

SKRIPSI 53

**OPTIMASI DESAIN FASAD KACA DAN RUANG DALAM
TERHADAP PENCAHAYAAN ALAMI PADA
KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR DI RUANG KELAS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH, BANDUNG**



**NAMA : FARRAH FAHRANY ERNATA
NPM : 6111801054**

PEMBIMBING: IR. MIMIE PURNAMA, M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR PROGRAM
STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No:
1998/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan
BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG
2023**

SKRIPSI 53

**OPTIMIZATION OF THE GLASS FACADE AND
INTERIOR DESIGN FOR NATURAL LIGHTING
IN TEACHING AND LEARNING ACTIVITIES INSIDE
THE CLASSROOMS OF MUHAMMADIYAH UNIVERSITY,
BANDUNG**



**NAME : FARRAH FAHRANY ERNATA
NPM : 6111801054**

SUPERVISOR: IR. MIMIE PURNAMA, M.T.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE**

**Institution Accreditation Based on Higher Education BAN No:
1998/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 and Study Program Accreditation Based on
Higher Education BAN No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG
2023**

SKRIPSI 53

**OPTIMASI DESAIN FASAD KACA DAN RUANG DALAM
TERHADAP PENCAHAYAAN ALAMI PADA
KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR DI RUANG KELAS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH, BANDUNG**



**NAMA : FARRAH FAHRANY ERNATA
NPM : 6111801054**

PEMBIMBING:

Ir. Mimie Purnama, M.T.

PENGUJI :

Ir. E.B. Handoko Sutanto, M.T.

Ariana Mandala, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No:
1998/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan
BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI
(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Farrah Fahrany Ernata

NPM : 6111801054

Alamat : Jalan Bengawan No.7, Cihapit, Bandung Wetan, Kota Bandung
40114

Judul Skripsi : Optimasi Desain Fasad Kaca dan Ruang Dalam terhadap
Pencahayaannya Alami pada Kegiatan Belajar Mengajar di Ruang
Kelas Universitas Muhammadiyah, Bandung.

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa :

1. Skripsi ini sepenuhnya adalah hasil karya saya pribadi dan di dalam proses penyusunannya telah tunduk dan menjunjung Kode Etik Penelitian yang berlaku secara umum maupun yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.
2. Jika di kemudian hari ditemukan dan terbukti bahwa isi di dalam Skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan terdapat penyimpangan-penyimpangan dari Kode Etik Penelitian antara lain seperti tindakan merekayasa atau memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan plagiarisme atau autoplajarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, Januari 2023



Farrah Fahrany Ernata

Abstrak

OPTIMASI DESAIN FASAD KACA DAN RUANG DALAM TERHADAP PENCAHAYAAN ALAMI PADA KEGIATAN BELAJAR MENGAJAR DI RUANG KELAS UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH, BANDUNG

Oleh

Farrah Fahrany Ernata

NPM: 6111801054

Indonesia terletak di wilayah beriklim tropis yang menerima banyak cahaya alami dari pantulan cahaya matahari. Cahaya alami yang berlimpah ini dapat dimanfaatkan sebagai penerangan pada bangunan dan dapat menghemat energi, khususnya pada bangunan pendidikan seperti pada Universitas Muhammadiyah, Bandung merupakan bangunan dengan fungsi pendidikan dimana fasad nya menggunakan kaca pada sisi-sisinya dengan fungsi ruang di dalamnya yaitu ruang kelas. Ruang kelas pada Bangunan Universitas Muhammadiyah Bandung memiliki dua model unit kelas dengan perbedaan pada desain bukaan sehingga mengakibatkan perbedaan kuat cahaya alami dalam kedua model ruang kelas tersebut, terdapat ruangan yang dilingkupi oleh 2 bukaan kaca berdimensi cukup besar menghadap ke arah Timur, Barat, Utara, Selatan. Lalu terdapat ruang kelas dengan bukaan yang menghadap ke Selatan dimana dimensi bukaannya cukup kecil.

Penelitian ini akan dilakukan kajian berupa evaluasi eksisting bangunan, bagaimana fasad kaca dan elemen pelingkup ruang kelas pada bangunan berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas pencahayaan alami. Hasil simulasi akan dikaji dan dilakukan optimasi desain terhadap fasad kaca dan elemen pelingkup ruang kelas dengan berbagai konfigurasi elemen arsitektural. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan eksperimental-simulasi. Model dari bangunan akan dibuat dengan aplikasi SketchUp dan kemudian akan dilakukan simulasi oleh Velux Daylight Visualizer 3. Simulasi dilakukan pertama kepada kedua model ruang kelas eksisting.

Hasil dari simulasi menunjukkan adanya permasalahan kualitas dan kuantitas cahaya alami pada kedua model unit ruang kelas yang tidak memenuhi standar. Optimasi desain berupa perubahan elemen arsitektural dilakukan untuk menyelesaikan masalah kualitas cahaya alami yang meliputi iluminasi dan DF, serta kuantitas cahaya alami meliputi pemerataan cahaya dan rasio kontras silau. Unit kelas 1 melakukan modifikasi warna perabot, modifikasi bukaan, penambahan light shelf, serta menggabungkan keseluruhan modifikasi. Unit kelas 2 dilakukan modifikasi kaca, modifikasi warna perabot, serta menggabungkan keseluruhan modifikasi. Hasil optimasi menunjukkan modifikasi warna perabot memperbaiki belum mencapai standar kualitas cahaya dan memperbaiki sudah mencapai standar kuantitas cahaya kedua model ruang kelas. Modifikasi dimensi bukaan pada unit kelas 1 memperbaiki belum mencapai standar kualitas cahaya, dan sedikit memperbaiki hingga memperbaiki belum mencapai standar kuantitas cahaya. Penambahan light shelf pada model unit kelas 1 tidak memperbaiki kualitas cahaya dan memperburuk hingga sedikit memperbaiki kuantitas cahaya. Modifikasi kaca pada unit kelas 2 memperburuk kualitas cahaya dan tidak memperbaiki kuantitas cahaya. Penggabungan keseluruhan modifikasi dapat memperbaiki permasalahan kualitas dan kuantitas cahaya kedua model unit kelas.

