

**IMPLIKASI RETROFIT ARSITEKTUR SELUBUNG  
BANGUNAN TINGGI KANTOR TERHADAP  
EFISIENSI ENERGI AC**

(Objek Studi: Sampoerna *Strategic Square*, Jakarta dan Gedung BRI II,  
Sudirman, Jakarta)

**KEMAJUAN PENELITIAN DISERTASI 4**



Oleh :  
**Tantri Oktavia**  
9111901005

**Promotor:**  
Prof. Dr. Ing. L. M. F. Purwanto

**Ko- Promotor:**  
Dr. Ir. Kamal A. Arif , M.Eng

**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR PROGRAM DOKTOR  
JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 1341/SK/BAN-PT/Ak.KP/D/IV2023)

**IMPLICATIONS OF ARCHITECTURAL  
RETROFIT OF OFFICE HIGH RISE FACADES ON  
AIR CONDITIONING ENERGY EFFICIENCY**

(Object Study: Sampoerna *Strategic Square* and BRI II, Jakarta)

**DISERTASI**



**Oleh :  
Tantri Oktavia  
9111901005**

**Promotor:  
Prof. Dr. Ing. L. M. F. Purwanto**

**Ko- Promotor:  
Dr. Ir. Kamal A. Arif , M.Eng**

**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR PROGRAM DOKTOR  
JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN BANDUNG  
JANUARI 2024  
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 1341/SK/BAN-PT/Ak.KP/D/IV2023)**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**IMPLIKASI RETROFIT ARSITEKTUR FASAD BANGUNAN  
TINGGI KANTOR TERHADAP EFISIENSI ENERGI AC**  
(Objek Studi: Sampoerna *Strategic Square* dan Gedung BRI II, Jakarta)



**Oleh:**  
**Tantri Oktavia**  
**NPM: 9111901005**

**Disetujui untuk Diajukan pada Sidang Disertasi Terbuka**  
**Pada Hari/Tanggal:**  
**Sabtu, 27 Januari 2024**

**Promotor:**



**Prof. Dr. Ing. L. M. F. Purwanto**

**Ko-Promotor:**



**Dr. Ir. Kamal A. Arif , M.Eng**

**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR PROGRAM DOKTOR**  
**JURUSAN ARSITEKTUR - FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN BANDUNG**  
**JANUARI 2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**IMPLIKASI RETROFIT ARSITEKTUR FASAD BANGUNAN  
TINGGI KANTOR TERHADAP EFISIENSI ENERGI AC**  
(Objek Studi: Sampoerna *Strategic Square* dan Gedung BRI II, Jakarta)



Oleh:  
**Tantri Oktavia**  
NPM: 9111901005

**MENYETUJUI,  
KOMISI PEMBIMBING DAN PENGUJI**

**PROMOTOR:**

**Prof. Dr. Ing. L. M. F. Purwanto**

**KO-PROMOTOR:**

**Dr. Ir. Kamal A. Arif, M.Eng**

**PENGUJI:**

**Prof. Dr. Purnama Salura, Ir., MT**

**Dr. Ir. Y. Karyadi Kusliansjah, MT**

**Dr. Yuri Hermawan Prasetyo**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini, dengan data sebagai berikut:

Nama : Tantri Oktavia

Nomor Pokok Mahasiswa : 9111901005

Program Studi :Doktor Arsitektur Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik,  
Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa Disertasi dengan judul:

### **IMPLIKASI RETROFIT ARSITEKTUR FASADBANGUNAN TINGGI KANTOR TERHADAP EFISIENSI ENERGI AC**

(Objek Studi: Sampoerna *Strategic Square* dan Gedung BRI II, Jakarta)

Adalah benar karya ilmiah saya sendiri di bawah bimbingan Promotor dan Ko- Promotor, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara- cara yang melanggar etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat ilmiah.

Apabila dikemudian hari terindikasi adanya pelanggaran terhadap etika ilmiah, atau jika ada tuntutan terhadap keaslian karya ilmiah ini, saya akan bertanggungjawab dan bersedia menanggung akibat dan atau sanksi, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung ,14 Maret 2024

Yang membuat pernyataan,



Tantri Oktavia

# **IMPLIKASI RETROFIT ARSITEKTUR FASAD BANGUNAN TINGGI KANTOR TERHADAP EFISIENSI ENERGI AC**

(Objek Studi: *Sampoerna Strategic Square*, Jakarta dan Gedung BRI II,  
Sudirman .Jakarta)

Tantri Oktavia (NPM: 9111901005)

Promotor: Prof. Dr.-Ing. L. M. F. Purwanto

Ko- Promotor: Dr. Ir. Kamal A. Arif , M.Eng

Doktor Arsitektur

## **ABSTRAK**

Fasad merupakan bagian dari arsitektur yang memberikan pengaruh yang besar bagi lingkungan dan bagi pengguna bangunan di dalamnya, Fasad merupakan salah satu bagian bangunan yang tidak terlepas dari retrofit baik untuk peningkatan kinerja maupun untuk mengubah wajah bangunan. Retrofit memiliki tujuan utama yaitu menambah efisiensi energi pada gedung, namun belum banyak bangunan yang memperhatikannya dalam melakukan retrofit fasad. Bangunan tinggi kantor sebagai salah satu fungsi bangunan tinggi paling banyak setelah rumah susun dan paling banyak menggunakan energi setelah mall dan hotel. 45% bangunan tinggi kantor yang ada di Jakarta telah berumur lebih dari 20 tahun dan sudah seharusnya melakukan retrofit fasad. Fasad bangunan kantor yang didominasi dengan material kaca memberikan pengaruh yang besar bagi penggunaan energi khususnya AC, karena besarnya panas yang di transmisikan oleh fasad. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui pengaruh retrofit fasad terhadap efisiensi energi AC. Dalam penelitian ini dipergunakan dua buah objek studi yang memiliki karakteristik yang sama, terletak pada area yang sama dan memiliki arah hadap yang sama. Dengan metode eksperimental diujikan perubahan elemen fasad yang mungkin diterapkan pada retrofit arsitektur fasad. Rumus OTTV akan dipergunakan untuk memperhitungkan transmisi panas yang dihasilkan dari setiap tindakan retrofit yang dilakukan dan pada tahap akhir akan diperhitungkan kembali dengan rumus CLTD untuk mengetahui pengaruhnya pada penggunaan energi. Untuk menganalisis hasil dari simulasi ini dipergunakan Statistik dengan Uji Regresi Linear Berganda untuk mengetahui korelasi dari retrofit arsitektur fasad terhadap penurunan transmisi panas. Penelitian ini akan menghasilkan alat baca berupa matriks yang berisikan tindakan retrofit fasad dan pengaruhnya terhadap penurunan transmisi panas. Alat baca ini dapat dipergunakan sebagai panduan untuk perencana melakukan retrofit fasad sesuai dengan efisiensi energi yang dibutuhkan.

Kata kunci: retrofit fasad, bangunan tinggi kantor, transmisi panas, efisiensi energi AC

# **IMPLICATIONS OF ARCHITECTURAL RETROFIT OF OFFICE HIGH-RISE FACADES ON AIR CONDITIONING ENERGY EFFICIENCY**

(Object Study: Sampoerna Strategic Square, Jakarta and BRI II Building,  
Sudirman. Jakarta)

## ***ABSTRACT***

Facade is a part of architecture that has a great influence on the environment and for building users in it, Facade is one part of the building that is inseparable from retrofit both for performance improvement and to change the face of the building. Retrofit has the main purpose of adding energy efficiency to the building, but not many buildings pay attention to it in retrofitting the façade. Office high-rise buildings as one of the functions of high-rise buildings are the most after flats and use the most energy after malls and hotels. 45% of high-rise office buildings in Jakarta are more than 20 years old and should retrofit the façade. The façade of an office building that is dominated by glass material has a great influence on energy use, especially air conditioning, because of the amount of heat transmitted by the façade. The purpose of the study was to determine the effect of façade retrofit on air conditioning energy efficiency. In this study, two objects of study were used that had the same characteristics, located in the same area and had the same facing direction. With experimental methods, changes in façade elements were tested that might be applied to the architectural retrofit of the façade. The OTTV formula will be used to calculate the heat transmission resulting from each retrofit action performed and at the final stage will be recalculated with the CLTD formula to determine its effect on energy use. To analyze the results of this simulation, Statistics with Multiple Linear Regression Test was used to determine the correlation of façade architecture retrofit to decrease heat transmission. This research will produce a reading device in the form of a matrix containing the retrofit action of the façade and its effect on decreasing heat transmission. This reading tool can be used as a guide for planners to retrofit the façade according to the energy efficiency needed.

Keywords: façade retrofitting, high-rise office, heat transmission, air conditioning energy efficiency

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaan serta karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini sesuai pada waktunya.

Tulisan ini disusun untuk menempuh Seminar Kemajuan Penelitian 3 Doktoral Arsitektur pada Program Studi Doktor Arsitektur Katolik Parahyangan, Bandung. Tulisan ini disusun berdasarkan studi bidang kajian filosofis, teoritis dan metodologis yang telah ditempuh sebelumnya mengenai isu retrofit sebagai bentuk adaptasi arsitektur.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Y. Karyadi Kusliansjah, M.T., selaku Ketua Program Studi Pasca Sarjana atau Ketua Komite Penguji yang membantu dalam proses administratif dan memimpin penyelenggaraan Ujian Kualifikasi ini.
2. Prof. Dr. Ing. L. M. F. Purwanto., selaku Promotor yang memberikan masukan terkait proses kajian dari awal hingga penulisan makalah ini.
3. Dr. Ir. Kamal A. Arif , M.Eng., selaku Ko- Promotor yang memberikan masukan terkait proses kajian dari awal hingga penulisan makalah ini.
4. Prof. Dr. Purnama Salura, Ir., M.T., MBA, selaku Penguji yang banyak memberikan masukan dan membimbing untuk menyempurnakan penelitian ini.
5. Dr. Yuri Hermawan Prasetyo, selaku Penguji yang memberikan masukan untuk menyempurnakan penelitian ini.

6. Almarhum Prof. Dr. Ir. *Arief Sabaruddin*, CES., selaku Penguji yang banyak memberikan arahan dan masukan untuk melengkapi dan memperdalam penelitian ini.
7. Aji Prasetya, ST selaku Building Manager BRI KS dan Tendi selaku Manager Operasional Gedung BRI II- Sudirman, Jakarta yang membantu dalam proses pengukuran dan pengambilan data lapangan.
8. Ir. Cahya Kurniawan selaku pimpinan dari PT Airmas Asri yang membantu memberikan data fasad Sampoerna Strategic Square.
9. Ir. Jatmika Adi Suryabrata, M.Sc.,Ph.D selaku konsultan IFC dan penyusun rumus OTTV yang membantu dengan berdiskusi mengenai proses simulasi dengan menggunakan OTTV
10. Jimmy Siswanto Juwana, Ir, MSAE selaku praktisi bangunan tinggi hemat energi yang membantu dengan berdiskusi tentang hasil simulasi retrofit fasad bangunan tinggi.

Harapan penulis, makalah ini dapat memberikan manfaat dan wawasan, serta dapat menjadi bahan penelitian lanjutan yang akan memperluas khazanah keilmuan arsitektur, khususnya berkaitan dengan adaptasi arsitektur melalui retrofit fasad bangunan tinggi kantor di Jakarta.

