

**OPTIMALISASI PENCAHAYAAN ALAMI
MELALUI *TOPLIGHT* DAN *SIDELIGHT*
(STUDI KASUS: GEDUNG KULIAH TERINTEGRASI
POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PANGKAJENE KEPULAUAN)**

BRILIANTY WIJAYA

D042202001



**PROGRAM STUDI MAGISTER ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2024



PENGAJUAN TESIS

OPTIMALISASI PENCAHAYAAN ALAMI
MELALUI *TOPLIGHT* DAN *SIDELIGHT*
(STUDI KASUS: GEDUNG KULIAH TERINTEGRASI
POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PANGKAJENE KEPULAUAN)

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister
Program Studi Arsitektur

Disusun dan diajukan oleh

BRILIANTY WIJAYA

D042202001

kepada

PROGRAM STUDI MAGISTER ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024



TESIS

OPTIMALISASI PENCAHAYAAN ALAMI MELALUI *TOPLIGHT* DAN *SIDELIGHT* (STUDI KASUS: GEDUNG KULIAH TERINTEGRASI POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PANGKAJENE KEPULAUAN)

BRILIANTY WIJAYA

D042202001

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Arsitektur Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin
pada tanggal 13 Juni 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Nurul

NIP. 19640904 199412 2 001

Pembimbing Pendamping



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

NIP. 19690308 199512 1 001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



r. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.

NIP. 19730926 200012 1 002

Ketua Program Studi
Magister Teknik Arsitektur



Dr. Eng. Ir. Asniawaty, ST., MT.

NIP. 19710925 199903 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Brilianty Wijaya
Nomor mahasiswa : D042202001
Program studi : Magister Arsitektur

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Optimalisasi Pencahayaan Alami Melalui *Toplight* dan *Sidelight* (Studi Kasus: Gedung Kuliah Terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan)". Adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Ir. Nurul Jamala B, M.T. sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Ir. Baharuddin, ST., M.Arch., Ph.D. sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal dari atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (*Journal of Daylighting*, <https://solarlits.com/account/login>) sebagai artikel dengan judul "Optimalisasi Pencahayaan Alami Melalui *Toplight* dan *Sidelight* (Studi Kasus: Gedung Kuliah Terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan)".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 30 Juni 2024



Brilianty Wijaya



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul: **“Optimalisasi Pencahayaan Alami Melalui *Toplight* dan *Sidelight* (Studi Kasus: Gedung Kuliah Terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan)”** dalam program Magister Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Shalawat dan salam tak lupa pula peneliti kirimkan kepada baginda Rasulullah SAW sebagai suri tauladan untuk kita semua. Tesis ini disusun sebagai langkah penulis untuk menyelesaikan pendidikan Magister Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar. Pada kesempatan ini, penulis dengan rasa hormat ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibunda tercinta Dra. Siti Khatijah dan Ayahanda tercinta Dr. Ir. Ahmad Ghufro Mustofa, M. Si. yang telah memberi kasih sayang, dukungan dan do'a dalam perjalanan penulis menempuh pendidikan magister arsitektur. Suami penulis Irwan Primawardhana, S. Pd., MT. yang telah memberi kasih sayang, dukungan, do'a dan menemani dalam perjalanan akademik penulis. Adik tersayang dr. Galuh Sri Kartika yang selalu mendukung, mendo'akan dan menemani perjalanan akademik penulis. Anak-anakku tersayang Aisyah Rasanti Paramesti dan Isyana Shafa Muriani yang menemani hari-hari penulis dan menjadi pemacu semangat untuk menyelesaikan pendidikan akademik penulis.
2. Bapak Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST., MT selaku ketua Departemen Teknik Arsitektur Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Ir. Nurul Jamala B, MT. selaku dosen pembimbing I, Bapak Prof. Ir. Baharuddin, ST., M.Arch., Ph.D. selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan, ilmu, dan saran kepada penulis dalam proses penyusunan tesis ini.



4. Bapak Dr. Eng. Ir. Rosady Mulyadi, ST., MT, Ibu Dr. Eng. Ir. Asniawaty, ST., MT, dan Ibu Dr. Eng. Dahniar, ST., MT selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk tesis ini.
5. Seluruh dosen dan staf Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Syaharuddin, S.Sos selaku staf administrasi Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam berbagai keperluan administrasi.
7. Bapak Kamaruddin, S. IP, M. AP. selaku Kepala Perencanaan Bagian POLITANI yang telah membantu mengenai informasi terkait gedung POLITANI.
8. Teman-teman magister arsitektur UNHAS 2020 (2) yang selalu memberikan semangat penulis dalam menyelesaikan tesis.
9. Serta seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tesis ini.

Dengan teriring do'a yang tulus, ungkapan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan tesis ini masih terdapat berbagai kekurangan, sehingga penulis tetap mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak guna untuk perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga tesis ini dapat membawa manfaat terutama dalam bidang keahlian arsitektur. Aamiin ya rabbal alamiin.

Gowa, 30 Juni 2024



Brilianty Wijaya



ABSTRAK

BRILIANTY WIJAYA. Optimalisasi Pencahayaan Alami Melalui *Toplight* dan *Sidelight* (Studi Kasus: Gedung Kuliah Terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan). (dibimbing oleh Nurul Jamala dan Baharuddin Hamzah).

Desain pencahayaan pasif berperan penting untuk menyediakan pencahayaan alami sebagai upaya menghemat konsumsi listrik pada bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki performa pencahayaan alami dan potensi alternatif desain melalui *toplight* dan *sidelight* pada empat orientasi berbeda dan ketinggian lantai yang berbeda. Metode penelitian ini adalah kuantitatif, yakni mendeskripsikan hasil pengukuran pada kondisi eksisting dan simulasi perangkat lunak *radiance illuminance*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat ruangan dengan intensitas pencahayaan terlalu tinggi, terlalu rendah, dan distribusi yang tidak merata. Selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan software *Radiance Illuminance* untuk mengetahui nilai iluminasi ruangan pada pagi, siang, dan sore hari. Desain improvisasi yang diterapkan dengan empat model masing-masing *shading device* pada ruang sisi Barat - Timur, *light shelf* pada ruang sisi Utara - Selatan, jenis atap pada area atrium dan koridor lantai 1-4, dan jenis kaca di area atrium. Hasil simulasi menunjukkan intensitas berlebihan pada area atrium pada jarak 3 m dari bukaan, jika menggunakan atap gudang intensitas pencahayaannya dapat diturunkan sebesar 0,15% dan jika menggunakan kaca absorbing dapat diturunkan sebesar 0,5%. Penggunaan *shading device* horizontal menunjukkan penurunan sebesar 0,4% di jarak 2 m dari bukaan pada ruang sisi Timur dan mampu ditingkatkan nilai iluminasinya sebesar 11,5% di jarak 10,5 m dari bukaan pada ruang sisi Barat. Kemudian *lightshelf* interior-eksterior 50 cm yang diterapkan pada ruang kelas sisi Utara mampu meningkatkan nilai iluminasi 0,5% pada jarak 10,5 m dari bukaan dan di ruang kelas sisi Selatan mampu ditingkatkan nilai iluminasinya sebesar 0,4% pada jarak 6 m dari bukaan. Sehingga diperoleh kesimpulan penggunaan desain improvisasi terbaik untuk area koridor lantai 1-4 adalah jenis atap gudang, area atrium adalah jenis atap gudang, ruang sisi Utara dan Selatan adalah *lightshelf* interior-eksterior 50 cm, dan di ruang sisi Timur dan Barat adalah *shading device* horizontal. Orientasi, model perangkat pasif, dan jarak titik ukur dengan bukaan mempengaruhi intensitas dan distribusi cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan.

Kata kunci: pencahayaan alami, gedung kuliah, *toplight*, *sidelight*,

Gowa, 27 Mei 2024

Pembimbing Pendamping
(Pembimbing II)

Pembimbing Utama
(Pembimbing I)



Nurul Jamala B, MT.
340904 199412 2 001

Prof. Ir. Baharuddin, ST., M.Arch., Ph.D.
NIP. 19690308 199512 1 001

ABSTRACT

BRILIANTY WIJAYA. Optimization of Natural Lighting Through Toplight and Sidelight (Case Study: Integrated Lecture Building of Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan). (supervised by Nurul Jamala and Baharuddin Hamzah).

Passive lighting design plays an important role in providing natural lighting as an effort to save electricity consumption in buildings. This study aimed to investigate the performance of natural lighting and potential design alternatives through toplights and sidelights at four different orientations and different floor heights. This research method is quantitative, which describes the results of measurements in existing conditions and radiance illuminance software simulations. The results showed that there were rooms with lighting intensity too high, too low, and uneven distribution. Furthermore, simulations were carried out using Radiance Illuminance software to determine the value of room illumination in the morning, afternoon, and evening. The improvised design is applied with four models, each shading device in the West-East side room, light shelf in the North-South side room, roof type in the atrium area and corridor floors 1-4, and glass type in the atrium area. The simulation results show excessive intensity in the atrium area at a distance of 3 m from the opening. If using a warehouse roof the lighting intensity can be reduced by 0.15% and if using absorbing glass it can be reduced by 0.5%. The use of horizontal shading devices showed a decrease of 0.4% at a distance of 2 m from openings in the East side room and was able to increase the illumination value by 11.5% at a distance of 10.5 m from openings in the West side space. Then the 50 cm interior-exterior lightshelf applied to the North side classroom was able to increase the illumination value by 0.5% at a distance of 10.5 m from the opening and in the South side classroom was able to increase the illumination value by 0.4% at a distance of 6 m from the opening. So it was concluded that the best use of improvised designs for the corridor area of floors 1-4 is the type of shed roof, the atrium area is the type of shed roof, the North and South side rooms are 50 cm interior-exterior light shelves, and in the East and West side rooms are horizontal shading devices. The orientation, model of passive devices, and the distance of measuring points to openings affect the intensity and distribution of incoming sunlight into the building.

