

SKRIPSI 48

**IMPLEMENTASI *DOUBLE SKIN FAÇADE* ADAPTIF
BI-METAL TERHADAP TEMPERATUR UDARA DAN
TEMPERATUR RADIASI RUANG DALAM
KONTEKS: KOTA BANDUNG**



**NAMA : HAPPY ANDRIANI NUGROHO
NPM : 2016420181**

PEMBIMBING: WULANI ENGGAR SARI, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-
PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN
Perguruan Tinggi No: 4501/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2019**

**BANDUNG
2020**

SKRIPSI 48

**IMPLEMENTASI *DOUBLE SKIN FAÇADE* ADAPTIF
BI-METAL TERHADAP TEMPERATUR UDARA DAN
TEMPERATUR RADIASI RUANG DALAM
KONTEKS: KOTA BANDUNG**



**NAMA : HAPPY ANDRIANI NUGROHO
NPM : 2016420181**

PEMBIMBING:

WULANI ENGGAR SARI, S.T., M.T.

**PENGUJI :
RYANI GUNAWAN, S.T., M.T.
YENNY GUNAWAN, S.T., M.A.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-
PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN
Perguruan Tinggi No: 4501/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2019**

**BANDUNG
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI
(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Happy Andriani Nugroho
NPM : 2016420181
Alamat : Jl. Bukit Jarian 5A, Bandung
Judul Skripsi : Implementasi *Double Skin Façade* Adaptif Bi-Metal terhadap
Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi Ruang Dalam

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 dikemudian 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 autoplagarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, Mei 2020



Happy Andriani Nugroho

Abstrak

IMPLEMENTASI *DOUBLE SKIN FAÇADE* ADAPTIF BI-METAL TERHADAP TEMPERATUR UDARA DAN TEMPERATUR RADIASI RUANG DALAM

Oleh
Happy Andriani Nugroho
NPM: 2016420181

Elemen pelingkup memiliki peranan penting dalam menciptakan kenyamanan termal dalam bangunan. Saat ini, elemen pelingkup bangunan tidak lagi sekadar membatasi ruang luar dan ruang dalam, melainkan juga mempengaruhi penggunaan energi pada bangunan. Dalam upaya meningkatkan kenyamanan termal serta efisiensi energi, elemen pelingkup bangunan perlu memiliki fleksibilitas untuk menyesuaikan diri sebagai respon terhadap perubahan cuaca dari luar bangunan. Salah satu inovasi terkait adalah penerapan *double skin façade* adaptif yang mampu berubah dalam waktu singkat sesuai dengan parameter yang dibutuhkan. Kemampuan merespon kondisi tersebut dapat berupa perubahan berdasarkan komponen penyusun, material elemen hingga sistem pengoperasian *double skin façade*. Meskipun beragam jenis *double skin façade* adaptif dikembangkan di seluruh dunia, *double skin façade* adaptif belum banyak diterapkan pada bangunan di wilayah beriklim tropis, seperti di Indonesia. Perbedaan karakter lingkungan dan cuaca pada iklim tropis memerlukan prinsip serta potensi desain yang berbeda pula. Diantaranya ialah temperatur udara serta radiasi matahari yang dapat dijadikan potensi sebagai penggerak elemen *double skin façade* adaptif menggunakan material yang mampu bereaksi terhadap energi panas. Salah satu material yang dapat dikembangkan sebagai elemen *double skin façade* adaptif adalah material bi-metal dengan kemampuan untuk merespon energi panas dan ketersediaan di pasaran. Untuk mendukung pengembangan inovasi ini, maka penelitian terkait implementasi *double skin façade* adaptif bi-metal terhadap temperatur udara dan radiasi ruang dalam perlu dilakukan, khususnya dengan mempertimbangkan konteks penggunaan di iklim tropis. Melalui penelitian ini akan diketahui efektivitas kinerja *double skin façade* adaptif bi-metal terhadap temperatur udara dan radiasi ruang dalam, yang merupakan faktor penentu kenyamanan termal.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode simulasi melalui perangkat lunak untuk memperoleh data terkait pengaruh penggunaan *double skin façade* adaptif bi-metal terhadap temperatur udara dan temperatur radiasi ruang dalam. Model simulasi terdiri atas model bangunan sederhana dan model *double skin façade* adaptif bi-metal. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil temperatur udara dan temperatur radiasi ruang dalam dengan dan tanpa penggunaan *double skin façade* adaptif bi-metal.

