

TESIS

**ANALISIS PENGARUH FASAD BANGUNAN TERHADAP
DISTRIBUSI PENCAHAYAAN ALAMI GEDUNG PERPUSTAKAAN
(Studi Kasus: Gedung Perpustakaan Universitas Islam Makassar)**

***ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF BUILDING FACADE ON
NATURAL LIGHTING DISTRIBUTION OF LIBRARY BUILDING
(Case Study: Makassar Islamic University Library Building)***



**MUHAMMAD ARHAMSYAH RUSLI
D042201003**



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

PERNYATAAN PENGAJUAN

ANALISIS PENGARUH FASAD BANGUNAN TERHADAP DISTRIBUSI PENCAHAYAAN ALAMI GEDUNG PERPUSTAKAAN (Studi Kasus: Gedung Perpustakaan Universitas Islam Makassar)

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Teknik Arsitektur

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD ARHAMSYAH RUSLI

D042201003

kepada

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

TESIS

ANALISIS PENGARUH FASAD BANGUNAN TERHADAP
DISTRIBUSI PENCAHAYAAN ALAMI GEDUNG PERPUSTAKAAN
(Studi Kasus: Gedung Perpustakaan Universitas Islam Makassar)

MUHAMMAD ARHAMSYAH RUSLI
D042201003

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal 19 bulan
November tahun 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Magister Arsitektur
Departemen Arsitektur
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa

Mengesahkan:

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Nurul Jamala B, MT.
NIP. 19640904 199412 2 001

Pembimbing Pendamping



Dr. Eng. Ir. Hj. Asniawaty, ST., MT.
NIP. 19710925 199903 2 001

Ketua Program Studi
Magister Arsitektur



Dr. Eng. Ir. Hj. Asniawaty, ST., MT.
NIP. 19710925 199903 2 001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli., ST. MT.
NIP. 19730926 200012 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Analisis Pengaruh Fasad Bangunan terhadap Distribusi Pencahayaan Alami Gedung Perpustakaan (Studi Kasus: Gedung Perpustakaan Universitas Islam Makassar)" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. Ir. Nurul Jamala B., MT. dan Dr. Eng. Ir. Hj. Asniawaty, ST., 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 tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (Nama, Volume, Halaman, dan DOI) sebagai artikel dengan judul "*Analysis of The Influence of Building Facade on Natural Lighting Distribution of Library Building*". Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis 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 tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 16 November 2024



MUHAMMAD ARHAMSYAH RUSLI
D042201003

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih banyak kepada Allah SWT atas berkah dan Rahmat-Nya dalam penelitian saya kali ini. Penelitian yang saya lakukan juga dapat terlaksana dengan sukses dan tesis ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Dr. Ir. Nurul Jamala B., MT. sebagai pembimbing utama dan Dr. Eng. Ir. Hj. Asniawaty, ST., MT. sebagai pembimbing pendamping. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Pimpinan Universitas Islam Makassar (UIM) dan segenap pihak terkait yang telah mengizinkan saya untuk melaksanakan penelitian di Gedung Perpustakaan UIM, Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin dan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program Magister serta para dosen dan rekan-rekan dalam tim penelitian.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta Alm. Drs. Rusli selaku Bapak dan Almh. Dra. Dawarah selaku Ibu saya, serta kepada Bapak Dedy AB, ST. dan Ibu Noerhayati S. selaku Mertua saya. Tak lupa kepada istri tercinta Nurlinda Adelia Dedy, S.Ars dan Anak kami Fathia Maryam Arhamsyah. Saya mengucapkan banyak terima kasih atas doa, dukungan, pengorbanan dan motivasi untuk menempuh dan menyelesaikan pendidikan magister ini.

Penulis,

Muhammad Arhamsyah Rusli

ABSTRAK

MUHAMMAD ARHAMSYAH RUSLI. Analisis Pengaruh Fasad Bangunan Terhadap Distribusi Pencahayaan Alami Gedung Perpustakaan (Studi Kasus: Gedung Perpustakaan Universitas Islam Makassar) (dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Nurul Jamala B, MT. dan Dr.Eng. Hj. Asniawaty Kusno, ST., MT.).

Latar Belakang. Aktivitas dalam ruang bangunan memerlukan kenyamanan bagi penggunaannya dalam berbagai aspek, salah satunya aspek pencahayaan. Pencahayaan yang baik dan cukup sangat berpengaruh terhadap kenyamanan bahkan kesehatan penggunaannya. Perpustakaan Universitas Islam Makassar sendiri menggunakan kedua sistem pencahayaan tersebut. Kondisi langit cerah memungkinkan ruangan perpustakaan tidak membutuhkan sistem pencahayaan buatan, sebaliknya dengan kondisi langit berawan ataupun mendung. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari secondary-skin terhadap distribusi pencahayaan ke dalam ruangan dan mencari alternatif desain fasad yang mampu mereduksi dan mendistribusi pencahayaan dengan optimal serta memenuhi target dalam SNI 6179:2020, yaitu 350 lux dan nilai *Uniformity Ratio (UR)* sebesar 80% serta mencapai kondisi ruang yang baik berdasarkan indikator *Useful Daylight Illuminance (UDI)*. **Metode.** Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental, di mana penelitian eksperimental merupakan salah satu bentuk penelitian dengan pendekatan kuantitatif atau objektif, dan cenderung menggunakan analisis. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol. Penelitian dimulai dengan pengukuran lapangan pada jam 08.00 – 16.00 WITA. Setelah itu, dilakukan simulasi eksisting untuk memvalidasi pengukuran. Kemudian dilakukan perlakuan terhadap bangunan seperti mengubah reflektansi material kaca pada bukaan serta mendesain berbagai alternatif desain secondary-skin, antara lain desain vertikal, horizontal dan diagonal. **Hasil Penelitian.** Hasil pengukuran lapangan menunjukkan pencahayaan dalam ruangan mencapai tingkat terang yang melampaui target dan 85% – 100% ruangan dalam kategori *UDI-c* (dapat ditoleransi) ketika dalam kondisi cerah dan berawan, namun nilai *UR*-nya hanya 24% – 57%. Ketika bangunan tanpa *secondary-skin* dengan mengubah reflektansi dan transmisi material kaca, tingkat terang dalam ruangan sangat tinggi (200 – 13.300 lux) dan 45% – 100% area ruangan masuk kategori *UDI-c* serta nilai *UR*-nya hanya 18% – 42,5%. Kemudian untuk desain alternatif lain, semua alternatif desain mengalami tingkat terang yang melampaui target. Model vertikal mencapai tingkat terang 150 – 6.700 lux, model horizontal mencapai 100 – 1.900 lux dan model diagonal mencapai 720 – 11.300 lux. **Kesimpulan.** Dengan mempertimbangkan tingkat terang ruangan dan potensi cahaya silau yang masuk (glare) serta nilai *Uniformity Ratio (UR)* yang didapatkan, maka disimpulkan bahwa model fasad horizontal dengan kemiringan fasad 75 dan 90 derajat (100% area masuk kategori *UDI-c*) adalah model fasad yang mereduksi dan mendistribusi cahaya ke dalam ruangan dengan optimal.