Kata-kata kunci: kualitas kuantitas pencahayaan alami, fasad kaca bangunan, ruang dalam, ruang kelas.

Abstract

OPTIMIZATION OF THE GLASS FACADE AND INTERIOR DESIGN FOR NATURAL LIGHTING IN TEACHING AND LEARNING ACTIVITIES INSIDE THE CLASSROOMS OF MUHAMMADIYAH UNIVERSITY, BANDUNG

by

Farrah Fahrany Ernata

NPM: 6111801054

Indonesia is located in a tropical climate that receives much natural light from the reflection of sunlight. This abundant natural light can be used as an illumination in buildings and can save energy, especially in educational buildings such as Muhammadiyah University, Bandung is a building with an educational function where the facade uses glass on its sides with a function of space in it, namely classrooms. The classroom at the Muhammadiyah University Bandung Building has two class unit models with differences in the design of openings, resulting in strong differences in natural light in the two classroom models, there are rooms covered by 2 large-dimensional glass openings facing East, West, North, South. And then there's a classroom with openings facing south where the dimension of the openings is quite small.

This study will be conducted in the form of a building exhibiting evaluation, how the glass facade and classroom enclosing elements in buildings affect the quantity and quality of natural lighting. Simulation results will be examined and design optimizations will be performed on glass facades and classroom enclosing elements with various architectural element configurations. The method used is quantitative with an experimental-simulation approach. The model of the building will be created with the SketchUp application and will then be simulated by Velux Daylight Visualizer 3. Simulations were performed first to both existing classroom models.

Results from the simulations show that there are problems in the quality and quantity of natural lighting in both classroom unit models that do not meet the standard. The design optimization of architectural elements is carried out to solve the problems of natural light quality including illumination and DF, and natural light quantities include lightness and glare contrast ratio. Class 1 units made furniture color modifications, opening modifications, light shelter additions, and incorporated all modifications. Class 2 units were glass modifications, furniture color modifications, and overall modifications. The optimization results show that the color modification of the fixing furniture has not reached the light quality standard and that the fixing has reached the light quantification standard of both classroom models. The modification of the opening dimension in the 1st class fixing unit has not reached the standard of light quality, and a slight fix to the fixing has not reached the standard of light quantification. The addition of light shelf to the class 1 unit model does not improve the quality of light and worsens to slightly improve the quantity of light. The glass modification in the 2nd class unit deteriorates the quality of light and does not improve the quantity of light. The incorporation of all modifications can improve the quality and quantity of light of both class unit models.

Keywords: quality, quantity of natural lighting, glass facade, design interior, classroom.

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI dan tata cara yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.

Referensi kepastakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Skripsi haruslah seizin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.





UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Program Studi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses penelitian berlangsung, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada:

- Dosen pembimbing, Ibu Ir. Mimie Purnama, M.T. yang telah memberikan arahan, ilmu, dan saran yang sangat berharga dan bermanfaat selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
- Dosen-dosen penguji, Bapak Ir. E.B. Handoko Sutanto, M.T. dan Ibu Ariani Mandala, S.T., M.T. yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama proses penelitian.
- Bapak Mochamad Nafila, Teh Putri, selaku perwakilan pihak dari Bagian Sarana Universitas Muhammadiyah Bandung, yang telah meluangkan waktu dan tenaga, serta memberikan data, berupa gambar kerja bangunan untuk mendukung proses pengamatan objek studi penelitian.
- Keluarga tercinta Ibu Tammy Ratnadewi dan Bapak Aries Muhammad Ridzal, Beryl Malik Aveta, dan teman-teman Arsitektur UNPAR angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan moril dan doa yang tiada hentinya.
- Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penyusun memohon maaf apabila ada kekurangan pada skripsi ini. Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dapat dijadikan masukan dalam proses pembelajaran penyusun selanjutnya. Penyusun juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca serta pihak yang ingin mengembangkan topik terkait skripsi ini.

Bandung, Januari 2023

Farrah Fahrany Ernata



DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii

BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Permasalahan.....	3
1.4. Pertanyaan Penelitian.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.8. Kerangka Penelitian.....	5
BAB 2 ASPEK-ASPEK PENCAHAYAAN ALAMI	7
2.1. Arsitektur terhadap Pencahayaan.....	7
2.2. Pencahayaan Alami.....	7
2.3. Faktor Desain yang Mempengaruhi Pencahayaan Alami.....	7
2.3.1. Orientasi Bangunan.....	7
2.3.2. Bentuk Bangunan Terhadap Cahaya Alami.....	8
2.3.3. Bentuk Ruang.....	9
2.3.4. Bukaan Cahaya (Jendela).....	10
2.3.5. Perencanaan Ruang Dalam.....	16
2.3.6. Bidang Pantul Permukaan.....	18
2.4. Kualitas dan Kuantitas Pencahayaan Alami.....	19
2.4.1. Kualitas Pencahayaan Alami.....	20
2.4.2. Kuantitas Pencahayaan Alami.....	22
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	26
3.1. Jenis Penelitian.....	26
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.3. Variabel Penelitian.....	26
3.3.1. Variabel Terikat.....	26

