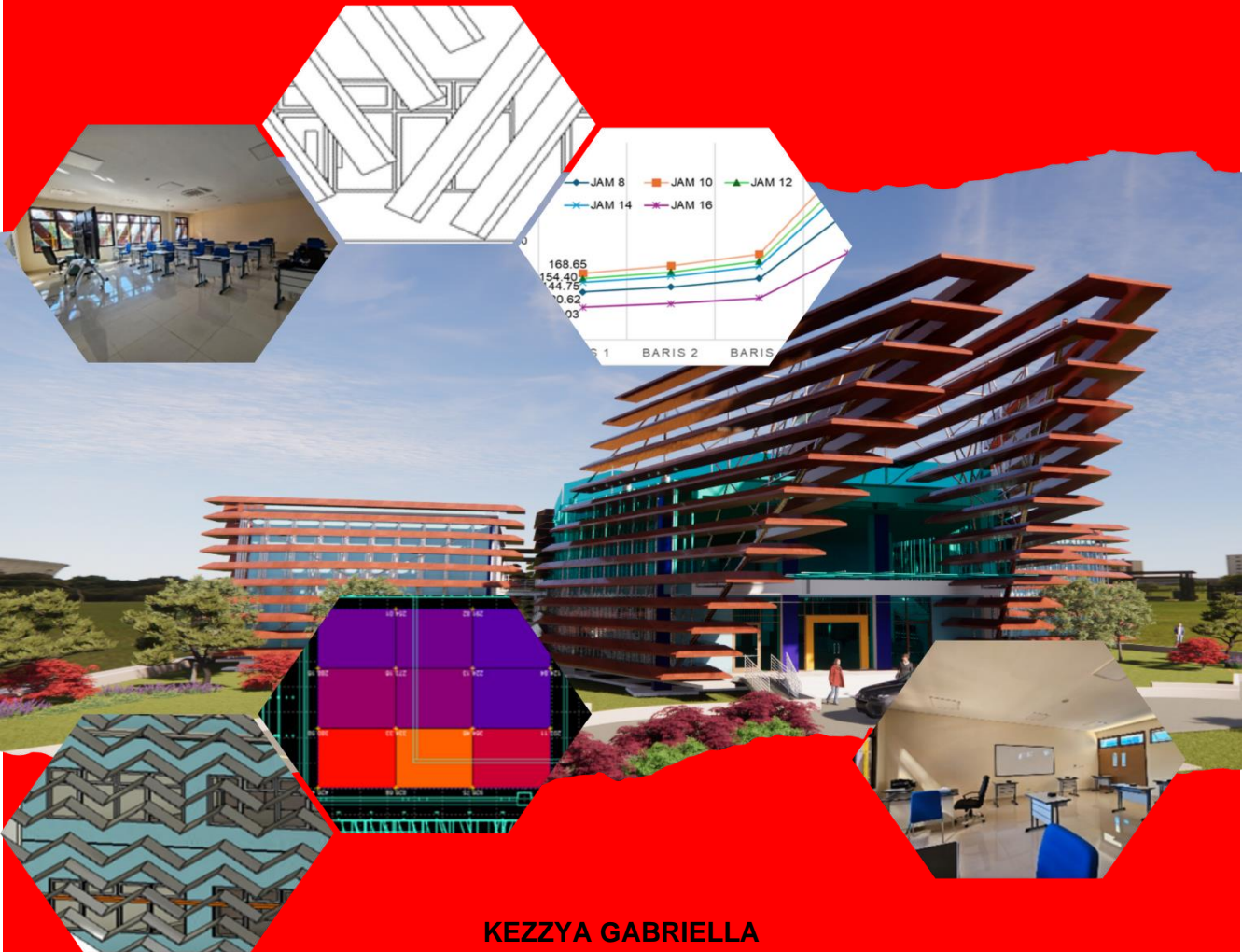


PENGARUH *SUN-SHADING* PADA DISTRIBUSI PENCAHAYAAN ALAMI RUANG KELAS DI GEDUNG KULIAH TERPADU POLIMARIN SEMARANG



KEZZYA GABRIELLA

D051201037



**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

**PENGARUH *SUN-SHADING* PADA DISTRIBUSI PENCAHAYAAN ALAMI
RUANG KELAS DI GEDUNG KULIAH TERPADU POLIMARIN
SEMARANG**

KEZZYA GABRIELLA

D051201037



**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

PERNYATAAN PENGAJUAN

**PENGARUH *SUN-SHADING* PADA DISTRIBUSI PENCAHAYAAN ALAMI
RUANG KELAS DI GEDUNG KULIAH TERPADU POLIMARIN
SEMARANG**

KEZZYA GABRIELLA

D051201037

Skripsi Penelitian

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Arsitektur

pada

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Pengaruh *Sun-Shading* pada Distribusi Pencahayaan Alami Ruang Kelas di Gedung Kuliah Terpadu POLIMARIN Semarang

Disusun dan diajukan oleh

Kezzya Gabriella

D051201037

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 27 Agustus 2024

Menyetujui

Pembimbing I



Prof. Baharuddin Hamzah, ST, M.Arch, Ph.D.

NIP. 19690308 199512 1 001

Pembimbing II



Dr. Ir. Nurul Jamala B., MT

NIP. 19640904 199412 2 001

Mengetahui



Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., MT.

NIP. 19690612 199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "PENGARUH *SUN-SHADING* PADA DISTRIBUSI PENCAHAYAAN ALAMI RUANG KELAS DI GEDUNG KULIAH TERPADU POLIMARIN SEMARANG" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing-1 Prof. Baharuddin Hamzah, ST,M.Arch,Ph.D. dan pembimbing ke-2 Dr. Ir. Nurul Jamala B., MT. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 27 Agustus 2024



Kezzya Gabriella

D051201037

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Baharuddin Hamzah, ST,M.Arch,Ph.D sebagai pembimbing-1 dan Dr. Ir. Nurul Jamala B., MT. sebagai pembimbing ke-2. Serta masukan dan arahan selama seminar dari Dr. Eng. Hj. Asniawaty, ST., MT sebagai penguji-1 dan Dr. Eng. Ir. Rosady Mulyadi, ST., MT. sebagai penguji ke-2. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada pihak POLIMARIN yang telah mengizinkan saya untuk melaksanakan penelitian di lapangan, dan kepada Dr. Ir. Nurul Jamala B., MT. atas kesempatan untuk menggunakan peralatan penelitian di Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan.

Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin dan Fakultas Teknik Departemen Arsitektur Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program sarjana arsitektur serta para dosen dan teman-teman angkatan seperjuangan yang telah menemani saya selama berkuliah.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta saya mengucapkan limpah terima kasih dan syukur atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada seluruh keluarga yang telah mendukung dan memotivasi saya meskipun harus berhalangan dengan jarak yang cukup jauh.

Penulis,

Kezzya Gabriella

ABSTRAK

KEZZYA GABRIELLA. **Pengaruh *Sun-shading* pada Distribusi Pencahayaan Alami Ruang Kelas di Gedung Kuliah Terpadu Polimarin Semarang** (dibimbing oleh Prof. Baharuddin Hamzah, ST,M.Arch,Ph.D. dan Dr. Ir. Nurul Jamala B., MT).

Posisi geografis Indonesia yang berada di wilayah tropis, cahaya matahari yang melimpah dapat dioptimalkan melalui orientasi bukaan bangunan. Namun, hal ini juga membawa tantangan, seperti distribusi cahaya yang tidak merata atau terlalu silau. Oleh karena itu, diperlukan penyelesaian dengan menggunakan *sun-shading* dan *light shelf* untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menilai hubungan antara orientasi bangunan dengan bentuk *sun-shading*, serta mengevaluasi efektivitas desain *sun-shading* yang saat ini digunakan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi desain yang lebih efektif bagi bangunan kuliah terpadu. Penelitian ini dibagi dalam 3 tahap, yakni: 1) melakukan pengukuran lapangan menggunakan perangkat Arduino untuk mengumpulkan data intensitas cahaya; 2) pengumpulan data lapangan secara menyeluruh guna memahami distribusi cahaya dalam berbagai kondisi; dan 3) simulasi desain *sun-shading* yang ada di bangunan saat ini, lalu melakukan perbandingan dengan desain baru yang diusulkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain *sun-shading* sangat mempengaruhi distribusi cahaya di dalam ruangan. Orientasi bangunan juga memainkan peran penting dalam distribusi pencahayaan. Desain terbaik yang saat ini digunakan adalah model A (diagonal kanan dan diagonal kiri), yang memiliki nilai persebaran yang lebih baik dibandingkan dengan model *sun-shading* yang lain. Sedangkan desain alternatif menunjukkan peningkatan persebaran cahaya di dalam ruangan dan penurunan intensitas pada baris titik ukur yang berjarak 0,5m dengan bukaan selubung. Desain alternatif dengan penambahan *light shelf* terbukti lebih efisien dalam meningkatkan sebaran cahaya alami di ruang kelas. Implementasi *light shelf* menjadi solusi efektif untuk menciptakan pencahayaan yang lebih merata. Penelitian ini menyarankan penggunaan *light shelf* untuk meningkatkan kualitas pencahayaan alami di ruang kelas.

Kata kunci: *sun-shading*; orientasi; distribusi cahaya; *Uniformity Ratio*; Polimarin

ABSTRACT

KEZZYA GABRIELLA. ***The Effect of Sun-shading on the Distribution of Natural Lightning in Classroom in the Polimarin Semarang Integrated Lecture Building*** (supervised by Prof. Baharuddin Hamzah, ST,M.Arch,Ph.D. dan Dr. Ir. Nurul Jamala B., MT).

Indonesia's geographical position in the tropics provides abundant sunlight that can be optimized through building opening orientation. However, this also presents challenges, such as uneven light distribution or excessive glare. Therefore, solutions are needed, such as using sun-shading and light shelves to address these issues. This study aims to assess the relationship between building orientation and sun-shading design, as well as evaluate the effectiveness of the current sun-shading design. Additionally, this study seeks to identify a more effective design for integrated lecture buildings. The research is divided into three stages: 1) conducting field measurements using Arduino devices to collect light intensity data; 2) comprehensive field data collection to understand light distribution under various conditions; and 3) simulating the existing sun-shading design of the building and comparing it with the proposed new design. The results show that the sun-shading design significantly affects indoor light distribution. Building orientation also plays a key role in light distribution. The best design currently used is Model A (right diagonal and left diagonal), which has better distribution values compared to other sun-shading models. Meanwhile, the alternative design shows improved distribution and reduced intensity at the measurement points located 0.5 meters from the building envelope openings. The alternative design with the addition of a light shelf has proven more efficient in enhancing natural light distribution in classrooms. Implementing a light shelf is an effective solution for creating more even lighting. This study recommends using light shelves to improve the quality of natural lighting in classrooms.