Kata Kunci: Fasad, Pencahayaan Alami, Reflektansi, *Secondary-skin*, Gedung Perpustakaan

ABSTRACT

MUHAMMAD ARHAMSYAH RUSLI. Analysis of the Influence of Building Facades on the Distribution of Natural Lighting in Library Buildings (Case Study: Makassar Islamic University Library Building) (supervised by Prof. Dr. Ir. Nurul Jamala B, MT. and Dr.Eng. Hj. Asniawaty Kusno, ST., MT.).

Background. Activities in a building space require comfort for its users in various aspects, one of which is the lighting aspect. Good and sufficient lighting greatly affects the comfort and even the health of its users. The Makassar Islamic University Library itself uses both lighting systems. Clear sky conditions allow the library room not to require an artificial lighting system, in contrast to cloudy or overcast sky conditions. **Purpose.** This study aims to determine the effect of secondary skin on the distribution of lighting into the room and to find alternative facade designs that can reduce and distribute lighting optimally and meet the targets in SNI 6179:2020, namely 350 lux and Uniformity Ratio values (UR) of 80% and achieve good room conditions based on the Useful Daylight Illuminance (UDI) indicator. **Method.** This study uses an experimental quantitative method, where experimental research is a form of research with a quantitative or objective approach, and tends to use analysis. Experimental research is research conducted by manipulating the research object and having control. The study began with field measurements at 08.00 - 16.00 WITA. After that, an existing simulation was carried out to validate the measurements. Then the building was treated such as changing the reflectance of the glass material at the opening and designing various alternative secondary-skin designs, including vertical, horizontal, and diagonal designs. **Research Results.** Field measurements show that indoor lighting reaches a brightness level that exceeds the target and 85% - 100% of rooms are in the UDI-c category (tolerable) when in bright and cloudy conditions, but the UR value is only 24% - 57%. When the building is without secondary skin by changing the reflectance and transmission of glass material, the indoor brightness level is very high (200 - 13,300 lux), and 45% - 100% of the room area is in the UDI-c category and the UR value is only 18 - 42.5%. Then for other alternative designs, all design alternatives experience brightness levels that exceed the target. The vertical model reaches a brightness level of 150 - 6,700 lux, the horizontal model reaches 100 - 1,900 lux and the diagonal model reaches 720 - 11,300 lux. **Conclusion.** By considering the room brightness level the potential for incoming glare and the Uniformity Ratio (UR) value obtained, it is concluded that the horizontal facade model with a facade slope of 75 and 90 degrees (100% of the area is in the UDI-c category) is a facade model that reduces and distributes light into the room optimally.

Keywords: Facade, Natural Lighting, Reflectance, Secondary Skin, Library Building

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kajian Teori	2
1.2.1 <i>Uniformity Ratio</i>	2
1.2.2 <i>Useful Daylight Illuminance (UDI)</i>	2
1.2.3 Standar Pencahayaan Perpustakaan	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Penelitian	4
BAB II	5
METODE PENELITIAN	5
2.1 Jenis Penelitian	5
2.2 Lokasi dan Objek Penelitian	5
2.3 Instrumen Penelitian	6
2.4 Teknik Pengumpulan Data	7
2.5 Teknik Analisis Data	8
BAB III	9
HASIL PENELITIAN	9
3.1 Kondisi Distribusi Pencahayaan Alami dalam Ruang Perpustakaan Universitas Islam Makassar	9
3.1.1 Hasil Pengukuran Lapangan	10
3.1.2 Hasil Simulasi Kondisi Eksisting	13
3.2 Pengaruh Transmisi-Reflektansi Material Bukaan pada Distribusi Cahaya dalam Ruangan	15
3.2.1 Transmisi 10 Persen – Reflektansi 90 Persen	16
3.2.2 Transmisi 50 Persen – Reflektansi 50 Persen	17
3.2.3 Transmisi 90 Persen – Reflektansi 10 Persen	18
3.3 Pengaruh Sudut pada <i>Secondary-skin</i> Bangunan dengan Model Horizontal dan Vertikal dan Persentase Bukaan pada <i>Secondary-skin</i> dengan Model Diagonal	19
3.3.1 Pengaruh Sudut Fasad dengan Model Vertikal	19
3.3.1.a Model Vertikal dengan Sudut Kemiringan 15 Derajat	20
3.3.1.b Model Vertikal dengan Sudut Kemiringan 30 Derajat	21
3.3.1.c Model Vertikal dengan Sudut Kemiringan 45 Derajat	22
3.3.2 Pengaruh Sudut Fasad dengan Model Horizontal	23
3.3.2.a Model Horizontal dengan Sudut Kemiringan 60 Derajat	24