Melalui analisis yang dilakukan terhadap data simulasi, diperoleh hasil temuan bahwa penggunaan *double skin façade* adaptif bi-metal mampu menurunkan temperatur udara dan radiasi dalam ruang hingga sebesar 4% dan 3,68%, tetapi belum dapat memenuhi standar temperatur yang nyaman. Selain itu, jarak perletakan antara lapisan fasad eksternal dan bangunan juga mempengaruhi performa *double skin façade* adaptif bi-metal. Jarak optimum yang diperoleh dari simulasi adalah 1m dari bangunan.

Kata-kata kunci: *Double skin facade*, bi-metal, kenyamanan termal, temperatur udara, temperatur radiasi

Abstract

IMPLEMENTATION OF BI-METAL ADAPTIVE DOUBLE SKIN FAÇADE TO INDOOR AIR TEMPERATURE AND RADIANT TEMPERATURE

by

Happy Andriani Nugroho

NPM: 2016420181

Building envelopes have an important role in creating thermal comfort in buildings. At present, building envelopes no longer merely limit the outer and inner space, but also affect the energy use of buildings. In an effort to improve thermal comfort and energy efficiency, building envelopes need to have the flexibility to response changes in weather from outside the building. One related innovation is the use of adaptive double skin façade that is able to change in a short time according to the parameters needed. The ability to respond to these conditions can be in the form of changes based on the constituent components, element materials and operating system. Although various types of adaptive double skin façade are developed throughout the world, adaptive double skin façade has not been widely applied to buildings in tropical climates, such as in Indonesia. Differences in the character of the environment and weather in tropical climates require different principles and design potential. Among them are air temperature and solar radiation that can be used as potential activators for adaptive double skin façade elements using materials that are able to react to solar heat radiation. One material that can be developed as an adaptive double skin façade element is a bi-metal material with the ability to respond to thermal energy and availability on the market. As a support for the development of this innovation, research related to the implementation of bi-metal adaptive double skin façade on indoor air temperatures needs to be carried out, especially taking into account the context of tropical climates. Through this research, it will be known the effectiveness of the bi-metal adaptive double skin façade's performance on the air and radiant temperature, which are determinants of thermal comfort.

This research was conducted using a simulation method through software to obtain data related to the influence of the use of bi-metal adaptive double skin façade on indoor air temperature. The simulation model consists of building model and adaptive bi-metal double skin façade model. The analysis was carried out by comparing the results of indoor air temperatures with and without the use of a bi-metal adaptive double skin façade.

Through analysis of simulation data, the results show that the use of bi-metal adaptive double skin façade can reduce indoor air temperatures and radiation up to 4% and 3.68%, but has not been able to meet comfortable temperature standards. In addition, the distance between placement of the external facade layer and the building also affects the performance of bi-metal adaptive double skin façade. The optimum air gap distance obtained from the simulation is 1m from the building.

Keywords: *Double skin facade, bi-metal, thermal comfort, air temperature, radiant temperature*

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 kepustakaan 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 Fakultas Teknik Program Studi Arsitektur, Universitas 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 Wulani Enggar Sari, S.T., M.T., atas saran, pengarahan, masukan dan motivasi yang telah diberikan serta berbagai ilmu yang berharga.
- Dosen penguji, Ibu Ryani Gunawan, S.T., M.T. dan Ibu Yenny Gunawan, S.T., M.A. atas masukan dan bimbingan yang diberikan.
- Kepala Lab. Desain dan Bengkel Arsitektur Unpar, Ibu Yenny Gunawan, S.T., M.A., yang telah memberi izin dan masukan dalam mengerjakan model simulasi.
- Asisten Bengkel Arsitektur Unpar, yang telah memberi arahan dan bantuan dalam mengerjakan model simulasi skripsi.
- Orang tua yang telah memberikan semangat dan mendoakan selama proses pengerjaan skripsi.
- Sahabat-sahabat terkasih: Christine Stefanny, Safarah Putri, Vania, Anna Herluina, Chintya Fitriani, Hashina Azalia dan Ruth Meiliani, yang telah memberi semangat dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
- Teman-teman kelompok skripsi: Thomas Raffael, Hagai Gitri Batara, Gregorius Vincent dan Darrel Ivander, yang telah saling mendukung dan memberi masukan dalam proses pengerjaan skripsi.

