



ARCADE

JURNAL ARSITEKTUR

p-ISSN: 2580-8613 (Cetak)

e-ISSN: 2597-3746 (Online)

<http://jurnal.universitaskabangsaan.ac.id/index.php/arcade>



PERFORMA PENCAHAYAAN ALAMI RUANG KELAS SEKOLAH DI KOTA PONTIANAK

Lestari¹, Muhammad Ridha Alhamdani², Syaiful Muazir³, Muhammad Nurhamsyah⁴, Adilla Chairiah⁵

Juruasan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

E-mail: lestari@teknik.untan.ac.id, Mridhaalhamdani@teknik.untan.ac.id, syaifulmuazir@teknik.untan.ac.id, nurhamsyah@teknik.untan.ac.id, adillachairih@gmail.com

Informasi Naskah:

Diterima:

18 September 2023

Direvisi:

4 Oktober 2023

Disetujui terbit:

23 November 2023

Diterbitkan:

Cetak:

29 Desember 2023

Online

29 Desember 2023

Abstract: *The visual comfort of classrooms in schools can be increased through proper lighting so that it can have a positive effect on student learning activities. The quality of lighting in school classrooms can be achieved by maximizing natural lighting, which can contribute to the health, comfort and productivity of students in addition to reducing operational costs. The performance of natural lighting that occurs in schools is important to know, especially in areas with potential natural lighting such as in Pontianak City, so that it can be considered in the design of school buildings in the future. This paper aims to provide results of natural lighting performance in classrooms in several school buildings in Pontianak City. The study was conducted on 4 school buildings in Pontianak City using direct measurements reinforced by simulation. The results showed that most of the natural lighting of the classrooms had met the requirements needed for teaching and learning activities, especially in sunny weather conditions. However, there is a risk of glare in the seating area on the side next to the window. Cloudy weather conditions also show the DF value which is at 1-1.5% so that the utilization of natural lighting in these conditions is not optimal.*

Keyword: *Natural Lighting, Classroom, Performance*

Abstrak: Kenyamanan visual ruang kelas di sekolah dapat ditingkatkan melalui pencahayaan yang tepat sehingga dapat memberikan berpengaruh positif terhadap aktivitas belajar siswa. Kualitas pencahayaan pada ruang-ruang kelas sekolah dapat dicapai dengan memaksimalkan pencahayaan alami, yang dapat berkontribusi terhadap kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas siswa selain mengurangi biaya operasional. Performa pencahayaan alami yang terjadi di sekolah-sekolah penting untuk diketahui terutama pada daerah dengan potensi pencahayaan alami seperti di Kota Pontianak, sehingga dapat menjadi bahan masukan dalam perancangan bangunan sekolah. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan hasil performa pencahayaan alami pada ruang-ruang kelas di beberapa bangunan sekolah di Kota Pontianak. Penelitian dilakukan pada 4 bangunan sekolah di Kota Pontianak dengan menggunakan pengukuran langsung yang diperkuat dengan simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan alami ruang-ruang kelas sebagian besar sudah memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk aktivitas belajar mengajar terutama pada kondisi cuaca cerah. Namun, terjadi resiko kesilauan pada area tempat duduk yang berada di sisi yang bersebelahan dengan jendela. Kondisi cuaca mendung juga menunjukkan nilai DF yang berada pada 1-1.5% sehingga pemanfaatan pencahayaan alami pada kondisi tersebut belum maksimal.

Kata Kunci: Pencahayaan Alami, Ruang Kelas, Performa

PENDAHULUAN

Pencahayaan yang memadai penting diperhatikan untuk mendukung aktivitas belajar siswa di sekolah, dimana siswa harus menghabiskan sebagian besar waktu belajarnya. Pencahayaan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kenyamanan visual siswa di sekolah. Kualitas pencahayaan pada bangunan sekolah mempengaruhi aktivitas belajar yang berlangsung. Tingkat konsentrasi siswa untuk belajar dipengaruhi oleh pencahayaan yang terjadi pada ruang kelas (Sleegers et al., 2013). Tingkat pencahayaan juga mempengaruhi respon psikologis siswa dalam belajar (Kobayashi & Sato, 1992). Oleh karena itu, meningkatkan kenyamanan visual

melalui pencahayaan yang tepat dapat berpengaruh positif terhadap aktivitas belajar siswa.

Kualitas pencahayaan pada bangunan sekolah dapat dicapai dengan memaksimalkan pencahayaan alami. Pencahayaan alami diakui tidak hanya memberikan dampak terhadap kenyamanan visual, namun juga memberikan efek terhadap kesehatan dan produktivitas siswa. Ketersediaan pencahayaan alami memungkinkan siswa dan guru dapat melakukan aktivitas mereka dengan mudah. Pencahayaan alami yang baik pada bangunan sekolah dapat meningkatkan kesehatan dan prestasi belajar siswa yang ditunjukkan dari hasil ujian yang dicapai (Mirrahimi

et al., 2012). Cahaya matahari sebagai sumber pencahayaan alami dinilai paling efektif memberikan pengaruh pada manusia untuk meningkatkan akademik dan prestasi (Shishegar & Boubekri, 2016). Selain memiliki jumlah memadai dan spektrum cahaya yang luas, cahaya matahari memiliki sumber penting bagi kesehatan tubuh manusia yang keberadaannya dapat meningkatkan aktivitas fisik dan kinerja kognitif serta suasana hati, perhatian, dan kewaspadaan pada manusia.