Keywords: daylighting, natural lighting, lecture building, side lighting, light shelf, shading device

Pembimbing Utama
(Pembimbing I)



Nurul Jamala B, MT.
340904 199412 2 001

Gowa, 27 Mei 2024
Pembimbing Pendamping
(Pembimbing II)

Prof. Ir. Baharuddin, ST., M.Arch., Ph.D.
NIP. 19690308 199512 1 001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PENGAJUAN TESIS.....	ii
PERSETUJUAN TESIS.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Kajian Teori.....	3
1.3. Rumusan Masalah.....	10
1.4. Tujuan Penelitian.....	10
1.5. Kegunaan Penelitian.....	11
1.6. Ruang Lingkup/Batasan Penelitian.....	11
1.7. Defenisi dan Istilah, Glosarium.....	12
1.8. Kerangka Konseptual.....	13
1.9. Penelitian Terdahulu.....	16
BAB II METODE PENELITIAN	
2.1. Rancangan Penelitian.....	20
2.1.1. Paradigma Penelitian.....	20
2.1.2. Variabel Penelitian.....	22
2.2. Lokasi dan Waktu.....	25
2.3. Objek Penelitian.....	26
2.3.1. Gedung.....	26
2.3.2. Tampak dan Batas-batas Bangunan.....	32
2.4. Instrumen Pengumpul Data.....	34
2.5. Teknik Pengumpul Data.....	36
2.5.1. Data.....	36
2.5.2. Sumber Data.....	37
2.6. Defenisi Operasional.....	38
2.6.1. Pengukuran Lapangan.....	38
2.6.2. Penetapan Kondisi Eksisting Pada Simulasi Komputer.....	38
2.6.3. Penetapan Pengkondisian Pada Simulasi Komputer.....	42
2.6.4. Simulasi Komputer.....	47
2.7. Teknik Analisis.....	50
2.7.1. Persiapan.....	50
2.7.2. Pengolahan.....	51
2.7.3. Analisis.....	51
2.8. Alur Pikir.....	54



BAB III	HASIL DAN DISKUSI	
3.1.	Kondisi Langit dan Bayangan Bangunan.....	55
3.2.	Analisis Hasil Pengukuran Kondisi Eksisting dan Simulasi.....	58
3.2.1.	Area Atrium dan Koridor.....	58
3.2.2.	Orientasi Jendela ke Arah Timur (Ruang A).....	61
3.2.3.	Orientasi jendela ke arah Barat (Ruang B).....	63
3.2.4.	Orientasi Jendela ke Arah Utara (Ruang C).....	65
3.2.5.	Orientasi Jendela ke Arah Selatan (Ruang D).....	67
3.3.	Analisis Hasil Pengukuran Simulasi Menyerupai Kondisi Eksisting.....	68
3.4.	Analisis Improvisasi Desain	69
3.4.1.	Model Jenis Atap (Area Atrium + Koridor - Lantai 1, 2, 3, dan 4).....	69
3.4.2.	Model Jenis Kaca (Area Atrium – Lantai 1).....	70
3.4.3.	Model <i>Shading Device</i> (Orientasi Timur dan Barat).....	71
3.4.4.	Model <i>Light shelf</i> (Orientasi Utara-Selatan).....	78
4.5.	Diskusi.....	83
BAB IV	KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1.	Kesimpulan.....	86
4.2.	Saran.....	87
	DAFTAR PUSTAKA.....	88
	LAMPIRAN.....	92



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Variabel dan Sub-variabel Bebas.....	22
Tabel 2 Pengamatan Unsur Iklim Menurut Bulan di Kabupaten Pangkep.....	26
Tabel 3 Nama dan Ukuran Ruangan Pada Gedung Kuliah Terintegrasi Politenik Pertanian Negeri Pangkep.....	27
Tabel 4 Variabel Data Primer.....	36
Tabel 5 Model Simulasi Kondisi Eksisting/ <i>Base Case</i>	42
Tabel 6 Jenis Material Kaca.....	44
Tabel 7 Model Simulasi Pengkondisian 1.....	46
Tabel 8 Model Simulasi Pengkondisian 2.....	46
Tabel 9 Model Simulasi Pengkondisian 3.....	47
Tabel 10 Model Simulasi Pengkondisian 4.....	47
Tabel 11 Parameter Simulasi Pada Model.....	48
Tabel 12 Material Pada Gedung Kuliah.....	49
Tabel 13 Analisis Hasil Pengamatan dan Pengukuran Lapangan.....	51
Tabel 14 Analisis Hasil Verifikasi Data Pengukuran Lapangan dan Simulasi Kondisi Eksisting.....	52
Tabel 15 Analisis Hasil Verifikasi Data Simulasi Pengkondisian <i>Shading Device</i> , Jenis Material Kaca, <i>Light Shelf</i> , dan Jenis Atap.....	52
Tabel 16 Jadwal Pengukuran Luar Bangunan.....	54
Tabel 17 Rincian alat peneduh ruang kelas sisi timur – lantai 3 (a) kondisi eksisting, (b) peti telur, (c) sirip vertikal, dan (d) alat peneduh kisi-kisi horizontal.....	71
Tabel 18 Ruangan isometrik dengan orientasi jendela timur pada langit mendung.....	72
Tabel 19 Detail denah ruang orientasi Barat – lantai 3 peti telur, sirip vertikal, dan alat peneduh kisi-kisi horizontal.....	75
Tabel 20 Ruangan isometrik dengan orientasi jendela Barat pada langit mendung.....	76
Tabel 21 Detail orientasi Utara - model <i>light shelf</i>	78
Tabel 22 Ruangan isometrik dengan orientasi jendela utara pada kondisi langit mendung.....	78
Tabel 23 Detail Model <i>Light shelf</i> Orientasi Selatan.....	80



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1	Peta Lokasi Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep) dan Lokasi Penelitian..... 25
Gambar 2	Dokumentasi & Denah Lantai 1..... 28
Gambar 3	Dokumentasi & Denah Lantai 2..... 29
Gambar 4	Dokumentasi & Denah Lantai 3..... 30
Gambar 5	Dokumentasi & Denah Lantai 4..... 31
Gambar 6	Kondisi Lingkungan Sekitar Bangunan..... 32
Gambar 7	Tampak Depan dan Kondisi Lingkungan Bagian Depan Bangunan..... 32
Gambar 8	Gambar Tampak Barat..... 32
Gambar 9	Tampak Kiri dan Kondisi Lingkungan Bagian Samping Kiri Bangunan..... 33
Gambar 10	Tampak Belakang dan Kondisi Lingkungan Bagian Belakang Bangunan..... 33
Gambar 11	Gambar Tampak Timur..... 34
Gambar 12	Tampak Kanan dan Kondisi Lingkungan Bagian Samping Kanan Bangunan..... 34
Gambar 13	Laptop, Meteran, Penggaris Busur Derajat, dan Kamera HP..... 35
Gambar 14	Kalibrasi alat <i>luxmeter</i> (kiri dan tengah) posisi titik pengukuran di luar bangunan (kanan)..... 36
Gambar 15	Titik Ukur Lantai 1..... 39
Gambar 16	Titik Ukur Lantai 2..... 39
Gambar 17	Titik Ukur Lantai 3..... 40
Gambar 18	Titik Ukur Lantai 4..... 40
Gambar 19	Jenis Shading Device..... 42
Gambar 20	<i>Horizontal Shadow Angle (HSA) & Vertical Shadow Angle</i> 43
Gambar 21	Solar Altitude dan Solar Azimuth..... 43
Gambar 22	Sistem Konfigurasi <i>Light shelf</i> 45
Gambar 23	Metode Pengukuran Ketinggian..... 45
Gambar 24	Jenis Atap..... 45
Gambar 25	Rasio <i>S</i> (jarak antara pencahayaan atap yang berdekatan) dan <i>H</i> (ketinggian pusat pencahayaan atap di atas bidang referensi horizontal) menentukan keseragaman pencahayaan..... 46
Gambar 26	Kondisi Langit Cerah (<i>Sunny Sky</i>) Pada Pagi, Siang, dan Sore, Tanggal 17 Juli 2022..... 54
Gambar 27	Kondisi Langit Berawan (<i>Intermediate Sky</i>) Pada Pagi, Siang, dan Sore, Tanggal 19 Juli 2022..... 55
Gambar 28	Kondisi Langit Mendung (<i>Overcast Sky</i>) Pada Pagi, Siang, dan Sore, Tanggal 31 Juli 2022..... 55
Gambar 29	Bayangan bangunan: (a) pada pagi hari; (c) pada siang hari, dan (c) pada sore hari..... 55



