh Satwiko (2005), untuk menghindari pembiasan cahaya yang dapat mengurangi efisiensi sistem pencahayaan. Dengan menerapkan langkah-langkah optimasi ini, diharapkan pencahayaan pada ruang-ruang kelas di SDN Pinang 03 dapat memenuhi standar yang ditetapkan dan menciptakan lingkungan belajar yang nyaman, efisien, dan produktif. Selain itu, sistem pencahayaan yang optimal juga akan mendukung efisiensi energi, mengurangi konsumsi listrik, dan meningkatkan kenyamanan siswa selama kegiatan belajar mengajar.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengolahan data, analisis, dan perhitungan intensitas pencahayaan pada ruang kuliah yang dijadikan objek penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem pencahayaan yang ada saat ini masih belum memenuhi standar pencahayaan untuk ruang kuliah, yang seharusnya berkisar antara 250 lux hingga 300 lux. Dalam hal sistem pencahayaan alami, luas bukaan jendela sudah memenuhi standar sehingga cahaya matahari dapat masuk dengan optimal. Namun, warna cat dinding yang digunakan (*whitegrey*) kurang mampu mendistribusikan cahaya secara merata, yang mengurangi efektivitas pencahayaan di dalam ruang. Untuk sistem pencahayaan buatan, meskipun ada pencahayaan yang dihasilkan, intensitas pencahayaan yang tercatat masih kurang dari standar. Penggunaan lampu jenis downlight terbukti kurang efektif dalam mendistribusikan cahaya ke area kerja, hal ini disebabkan oleh cahaya yang tereduksi dalam armatur lampu sebelum mencapai bidang kerja. Oleh karena itu, untuk meningkatkan distribusi cahaya, disarankan untuk mengganti jenis lampu dengan lampu TL, dan memasangnya secara horizontal atau sejajar dengan bidang kerja. Sistem instalasi pencahayaan di tiap ruang juga perlu diatur lebih baik dengan mempertimbangkan pengelompokan titik lampu melalui sakelar yang sesuai dengan letak bukaan jendela untuk mencapai distribusi cahaya yang lebih optimal.

Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah untuk mengganti lampu eksisting dengan lampu TL berdaya 36 watt, dengan total flux 2350 lumen, serta memasang dua lampu pada setiap titik lampu (luminer), mengikuti jumlah titik lampu pada kondisi eksisting. Selain itu, penambahan jumlah titik lampu di tiap ruang kuliah juga disarankan berdasarkan perhitungan jumlah titik lampu yang sesuai standar. Mengganti warna dinding dengan warna cerah tunggal, seperti putih tanpa campuran warna lain, juga dapat membantu merefleksikan dan mendistribusikan cahaya secara merata. Penelitian lebih lanjut mengenai intensitas pencahayaan dengan sistem pencahayaan alami yang lebih mendetail juga perlu dilakukan, begitu pula dengan penelitian yang menggunakan perangkat lunak khusus seperti DIA-Lux untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Dengan menerapkan langkah-langkah ini, ruang kuliah di SDN Pinang 03 dapat mencapai pencahayaan yang lebih optimal, nyaman, dan efisien.

5. Daftar Pustaka

- Amin, N. (2011). Optimasi sistem pencahayaan dengan memanfaatkan cahaya alami (Studi kasus lab. elektronika dan mikroprosesor UNTAD). *Foristek*, 1(1), 43-50.
- Dewi, E. P. (2011). Optimasi Sistem Pencahayaan Ruang Kuliah Terkait Usaha Konservasi Energi. *Dimensi Interior*, 9(2), 80-88.
- Dora, P. E. (2010). Optimasi desain pencahayaan ruang kelas SMA Santa Maria Surabaya. *Dimensi Interior*, 9(2), 67-79.
- Irianto, C. G. (2006). Studi optimasi sistem pencahayaan ruang kuliah dengan memanfaatkan cahaya alam. *Jurusan Teknik Elektro-FTI, Universitas Trisakti. Jakarta: Jetri*, 5, 1-20.
- Isnaeni, L., Santoso, H. H., & Wati, E. K. (2019). Optimasi Sistem Pencahayaan Buatan Pada Gedung Olahraga Hoki Di Kota Administrasi Jakarta Selatan. *Jurnal ilmiah GIGA*, 22(1), 33-42. <https://doi.org/10.47313/jig.v22i1.741>.
- Kurniasih, S. (2014). Optimasi sistem pencahayaan pada ruang kelas Universitas Budi Luhur. *Jurnal Arsitron*, 5(1), 21-33.
- Lam, K. P., Kim, S. H., & Satwiko, P. (2005). *Assessment of Physical and Computational Airflow Analysis and Evaluation Tools for Building Design*. Research report prepared for Konstrukt, acting on behalf of Northwest Energy Efficiency Alliance, Portland, OR 97204. 119 pages, 31 Dec. 2005. Center for Building Performance and Diagnostics, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213.
- Lam, W. M., & Ripman, C. H. (1977). Perception and lighting as formgivers for architecture.

- Lechner, N. (2014). *Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects*. John Wiley & sons.
- Neufert, E., Neufert, P., Baiche, B., & Walliman, N. S. (2000). Architects' data/Ernst and Peter Neufert.
- Noviyanti, C., & Indrani, H. C. (2013). OPTIMASI SISTEM PENCAHAYAAN BUATAN PADA RUANG LABO¹ RATO¹ RIUM KAMPUS. *Dimensi Interior*, 11(1), 1-10. <https://doi.org/10.9744/interior.11.1.1-10>.
- Nurhaiza, N., & Lisa, N. P. (2019). Optimalisasi Pencahayaan Alami pada Ruang. *Arsitekno*, 7(7), 32-40. <https://doi.org/10.9744/interior.9.2.80-88>.
- Soegandhi, S. J. (2015). *Optimasi Sistem Pencahayaan Buatan pada Budget Hotel di Surabaya* (Doctoral dissertation, Petra Christian University).
- Wisnu, W., & Indarwanto, M. (2017). Evaluasi Sistem Pencahayaan Alami Dan Buatan Pada Ruang Kerja Kantor Kelurahan Paninggilan Utara, Ciledug, Tangerang. *Vitruvian: Jurnal Arsitektur, Bangunan, dan Lingkungan*, 7(1), 265297.