Keywords: sun-shading; orientation; light distribution; Uniformity Ratio; Polimarin

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kajian Teori	2
1.2.1 Faktor dan penanganan pencahayaan alami	2
1.2.2 SNI pencahayaan alami ruang kelas	4
1.3 Rumusan Masalah.....	5
BAB II METODE PENELITIAN	6
2.1 Tempat, Waktu, dan Pelaksanaan Penelitian	6
2.1.1 Objek penelitian	6
2.2 Pengambilan Data	8
2.2.1 Observasi.....	8
2.2.2 Pengukuran Lapangan.....	8
2.2.3 Simulasi.....	9
2.3 Teknik Analisis Data	9
BAB III HASIL PENELITIAN	11
3.1 Intensitas dan Distribusi Pencahayaan Saat Ini.....	11
3.1.1 Ruang kelas 2 zona 1	11
3.1.2 Ruang kelas 2 zona 2	12
3.1.3 Ruang kelas 1 zona 1	13
3.1.4 Ruang kelas 5 zona 1	14
3.1.5 Ruang kelas 4 zona 1	15
3.1.6 Ruang kelas 3 zona 2	16
3.2 Hubungan Orientasi dan Model <i>Sun-Shading</i>	17
3.2.1 Perbandingan antara model <i>sun-shading</i> sama orientasi berbeda (utara-selatan)	17
3.2.2 Perbandingan antara <i>sun-shading</i> berbeda dan orientasi sama.....	18
3.2.3 Perbandingan antara <i>sun-shading</i> berbeda dan orientasi berbeda (utara-selatan)	19
3.3 Alternatif Desain <i>Sun-shading</i>	20
3.3.1 Model alternatif <i>sun-shading</i> tanpa <i>light shelf</i>	20
3.3.2 <i>Sun-shading</i> dengan <i>light shelf</i> luar 57,4cm.....	22

3.3.3 Perbandingan alternatif	24
BAB IV PEMBAHASAN	25
4.1 Analisis Intensitas dan Distribusi Pencahayaan Ruang Kelas	25
4.2 Pengaruh Orientasi dan Model <i>Sun-shading</i> terhadap Distribusi Pencahayaan 25	
4.3 Desain Alternatif untuk Meningkatkan Distribusi Pencahayaan	26
BAB V KESIMPULAN	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	32

DAFTAR GAMBAR

1. Sistem pencahayaan alami	3
2. Berbagai naungan	4
3. Tampak depan (a) dan samping (b) gedung kuliah terpadu Polimarin	6
4. Sampel ruang kelas lantai 1	7
5. Sampel ruang kelas lantai 2	7
6. Titik pengukuran titik sampel sesuai dengan aturan SNI 03-26-2001	9
7. Alat pengukuran arduino (a) dan lux meter (b)	9
8. Aplikasi Ecotect	9
9. Contoh grafik perbandingan titik penurunan pencahayaan (a) dan UR (Uniformity Ratio) pada kondisi sampel dan beberapa desain sun-shading pilihan (b)	10
10. Tampak eksisting <i>sun-shading</i> model A	11
11. Grafik gabungan rata-rata baris ruang kelas 2 zona 1	11
12. Hasil simulasi ecotect 2D zona 1	11
13. Tampak eksisting <i>sun-shading</i> model A	12
14. Grafik gabungan rata-rata baris ruang kelas 2 zona 2	12
15. Hasil simulasi ecotect 2D	12
16. Tampak eksisting <i>sun-shading</i> model B	13
17. Grafik gabungan rata-rata baris ruang kelas 1 zona 1	13
18. Hasil simulasi ecotect 2D	13
19. Tampak eksisting <i>sun-shading</i> model C	14
20. Grafik gabungan rata-rata baris ruang kelas 5 zona 1	14
21. Hasil simulasi ecotect 2D	14
22. Tampak eksisting <i>sun-shading</i> model D	15
23. Grafik gabungan rata-rata baris ruang kelas 4 zona 1	15
24. Hasil simulasi ecotect 2D	15
25. Tampak eksisting <i>sun-shading</i> model D2	16
26. Grafik gabungan rata-rata baris ruang kelas 3 zona 2 lantai 2	16
27. Hasil simulasi ecotect 2D	16
28. Grafik perbandingan ruang kelas yang menghadap utara dan selatan	17
29. Grafik perbandingan nilai <i>Uniformity Ratio</i> ruang kelas yang menghadap utara dan selatan	17
30. Grafik perbandingan ruang dengan sun-shading model B dan C yang menghadap utara	18
31. Grafik perbandingan nilai <i>Uniformity Ratio</i> ruang kelas dengan sun-shading model B dan C	18
32. Grafik perbandingan ruang kelas sun-shading D dan D2 yang menghadap utara dan selatan	19
33. Grafik perbandingan nilai <i>Uniformity Ratio</i> ruang kelas sun-shading D dan D2 yang menghadap utara dan selatan	19
34. Tampak (a) dan dimensi (b) desain <i>sun-shading</i> tanpa <i>light shelf</i>	20
35. Grafik gabungan rata-rata sun-shading tanpa <i>light shelf</i>	21

36. Hasil simulasi ecotect 2D	21
37. Garis sebar cahaya pada sun-shading 1 tanpa light shelf, perwakilan pukul 12.00	21
38. Tampak desain <i>sun-shading</i> tanpa <i>light shelf</i>	22
39. Grafik gabungan rata-rata baris sun-shading menggunakan light shelf luar ...	22
40. Hasil simulasi ecotect 2D	22
41. Garis sebar cahaya pada <i>sun-shading</i> 1 dengan <i>light shelf</i> , perwakilan pukul 12.00	23
42. Grafik perbandingan desain alternatif	24
43. Grafik perbandingan nilai <i>Uniformity Ratio</i> desain alternatif	24
44. Hasil sebaran cahaya ecotect 2D (a) sun-shading 1 tanpa light shelf (b) sun-shading 1 dengan light shelf	24

DAFTAR TABEL

1. SNI 6179-2020 pencahayaan kelas	5
2. Kriteria pemilihan.....	7

DAFTAR LAMPIRAN

1. Grafik dan tabel hasil kalibrasi arduino BH1750, 30 Maret 2024.....	32
2. Bentuk tabel pengumpulan data	33
3. Grafik rata-rata intensitas dan distribusi masing-masing jam pada ruang kelas 2 zona 1 lantai 1	35
4. Grafik rata-rata simulasi masing-masing jam pada ruang kelas 2 zona 2 lantai 1	37
5. Grafik rata-rata simulasi masing-masing jam pada ruang kelas 1 zona 1 lantai 2	39
6. Grafik rata-rata simulasi masing-masing jam pada ruang kelas 5 zona 1 lantai 2	41
7. Grafik rata-rata simulasi masing-masing jam pada ruang kelas 4 zona 1 lantai 2	43
8. Grafik rata-rata simulasi masing-masing jam pada ruang kelas 3 zona 2 lantai 2	45
9. Grafik rata-rata simulasi masing-masing jam pada model alternatif <i>sun-shading</i>	47
10. Grafik rata-rata simulasi masing-masing jam pada model alternatif <i>sun-shading</i> dengan <i>light shelf</i>	49
11. Dokumentasi	51