Gambar 30	Kondisi siang hari pada gedung: (a) Kondisi eksisting ruang departemen sisi Timur pada pagi hari; (b) ruang kelas sisi Utara pada siang hari; (c) Ruang kelas Southside pada siang hari; dan (d) Ruang kelas sisi barat pada sore hari.....	56
Gambar 31	Nilai Iluminasi Per-Titik Ukur Lantai 1, Area Atrium dan Koridor.....	58
Gambar 32	Profil Potongan Area Atrium dan Koridor dengan Nilai Iluminasi Per-Titik Ukur Lantai 1.....	58
Gambar 33	Nilai Iluminasi Per-Grid Lantai 1, Area Atrium dan Koridor – Hari ke-1, 2, dan 3.....	59
Gambar 34	Denah Titik Ukur Area Koridor Lantai 2. Utara (Merah), Selatan (Kuning), Timur (Hijau), Barat (Biru)	60
Gambar 35	(a) Grafik rata-rata hasil pengukuran 3 hari di area koridor dan (b) Grafik rata-rata hasil pengukuran 3 hari 3x di area koridor.....	60
Gambar 36	(a) Grafik rata-rata hasil pengukuran 3 hari di ruang jurusan sisi Timur dan (b) Grafik rata-rata hasil pengukuran 3 hari 3x di ruang jurusan sisi Timur.....	61
Gambar 37	Profil faktor siang hari orientasi Timur: (a) lantai 2; (b) lantai 3; dan (c) lantai 4.....	62
Gambar 38	(a) Grafik rata-rata hasil pengukuran 3 hari di kelas sisi Barat; (b) Grafik rata-rata hasil pengukuran 3 hari 3x di ruang kelas sisi Barat.....	62
Gambar 39	Profil faktor siang hari di kelas Barat: (a) lantai 2 (kiri); (b) lantai 3 (tengah); dan (c) lantai 4 (kanan).....	63
Gambar 40	(a) Grafik hasil pengukuran rata-rata 3 hari pada kelas Sisi Utara (b) Grafik hasil pengukuran rata-rata 3 hari 3x pada kelas Sisi Utara.....	64
Gambar 41	Profil faktor siang hari di ruang kelas sisi Utara: (a) lantai 2; (b) kiri, lantai 3; dan (c) lantai 4.....	65
Gambar 42	(a) Grafik hasil pengukuran rata-rata 3 hari pada kelas sisi Selatan dan (b) Grafik hasil pengukuran rata-rata 3 hari 3x pada kelas Sisi Selatan.....	66
Gambar 43	Profil faktor siang hari di ruang kelas sisi Selatan: (a) lantai 2/kiri; (b) lantai 3/tengah; dan (c) lantai 4/kanan.	67
Gambar 44	Tampak 3D model jenis atap: (a) atap kubah; (b) atap gudang; dan (c) atap gigi gergaji; dan (d) atap monitor.	68
Gambar 45	(a) Profil desain improvisasi nilai rata-rata iluminasi per grid area atrium dan koridor lantai 1 dan (b) Grafik nilai iluminansi rata-rata desain improvisasi jenis atap area atrium dan koridor lantai 1.....	69
Gambar 46	(a) Profil desain improvisasi nilai rata-rata iluminasi per grid area atrium dan koridor lantai 1 dan (b) Grafik nilai iluminansi rata-rata desain improvisasi jenis kaca area atrium dan koridor lantai 1.....	69



Gambar 47	Tampak 3D model <i>shading device</i> orientasi Timur: (a) <i>vertical fin</i> ; (b) <i>horizontal louvre</i> ; dan (c) <i>egg-crate</i>	70
Gambar 48	(a) Profil desain improvisasi nilai rata-rata iluminasi per grid ruang departemen sisi Timur dan (b) Grafik nilai iluminansi rata-rata desain improvisasi ruang departemen sisi Timur.....	72
Gambar 49	Tampak 3D model <i>shading device</i> orientasi Barat: (a) <i>vertical fin</i> ; (b) <i>horizontal louvre</i> ; dan (c) <i>egg-crate</i>	73
Gambar 50	(a) Detail denah ruang orientasi Barat (b) Detail Kondisi Eksisting - Orientasi Barat.....	74
Gambar 51	(a) Profil desain improvisasi nilai rata-rata iluminasi per grid ruang kelas sisi Barat dan (b) Grafik nilai rata-rata iluminasi desain improvisasi sisi Barat.....	77
Gambar 52	Tampak 3D model <i>light shelf</i> orientasi Utara: (a) <i>light shelf</i> interior-eksterior 50 cm; (b) <i>light shelf</i> interior-eksterior 100 cm; dan (c) <i>light shelf</i> interior-eksterior 150 cm;.....	77
Gambar 53	(a) Profil nilai rata-rata iluminasi per grid desain improvisasi pada ruang orientasi Utara dan (b) Grafik nilai rata-rata iluminasi desain improvisasi pada ruang orientasi Utara.....	79
Gambar 54	Tampak 3D model <i>light shelf</i> orientasi Utara: (a) <i>light shelf</i> interior-eksterior 50 cm; (b) <i>light shelf</i> interior-eksterior 100 cm; dan (c) <i>light shelf</i> interior-eksterior 150 cm;	80
Gambar 55	(a) Profil desain improvisasi nilai pencahayaan rata-rata per grid, ruang kelas Southside, dan (b) Grafik nilai pencahayaan rata-rata desain improvisasi kelas sisi Selatan.....	81



DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Tabel 24	Hasil Pengukuran Nilai Iluminasi Pencahayaan Rata-rata, Minimum, Maksimum Lantai 1 – Area Atrium dan Koridor.....	92
Tabel 25	Hasil Pengukuran Nilai <i>Daylight Factor</i> Rata-rata, Minimum, dan Maksimum Lantai 1 – Area Atrium dan Koridor.....	93
Tabel 26	Hasil Simulasi Kondisi Eksisting Nilai Iluminasi Pencahayaan Rata-rata, Minimum, Maksimum Lantai 1 (Area Atrium dan Koridor).....	94
Tabel 27	Hasil Simulasi Nilai <i>Daylight Factor</i> Rata-rata, Minimum, dan Maksimum Lantai 1 – Area Atrium dan Koridor.....	95
Tabel 28	Hasil Pengukuran Nilai Iluminasi Pencahayaan Rata-rata, Minimum, Maksimum Lantai – 2, Area Koridor.....	96
Tabel 29	Hasil Simulasi Nilai <i>Daylight Factor</i> Rata-rata, Minimum, dan Maksimum Lantai 2 – Koridor.....	97
Tabel 30	Hasil Pengukuran Kondisi Eksisting Nilai Iluminasi Ruang Kuliah Sisi Selatan, Lantai 2 – Hari ke-1.....	97
Tabel 31	Hasil Simulasi Nilai <i>Daylight Factor</i> Rata-rata, Minimum, dan Maksimum Lantai 2 – Ruang Kuliah Sisi Selatan.....	98
Tabel 32	Hasil Simulasi Nilai <i>Daylight Factor</i> Rata-rata, Minimum, dan Maksimum Lantai 2 – Koridor.....	98
Tabel 33	Hasil Simulasi Nilai <i>Daylight Factor</i> Rata-rata, Minimum, dan Maksimum Lantai 2 – Ruang Jurusan Sisi Timur.....	99
Tabel 34	Hasil Pengukuran Kondisi Eksisting Nilai Iluminasi Ruang Kuliah Sisi Utara, Lantai 2 – Hari ke-1, 2, dan 3....	99
Tabel 35	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 2 – Ruang Kuliah (Sisi Utara)	100
Tabel 36	Hasil Pengukuran Kondisi Eksisting Nilai Iluminasi Ruang Kuliah Sisi Barat, Lantai 2 – Hari ke-1, 2, dan 3.....	100
Tabel 37	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 2 – Ruang Kuliah (Sisi Barat)	101
Tabel 38	Hasil Simulasi Kondisi Eksisting Pencahayaan Lantai 2, Area Koridor.....	101
Tabel 39	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 2 – Koridor.....	102
Tabel 40	Hasil Simulasi Kondisi Eksisting Lantai 2 - Ruang Kuliah Sisi Selatan.....	102
Tabel 41	Hasil Simulasi Kondisi Eksisting Lantai 2 - Ruang Kuliah Sisi Selatan.....	103
Tabel 42	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 2 – Ruang Kuliah (Sisi Selatan)	103
Tabel 43	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 2 – Ruang Jurusan (Sisi Timur)	104
Tabel 44	Hasil Simulasi Lantai 2 – Ruang Kuliah (Sisi Utara).....	104
Tabel 45	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 2 – Ruang Kuliah (Sisi Utara)	105



Tabel 46	Hasil Simulasi Lantai 2 – Ruang Kuliah (Sisi Barat).....	105
Tabel 47	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 2 – Ruang Kuliah (Sisi Barat)	105
Tabel 48	Hasil Pengukuran Nilai Iluminasi Pencahayaan Rata-rata, Minimum, Maksimum Lantai 3 – Area Koridor.....	106
Tabel 49	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 3 – Koridor.....	107
Tabel 50	Pengukuran Nilai Iluminasi Lantai 3 – R. Kuliah (Sisi Selatan).....	107
Tabel 51	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 3, Ruang Kuliah Sisi Selatan.....	108
Tabel 52	Pengukuran Nilai Iluminasi Lantai 3 – R. Kuliah (Sisi Utara)	108
Tabel 53	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 3 – Ruang Kuliah (Sisi Utara)	109
Tabel 54	Pengukuran Nilai Iluminasi Lantai 3 – Ruang Kuliah (Sisi Barat)	109
Tabel 55	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 3 – Ruang Kuliah (Sisi Barat)	110
Tabel 56	Hasil Simulasi Kondisi Eksisting Lantai 3 – Koridor.....	111
Tabel 57	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 3 – Koridor.....	112
Tabel 58	Hasil Simulasi Kondisi Eksisting Lantai 3 - Ruang Kuliah Sisi Selatan.....	112
Tabel 59	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 3 – Ruang Kuliah (Sisi Selatan)	113
Tabel 60	Hasil Simulasi Lantai 3 – Ruang Jurusan (Sisi Timur).....	113
Tabel 61	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 3 – Ruang Jurusan (Sisi Timur) - Hari ke-3, 31 Juli 2022.....	113
Tabel 62	Hasil Simulasi Lantai 3 – Ruang Kuliah (Sisi Utara).....	114
Tabel 63	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 3 – Ruang Kuliah (Sisi Selatan)	114
Tabel 64	Hasil Simulasi Lantai 3 – Ruang Kuliah (Sisi Barat).....	115
Tabel 65	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 3 – Ruang Kuliah (Sisi Barat) - Hari ke-3, 31 Juli 2022.....	116
Tabel 66	Hasil Pengukuran Nilai Iluminasi Pencahayaan Rata-rata, Minimum, Maksimum Lantai 4 – Area Koridor.....	116
Tabel 67	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4 – Koridor.....	117
Tabel 68	Pengukuran Nilai Iluminasi Lantai 4 – R. Kuliah (Sisi Selatan)	118
Tabel 69	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4, Ruang Kuliah Sisi Selatan.....	118
Tabel 70	Pengukuran Nilai Iluminasi Lantai 4 – Ruang Jurusan (Sisi Timur)	119
Tabel 71	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4, Ruang Kuliah Sisi Timur - Hari ke-3, 31 Juli 2022.....	119
Tabel 72	Pengukuran Nilai Iluminasi Lantai 4 – R. Kuliah (Sisi Utara)	120
Tabel 73	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4 – Ruang Kuliah (Sisi Utara)	120
Tabel 74	Hasil Simulasi Lantai 4 – Ruang Kuliah (Sisi Barat)	121