3.3.2.b Model Horizontal dengan Sudut Kemiringan 75 Derajat.....	25
3.3.2.c Model Horizontal dengan Sudut Kemiringan 90 Derajat.....	26
3.3.3 Pengaruh Persentase Bukaannya pada <i>Secondary-skin</i> dengan Model Diagonal	27
3.3.3.a Bukaannya Fasad 84,59 Persen.....	28
3.3.3.b Bukaannya Fasad 45,49 Persen.....	29
BAB IV.....	33
PEMBAHASAN	33
4.1 Kondisi Distribusi Pencahayaan Alami dalam Ruang Perpustakaan Universitas Islam Makassar	33
4.2 Pengaruh Transmisi-Reflektansi Material Bukaannya terhadap Distribusi Cahaya dalam Ruangan.....	34
4.3 Pengaruh Sudut pada <i>Secondary Skin</i> Bangunan dengan Model Horizontal dan Vertikal dan Persentase Bukaannya pada <i>Secondary Skin</i> dengan Model Diagonal.....	35
4.3.1 Pengaruh Sudut Fasad dengan Model Vertikal.....	35
4.3.2 Pengaruh Sudut Fasad dengan Model Horizontal	36
4.3.3 Pengaruh Persentase Bukaannya pada <i>Secondary-skin</i> dengan Model Diagonal	37
BAB V.....	39
KESIMPULAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Gedung Perpustakaan Universitas Islam Makassar	1
Gambar 2.	(a) Citra Satelit, (b) Tampak Barat, (c) Tampak Selatan, dan (d) Tampak Utara Gedung Perpustakaan UIM.....	5
Gambar 3.	Gambar Denah (a) Lantai 4, (b) Tipikal Lantai 5 – 6, (c) dan Potongan	6
Gambar 4.	Kondisi Ruangan (a) Lantai 4, (b) Lantai 5 dan (c) Lantai 6	6
Gambar 5.	(a) <i>Digital Lux Meter</i> dan (b) <i>ArUDIno</i>	7
Gambar 6.	Denah Titik Ukur (a) Lantai 4 dan (b) Lantai 5 – 6	8
Gambar 7.	Tampak <i>Secondary Skin</i> Gedung Perpustakaan Universitas Islam Makassar	9
Gambar 8.	Grafik Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Hari Pertama Pengukuran) pada (a) Lantai 4, (b) Lantai 5 dan (c) Lantai 6	10
Gambar 9.	Grafik Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Hari Kedua Pengukuran) pada (a) Lantai 4, (b) Lantai 5 dan (c) Lantai 6	11
Gambar 10.	Grafik Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Hari Ketiga Pengukuran) pada (a) Lantai 4, (b) Lantai 5 dan (c) Lantai 6	12
Gambar 11.	Visualisasi Kondisi Eksisting	13
Gambar 12.	Kontur Warna Hasil Simulasi Tingkat Terang pada Lantai 4 di jam (a) 08.00, (b) 12.00, (c) 14.00 dan (d) 16.00.....	14
Gambar 13.	Kontur Warna Hasil Simulasi Tingkat Terang pada Lantai 5 di jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00	14
Gambar 14.	Kontur Warna Hasil Simulasi Tingkat Terang pada Lantai 6 di jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00	14
Gambar 15.	Grafik Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Eksisting) pada (a) Lantai 4, (b) Lantai 5 dan (c) Lantai 6.....	15
Gambar 16.	Pengaturan dan Visualisasi Material Kaca dengan Transmisi 10% - Reflektansi 90%.....	16
Gambar 17.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Ruangan dengan Transmisi 10% - Reflektansi 90% pada Material Kaca).....	16
Gambar 18.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruangan (Simulasi Ruangan dengan Transmisi 10% - Reflektansi 90% pada Material Kaca) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA.	17
Gambar 19.	Pengaturan dan Visualisasi Material Kaca dengan Transmisi 50% - Reflektansi 50%.....	17
Gambar 20.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Ruangan dengan Transmisi 50% - Reflektansi 50% pada Material Kaca).....	17
Gambar 21.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruangan (Simulasi Ruangan dengan Transmisi 50% - Reflektansi 50% pada Material Kaca) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA.	18
Gambar 22.	Pengaturan dan Visualisasi Material Kaca dengan Transmisi 90% - Reflektansi 10%.....	18

Gambar 23.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Ruang dengan Transmisi 90% - Reflektansi 10% pada Material Kaca).....	19
Gambar 24.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruang (Simulasi Ruang dengan Transmisi 90% - Reflektansi 10% pada Material Kaca) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA.	19
Gambar 25.	Visualisasi Fasad Model Vertikal dengan Sudut Kemiringan 15 Derajat.....	20
Gambar 26.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Model Fasad Vertikal dengan Kemiringan 15 Derajat)	20
Gambar 27.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruang (Simulasi Model Fasad Vertikal dengan Kemiringan 15 Derajat) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA.....	21
Gambar 28.	Visualisasi Fasad Model Vertikal dengan Sudut Kemiringan 30 Derajat.....	21
Gambar 29.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Model Fasad Vertikal dengan Kemiringan 30 Derajat)	22
Gambar 30.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruang (Simulasi Model Fasad Vertikal dengan Kemiringan 30 Derajat) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA.....	22
Gambar 31.	Visualisasi Fasad Model Vertikal dengan Sudut Kemiringan 45 Derajat.....	22
Gambar 32.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Model Fasad Vertikal dengan Kemiringan 45 Derajat)	23
Gambar 33.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruang (Simulasi Model Fasad Vertikal dengan Kemiringan 45 Derajat) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA.....	23
Gambar 34.	Visualisasi Fasad Model Horizontal dengan Sudut Kemiringan 60 Derajat.....	24
Gambar 35.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Model Fasad Horizontal dengan Kemiringan 60 Derajat)	24
Gambar 36.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruang (Simulasi Model Fasad Horizontal dengan Kemiringan 60 Derajat) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA.	25
Gambar 37.	Visualisasi Fasad Model Horizontal dengan Sudut Kemiringan 75 Derajat.....	25
Gambar 38.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Model Fasad Horizontal dengan Kemiringan 75 Derajat)	26
Gambar 39.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruang (Simulasi Model Fasad Horizontal dengan Kemiringan 75 Derajat) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA.	26
Gambar 40.	Visualisasi Fasad Model Horizontal dengan Sudut Kemiringan 90 Derajat.....	26
Gambar 41.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Model Fasad Horizontal dengan Kemiringan 75 Derajat)	27