Bandung, Mei 2020

Happy Andriani Nugroho

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
<i>Abstract</i>	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pertanyaan Penelitian.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6. Kerangka Penelitian.....	5
1.7. Sistematika Pembahasan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Kenyamanan Termal pada Bangunan.....	7
2.2. Temperatur Udara (Ta) dan Temperatur Radiasi (Tg).....	9
2.3. Strategi Meningkatkan Kenyamanan Termal.....	9
2.4. Arsitektur Adaptif.....	10
2.5. Fasad Adaptif.....	12
2.6. <i>Double Skin Façade</i>	14
2.7. Material Bi-Metal.....	16
2.8. Penelitian Terdahulu.....	18
2.9. Hipotesis.....	22
2.10. Kerangka Konseptual.....	22
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	23
3.1. Jenis Penelitian.....	23
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.3. Skenario Penelitian.....	24
3.4. Variabel Penelitian.....	25
3.4.1. Variabel Bebas.....	25

3.4.2. Variabel Terikat.....	25
3.5. Teknik Pengumpulan Data.....	25
3.5.1. Data Primer	26
3.5.2. Data Sekunder	27
3.6. Tahap Analisis Data.....	27
3.7. Tahap Penarikan Kesimpulan	27
3.8. Kerangka Metoda Penelitian	28
BAB 4 IMPLEMENTASI <i>DOUBLE SKIN FAÇADE</i> ADAPTIF BI-METAL TERHADAP TEMPERATUR UDARA DAN TEMPERATUR RADIASI RUANG DALAM	29
4.1. Data Temperatur	29
4.2. Eksplorasi Desain <i>Double Skin Façade</i>	30
4.3. Simulasi Model Bangunan.....	33
4.4. Simulasi Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal terhadap Model Ruang Dalam	35
4.4.1. Simulasi <i>Double Skin Façade</i> Tipe 1	37
4.4.2. Simulasi <i>Double Skin Façade</i> Tipe 2.....	38
4.4.3. Simulasi <i>Double Skin Façade</i> Tipe 3.....	38
4.5. Analisis Data.....	39
4.5.1. Analisis Penerapan Ragam Tipe <i>Double Skin Façade</i> Adaptif terhadap Temperatur Udara Ruang Dalam.....	39
4.5.2. Analisis Penerapan Ragam Tipe <i>Double Skin Façade</i> Adaptif terhadap Temperatur Radiasi Ruang Dalam	44
4.5.3. Korelasi Ragam Tipe <i>Double Skin Façade</i> Adaptif terhadap Temperatur Radiasi Ruang Dalam	49
BAB 5 KESIMPULAN.....	51
5.1. Kesimpulan	51
5.1.1. Pengaruh Penerapan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal terhadap Kondisi Temperatur Udara dan Radiasi Ruang Dalam ..	52
5.1.2. Korelasi Jarak Perletakan <i>Double Skin Façade</i> terhadap Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi Ruang Dalam	52
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Pembagian Sektor Penggunaan Energi terkait Emisi CO ₂	2
Gambar 1.2 Kerangka Penelitian	5
Gambar 2.1 Transfer termal dalam ruangan	8
Gambar 2.2 Tingkatan Strategi Desain untuk Mencapai Kenyamanan Termal.....	10
Gambar 2.3 Variabel Desain Arsitektur Adaptif.....	11
Gambar 2.4 Kategori Arsitektur Adaptif	11
Gambar 2.5 Karakter konsep fasad adaptif.....	13
Gambar 2.6 Penyaluran panas melalui (a) kaca lapis tunggal dan (b) <i>double skin facade</i>	14
Gambar 2.7 Pengaruh Ragam Jarak <i>Air Gap</i>	15
Gambar 2.8 Empat Tipe <i>Double Skin Façade</i> berdasarkan Pengaturan Interval Udara ...	16
Gambar 2.9 Ilustrasi material bi-metal saat kenaikan temperatur.....	16
Gambar 2.10 <i>Bimetallic strip thermometer</i>	17
Gambar 2.11 Perubahan elemen fasad instalasi Bloom akibat temperatur	17
Gambar 2.12 Urban Urchin.....	18
Gambar 2.13 Diagram Bi-metal Urban Urchin.....	18
Gambar 2.14 Tipe rancangan <i>double skin façade</i> adaptif	19
Gambar 2.15 Diagram Kerangka Konseptual	22
Gambar 3.1 Diagram Skenario Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Denah, Potongan dan Isometri Model Simulasi Tahap Pertama.....	24
Gambar 3.3 Denah, Potongan dan Isometri Model Simulasi Tahap Ke-Dua	25
Gambar 3.4 Titik Pengukuran pada Permukaan Bidang Kerja	26
Gambar 3.5 Kerangka Metoda Penelitian	28
Gambar 4.1 South East Asia Koppen Climate Classification	29
Gambar 4.2 Bandung Climate Graph.....	29
Gambar 4.3 Tipe rancangan <i>double skin façade</i> adaptif 1 berbentuk kotak	31
Gambar 4.4 Susunan Modul <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal pada Simulasi	31
Gambar 4.5 Isometri Model Bangunan.....	33
Gambar 4.6 Denah dan Potongan Model Bangunan.....	34
Gambar 4.7 Grafik Selisih Rata-rata Temperatur Udara Lingkungan dan Ruang Dalam Lantai 1	40