vii

3.3.2. Variabel Bebas	27
3.3.3. Variabel Kontrol.....	27
3.4. Sumber Data	27
3.5. Teknik Pengumpulan Data.....	27
3.5.1. Studi Literatur	28
3.5.2. Studi Gambar Kerja Bangunan dan Simulasi 3D Bangunan	29
3.6. Penentuan Cakupan Penelitian	34
3.6.1. Penentuan Waktu Penelitian.....	34
3.6.2. Penentuan Sampel Ruang Kelas.....	36
3.6.3. Penentuan Titik Ukur	41
3.7. Tahap Analisis Data	45
3.8. Tahap Penarikan Kesimpulan	48
BAB 4 Kondisi Eksisting Universitas Muhammadiyah	50
4.1. Kondisi Eksisting.....	50
4.1.1. Orientasi dan Bentuk Massa Bangunan.....	51
4.1.2. Uji Validasi	51
4.1.3. Desain Fasad Bangunan	52
4.1.4. Desain Ruang Dalam	53
4.2. Kualitas dan Kuantitas Pencahayaan Alami pada Bangunan Eksisting.....	55
4.3. Kesimpulan Hasil Penelitian Kondisi Eksisting	62
4.4. Optimalisasi Desain Fasad Kaca dan dan Ruang Dalam Universitas Muhammadiyah Bandung.....	63
4.4.1. Optimalisasi Desain Ruang Kelas 7 Lantai 5	63
4.4.2. Optimalisasi Desain Ruang Kelas 15 Lantai 24	67
4.5 Hasil Optimalisasi pada Ruang Kelas Universitas Muhammadiyah, Bandung....	68
4.5.1. Hasil Optimalisasi Desain Ruang Kelas 7 Lantai 5.....	68
4.5.2. Hasil Optimalisasi Desain Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	83
4.6. Perbandingan Hasil Simulasi Modifikasi.....	92
4.6.1. Hasil Perbandingan Simulasi Kelas 7 Lantai 5	92
4.6.2. Hasil Perbandingan Simulasi Kelas 15 dan 24 Lantai 9	96
KESIMPULAN DAN SARAN	102
5.1. Kesimpulan.....	102
5.2. Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN.....	107



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 Kerangka Penelitian.....	6
Gambar 2.1 Bentuk Bangunan terhadap Pencahayaan Alami.....	8
Gambar 2.2 Rasio Kedalaman Ruang	9
Gambar 2.3 Sudut Azimuth dan Altitude.....	11
Gambar 2.4 Buka-an Samping (Side Lighting)	12
Gambar 2.5. Arah Pantulan Light Shelf	13
Gambar 2.6. Penelitian ketinggian Light Shelf	14
Gambar 2.7 Light Shelf.....	14
Gambar 2.8 Sifat Material dalam Meneruskan Cahaya.....	15
Gambar 2.9 Silau Langsung dan Tidak Langsung.....	21
Gambar 3.1 Fitur Program Sun Earth Tools	30
Gambar 3.2 Fitur Software Sketchup	30
Gambar 3.3 Fitur Program Sketchup.....	31
Gambar 3.4 Fitur Program Velux Daylight Visualizer 3	32
Gambar 3.5 Hasil Render Iluminasi pada Denah (Kiri) & DF (Kanan)	32
Gambar 3.6 Hasil Render Iluminasi pada perspektif ruangan	33
Gambar 3.7 Hasil Render Luminasi pada perspektif ruangan	33
Gambar 3.8 Range Warna pada Hasil Warna Luminasi, Iluminasi, Daylight Factor.....	34
Gambar 3.9 Jam Operasional Universitas Muhammadiyah Bandung	36
Gambar 3.10 Sampel Fasad.....	37
Gambar 3.11 Gambar Denah Lantai 5 Universitas Muhammadiyah Bandung.....	39
Gambar 3.12 Gambar Denah Lantai 9 Universitas Muhammadiyah Bandung	41
Gambar 3.13 Gambar Denah Ruang kelas 7 Lantai 5 Universitas Muhammadiyah Bandung	41
Gambar 3.14 Gambar Denah Ruang Kelas 15 Lantai 9 Universitas Muhammadiyah Bandung	42
Gambar 3.15 Gambar Denah Ruang Kelas 24 Lantai 9 Universitas Muhammadiyah Bandung	42
Gambar 3.16 Titik ukur pemerataan cahaya vertikal Ruang 7 Lantai 5	43
Gambar 3.17 Titik ukur pemerataan cahaya vertikal Ruang 15 Lantai 9	43
Gambar 3.18 Titik ukur pemerataan cahaya vertikal Ruang 24 Lantai 9	44
Gambar 3.19 Pembagian pemerataan Vertikal pada Ruang Kelas.....	44
Gambar 3.20 Contoh Tabel Rasio Kontras dan Silau	45
Gambar 3.21 Contoh Tabel Rasio Kontras dan Silau	45
Gambar 4.1 Massa Objek Studi Top View	50
Gambar 4.2 Pembayangan Bangunan pada Bulan September.....	51
Gambar 4.3 Orientasi Bangunan	51
Gambar 4.4 Fasad Bangunan Universitas Muhammadiyah	53