Bandung, 27 Januari 2024

Penulis

Tantri Oktavia

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>ABSTRAK</b>	<b>II</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>IV</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b>	<b>XXIII</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>X</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>XVI</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>XXII</b>
<b>BAB 1 RETROFIT FASAD SEBAGAI ADAPTASI ARSITEKTUR</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1. Fenomena Retrofit Bangunan Tinggi Kantor	4
1.1.2. Fenomena Fasad Kaca pada Bangunan Tinggi Kantor	6
1.1.3. Isu Penelitian	8
1.2. Fokus Penelitian	11
1.3. Hipotesis Penelitian	13
1.4. Lingkup Objek Penelitian	16
1.4.1. Objek Formal Penelitian	16
1.4.2. Objek Material Penelitian	16
1.5. Kriteria Penentuan Lokasi dan Objek Penelitian	17
1.6. Pertanyaan Penelitian	18
1.7. Maksud, Tujuan dan Manfaat Penelitian	18
1.8. Kerangka dan Alur Penelitian	20
1.9. Sistematika Penelitian	21
<b>BAB 2 RETROFIT ARSITEKTUR FASAD, PANAS DAN ENERGI AC</b>	<b>23</b>
2.1. Posisi dan Kebaruan Penelitian	23
2.1.1. Posisi dan Kedudukan Penelitian	25

2.1.2.	Kebaruan Penelitaian ( <i>Novelty</i> )	32
2.2.	Retrofit dan Fasad Bangunan Tinggi	33
2.2.1.	Retrofit sebagai Bentuk Adaptasi Arsitektur	36
2.2.2.	Desain Hemat Energi dalam Retrofit Fasad Bangunan Tinggi Kantor	42
2.3.	Panas dan Fasad Bangunan Tinggi Kantor	45
2.3.1.	Transmisi Panas pada Fasad Bangunan	46
	a. Tranmisi Panas pada Fasad	48
	b. Metoda Analisis Transmisi Panas	55
2.3.2.	Pengendalian Panas pada Fasad Bangunan	62
2.4.	Efisiensi Energi AC dan Kenyamanan Termal	70
2.4.1.	Kenyamanan Termal Ruang Terkondisi	70
2.4.2.	Metoda Analisis Efisiensi Energi	71
2.5.	Statistik sebagai Metode Analisis	77
2.6.	Pemikiran Kritis melalui Penjabaran Teoritis	80
2.7.	Kerangka Konseptual Teoritis	81
<b>BAB 3</b>	<b>METODE EKSPERIMEN DALAM RETROFIT FASAD</b>	<b>83</b>
3.1.	Enviromentalisme sebagai Langgam Pemikiran Penelitian	83
3.2.	Kerangka Operasional Penelitian	84
3.3.	Metode Simulasi	92
3.4.	Metode Analisis	95
3.5.	Jangka Waktu Penelitian	96
3.6.	Teknik Pengumpulan Data	97
3.7.	Justifikasi Penelitian	103
3.8.	Rancangan Simulasi	104
3.8.	Verifikasi dan Validasi Data Penelitian	120
3.9.	Pengujian Hipotesis	121
<b>BAB 4</b>	<b>BANGUNAN TINGGI <i>SAMPOERNA STRATEGIC SQUARE</i> DAN KANTOR BRI II SEBAGAI OBJEK STUDI</b>	<b>126</b>
4.1.	Kriteria Objek Studi	126
4.1.1.	Tipe Bangunan dan Fasad Tinggi Kantor	126

4.1.2.	Kriteria Lokasi	130
4.1.3.	Kondisi Lingkungan	133
4.1.4.	Umur Bangunan dan Retrofit	135
4.2.	Objek Studi Terpilih	137
4.2.1.	Lokasi Kasus Studi	138
4.2.2.	Kondisi Lingkungan Kasus Studi	140
4.2.3.	Sampoerna Strategic Square	144
4.2.4.	BRI II Tower	159
4.3.	Analisa Awal Objek Studi	175
4.3.1.	Panas dan Energi pada Sampoerna Strategic Square	176
a.	Transmisi Panas pada Fasad	176
b.	Panas pada Bangunan	178
c.	Energi AC	180
4.3.2.	Panas dan Energi pada Gedung BRI II	176
a.	Transmisi Panas pada Fasad	176
b.	Panas pada Bangunan	178
c.	Energi AC	180
<b>BAB 5.</b>	<b>SIMULASI RETROFIT ARSITEKTUR FASAD</b>	<b>187</b>
5.1.	Simulasi Retrofit Fasad	187
5.1.1.	Perubahan Perbandingan Kaca dan Bidang Masif	187
5.1.2.	Perubahan Jenis Material Kaca	188
5.1.3.	Perubahan Jenis Material Masif	189
5.1.4.	Perubahan Sirip Penangkal Sinar Matahari	190
5.1.5.	Penambahan Fasad Ganda	205
5.1.6.	Perubahan dengan Metoda Gabungan	207
5.2.	Matriks Retrofit Arsitektur Fasad	210
5.3.	Justifikasi Data Perhitungan	223
5.4.	Analisa Statistik	232
5.4.1.	Uji Regresi Linear Berganda	232
5.4.2.	Uji T	233

	5.4.3.	Uji F	233
BAB 6		ANALISIS RETROFIT ARSITEKTUR FASAD	235
	6.1.	RETROFIT ARSITEKTUR FASAD	235
	6.1.1.	Perubahan Perbandingan Bidang Kaca dan Bidang Masif	235
	6.1.2.	Perubahan Jenis Material Kaca	236
	6.1.3.	Perubahan Jenis Material Masif	238
	6.1.4.	Penambahan Sirip Penangkal Sinar Matahari	241
	6.1.5.	Penambahan Selubung Ganda	252
	6.1.6.	Perubahan dengan Metoda Gabungan	255
		a. Perubahan WWR, Material Kaca dan Material Masif	255
		b. Perubahan WWR, Material Kaca dan Sirip Horizontal	257
		c. Perubahan WWR, Material Kaca dan Sirip Vertikal	259
	6.2.	Matriks Retrofit Arsitektur Fasad	262
	6.3.	Analisa Statistik	265
	6.3.1.	Uji Normalitas	265
	6.3.2.	Uji Homogenitas	266
	6.3.3.	Uji Hipotesis	266
BAB 7		TEMUAN DAN KESIMPULAN	267
	7.1.	Temuan	267
	7.1.1.	Hubungan Retrofit terhadap Efisiensi Energi AC	267
	7.1.2.	Efektifitas Retrofit Arsitektur Fasad pada Bangunan Tinggi Kantor	268
	7.1.3.	Alat Baca Matriks Retrofit Arsitektur Fasad dengan Efisiensi Energi AC	269
	7.2.	Kesimpulan	272
	7.2.1.	Hubungan Retrofit terhadap Efisiensi Energi AC	272
	7.2.2.	Signifikansi Retrofit Arsitektur Fasad dengan Transmisi Panas	274
	7.2.3.	Optimalisasi Retrofit Arsitektur Fasad	275
	7.3.	Saran	278
		Daftar Pustaka	275

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Rencana Tata Ruang Kota DKI Jakarta 2010-2030	1
Gambar 1.2.	Latar Belakang Retrofit BGH Bangunan Kantor	3
Gambar 1.3.	Fungsi Bangunan yang Menerapkan BGH	3
Gambar 1.4.	Bangunan Tinggi Kantor yang Sudah Melakukan Retrofit	4
Gambar 1.5.	Komposisi Penggunaan Energi pada Gedung	7
Gambar 1.6.	Hubungan antar Variabel dalam Penelitian	15
Gambar 1.7.	Kerangka Penelitian	20
Gambar 2.1.	Pemetaan VOS Viewer dengan Topik Retrofit	23
Gambar 2.2.	Pemetaan VOS Viewer dengan Topik Retrofit, Energy Efficiency dan Thermal Comfort	24
Gambar 2.3.	Pemetaan VOS Viewer dengan Topik Retrofit, Energy Efficiency dan Building Envelope	24
Gambar 2.4.	Bagan Keterkaitan Isu Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya	27
Gambar 2.5.	Layer pada Bangunan	39
Gambar 2.6.	Garis Semu Matahari	47
Gambar 2.7.	Transmisi Panas pada Material Kaca	50
Gambar 2.8.	Radiasi Panas pada Material	51
Gambar 2.9.	Konduksi dan Konveksi	53
Gambar 2.10.	Radiasi Matahari pada Setiap Sisi Fasad	64
Gambar 2.11	Sun Shadding Horizontal	67
Gambar 2.12.	Sun Shadding Vertikal	68
Gambar 2.13	Sun Shadding Vertikal dan Horizontal	69
Gambar 2.14.	Proses validasi CLTD	74
Gambar 2.15.	Kerangka Konseptual Teoritis	82
Gambar 3.1.	Tipe Bangunan Tinggi Kantor	86

Gambar 3.2.	Kerangka Penelitian	88
Gambar 3.3.	Penentuan Titik Ukur Suhu dan Kelembapan	102
Gambar 3.4.	Penentuan Titik Ukur untuk Pengukuran Radiasi	102
Gambar 3.5.	Input Simulasi Penggantian Material Dinding pada Tabel OTTV	110
Gambar 3.6.	Pembagian Sirip Vertikal	111
Gambar 3.7.	Sudut Kemiringan Sirip Vertikal	111
Gambar 3.8.	Perhitungan OTTV pada Simulasi Sirip Vertikal	112
Gambar 3.9.	Jarak Sirip Horizontal	113
Gambar 3.10.	Kemiringan Sirip Horizontal	113
Gambar 3.11.	Perhitungan OTTV untuk Simulasi Sirip Horizontal	113
Gambar 3.12.	Penentuan Ukuran Sirip Gabungan	114
Gambar 3.13.	Perhitungan OTTV pada Simulasi Sirip Gabungan	114
Gambar 3.14.	Jarak Air Gap pada DSF	116
Gambar 3.15.	Perhitungan Uvalue Dinding dan Uvalue Bukaan pada Simulasi DSF	117
Gambar 3.16.	<i>Input data Simulasi pada SPSS</i>	122
Gambar 3.17.	<i>Keterangan Data pada Variabel View</i>	122
Gambar 3.18.	<i>Proses Analisis Regresi pada SPSS</i>	122
Gambar 3.19	<i>Input Variabel X dan Variabel Y</i>	123
Gambar 20	<i>Nilai F Hitung</i>	123
Gambar 21	<i>Perhitungan F tabel</i>	124
Gambar 22	<i>Nilai t hitung</i>	120
Gambar 23	<i>Perhitungan Ttabel</i>	125
Gambar 4.1.	Tipologi Terpusat Bangunan Kantor	127
Gambar 4.2.	Pembagian Zonasi pada Bangunan Tinggi	128
Gambar 4.3.	Peta Area CBD di Jakarta	131
Gambar 4.4.	Perkantoran di Mega Kuningan	132
Gambar 4.5.	Peta Land-Use Jakarta	133
Gambar 4.6.	Peta Polusi di Area Sudirman September 2023	134
Gambar 4.7.	Grafik suhu rata-rata Jakarta Selatan sepanjang tahun 2021	134
Gambar 4.8.	Retrofit Fasad Bangunan Kantor di SCBD	136

Gambar 4.9.	Letak Objek Studi	137
Gambar 4.10.	Masterplan pertama SCBD tahun 1987	139
Gambar 4.11.	Bangunan Tinggi di Jalan Jendral Sudirman, Jakarta	139
Gambar 4.12.	Jalan Jendral Sudirman dari Bundaran Semanggi hingga Sungai Ciliwung	140
Gambar 4.13.	Pembayangan Bangunan Tinggi di CBD Sudirman	140
Gambar 4.14.	<i>Analisis Pengaruh Lingkungan terhadap Energi Gedung dengan Energyplus</i>	141
Gambar 4.15.	Suhu Rata- rata Perjam di Jakarta	142
Gambar 4.16.	Lokasi Stasiun Capital Place terhadap BRI II dan Sampoerna	143
Gambar 4.17	Tingkat Polusi Udara di Jakarta	143
Gambar 4.18	Suhu rata- rata tiap bulan dari tahun 2019 hingga 2022	144
Gambar 4.19	Gedung Sampoerna sebelum Retrofit Fasad	145
Gambar 4.20	Gedung Sampoerna sesudah Retrofit Fasad	145
Gambar 4.21	Zonasi Gedung Sampoerna	146
Gambar 4.22	Lantai Tipikal Lantai 3 sampai 6	146
Gambar 4.23	Lantai Tipikal Lantai 7 sampai 32	146
Gambar 4.24	Ruang Serba Guna	147
Gambar 4.25	Lobby	147
Gambar 4.26	Ruang Rapat Besar	147
Gambar 4.27	Ruang Rapat Kecil	147
Gambar 4.28	Meeting Point	147
Gambar 4.29	Ruang Kantor Sewa	147
Gambar 4.30	Situasi Lingkungan Gedung Sampoerna	148
Gambar 4.31	Jarak Antar Bangunan Gedung sampoerna dengan Sekitarnya	149
Gambar 4.32	Kondisi Tapak Gedung Sampoerna	150
Gambar 4.33	Sertifikat Green Building Gedung Sampoerna	150
Gambar 4.34	Penilaian Green Desain Gedung Sampoerna	151
Gambar 4.35	Denah Perletakan Pintu pada Lantai GF	155
Gambar 4.36	Potongan Gedung Sampoerna	156