Gambar 4.8 Grafik Selisih Rata-rata Temperatur Udara Lingkungan dan Ruang Dalam Lantai 2	40
Gambar 4.9 Grafik Selisih Rata-rata Temperatur Udara Lingkungan dan Ruang Dalam Lantai 3	41
Gambar 4.10 Grafik Komparasi Selisih Temperatur Udara Ruang dalam dengan Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> pada Lantai 1	41
Gambar 4.11 Grafik Komparasi Selisih Temperatur Udara Ruang dalam dengan Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> pada Lantai 2	42
Gambar 4.12 Grafik Komparasi Selisih Temperatur Udara Ruang dalam dengan Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> pada Lantai 3	42
Gambar 4.13 Grafik Selisih Rata-rata Temperatur Radiasi Lingkungan dan Ruang Dalam Lantai 1	45
Gambar 4.14 Grafik Selisih Rata-rata Temperatur Radiasi Lingkungan dan Ruang Dalam Lantai 2	45
Gambar 4.15 Grafik Selisih Rata-rata Temperatur Radiasi Lingkungan dan Ruang Dalam Lantai 3	46
Gambar 4.16 Grafik Komparasi Selisih Temperatur Radiasi Ruang dalam dengan Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> pada Lantai 1	46
Gambar 4.17 Grafik Komparasi Selisih Temperatur Radiasi Ruang dalam dengan Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> pada Lantai 2	47
Gambar 4.18 Grafik Komparasi Selisih Temperatur Radiasi Ruang dalam dengan Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> pada Lantai 3	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komparasi karakteristik bentuk elemen <i>double skin façade</i> adaptif.....	19
Tabel 2.2	Perubahan Persentase Luas Bukaannya terhadap Kenaikan Temperatur Udara.....	20
Tabel 2.3	Perubahan Persentase Luas bukannya terhadap Kenaikan Temperatur Radiasi ...	21
Tabel 3.1	Pelaksanaan Penelitian.....	23
Tabel 3.2	Data Pengukuran Temperatur Udara dan Radiasi Ruang Dalam tanpa <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal.....	27
Tabel 3.3	Data Pengukuran Temperatur Udara dan Radiasi Ruang Dalam dengan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal.....	27
Tabel 3.4	Perbedaan Temperatur Udara/Radiasi Ruang Dalam akibat Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal.....	27
Tabel 4.1	Rata-rata Suhu Dan Kelembapan Udara Menurut Bulan Di Kota Bandung.....	30
Tabel 4.2	Temperatur Kota Bandung.....	30
Tabel 4.3	Perubahan Persentase Luas Bukaannya Elemen Fasad terhadap Kenaikan Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi	32
Tabel 4.4	Spesifikasi Simulasi Bangunan.....	34
Tabel 4.5	Data Pengukuran Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi pada Ruang Dalam tanpa <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal.....	35
Tabel 4.6	Tipe Fasad berdasarkan Jarak Perletakan terhadap Bangunan	36
Tabel 4.4	Spesifikasi Simulasi Bangunan.....	36
Tabel 4.7	Data Pengukuran Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi pada Ruang Dalam dengan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal Tipe 1	37
Tabel 4.8	Data Pengukuran Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi pada Ruang Dalam dengan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal Tipe 2	38
Tabel 4.9	Data Pengukuran Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi pada Ruang Dalam dengan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal Tipe 3	39
Tabel 4.10	Penurunan Temperatur Udara Ruang Dalam terkait Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal	43
Tabel 4.11	Data Pengukuran Temperatur Udara pada Ruang Dalam dengan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal	44
Tabel 4.12	Penurunan Temperatur Radiasi Ruang Dalam terkait Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal	48