Gambar 4.5 Grafik Intensitas Cahaya Ruang Kelas 7 Lantai 5	57
Gambar 4.6 Grafik Intensitas Cahaya Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9.....	57
Gambar 4.7 Grafik Intensitas Cahaya Ruang Kelas 7 Lantai 5	58
Gambar 4.8 Grafik Intensitas Cahaya Ruang Kelas 15 (Kiri) dan 24 (Kanan) Lantai 9....	59
Gambar 4.9 Bukaan pada Fasad Hasil Optimasi Modifikasi Dimensi Bukaan	65
Gambar 4.10 Grafik Rata-Rata Intensitas Cahaya Hasil Modifikasi 1 Ruang 7.....	70
Gambar 4.11 Grafik Kemerataan Horizontal Ruang Kelas 7 Lantai 5	70
Gambar 4.12 Grafik Rata-Rata Intensitas Cahaya Modifikasi 2 Ruang 7	74
Gambar 4.13 Grafik Kemerataan Cahaya Horizontal Modifikasi 2 Ruang 7	74
Gambar 4.14 Grafik Rata-Rata Intensitas Cahaya Modifikasi 3 Ruang 7	78
Gambar 4.15 Grafik Rata-Rata Kemerataan Horizontal Modifikasi 3 Ruang 7	78
Gambar 4.16 Grafik Rata-Rata Intensitas Cahaya Modifikasi 4 Ruang 7	82
Gambar 4.17 Grafik Rata-Rata Kemerataan Horizontal Modifikasi 4 Ruang 7	82
Gambar 4.18 Grafik Rata-Rata Intensitas Cahaya Modifikasi 1 Ruang 15 dan 24	85
Gambar 4.19 Grafik Rata-Rata Kemerataan Horizontal Modifikasi 1 Ruang 15 dan 24 ..	85
Gambar 4.20 Grafik Rata-Rata Intensitas Cahaya Modifikasi 2 Ruang 15 dan 24	88
Gambar 4.21 Grafik Rata-Rata Kemerataan Horizontal Modifikasi 2 Ruang 15 dan 24 ..	88
Gambar 4.22 Grafik Rata-Rata Intensitas Cahaya Modifikasi 3 Ruang 15 dan 24	91
Gambar 4.23 Grafik Rata-Rata Kemerataan Horizontal Modifikasi 3 Ruang 15 dan 24 ..	91
Gambar 4.24 Grafik Perbandingan Modifikasi Intensitas Cahaya Ruang 7 Lantai 5 Pukul 9.00	93
Gambar 4.25 Grafik Perbandingan Modifikasi Intensitas Cahaya Ruang 7 Lantai 5 Pukul 13.00	94
Gambar 4.26 Grafik Perbandingan Modifikasi Intensitas Cahaya Ruang 7 Lantai 5 Pukul 15.00	94
Gambar 4.27 Grafik Perbandingan Modifikasi Uniformity Ratio Ruang 7 Lantai 5 pada Pukul 09.00 WIB, 13.00 WIB, 15.00 WIB.....	95
Gambar 4.28 Grafik Perbandingan Modifikasi Kemerataan Vertikal Ruang 7 Lantai 5 pada Pukul 09.00 WIB, 13.00 WIB, 15.00 WIB	95



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Kaca Penyerap Panas	16
Tabel 2.2 Daya Pantulan yang Dianjurkan	17
Tabel 2.3 Daya Pantulan Warna	19
Tabel 2.4 Daya Pantulan Tekstur.....	19
Tabel 2.5 Standar Rasio Silau pada Bangunan	22
Tabel 2.6 Tingkat Pencahayaan Ruang Kelas.....	23
Tabel 2.7 Tingkat Pencahayaan Ruang Kelas Sesuai Jenis Kegiatan	23
Tabel 2.8. Daylight Factor Ruang Kelas	24
Tabel 3.1 Teknik Pengumpulan Data	28
Tabel 3.2 Hasil Simulasi Pergerakan Matahari Selama Satu Tahun	35
Tabel 3.3 Posisi Matahari pada 21 Maret 2022	36
Tabel 3.4 Simulasi Eksisting Daylight Factor Setiap pada Lantai Universitas Muhammadiyah Bandung	37
Tabel 3.5 Simulasi Eksisting DF dan Intensitas Cahaya Pada Lantai 5 Universitas Muhammadiyah Bandung	39
Tabel 3.6 Simulasi Eksisting DF dan Intensitas Cahaya Pada Lantai 9 Universitas Muhammadiyah Bandung	40
Tabel 3.7 Tabel Tahap Simulasi Kualitas dan Kuantitas Pencahayaan Alami Pada Ruang Kelas	46
Tabel 4.1 Hasil Uji Validasi Intensitas Cahaya Ruang Kelas 15 Lantai 9 Pukul 13.00	52
Tabel 4.2 Data Material dan Nilai Pantul Bidang Refleksi Dalam	54
Tabel 4.3 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 9.00	55
Tabel 4.4 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 13.00	55
Tabel 4.5 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 15.00	56
Tabel 4.6 Data Intensitas Cahaya Ruang Kelas 7 Lantai 5	56
Tabel 4.7 Hasil Uniformity Ratio Ruang Kelas 7 Lantai 5.....	58
Tabel 4.8 Hasil Kemerataan Vertikal Ruang Kelas 7 Lantai 5	58
Tabel 4.9 Hasil Uniformity Ratio Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	59
Tabel 4.10 Hasil Kemerataan Vertikal Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9.....	60
Tabel 4.11 Rasio Kontras dan Silau pada Bidang Kerja Papan Tulis Ruang Kelas 7 Lantai 5	60
Tabel 4.12 Rasio Kontras dan Silau pada Bidang Kerja Papan Tulis Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	61
Tabel 4.13 Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Terhadap Ruang Kelas 7 Lantai 5 ..	61
Tabel 4.14 Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Terhadap Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	62
Tabel 4.15 Kesimpulan Hasil Penelitian Kondisi Eksisting	63
Tabel 4.16 Modifikasi Warna Perabot dan Warna Dinding	64