Tabel 75	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4 – Ruang Kuliah (Sisi Barat)	122
Tabel 76	Hasil Pengukuran Nilai Iluminasi Pencahayaan Rata-rata, Minimum, Maksimum Lantai 4 – Area Koridor.....	122
Tabel 77	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4 – Koridor - Hari ke-3, 31 Juli 2022.....	123
Tabel 78	Pengukuran Simulasi Lantai 4 - Ruang Kuliah Sisi Selatan.....	123
Tabel 79	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4 – Ruang Kuliah (Sisi Selatan) - Hari ke-3, 31 Juli 2022.....	124
Tabel 80	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4 – Ruang Jurusan (Sisi Timur)	124
Tabel 81	Hasil Simulasi Lantai 4 – Ruang Kuliah (Sisi Utara).....	125
Tabel 82	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4 – Ruang Kuliah (Sisi Utara) - Hari ke-3, 31 Juli 2022.....	125
Tabel 83	Hasil Simulasi Lantai 4 – Ruang Kuliah (Sisi Barat).....	126
Tabel 84	Pengukuran <i>Daylight Factor</i> Lantai 4 – Ruang Kuliah (Sisi Barat) - Hari ke-3, 31 Juli 2022.....	126
Tabel 85	Pengukuran Material Kaca, Lantai 1 - Area Atrium dan Koridor - Langit Mendung (<i>Overcast Sky</i>) - Hari Ke-3, 31 Juli 2022.....	127
Tabel 86	Hasil Simulasi <i>Daylight Factor</i> Jenis Atap - Lantai 1 – Area Atrium Dan Koridor - Langit Mendung (<i>Overcast Sky</i>) - 31 Juli 2022.....	128
Tabel 87	Hasil Simulasi Nilai Iluminasi Jenis Atap - Lantai 1 – Area Atrium dan Koridor - Langit Mendung (<i>Overcast Sky</i>) - 31 Juli 2022.....	129
Tabel 88	Hasil Simulasi <i>Daylight Factor</i> Jenis Atap - Lantai 1 – Area Atrium Dan Koridor - Langit Mendung (<i>Overcast Sky</i>) - 31 Juli 2022.....	131
Tabel 89	Pengukuran Lantai 3 - Lightshelf Interior 0° & Eksterior 30°, Tinggi 2,25 m - Ruang Kuliah Sisi Utara Cloudy/ <i>Overcast Sky</i> - 31 Juli 2022.....	132
Tabel 90	Hasil Simulasi Per-Titik Ukur <i>Daylight Factor Lightshelf</i> - Lantai 3 - Ruang Kuliah Sisi Utara - Hari Ke-3, 31 Juli 2022....	133
Tabel 91	Pengukuran Lantai 3 - Lightshelf Interior 0° & Eksterior 30°, Tinggi 2,25 m - Ruang Kuliah Sisi Selatan - <i>Overcast Sky</i> - 31 Juli 2022.....	134
Tabel 92	Hasil Simulasi Per-Titik Ukur <i>Daylight Factor Lightshelf</i> - Lantai 3 - Ruang Kuliah Sisi Selatan - Hari Ke-3, 31 Juli 2022	135
Tabel 93	Hasil Simulasi <i>Sun Shading</i> - Lantai 3 - Ruang Jurusan Sisi Timur Langit Mendung (<i>Overcast Sky</i>) - 31 Juli 2022.....	136
Tabel 94	Hasil Simulasi Per-Titik Ukur <i>Daylight Factor Sun Shading</i> – Lantai 3 - Ruang Jurusan Sisi Timur - Hari ke-3, 31 Juli 2022	136
Tabel 95	Hasil Simulasi <i>Sun Shading</i> - Lantai 3 - Ruang Kuliah Sisi Barat Langit Mendung (<i>Overcast Sky</i>) - 31 Juli 2022.....	137
Tabel 96	Hasil Simulasi Per-Titik Ukur <i>Daylight Factor Sun Shading</i> – Lantai 3 - Ruang Jurusan Sisi Barat - Hari Ke-3, 31 Juli 2022.....	138
Tabel 97	Tampak Interior dan Tampak Eksterior/Fasad Lantai 1.....	139



Tabel 98	Tampak Interior dan Tampak Eksterior/Fasad Lantai 2.....	140
Tabel 99	Tampak Interior dan Tampak Eksterior/Fasad Lantai 3.....	141
Tabel 100	Tampak Interior dan Tampak Eksterior/Fasad Lantai 4.....	142



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pencahayaan alami merupakan teknologi yang berperan aktif dalam merefleksikan beban panas, kesalahan, variasi dan ketersediaan cahaya, serta penetrasi sinar matahari ke dalam bangunan (Ander, 2003). Bangunan yang dirancang dengan pencahayaan alami harus memenuhi persyaratan pencahayaan minimum, biasanya pada langit mendung, untuk mencapai kondisi visual yang dapat diterima (Darula et al., 2015). Pencahayaan siang hari digunakan sebagai efisiensi cahaya, yaitu cahaya tampak mengenai total energi radiasi dan ketersediaannya yang tidak terbatas (Krishan, 2001). Khasiat cahaya yang akan diterima oleh bangunan ini, perlu dirancang agar dapat dimanfaatkan dengan baik. Kondisi pencahayaan alami yang baik yaitu dengan silau yang terkontrol, kontras dan warna yang sesuai, pencahayaan dan distribusi yang tepat pada lapangan kerja (Abdullah et al., 2016). Upaya untuk mencapai kondisi pencahayaan alami yang baik adalah dengan menerapkan sistem pencahayaan alami yang tepat sesuai kebutuhan. Sistem pencahayaan alami dapat mengubah kondisi langit dan mentransmisikan atau memantulkan sinar matahari dari sudut datangnya. Sistem ini digunakan untuk peneduh matahari, perlindungan dari silau, dan pengalihan cahaya matahari (Ruck et al., 2000). Penerangan alami pada bangunan berguna untuk mengurangi penggunaan penerangan buatan, sehingga diharapkan dapat menghemat konsumsi listrik terhadap konsumsi energi. Dimana konsumsi listrik di Indonesia meningkat dari 1.173 kWh/ kapita pada tahun 2022 menjadi 1.285 kWh/kapita pada tahun 2023 (Adi, 2024). Pencahayaan alami juga mempengaruhi kemampuan sosial seseorang. Perilaku sosial siswa pada kelas yang mendapat penerangan alami lebih tinggi dibandingkan dengan perilaku sosial siswa pada kelas yang tidak mendapat penerangan alami pada siswa prasekolah (Yacan, 2014).



Bangunan yang digunakan sebagai objek penelitian adalah gedung yang akan kegiatan perkuliahan yang terintegrasi empat lantai. Gedung ini berbentuk persegi panjang, terdapat atrium di bagian tengah bangunan yang

menggunakan atap *dome* (kubah) *skylight*. Gedung ini memasukkan pencahayaan alami sebagai sumber penerangan utama pada siang hari. Terdiri dari ruang kuliah, laboratorium, perpustakaan, ruang jurusan, ruang auditorium, dan sebagainya. Lantai satu memiliki luas 2.916,00 m², lantai 2, 3, dan 4 dengan luas 2.298,96 m².

Observasi awal dilakukan peneliti di siang hari saat kondisi langit cerah di lantai 3, menunjukkan salah satu titik ukur yang terdapat di ruangan sisi timur mencapai 2.324 lux, ruang sisi utara 450 lux, dan ruang sisi selatan 567 lux. Sedangkan pada ruangan di sisi barat salah satu titik ukurnya hanya 9 lux, hal ini disebabkan terdapat fasad yang menutup jendela pada ruang di sisi barat sehingga menghalangi masuknya cahaya matahari. Pada kasus gedung perkuliahan ini, fasad yang berfungsi sebagai filter dan elemen estetis justru menjadi penghalang masuknya sinar matahari dan *view* keluar, yang mengakibatkan timbulnya masalah pada ruangan yakni menjadi gelap pada ruangan di sisi barat. Di sisi lain pada ruang sisi barat sebagian area jendelanya mendapatkan silau pada sore hari. Pada area atrium di lantai 1, salah satu titik ukurnya mencapai 1.564 lux dan salah satu titik ukur pada koridor lantai 3 adalah 62 lux, terdapat perbedaan dikarenakan area lantai satu hampir seluruh sisi bangunan adalah jendela kaca. Area yang terlalu terang seperti ruang sebelah timur (pada pagi hari) dan atrium memperoleh intensitas cahaya yang terlalu terang dapat menimbulkan masalah berupa ketidaknyamanan.

Sebagai tempat untuk menunjang kegiatan belajar mengajar, gedung perkuliahan perlu memberikan kenyamanan pencahayaan seoptimal mungkin bagi *civitas academic* yang beraktivitas di dalam gedung. Berdasarkan observasi awal tersebut dapat diketahui bahwa pada gedung perkuliahan terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkep terdapat ruangan dengan kondisi pencahayaan sangat terang dan ruangan yang sangat gelap. Maka dari itu, gedung ini perlu ditinjau guna memenuhi kebutuhan pencahayaan ruang sesuai standar agar mencapai kenyamanan visual dalam beraktivitas.