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencahayaan alami adalah penggunaan cahaya matahari untuk menerangi ruangan tanpa bantuan sumber cahaya buatan. Pemanfaatan sinar matahari yang terbaik tidak hanya dapat mengefisiensi energi dan menjaga biaya listrik yang dikeluarkan tidak meningkat, tetapi juga dapat menciptakan kenyamanan dan mampu menciptakan lingkungan yang menyenangkan bagi penghuni. Cahaya matahari di Indonesia memungkinkan pemanfaatan pencahayaan alami dikarenakan cahaya yang ada sangat berlimpah dengan lama penyinaran yang relatif stabil sepanjang tahun pada waktu 06.00 – 18.00 atau sekitar ± 12 jam (Koeningsborger, 1974).

Indonesia, dengan letak geografisnya yang berada di sekitar khatulistiwa (6° LU - 11° LS dan bujur antara 95° BT - 141° BT), mendapatkan sinar matahari yang stabil sepanjang tahun. Hal ini membuat pencahayaan alami sangat efektif untuk diterapkan. Penggunaan pencahayaan alami di dalam ruangan dapat diatur melalui besar dan orientasi bukaan seperti jendela dan ventilasi. Dengan cara ini, intensitas cahaya yang masuk dapat diatur sesuai kebutuhan, membantu mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional bangunan.

Namun, pemanfaatan pencahayaan alami juga dapat menimbulkan efek samping seperti panas berlebih dan silau. Oleh karena itu, intensitas cahaya perlu diatur untuk menghasilkan kesesuaian kebutuhan penglihatan (Vidiyanti, dkk, 2017). Penggunaan *sun-shading* dan *light shelf* menjadi solusi untuk mengurangi efek samping tersebut. *Sun-shading*, seperti tirai atau penghalang sinar matahari, dan *light shelf*, yang memantulkan cahaya ke dalam ruangan, membantu menyebarkan distribusi pencahayaan secara merata. Dengan demikian, ruangan tetap nyaman dan pencahayaan alami dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa mengorbankan kenyamanan penghuni.

Pada penelitian sebelumnya, secara konsisten menunjukkan bahwa desain atau model *sun-shading* berperan signifikan dalam memengaruhi intensitas dan distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan, terutama dalam konteks orientasi bukaan. Penelitian yang dilakukan oleh Apriliana dkk (2023) mengungkapkan bahwa perubahan ketinggian *clerestory* menghasilkan distribusi pencahayaan yang lebih merata. Sementara itu, Yunita (2017) menemukan bahwa perubahan model *shading device* memengaruhi level pencahayaan dan keseragaman cahaya, dengan horizontal *overhang* memberikan hasil optimal. Indrayadi (2021) menekankan pentingnya kesesuaian *sun-shading* dengan orientasi bukaan untuk pencahayaan yang efektif, khususnya di sisi Barat. Chou (2004) dan Juliana dkk (2016) menunjukkan bahwa *sun-shading* dapat meratakan distribusi cahaya, mengurangi ketidaknyamanan visual, dan meningkatkan efisiensi energi. Penelitian Lestari dkk (2022) memperkuat temuan ini dengan mengungkapkan dampak berbeda dari berbagai jenis *sun-shading* terhadap radiasi matahari pada orientasi bangunan sekolah, sementara Fenk dkk (2016) menyoroti bagaimana *sun-shading*

mempengaruhi pembayangan terhadap intensitas, distribusi cahaya alami, dan radiasi matahari yang masuk. Secara keseluruhan, model dan desain *sun-shading* yang tepat sangat penting untuk mengoptimalkan pencahayaan alami sesuai dengan orientasi bukaan bangunan.

Penelitian ini akan difokuskan pada Gedung Kuliah Terpadu Polimarin Semarang, dengan penekanan pada *sun-shading* pada bangunan kemudian menilai penggunaannya untuk mengoptimalkan pencahayaan alami. Keberhasilan desain tidak hanya dinilai dari estetika tetapi juga dari kenyamanan yang dihasilkan. Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa desain *sun-shading* memerlukan pertimbangan yang matang untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Desain *sun-shading* memerlukan analisis arah matahari dan arah bukaan ruangan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keberhasilan desain *sun-shading* dan merencanakan perbaikan jika diperlukan, guna memahami faktor-faktor krusial yang mempengaruhi desain tersebut dan meningkatkan efisiensi serta kenyamanan pencahayaan alami di gedung tersebut.