Tabel 4.14 Perbandingan Temperatur Radiasi pada Ruang Dalam dengan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal.....	49
Tabel 4.13 Komparasi Penurunan Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi Ruang Dalam dengan Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal.....	50
Tabel 5.1 Komparasi Penurunan Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi Ruang Dalam dengan Penggunaan <i>Double Skin Façade</i> Adaptif Bi-Metal.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Temperatur Udara Ruang Dalam tanpa <i>Double Skin Façade</i>	57
Lampiran 2 Temperatur Udara Ruang Dalam dengan <i>Double Skin Façade</i> Tipe 1	61
Lampiran 3 Temperatur Udara Ruang Dalam dengan <i>Double Skin Façade</i> Tipe 2	66
Lampiran 4 Temperatur Udara Ruang Dalam dengan <i>Double Skin Façade</i> Tipe 3	70
Lampiran 5. Tabel Komparasi Potongan Vertikal Kontur Temperatur Udara.....	75
Lampiran 6. Tabel Komparasi Potongan Horizontal Kontur Temperatur Udara pada Bidang Kerja.....	79
Lampiran 7. Tabel Komparasi Temperatur Udara	83
Lampiran 8. Tabel Komparasi Temperatur Radiasi	87

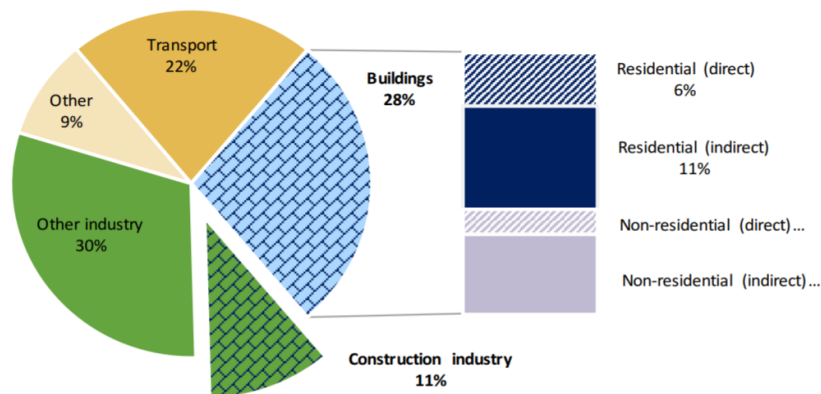
BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Elemen pelingkup memiliki peranan penting dalam menciptakan kenyamanan termal dalam bangunan. Sebagai permukaan terluar dari bangunan, elemen pelingkup merupakan bagian pertama yang bersentuhan dengan kondisi cuaca di luar bangunan. Inovasi teknologi elemen pelingkup bangunan semakin bervariasi terkait kemampuannya untuk menyesuaikan iklim yang beragam dan cuaca yang berubah-ubah pada lingkungan luar dengan kebutuhan kenyamanan penggunanya. Karena iklim dan cuaca sangat beragam, maka solusi desain elemen pelingkup juga bermacam-macam dengan tujuan utama mengumpulkan panas atau menghindari panas (Lechner, 2015). Saat ini, elemen pelingkup bangunan tidak lagi sekadar berfungsi untuk membatasi ruang luar dan ruang dalam, melainkan juga mempengaruhi penggunaan energi pada bangunan. Elemen pelingkup bangunan dapat menjadi salah satu elemen bangunan yang berhubungan dengan bagian bangunan lain, sehingga tidak dapat dipandang sebagai elemen yang berdiri sendiri pada bangunan, tetapi mampu terintegrasi dengan bangunan dan mempengaruhi performa bangunan.