Gambar 4.37	Transmisi Panas melalui Atap	156
Gambar 4.38	Pencahayaan Buatan didala Gedung Sampoerna	157
Gambar 4.39	Cahaya Alami di Atrium Gedung Sampoerna	158
Gambar 4.40	Chiller di Gedung Sampoerna	159
Gambar 4.41	Pembagian Fungsi Gedung BRI II	160
Gambar 4.42	Letak Gedung BRI II	161
Gambar 4.43	Bangunan Tinggi Sekitar BRI II	162
Gambar 4.44	Pergerakan Sinar Matahari Pada Jam Operasional Gedung BRI II	163
Gambar 4.45	Radiasi Panas pada Fasad	164
Gambar 4.46	Suhu Udara di Lingkungan BRI II	166
Gambar 4.47	<i>Grafik kelembapan udara rata- rata tiap bulan dari tahun 2019 hingga 2022</i>	166
Gambar 4.48	Grafik Pengukuran Kelembapan Udara pada Gedung BRI II	167
Gambar 4.49	Grafik Kecepatan Angin dari Tahun 2019 hingga 2022	168
Gambar 4.50	Pengukuran Kecepatan Angin pada Gedung BRI II	168
Gambar 4.51	FCU Kapasitas 9000Btu/h Merek York, Type 70 CR2	169
Gambar 4.52	AHU Kapasitas 156.000 Bty/h Merek York type CS 165 SV	169
Gambar 4.53	Denah Perletakan Pintu pada Lantai GF	170
Gambar 4.54	Lantai GF dengan Area yang Dikondisikan	171
Gambar 4.55	Lantai 31 dengan Area yang Dikondisikan	171
Gambar 4.56	Situasi BRI II Lantai GF	172
Gambar 4.57	Penggunaan Tirai untuk Menghalangi Panas yang Masuk Bersama Sinar Matahari pada Area Kantor Sewa	172
Gambar 4.58	Denah Titik Lampu Tipikal	173
Gambar 4. 59	Lampu Led TL dengan Armatur Reflektor	173
Gambar 4.60	Fasad Sampoerna Strategic Square	177
Gambar 4.61	Perbandingan OTTV Setiap Sisi Fasad Sampoerna Strategic	178

Gambar 4.62	Perbandingan Sumber Panas dalam Ruang Sampoerna Strategic	179
Gambar 4.63	Pembagian Penggunaan Energi pada Gedung Sampoerna	180
Gambar 4.64	Pembagian Perhitungan OTTV Area Fasad Gedung BRI II	181
Gambar 4.65	Perbandingan OTTV setiap Sisi Fasad Gedung BRI II	183
Gambar 4.66	Perbandingan OTTV setiap Sisi Fasad Gedung BRI II	183
Gambar 4.67	Pembagian Penggunaan Energi Gedung BRI II	184
Gambar 5.1.	Perubahan Fasad Gedung BRI Sebelum dan Sesudah Simulasi Retrofit 1	217
Gambar 5.2	Perubahan Fasad Gedung BRI Sebelum dan Sesudah Simulasi Retrofit 2	218
Gambar 5.3	Perubahan Fasad Gedung BRI Sebelum dan Sesudah Simulasi Retrofit 3	219
Gambar 5.4	Perubahan Fasad Gedung BRI Sebelum dan Sesudah Simulasi Retrofit 4	221
Gambar 5.5	Perubahan Fasad Gedung BRI Sebelum dan Sesudah Simulasi Retrofit 5	222
Gambar 6. 1.	Grafik Perbandingan Simulasi WWR dan Pengurangan Nilai OTTV	236
Gambar 6. 2.	Pengurangan Nilai OTTV dari Perubahan Material Kaca	237
Gambar 6. 3.	Perbandingan Penurunan Nilai OTTV dari Perubahan Material Dinding	240
Gambar 6. 4.	Perbandingan Pengurangan Nilai OTTV dari Sirip Horizontal dengan Berbagai Sudut	244
Gambar 6. 5.	Perbandingan Nilai OTTV dari Simulasi Sirip Horizontal	245
Gambar 6. 6.	Grafik Pengurangan Nilai OTTV pada Simulasi Penambahan Sirip Vertikal	247

Gambar 6. 7.	Perbandingan Nilai OTTV pada Penambahan Sirip Vertikal	248
Gambar 6. 8.	Perbandingan Pengurangan Nilai OTTV dari Sirip Ganda	250
Gambar 6. 9.	Perbandingan Nilai OTTV pada Penambahan Sirip Gabungan	250
Gambar 6. 10.	Perbandingan Pengurangan Nilai OTTV dari Setiap Jenis Sirip	252
Gambar 6. 11.	Perbandingan OTTV DSF	253
Gambar 6. 12.	Penerapan Retrofit Fasad Gabungan 1 pada Gedung BRI II	256
Gambar 6. 13.	Penerapan Retrofit Fasad Gabungan 2 pada Gedung BRI II	259
Gambar 6. 14.	Penerapan Retrofit Fasad Gabungan 3 pada Gedung BRI II	261
Gambar 6. 15.	Matrik Retrifit Arsitektur Fasad	263
Gambar 6. 16.	Retrofit Fasad Gabungan 1 pada Gedungn BRI II dan Gedung Sampoerna	264
Gambar 6. 17.	Histogram Data Variabel Y	261
Gambar 6. 18.	Distribusi Data Y	261
Gambar 6. 19.	Matriks Gabungan 2 buah Variabel X terhadap Y	263
Gambar 7.1.	Diagram Retrofit Arsitektur Fasad dan Persentase Penurunan Transmisi Panas	274

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai Absortansi Material Dinding Luar dan Atap	59
Tabel 2.2.	Nilai Absortansi Cat Material Dinding Luar dan Atap	60
Tabel 2.3.	Nilai R lapisan Udara Permukaan Dinding	60
Tabel 2.4.	Nilai Konduktivitas Termal Bahan Bangunan	61
Tabel 2.5.	Nilai R lapisan Rongga Udara	61
Tabel 2.6.	Berat dalam Satuan Luas Material	62
Tabel 2.7.	Shadding Coefisien pada Penambahan Sirip	69
Tabel 3.1.	Jenis Data, Sumber Data, Alat Ukur dan Waktu Pengukuran	100
Tabel 3.2.	Perhitungan Nilai Absorsi Panas Material Fasad	105
Tabel 3.3.	Perhitungan Detil untuk Uvalue Dinding	105
Tabel 3.4.	Perhitungan Detil untuk Uvalue Kaca	106
Tabel 3.5.	Perhitungan OTTV untuk Simulasi Penggantian Material	106
Tabel 3.6.	Perubahan Nilai WWR pada Fasad	107
Tabel 3.7.	Spesifikasi Material Kaca yang Disimulasikan	108
Tabel 3.8.	Spesifikasi Material Dinding yang Disimulasikan	109
Tabel 3.9.	Spesifikasi Material DSF yang Disimulasikan	116
Tabel 3.10.	Material dan Jarak Cavity	116
Tabel 3.11.	Simulasi Gabungan WWR dan Material	118
Tabel 3.12.	Simulasi Gabungan WWR, Material Kaca dan Sirip Horizontal	113
Tabel 3.13.	Simulasi Perubahan WWR, Material Kaca dan Sirip Vertikal	114
Tabel 4.1.	Klasifikasi Kantor	128
Tabel 4.2.	Perbandingan Simulasi Pengaruh Lingkungan terhadap Penggunaan Energi pada Gedung	141
Tabel 4.3.	Penggunaan Energi Geung Sampoerna Setelah Retrofit ke 2	152

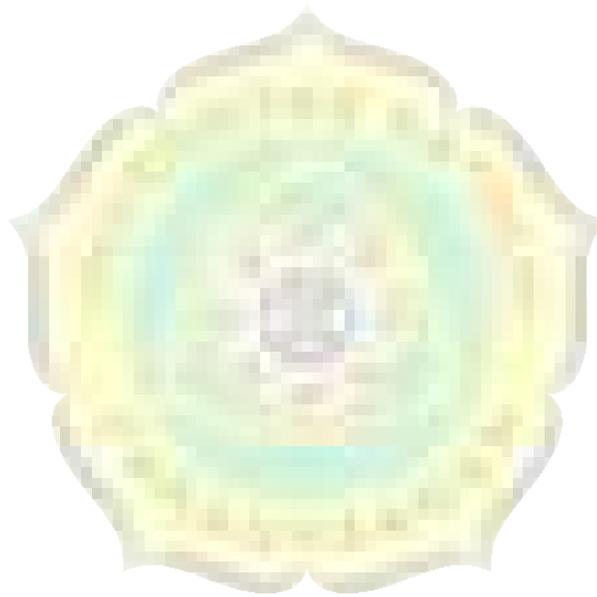
Tabel 4.4.	Data Penggunaan Energi Gedung Sampoerna Setelah Retrofit ke 3	153
Tabel 4.5.	Perbandingan Penggunaan Energi Gedung Sampoerna setelah Retrofit	153
Tabel 4.6.	Spesifikasi Fasad Gedung Sampoerna	154
Tabel 4.7.	Data Iklim Setempat	154
Tabel 4.8.	Penggunaan Lampu dalam Bangunan pada Gedung Sampoerna	157
Tabel 4.9.	Perhitungan Luas Area Gedung BRI II yang Menggunakan AC	160
Tabel 4.10.	Spesifikasi Material Bangunan Eksisting Gedung BRI II	161
Tabel 4.11.	Material Fasad Bangunan Sekitar BRI II	165
Tabel 4.12	Jenis Lampu yang dipergunakan pada Gedung BRI II	173
Tabel 4.13	Peralatan yang dipergunakan pada Gedung BRI II	174
Tabel 4.14	Luas Partisi pada Gedung BRI II	175
Tabel 4.15	OTTV Eksisting Fasad Sampoerna Strategic Square	177
Tabel 4.16	Sumber Panas pada Gedung Sampoerna	179
Tabel 4.17	Nilai OTTV Eksisting Gedung BRI II	182
Tabel 4.18	Nilai OTTV Eksisting di setiap Sisi Bangunan	182
Tabel 5.1.	Perbandingan Nilai OTTV pada Simulasi Pengurangan Nilai WWR	188
Tabel 5.2	Nilai OTTV Setiap Sisi Fasad dari Simulasi Penggantian Material Kaca	189
Tabel 5.3	Perbandingan Nilai Transmisi Panas pada Fasad Setelah Penggantian Material Kaca	190
Tabel 5.4	Simulasi Penambahan Sirip Horizontal dengan VSA 30 <sup>0</sup>	192
Tabel 5.5	Nilai OTTV dari Simulasi Penambahan Sirip Horizontal dengan VSA 30 <sup>0</sup>	193
Tabel 5.6	Penambahan Sirip Horizontal dengan VSA 50 <sup>0</sup>	194