1.2 Kajian Teori

1.2.1 Faktor dan penanganan pencahayaan alami

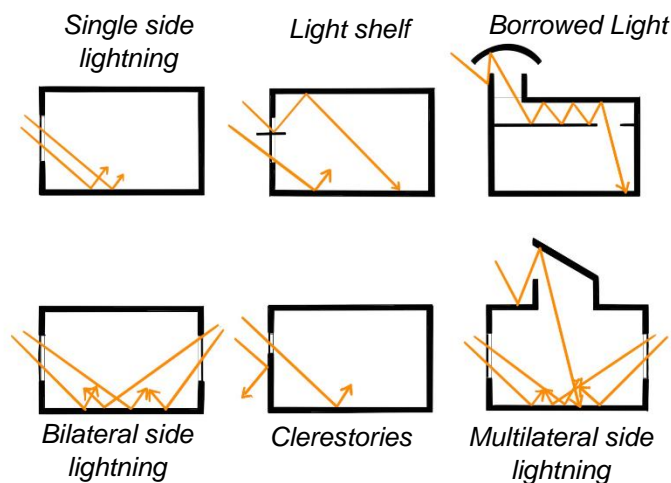
Pencahayaan alami adalah faktor penting yang harus dimanfaatkan secara optimal dalam perencanaan bangunan dan harus direncanakan secara menyatu dengan struktur bangunan. Menurut SNI 03-2396-2001 tentang Tata Cara Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung, faktor pencahayaan alami mencakup tiga komponen utama: *sky component*, *externally reflected component*, dan *internally reflected component*. Pemanfaatan pencahayaan alami yang baik terjadi ketika cukup banyak cahaya masuk ke dalam ruangan pada siang hari (jam 08.00 hingga 16.00) dan didistribusikan secara merata tanpa menyebabkan silau yang mengganggu. Dalam merencanakan pencahayaan, terdapat 6 kriteria yang perlu diperhatikan (Rahim dkk, 2018) :

- a. Kuantitas atau tingkat kuat penerangan cahaya
- b. Distribusi kepadatan cahaya (*luminance*)
- c. Pembatasan agar tidak silau (*limitation of glare*)
- d. Warna cahaya dan refleksi warna
- e. Kondisi ruang dan iklim

Secara umum, pencahayaan alami didistribusikan ke dalam ruangan melalui bukaan samping (*side lighting*), bukaan atas (*top lighting*), atau kombinasinya. Menurut Kroelinger (2005), strategi desain pencahayaan samping (*side lighting*) yang umum digunakan antara lain (lihat bentuk di gambar 1):

1. *Single Side Lighting*, bukaan pada satu sisi dengan intensitas cahaya searah yang kuat, semakin jauh jarak dari jendela intensitasnya semakin melemah.
2. *Bilateral Lighting*, bukaan pada dua sisi bangunan sehingga meningkatkan pemerataan distribusi cahaya, bergantung pada lebar dan tinggi ruang, serta letak bukaan pencahayaan.

3. *Multilateral Lighting*, bukaan di beberapa lebih dari dua sisi bangunan, dapat mengurangi silau dan kontras, meningkatkan pemerataan distribusi cahaya pada permukaan horizontal dan vertikal, dan memberikan lebih dari satu zona utama pencahayaan alami.
4. *Clerestories*, jendela dengan ketinggian 210 cm di atas lantai, merupakan strategi yang untuk pencahayaan setempat pada permukaan horizontal atau vertikal. Peletakan bukaan cahaya tinggi di dinding dapat memberikan penetrasi cahaya yang lebih ke dalam bangunan.
5. *Light shelf*, memberikan pembayangan untuk posisi jendela sedang, memisahkan kaca untuk pandangan dan kaca untuk pencahayaan. Bisa berupa elemen eksternal, internal, atau kombinasi keduanya.
6. *Borrowed Light*, konsep pencahayaan bersama antar dua ruangan yang bersebelahan, misalnya pencahayaan koridor yang didapatkan dari partisi transparan di sebelahnya.

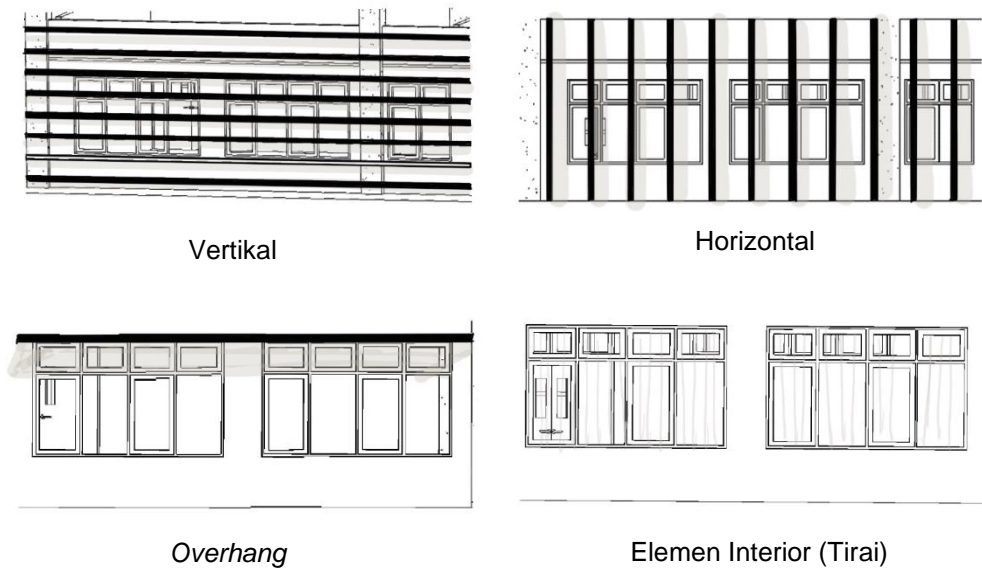


Gambar 1. Sistem pencahayaan alami

Namun, pencahayaan alami memiliki tantangan, seperti intensitas cahaya yang tidak tetap karena kondisi cuaca. Berikut klasifikasi kondisi langit :

1. Kondisi Langit Cerah (*Clear sky*)
Merupakan keadaan iluminasi tertinggi, karena posisi matahari yang berseberangan.
2. Kondisi Langit Berawan (*Intermediete Sky*)
Variasi langit cerah yang agak “gelap”. Iluminasi tidak seterang pada langit cerah.
3. Kondisi Langit Mendung (*Overcast Sky*)
Model langit yang biasanya digunakan untuk faktor pengukuran pencahayaan alami siang.