Gambar 42.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruangan (Simulasi Model Fasad Horizontal dengan Kemiringan 90 Derajat) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA	27
Gambar 43.	Visualisasi Fasad Model Diagonal dengan Bukaannya 84,59 Persen	28
Gambar 44.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Model Fasad Diagonal dengan Bukaannya 84,59 Persen)	29
Gambar 45.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruangan (Simulasi Model Fasad Diagonal dengan Bukaannya 84,59 Persen) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA	29
Gambar 46.	Visualisasi Fasad Model Diagonal dengan Bukaannya 45,49 Persen	30
Gambar 47.	Nilai Rata-rata Area Titik ukur 1 – 5 (Simulasi Model Fasad Diagonal dengan Bukaannya 45,49 Persen)	31
Gambar 48.	Kontur Warna Tingkat Luminansi dalam Ruangan (Simulasi Model Fasad Diagonal dengan Bukaannya 45,49 Persen) pada jam (a) 08.00, (b) 10.00, (c) 12.00, (d) 14.00, dan (e) 16.00 WITA	31
Gambar 49.	Perbandingan Nilai Rata-rata Tingkat Luminansi pada Variabel Transmisi-Reflektansi Material Kaca.....	34
Gambar 50.	Perbandingan Nilai Rata-rata Tingkat Luminansi pada Variabel Model Fasad Vertikal.....	36
Gambar 51.	Perbandingan Nilai Rata-rata Tingkat Luminansi pada Variabel Model Fasad Horizontal	37
Gambar 52.	Perbandingan Nilai Rata-rata Tingkat Luminansi pada Variabel Model Fasad Diagonal	38

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Minimum, Kelompok Renderasi Warna dan Temperatur Warna pada Perpustakaan.....	3
Tabel 2.	Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Minimum pada Perpustakaan	4
Tabel 3.	Nilai Rata-rata Tingkat Terang dari Simulasi Tiap Variabel	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 27 Maret 2024 Jam 08.00 – 09.00 WITA	43
Lampiran 2.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 27 Maret 2024 Jam 10.00 – 11.00 WITA	43
Lampiran 3.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 27 Maret 2024 Jam 12.00 – 13.00 WITA	44
Lampiran 4.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 27 Maret 2024 Jam 14.00 – 15.00 WITA	44
Lampiran 5.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 27 Maret 2024 Jam 16.00 – 17.00 WITA	45
Lampiran 6.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 28 Maret 2024 Jam 08.00 – 09.00 WITA	46
Lampiran 7.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 28 Maret 2024 Jam 10.00 – 11.00 WITA	46
Lampiran 8.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 28 Maret 2024 Jam 12.00 – 13.00 WITA	47
Lampiran 9.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 28 Maret 2024 Jam 14.00 – 15.00 WITA	47
Lampiran 10.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 28 Maret 2024 Jam 16.00 WITA– 17.00	48
Lampiran 11.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 29 Maret 2024 Jam 08.00 – 09.00 WITA	48
Lampiran 12.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 29 Maret 2024 Jam 10.00 – 11.00 WITA	49
Lampiran 13.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 29 Maret 2024 Jam 12.00 – 13.00 WITA	50
Lampiran 14.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 29 Maret 2024 Jam 14.00 – 15.00 WITA	50
Lampiran 15.	Hasil Pengukuran Tingkat Terang Tanggal 29 Maret 2024 Jam 16.00 – 17.00 WITA	51
Lampiran 16.	Hasil Tingkat Terang Simulasi Eksisting	52
Lampiran 17.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dengan Transmisi 10% - Reflektansi 90% Material Kaca	53
Lampiran 18.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dengan Transmisi 50% - Reflektansi 50% Material Kaca pada Jam 08.00 WITA	54
Lampiran 19.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dengan Transmisi 90% - Reflektansi 10% Material Kaca	55
Lampiran 20.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dalam Ruangan (Model Fasad Vertikal dengan Kemiringan 15 Derajat)	55
Lampiran 21.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dalam Ruangan (Model Fasad Vertikal dengan Kemiringan 30 Derajat)	56
Lampiran 22.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dalam Ruangan (Model Fasad Vertikal dengan Kemiringan 45 Derajat)	57

Lampiran 23.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dalam Ruangan (Model Fasad Horizontal dengan Kemiringan 60 Derajat)	57
Lampiran 24.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dalam Ruangan Model Fasad Horizontal dengan Kemiringan 75 Derajat)	58
Lampiran 25.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dalam Ruangan (Model Fasad Horizontal dengan Kemiringan 90 Derajat)	59
Lampiran 26.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dalam Ruangan (Model Fasad Diagonal dengan Bukaannya 84,59 Persen)	59
Lampiran 27.	Hasil Simulasi Tingkat Terang dalam Ruangan (Model Fasad Diagonal dengan Bukaannya 45,49 Persen)	60
Lampiran 28.	Dokumentasi.....	61