Tabel 4.17 Modifikasi Dimensi Bukaannya.....	64
Tabel 4.18 Tabel Bentuk Light Shelf Beserta Ukuran Modifikasi 3.....	65
Tabel 4.19 Tabel Bentuk Light Shelf Beserta Ukuran Modifikasi 4.....	66
Tabel 4.20 Modifikasi Kaca	67
Tabel 4.21 Modifikasi Warna Perabot	67
Tabel 4.22 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 1 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 9.00	68
Tabel 4.23 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 1 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 13.00	69
Tabel 4.24 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 1 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 15.00	69
Tabel 4.25 Hasil Daylight Factor Modifikasi 1	69
Tabel 4.26 Hasil Uniformity Ratio Ruang Kelas 7 Lantai 5.....	70
Tabel 4.27 Hasil Kemerataan Cahaya Vertikal Modifikasi 1 Ruang Kelas 7 Lantai 5	71
Tabel 4.28 Hasil Rasio Kontras dan Silau Modifikasi 1 Ruang Kelas 7 Lantai 5	71
Tabel 4.29 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 2 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 9.00	72
Tabel 4.30 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 2 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 13.00	73
Tabel 4.31 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 2 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 15.00	73
Tabel 4.32 Hasil Daylight Factor Modifikasi 2 Ruang 7.....	73
Tabel 4.33 Hasil Uniformity Ratio Modifikasi 2 Ruang 7	74
Tabel 4.34 Hasil Kemerataan Cahaya Vertikal Modifikasi 2 Ruang Kelas 7 Lantai 5	75
Tabel 4.35 Hasil Rasio Kontras dan Silau Modifikasi 2 Ruang 7	75
Tabel 4.36 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 3 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 9.00	76
Tabel 4.37 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 3 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 13.00	76
Tabel 4.38 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 3 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 15.00	77
Tabel 4.39 Hasil Daylight Factor Modifikasi 3 Ruang 7.....	77
Tabel 4.40 Hasil Uniformity Ratio Modifikasi 3 Ruang 7	78
Tabel 4.41 Hasil Kemerataan Cahaya Vertikal Modifikasi 3 Ruang Kelas 7 Lantai 5	79
Tabel 4.42 Hasil Rasio Kontras dan Silau Modifikasi 3 Ruang 7	79
Tabel 4.43 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 4 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 9.00	80
Tabel 4.44 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 4 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 13.00	80
Tabel 4.45 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 4 Ruang Kelas 7 Lantai 5 Pukul 15.00	81
Tabel 4.46 Hasil Daylight Factor Modifikasi 4 Ruang 7.....	81
Tabel 4.47 Hasil Uniformity Ratio Modifikasi 4 Ruang 7	82

Tabel 4.48 Hasil Kemerataan Cahaya Vertikal Modifikasi 4 Ruang Kelas 7 Lantai 5.....	83
Tabel 4.49 Hasil Rasio Kontras dan Silau Modifikasi 4 Ruang 7	83
Tabel 4.50 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 1 Ruang Kelas 15 Lantai 9 Pukul 9.00, 13.00, 15.00.....	83
Tabel 4.51 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 1 Ruang Kelas 24 Lantai 9 Pukul 9.00, 13.00, 15.00.....	84
Tabel 4.52 Hasil Daylight Factor Modifikasi 1 Ruang 15 dan 24	84
Tabel 4.53 Hasil Uniformity Ratio Modifikasi 1 Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9.....	85
Tabel 4.54 Tabel Kemerataan Cahaya Vertikal Modifikasi 1 Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	86
Tabel 4.55 Hasil Rasio Kontras dan Silau Modifikasi 1 Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	86
Tabel 4.56 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 2 Ruang Kelas 15 Lantai 9 Pukul 9.00, 13.00, 15.00.....	87
Tabel 4.57 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 2 Ruang Kelas 24 Lantai 9 Pukul 9.00, 13.00, 15.00.....	87
Tabel 4.58 Hasil Daylight Factor Modifikasi 2 Ruang 15 dan 24	87
Tabel 4.59 Hasil Uniformity Ratio Modifikasi 2 Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9.....	88
Tabel 4.60 Hasil Kemerataan Cahaya Vertikal Modifikasi 2 Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9.....	89
Tabel 4.61 Hasil Rasio Kontras dan Silau Modifikasi 2 Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	89
Tabel 4.62 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 3 Ruang Kelas 15 Lantai 9 Pukul 9.00, 13.00, 15.00.....	90
Tabel 4.63 Hasil Simulasi Intensitas Cahaya Modifikasi 3 Ruang Kelas 24 Lantai 9 Pukul 9.00, 13.00, 15.00.....	90
Tabel 4.64 Hasil Daylight Factor Modifikasi 3 Ruang 15 dan 24	90
Tabel 4.65 Hasil Uniformity Ratio Modifikasi 3 Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9.....	91
Tabel 4.66 Hasil Kemerataan Cahaya Vertikal Modifikasi 3 Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9.....	91
Tabel 4.67 Hasil Rasio Kontras dan Silau Modifikasi 3 Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	92
Tabel 4.68 Tabel Perbandingan Daylight Factor Ruang Kelas 7 Lantai 5	94
Tabel 4.69 Tabel Perbandingan Rasio Kontras dan Silau Ruang Kelas 7 Lantai 5.....	96
Tabel 4.70 Tabel Grafik Perbandingan Modifikasi Intensitas Cahaya Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	97
Tabel 4.71 Tabel Perbandingan Modifikasi Daylight Factor Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	97
Tabel 4.72 Tabel Grafik Perbandingan Modifikasi Intensitas Cahaya Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9	98
Tabel 4.73 Tabel Grafik Perbandingan Modifikasi Kemerataan Vertikal Ruang Kelas 15 dan 24 Lantai 9.....	98
Tabel 4.74 Tabel Grafik Perbandingan Modifikasi Kemerataan Vertikal Ruang Kelas 15 Lantai 9	99

Tabel 4.75 Tabel Grafik Perbandingan Modifikasi Kemerataan Vertikal Ruang Kelas 24 Lantai 9	99
Tabel 5.1 Tabel Kesimpulan Modifikasi terhadap Kualitas dan Kuantitas Pencahayaan Alami Ruang kelas 7 Lantai 5.....	102
Tabel 5.2 Tabel Kesimpulan Modifikasi terhadap Kualitas dan Kuantitas Pencahayaan Alami Ruang kelas 15 dan 24 Lantai 9	102