Tabel 5.7	Nilai OTTV dari Simulasi Penambahan Sirip Horizontal dengan VSA 50 <sup>0</sup>	195
Tabel 5.8	Simulasi Penambahan Sirip Horizontal dengan VSA 70 <sup>0</sup>	196
Tabel 5.9	Nilai OTTV dari Penambahan Sirip Horizontal dengan VSA 70 <sup>0</sup>	197
Tabel 5.10	Penambahan Sirip Vertikal dengan HAS 30 <sup>0</sup> , 50 <sup>0</sup> dan 70 <sup>0</sup>	199
Tabel 5.11	Nilai OTTV dari Simulasi Penambahan Sirip Vertikal dengan HSA 30 <sup>0</sup> , 50 <sup>0</sup> , dan 70 <sup>0</sup>	200
Tabel 5.12	Varian Simulasi Sirip Gabungan	204
Tabel 5.13	Nilai OTTV dan Persentase Penurunan OTTV dari Simulasi Penambahan Sirip Gabungan	205
Tabel 5.14	Perbandingan Nilai OTTV dari Simulasi Penambahan DSF	206
Tabel 5.15	Perbandingan Penurunan Nilai OTTV pada DSF	206
Tabel 5.16	Retrofit WWR, Material Dinding, dan Material Kaca	207
Tabel 5.17	Retrofit WWR, Material Kaca, dan Sirip Horizontal	209
Tabel 5.18	Retrofit Fasad dengan Perubahan WWR, Material Kaca dan Sirip Vertikal	210
Tabel 5.19	Konfigurasi Pengubahsuaian Fasade terhadap Penurunan Nilai OTTV	216
Tabel 5.20	Matriks Penerapan Pengubahsuaian Fasad pada BRI II	217
Tabel 5.21	Perhitungan OTTV dan Penggunaan Energi pada Simulasi Retrofit 1 pada Gedung BRI II	218
Tabel 5.22	Perhitungan OTTV dan Penggunaan Energi pada Simulasi Retrofit 2 pada Gedung BRI II	219
Tabel 5.23	Perhitungan OTTV dan Penggunaan Energi pada Simulasi Retrofit 3 pada Gedung BRI II	220

Tabel 5.24	Perhitungan OTTV dan Penggunaan Energi pada Simulasi Retrofit 4 pada Gedung BRI II	221
Tabel 5.25	Perhitungan OTTV dan Penggunaan Energi pada Simulasi Retrofit 5 pada Gedung BRI II	222
Tabel 5.26	Simulasi Pengubahsuaian Fasad pada Objek Studi 2	223
Tabel 5.27	Simulasi Pengubahsuaian Fasad pada Sampoerna Strategic	227
Tabel 5.28	Matriks Pengubahsuaian Fasad	229
Tabel 5.29	Beban Pendinginan AC dari Simulasi Pengubahsuaian Fasad Gedung Sampoerna	230
Tabel 5.30	Perbandingan Beban Pendinginan dan Energi Sebelum dan Sesudah Pengubahsuaian	231
Tabel 5.31	Perbandingan Setiap Pengubahsuaian pada Gedung Sampoerna	231
Tabel 5.32	Hasil Uji Regresi Linear Berganda	232
Tabel 5.33	Perbandingan Nilai Thitung dengan Ttabel	233
Tabel 5.34	Fhitung dari SPSS	234
Tabel 6. 1.	Perbandingan Nilai OTTV pada Pengurangan Nilai WWR	236
Tabel 6. 2.	Perbandingan Nilai Transmisi Panas pada Simulasi Perubahan Kaca	238
Tabel 6. 3.	Perbandingan Nilai OTTV pada Simulasi Perubahan Material Dinding	239
Tabel 6. 4.	Perbandingan Nilai Tranmisi Panas pada Perubahan Material Dinding	241
Tabel 6. 5.	Perbandingan Nilai OTTV pada Sirip Horizontal dengan VSA 30	242
Tabel 6. 6.	Perbandingan Nilai OTTV pada Siri Horizontal dengan VSA 50	243
Tabel 6. 7.	Perbandingan Nilai OTTV pada Siri Horizontal dengan VSA 70	244
Tabel 6. 8.	Besar Pengurangan Nilai OTTV dari Sirip Horizontal	246

Tabel 6. 9.	Nilai OTTV pada Simulasi Sirip Vertikal dengan Sudut HAS 30, 50 dan 70	247
Tabel 6. 10.	Perbandingan Nilai OTTV pada Sirip Vertikal	248
Tabel 6. 11.	Perbandingan Nilai OTTV dan Transmisi Panas dari Sirip Gabungan	249
Tabel 6. 12.	Besar Pengurangan Nilai OTTV dari Penambahan Sirip Gabungan	251
Tabel 6. 13.	Perbandingan Nilai OTTV dari Simulasi Penambahan DSF	252
Tabel 6. 14.	Perbandingan Penurunan Nilai OTTV pada DSF	253
Tabel 6. 15.	Total Transmisi Panas pada DSF	254
Tabel 6. 16.	Perbandingan Penurunan Nilai OTTV pada Retrofit Gabungan 1	255
Tabel 6. 17.	Perbandingan Efisiensi Energi pada Retrofit Fasad Gabungan 1	257
Tabel 6. 18.	Perbandingan Penurunan Nilai OTTV pada Retrofit Gabungan 2	258
Tabel 6. 19.	Perbandingan Efisiensi Energi pada Retrofit Fasad Gabungan 2	259
Tabel 6. 20.	Perbandingan Penurunan Nilai OTTV pada Retrofit Gabungan 3	260
Tabel 6. 21.	Perbandingan Efisiensi Energi pada Retrofit Fasad Gabungan 3	261
Tabel 6. 22.	Perbandingan Penghematan Energi antara Retrofit Gabungan 1, 2 dan 3	262
Tabel 6. 23.	Perbandingan Penerapan Retrofit pada Gedung BRI II dan Gedung Sampoerna	265
Tabel 6. 24.	Analisis Regresi Linear Berganda	265
Tabel 6. 25.	Analisis Uji T	266
Tabel 7. 1.	Diagram Retrofit Arsitektur Fasad dan Persentase Penurunan Transmisi Panas	269

Tabel 7. 2.	Matrik Gabungan Retrofit Arsitektur Fasad terhadap Perubahan Nilai OTTV	270
Tabel 7. 3.	Matriks Retrofit Arsitektur Fasad	271
Tabel 7. 4.	Matriks Retrofit Arsitektur Fasad	273
Tabel 7. 5.	Matrik Optimalisasi Retrofit Arsitektur Fasad	277



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar Jurnal dan Disertasi Serupa	224
Lampiran 2	Daftar Bangunan Tinggi di Jakarta Tahun 1972- 2010	241
Lampiran 3	Pengukuran Lapangan	257
Lampiran 4	Perhitungan OTTV Eksisting BRI II	267
Lampiran 5	Perhitungan Energi Eksisting BRI II	272
Lampiran 6	Perhitungan OTTV Eksisting Sampoerna	309
Lampiran 7	Perhitungan Energi Eksisting Sampoerna	311
Lampiran 8	Simulasi Perubahan <i>Window to Wall Ratio</i>	312
Lampiran 9	Simulasi Perubahan Material Bidang Kaca	319
Lampiran 10	Simulasi Perubahan Material Bidang Masif	341
Lampiran 11	Simulasi Penambahan Sirip	366
Lampiran 12	Simulasi Perubahan Fasad Ganda	798
Lampiran 13	Simulasi Perubahan Gabungan	919
Lampiran 14	Simulasi Retrofit Sampoerna Strategic	924
Lampiran 15	Simulasi Retrofit BRI II	933

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

### Daftar Notasi

### Daftar Singkatan

OTTV = Overall Thermal Transfer Value  
suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk dinding dan kaca bagian luar bangunan gedung yang dikondisikan. (SNI 6389:2020 tentang Konservasi Energi Fasad Bangunan pada Bangunan Gedung)

BGH = Bangunan Gedung Hijau  
Bangunan Gedung Hijau adalah bangunan gedung yang memenuhi persyaratan bangunan gedung dan memiliki kinerja terukur secara signifikan dalam penghematan energi, air, dan sumber daya lainnya melalui penerapan prinsip bangunan gedung hijau sesuai dengan fungsi dan klasifikasi dalam setiap tahapan penyelenggaraannya.  
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR : 02/PRT/M/2015 TANGGAL 18 FEBRUARI  
2015

HSA = Horizontal Shadding Angle  
sudut proyeksi dari sirip vertikal terhadap orientasi dinding yang nilainya positif bila di sebelah kanan dinding dan negatif bila di sebelah kiri dinding (SNI 6389:2020 tentang Konservasi Energi Fasad Bangunan pada Bangunan Gedung)

- VSA = Vertical Shadding Angle  
 sudut proyeksi dari sirip horizontal terhadap orientasi dinding yang nilainya positif bila di sebelah kanan dinding dan negatif bila di sebelah kiri dinding (SNI 6389:2020 tentang Konservasi Energi Fasad Bangunan pada Bangunan Gedung)
- CBD = Central Businnes District  
*Central Business District* (CBD) di dalam bahasa Indonesia disebut sebagai kawasan bisnis terpadu. Istilah ini merujuk pada titik fokus kota yang menjadi kawasan pusat bisnis, niaga, komersial, dan rekreasi.
- CLTD = Cooling Load Thermal Difference
- DSF = Double Skin Façade  
 Double Skin Façade adalah istilah umum untuk konstruksi transparan, tembus cahaya atau buram, yang biasanya menggunakan lapisan elemen atau bahan konstruksi yang dipisahkan. Dua prinsip konstruktif utama dinding gorden digunakan untuk fasad kulit ganda. Sistem tongkat biasanya didominasi oleh konsep berventilasi alami.
- HVAC = Heating, Ventilating, and Air- Conditioning  
 istilah sistem gabungan dalam pergerakan udara yang dipasang pada bangunan yang menyediakan lingkungan dengan pengontrolan termal, kelembapan, dan aliran udara untuk kebutuhan penghuni bangunan atau proses pengolahan. (Glossary of Building Terms, hlm.5)

- IKE = Intensitas Konsumsi Energi  
Pembagian antar konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung (SNI 03-6196-2000)
- SC = Shading Coefficient = Koefisien peneduh  
angka perbandingan antara perolehan kalor melalui fenestrasi, dengan atau tanpa peneduh, dengan perolehan kalor melalui kaca biasa/bening setebal 3 mm tanpa peneduh yang ditempatkan pada fenestrasi yang sama
- SPSS = Statistical Package for the Social Sciences  
Ini adalah perangkat lunak yang digunakan untuk analisis statistik, manipulasi data, pengolahan data, dan pembuatan laporan dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk ilmu sosial, ilmu alam, kedokteran, bisnis, dan riset lainnya.
- UHI = Urban Heat Island  
Urban heat island (UHI) atau pulau bahang (panas) perkotaan adalah isoterm tertutup yang menunjukkan daerah permukaan yang relatif hangat, paling sering daerah yang paling sering dikaitkan aktivitas manusia seperti pada pembangunan kota (American Meteorological Society, 2000)
- WWR = Window to wall ratio  
Perbandingan luas area sistem fenestrasi (luas kaca dan kusen) dengan luas kotor dinding (luas dinding sebelum dikurangi oleh fenestrasi). (SNI 6389:2020 tentang Konservasi Energi Fasad Bangunan pada Bangunan Gedung)

## Daftar Istilah

Absorbtansi	=	matahari pada suatu bahan dan yang ditentukan pula oleh warna bahan tersebut. (SNI 03- 6389-2000, hal 1)
Air Cavity	=	Sistem rongga udara
Air-conditioning	=	Proses pengkondisian udara seperti menbgatur serentak beberapa atau semua hal berikut, yaitu temperatur (dengan pendinginan atau pemanasan), kelembapan (dengan humidifikasi atau dehumidifikasi) kebersihan (dengan menyaring) dan pergerakan (dengan menyirkulasikan udara yang dikondisikan ke seluruh bangunan atau bagian-bagiannya) diinginkan untuk mencapai dan menjaga kondisi kenyamanan (Glossary of Building Terms, hlm.5)
Baseline	=	informasi dasar yang dikumpulkan sebelum dimulainya suatu program sebagai suatu rujukan untuk kegiatan pengukuran, pelacakan, pengevaluasian, atau memperbandingkan satu hal dengan hal lain.
Beda temperatur ekuivalen	=	beda antara temperatur ruangan dengan dinding luar atau atap yang diakibatkan oleh efek radiasi temperatur udara luar untuk keadaan yang dianggap quašistakãeibukan aliran kalor melalui dinding atau atap yang sesungguhnya. (SNI 03-6389- 2000)
Cooling Load	=	Beban pendinginan adalah laju di mana panas sensibel dan laten harus dihilangkan dari ruang untuk mempertahankan suhu dan kelembaban bola kering ruang konstan. Panas sensibel ke ruang angkasa menyebabkan suhu udaranya naik sementara panas