Penggunaan pencahayaan alami yang tepat ke bangunan sekolah selain dapat berkontribusi terhadap kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas siswa juga dapat mengurangi biaya operasional bangunan. Kondisi pemanasan global dan krisis energi mendorong penggunaan energi-energi terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi. Pencahayaan alami merupakan salah satu strategi desain pasif untuk meningkatkan efisiensi energi karena memaksimalkan sumber cahaya dari matahari. Energi yang dibutuhkan untuk pencahayaan pada bangunan sekolah cukup besar karena kebutuhan akan penerangan yang cukup untuk aktivitas belajar mengajar. Penggunaan pencahayaan alami yang memadai dapat meminimalkan penggunaan penerangan buatan dapat menjadi strategi penghematan energi di bangunan sekolah (Krü & Zannin, 2004).

Kebutuhan pencahayaan harus tercukupi untuk aktivitas di ruang kelas. Namun, berbagai permasalahan masih muncul dari penggunaan pencahayaan alami pada ruang kelas. Penelitian terhadap pencahayaan alami pada ruang kelas sekolah dasar di Surabaya menunjukkan beberapa permasalahan diantaranya pencahayaan yang kurang terang. Penyebab ruang kelas kurang terang adalah sisi ruang kelas memiliki selasar dengan *sun screen* tipe yang rapat dan warna gelap (Dinapradipta, 2020). Penelitian dengan menggunakan simulasi pencahayaan alami pada gedung program studi Universitas di Lhokseumawe menunjukkan permasalahan pencahayaan alami yaitu cahaya matahari yang masuk tidak merata yang disebabkan ukuran jendela, penggunaan jenis kaca dengan tingkat transparansi terlalu gelap, serta penggunaan warna yang kurang tepat (Athallah et al., 2017). Ketika sumber cahaya terlalu terang maka permasalahan silau dapat mengganggu kenyamanan visual dan gangguan penglihatan. Optimasi pencahayaan alami pada ruang kelas memiliki kompleksitas yang harus mempertimbangkan persyaratan agar aktivitas visual dapat terlaksana dengan baik, dan dapat menghindarkan terjadinya silau karena cahaya matahari langsung (Costanzo et al., 2017). Penelitian yang dilakukan pada sekolah dasar dan menengah di Nigeria menunjukkan bahwa area tempat duduk disekitar jendela mendapatkan pencahayaan yang terlalu tinggi (Ibhadode et al., 2019) yang justru dapat mengganggu kenyamanan visual dari pelajar.

Penelitian telah dilakukan sebelumnya menunjukkan adanya pengaruh elemen bangunan

terhadap kualitas pencahayaan dalam ruang kelas. Penggunaan elemen interior yang tepat seperti dinding dan kaca jendela berpengaruh terhadap peningkatan pencahayaan dalam ruang kelas (Dora, 2013; Athallah et al., 2017). Penggunaan *lightselves* memberikan pengaruh yang baik terhadap kenyamanan pencahayaan (Krü & Zannin, 2004; Dinapradipta, 2020). Penggunaan *light shelf* yang dikombinasikan dengan *solar shading* dan *sunlight redirection* dapat meningkatkan penyebaran cahaya matahari yang juga mereduksi cahaya matahari langsung serta memungkinkan pemandangan dapat terlihat melalui bagian bawah jendela (Al-Sallal, 2010). Desain jendela seperti ketinggian terhadap lantai berpengaruh terhadap nilai iluminasi yang terjadi (Inan, 2013).

Cahaya alami sangat penting untuk bangunan sekolah terutama ruang kelas. Pencahayaan alami dapat dioptimalkan dengan mengatasi permasalahan yang muncul. Namun, perlu adanya penyelidikan pencahayaan alami yang saat ini ada pada sekolah-sekolah sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam memberikan solusi yang tepat. Penyelidikan mengenai performa pencahayaan alami pada ruang-ruang kelas di bangunan sekolah di Kota Pontianak saat ini belum banyak dilakukan. Padahal kota Pontianak memiliki potensi pencahayaan alami yang sangat besar mengingat letak geografisnya yang terletak di garis khatulistiwa. Belum banyaknya penyelidikan mengenai penggunaan pencahayaan alami pada bangunan sekolah di kota Pontianak menyebabkan belum adanya gambaran mengenai kondisi yang terjadi ataupun permasalahan yang mungkin muncul. Pengetahuan akan permasalahan yang muncul dari penggunaan pencahayaan alami dapat menghambat alternatif solusi yang dapat tepat yang dapat diberikan pada perancangan bangunan sekolah dimasa berikutnya. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan hasil performa pencahayaan alami pada ruang-ruang kelas di beberapa bangunan sekolah di Kota Pontianak, sehingga bisa memberi bahan masukan untuk perancangan bangunan-bangunan sekolah berikutnya.