Pencahayaan alami pada gedung perkuliahan dapat dioptimalkan pada pagi sore hari, sesuai dengan waktu kegiatan perkuliahan (SNI 03-2396-2001, standar pencahayaan yang direkomendasikan untuk desain gedung di dalam adalah SNI 03-6575-2001, dimana desain bangunan harus



mempertimbangkan peruntukan pencahayaan ruangan masing-masing. Dengan standar penerangan ruang kerja 350 lux (untuk ruang jurusan dan ruang direktur), ruang kelas 250 lux (untuk ruang perkuliahan), dan lobi – koridor (untuk selasar) 100 lux.

Beberapa upaya untuk meningkatkan pemerataan area dengan intensitas cahaya sesuai standar antara lain dengan menggunakan peneduh, *light shelf*, mengganti jenis atap, dan mengganti jenis kaca. Penggunaan alat peneduh peti telur menghemat energi lebih tinggi dibandingkan vertikal dan horizontal. Penerapannya pada orientasi Barat-Timur lebih menghemat energi dibandingkan Selatan-Utara (Hamzah & Lau, 2014). Penggunaan *light shelf* interior-eksterior dapat memberikan distribusi pencahayaan terbaik (Zakhour, 2015). Penggunaan *toplight* monitor dan *sawtooth* yang mengubah transmisi cahaya dan bukaan lampu atas menunjukkan, model simulasi komputer dapat mewakili lingkungan pencahayaan dalam kondisi langit cerah dan model tersebut dapat digunakan untuk mengusulkan lampu sorot alternatif untuk Seoul Museum of Art (SMOA) (Kim & Chung, 2011). Penggunaan kaca elektrokromik-60 dan kaca *low-e* berhasil dalam desain kamar mandi tempel untuk ukuran jendela besar di ruang pasien rumah sakit Kairo yang menghadap Selatan (Sherif et al., 2016).

Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini diteliti performa iluminasi pencahayaan alami dan upaya-upaya optimalisasi pencahayaan alami melalui alternatif desain simulasi *toplight* dan *sidelight*. Dari hasil simulasi ini, diharapkan dapat menyelesaikan masalah pada gedung kuliah terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.

1.2. Kajian Teori

Pencahayaan alami ditinjau dari tujuannya terdiri dari kuantitatif dan kualitatif. Tujuan kuantitatif meliputi nilai iluminasi, nilai faktor siang hari/*daylight* dan distribusi/keseragaman. Tujuan kualitatifnya adalah meminimalkan pantulan terselubung, dan menghindari rasio kecemerlangan (Lechner, 2014). Pada umumnya cahaya alami didistribusikan ke dalam ruangan melalui pencahayaan samping, pencahayaan atas, atau kombinasi



keduanya (Thojib & Adhitama, 2013). Distribusi cahaya alami pada bangunan dengan kebutuhan visual yang tinggi seperti gedung perkuliahan dapat diperoleh dengan menerapkan rancangan sistem pencahayaan alami yang canggih. Sistem pencahayaan alami yang canggih dapat berguna jika: tugas kinerja sulit dilakukan dan kontrol visual tingkat tinggi; geometri bangunan yang kompleks, seperti fasad yang terhalang atau ruangan yang dalam; kebutuhan akan kontrol beban termal (naungan matahari yang dapat disesuaikan dapat menjadi cara yang efektif dalam strategi ini) (Ruck et al., 2000). Strategi desain pasif harus diterapkan untuk mengurangi konsumsi energi, untuk menyediakan sumber alternatif ventilasi alami dan kenyamanan termal. Strategi desain tersebut dapat mencakup namun tidak terbatas pada masalah desain yang mempengaruhi ketinggian, bentuk, dan orientasi bangunan (Chukwujindu et al., 2022). Tingkat pencahayaan minimum yang disarankan (nilai pencahayaan) untuk ruang kelas 250 lux, ruang departemen/direktur 350 lux, dan lobby-koridor 100 lux (SNI 03-6575-2001, 2001). Persyaratan pedoman pencahayaan alami didasarkan pada Standar Langit Umum Organisasi Dunia untuk Standardisasi (ISO) dan Commission International de l'Eclairage (CIE), seperangkat standar langit yang secara matematis dapat mewakili distribusi kecerahan di langit (Alshaibani & Li, 2021). Pertimbangan awal adalah standar dan peraturan, selanjutnya berfokus pada lingkup pemodelan pencahayaan siang hari berbasis iklim (Tregenza & Mardaljevic, 2018). Selain itu, faktor siang hari dapat dikategorikan jika kurang dari 2% berarti pencahayaan tidak memadai (pencahayaan buatan diperlukan sepanjang waktu) dan jika lebih dari 5% berarti pencahayaan cukup (pencahayaan buatan umumnya tidak diperlukan, kecuali saat fajar dan senja tetapi silau dan sinar matahari dapat menyebabkan masalah) (CIBSE, 2002). Begitu pula dengan perbandingan keseragaman, nilai yang dianjurkan minimal 0,4 yaitu 0,4 bagian atau 40% luas lantai ruangan, mempunyai nilai penerangan atau mempunyai nilai yang dinyatakan dalam df sesuai standar dan maksimal 1 yaitu luas seluruh ruangan atau 100% (Ander, 2003). Luas ruangan mempunyai nilai iluminasi atau nilai yang dinyatakan dalam df sesuai standar.



an nilai iluminasi dilakukan setiap titik ukur pengambilannya terletak
gi 0,75 m di atas lantai. Jarak grid pada tiap ruangan adalah maksimal 2
n 0,5 m dari pinggir dinding dan jarak $1/3 d$ dari lubang cahaya efektif (d

= lebar ruang) (SNI 03-2396-2001, 2001). Sedangkan jika luas ruang $< 50 \text{ m}^2$ satu titik pengukuran mewakili area maksimal 3 m^2 ; luas ruang antara $50 \text{ m}^2 - 100 \text{ m}^2$ minimal 25 titik ukur; dan luas ruang $> 100 \text{ m}^2$ minimal 36 titik ukur (SNI 7062:2019, 2019).

Dalam merancang pencahayaan alami sangat penting untuk mengetahui ketersediaan cahaya alami yang diterima pada lokasi yang bersangkutan (R. Rahim et al., 2004). Distribusi cahaya dipengaruhi oleh kedalaman bidang, posisi bangunan, ketinggian lantai bangunan, dan kondisi langit (Jamala, Rahim, Latief, et al., 2019), (Jamala, Rahim, & Mulyadi, 2019), (Jamala, Wika, & Kusno, 2019). Menurut badan pusat statistik, tingkat penyinaran matahari kabupaten Pangkep pada tahun 2020 adalah antara 10 – 90% dengan rata-rata tingkat penyinaran per tahun adalah 59,5% (pangkepkab.bps.go.id).

Kondisi langit berdasarkan jumlah dan jenis awan dapat dikelompokkan menjadi berikut (M. R. Rahim, 2013): (a) langit mendung / *overcast sky* adalah langit yang seluruhnya tertutup awan putih atau abu-abu atau awan tebal sebagian atau seluruhnya. Nilai luminansi pada zenit turun secara beraturan hingga nilai luminansi di horizon sebesar $1/3$ nilai luminansi di zenit. CIE mengadopsi formula dari Moon-Spencer dengan melalui penyederhanaan dengan $k = 2$ sebagai standar distribusi luminansi langit mendung dalam nilai relative pada tahun 1955. Menurut ([CIBSE], 1999), kondisi langit tidak mendung apabila cakrawala akan lebih terang dari perkiraan langit mendung CIE dimana lebih banyak cahaya akan diterima, dan area langit di dekat matahari akan lebih terang dimana ruangan yang menghadap ke selatan akan menerima lebih banyak cahaya daripada yang menghadap ke utara. Nilai relatif luminansi langit mendung antara lain, ketinggian $0^\circ = 0.33$, $10^\circ = 0.45$, $20^\circ = 0.56$, $30^\circ = 0.67$, $40^\circ = 0.76$, $50^\circ = 0.84$, $60^\circ = 0.91$, $70^\circ = 0.96$, $80^\circ = 0.99$, $90^\circ = 1.00$. Kondisi langit *overcast* hampir berawan sepanjang tahun dengan *cloud cover* bervariasi antara 60-90% dengan nilai iluminasi langit mencapai 10.000 lux (Mangunwijaya, 1980); (b) langit cerah/biru (*clear sky*). Nilai relatif distribusi luminansi langit cerah adalah nilai relative luminansi dari setiap luminansi langit

itung sebagai rasio terhadap luminansi zenit dari ketinggian matahari, n elemen langit, dan jarak lingkaran dari matahari ke elemen langit, CIE ui rumusan nilai rata-rata distribusi luminansi langit cerah yang diajukan