Untuk mengatasi ini, terdapat lima strategi dalam merancang pencahayaan alami yang efektif: Naungan (*shade*), Pengalihan (*redirect*), Pengendalian (*control*), Efisiensi, dan Interaksi. Misalnya, menggunakan tambahan naungan (*shading*) dari luar atau *light shelf* dapat membantu mengendalikan masuknya cahaya alami dan mengurangi panas berlebihan (lihat jenis bentuk pada gambar 2).



Gambar 2. Berbagai naungan

1.2.2 SNI pencahayaan alami ruang kelas

Dalam mendesain pencahayaan alami ruang kelas, SNI 03-2396-2001 dan SNI 6179-2020 digunakan sebagai acuan. SNI 6179-2020 (Tabel 1) memberikan batasan mengenai *Useful Daylight Illuminance* (UDI), yang mengukur seberapa sering iluminasi cahaya matahari dalam setahun diterima pada batasan yang ditentukan. UDI membagi pencahayaan alami menjadi tiga kategori: <100 Lux untuk cahaya redup, 100-2000 lux untuk kondisi cahaya matahari yang diharapkan, dan >2000 lux untuk kondisi yang berpotensi ketidaknyamanan. Untuk ruang kelas, SNI 6179-2020 menetapkan bahwa iluminasi yang diinginkan adalah 350 lux dengan batas maksimal 750 lux. Pencahayaan harus merata dengan *Uniformity Ratio* 0.8 untuk menciptakan lingkungan belajar yang kondusif dan nyaman.

Tabel 1. SNI 6179-2020 pencahayaan kelas

Nama Ruang	Pencahayaan Minimum (Lux)	Uniformity Ratio	Limiting Glare Indeks
Ruang Kelas Umum	350	0.8	19
Ruang Kelas Khusus (Seni)	500	0.8	19
Koridor	80-120	-	19

Dengan mengintegrasikan ketentuan dalam SNI ini, desain pencahayaan alami di ruang kelas harus memastikan bahwa intensitas cahaya yang masuk memenuhi standar, distribusi cahaya merata, dan tidak menyebabkan silau yang mengganggu. Strategi seperti penggunaan *shading*, pengalihan, dan pengendalian cahaya dapat diterapkan untuk mengoptimalkan pencahayaan alami sesuai dengan pergerakan matahari dan kondisi cuaca. Selain itu, pemilihan material yang tepat, seperti kaca berlapis dengan sifat penahan panas, dan penempatan elemen-elemen arsitektural, seperti *light shelf*, dapat membantu memaksimalkan pantulan cahaya dan mengurangi kebutuhan pencahayaan buatan, sekaligus mendukung efisiensi energi dalam ruang kelas.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya, permasalahan utama yang ada dalam penelitian ini adalah apakah pencahayaan ruangan tersebut sudah terpenuhi sesuai standar dan bagaimana penggunaan *shading* dan tirai dapat berefek pada distribusi pencahayaan. Maka diidentifikasi ke dalam beberapa rumusan masalah yakni:

1. Bagaimana intensitas dan distribusi pencahayaan alami pada ruang kelas di Gedung Kuliah Terpadu Polimarin Semarang saat ini?
2. Bagaimana hubungan model *sun-shading* dan orientasi bukaan bangunan pada distribusi pencahayaan di ruang kelas di Gedung Kuliah Terpadu Polimarin Semarang saat ini?
3. Bagaimana model *sun-shading* yang dapat meratakan distribusi pencahayaan pada ruang kelas di Gedung Kuliah Terpadu Polimarin Semarang?

BAB II METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *sun-shading* terhadap distribusi pencahayaan. Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai metode penelitian yang digunakan meliputi jenis penelitian, populasi dan sampel, teknik pengumpulan data, serta teknik analisis data.

2.1 Tempat, Waktu, dan Pelaksanaan Penelitian

Tempat penelitian akan dilaksanakan di ruang kelas Gedung Kuliah Terpadu Kampus Polimarin Semarang, Jl. Wringin Putih, Ungaran, Semarang, Jawa Tengah. Gedung ini memiliki luas bangunan sekitar 2723 meter persegi menghadap barat dengan jumlah kelas sebanyak 18 ruangan kelas.

Masing-masing kelas berukuran masing-masing 8m x 9,5m, dilengkapi dengan dua jendela berukuran 3m x 1,84m dan jendela *clerestory* dengan ketinggian 2,1m, tinggi langit-langit sebelum plafon mencapai 3m setelah plafon. *Sun-shading* yang ada pada samping bangunan memiliki dua arah diagonal yakni kanan dan kiri (lihat gambar 3).

Penelitian dilaksanakan dalam kurun waktu 1 minggu dengan jam pengambilan 08.00, 10.00, 12.00, 14.00, 16.00 WIB. Alasan pengambilan waktu didasarkan dengan waktu kegiatan aktif kuliah dan gerak matahari.



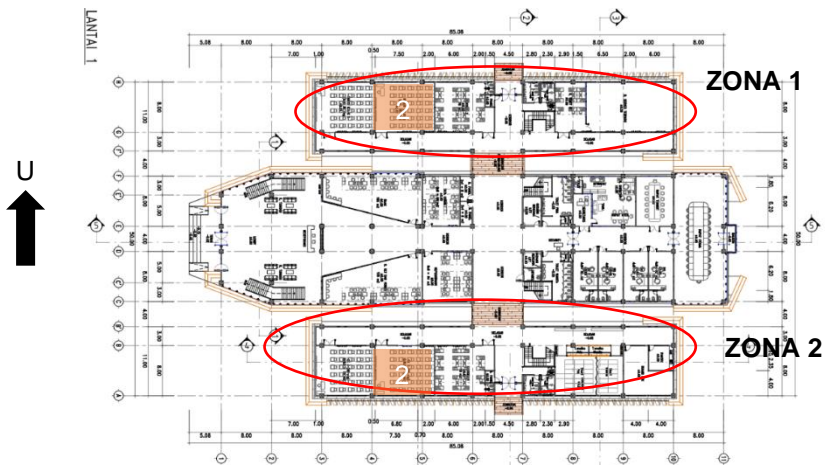
Gambar 3. Tampak depan (a) dan samping (b) gedung kuliah terpadu Polimarin