TINJUAN PUSTAKA

Berbagai metode pendekatan telah digunakan untuk menilai kenyamanan visual dalam sebuah ruang. Indeks merupakan metode yang digunakan untuk menilai kuantitas cahaya, diantaranya adalah iluminan, *daylight factor*, *daylight autonomy*, *continuous daylight autonomy*, *spatial daylight autonomy*, *useful daylight illuminance*, *frequency of visual comfort*, dan *intensity of visual discomfort* (Carlucci et al., 2015). Iluminan merupakan pendekatan yang sering digunakan karena menggambarkan banyaknya arus cahaya yang datang pada suatu unit bidang. Iluminan adalah hasil iluminasi per satuan luas permukaan yang diterangi dan dihitung dengan satuan standar lux yaitu lumen per meter persegi (lm/m^2) (Inan, 2013). Iluminan ditentukan dengan rumus:

$$E = F/A$$

E merupakan iluminansi dari sebuah permukaan (lm/m^2 atau lx), F adalah arus cahaya yang dipancarkan pada permukaan (lumen) dan A adalah luas permukaan (m^2).

Selain itu, indeks yang dikenal dengan Daylight Factor (DF) juga sering digunakan karena dapat mengevaluasi pemanfaatan pencahayaan alami dalam ruang yaitu dengan membandingkan pencahayaan dalam dan luar ruangan. DF didefinisikan sebagai rasio pencahayaan alami pada titik di bidang tertentu dalam ruang yang diterima secara langsung atau secara tidak langsung dengan pencahayaan alami bidang horizontal yang tidak terhalang diukur pada saat yang sama (Carlucci et al., 2015). DF ditentukan dengan rumus:

$$DF = (E_i/E_o) \times 100\%$$

Dimana E_i merupakan iluminansi dalam ruangan pada suatu titik pada bidang kerja dan E_o merupakan iluminansi luar ruangan pada kondisi langit mendung. Nilai DF rata-rata 5 persen atau lebih akan membuat ruang dalam mendapatkan penerangan alami yang mencukupi sedangkan nilai rata-rata DF di bawah 2 persen umumnya membuat ruangan terlihat kusam sehingga penerangan listrik kemungkinan besar akan sering digunakan (Inan, 2013).

Berbagai cara digunakan agar indeks kuantitas cahaya pada suatu ruang dapat menentukan yaitu dengan pengukuran langsung, dan menggunakan simulasi. Menurut Loutzenhisser et al. (2007) dalam Inan (2013), program simulasi energi bangunan dapat menjadi alat yang efektif dalam tahap perancangan untuk mengevaluasi kinerja pencahayaan alami dengan menghasilkan studi parametrik yang memvariasikan fitur dari jendela dan peneduh untuk mengoptimalkan kinerja energi bangunan. Terdapat berbagai *software* simulasi diantaranya *Radiance*, *Superlite*, *Adeline*, *Dialux*, *Ecotect*, *Relux*, *Velux* dan sebagainya untuk menganalisis nilai iluminansi dan DF dalam sebuah bangunan (Inan, 2013). *Software* yang cukup sederhana namun dapat digunakan memvisualisasikan pencahayaan dalam bangunan adalah *Velux*. *Software* tersebut dapat memvisualisasikan nilai iluminansi, iluminansi serta nilai Daylight Factor (DF) dalam suatu ruang berbentuk gambar dan animasi selama satu hari dan satu tahun. Kemampuan *software* ini akan membantu untuk menentukan batas ruangan, konfigurasi jendela dan *output*.

METODOLOGI PENELITIAN


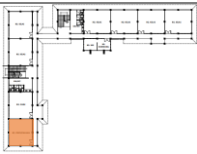

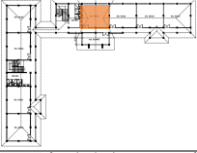



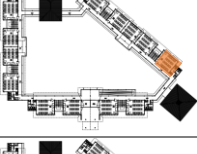






Deskripsi Studi Kasus



Bangunan yang menjadi objek penelitian adalah bangunan fasilitas pendidikan meliputi sekolah dasar (SD) dan sekolah menengah pertama (SMP). Terdapat dua sekolah dasar dan dua sekolah menengah pertama yang menjadi studi kasus penelitian yaitu SDN 56 Pontianak Barat, SDN 14

Pontianak Kota, SMPN 2 Pontianak Selatan, dan SMPN 10 Pontianak Selatan. Bangunan sekolah tersebut tersebar di 3 kecamatan di Kota Pontianak yaitu Pontianak Barat, Pontianak Kota dan Pontianak Selatan.

Kasus bangunan sekolah yang dipilih berupa bangunan bertingkat rendah yaitu dua hingga tiga lantai. Pengukuran dilakukan di satu hingga dua ruang kelas pada tiap sekolah dengan total jumlah ruang yang diukur adalah 8 ruang kelas. Pemilihan ruang kelas didasari pada arah hadap ruang kelas terhadap matahari. Ukuran atau dimensi jendela ruang-ruang kelas yang mempengaruhi nilai pada DF dan iluminansi juga dipertimbangkan dalam pemilihan sampel ini. Deskripsi ruang-ruang kelas yang menjadi sampel dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Deskripsi Umum di Tiap Sekolah (Lantai)