Kittler (1965). Menurut ([CIBSE], 1999), kondisi langit tidak mendung apabila cakrawala akan lebih terang dari perkiraan langit mendung CIE dimana lebih banyak cahaya akan diterima, dan area langit di dekat matahari akan lebih terang dimana ruangan yang menghadap ke Selatan akan menerima lebih banyak cahaya daripada yang menghadap ke Utara. Nilai relatif luminansi langit cerah antara lain, ketinggian $0^\circ = 41.5$, $10^\circ = 32.5$, $20^\circ = 20.7$, $30^\circ = 13.5$, $40^\circ = 8.91$, $50^\circ = 5.89$, $60^\circ = 3.85$, $70^\circ = 2.49$, $80^\circ = 1.58$, $90^\circ = 1.00$. Secara visual, clear sky adalah kondisi dimana kubah langit tidak lebih dari 30% yang terhalang awan. Langit cerah memiliki tingkat cahaya alami yang tinggi karena mayoritas cahaya langit berupa sunlight (cahaya matahari langsung) dengan nilai 5000-12000 footcandle (Evans, 1981). Pada literatur lain di iklim tropis sesuai dengan konteks lokasi penelitian ini, kondisi clear sky dapat mencapai 100 klux atau 100.000 lux (Mangunwijaya, 1980); (c) *intermediate sky* merupakan langit yang sebagian tertutup awan dengan berbagai jenis dan jumlah awan. Nilai relatif distribusi luminansi langit berawan diajukan oleh Nakamura (dalam (M. R. Rahim, 2013)) dari suatu pengukuran data yang kontinyu dan disimpulkan bahwa di beberapa area sekitar tropis banyak ditemukan kondisi langit antara langit mendung dan langit cerah dengan nilai yang berbeda. Nilai tersebut adalah nilai luminansi relatif pada suatu elemen langit yang dihitung sebagai rasio terhadap luminansi zenit dari ketinggian matahari, ketinggian elemen langit dan jarak antara matahari dan elemen langit. Nilai relatif luminansi langit berawan antara lain, ketinggian $0^\circ = 1.64$, $10^\circ = 2.58$, $20^\circ = 3.53$, $30^\circ = 4.03$, $40^\circ = 3.86$, $50^\circ = 3.25$, $60^\circ = 2.62$, $70^\circ = 2.12$, $80^\circ = 1.61$, $90^\circ = 1.00$. Kondisi langit paling redup dengan 30-80% langit tertutup awan, variasi luminasi suatu area dapat berubah dengan cepat karena pergerakan awan (Ander, 1995).

Tugas desain improvisasi pertama adalah perangkat peneduh atau *shading device*. *Shading device* adalah perangkat yang mengontrol panas akibat sinar matahari menghalangi sinar matahari yang masuk ke dalam gedung dan memberikan bayangan yang dapat meredam panas (de Loyola Ramos Garcia & Ruttkav Pereira, 2021), (Heidari et al., 2021), (Atthaillah et al., 2022), dan (Singh 16). Jenis peneduh matahari dibagi menjadi eksternal, antarmuka, dan Di antara ketiganya, naungan matahari eksternal adalah yang paling efektif sim panas (Wall & Bülow-Hübe, 2001). Indonesia yang mempunyai iklim



tropis dengan suhu rata-rata yang tinggi, sangat tepat untuk menggunakan sun shading yang diletakkan di luar bangunan, antara lain horizontal louver screening, eggcrate, dan vertical louver devices (Jamala et al., 2023). Sudut datangnya matahari ditentukan oleh kedudukan relatif matahari dan tempat pengamatan di bumi serta bergantung pada garis lintang geografis tempat pengamatan, musim, dan lamanya penyinaran harian, yang ditentukan oleh bujur geografis tempat pengamatan (Lippsmeier, 1994). Posisi matahari terhadap bangunan akan membentuk sudut vertikal dan horizontal. Geometri arsiran akan dibentuk melalui dua sudut bayangan, yaitu sudut bayangan vertikal (VSA) yaitu sudut antara orientasi dinding dengan garis vertikal yang diambil tegak lurus garis singgung, ketinggian, dan sudut bayangan horizontal (HSA) yaitu sudut horizontal matahari terhadap orientasi dinding (Szokolay, 2004). Model fasad pada selubung bangunan mempengaruhi distribusi sinar matahari. Kombinasi model fasad vertikal-diagonal selain menghasilkan nilai iluminasi yang tinggi juga mampu mengarahkan sinar matahari jauh ke dalam bangunan secara bersamaan pada pagi, siang, dan sore hari (Jamala et al., 2023), (Haase & Grynning, 2017), dan (Handina et al., 2017).

Tugas desain improvisasi berikutnya adalah *light shelf*. Penggunaan *light shelf* pada jendela dapat mengurangi faktor cahaya matahari secara keseluruhan pada area kerja hingga seluruh ruang interior dibandingkan dengan jendela tanpa jendela rak ringan dengan ukuran yang sama (Aiziewood, 1993), (Christoffersen, 1995), dan (Littlefair, 1996). Jika *lightselves* digunakan, penetrasi cahaya alami dari 1,5d bisa menjadi 2d (Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta, 2012). *Interior light shelf*, baik model full-scale maupun scale, terbukti dapat mengurangi faktor masuknya sinar matahari ke lapangan kerja di seluruh ruangan dibandingkan dengan jendela konvensional (Littlefair, 1996). Dalam beberapa kasus, penggunaan rak lampu eksterior meningkatkan jumlah total cahaya matahari dibandingkan dengan jendela konvensional (Ruck et al., 2000). Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas cahaya siang hari adalah dengan menggunakan rak lampu sebagai sistem pencahayaan alami yang canggih. Rak lampu yang dirancang tepat dengan benar dapat menjadi elemen efektif untuk meningkatkan cahaya siang hari pada bangunan tropis. *Light shelf* yang ditempatkan pada 2 m di atas lantai dengan langit-langit 3 m memiliki kinerja lebih baik



dibandingkan lokasi alternatif, termasuk lokasi tanpa lampu (Joarder et al., 2009). Selanjutnya jarak terbaik dari dinding ke *light shelf* adalah pada jarak 0 cm dengan sudut 30° ke atas, dilihat dari sebaran nilai iluminansinya (Kwon et al., 2014). Penggunaan rak lampu eksterior efektif menaungi area bidang jendela, hal ini dapat mengurangi kecerahan dan menghilangkan ketidaknyamanan akibat silau. Penggunaan interior light rack berfungsi baik untuk merefleksikan pencahayaan alami yang didapat ke dalam ruangan. Gedung perkantoran Perusahaan Air Staffordshire Selatan memiliki rak lampu internal horizontal dan rak eksternal miring ke atas. Permukaan yang sangat reflektif dan specular meningkatkan penetrasi pencahayaan alami, dan langit-langit yang tinggi membantu rak lampu bekerja secara efektif ([CIBSE], 1999).

Selanjutnya adalah jenis material kaca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi matahari adalah penyumbang jumlah panas terbesar yang masuk ke dalam bangunan. Besar radiasi matahari yang ditransmisikan melalui selubung bangunan dipengaruhi oleh fasade bangunan yaitu perbandingan luas kaca dan luas dinding bangunan keseluruhan (wall to wall ratio), serta jenis dan tebal kaca yang digunakan. (Basaria, 2005). Jenis kaca tergantung bahan dan fungsinya, dimana ketebalannya memungkinkan hingga paling tipis 2 mm dan hingga 25 mm. Jenis-jenis kaca diantaranya seperti kaca bening, kaca *body-tinted*, kaca berlapis dan permukaannya dimodifikasi, kaca bermotif, kaca kawat, *glass blocks*, kaca laminasi, dan kaca berteknologi ([CIBSE], 1999). Berikut sifat-sifat material kaca (O'Connor dkk, 1997): (a) *Visible Transmittance* adalah persentase cahaya tampak yang mengenai kaca yang akan dilewati. Nilai transmitansi yang terlihat menjelaskan sensitivitas relatif mata terhadap perbedaan panjang gelombang cahaya; (b) *Visible Reflectance* adalah persentase cahaya yang mengenai kaca yang dipantulkan kembali. Menunjukkan sejauh mana kaca tampak seperti cermin, baik di dalam maupun di luar; (c) *Solar Heat Gain Coefficient* (SHGC) atau *Shading Coefficient* (SC) adalah indikator perolehan panas matahari total; (d) *U-Value* adalah ukuran perpindahan panas melalui kaca karena suhu perbedaan antara indoor floor; (e) *Ultraviolet Transmittance* menunjukkan persentase radiasi ultraviolet (sebagian kecil dari energi matahari) mencolok kaca yang melewatinya; (f) *Spectral Transmittance* mengacu pada kemampuan bahan kaca untuk merespon



secara berbeda terhadap panjang gelombang yang berbeda dari energi matahari dengan kata lain, untuk menerima cahaya tampak saat menolak panas inframerah tak terlihat yang tidak diinginkan; (g) warna kaca mempengaruhi tampilan tampilan (misalnya perunggu akan kusam langit biru) dan penampilan interior selesai; (h) transmisi suara adalah properti sistem kaca penting di beberapa proyek, dan banyak kaca hemat energi memberikan peningkatan kinerja akustik sebagai manfaat sampingan. Pada tiga jenis jendela dapat menghasilkan aperture efektif (EA) yang sama 0.26 namun dengan ukuran WWR dan transmisi terlihat (VT) berbeda-beda, antara lain kaca bening (WWR 0.30 dan VT tinggi 0.88), *tinted glass* (WWR 0.50 dan VT sedang 0.53), dan *heavily tinted* atau *reflective* (WWR 0.70 dan VT sedang 0.38). Aperture Efektif (EA) adalah Transmisi Terlihat (VT) x rasio jendela ke dinding (WWR). Perbandingan total transmisi radiasi untuk tiga jenis range tipe kaca pada ketebalan 3 mm antara lain kaca *body-tinted absorbing glass* 60%, *spotted reflective glass* 20 – 50%, dan *low-emissivity HP glass* 20 - 40% ([CIBSE], 1999). Di daerah beriklim dingin, pengurangan kehilangan panas sangat penting. Jadi meskipun kaca tunggal akan selalu memberikan transmisi cahaya tertinggi yang mungkin perlu untuk memilih untuk beberapa kaca dengan kehilangan panas yang lebih rendah (nilai-U). Parameter kuncinya adalah rasio transmisi cahaya dengan nilai-U. Kombinasi kaca dengan rasio tinggi memberikan pengurangan kehilangan panas untuk kontribusi cahaya siang hari yang sama. Demikian pula, di mana kontrol matahari adalah prioritas tinggi, parameter utamanya adalah rasio transmisi cahaya terhadap transmisi matahari total.

