

SKRIPSI 48

**PENERAPAN *DYNAMIC FACADE*
DENGAN SENSOR SUHU SEBAGAI UPAYA
MENINGKATKAN KENYAMANAN TERMAL
RUANG DALAM**



**NAMA : THOMAS RAFFAEL KWA
NPM : 2016420148**

PEMBIMBING: WULANI ENGGAR SARI, ST., MT

**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

**PENERAPAN *DYNAMIC FACADE*
DENGAN SENSOR SUHU SEBAGAI UPAYA
MENINGKATKAN KENYAMANAN TERMAL
RUANG DALAM**



**NAMA : THOMAS RAFFAEL KWA
NPM : 2016420148**

PEMBIMBING:

WULANI ENGGAR SARI, ST., MT

**PENGUJI :
RYANI GUNAWAN, ST., MT
YENNY GUNAWAN, ST., MA**

**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 : Thomas Raffael Kwa
NPM : 2016420148
Alamat : Jalan Harapan Baru Raya Blok C8 No.22, Bekasi Barat
Judul Skripsi : Penerapan *Dynamic Facade* dengan Sensor Suhu sebagai
Upaya Meningkatkan Kenyamanan Termal 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, April 2020



Thomas Raffael Kwa

Abstrak

PENERAPAN *DYNAMIC FACADE* DENGAN SENSOR SUHU SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KENYAMANAN TERMAL RUANG DALAM

Oleh
Thomas Raffael Kwa
NPM: 2016420148

Fasad merupakan salah satu elemen pada arsitektur yang memiliki peran terhadap kenyamanan termal ruang dalam bangunan. Fasad memiliki beragam bentuk dan jenis material yang mempunyai peranannya masing-masing. Seiring berkembangnya teknologi fasad dapat dikembangkan dengan bantuan teknik mesin, industri, maupun teknik komputer. Salah satunya adalah *dynamic facade* pada bangunan Al Bahar, Abu Dhabi yang menggunakan teknologi seperti *computer programming* untuk mengatur besar bukaan fasad terhadap iklim yang dibaca oleh sensor suhu yang memiliki dampak pengurangan panas pada ruang dalam bangunan dan pengurangan energi untuk keperluan penghawaan buatan / penyejuk ruangan. Bentuk yang diterapkan terinspirasi oleh motif Mashrabiya, yaitu kisi-kisi kayu ciri khas budaya arsitektur Islam. Bentuk lipatan segitiga yang dirancang dapat menutup dan membuka secara penuh untuk kepentingan visual pada ruang dalamnya. Diperkirakan fasad tersebut mampu mengurangi lebih dari 50 persen panas yang masuk dan mengurangi kebutuhan pendingin udara dalam gedung, menurut arsitek AEDAS dari jurnal Archdaily. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari cara kerja dari *dynamic facade* yang menggunakan teknologi komputer dan juga meneliti material yang efektif untuk digunakan pada iklim tropis Indonesia.

Penelitian menggunakan metode kuantitatif dan eksperimental rancangan maket fasad. Dilakukan eksperimen pembuatan maket fasad yang mampu bergerak serupa dengan pergerakan fasad Mashrabiya, Al Bahar yang membutuhkan program dan coding komputer untuk mendukung pergerakan yang adaptif terhadap iklim sekitar. Penelitian menguji pergerakan fasad terhadap temperatur panas matahari pada iklim tropis daerah sekitar Jakarta, data iklim diperoleh dari data BMKG. Pergerakan fasad yang terjadi pada saat uji coba merespon secara akurat dengan coding pada pemrograman yang telah ditetapkan sebelumnya, dan juga mampu merespon secara cepat.