2.1.1 Objek penelitian

Ruangan sampel pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini mencakup dua lokasi pada lantai 1 dan empat lokasi pada lantai 2. Ruang sampel pengukuran yang digunakan pada lantai 1 yakni ruang kelas 2 zona 1 dan ruang kelas 2 zona 2 (Gambar 4). Sedangkan, ruang sampel pada lantai 2 yakni ruang kelas 1 zona 1, ruang kelas 4 zona 1, ruang kelas 5 zona 1, dan ruang kelas 3 zona 2 (lihat gambar 5). Pemilihan ruang sampel ini didasarkan pada beberapa kriteria penting, yaitu posisi kelas dalam bangunan, perbedaan orientasi, serta model *sun-shading* yang diterapkan pada bukaan terbesar di masing-masing ruang kelas (lihat tabel 2). Kriteria ini dipilih untuk memungkinkan analisis yang lebih mendalam tentang bagaimana orientasi ruangan dan penggunaan model *sun-shading* tertentu mempengaruhi intensitas dan distribusi pencahayaan alami di dalam kelas.

Tabel 2. Kriteria pemilihan

No.	Lokasi	Kriteria Pemilihan		
		Posisi Lantai	Orientasi	Arah sun-shading
1.	RK 2 zona 1	Lantai 1	Utara	Diagonal kanan
2.	RK 2 zona 2	Lantai 1	Selatan	Diagonal kiri
3.	RK 1 Zona 1	Lantai 2	Utara	Diagonal kiri kanan
4.	RK 4 Zona 1	Lantai 2	Utara	Diagonal kiri kanan
5.	RK 5 zona 1	Lantai 2	Utara	Diagonal Horizontal
6.	RK 3 zona 2	Lantai 2	Selatan	Diagonal kanan kiri



Gambar 4. Sampel ruang kelas lantai 1



Gambar 5. Sampel ruang kelas lantai 2

2.2 Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Deskripsi kuantitatif adalah penelitian menjelaskan sesuatu yang dipelajarinya dengan menarik kesimpulan dari fenomena yang diamati dengan angka. Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui tiga metode utama, yaitu observasi, pengukuran lapangan, dan simulasi. Setiap metode pengumpulan data dikombinasikan dengan alat yang relevan untuk memastikan akurasi dan validitas hasil penelitian.

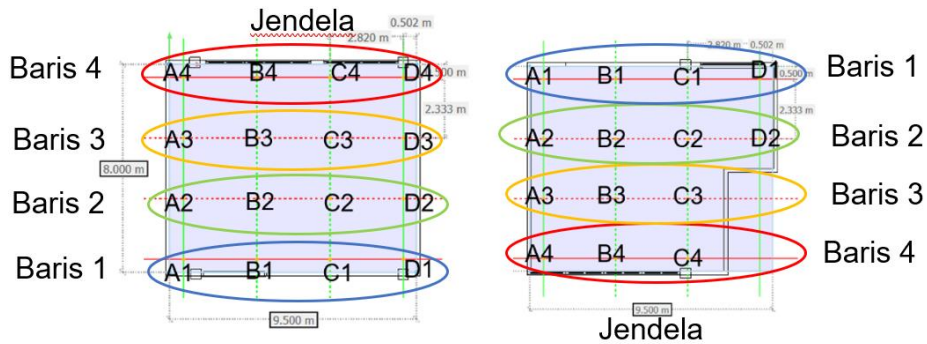
2.2.1 Observasi

Observasi digunakan untuk memperoleh deskripsi mengenai kondisi fisik ruang sampel pengukuran. Teknik ini melibatkan penggunaan kamera untuk menangkap gambaran visual dari ruangan, serta *software* Revit untuk menggambarkan secara rinci reka bentuk ruangan dan model *sun-shading* yang digunakan. Dengan demikian, observasi tidak hanya menyediakan data visual tetapi juga memfasilitasi pemodelan ruangan yang lebih mendalam dan akurat. Model ruangan yang telah dibuat menggunakan aplikasi Revit kemudian diekspor ke dalam format file .dxf, dan selanjutnya diimpor ke dalam aplikasi Ecotect untuk analisis lebih lanjut.

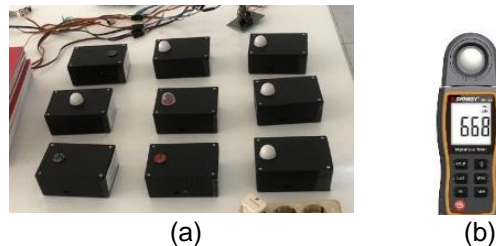
2.2.2 Pengukuran Lapangan

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui tingkat lux yang masuk ke ruangan pada berbagai waktu dan kondisi model *sun-shading* pada bukaan terbesar yang mempengaruhi distribusi pencahayaan alami. Setiap ruang kelas berukuran 8m x 9,5m dengan 16 titik pengukuran sesuai ketentuan SNI 03-2396-2001 (lihat gambar 7).