Berdasarkan data dari *International Energy Agency* (2017) 28% penggunaan energi dan emisi karbon berasal dari kebutuhan bangunan, terutama hasil pemakaian alat: pengatur suhu ruangan, pemanas air dan listrik. Fenomena ini juga terjadi di Indonesia. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2017, sektor bangunan komersil, perkantoran dan hunian menghasilkan 6,96% emisi CO₂ di Indonesia. Penggunaan energi pada sektor bangunan terdiri atas 45-70% pemakaian alat pengkondisi udara, 10-20% pemakaian peralatan pencahayaan, 2-7% pemakaian lift dan eskalator, serta 2-10% penggunaan elektronik. Dengan mengoptimalkan performa pelingkup bangunan untuk menciptakan kenyamanan termal dalam bangunan, maka kebutuhan energi pada bangunan dapat direduksi seiring menurunnya kebutuhan penghawaan ruang mekanis.



Gambar 1.1 Diagram Pembagian Sektor Penggunaan Energi terkait Emisi CO₂
 (Sumber: IEA (2017), *World Energy Statistics and Balances*, IEA/OECD, Paris,
www.iea.org/statistics)

Ahmed et al. (2016) mengungkapkan salah satu strategi desain untuk meningkatkan performa bangunan adalah penerapan *double skin façade* yang mampu mengatur interaksi antara ruang luar dan ruang dalam bangunan. Pada prinsipnya, *double skin façade* disusun oleh tiga lapisan, yaitu: lapisan luar, lapisan interval berupa rongga udara dan lapisan dalam. Ketiga komponen penyusun tersebut mampu mengurangi penetrasi kondisi eksternal bangunan yang tidak diinginkan. Konsep *double skin façade* yang umum diterapkan ialah bertujuan mengalihkan panas dari luar ruangan agar tidak masuk ke dalam bangunan, melalui peningkatan ventilasi pada lapisan pelingkup bangunan. Kemampuan ini juga dapat menekan penggunaan sistem penghawaan mekanis dalam bangunan, sehingga akan berdampak pada penggunaan energi dalam bangunan.

Dengan kelebihan terkait kontribusi pada konservasi energi, beragam pengembangan dilakukan seiring meningkatnya minat penggunaan *double skin façade* pada bangunan. Sistem *double skin façade* diakui sebagai titik berangkat pengembangan strategi integrasi desain dalam menciptakan arsitektur berkelanjutan, khususnya pada bangunan bertingkat tinggi. Selain itu, *double skin façade* juga menjadi solusi desain untuk mengontrol kondisi termal pada berbagai iklim. Meski demikian, penerapan *double skin façade* juga memiliki tantangan tersendiri terkait kompleksitas kondisi termal serta karakter iklim pada tiap lokasi bangunan.

Seiring pengembangan *double skin façade*, upaya meningkatkan kenyamanan termal serta efisiensi energi juga memerlukan fleksibilitas pelingkup bangunan untuk menyesuaikan diri sebagai respon terhadap perubahan cuaca dari luar bangunan. Salah satu inovasi terkait adalah penerapan *double skin façade* adaptif yang mampu berubah dalam waktu singkat sesuai dengan parameter yang dibutuhkan. Kemampuan adaptasi

yang dimaksud dapat berupa perubahan berdasarkan komponen penyusun, material elemen hingga sistem pengoperasian *double skin façade*. Karakter adaptasi ini juga kerap dihubungkan dengan istilah responsif dan dinamis.

Ragam *double skin façade* adaptif telah dikembangkan di seluruh dunia, khususnya untuk menanggapi iklim sub-tropis. Dengan kebutuhan berbeda pada setiap musim, keberadaan *double skin façade* adaptif dapat menjadi solusi efektif untuk memperoleh performa bangunan yang optimum sepanjang tahun. Berbagai jenis penerapan *double skin façade* adaptif diantaranya meliputi: variasi fungsi bangunan, ukuran dan bentuk elemen, dimensi bangunan, tujuan penggunaan, kecepatan respon, hingga visibilitasnya (Loonen et al., 2015). Akan tetapi, *double skin façade* adaptif belum banyak dikembangkan pada bangunan di wilayah beriklim tropis, seperti di Indonesia.