Pergerakan fasad dibuat dan diuji menggunakan *microcontroller* Arduino Uno, komponen sensor suhu, dan rangka fasad dengan bentuk segitiga yang dapat melipat dan membuka secara penuh. Fasad mampu bergerak dengan bantuan *coding program* pada Arduino Uno dengan penjelasan coding secara sederhana yaitu, pada suhu $<27^{\circ}\text{C}$ akan melipat secara penuh, pada suhu $27^{\circ}\text{C} - 29,5^{\circ}\text{C}$ membuka setengah total luasan dan $>29,5^{\circ}\text{C}$ fasad membuka secara penuh. Pengukuran perubahan termal fasad menggunakan 2 material fasad yang umum digunakan di Indonesia, yaitu polikarbonat dan aluminium sheet yang memiliki bobot ringan yang sesuai untuk penggunaan arsitektur kinetik dan mampu menyaring iklim dari luar ke dalam ruangan yang mampu meningkatkan kenyamanan termal. Hasil pengukuran penyaringan panas pada fasad dibandingkan dengan 2 material berbeda tersebut untuk mencari tahu material yang optimal untuk digunakan pada fasad dinamis. Dari hasil pengukuran tersebut material polikarbonat lebih efisien untuk penggunaan fasad dinamis terhadap responnya kepada kenyamanan termal.

Kata-kata kunci: dinamis, fasad, termal

Abstract

IMPLEMENTATION OF DYNAMIC FACADE USING TEMPERATURE SENSOR TO INCREASE INDOOR THERMAL COMFORT

by

Thomas Raffael Kwa

NPM: 2016420148

Facade is one of the elements in architecture that has a role in the thermal comfort of spaces in buildings. Facades have a variety of shapes and types that have their respective roles. As the development of facade technology can be developed with the help of mechanical engineering, industrial, and computer engineering. One of them is the dynamic facade of the Al Bahar building, Abu Dhabi, which uses technology such as computer programming to regulate the size of the facade's opening to the climate which is read by heat sensors which has the effect of reducing heat on the building's interior and reducing energy for artificial ventilation / air conditioning purposes. The form of Al Bahar's facade was inspired by Mashrabiya's motif, which is a wooden lattice that is characteristic of Islamic architectural culture. The shape of the triangle folds that are designed can close and open fully for visual interest in the inner space. It is estimated that the facade is able to reduce more than 50 percent of incoming heat and reduce the need for air conditioning in buildings. The purpose of this research is to study the workings of dynamic facades that use computer technology and also examine effective materials for use in Indonesia's tropical climate.

This research used quantitative and experimental methods of facade mockup design. An experiment was made of facade mockups that were able to move similarly to the movements of the facade of Mashrabiya, Al Bahar, which required programs and computer coding to support movements that were adaptive to the surrounding climate. This study examined the movement of the facade against the temperature of the sun's heat in the tropical climate of Jakarta, climate data were obtained from BMKG's website. Facade movement that occurs in the testing of accurate answers to predetermined programming, and also able to respond quickly.

Facade movement is made and tested using Arduino Uno microcontroller, temperature sensor component, and a facade frame with a triangle shape that can fold and fully open. The facade is able to move with the help of the coding program on Arduino Uno with a simple coding explanation that is, at temperatures $<27^{\circ}\text{C}$ will fold fully, at temperatures $27^{\circ}\text{C} - 29.5^{\circ}\text{C}$ opens half the total area and, $>29.5^{\circ}\text{C}$ the facade fully opens. The measurement of facade thermal condition changes, used two facade materials that are commonly used in Indonesia, they are polycarbonate and aluminium sheet which have light weights that are suitable for the concept of kinetic architecture and also able to filter the climate from the outside into the indoor room which is able to increase thermal comfort. The results of heat filter measurements on the facade are compared with 2 different materials to find out the optimal material for use on dynamic facades. From the results of these measurements the polycarbonate material is more efficient for the use of dynamic facades toward its response to thermal comfort.