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas dalam ruang bangunan memerlukan kenyamanan bagi penggunanya dalam berbagai aspek, salah satunya aspek pencahayaan. Pencahayaan yang baik sangat berpengaruh terhadap kenyamanan bahkan kesehatan penggunanya. Apalagi aspek tersebut berkaitan dengan aktivitas dalam ruang perpustakaan seperti membaca, belajar, dan aktivitas pustakawan seperti pengaturan dan pencarian buku, majalah, dan informasi lainnya. Perpustakaan adalah kumpulan atau bangunan fisik sebagai tempat buku dikumpulkan dan disusun menurut sistem tertentu atau keperluan pemakai (Hs, 2007). Perpustakaan juga merupakan sebuah ruangan atau gedung yang digunakan untuk menyimpan buku dan terbitan lainnya yang biasanya disimpan menurut tata susunan tertentu yang digunakan pembaca bukan untuk dijual (Sulistyo, 2009).

Pencahayaan itu sendiri terbagi atas dua, yaitu pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Pencahayaan alami bisa bersumber dari semua yang terang yang ada di langit sedangkan pencahayaan buatan bisa bersumber dari api, listrik dan sebagainya (Rahim, 2012). Perpustakaan Universitas Islam Makassar sendiri menggunakan dua sistem pencahayaan tersebut, tergantung dengan jam penggunaan dan kondisi intensitas cahaya dalam ruangan. Kondisi langit cerah memungkinkan ruangan perpustakaan tidak membutuhkan sistem pencahayaan buatan, sebaliknya dengan kondisi langit mendung. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut agar mengetahui tentang kondisi distribusi cahaya di dalam ruangan perpustakaan ini.



Gambar 1. Gedung Perpustakaan Universitas Islam Makassar

Berdasarkan SNI 6197:2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung, standar tingkat luminansi ruang perpustakaan adalah minimal 350 lux. Data pengukuran awal yang telah dilakukan pada objek penelitian (tanggal 10 maret 2022) ditemukan bahwa tingkat terang pada lantai 4 – 6 masing-masing sebesar 1076 lux, 1070 lux dan 1336 lux. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa tingkat terang cukup terang dan melampaui standar, namun nilai terlalu terang dan berpotensi mengalami *glare* (silau) di beberapa area titik ukur.

Pada tahun 2021, penelitian serupa pernah dilakukan dengan objek penelitian Masjid Quwwatul Islam di Yogyakarta. Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa ada perbedaan kualitas cahaya sebelum dan sesudah menggunakan *secondary skin*. Bahan dan ukuran menyesuaikan dengan bahan *ACP (Aluminium Composite Panel)*. Hasil pengukuran menunjukkan adanya ketidakwajaran (berlebihan) dari standar tingkat luminansi untuk bangunan mesjid, yaitu sekitar 400 lux. Jika dibandingkan dengan tanpa *secondary skin* hasilnya jauh lebih baik dengan hanya selisih angka yang tidak terlalu jauh (Ricardo, 2022).

Hasil penelitian yang berbeda dilakukan pada objek penelitian Gedung Rektorat Universitas Padjadjaran, di mana penggunaan *secondary skin* pada bangunan itu dapat mempengaruhi kualitas pencahayaan alami, di mana cahaya yang menyilaukan (*glare*) dapat disaring oleh *secondary skin* tersebut, sehingga menghasilkan kualitas cahaya yang lebih baik. Sehingga penerapan *secondary skin* pada fasad dalam memberikan perlindungan faktor iklim eksternal terhadap bangunan, harus memperhatikan dampak terhadap penerangan alami yang akan terjadi pada ruang dalam bangunan (Rahadian, Dwiastuti, Maretia, & Fitriani, 2021).

Dalam arsitektur tropis, fasad menjadi peran penting dalam mencapai kenyamanan dan keindahan dalam mewujudkan desain tropis yang sesuai dengan lingkungan sekitar seperti motif (*secondary skin*) bangunan, penerapan material, warna bangunan, cahaya buatan/alami dan gaya-gaya dari desain arsitektur yang terus diperbarui. Elemen pada fasad adalah elemen yang penting menampilkan sebuah kekayaan pengalaman visual bagi pengamat atau bagi para pelihat bangunan, dengan demikian perlunya berhati-hati dalam mendesain pada fasad (ornamen) bangunan (Fikroh, Handjani, & Razziati, 2016).

Maka dari itu, untuk mengetahui pengaruh fasad terhadap distribusi cahaya pada objek penelitian ini dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat luminansi ruang perpustakaan Universitas Islam Makassar. Dari penelitian tersebut, kita juga dapat memberikan solusi jika mendapat masalah dari hasil penelitian yang akan datang sehingga dapat memenuhi standar yang berlaku. Hal ini juga dapat digunakan sebagai acuan penelitian pada objek yang sama ataupun penelitian yang serupa.

1.2 Kajian Teori

1.2.1 Uniformity Ratio

Pencahayaan harus merata dengan *Uniformity Ratio* sebesar 0,8. *Uniformity Ratio* (*UR*) berfungsi untuk mengetahui apakah distribusi cahaya dalam ruangan merata dengan baik atau tidak. Ini menjadi indikator penilaian terhadap perlakuan-perlakuan yang dilakukan pada eksisting. Cara mengetahui nilai *UR* adalah sebagai berikut:

$$\text{Uniformity Ratio} = \frac{\text{Minimal Illuminance}}{\text{Average Illuminance}} \times 100\%$$