Perbedaan karakter lingkungan dan cuaca pada iklim tropis memiliki prinsip serta potensi desain yang berbeda pula, diantaranya ialah temperatur udara yang cenderung hangat dan stabil sepanjang tahun. Berdasarkan strategi untuk menghindari panas, temperatur udara yang tinggi perlu dihindari agar kondisi termal di dalam ruang tetap terjaga dan nyaman untuk aktivitas pengguna. Di sisi lain, energi panas dapat dijadikan potensi sebagai penggerak elemen *double skin façade* adaptif menggunakan material yang mampu bereaksi terhadap udara panas. Contoh material yang berpotensi diaplikasikan sebagai elemen *double skin façade* adaptif adalah material bi-metal. Material bi-metal merupakan salah satu material yang memiliki kemampuan untuk merespon energi panas dengan cepat dan mudah ditemukan dipasaran, sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai alternatif elemen penggerak pada *double skin façade* adaptif.

Penelitian ini perlu dilakukan, khususnya untuk mengetahui penerapan *double skin façade* adaptif bi-metal pada ruang dalam dengan konteks tempat beriklim tropis. Temperatur udara ruang dalam yang dipengaruhi oleh penggunaan *double skin* merupakan faktor yang turut menentukan kenyamanan ruang dalam. Dengan demikian, melalui penelitian ini akan diperoleh informasi terkait kinerja *double skin* terhadap faktor penentu kenyamanan termal ruang dalam.

Terdapat penelitian sebelumnya yaitu “*Implementasi Elemen Double Skin Façade Adaptif Bi-metal untuk Merespon Temperatur Udara dan Temperatur Radiasi*” dengan konteks Kota Bandung oleh Joddy Jeremy tahun 2019.

1.2. Pertanyaan Penelitian

Penelitian ini berusaha mengetahui penerapan *double skin façade* adaptif bi-metal terhadap faktor kenyamanan termal ruang dalam, yaitu temperatur udara dan temperatur radiasi. Pertanyaan penelitian yang muncul antara lain sebagai berikut.

1. Bagaimana penerapan *double skin façade* adaptif bi-metal mempengaruhi kondisi temperatur udara dan temperatur radiasi pada ruang dalam?
2. Bagaimana jarak *double skin façade* adaptif bi-metal terhadap bangunan mempengaruhi temperatur udara dan temperatur radiasi pada ruang dalam?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui simulasi penerapan *double skin façade* adaptif bi-metal terhadap kondisi ruang dalam, khususnya temperatur udara dan temperatur radiasi. Hasil pengujian yang diperoleh bertujuan untuk mengetahui kinerja penerapan *double skin façade* adaptif terhadap temperatur udara dan temperatur radiasi pada ruang dalam, sebagai faktor kenyamanan termal ruang dalam.