Keywords: *dynamic, facade, thermal*

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, ST., MT atas bimbingan, saran, pengarahan, dan masukan yang telah diberikan serta berbagai ilmu arsitektur dan ilmu terkait penelitian yang sangat berguna untuk kedepannya.
- Dosen penguji Ibu Ryani Gunawan, ST., MT., Ibu Yenny Gunawan, S.T., M.A., dan Bapak Suwardi Tedja atas masukan dan bimbingan yang diberikan selama sidang dan asistensi.
- Bapak Mangadar Situmorang Ph.D selaku Rektor Universitas Parahyangan, Bapak Dr. Rahadhian Prajudi Herwindo, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Bachtiar Fauzy, Ir., M.T. atas bantuan dana yang diberikan selama penelitian berlangsung.
- Orang tua dan kakak yang telah menyemangati dan mendoakan selama proses pengerjaan skripsi.
- Pak Cuncun selaku staff workshop/bengkel teknik Unpar yang telah menyisihkan waktu untuk membantu dalam pembuatan maket simulasi.
- Rafael Olsen jurusan Mekatronika Unpar 2016, yang membantu dalam merakit komponen dan *coding* untuk *programming* fasad.
- Gregorius Vincent dalam membantu pengukuran kenyamanan termal fasad.
- Kauthar Arifin, Christopher Sebastian, Leonardo Devin, Nathaniel Marvel Florentia Natalie, Ruth Wiyata dan Gregorius Vincent yang telah memberikan masukan dan membantu dalam proses pembuatan skripsi.
- Andreas Yordan, Sylvie Margaretha, Joshua Hendi, Friska Theora, Pieter Winata dan Deviona Nathania yang telah memberikan masukan dan memberikan tumpangan transportasi untuk pengerjaan skripsi ini.

Bandung, Mei 2020

Thomas Raffael kwa

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pertanyaan Penelitian.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6. Kerangka Penelitian.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Kenyamanan Termal.....	7
2.1.1. Definisi.....	7
2.1.2. Standar Kenyamanan Termal.....	8
2.1.3. Aspek yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal.....	8
2.2. Arsitektur Kinetik.....	9
2.2.1. Definisi Arsitektur Kinetik.....	9
2.2.2. Tipologi Arsitektur Kinetik.....	9
2.2.3. Tujuan Penerapan Arsitektur Kinetik.....	11
2.3. <i>Computer Programming / Coding</i>	12
2.3.1. Konsep Dasar <i>Programming</i>	12
2.3.2. Kategori <i>Programming</i>	12
2.4. Dynamic Facade.....	13
2.4.1. Arsitektur Adaptif.....	13
2.4.2. <i>Dynamic Facade</i>	18
2.5. Material.....	24
2.5.1. <i>Metal Sheet (Aluminium)</i>	24
2.5.2. <i>Polycarbonate</i>	26

2.6. Kerangka Konseptual Teori Penelitian	30
BAB 3 METODE PENELITIAN	31
3.1. Jenis Penelitian.....	31
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.2.1. Tempat Penelitian.....	31
3.2.2. Waktu Penelitian	32
3.3. Tahap Rancangan Dynamic Facade	32
3.3.1. Analisis Konteks Iklim.....	32
3.3.2. Penelitian Rancangan Bentuk Fasad	33
3.3.3. Computer Programming.....	33
3.4. Pengujian Rancangan <i>Dynamic Facade</i>	35
3.4.1. Bahan Kotak Uji Coba Fasad	38
3.4.2. Alat Ukur Penelitian.....	39
3.5. Teknik Analisis Data.....	40
BAB 4 PERGERAKAN DYNAMIC FACADE TERHADAP PERUBAHAN IKLIM.....	41
4.1. Data Iklim Kota Jakarta	41
4.2. Desain <i>Dynamic Facade</i> Al Bahar.....	43
4.2.1. Konsep Desain Dynamic Facade Al Bahar, Abu Dhabi.....	43
4.2.2. Analisis Teori pada Implementasi Desain Dynamic Facade	47
4.3. Komponen Fasad Al Bahar	50
4.4. Uji Coba Pemrograman Fasad	56
4.4.1. Pembuatan Computer Coding	56
4.4.2. Perakitan Komponen Mesin Maket Dynamic Facade	58
4.5. Rancangan Desain Maket Fasad	63
4.5.1. Diagram Alur Kerja Coding Fasad.....	66
4.6. Uji Coba Penggerak Fasad dengan Sensor Suhu	67
4.7. Analisis Fasad terhadap Perubahan Iklim Mikro	73
4.7.1. Analisis Pergerakan Fasad	73
4.7.2. Analisis Material Fasad.....	74
4.7.3. Peranan Perpaduan Kerja Mekatronika dalam Rancangan <i>Dynamic Facade</i>	76
4.7.4. Analisis Pergerakan Fasad terhadap Teori	79