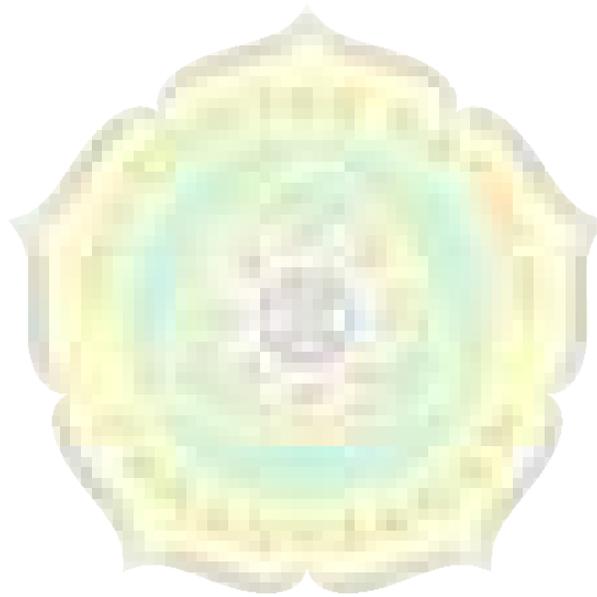
laten dikaitkan dengan kenaikan kadar air di ruang angkasa. (ASHRAE Handbook Fundamentals 2017)

- Eggcrate = Sirip Gabungan  
konstruksi horizontal yang dibagi oleh partisi vertikal menjadi area seperti sel
- Eksternal Load = Beban pendinginan AC yang berasal dari luar bangunan
- Fasad = Bagian dari selubung bangunan yang berhubungan langsung dengan eksterior. Fasad merupakan wajah bangunan yang berfungsi juga sebagai filter bagi bangunan.
- Fenestrasi = bukaan pada fasad bangunan. Fenestrasi dapat berlaku sebagai hubungan fisik dan/atau visual ke bagian luar gedung, serta menjadi jalan masuk radiasi matahari. Fenestrasi dapat dibuat tetap atau dapat dibuka. (SNI 6389:2020 tentang Konservasi Energi Fasad Bangunan pada Bangunan Gedung)
- Conduction (konduksi) = Transfer panas (energi) melalui suatu substansi & atau tubuh dari molekul ke molekul tanpa pergerakan yang nyata  
(lossay of Building Terms, hlm.54)
- High rise building = bangunan multi lantai (berlantai banyak )dengan tinggi sedikitnya 25 meter diukur dari jalan luar terendah pada atau di dekat level tanah hingga lantai teratas (atau delapan lantai) dan dilayani oleh lift penumpang  
(Glossary of Building Terms hlm. 125)

- Infiltrasi = aliran udara luar yang masuk ke dalam bangunan gedung secara tidak terkendali dan tidak disengaja melalui celah atau bukaan lainnya pada fasad bangunan gedung  
(SNI 6390:2020 tentang Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung)
- Internal Load = Beban pendinginan AC yang berasal dari dalam bangunan
- Kinerja energi = Tindakan, langkah, kelompok tindakan atau kelompok langkah yang dilaksanakan atau direncanakan dalam suatu organisasi yang bertujuan untuk mencapai peningkatan kinerja energi melalui perubahan teknologi, manajemen atau operasional, perilaku, ekonomi atau lainnya. (SNI 6389:2020 tentang Konservasi Energi Fasad Bangunan pada Bangunan Gedung)
- Konservasi energi = upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk mempertahankan dan/atau meningkatkan kinerja energi sistem tata udara pada bangunan gedung tanpa mengorbankan tuntutan kenyamanan.  
(SNI 6390:2020 tentang Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung)
- Pengubahsuaian = Merupakan kata ubah dan suai jadi pengubahsuaian adalah tindakan untuk mengubah sesuatu agar sesuai dengan kebutuhan atau keinginan.

Retrofit	=	Retrofit adalah penambahan teknologi atau fitur baru pada sistem lama. Retrofit juga dapat disebabkan oleh perubahan peraturan atau kebutuhan
Radiation (radiasi)	=	Perpindahan energi langsung melalui ruangan dengan media gelombang elektromagnetik (Glossary of Building Terms, hlm.198)
Selubung	=	elemen bangunan yang membungkus bangunan gedung, yaitu dinding dan atap transparan atau yang tidak transparan dimana sebagian besar energi termal berpindah lewat elemen tersebut (SNI 6389:2020 tentang Konservasi Energi Fasad Bangunan pada Bangunan Gedung). Selubung merupakan keseluruhan bagian yang melingkupi bangunan dari lantai dasar hingga atap, didalamnya termasuk semua komponen seperti fasad, insulasi, konstruksi dan lainnya. (WBDG, <i>World Building Design Guide</i> )
Sistem tata udara	=	keseluruhan sistem yang bekerja untuk mengondisikan kenyamanan termal udara di dalam bangunan gedung melalui kontrol suhu, kelembapan relatif, penyebaran udara, serta kualitas udara (kesegaran dan kebersihan), sedemikian rupa sehingga diperoleh suatu kondisi ruang yang nyaman, segar, bersih, dan sehat (SNI 6390:2020 tentang Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung)
Transmitan termal (nilai U)	=	Besarnya perpindahan kalor dari udara pada satu sisi bahan ke udara pada sisi lainnya. Nilai U dihitung dengan memasukkan tahanan termal lapisan udara di

kedua sisi bahan. (SNI 6389:2020 tentang Konservasi Energi Fasad Bangunan pada Bangunan Gedung)

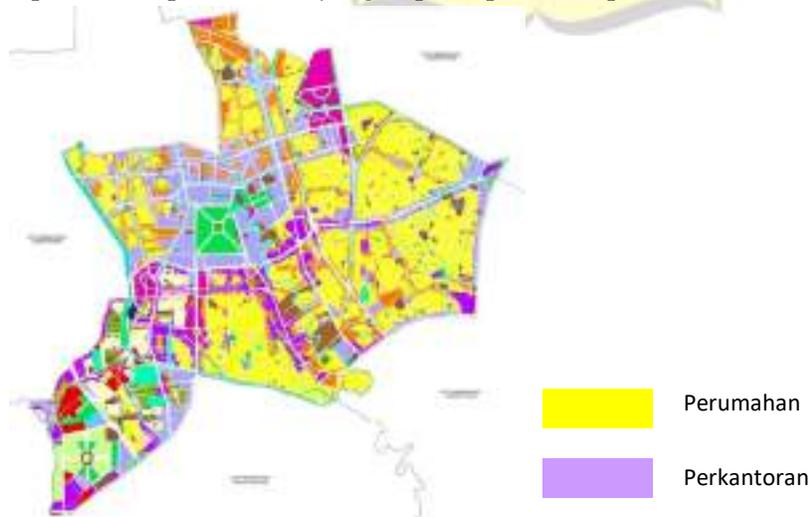


# BAB 1

## RETROFIT FASAD SEBAGAI ADAPTASI ARSITEKTUR

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan kota Jakarta yang begitu pesat menjadikan Jakarta sebagai kota yang memiliki jumlah bangunan tinggi terbanyak dan mendapatkan peringkat ketujuh di dunia pada tahun 2020 berdasarkan data dari skyscrapercity. Pembangunan bangunan tinggi moderen di Jakarta dimulai sejak tahun 1950 di Jalan M.H Thamrin yang kemudian berkembang ke Jalan H.R. Rasuna Said dan Jalan Jendral Gatot Subroto yang disebut Segitiga Emas Jakarta. Dibawah ini terdapat peta penggunaan lahan kota Jakarta hingga perencanaan 2030, terlihat area yang berwarna ungu merupakan area perkantoran yang terpusat pada area pusat bisnis Jakarta.

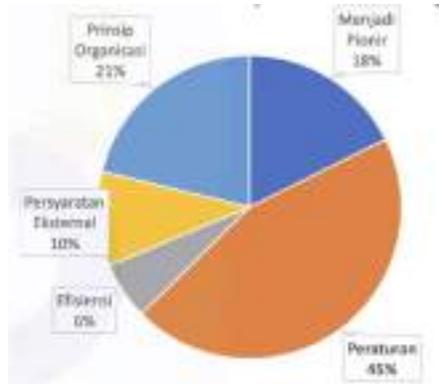


**Gambar 1. 1.** Peta Rencana Tata Ruang Kota DKI Jakarta 2010- 2030  
Sumber: BAPPEDA Ibukota Jakarta

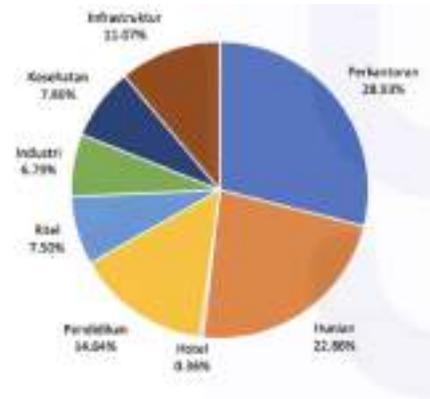
Bangunan tinggi dengan fungsi kantor merupakan fungsi bangunan tinggi terbanyak setelah rumah susun. Berdasarkan elaborasi data bangunan dan tahun pembangunannya, terdapat 65 bangunan tinggi kantor yang dibangun pada rentang tahun 1970 hingga 2010 dan masih dipergunakan hingga saat ini. Pengubahsuaian atau yang lebih dikenal dengan istilah Retrofit saat ini diperlukan bagi bangunan yang telah beroperasi, sesuai dengan regulasi Permen PUPR No 16 tahun 2021 yang mewajibkan bangunan tinggi kantor untuk melakukan retrofit menjadi Bangunan Gedung Hijau (BGH) sebagai persyaratan memperpanjang Sertifikat Laik Fungsi (SLF).

Dalam persyaratan BGH nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) menjadi salah satu prasyarat yang perlu dipenuhi oleh semua bangunan baik bangunan eksisting maupun bangunan baru. Nilai OTTV ini berkesinambungan antara besarnya beban pendinginan AC yang akan mempengaruhi besarnya energi yang dipergunakan untuk AC. Pada bangunan tinggi kantor AC dipergunakan di sepanjang jam operasional kantor dan dapat menghabiskan 50 hingga 70% dari total energi yang dipergunakan (Sandra; 2006).

Dalam penilaian BGH, efisiensi energi memiliki proporsi penilaian paling besar sehingga peningkatan efisiensi energi menjadi target utama perancang untuk menambah nilai BGH. Oleh karena itu AC menjadi sasaran utama dalam peningkatan efisiensi energi dan dalam melakukan retrofit. Berdasarkan data yang didapatkan dari *Green Building Council Indonesia* (GBCI) di bawah ini terlihat bahwa bangunan perkantoran adalah fungsi bangunan yang paling banyak mengajukan sertifikasi hijau dengan latar belakang regulasi yang berlaku.



**Gambar 1. 2.** Latar Belakang Retrofit BGH Bangunan Kantor  
Sumber: GBCI, 2023



**Gambar 1. 3.** Fungsi Bangunan yang Menerapkan BGH  
Sumber: GBCI, 2023

Retrofit berperan sebagai bentuk dari adaptasi arsitektur yang mendukung keberlanjutan sehingga bangunan dapat terus dipergunakan dengan nyaman sesuai perkembangan kebutuhan dan teknologi saat ini. Dengan bertambahnya umur penggunaan bangunan, kinerja bangunan juga akan menurun sehingga berpengaruh terhadap besarnya energi yang dipergunakan, dan berkurangnya kenyamanan penggunaannya. Perkembangan teknologi pada bidang bangunan menjadi salah satu jembatan untuk meningkatkan kinerja bangunan serta kenyamanan pengguna bangunan.