1.4. Manfaat Penelitian

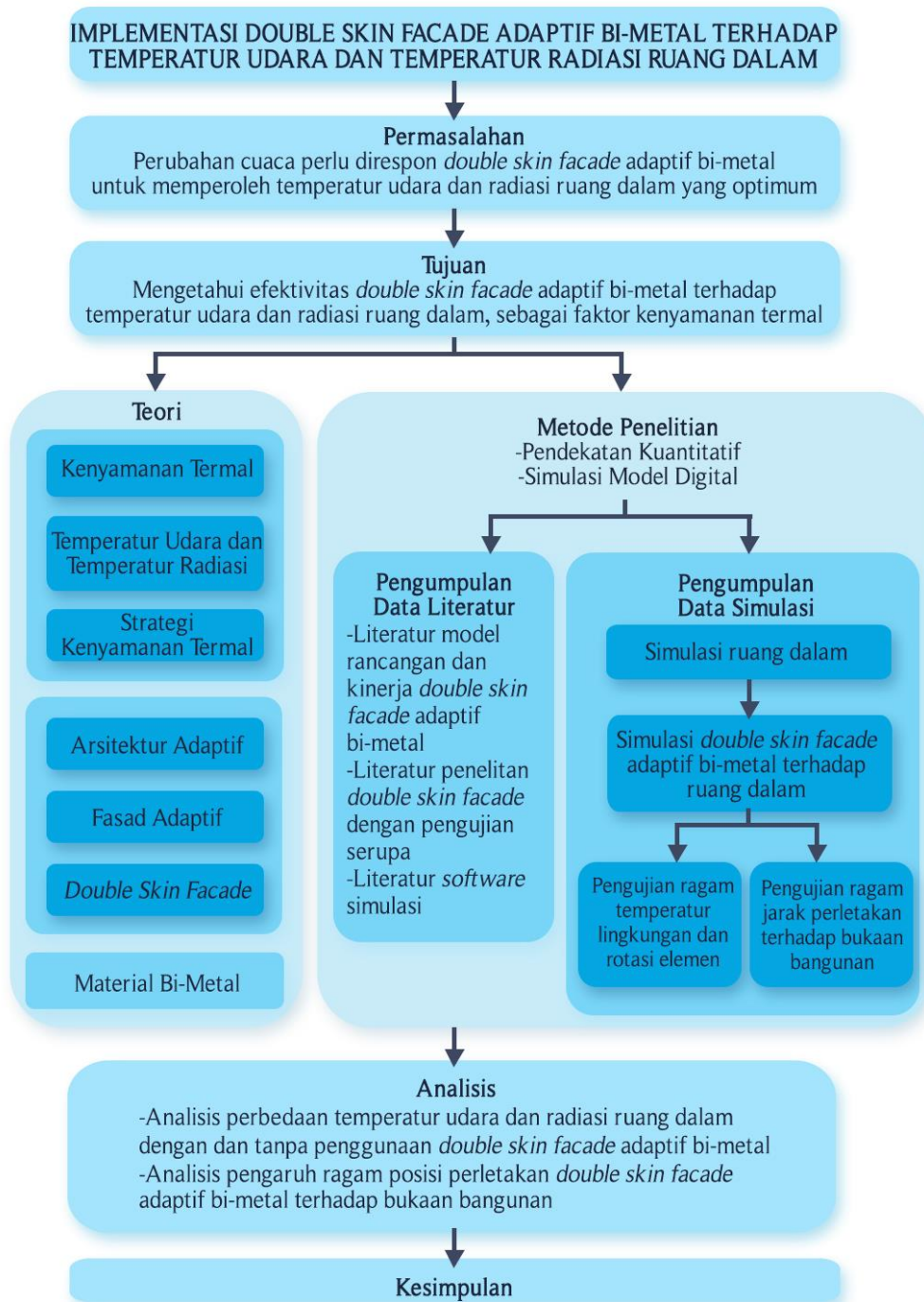
Seiring dengan bertumbuhnya kesadaran arsitektur berkelanjutan, maka perlu dikembangkan pula teknologi dan inovasi yang ramah lingkungan. Inovasi yang telah ada juga perlu diuji lebih lanjut agar penerapannya dapat efektif dan tepat guna, sehingga dapat mengoptimalkan performa bangunan. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk merancang elemen pelingkup bangunan yang responsif terhadap kondisi lingkungan sekitar.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Dengan pertimbangan pemilihan metode penelitian, serta ketersediaan data, ruang lingkup penelitian “Implementasi *Double Skin Façade* Adaptif Bi-Metal terhadap Temperatur Udara Ruang Dalam” dibatasi pada pembahasan berikut.

1. Lingkup pembahasan penelitian adalah kemampuan elemen *double skin façade* adaptif bi-metal mengurangi penetrasi udara panas dari lingkungan luar ke ruang dalam ruangan.
2. Lingkup pembahasan efektivitas *double skin façade* adaptif adalah perbedaan temperatur udara dan radiasi antara ruang luar dan dalam.
3. Lingkup pembahasan pengaruh posisi perletakan terhadap kinerja *double skin façade* adaptif bi-metal.

1.6. Kerangka Penelitian



Gambar 1.2 Kerangka Penelitian

1.7. Sistematika Pembahasan

Untuk mempermudah pemahaman, maka penulisan dalam penelitian ini dibagi menjadi bab dan sub-bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, permasalahan, tujuan, manfaat penelitian, kerangka penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab Tinjauan Pustaka berisi teori dan definisi yang akan menjadi landasan pada penelitian ini. Teori-teori tersebut diambil dari literatur yang berhubungan dengan penelitian dan dipilih bagian-bagian yang dibutuhkan di dalam penelitian ini.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini berisi tentang metode penelitian, jenis penelitian, waktu pelaksanaan penelitian, data yang dibutuhkan dan teknik pengambilan data dan teknik analisa datanya.

BAB IV: DATA DAN ANALISIS

Bab ini berisi hasil rincian data yang diperoleh dari simulasi beserta analisis data dan hasil analisis.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan hasil analisis dari bab sebelumnya.