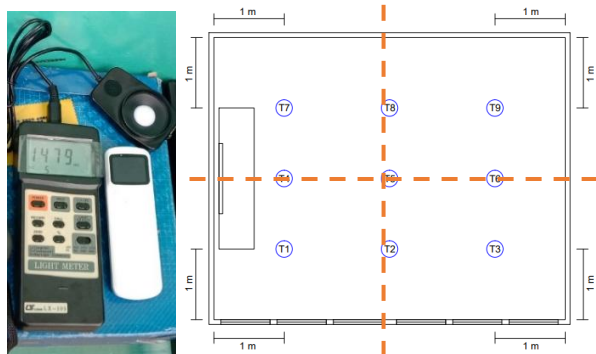
Nama Sekolah dan Kode Kelas	Gambar Ruang	Lokasi Ruang Kelas
SDN 56 Pontianak Barat (1)		
SDN 56 Pontianak Barat (2)		
SDN 56 Pontianak Barat (3)		
SMPN 2 Pontianak Selatan (4)		
SMPN 2 Pontianak Selatan (5)		
SDN 14 Pontianak Kota (6)		
SMPN 10 Pontianak Selatan (7)		

Nama Sekolah dan Kode Kelas	Gambar Ruang	Lokasi Ruang Kelas
SMPN 10 Pontianak Selatan (8)		

Deskripsi Metode dan Instrument Penelitian

Kuantitas cahaya alami yang ada pada ruang kelas pada penelitian ini diukur dengan menggunakan dua metode yaitu pengukuran lapangan dan simulasi. Simulasi digunakan untuk membantu keterbatasan dari pengukuran lapangan yang dilakukan pada waktu yang tertentu saja. Software yang digunakan adalah velux karena merupakan salah satu *software* pencahayaan alami yang dapat memberikan informasi nilai indeks pencahayaan alami pada sebuah ruang. *Software* Velux dapat memberikan informasi nilai luminan, iluminan dan DF dalam bentuk angka dan visualisasi. Iluminan dan *daylight factor* (DF) merupakan indeks yang digunakan sebagai alat untuk menilai kuantitas cahaya pada ruang kelas pada penelitian ini. Walaupun *software* ini tidak memberikan informasi terkait nilai rata-rata iluminan dan luminan, tetapi memberikan nilai rata-rata DF.

Pengukuran lapangan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan alat ukur yaitu LT-Lutron LX-105 *Light Meter*. Titik pengukuran terdiri dari 9 titik yaitu berada titik tengah ruang kelas dan berdekatan dengan dinding berjarak 1 meter. Pemilihan titik ini untuk mewakili posisi tempat duduk pelajar yang tersedia pada ruang kelas. Adapun ketinggian titik ukur yaitu 0.75 m dari atas permukaan lantai.



Gambar 1. Alat Ukur LT-Lutron LX-105 Light Meter (kiri) dan Titik Ukur Nilai Iluminan pada Ruang Kelas (kanan) Pengukuran ini dilakukan selama 2 hari di setiap ruang kelas yang sama pada setiap sekolah seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. Adapun rentang waktu pengukuran dilakukan pada 3 periode waktu diantaranya pada saat pagi yaitu pukul 07.00 WIB, pukul 10.00 WIB, dan pukul 13.00 WIB. Pemilihan waktu ini didasari pada jam operasional yang umum berlaku pada ruang-ruang kelas tersebut. Keadaan

cuaca juga diperhitungkan saat pengukuran yaitu kondisi cerah, cerah berawan atau mendung.

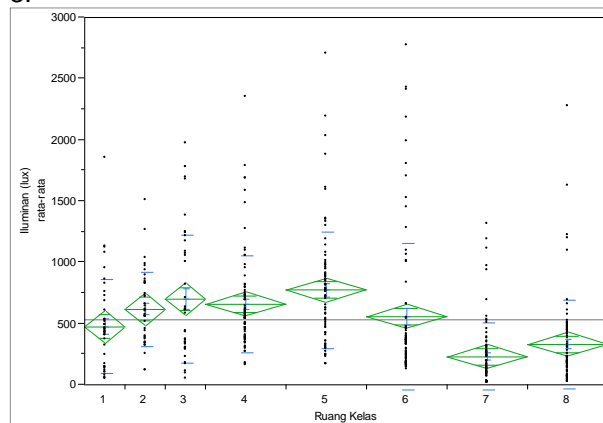
Tabel 2. Jumlah Kelas dan Tanggal Pengukuran Lapangan

Nama Sekolah	Jumlah Kelas	Tanggal Pengukuran Lapangan	Waktu Pengukuran (WIB)
SDN 56 Pontianak Barat	3	13-14 September 2021	
SMPN 2 Pontianak Selatan	2	15-16 September 2021	07.00 10.00
SDN 14 Pontianak Kota	1	20-21 September 2021	13.00
SMPN 10 Pontianak Selatan	2	22-23 September 2021	

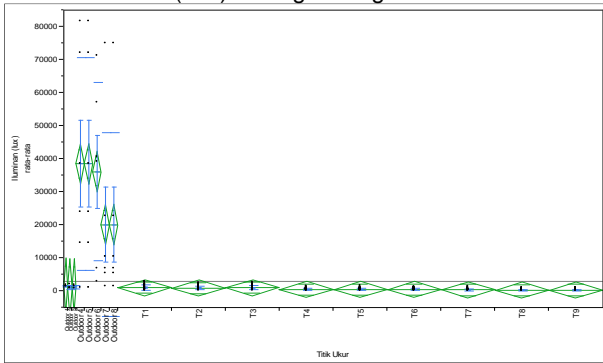
Simulasi dilakukan menggunakan *software* velux sebagai alat untuk simulasi pencahayaan. Waktu yang dipilih dalam simulasi adalah bulan Maret, Juni, September dan Desember yaitu waktu-waktu kritis yang mempengaruhi pencahayaan alami pada ruang di lokasi penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