Fasad merupakan bagian arsitektur yang memiliki luasan dan pengaruh yang besar bagi bangunan tinggi. Fasad berperan sebagai muka bagi keempat sisi dari bangunan tinggi kantor dan juga sebagai bagian dari selubung yang melindungi pengguna bangunan dari pengaruh lingkungan yang kurang baik. Oleh karena itu kinerja dari fasad juga perlu diperhatikan berdasarkan umur guna dari bangunan. Berdasarkan *Life Cycle Theory*, fasad seharusnya melakukan retrofit minimal setelah 20 tahun penggunaan (Bard, 1994) untuk mempertahankan atau meningkatkan kinerja dari fasad bangunan.

### 1.1.1. Fenomena Retrofit Bangunan Tinggi Kantor

Retrofit pada bangunan tinggi kantor di Jakarta bukan suatu hal yang baru, dan sudah banyak dilakukan sebelumnya. Retrofit pada bangunan tinggi kantor banyak melibatkan bidang keahlian mulai dari arsitektur, interior, mekanikal, elektrikal dan plumbing. Retrofit memiliki tujuan akhir peningkatan kinerja bangunan, sehingga retrofit yang dilakukan lebih banyak dilakukan pada mekanikal, elektrikal seperti mengganti jenis lampu, jaringan nirkabel, sistem AC dan peralatan lain yang berlabel hemat energi.

Retrofit pada bidang arsitektur khususnya fasad saat ini lebih banyak dimanfaatkan untuk peremajaan dan perubahan citra bangunan. Manfaat fasad sebagai *filter* (Yeang:1995) belum begitu menjadi perhatian terutama kaitannya dengan penggunaan energi dan kenyamanan penggunanya. Pada gambar 1.4 di bawah ini terdapat beberapa contoh bangunan tinggi kantor yang telah berusia 16 hingga 40 tahun dan telah melakukan retrofit.



**Gambar 1. 4.** Bangunan Tinggi Kantor yang Sudah Melakukan Retrofit  
Sumber: Gedung punya cerita

Berikut ini retrofit arsitektur fasad yang dilakukan pada beberapa gedung diatas:

- Gedung BRI 1 yang terletak di Jalan Sudirman, Jakarta. Gedung ini telah melakukan retrofit fasad dengan cara menumpukkan fasad baru tepat diatas fasad yang lama tanpa memberikan ruang diantaranya. Hal ini menyebabkan penambahan panas karena adanya panas yang masuk ke dalam bangunan melalui konduksi.
- Gedung *Sampoerna Strategic Square* melakukan retrofit pada fasad, pengantiann Chiller AC dan sistem plumbing. Retrofit fasad yang dilakukan adalah dengan membuang logo gedung sebelumnya pada bagian kepala tower dan membuat desain podium yang menggabungkan kedua gedung tersebut. Fasad pada lantai tipikal tidak dilakukan perubahan karena dinilai sudah memenuhi persyaratan OTTV pada masa itu yaitu 45 Watt/m<sup>2</sup>.
- Gedung Mayapada melakukan retrofit fasad dengan mengganti material fasad dengan material yang lebih baru dan mengubah sedikit bentuknya agar bangunan terlihat kotak dan dirasakan lebih modern dari sebelumnya.
- Gedung HDI melakukan retrofit fasad dengan menambahkan material *perforated* diatas fasad yang lama sesuai dengan tema dari perusahaan.

Dari beberapa contoh bangunan diatas terlihat bahwa retrofit arsitektur fasad yang dilakukan lebih banyak menaruh titik berat pada citra, estetika dan kemoderenan dari sebuah bangunan sedangkan kinerja belum dijadikan

perhatian khusus dalam merancang retrofit fasad tersebut. Salah satu yang menjadi permasalahan adalah kesulitan dalam mensinergikan antara desain retrofit arsitektur fasad, konfigurasi elemen fasad dan besar penurunan transmisi panas yang dibutuhkan.

### **1.1.2. Fenomena Fasad Kaca pada Bangunan Tinggi Kantor**

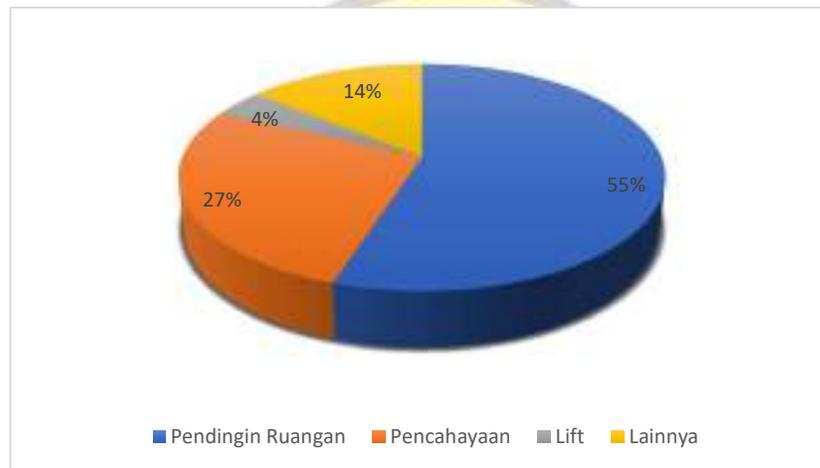
Fasad yang didominasi oleh kaca memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap besarnya panas yang masuk ke dalam bangunan dan mempengaruhi besarnya beban pendinginan AC sehingga meningkatkan konsumsi energi pada bangunan. Oleh karena itu penggunaan material kaca pada fasad bangunan perlu dipertimbangkan dengan baik untuk mengurangi panas yang masuk ke dalam bangunan (Purwanto;2017). Kesesuaian pemilihan material, besarnya bukaan, arah hadap bangunan, dan bentuk bangunan perlu diperhatikan untuk mengoptimalkan penggunaan energi pada gedung.

Pada era tahun 1990an bangunan tinggi dengan fasad kaca menjadi sangat populer dan banyak dipergunakan bagi bangunan tinggi kantor. Banyaknya penggunaan kaca pada fasad bangunan tinggi memberikan pengaruh baik kedalam maupun keluar bangunan. Salah satunya adalah besar penggunaan energi akibat banyaknya panas yang masuk melalui fasad dan besarnya panas yang dipantulkan ke lingkungan yang menyebabkan peningkatan suhu pada iklim mikro (Djarmika: 2019).

Saat ini besarnya panas yang masuk ke dalam bangunan diperhitungkan dalam OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) dan menjadi

salah satu prasyarat untuk Bangunan Gedung Hijau (BGH) yang tertuang dalam Permen PUPR No 21 tahun 2021. Aturan OTTV harus dibawah 35 Watt/m<sup>2</sup> ini berlaku bagi semua bangunan sehingga bangunan yang sudah ada perlu melakukan retrofit. Peraturan ini tertuang pada Permen PUPR No 16 tahun 2021 sebagai kriteria BGH yang harus dipenuhi.

Perencanaan fasad berperan penting untuk mengurangi besarnya panas yang masuk ke dalam bangunan, baik panas yang berasal dari sinar matahari langsung maupun tidak langsung. Suhu di dalam bangunan perlu diperhatikan



**Gambar 1. 5.** Komposisi Penggunaan Energi pada Gedung  
Sumber: [greenbuilding.jakarta.go.id](http://greenbuilding.jakarta.go.id)

untuk menjaga kenyamanan termal pengguna gedung agar tetap dapat bekerja dengan produktif (Satwiko, 2009). Oleh karena itu bangunan tinggi kantor menggunakan AC sebagai pengkondisian udara secara total di jam kerja kantor yang bersamaan dengan jam puncaknya panas matahari. Maka energi AC yang dipergunakan akan berkaitan erat dengan desain fasad bangunan. Berikut ini bagan yang menggambarkan pembagian penggunaan energi pada gedung, terlihat bahwa AC menggunakan energi paling besar dibandingkan dengan yang lainnya.

Dalam retrofit fasad yang perlu diperhatikan adalah besarnya pengurangan energi yang dipergunakan akibat dari retrofit yang dilakukan. Sedikit berbeda dengan bangunan baru dengan teknologi yang baru dan perhitungan yang benar sudah pasti akan menghasilkan energi yang efisien bahkan menuju ke arah *net zero and healthy building*. Bangunan tinggi kantor berdasarkan perhitungan finansial sebaiknya dipergunakan selama 50 tahun atau 100 tahun bagi bangunan monumental jadi bangunan tinggi yang sudah ada perlu melakukan retrofit fasad yang tepat sejalan dengan besar penghematan energi yang akan didapatkan.

### **1.1.3. Isu Penelitian**

Fasad merupakan bagian dari bangunan yang berhubungan langsung dengan alam, dan manusia. Fasad sebagai *surface and skin* menghubungkan alam, lingkungan dan manusia. Teknologi berperan menjadi jembatan yang menghubungkan relasi fasad baik dengan alam maupun manusia. Oleh karena itu fasad menjadi faktor penting untuk menciptakan kenyamanan bagi manusia didalamnya. Retrofit yang dilakukan pada bangunan bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi dan kinerja dari fasad bangunan (Douglas, 2006).

Arsitektur Fasad merupakan bagian bangunan yang terdiri dari material, konstruksi, dinding masif dan transparan, perbandingan dinding dan kaca serta pembayangan seperti sirip dan selubung ganda. Semua ini akan mempengaruhi besarnya panas yang masuk ke dalam bangunan. Perubahan dari faktor lingkungan dan perkembangan teknologi menyebabkan kurangnya

kinerja fasad berdampak pada konsumsi energi dan kenyamanan didalamnya. Retrofit fasad merupakan suatu bentuk respon terhadap perubahan dan perkembangan yang terjadi pada lingkungan dan manusia. Dengan perkembangan teknologi kenyamanan dan efisiensi energi pada gedung dapat ditingkatkan.

Retrofit fasad merupakan perbaikan kinerja fasad dengan batasan biaya dan struktur bangunan yang sudah ada. Perkembangan teknologi bangunan yang begitu pesat membantu proses retrofit menjadi lebih baik dan lebih mudah. Bagi bangunan sendiri retrofit fasad akan mempengaruhi besarnya panas dan cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan, hal ini akan mempengaruhi besarnya beban pendinginan AC. Bagi lingkungan retrofit fasad akan mempengaruhi wajah bagi lingkungan dan besarnya panas yang dipantulkan pada lingkungan sehingga mengakibatkan peningkatan iklim mikro (Kubota: 2019).

Jajaran bangunan tinggi kantor yang berjarak berdekatan satu sama lain akan memberikan pengaruh pada transmisi panas dan pembayangan. Panas yang dipantulkan diantara bangunan mengakibatkan penambahan transmisi panas melalui konduksi pada bangunan, sedangkan pembayangan dari bangunan sekitar. Pembayangan dari bangunan sekitar dapat dimanfaatkan dan diperhitungkan seperti penggunaan sirip horizontal untuk beberapa lantai tertentu tergantung dari jarak antar bangunan dan arah hadapnya (Jatmika:2020).

Saat ini retrofit arsitektur fasad dibutuhkan untuk memperbaiki kinerja, peremajaan penampilan, dan untuk memenuhi persyaratan yang berlaku

terkait persyaratan BGH. Apabila bangunan tinggi kantor di pusat bisnis seperti Jakarta menerapkan retrofit arsitektur fasad akan membentuk infrastruktur hijau yang akan memperbaiki keadaan lingkungan saat ini (Yeang: 2013).

Kondisi udara di kota besar seperti Jakarta mengalami permasalahan tingginya suhu udara dan polusi sehingga penggunaan AC pada gedung khususnya bangunan tinggi kantor menjadi utama. AC dipergunakan untuk menurunkan suhu menuju batasan suhu nyaman manusia dan menyaring udara sehingga udara didalam ruang menjadi nyaman. Kenyamanan termal diruang kantor sangat dibutuhkan untuk menjaga produktifitas penggunanya saat bekerja (Satwiko; 2005).