1.2.2 Useful Daylight Illuminance (UDI)

Indikator lain dalam penilaian pencahayaan alami adalah dengan melihat tingkat luminansi di tiap area titik ukur dan membaginya sesuai dengan kategori dalam *Useful Daylight Illuminance (UDI)*. *Useful Daylight Illuminance* adalah metrik yang mengukur persentase tingkat luminansi saat waktu siang hari dalam suatu ruang yang memenuhi

kisaran target. Ini adalah modifikasi dari *Daylight Autonomy* dan dikembangkan pada tahun 2005 oleh Mardaljevic dan Nabil.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian, baik sebagai satu-satunya sumber pencahayaan atau jika dipadukan dengan pencahayaan buatan, pencahayaan siang hari dalam kisaran 100 hingga 300 lux dianggap efektif. Lebih jauh, pencahayaan siang hari dalam kisaran 300 hingga sekitar 3.000 lux sering dianggap diinginkan atau setidaknya dapat ditoleransi. (Mardaljevic, Andersen, Roy, & Christoffersen, 2012). Skema *UDI* diterapkan dengan menentukan tingkat luminansi pada tiap titik ukur di siang hari di mana:

1. Iluminasi kurang dari 100 lux, yaitu *UDI "fell-short"* atau kurang (*UDI-f*).
2. Iluminasi lebih besar dari 100 lux dan kurang dari 300 lux, yaitu *UDI "supplementary"* atau tambahan (*UDI-s*).
3. Iluminasi lebih besar dari 300 lux dan kurang dari 3.000 lux, yaitu *UDI "autonomous"* atau otonom (*UDI-a*).
4. Iluminasi lebih besar dari 100 lux dan kurang dari 3.000 lux, yaitu *UDI "combined"* atau gabungan (*UDI-c*).
5. Iluminasi lebih besar dari 3.000 lux, yaitu *UDI "exceeded"* atau terlampaui (*UDI-e*).

Dalam penelitian ini, skema *UDI* yang digunakan mengkategorikan tingkat luminansi tiap titik ukur ke dalam tiga skema, yaitu: *UDI-f*, *UDI-c*, dan *UDI-e*.

1.2.3 Standar Pencahayaan Perpustakaan

Beberapa sumber yang berbeda memberikan rekomendasi yang juga berbeda untuk tingkat pencahayaan minimum pada perpustakaan. Untuk ruangan tersebut, target tingkat luminansi yang tertera dalam SNI 6179:2020 adalah 350 lux. Sedangkan Frick dkk (2008) memiliki rekomendasi dengan nilai yang lebih tinggi untuk tingkat pencahayaan minimum pada perpustakaan sebesar 500 lux, dengan perbedaan nilai 150 lux lebih tinggi dibandingkan rekomendasi dari SNI.

Tabel 1. Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Minimum, Kelompok Renderasi Warna dan Temperatur Warna pada Perpustakaan

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan Rata-rata (Lux)
Lembaga Pendidikan	
Ruang Kelas	250
Ruang Baca Perpustakaan	350
Laboratorium	500
Ruang Praktek Komputer	500
Ruang Laboratorium Bahasa	300
Ruang Guru	300
Ruang Olahraga	300
Ruang Gambar	750
Ruang Auditorium (<i>exhibition</i>)	300
Lobi	100

Sumber: SNI 6197:2020

Tabel 2. Rekomendasi Tingkat Pencahayaan Minimum pada Perpustakaan

Sekolahan	Ruang kelas, aula dan ruang musik	250
	Laboratorium fisika, kimia	500
	Pekerjaan tangan	500
	Perpustakaan	500
	Sekolahan (SLB)	500
	PPPK	500
	Ruang seminar besar	500

Sumber: Frick dkk, 2008

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya mengenai permasalahan tentang kondisi tingkat luminansi pada ruangan perpustakaan dan meninjau teori-teori dan penelitian terdahulu dengan tema yang serupa, maka diidentifikasi rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi distribusi pencahayaan dalam ruang perpustakaan Universitas Islam Makassar?
2. Bagaimana pengaruh persentasi transmisi dan refleksi material kaca pada selubung bangunan utama terhadap distribusi pencahayaan alami ruang perpustakaan Universitas Islam Makassar?
3. Bagaimana pengaruh sudut pada *secondary skin* bangunan dengan model horizontal dan vertikal dan persentase bukaan pada *secondary skin* dengan model diagonal?

1.4 Batasan Penelitian

Ada beberapa pembatasan masalah yang diteliti terkait dengan hasil penelitian. Batasan penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran lapangan dilakukan pada lantai 4 – 6, namun untuk simulasi variabel penelitian hanya dilakukan pada lantai 4.
2. Simulasi pada tiap variabel dilakukan pada tanggal dan jam di mana hari pengukuran dilakukan dengan kondisi langit *overcast sky*.

BAB II METODE PENELITIAN

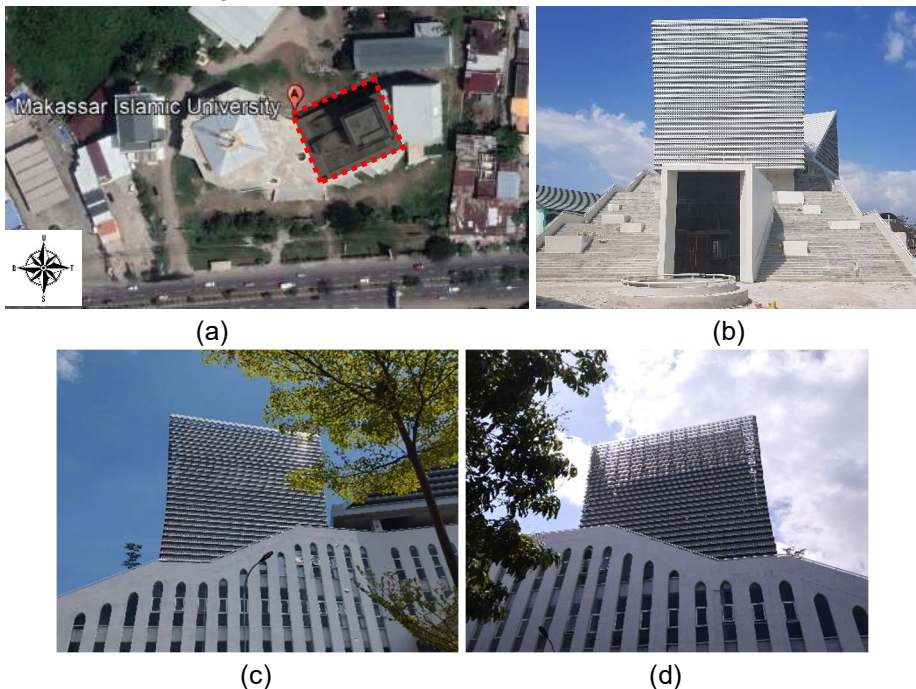
2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental, di mana penelitian eksperimental merupakan salah satu bentuk penelitian dengan pendekatan kuantitatif atau objektif, cenderung menggunakan analisis. Menurut Nasir Moh (2011), penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol. Landasan teori digunakan sebagai pemandu penelitian dan memberikan gambaran umum tentang latar penelitian dan sebagai bahan pembahasan penelitian.