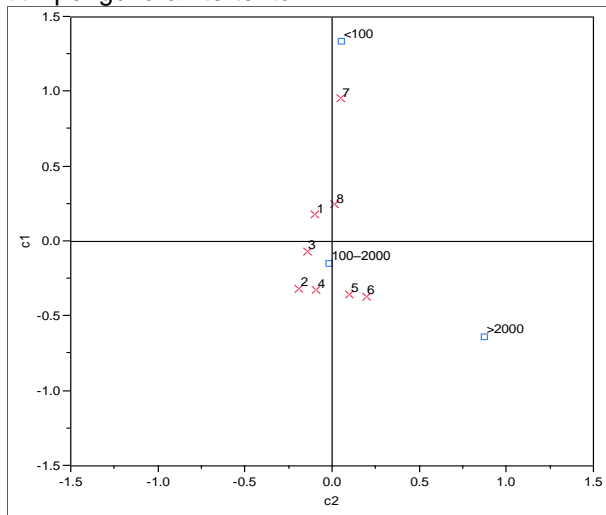
Hasil pengukuran lapangan yang dilakukan pada 8 ruang kelas menunjukkan nilai iluminan atau nilai tingkat pencahayaan alami pada dalam ruang kelas berkisar mulai dari 7 lux sampai dengan 2850 lux. Nilai iluminan paling rendah yaitu pada ruang kelas 7 yang turut dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada saat pengukuran yaitu dalam kondisi hujan. Nilai iluminan yang terukur tinggi terjadi pada ruang kelas 4, 5 dan 6 yang dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada saat pengukuran adalah siang hari yang cerah. Nilai hasil pengukuran iluminan dapat dilihat pada Gambar 2. Rentang nilai iluminan yang rendah terjadi pada beberapa ruang kelas juga sangat dipengaruhi oleh kondisi nilai iluminan pada ruang luar. Adapun nilai iluminan pada luar ruang kelas menunjukkan nilai iluminan berkisar mulai dari 420 lux sampai dengan 80000 lux. Hasil pengukuran nilai iluminan pada ruang luar dan rata-rata pengukuran tiap titik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Lapangan Nilai Iluminan (Lux) Ruang-Ruang Kelas



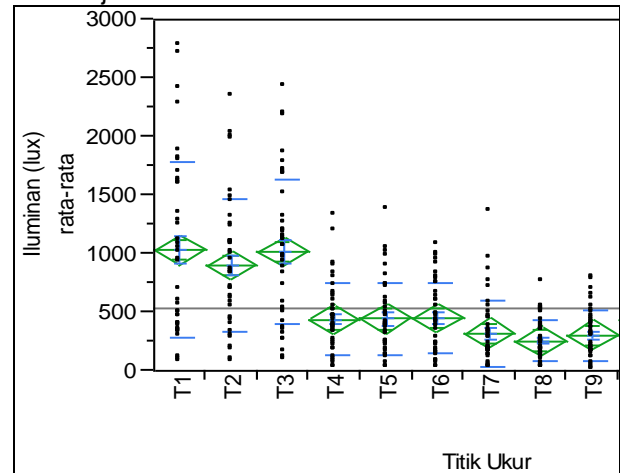
Gambar 3. Hasil Pengukuran Nilai Iluminan (Lux) Ruang-Ruang Kelas dibandingkan Nilai Iluminan Ruang Luar. Analisis performa pencahayaan alami ruang kelas dilakukan berdasarkan 3 kategori tingkat pencahayaan yaitu terlalu gelap (<100 lux), sesuai (100-2000 lux) dan terlalu terang (>2000 lux). Berdasarkan kategori tersebut, rata-rata nilai iluminan ruang-ruang kelas masih berada pada tingkat pencahayaan alami yang sesuai untuk aktivitas belajar mengajar. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4. Adapun ruang kelas yang mendekati tingkat pencahayaan terlalu gelap yaitu ruang kelas 7. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada saat pengukuran sehingga ruang kelas membutuhkan tambahan pencahayaan buatan. Selain itu, juga terdapat ruang kelas dengan tingkat pencahayaan terlalu terang yang beresiko menyebabkan kesilauan sehingga dapat menimbulkan ketidaknyamanan pengguna ruang. Tetapi tingkat pencahayaan terlalu terang hanya terjadi pada titik-titik pengukuran tertentu.



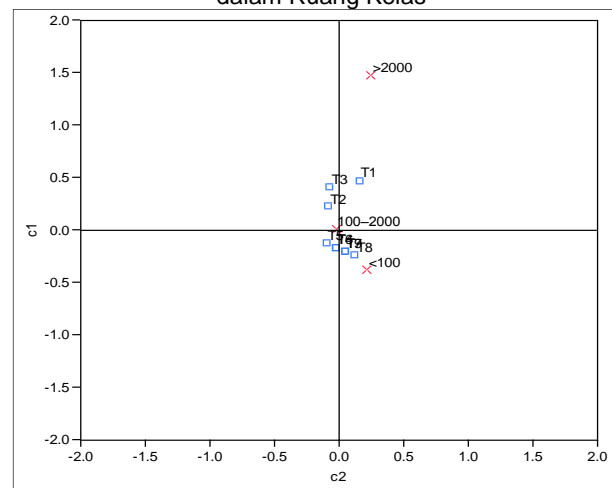
Gambar 4. Kedekatan Kategori Nilai Iluminan (Lux) dengan Ruang-Ruang Kelas

Analisis performa pencahayaan alami ruang kelas juga dilihat berdasarkan titik ukur yang terdiri dari T1 hingga T9 yang merupakan posisi tempat duduk dalam ruang kelas. T1-T3 merupakan titik ukur yang terletak di posisi tempat duduk dekat dengan jendela luar, T4-T6 merupakan titik ukur yang terletak di posisi tempat duduk bagian tengah, sedangkan T7-T9 merupakan titik ukur yang terletak di posisi tempat duduk dekat dengan jendela dalam.