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Denah Lantai Tipikal (Tower) Universitas Muhammadiyah Bandung.....	107
Lampiran 2 : Hasil Simulasi Daylight Factor per Lantai (Lantai 5-13).....	107
Lampiran 3 : Hasil Iluminasi per Lantai (Lantai 5-13).....	108
Lampiran 4 : Hasil Iluminasi dan Daylight Factor Lantai 5 (Kiri) dan 9 (Kanan).....	108
Lampiran 5 : Hasil Simulasi Kemerataan Vertikal Ruang 7 Lantai 5.....	109
Lampiran 6 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Papan Tulis Ruang 7 Lantai 5.....	110
Lampiran 7 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Papan Tulis Ruang 15 dan 24.....	111
Lampiran 8 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Ruang 7.....	112
Lampiran 9 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Ruang 15 dan 24.....	113
Lampiran 10 : Hasil Simulasi Kemerataan Vertikal Modifikasi 1 Ruang 7 Lantai 5.....	115
Lampiran 11 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 1 Ruang 7 Lantai 5.....	115
Lampiran 12 : Hasil Simulasi Kemerataan Vertikal Modifikasi 2 Ruang 7 Lantai 5.....	116
Lampiran 13 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 2 Ruang 7 Lantai 5.....	116
Lampiran 14 : Hasil Simulasi Kemerataan Vertikal Modifikasi 3 Ruang 7 Lantai 5.....	117
Lampiran 15 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 3 Ruang 7 Lantai 5.....	117
Lampiran 16 : Hasil Simulasi Kemerataan Vertikal Modifikasi 4 Ruang 7 Lantai 5.....	118
Lampiran 17 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 4 Ruang 7 Lantai 5.....	118
Lampiran 18 : Hasil Simulasi Seluruh Modifikasi Daylight Factor Ruang 7 Lantai 5... ..	119
Lampiran 19 : Hasil Simulasi Kemerataan Vertikal Modifikasi 1 Ruang 15 dan 24.....	119
Lampiran 20 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 1 Ruang 15 Lantai 9.....	120
Lampiran 21 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 1 Ruang 24 Lantai 9.....	120
Lampiran 22 : Hasil Simulasi Kemerataan Vertikal Modifikasi 2 Ruang 15 dan 24.....	121
Lampiran 23 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 2 Ruang 15 Lantai 9.....	121
Lampiran 24 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 2 Ruang 24 Lantai 9.....	122
Lampiran 25 : Hasil Simulasi Kemerataan Vertikal Modifikasi 3 Ruang 15 dan 24.....	122
Lampiran 26 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 3 Ruang 15 Lantai 9.....	123
Lampiran 27 : Hasil Simulasi Rasio Kontras dan Silau Sumber Cahaya Modifikasi 3 Ruang 24 Lantai 9.....	123
Lampiran 28 : Hasil Simulasi Daylight Factor Seluruh Modifikasi Sumber Cahaya Ruang 15 dan 24 Lantai 9.....	124

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Letak Indonesia berada pada 6° LU-11° LS dan 95° BT-141° BT, yang merupakan daerah beriklim tropis. Negara yang beriklim tropis menerima banyak cahaya alami dari pantulan cahaya matahari. Cahaya alami yang berlimpah ini dapat dimanfaatkan sebagai penerangan pada bangunan di pagi hingga sore hari. Hal ini dapat menghemat penggunaan cahaya buatan dan digantikan dengan pencahayaan alami dari matahari, sehingga bangunan-bangunan dapat beroperasi dengan baik dan memfasilitasi pengguna bangunan untuk beraktivitas didalamnya, khususnya bangunan pendidikan yang didalamnya melakukan kegiatan yang sangat memerlukan pencahayaan alami yang efektif dan optimal.

Pada bangunan pendidikan, untuk mencapai proses belajar dan mengajar ditentukan oleh nyamannya pengguna yang beraktivitas di dalamnya. Pencahayaan alami digunakan pada ruang-ruang kelas untuk aktivitas belajar mengajar pada umumnya. Kenyamanan pencahayaan menjadi suatu hal yang penting karena proses aktivitas belajar mengajar dilakukan dengan transfer visual. Kondisi serta kualitas pencahayaan alami berpengaruh terhadap performa belajar yang berdampak pada performanya akademik nya (Prihatmanti, 2016). Pencahayaan alami dalam ruang kelas harus selalu dimaksimalkan karena dapat memberi semangat dan menciptakan suasana yang ceria (Bean, 2004:193).

Untuk mencapai kenyamanan visual di suatu ruangan termasuk di dalam bangunan pendidikan, perlu dilakukan pendekatan secara desain, seperti melakukan pengoptimalan desain secara pasif agar bangunan lebih hemat energi dan tidak memberikan dampak buruk pada lingkungan. Upaya desain pasif yang dapat dilakukan diantaranya adalah merancang fasad bangunan sebagai awal masuknya cahaya alami ke dalam bangunan. Selain sebagai perlindungan faktor iklim eksternal terhadap bangunan, merancang fasad bangunan harus memperhatikan juga perolehan pencahayaan alami yang terjadi pada ruang dalam bangunan.

Dewasa ini banyak bangunan tinggi, termasuk bangunan pendidikan menggunakan bukaan bermaterial kaca yang menyelimuti seluruh sisi bangunan dengan

tujuan unsur estetika pada fasad bangunan tanpa mempertimbangkan aspek-aspek lingkungan iklim tropis, serta sistem pencahayaan alami meliputi kuantitas dan kualitasnya. Hal tersebut muncul permasalahan ketidaknyamanan dari cahaya yang masuk sehingga bangunan akan mengandalkan energi buatan dan tidak hemat energi. Dari fenomena tersebut maka dipilih bangunan pendidikan yang cukup tinggi dengan menggunakan fasad kaca di seluruh sisinya, yaitu Universitas Muhammadiyah, berlokasi di Jl. Soekarno Hatta No.752, Kota Bandung. Fungsi bangunan tersebut merupakan Perguruan tinggi. Bangunan ini didalamnya memiliki ruang-ruang kelas yang dikelilingi oleh fasad kaca.

Pada objek studi bangunan yaitu Universitas Muhammadiyah ini memiliki 14 lantai meliputi ruang-ruang diantaranya ruang kelas, dimana ruang-ruang kelas tersebut diletakkan mengelilingi sisi-sisi depan, dan samping bangunan yang mendapatkan fasad material kaca, sehingga ruang-ruang kelas tersebut dilingkupi oleh bukaan kaca yang besar yang menghadap ke arah Timur, Barat, Utara, dan Selatan. Sedangkan ruang-ruang kelas pada bagian belakang bangunan memiliki bukaan yang menghadap ke arah Selatan dengan dimensi bukaan yang cukup kecil.