Oleh karena itu perencanaan retrofit arsitektur fasad harus dapat mendukung kebutuhan antara peraturan yang berlaku, kenyamanan termal pengguna gedung dan efisiensi energi. Ketiga rangkaian tersebut memiliki hubungan yang saling mempengaruhi dan perlu disikapi melalui desain retrofit arsitektur fasad yang sesuai. Pemilihan tindakan retrofit arsitektur fasad melalui konfigurasi elemen fasad menjadi penting dilakukan oleh perencana untuk memenuhi kebutuhan yang ada agar retrofit yang dilakukan dapat memberikan hasil yang optimal.

Isu retrofit fasad menjadi sebuah urgensi yang diperlukan oleh banyak bangunan tinggi kantor yang telah beroperasi saat ini. Retrofit sudah banyak dilakukan pada bangunan tinggi kantor untuk mencapai efisiensi energi, namun retrofit dari segi arsitektur belum banyak dilakukan. Retrofit arsitektur fasad memiliki potensi yang dapat menambah efisiensi energi dan juga

memenuhi prasyarat BGH. Diperlukan rumusan retrofit arsitektur fasad untuk menjadi acuan dalam melakukan retrofit arsitektur fasad, sehingga dapat mengoptimalkan efisiensi energi khususnya AC dan memenuhi prasyarat BGH.

## **1.2. Fokus Penelitian**

Panas yang berasal dari radiasi matahari merupakan salah satu faktor alam yang memberikan pengaruh terhadap kenyamanan termal di dalam bangunan. Kenyamanan termal tidak dapat diwakili oleh panas saja, namun terdapat faktor lainnya yang mempengaruhi yaitu faktor alam lainnya seperti kecepatan angin, kelembapan udara, suhu udara, suhu radiasi dan faktor manusianya. Bagi fungsi kantor faktor manusia terbatas dengan aktifitas yang serupa dan pakaian formal yang standar dipergunakan. Bangunan tinggi kantor di Jakarta menggunakan AC secara total disepanjang waktu operasional untuk menjaga kenyamanan penggunanya. Oleh karena itu besarnya transmisi panas yang masuk melalui fasad menjadi suatu hal penting yang perlu diperhatikan selain faktor lainnya seperti infiltrasi, dan perbedaan suhu diluar dan dalam bangunan.

Besarnya panas yang masuk kedalam bangunan dan akumulasi panas didalam bangunan mempengaruhi besarnya beban pendinginan bagi AC. Upaya efisiensi energi dengan mengurangi konsumsi energi yang dipergunakan untuk AC dapat dilakukan dengan mengurangi beban pendinginan AC. Pengurangan beban pendinginan AC dari dalam bangunan dapat dilakukan dengan penggantian peralatan yang dipergunakan, namun perubahan yang dilakukan akan sangat terbatas karena adanya faktor manusia yang tidak dapat diubah. Oleh karena itu

panas yang berasal dari luar bangunan sangat berpotensi untuk direduksi dalam mengurangi beban pendinginan AC.

Fasad merupakan bagian dari bangunan yang berhubungan langsung dengan panas yang terjadi luar dan dalam bangunan. Panas yang masuk ke dalam bangunan dapat berasal dari radiasi matahari secara langsung maupun tidak langsung dan dipengaruhi oleh bangunan tinggi sekitarnya yang berdekatan. Merujuk pada penelitian yang dilakukan sebelumnya, bahwa panas dan pembayangan yang berasal dari bangunan sekitarnya tidak berdampak signifikan terhadap penambahan panas ke dalam bangunan (Oktavia:2023). Oleh karena itu dalam penelitian ini panas dan pembayangan dari bangunan sekitar diabaikan.

Retrofit arsitektur fasad akan mempengaruhi besarnya panas dan cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan. Besarnya panas dan cahaya yang masuk ke dalam bangunan akan mempengaruhi penggunaan energi untuk AC dan pencahayaan buatan. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada bangunan tinggi kantor, pencahayaan buatan direncanakan dan dipergunakan secara penuh pada area kantor disepanjang waktu operasional. Beban pencahayaan buatan yang dipergunakan mengkonsumsi energi terbesar kedua setelah AC namun AC menggunakan energi yang jauh lebih besar. Retrofit yang dilakukan pada AC memberikan efisiensi yang lebih signifikan dibandingkan dengan pencahayaan buatan. Maka fokus penelitian ini diutamakan pada efisiensi energi AC sedangkan besarnya cahaya alami yang masuk akan ditambahkan sebagai optimalisasi dari penelitian saja.

Fasad merupakan bagian dari selubung. Selubung memiliki arti keseluruhan komponen yang melingkupi bangunan termasuk didalamnya fasad dan atap

bangunan dan segala sesuatu didalamnya seperti insulasi, konstruksi dan lainnya. Ruang lingkup selubung sangat luas dan berkaitan dengan banyak hal termasuk kedalamnya permasalahan teknis yang perlu ditangani oleh bidang keahlian lainnya. Retrofit pada selubung dapat dilakukan secara teknis tanpa berhubungan dengan bagian dari arsitektur sedangkan retrofit pada fasad adalah ruang lingkup arsitek yang tentunya akan mempengaruhi selubung secara teknis. Oleh karena itu dalam kaitannya dengan wajah bangunan dan transmisi panas maka retrofit arsitektur fasad lebih tepat bagi fokus bidang arsitektur

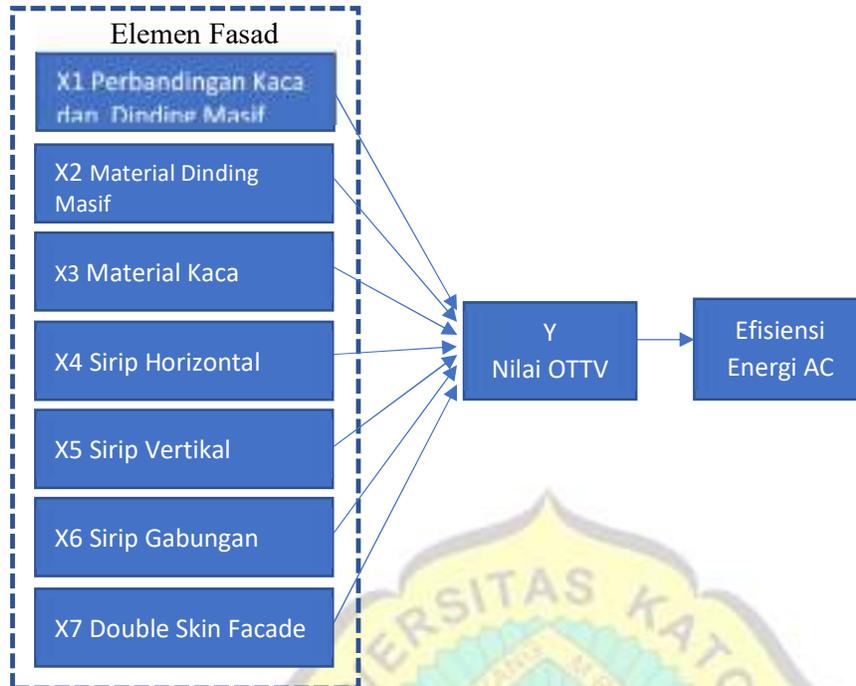
Berdasarkan fokus penelitian tentang retrofit fasad, transmisi panas melalui fasad dan energi AC maka studi kasus yang dipilih adalah bangunan tinggi kantor yang dibangun di era tahun 1990an karena memiliki permasalahan mengenai efisiensi energi, besarnya transmisi panas ke dalam bangunan dan umur bangunan yang lebih dari 20 tahun sehingga perlu melakukan retrofit arsitektur fasad. Objek studi yang dipilih adalah bangunan tinggi kantor dengan bentuk terpusat sebagai tipologi bangunan tinggi kantor paling banyak, berada di pusat bisnis Jakarta, memiliki iklim mikro yang lebih tinggi, dan menggunakan fasad *curtain wall*.

### **1.3. Hipotesis Penelitian**

Desain arsitektur fasad merupakan bagian dari bidang arsitektur yang sangat penting dalam retrofit karena memberikan pengaruh sebagai wajah bagi lingkungannya dan besarnya panas yang masuk kedalam bangunan. Konfigurasi elemen fasad seperti persentase kaca dengan dinding masif, pemilihan material kaca dan dinding masif, penggunaan pembayangan seperti sirip horizontal, vertikal dan gabungan serta penambahan fasad ganda atau *Double Skin Façade* akan menentukan besarnya panas yang masuk ke dalam bangunan. Berikut ini detail elemen fasad dan pengaruhnya terhadap transmisi panas:

- Persentase kaca dengan dinding masif ini diperhitungkan dalam OTTV sebagai nilai WWR (*Window to Wall Ratio*). Peningkatan nilai WWR akan memberi pengaruh pada peningkatan transmisi panas melalui radiasi yang masuk melalui kaca.
- Pemilihan material kaca memiliki nilai *Uvalue* yang merupakan kebalikan dari nilai fenestration, sehingga semakin kecil nilai *Uvalue* berarti semakin kecil panas yang diteruskan ke dalam bangunan. Selain itu kaca memiliki nilai SC (*Solar Correction*) yang merupakan nilai panas yang dipantulkan.
- Pemilihan material dinding serupa dengan material kaca. Dinding memiliki nilai *Uvalue* yang akan mempengaruhi besarnya panas yang masuk ke dalam bangunan.
- Penggunaan pembayangan seperti sirip horizontal, vertikal dan gabungan. Penambahan pembayangan ini akan mempengaruhi perubahan nilai SF (*Solar Fenestration*) yang semakin kecil sehingga dapat menurunkan nilai OTTV. Untuk sirip sendiri desain akan sangat mempengaruhi nilai SF, mulai dari sudut sirip (VSA, HSA) yang akan menentukan panjang sirip, kemiringan sirip, dan jarak antar sirip.
- *Double Skin Façade* atau Fasad Ganda ini mempengaruhi pada nilai SF dan *Uvalue* kaca yang akan menurunkan nilai OTTV. Penggabungan dua buah material fasad akan menentukan nilai *Uvalue* dan penentuan *cavity* atau jarak antara fasad lama dan fasad tambahan akan menentukan nilai SF.

Elemen fasad tersebut tidak hanya memberikan pengaruh terhadap nilai OTTV tetapi memberikan pengaruh yang sama dalam perhitungan beban pendinginan AC dalam rumus CLTD. Nilai OTTV dan nilai CLTD berbanding lurus, sehingga dengan adanya perubahan fasad melalui retrofit fasad akan memberikan pengaruh pada transmisi panas dan efisiensi energi AC. Dalam penelitian ini retrofit fasad arsitektur sebagai variabel bebas (X) dan transmisi panas adalah variabel terikat (Y). Elemen retrofit arsitektur fasad terdiri dari:



**Gambar 1. 6.** Hubungan antar Variabel dalam Penelitian

Berdasarkan uraian pada gambar 1.6 diatas dinyatakan hipotesis sebagai berikut:

- H1: Adanya pengaruh perbandingan kaca dan dinding atau WWR (X1) terhadap transmisi panas (Y)
- H2: Adanya pengaruh perubahan material dinding (X2) terhadap transmisi panas (Y)
- H3: Adanya pengaruh perubahan material kaca (X3) terhadap transmisi panas (Y)
- H4: Adanya pengaruh penambahan sirip horizontal (X4) terhadap transmisi panas (Y)
- H5: Adanya pengaruh penambahan sirip vertikal (X5) terhadap transmisi panas (Y)
- H6: Adanya pengaruh penambahan sirip gabungan (X6) terhadap transmisi panas (Y)
- H7: Adanya pengaruh penambahan selubung ganda atau DSF (X7) terhadap transmisi panas (Y)
- H8: Adanya pengaruh X1, X2, X3, X4, X5, X6 dan X7 secara terhadap transmisi panas (Y)

#### **1.4. Lingkup Objek Penelitian**

Dalam penelitian ini akan membahas pengaruh retrofit arsitektur fasad terhadap efisiensi energi AC melalui objek formal efisiensi energi dan objek material berupa bangunan tinggi kantor dengan bentuk terpusat di Kawasan Bisnis, Jalan Sudirman, Jakarta.