Nilai iluminan atau tingkat pencahayaan alami pada titik-titik tersebut dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai iluminan yang tinggi terjadi pada titik ukur T1-T3. Nilai pada titik-titik ukur tersebut berada pada tingkat pencahayaan yang terlalu terang atau melebihi standar yang dapat dilihat pada Gambar 6. Sedangkan nilai iluminan yang rendah, terjadi pada titik ukur T7-T9 meskipun cenderung berada pada tingkat pencahayaan yang sesuai atau batas standar, kecuali pada saat kondisi cuaca mendung atau hujan.



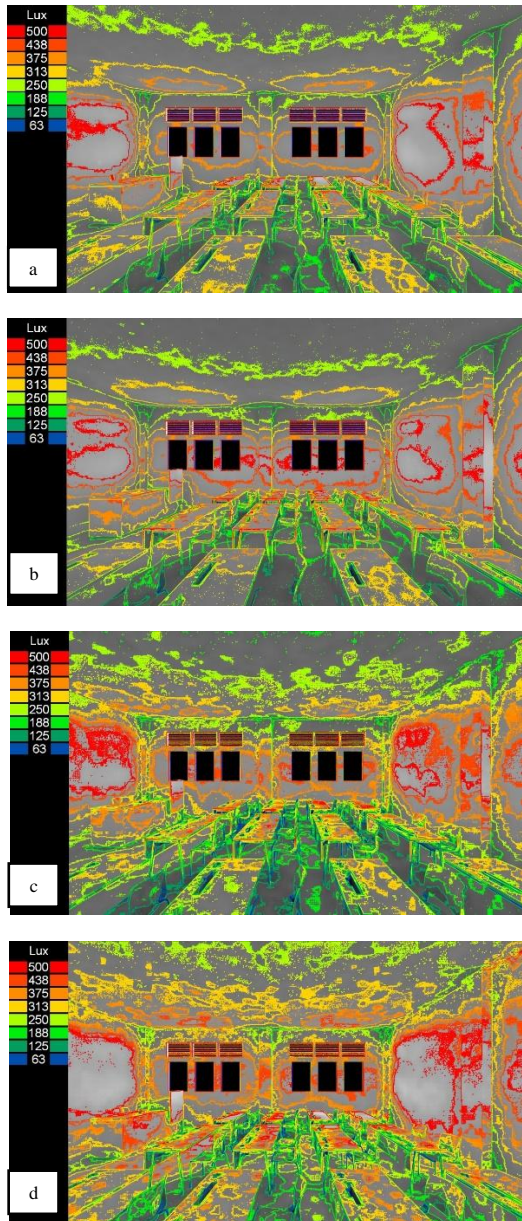
Gambar 5. Nilai Iluminan (Lux) berdasarkan Titik Ukur dalam Ruang Kelas



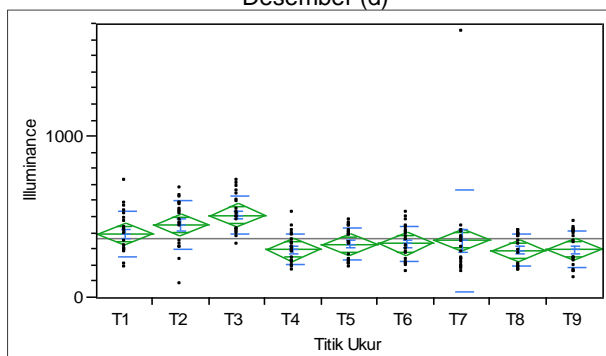
Gambar 6. Kedekatan Kategori Nilai Iluminan (Lux) dengan Titik Ukur dalam Ruang Kelas

Untuk memperkuat hasil pengukuran lapangan evaluasi performa pencahayaan alami ruang kelas juga dilakukan dengan menggunakan *software velux*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi pencahayaan alami ruang kelas yang terjadi pada hari-hari lainnya sepanjang tahun. Simulasi dengan *software velux* menghasilkan data visualisasi berupa gambar yang menunjukkan kondisi pencahayaan alami suatu ruang. Berikut adalah salah satu hasil simulasi pada bulan Maret, Juni, September dan Desember pukul 13.00 WIB yang dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai iluminan yang tinggi yaitu rentang 313 lux – 500 lux ditandai dengan warna kuning hingga merah, sedangkan nilai iluminan yang rendah yaitu rentang 63 lux – 250 lux ditandai dengan warna biru hingga hijau.