Untuk memenuhi standar pencahayaan alami pada ruang kelas, perlunya kajian lebih lanjut terhadap permukaan yang melingkup di dalam ruangan. Kombinasi antara bukaan kaca dan permukaan bidang pantul ruangan sangat berpengaruh pada kualitas dan kuantitas cahaya pada ruang kelas. Bidang refleksi permukaan pada ruangan dapat menentukan pantulan serta hasil distribusi cahaya nya pada ruangan.

1.2. Perumusan Masalah

Fasad bangunan memiliki peran yang penting dalam pencahayaan alami pada bangunan karena merupakan perantara masuknya cahaya dan menentukan efektivitas cahaya yang masuk pada ruang dalam. Universitas Muhammadiyah Bandung menggunakan bukaan kaca diseluruh sisi bangunan tanpa memperhatikan penyikapan yang baik terhadap cahaya matahari yang masuk.

Berdasarkan faktor-faktor pencahayaan alami yang akan berpengaruh pada kualitas dan kuantitas nya yaitu orientasi fasad bangunan yang menggunakan material kaca. Kondisi eksisting fasad bangunan Universitas Muhammadiyah Bandung menggunakan fasad bermaterial kaca *Clear Glass (Panasap Dark Blue)*. Ruang kelas pada bangunan Universitas Muhammadiyah Bandung memiliki dua model unit kelas dengan perbedaan pada desain bukaan nya. Terdapat ruang kelas yang memiliki bukaan di

dua dinding dengan dimensi yang cukup besar yaitu bukaan dengan sistem *curtain wall* yang menyelimuti kedua sisi dinding pada ruangan yang menghadap ke sisi Timur, Barat, Selatan, dan Utara sehingga berpotensi terjadinya silau, serta terdapat ruang kelas yang hanya memiliki bukaan di satu dinding saja dan berdimensi cukup kecil menyebabkan kurangnya intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Hal ini dapat mengakibatkan perbedaan kuat cahaya alami dalam setiap ruang kelas. Perencanaan ruang kelas dalam memperhatikan sistem pencahayaan alaminya tentu saja harus memperhatikan pelingkup-pelingkup ruangnya. Pelingkup ruang terdiri dari lantai, dinding, dan plafon. Ketiga elemen tersebut akan mempengaruhi pemantulan cahaya dalam ruang. Dalam ruang kelas juga terdapat perabot seperti meja dan kursi dengan pelingkup materialnya juga yang akan mempengaruhi pencahayaan alami.

Penelitian ini dilakukan perancangan ulang terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas pencahayaan alami. Kemudian membandingkan penyelesaian yang sudah dilakukan dan dipilih untuk mengetahui modifikasi yang paling efektif dan efisien dalam memperbaiki masalah pencahayaan alami yang timbul pada ruang-ruang kelas Universitas Muhammadiyah Bandung.

1.3. Batasan Permasalahan

Batasan-batasan terurai pada butir-butir dibawah agar sesuai dan dikaji lebih lanjut. Berikut ini merupakan batasan permasalahan :

- Penelitian akan dilakukan pada lantai-lantai tipikal (tower) pada bangunan, kemudian akan dipilih sebagai sampel berdasarkan tingkat iluminasi terendah dan tertinggi pada masing-masing lantai, serta masing-masing ruang kelas.
- Permasalahan kuantitas dan kualitas pencahayaan alami akan dilakukan optimasi desain berupa modifikasi elemen arsitektural seperti bukaan kaca termasuk dimensinya, warna dinding, warna furnitur, dan penambahan light shelf.
- Hasil eksperimen optimasi desain akan dikaji dan dibandingkan, disesuaikan dengan standar pencahayaan alami

1.4. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan sebelumnya, muncul beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh bukaan kaca dan elemen pelingkup ruang eksisting terhadap kualitas dan kuantitas pencahayaan alami pada ruang kelas Universitas Muhammadiyah Bandung?
2. Bagaimana upaya optimasi desain elemen arsitektural pada fasad kaca dan elemen pelingkup ruang terhadap kualitas dan kuantitas pencahayaan alami pada ruang kelas Universitas Muhammadiyah Bandung?

1.5. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting, kualitas dan kuantitas cahaya alami pada ruang kelas. Dengan itu, penelitian memberikan alternatif desain yaitu berupa modifikasi elemen arsitektural terhadap fasad kaca dan elemen pelingkup ruang kelas yang sudah dievaluasi untuk mengoptimalkan kuantitas dan kualitas pencahayaan alami pada ruang kelas Universitas Muhammadiyah Bandung.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Bagi Penyusun dan Mahasiswa Arsitektur lainnya

Penelitian ini dapat memberikan wawasan terhadap pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan berdasarkan fasad kaca dan ruang dalam (ruang kelas) pada bangunan pendidikan untuk mengoptimalkan aspek pencahayaan alami meliputi kualitas dan kuantitas nya dan mencapai kenyamanan visual pengguna di dalam ruang kelas.

2. Manfaat Bagi Pihak dari Universitas Muhammadiyah Bandung

Penelitian ini pihak Universitas Muhammadiyah Bandung dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dari aspek arsitektur bangunan yaitu melalui rancangan fasad kaca dan ruang kelas eksisting terhadap pencahayaan alami. Lalu dapat mengetahui juga optimalisasi berupa elemen arsitektural yang dapat meningkatkan aspek pencahayaan alami meliputi kualitas dan kuantitas nya sehingga dapat menunjang aktivitas mahasiswa di dalam ruang kelas.

3. Manfaat Bagi Pihak Lain

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih kepada pihak lain yang tertarik untuk mempelajari mengenai arsitektur fasad kaca dan ruang

dalam serta dampak - dampak nya terhadap pencahayaan alami pada bangunan pendidikan dan ruang kelas di Universitas Muhammadiyah Bandung.