Tugas desain improvisasi terakhir adalah *toplight*. Konsep toplighting memungkinkan cahaya matahari untuk menembus ruang dari lubang yang terletak di atas garis langit-langit dan biasanya merupakan bagian dari atap bangunan. (Ander, 2003). *Skylight* didefinisikan secara sederhana sebagai lubang atap kaca horizontal yang sejajar atau hampir sejajar dengan atap. *Skylight* adalah strategi *toplighting* yang sangat baik karena cahaya dalam jumlah besar dapat masuk ke semua area bangunan satu lantai atau ke lantai atas bangunan bertingkat, dengan bukaan yang cil ([CIBSE], 1999). Jenis pencahayaan atap antara lain atap monitor, atap vertikal dengan tinggi berbeda, atap monitor miring kembar, atap monitor lan miring, atap gergaji dengan kaca vertikal, atap gergaji dengan kaca



miring, atap gudang ([CIBSE], 1999). Tugas pencahayaan, rasio pencahayaan minimum terhadap rata-rata di atas tugas spesifik dan lingkungan langsungnya tidak boleh kurang dari 0,8, tetapi rasio ini mungkin secara sah turun menjadi 0,2 atau kurang di atas area ruang kerja jauh dari workstation. Jika pencahayaan atap yang paling dekat terlalu berjauhan, cahaya alami hari akan terlihat tambal sulam. Keseragaman iluminasi dalam bangunan yang diterangi atap tergantung pada rasio jarak terhadap ketinggian — rasio jarak antara lampu atap yang berdekatan pusat ke ketinggian pusat lampu atap di atas bidang referensi horizontal ([CIBSE], 1999).

1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain sebagai berikut.

- 1.2.1. Bagaimana performa iluminasi pencahayaan alami melalui *toplight* dan *sidelight* di gedung perkuliahan terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkep?
- 1.2.2. Bagaimana pengaruh optimalisasi pencahayaan alami melalui alternatif desain simulasi *toplight* dan *sidelight* pada gedung kuliah terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkep?

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, dapat ditetapkan tujuan penelitian. Tujuan penelitian di gedung perkuliahan terintegrasi empat lantai Politeknik Pertanian Negeri Pangkep ini adalah:

- 1.3.1. Mengidentifikasi performa iluminasi pencahayaan alami melalui *toplight* dan *sidelight* di gedung perkuliahan terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- 1.3.2. Menghasilkan kajian dan konsep terkait pengaruh optimalisasi pencahayaan alami melalui alternatif desain simulasi *toplight* dan *sidelight* pada gedung kuliah terintegrasi Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.



1.5. Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengembangan ilmu pengetahuan (teoritis) maupun dalam aplikasi penelitian berbagai pihak (praktis). Manfaat teoritis yang ingin dicapai bagi civitas akademik antara lain:

1.4.1. Melengkapi kajian pada penelitian terdahulu terkait performa pencahayaan alami pada gedung perkuliahan sebagai konsep pasif untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan alami;

1.4.2. Menambah pengetahuan terkait *toplight* dan *sidelight* terhadap kuantitas dan distribusi pencahayaan alami pada gedung perkuliahan;

Manfaat praktis yang ingin dicapai bagi masyarakat setempat, arsitek, perencana lighting maupun pemerintah antara lain:

1.4.3. Dapat digunakan sebagai acuan dan pertimbangan dalam mendesain kembali gedung perkuliahan;

1.4.4. Dapat digunakan sebagai masukan terkait penanganan kebutuhan pencahayaan alami pada gedung kuliah maupun bangunan sejenis di daerah tropis.

1.6. Ruang Lingkup/Batasan Penelitian

Agar memudahkan penelitian ini, maka penulis membatasi masalah. Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1.5.1. Orientasi bangunan menghadap Timur, Barat, Utara, dan Selatan;

1.5.2. Obyek penelitian melingkupi area atrium, selasar, ruang jurusan, ruang direktur, dan ruang perkuliahan pada gedung kuliah;

1.5.4. Pemilihan ruangan yang dikaji berdasarkan:



- . Atrium dan selasar (lantai 1)
- . Selasar (lantai 1, 2, 3, dan 4)
- . Ruangan dari empat orientasi berbeda (lantai 2, 3, dan 4);

1.7. Defenisi dan Istilah, Glosarium

Berikut ini merupakan defenisi dan istilah, glosarium pada penelitian ini:

POLITANI: Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

Pangkep: Pangkajene dan Kepulauan

Shading Device: Perangkat bayangan

Sumber: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/>[Daikses pada 18 April 2022]

Optimal: a (ter)baik; tertinggi; paling menguntungkan: *dengan kondisi fisik yang -- kami yakin akan menang dalam pertandingan sore nanti; kita telah bekerja secara --*

Pencahayaan: 1. Penyinaran; pemberian cahaya (sinar); 2. Proses, cara, perbuatan memberi cahaya (mencahayakan).

Alami: Bersangkutan dengan alam; bersifat alam; wajar;

Sumber SNI 03-2396-2001

Terang Langit: Sumber cahaya yang diambil sebagai dasar untuk penentuan syarat-syarat pencahayaan alami siang hari

Langit Perancangan: Langit dalam keadaan yang ditetapkan dan dijadikan dasar untuk perhitungan

Faktor Langit (fl): Angka karakteristik yang digunakan sebagai ukuran keadaan pencahayaan alami siang hari diberbagai tempat dalam suatu ruangan



ur:

Titik di dalam ruangan yang keadaan pencahayaannya dipilih sebagai indikator untuk keadaan pencahayaan seluruh ruangan

Bidang Lubang Cahaya Efektif: Bidang vertikal sebelah dalam dari lubang cahaya

Lubang Cahaya Efektif: Untuk suatu titik ukur bagian dari bidang lubang cahaya efektif lewat mana titik ukur itu melihat langit

Sumber SNI 03-6197-2000

Faktor Radiasi Matahari: Laju rata-rata setiap jam dari radiasi matahari pada selang waktu tertentu yang sampai pada suatu permukaan

Penetrasi: Bukaan atau lubang cahaya pada dinding bangunan yang mentransmisikan cahaya. Termasuk disini adalah bahan yang tembus cahaya seperti kaca atau plastik, peralatan peneduh luar atau dalam dan sistem peneduh lainnya

Tingkat Pencahayaan (Illuminansi): Fluks luminus yang datang pada permukaan atau hasil bagi antara fluks cahaya dengan luas permukaan yang disinari dinyatakan dalam lux.

Luminansi: Hasil bagi antara intensitas cahaya pada arah tertentu terhadap luas sumber cahaya yang diproyeksikan ke atau pada arah tersebut, dinyatakan dalam satuan kandela per m² (cd/m²).

1.8 Kerangka Konseptual

Pencahayaan alami adalah salah satu metode pasif pemanfaatan sinar untuk pencahayaan bangunan terutama pada saat siang hari (Ander, 1995), aan alami sangat berkaitan dengan kondisi langit. Menurut badan pusat



statistik, tingkat penyinaran matahari kabupaten Pangkep pada tahun 2020 adalah antara 10 – 90% dengan rata-rata tingkat penyinaran per tahun adalah 59,5%.

Dengan adanya potensi penyinaran matahari yang besar, dapat dimanfaatkan sebagai pencahayaan alami pada bangunan. Akan tetapi orientasi sisi bangunan yang luas pada gedung perkuliahan ini menghadap Timur (Fasad Belakang) – Barat (Fasad Depan), dimana akan menerima panas dan silau cahaya lebih banyak. Hal ini diungkapkan oleh Wijaya (1988), sinar matahari akan memanaskan seluruh bidang bangunan yang menghadap ke arahnya. Arah timur sebagai arah terbit matahari memberikan efek panas yang tidak menyenangkan antara jam 09.00 – 11.00. Sedangkan arah barat sebagai arah terbenamnya matahari memancarkan panasnya secara maksimal pada jam 13.00 – 15.00. Matahari memberikan radiasi yang berpengaruh terhadap bangunan. Matahari juga dapat menimbulkan gangguan dari panas dan silau cahayanya. Orientasi bangunan yang paling optimum di semua daerah iklim adalah memanjang dari arah timur ke barat dan untuk daerah tropis lembab proporsi yang optimum antara lebar dan panjang adalah 1:1,7 dan proporsi yang bagus adalah 1:3.

Tujuan pencahayaan alami yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah kuantitas pencahayaan alami menurut (Lechner, 2014) berdasarkan standar nilai iluminasi, nilai DF, dan distribusi pencahayaan alami. Nilai iluminasi yang digunakan berdasarkan standar SNI 03-6575-2001 tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung dan SNI 03-2396-2001 tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung, karena merupakan pengembangan dari IESNA yang sudah disesuaikan dengan kondisi yang ada di Indonesia. Nilai iluminasi pada ruang kerja adalah 350 lux, ruang kelas 250 lux, dan koridor adalah 100 lux (SNI 03-6575-2001, 2001). Dalam mencari nilai DF digunakan rumus (Szokolay, 2004) dengan menggunakan alat ukur yaitu persentase nilai iluminasi dalam terhadap luar. Nilai DF sebagai patokan syarat pencahayaan alami dalam sebesar 2 % sampai 5% (CIBSE, 2002). Rumus ini digunakan karena dapat menunjukkan nilai yang lebih obyektif karena sesuai kondisi langit pada saat pengukuran pada gedung perkuliahan terintegrasi ntai Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. Sedangkan untuk distribusi aan, bahwa distribusi pencahayaan alami pada suatu ruangan ditentukan



berdasarkan persebaran nilai iluminasi terkait luas ruangan. Nilai yang disarankan yaitu minimal 0,4 yaitu 0,4 bagian atau 40% dari ruangan tersebut memiliki nilai iluminasi atau memiliki nilai yang dinyatakan dalam DF sesuai standar dan maksimal 1 yaitu seluruh luasan ruangan atau 100% luasan ruangan memiliki nilai iluminasi atau nilai yang dinyatakan dalam DF sesuai standar (Ander, 2003).