Hasil simulasi tersebut menunjukkan nilai yang hampir sama dengan pengukuran lapangan, yaitu nilai iluminasi yang cenderung tinggi berada di sisi ruang dalam kelas yang dekat dengan jendela luar atau berada di titik ukur T1, T2 dan T3 yang dapat dilihat pada Gambar 8.



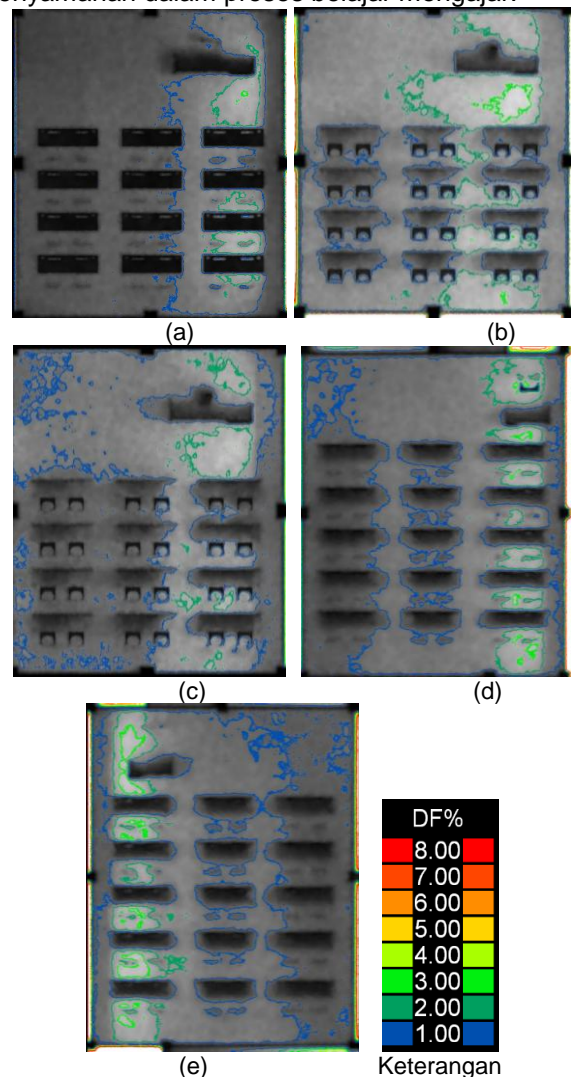
Gambar 7. Kondisi Pencahayaan (Lux) Ruang Kelas 2 pada Bulan Maret (a), Juni (b), September (c) dan Desember (d)



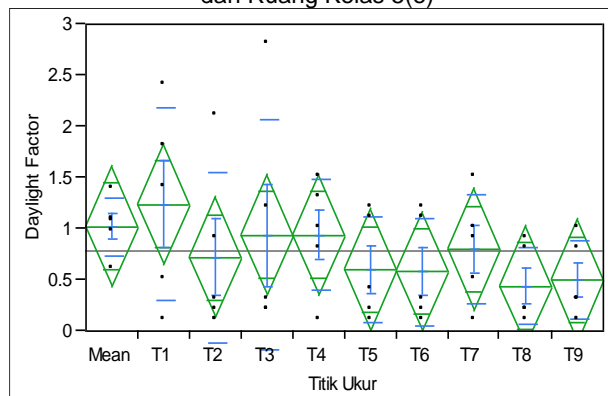
Gambar 8. Tingkat Pencahayaan (Lux) Setiap Titik Ukur dengan menggunakan Simulasi Velux

Evaluasi performa pencahayaan alami ruang kelas menggunakan software velux juga dapat dilakukan dengan menggunakan nilai Daylight factor (DF). Daylight factor merupakan indikasi keefektifan desain dalam menghadirkan cahaya matahari ke dalam ruangan. Simulasi dengan software velux menghasilkan gambar yang menunjukkan kondisi nilai DF pada suatu ruang. Nilai DF ideal agar penerangan alami yang mencukupi untuk fungsi ruang kelas adalah diatas 2 persen (Lechner, 2015; Inan, 2013).

Gambar 9. berikut adalah salah satu hasil simulasi pada beberapa ruang kelas pada bulan Maret pukul 13.00 WIB yang memvisualisasikan nilai DF. Nilai DF yang tinggi ditandai dengan warna kuning hingga merah, yaitu rentang 5% - 8%, sedangkan nilai DF yang rendah ditandai dengan warna biru hingga hijau, yaitu rentang 1% - 4%. Hasil simulasi tersebut menunjukkan nilai DF ruang kelas cenderung rendah berada di sisi ruang kelas yang dekat dengan sisi selasar. Adapun rata-rata nilai DF ruang kelas berada pada nilai 1-1.5% yang dapat dilihat pada Gambar 10, dimana nilai ini berada dibawah nilai ideal untuk pemanfaatan penerangan alami. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi cuaca mendung, ruang kelas masih membutuhkan tambahan pencahayaan buatan untuk mencapai kenyamanan dalam proses belajar mengajar.