1.7. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembahasan sebagai berikut:

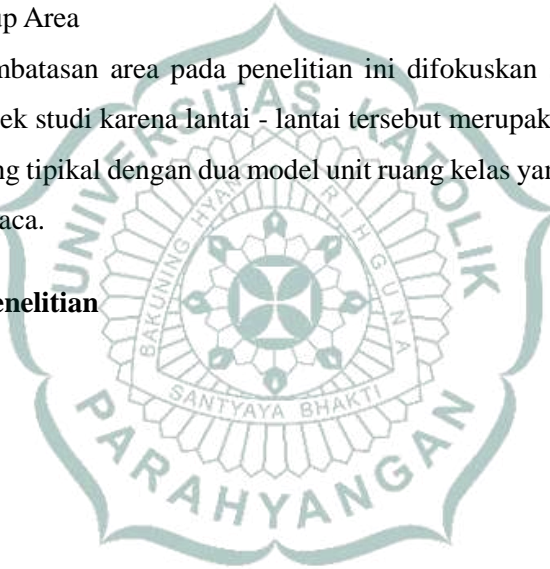
1. Lingkup Materi

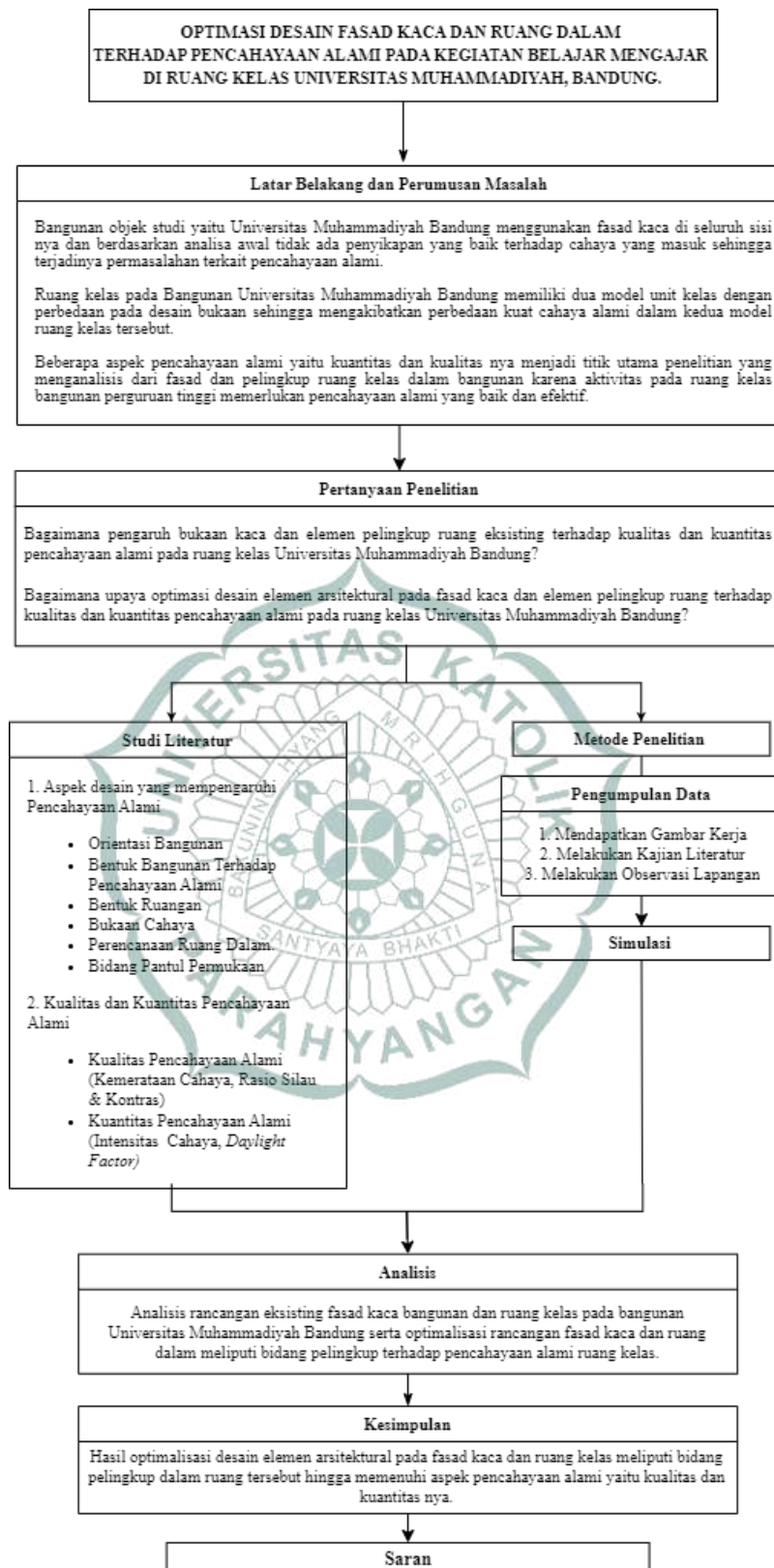
Pembatasan materi difokuskan kepada rancangan fasad kaca bangunan sebagai awal masuk nya cahaya alami dan sebagai perantara masuk nya cahaya alami serta rancangan material bidang pantul permukaan di dalam ruangan sebagai penerus cahaya yang menghasilkan pantulannya setelah masuk melalui fasad kaca bangunan.

2. Lingkup Area

Pembatasan area pada penelitian ini difokuskan seputar lantai 5 hingga 13 pada objek studi karena lantai - lantai tersebut merupakan lantai dengan layout ruangan yang tipikal dengan dua model unit ruang kelas yang disertai dengan fasad bangunan kaca.

1.8. Kerangka Penelitian





Gambar 1.2 Kerangka Penelitian