Teori yang digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan merumuskan variabel pertama yakni dengan menentukan jenis *shading device* yang akan digunakan sesuai dengan teori yang cocok untuk fasad sisi Timur dan Barat, yang diungkap Egan (1975). Kemudian dilakukan pengukuran untuk menentukan HSA dan VSA, guna menentukan ukuran *shading device* yang akan diterapkan. Sesuai yang diungkapkan dalam (Szokolay, 2004), posisi matahari terhadap bangunan akan membentuk sudut vertikal dan horizontal. Geometri *shading* akan terbentuk melalui dua sudut bayangan, yaitu sudut bayangan vertikal (*vertical shadow angle/ VSA*) yang merupakan sudut antara orientasi dinding dengan garis vertikal yang diambil tegak lurus dari *tangen altitude* dan sudut bayangan horizontal (*horizontal shadow angle/HSA*) yang merupakan sudut horizontal matahari terhadap orientasi dinding. Hal yang diungkapkan Ballast (1988) dalam O'Connor (1997) mendukung untuk menentukan ukuran *overhang* dan sirip *shading device*.

Variabel berikutnya adalah jenis material kaca, dalam ([CIBSE], 1999) refleksi matahari dapat diatasi pada tahap desain dengan mengurangi area kaca, mengganti kaca bening atau menyerap kaca untuk kaca reflektif, reorientasi bangunan, atau mengganti area kaca miring dengan vertikal atau hampir kaca horizontal. Atau, beberapa bentuk penyaringan buram mungkin dapat diterima, meskipun ini biasanya harus lebih besar dari area kaca. Kemudian dengan menerapkan nilai VR dan VT dari material kaca pada simulasi di area koridor dan atrium lantai 1.

Selanjutnya memasang *lightshelf interior* dan *eksterior* pada ruangan di sisi 1 Selatan. Jika *lightshelves* digunakan, penetrasi cahaya alami dari 1,5d jadi 2d (Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta). Rungta dan d (2009) mengungkapkan dari hasil penelitiannya bahwa *light shelf* an alat pasif yang efektif dalam memantulkan cahaya matahari ke dalam



ruangan. Detail ukuran *lightshef* didasarkan dari penelitian terdahulu yakni: ukuran posisi ketinggian *lightshef* diatas 2 m, terutama dekat 3 m (Joarder et al., 2009); sudut *lightshef* 30° keatas dan gap *lightshef* dari jendela 0 cm dan 5 cm (Kwon et al., 2014); ukuran *ceiling height* 3 – 4 m dari permukaan lantai (Rungta dan Mourshed, 2009);. Ukuran interior 50 cm dan 50 cm eksterior *lightshef* (Kwon et al., 2014);.

Variabel terakhir adalah mengganti jenis atap pada area tengah bangunan, yang pada awal menggunakan atap kubah *dome* menjadi jenis atap gudang, atap gigi gergaji, dan atap monitor. Menurut ([CIBSE], 1999), interior yang sangat dalam dapat diterangi hanya dengan menggunakan pencahayaan atap.

1.9 Penelitian Terdahulu

1.9.1 Jamala, 2023

Pada penelitiannya yang berjudul ”*The Architectural Building Facade*”, menganalisis tentang analisis distribusi pencahayaan dengan lima model fasad dan nilai iluminasi pada pagi, siang dan sore hari dengan orientasi jendela menghadap Timur Laut dan Barat Daya di gedung Bank Mega. Dalam penelitian ini juga dilakukan eksperimen persepsi visual dengan mengirimkan kuesioner kepada 43 responden. Hasil penelitian menunjukkan terdapat beberapa keluhan bagi karyawan, karena tingginya nilai iluminasi pada area tertentu. Selain itu pada penelitian ini dilakukan simulasi menggunakan software Radiance Illuminance. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sebaran cahaya matahari pada ruangan berorientasi timur lebih tinggi pada pagi hari dibandingkan pada sore dan siang hari. Sedangkan pada orientasi barat daya berbanding terbalik, nilai sebaran cahaya lebih tinggi pada orientasi barat daya sore dibandingkan pada pagi dan siang hari. Oleh karena itu, orientasi bangunan mempengaruhi distribusi cahaya matahari. Model fasad kaca masif tanpa menggunakan sun shading mempunyai nilai distribusi yang tinggi dibandingkan model fasad lainnya, namun dapat menimbulkan kecerahan berlebihan, dimana nilai iluminasinya lebih dari 350 lux. Secara bahwa model fasad vertikal mempunyai nilai iluminasi tertinggi diantara



model fasad horizontal, diagonal, dan vertikal-diagonal. Diantara kelima model fasad pilihan terbaik dari segi estetika arsitektur dan tingkat pencahayaan yang merata pada pagi, siang, dan sore namun masih diatas standar pencahayaan.

1.9.2 Kwon S. dkk, 2014

Dalam penelitiannya “*A Study on the Performance Evaluation of Mobile Light Shelf System According to the Distance between the Light Shelf*”, meneliti tentang jarak antara dinding dengan rak *lightshelf*, yakni 0 mm, 50 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm, dan 300 mm pada sudut -90° sampai 90° . Dengan lebar *lightshelf* 200 mm dan total lebar *lightshelf* jika ditambah jarak rak maksimum 500 mm. Penelitian Kim menggunakan pengujian eksperimen pada objek dengan ukuran sebenarnya, menggunakan solar simulator, sedangkan penelitian saya mengukur kondisi lapangan dan simulasi komputer.

1.9.3 Joarder, dkk 2009

Pada penelitiannya “*A Simulation Assessment of The Height of Light Shelves to Enhance Daylighting Quality in Tropical Office Buildings Under Overcast Sky Conditions in Dhaka, Bangladesh*”, meneliti tentang *lightshelf* di daerah tropis dan dalam kondisi langit mendung. Penelitian dilakukan dengan simulasi 3D model menggunakan aplikasi Ecotect dan kesimpulan di verifikasi dengan simulasi DAYSIM. Penelitian ini meneliti tentang tujuh model *lightshelf* pada ketinggian 3m diatas permukaan lantai di Dhaka, Bangladesh pada kondisi langit mendung. Temuan menunjukkan rak ringan pada ketinggian 2m di atas permukaan lantai dalam jarak 3m, langit-langit setinggi 3m berkinerja lebih baik untuk meningkatkan kualitas pencahayaan alami pada ruang interior dibandingkan dengan lokasi alternatif, termasuk alternatif dimana tidak ada rak lampu. Meski rata-rata penerangannya lebih tinggi tanpa rak lampu, tetapi distribusinya lebih baik dengan rak ringan setinggi 2 m. Yang terakhir, bisa dapat disimpulkan bahwa rak ringan bisa menjadi elemen efektif untuk meningkatkan kualitas cahaya siang hari bangunan di daerah tropis bangunan, jika dirancang dan ditempatkan dengan benar.



1.9.4 Sherif, A. dkk, 2015

Pada penelitiannya "*The Impact of Alternative Window Glazing Types and a Shading System on the Daylighting of Hospital Patient Rooms: Simulation Analysis under a Desert Clear Sky*", mengidentifikasi jenis kaca paling efektif yang sesuai dengan tata letak ruang pasien yang berbeda-beda di bawah langit cerah gurun. Kinerja pencahayaan alami sepanjang tahun dari tiga jenis kaca dibandingkan dengan kinerja sinar matahari 45 derajat untuk tiga tata letak ruang pasien yang berbeda. Simulasi dilakukan untuk ruangan yang menghadap ke selatan di Kairo, Mesir. Performa penerangan alami dari jenis kaca yang diuji lebih rendah dibandingkan dengan pemecah sinar matahari. Hasil penelitian menunjukkan kaca Elektrokromik-60 dan kaca *low-e* hanya berhasil dalam desain kamar mandi tempel untuk ukuran jendela besar. Sedangkan kaca elektrokromik-30 tidak memberikan hasil yang dapat diterima dalam kasus mana pun yang diuji.

1.9.5 Kim, C.S. dan Chung, S.J., 2011

Dalam penelitiannya "*Daylighting simulation as an architectural design process in museums installed with toplights*", simulasi pencahayaan alami yang diintegrasikan ke dalam proses desain arsitektur (DSADP). Pengukuran model skala dan simulasi komputer dilakukan untuk memverifikasi program komputer Radiance. Perbandingan antara hasil pengukuran dan simulasi menunjukkan bahwa terdapat kesalahan relatif yang cukup besar pada titik-titik pengukuran. Oleh karena itu, faktor koreksi (CF) dan simulasi terkoreksi (CS) dihitung ulang untuk mengoreksi hasil simulasi. Seoul Museum of Art (SMOA) dipilih untuk membuat aplikasi DSADP. *Top light* monitor dan berbentuk gigi gergaji dipilih sebagai alternatif yang menarik untuk jendela atap SMOA yang sudah ada. Penerapan DSADP dilakukan dengan mengubah efisiensi transmisi cahaya dan ukuran bukaan lampu atas. Hasil Radiance menunjukkan bahwa model simulasi komputer dapat secara akurat mewakili lingkungan pencahayaan dalam kondisi langit cerah, dan yang lebih penting, model tersebut dapat digunakan untuk mengusulkan lampu alternatif untuk SMOA. Oleh karena itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa DSADP akan sangat berguna pada tahap desain skema dalam proses arsitektur. Temuan penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat



perbedaan besar antara kondisi langit nyata untuk pengukuran model skala dan kondisi langit CIE untuk simulasi komputer. Diperlukan lebih banyak penelitian untuk mengurangi perbedaan antara kondisi langit nyata dan simulasi.