Gambar 9. Simulasi Nilai DF pada Ruang Kelas 1(a), Ruang Kelas 2(b), Ruang Kelas 3(c), Ruang Kelas 4(d) dan Ruang Kelas 5(e)



Gambar 10. Nilai Daylight Factor (DF) Setiap Titik Ukur dengan menggunakan Simulasi Velux

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan dan simulasi, pencahayaan alami ruang-ruang kelas sebagian besar sudah memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk aktivitas belajar mengajar terutama pada kondisi cuaca cerah. Resiko kesilauan terjadi pada area tempat duduk yang berada disisi dinding yang bersebelahan dengan jendela luar. Nilai iluminan pada area ini dapat mencapai 2000 lux. Adapun pada kondisi cuaca mendung, rata-rata nilai DF berada pada 1-1.5%. Nilai ini masih berada dibawah nilai ideal untuk pemanfaatan pencahayaan alami secara maksimal. Elemen desain pada bangunan sekolah dapat mempengaruhi banyaknya cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang. Perlunya elemen yang dapat memaksimalkan penggunaan pencahayaan alami pada berbagai kondisi, baik cerah maupun mendung. Pada kondisi cuaca mendung, elemen desain perlu mempertimbangkan cahaya alami dapat dioptimalkan sehingga pencahayaan alami dapat menjangkau keseluruhan ruang dalam. Berbagai solusi desain yang banyak digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah melakukan perubahan warna interior menjadi warna dengan faktor refleksi tinggi, perubahan jenis kaca pada jendela menjadi kaca bening biasa serta penggunaan *light shelf* yang menyebarkan cahaya matahari masuk ke ruang yang lebih dalam. Pada kondisi cuaca cerah, elemen desain yang diperlukan adalah untuk mengatasi pencahayaan yang berlebih terutama yang terjadi pada area tempat duduk yang berada di sisi jendela luar. Beberapa solusi desain untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah mengubah jenis kaca pada jendela, penggunaan *light shelf* yang dikombinasikan dengan *solar shading* dan *sunlight redirection*, serta penerapan sistem *top lighting* dengan kaca vertical seperti *clerestories* dan *roof monitor*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura atas dukungan dan

pendanaan melalui DIPA tahun 2021 untuk penelitian ini. Terima kasih juga diucapkan kepada seluruh pihak yang terlibat meliputi tim survey, tim pengolahan data serta kepala sekolah beserta jajarannya dari SDN 56, SDN 14, SMPN 2 dan SMPN 10 Kota Pontianak yang telah membantu berjalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Sallal, K. A. (2010). Daylighting and visual performance: Evaluation of classroom design issues in the UAE. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 5(4), 201–209. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctq025>
- Athallah, A., Iqbal, M., & Situmeang, I. S. (2017). Simulasi Pencahayaan Alami Pada Gedung Program Studi Arsitektur Universitas Malikussaleh. *NALARs*, 16(2), 113–124. <https://doi.org/10.24853/nalars.16.2.113-124>
- Carlucci, S., Causone, F., De Rosa, F., & Pagliano, L. (2015). A review of indices for assessing visual comfort with a view to their use in optimization processes to support building integrated design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47(7491), 1016–1033. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.062>
- Costanzo, V., Evola, G., & Marletta, L. (2017). A review of daylighting strategies in schools: State of the art and expected future trends. *Buildings*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/buildings7020041>
- Dinapradipta, A. (2020). Peningkatan Kenyamanan Termal dan Pencahayaan Alam Gedung Sekolah Dasar di Kawasan Padat Hunian di Surabaya. *Arsitektura*, 18(1), 63–73. <https://doi.org/10.20961/arst.v18i1.36146>
- Dora, P. E. (2013). Optimasi Desain Pencahayaan Ruang Kelas Sma Santa Maria Surabaya. *Dimensi Interior*, 9(2), 69–79. <https://doi.org/10.9744/interior.9.2.69-79>
- Ibhadode, O., Ajayi, O. O., Abioye, A. A., Ismaila, J., & Adekunle, A. A. (2019). An evaluation of classroom-illumination: A critical requirement for effective designing and construction of naturally-illuminated schools in Nigeria. *Progress in Industrial Ecology*, 13(4), 342–372. <https://doi.org/10.1504/PIE.2019.102849>
- Inan, T. (2013). An investigation on daylighting performance in educational institutions. *Structural Survey*, 31(2), 121–138. <https://doi.org/10.1108/02630801311317536>
- Kobayashi, H., & Sato, M. (1992). Physiological responses to illuminance and color temperature of lighting. *Ann Physiol Anthropol*, 11(1), 45–49.
- Krü, E. L., & Zannin, P. H. T. (2004). Acoustic, thermal and luminous comfort in classrooms. *Building and Environment*, 39(9), 1055–1063. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.01.030>
- Lechner, N. (2015). *Heating, Cooling, Lighting: sustainable design methods for architects* (Fourth Edi). John Wiley & Sons, Inc.
- Mirrahimi, S., Ibrahim, N. L. N., & Surat, M. (2012). Effect of daylighting on student health and performance. *Computational Methods in Science and Engineering*, 5(4), 127–132.
- Shishegar, N., & Boubekri, M. (2016). Natural light and productivity: Analyzing the impacts of daylighting on Students' and Workers' health and alertness. *International Journal of Advances in Chemical Engineering and Biological Sciences*, 3(1).

<https://doi.org/10.15242/ijacebs.ae0416104>

Sleegers, P. J. C., Moolenaar, N. M., Galetzka, M., Pruyn, A., Sarroukh, B. E., & Van Der Zande, B. (2013). Lighting affects students' concentration positively: Findings from three Dutch studies. *Lighting Research and Technology*, 45(2), 159–175. <https://doi.org/10.1177/1477153512446099>