Adapun langkah kerja dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Pengukuran tingkat pencahayaan dan simulasi eksisting objek penelitian.
2. Simulasi model dengan perubahan transmisi dan reflektansi material kaca pada selubung utama bangunan.
3. Simulasi model fasad vertikal dan horizontal dengan perbedaan sudut kemiringan dan model fasad diagonal dengan perbedaan persentase bukaan pada *secondary skin*.

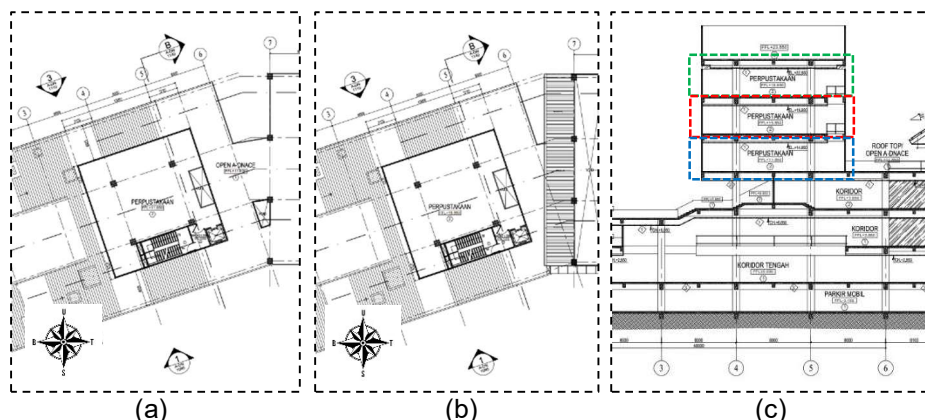
2.2 Lokasi dan Objek Penelitian



Gambar 2. (a) Citra Satelit, (b) Tampak Barat, (c) Tampak Selatan, dan (d) Tampak Utara Gedung Perpustakaan UIM

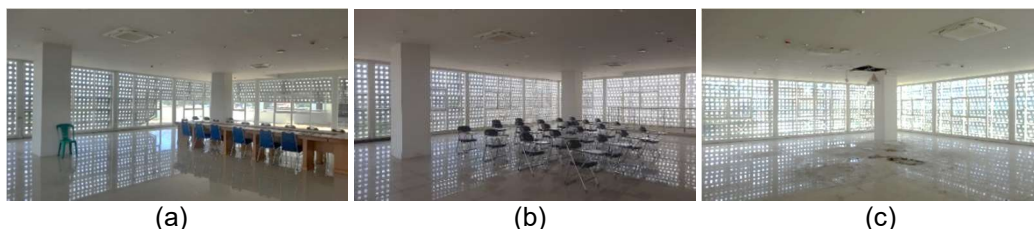
Sumber: *Google Earth*, 2024

Universitas Islam Makassar (UIM) adalah salah satu Perguruan Tinggi Islam Swasta yang dibentuk oleh Yayasan Perguruan Tinggi Al-Gazali Makassar. Universitas Islam Makassar sendiri memiliki tiga gedung baru, yaitu Gedung Rektorat, Masjid dan Perpustakaan. Gedung Perpustakaan memiliki enam lantai, namun untuk fungsi perpustakaan (ruang baca dan arsip buku) berada di lantai 4 – 6. Tiga lantai tersebut menjadi objek penelitian. Titik lokasi penelitian pada peta berada pada garis bujur (*longitude*) 119 derajat dan garis lintang (*latitude*) -5 derajat.



Gambar 3. Gambar Denah (a) Lantai 4, (b) Tipikal Lantai 5 – 6, (c) dan Potongan

Dimensi ruangan pada lantai 4 – 6 gedung perpustakaan ini adalah 15,15 x 15,15 meter. Perbedaan antara lantai 4 dengan yang lain adalah lantai tersebut tidak mempunyai void seperti lantai di atasnya. Pada gambar 3c, dapat dilihat gambar potongan dari gedung ini.



Gambar 4. Kondisi Ruangan (a) Lantai 4, (b) Lantai 5 dan (c) Lantai 6

2.3 Instrumen Penelitian

1. Laptop

Laptop atau komputer jinjing merupakan instrumen yang digunakan untuk mengolah data dan menjalankan *software* yang digunakan dalam penelitian ini. Selain itu, laptop ini juga menjadi alat pengontrol alat ukur yang terintegrasi melalui alat ukur *arUDino*.

2. Meteran

Meteran berfungsi alat bantu pengukuran jarak atau panjang. Meteran juga berguna untuk mengukur sudut, membuat sudut siku-siku, dan juga dapat dipakai untuk

membuat lingkaran. Penggunaan meteran pada penelitian ini dikhususkan untuk melakukan pengukuran pada lapangan.