##### **1.4.1. Objek Formal Penelitian**

Objek formal penelitian mengacu pada isu penelitian yaitu mengenai retrofit arsitektur fasad. Dalam penelitian ini akan diujikan berbagai elemen fasad yang akan mempengaruhi transmisi panas ke dalam bangunan dan berdampak pada efisiensi energi. Maka elemen fasad berupa material, persentase bukaan, fasad ganda, dan sirip akan diujikan dan diteliti mengenai proses transmisi panas yang terjadi sehingga berhubungan dengan energi AC yang dipergunakan.

##### **1.4.2. Objek Material Penelitian**

Bangunan tinggi kantor merupakan fungsi bangunan yang mewakili permasalahan yang ada yaitu besarnya penggunaan energi, kenyamanan termal pada ruangan yang menggunakan AC dan kebutuhan retrofit fasad. Maka objek material yang dipilih adalah *Sampoerna Strategic Square* dan Gedung BRI II. Kedua bangunan ini dipilih karena memiliki karakteristik yang serupa dan letak serta orientasi bangunan yang sama. Perbedaan bangunan ini adalah banyaknya kaca yang dipergunakan pada fasad bangunan, yang memungkinkan adanya perbedaan pada penggunaan energi

pada gedung sehingga akan mempengaruhi tindakan retrofit arsitektur fasad yang akan dilakukan.

Objek material ini dipilih sesuai dengan kriteria yang ditentukan dan akan dilakukan analisis pengaruh retrofit fasad terhadap efisiensi energi AC. Selain itu Gedung Sampoerna telah melakukan retrofit sehingga dapat membandingkan retrofit dari sisi arsitektur dan bidang lainnya. Kedua objek ini juga akan dipergunakan untuk menjustifikasi hasil penelitian mengenai retrofit fasad dan pengaruhnya pada efisiensi energi AC.

#### **1.5. Kriteria Penentuan Lokasi dan Objek Penelitian**

Objek material yang digunakan dalam penelitian ini adalah bangunan tinggi kantor yang berada di pusat bisnis di Jalan Sudirman, Jakarta dengan denah terpusat. Penentuan kriteria terbagi menjadi dua kriteria yaitu umum dan khusus. Kriteria umum: (1) Lokasi sesuai dengan area pusat bisnis di Jakarta, (2) Bangunan tinggi kantor diwajibkan untuk retrofit BGH, (3) Area pusat bisnis memiliki permasalahan *Urban Heat Island*. Kriteria khusus bangunan tinggi kantor yang menjadi batasan kasus studi yaitu: (1) bangunan tinggi dengan denah terpusat, (2) telah dipergunakan lebih dari 20 tahun, (3) membutuhkan penghematan energi.

Penelitian ini menggunakan dua buah kasus studi yang mewakili purnarupa bangunan kantor yang paling banyak. Kasus studi ini akan dianalisa menggunakan matematika dalam proses simulasi dan statistik untuk menghasilkan matriks konfigurasi retrofit arsitektur fasad yang optimal untuk mengefisiensikan energi AC, sehingga dapat diterapkan bagi bangunan tinggi kantor lainnya yang memiliki purnarupa yang sama.

## **1.6. Pertanyaan Penelitian**

Melalui penjabaran latar belakang, isu dan fokus penelitian, dan hipotesis maka dapat disimpulkan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana korelasi antara retrofit arsitektur fasad dengan efisiensi energi AC?
2. Retrofit arsitektur fasad apakah yang signifikan dapat meningkatkan efisiensi energi AC?
3. Bagaimanakah perbandingan penghematan energi antara retrofit arsitektur fasad dengan retrofit pada bidang lainnya di bangunan tinggi kantor?

## **1.7. Maksud, Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Dalam penelitian pengaruh retrofit fasad bangunan tinggi kantor terhadap efisiensi energi memiliki maksud:

1. Mengevaluasi korelasi retrofit arsitektur fasad dengan efisiensi energi AC.
2. Merumuskan retrofit arsitektur fasad yang dapat meningkatkan efisiensi energi AC dengan signifikan.
3. Mengkaji tindakan retrofit arsitektur fasad dibandingkan dengan retrofit lainnya.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

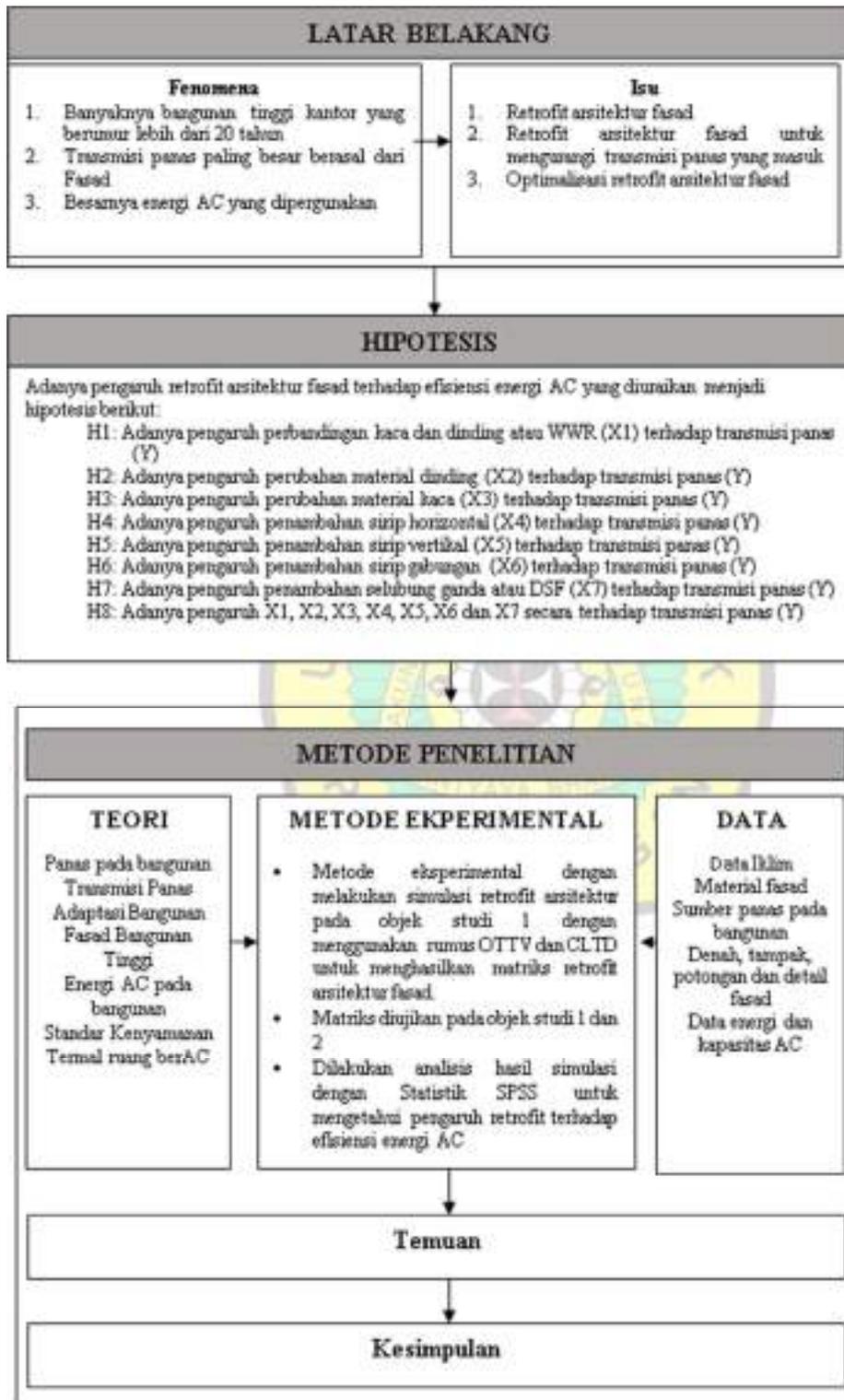
1. Mengembangkan teori retrofit arsitektur fasad yang berkaitan dengan termal pada bangunan tinggi dengan fungsi kantor di kawasan perkotaan.

2. Memecahkan permasalahan retrofit fasad untuk meningkatkan efisiensi energi pada gedung.
3. Mengelola dan mengembangkan metoda dalam penelitian retrofit arsitektur fasad pada bangunan lainnya.
4. Menghasilkan alat baca retrofit arsitektur fasad yang dapat diterapkan pada bangunan tinggi kantor lainnya di Jakarta.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti, sebagai awal mengembangkan ilmu pengetahuan mengenai retrofit fasad yang melibatkan lingkungan pada bangunan tinggi yang terfokus pada panas, khususnya bangunan tinggi kantor.
2. Bagi Akademisi, sebagai referensi yang dapat digunakan untuk perkembangan ilmu pengetahuan, terutama dalam bidang ilmu kenyamanan termal bangunan, teknologi bangunan, fisika bangunan dan studio perancangan.
3. Bagi Praktisi, sebagai referensi pustaka dan alat baca dalam merancang retrofit fasad bangunan tinggi kantor sesuai dengan besar efisiensi yang dibutuhkan.
4. Bagi pemangku kepentingan, sebagai referensi untuk melengkapi regulasi yang telah ada mengenai Fasad Bangunan dan Retrofit Bangunan Gedung Hijau.

## 1.8. Kerangka dan Alur Penelitian



Gambar 1. 7. Kerangka dan Alur Penelitian

## **1.9. Sistematika Penelitian**

Sistematika yang digunakan dalam penulisan disertasi ini sebagai berikut:

### **BAB 1 RETROFIT FASAD SEBAGAI ADAPTASI ARSITEKTUR**

Memaparkan mengenai latar belakang, fenomena dan isu penelitian, fokus penelitian, , hipotesis, pertanyaan penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, hipotesis penelitian, dan objek studi penelitian, kerangka alur penelitian serta sistematika penulisan.

### **BAB 2. RETROFIT ARSITEKTUR FASAD, PANAS DAN ENERGI AC**

Memaparkan mengenai literatur- literatur yang akan dikaji dalam penelitian, yaitu mengenai bangunan tinggi kantor, adaptasi bangunan, fasad, transmisi panas, energi AC dan kenyamanan termal manusia sebagai penggunanya.

### **BAB 3. METODE EKSPERIMEN DALAM RETROFIT FASAD**

Memaparkan mengenai metode penelitian yang dipergunakan dalam penelitian. Bab ini akan menjelaskan proses sebagai desain penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian, data yang dipergunakan, proses analisa serta penarikan kesimpulan untuk menghasilkan keluaran akhir.

### **BAB 4. SAMPOERNA STRATEGIC SQUARE DAN BRI II SEBAGAI OBJEK STUDI**

Memaparkan mengenai keseluruhan data yang didapatkan dari objek studi yang dipergunakan dalam penelitian. Data yang akan diperlihatkan berupa data proyek, data pengukuran, data penggunaan energi, gambar, kondisi lingkungan dan foto eksisting. Pada bab ini juga memaparkan hasil pengukuran lapangan dan

analisa awal pada objek studi yang nantinya akan dipergunakan sebagai pembandingan dengan hasil simulasi.

#### BAB 5. SIMULASI RETROFIT ARSITEKTUR FASAD

Memaparkan hasil simulasi yang dilakukan pada Gedung BRI II yang kemudian dirumuskan menjadi matriks retrofit arsitektur fasad. Pada bab ini juga akan terdapat pengujian matriks retrofit fasad pada Gedung *Sampoerna Strategic Square*.

#### BAB 6. ANALISA RETROFIT FASAD

Memaparkan penerapan hasil penelitian pada bangunan tinggi kantor BRI II dan Sampoerna Strategic Square sebagai objek studi. Dalam bab ini akan memaparkan hasil pengujian dengan menggunakan statistik SPSS dan dirumuskan hasil penelitian yang dilakukan.

#### BAB 7. KESIMPULAN

Memaparkan kesimpulan dan saran serta peluang untuk penelitian lanjutan yang dapat dilakukan untuk mengembangkan teori yang dihasilkan dari penelitian ini.