Pengukuran lux di dalam ruangan menggunakan salah satu sensor arduino yakni sensor BH1750. Sensor ini memiliki batas pengukuran 65.535 lux, dengan akurasi yang dapat disesuaikan melalui nilai kalibrasi 0.99 – 1.44 sehingga memungkinkan kesalahan pengukuran dalam rentang 1% hingga 3%, nilai kalibrasi dan batas diambil oleh hasil *datasheet* Rohm Semiconductor Ltd yang digunakan sebagai standar internasional dikarenakan telah melalui hasil penelitian yang disesuaikan dengan peraturan standar internasional ISO 8995-1:2002, CIE, dan NIST. Dalam penelitian ini, nilai kalibrasi yang diterapkan adalah 0.99, yang menghasilkan rata-rata kesalahan pengukuran (*error percentage*) sebesar 2,16% (lihat Lampiran 1 untuk detail kalibrasi). Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Widiani (2022), sensor BH1750 yang digunakan memiliki rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 2,8% tanpa penggunaan filter Kalman, dan setelah penggunaan filter Kalman, rata-rata kesalahan pengukuran menurun menjadi 1,4%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kalibrasi yang dilakukan dalam penelitian ini masih berada dalam ambang batas yang ditentukan oleh *datasheet* yang digunakan. Untuk pengukuran langit, menggunakan lux meter Sndway SW 582 yang mampu mengukur hingga 200.000 lux dengan akurasi $\pm 4\%$. Data pengukuran di lapangan yang telah didapatkan akan dicatat menggunakan tabel (lihat lampiran 2).



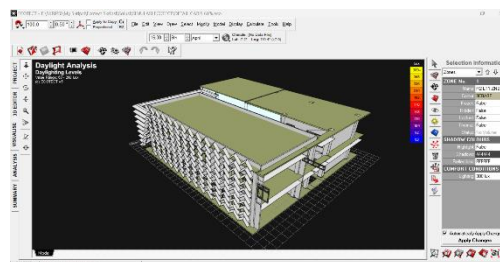
Gambar 6. Titik pengukuran titik sampel sesuai dengan aturan SNI 03-26-2001



Gambar 7. Alat pengukuran arduino (a) dan lux meter (b)

2.2.3 Simulasi

Setelah data terkumpul, langkah berikutnya adalah menjalankan simulasi menggunakan aplikasi Ecotect untuk mendapatkan visualisasi dan nilai iluminasi. Hasil simulasi ini kemudian diekstraksi dan dianalisis untuk dijadikan dasar perbandingan, serta untuk mengidentifikasi perbedaan distribusi cahaya pada berbagai baris pengukuran. Proses ini memberikan wawasan yang mendalam tentang bagaimana *sun-shading* memengaruhi penyebaran cahaya di dalam ruangan, memungkinkan kita untuk membuat perbandingan yang lebih rinci terkait efektivitas dan efisiensi desain *sun-shading* yang diuji.



Gambar 8. Aplikasi Ecotect

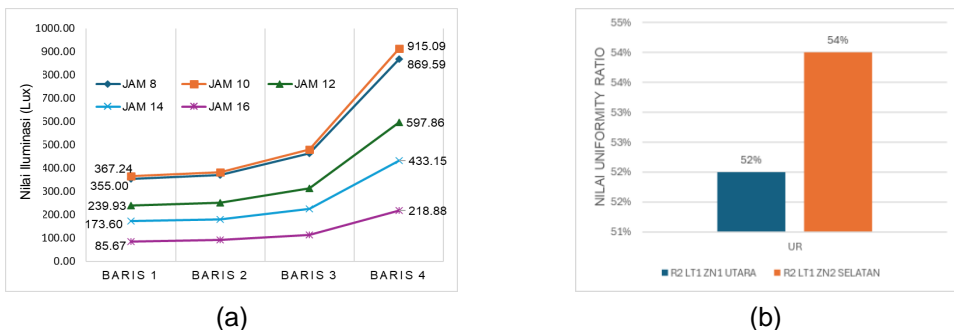
2.3 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan memaknai data dari masing-masing variabel yang diteliti. Data kuantitatif yang diperoleh pada titik ukur yang telah

disimulasikan akan disajikan dalam bentuk deskripsi data, yang kemudian dianalisis untuk memahami karakteristik distribusi pencahayaan di ruang kelas. Salah satu langkah awal dalam analisis ini adalah pembuatan kriteria distribusi awal dengan menggunakan rumus *Uniformity Ratio* (UR).

$$\text{Uniformity Ratio} = \frac{\text{minimal illuminance}}{\text{Average Illuminance}} \times 100 \dots \dots \dots (i)$$

Setelah menganalisis data lokasi, langkah berikutnya adalah merancang model *sun-shading* dan menguji pengaruhnya melalui simulasi menggunakan aplikasi Ecotect. Aplikasi Ecotect digunakan untuk memvisualisasikan bagaimana variasi orientasi ruang dan model *sun-shading* mempengaruhi intensitas serta distribusi pencahayaan alami di dalam kelas. Simulasi ini memungkinkan kita untuk melihat perbedaan intensitas dan distribusi cahaya pada berbagai orientasi ruangan dan konfigurasi *sun-shading*, sehingga kita dapat mengidentifikasi desain yang paling efektif dalam menciptakan kondisi pencahayaan yang optimal.



Gambar 9. Contoh grafik perbandingan titik penurunan pencahayaan (a) dan UR (*Uniformity Ratio*) pada kondisi sampel dan beberapa desain *sun-shading* pilihan (b)

Grafik 9a menunjukkan perubahan intensitas pencahayaan sepanjang hari, memungkinkan analisis tentang bagaimana posisi matahari dan desain *sun-shading* mempengaruhi jumlah cahaya yang masuk ke ruangan pada berbagai waktu. Dengan membandingkan nilai iluminasi pada jam-jam berbeda, grafik ini membantu mengidentifikasi hubungan antara orientasi ruangan dan efektivitas *sun-shading* dalam mengatur intensitas cahaya alami.

Grafik 9b membandingkan *Uniformity Ratio* (UR) antar ruang kelas yang diuji untuk mengevaluasi keseragaman distribusi cahaya dalam ruangan. UR adalah indikator penting yang menunjukkan seberapa merata cahaya tersebar, sehingga dapat digunakan untuk menilai efektivitas desain *sun-shading* dalam menciptakan distribusi cahaya yang seragam. Melalui simulasi Ecotect, grafik ini membantu mengidentifikasi perbedaan distribusi cahaya antara berbagai orientasi dan model *sun-shading*, yang mendukung analisis dalam menentukan desain pencahayaan yang optimal.