3. *Digital Lux meter dan ArUDIno (Chip Sensor BH1750)*



Gambar 5. (a) *Digital Lux Meter* dan (b) *ArUDIno*

Pengukuran penerangan di luar ruangan menggunakan *Digital Lux Meter*. Alat ini berfungsi untuk mengukur kuat penerangan pada suatu area atau daerah tertentu. Alat ini memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital. Alat ini terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya.

Sensor yang digunakan pada alat ini adalah *photo diode*. Sensor ini termasuk kedalam jenis sensor cahaya atau optik. Sensor cahaya atau optik adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai suatu daerah tertentu. Kemudian dari hasil dari pengukuran yang dilakukan akan ditampilkan pada layar panel.

Pengukuran di dalam ruangan menggunakan *chip sensor BH1750* yang dirakit dan diintegrasikan dengan *arUDIno*. Sensor ini memiliki rentang batas nilai $\pm 1 - 65.535$ lux dengan rentang kesalahan $\pm 1\%$ hingga $\pm 3\%$. Jumlah alat yang digunakan sebanyak 5 unit. Tiap titik ukur akan mengukur tingkat terang selama satu menit.

Dalam proses penggunaan alat, dibutuhkan *transmitter* yang dihubungkan ke laptop. Dari program yang digunakan bisa mengatur alat dan hasil dari pengukurannya. Hasil pengukuran akan langsung terintegrasi ke dalam bentuk file *.xls* atau *Microsoft Excel*.

4. Kamera

Kamera digunakan untuk mengambil gambar/dokumentasi lapangan saat sebelum dan selama pengukuran.

5. *Software Dialux Evo*

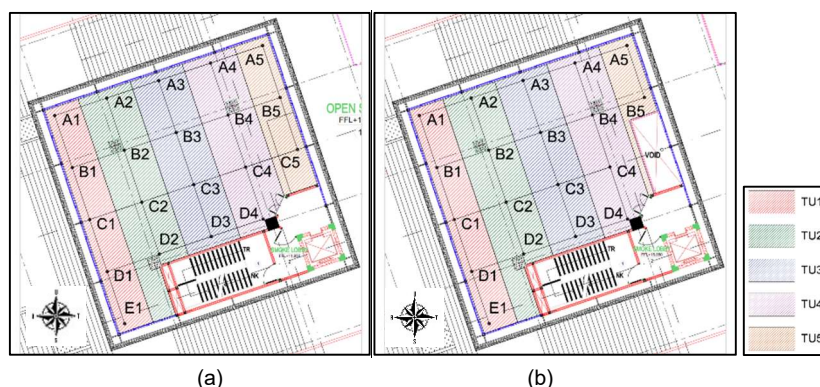
Dialux Evo ini digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata luminansi yang ada pada objek penelitian. Selain itu, *software* ini juga digunakan untuk mencoba variabel-variabel yang dilakukan terhadap model yang dibuat untuk mendapatkan kondisi/distribusi cahaya terbaik untuk ruangan gedung perpustakaan ini (objek penelitian).

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Dengan luas bangunan $165,16 \text{ m}^2$, titik ukur yang ditentukan merujuk pada SNI 16-7062-2004, yaitu jarak antar titik ukur (TU) adalah 6 meter. Namun, untuk penelitian

ini, titik ukur berjumlah 20 titik atau kurang lebih 3,5 meter jarak antar titik ukur. Sebelum membagi titik, ditarik 0,5 meter dari dinding area bukaan. Tinggi titik ukurnya adalah 0,75 meter dari lantai. Dari titik ukur tersebut dibagi menjadi 5 area, yaitu TU1 – TU5.

Hasil pengukuran tersebut dianalisis dan dibandingkan dengan hasil eksperimen dari variabel bebas yang ditentukan terhadap objek penelitian. Pengukuran tingkat terang pada objek penelitian tersebut dilakukan pada tanggal 27 Maret 2024 – 29 Maret 2024 (tiga hari). Pengambilan nilai titik ukur di setiap lantai dilakukan pada jam 08.00 – 09.00 WITA, 10.00 – 11.00 WITA, 12.00 – 13.00 WITA, 14.00 – 15.00 WITA, dan 16.00 – 17.00 WITA.



Gambar 6. Denah Titik Ukur (a) Lantai 4 dan (b) Lantai 5 – 6

2.5 Teknik Analisis Data

Analisis data yang diterapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Deskriptif, teknik ini digunakan untuk menganalisis hasil pengukuran yang dilakukan dan mengemukakan masalah-masalah yang ada di lapangan. Teknik ini juga dilakukan untuk menjelaskan tentang fakta-fakta yang ada di lapangan yang berpengaruh pada distribusi cahaya ruang perpustakaan Universitas Islam Makassar.
2. Statistik yang digunakan untuk menganalisis data hasil pengukuran kondisi luminansi berdasarkan hasil pengukuran di lapangan dan simulasi berdasarkan variabel-variabel yang akan dimasukkan seperti bentuk fasad, waktu dan kondisi langit. Analisis ini akan menampilkan rentang nilai hasil pengukuran yang akan dibandingkan dengan standar yang direkomendasikan Standar Nasional Indonesia (SNI).
3. Analisis data simulasi, simulasi digunakan untuk menganalisis perlakuan terhadap objek penelitian untuk memaksimalkan distribusi cahaya dalam ruang perpustakaan. Pada penelitian ini, standar yang ingin dicapai adalah standar yang berlaku dalam SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Pada Bangunan Gedung, yaitu standar tingkat luminansi ruang perpustakaan sebesar 350 lux. Hasil simulasi diharapkan mampu memberikan gambaran peningkatan tingkat luminansi pada ruang perpustakaan Universitas Islam Makassar.