BAB 5 KESIMPULAN.....	81
5.1. Kesimpulan.....	81
5.2. Saran	82
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. One Ocean, Korea.....	2
Gambar 1.2. Al Bahar Tower, Abu Dhabi.....	2
Gambar 1.3 Lokasi Uji Coba Fasad.....	5
Gambar 1.4 Kerangka Penelitian.....	6
Gambar 2.1 Embedded Kinetic Structures, Rotating House.....	9
Gambar 2.2 Deployed Kinetic Structures, Makkah.....	10
Gambar 2.3 Dynamic Kinetic Structures.....	10
Gambar 2.4 Tinjauan konsep karakterisasi untuk fasad adaptif.....	15
Gambar 2.5 Gambaran umum konsep karakterisasi fasad adaptasi.....	15
Gambar 2.6 Contoh Biomimetic Facade.....	20
Gambar 2.7 GreenPix – Zero Energy Media Wall, Beijing.....	21
Gambar 2.8 Responsive Facade, Arab World Institute; Yale Sculpture Building.....	22
Gambar 2.9 Smart facades.....	23
Gambar 2.10 Aluminium Metal Sheet.....	24
Gambar 2.11 Penerapan Metal Sheet sebagai Fasad.....	26
Gambar 2.12 Material Polycarbonate.....	27
Gambar 2.13 Contoh Penerapan Polycarbonate sebagai Fasad Bangunan.....	29
Gambar 2.14 Kerangka Konseptual.....	30
Gambar 3.1 Peta Indonesia (Red Mark Jakarta) (Google Maps).....	31
Gambar 3.2 Desain Dynamic Facade Al Bahar, Abu Dhabi.....	33
Gambar 3.3 Pengerjaan Programming menggunakan Arduino IDE.....	34
Gambar 3.4 Rangkaian listrik dan mesin dynamic facade.....	34
Gambar 3.5 Rancangan Kotak Uji Coba Dynamic Facade.....	35
Gambar 3.6 Isometri dan Denah Kotak Uji Coba.....	35
Gambar 3.7 Potongan Isometri Rancangan Kotak Uji Coba Dynamic Facade.....	36
Gambar 3.8 Foto Kotak Uji Coba.....	36
Gambar 3.9 Tahapan Penelitian.....	40

Gambar 4.1 Peta Kota Jakarta, Indonesia.....	41
Gambar 4.2 Kisi-Kisi Mashrabiya.....	43
Gambar 4.3 Pergerakan Dynamic Facade Al Bahar, Abu Dhabi.....	43
Gambar 4.4 Jarak Ruang Kosong Dynamic Facade Al Bahar, Abu Dhabi.....	44
Gambar 4.5 Fasad Utara dan Fasad Selatan Al Bahar Towers.....	45
Gambar 4.6 Potongan Prinsip Fasad Al Bahar.....	46
Gambar 4.7 Polytetrafluoroethylene (PTFE) Panel.....	47
Gambar 4.8 Ruang Dalam Perkantoran Al Bahar.....	48
Gambar 4.9 Respon Fasad terhadap Pergerakan Matahari.....	49
Gambar 4.10 Linear Actuator atau Hidrolik Sebagai Mesin Penggerak Fasad.....	50
Gambar 4.11 Bagian-Bagian Pada Dynamic Fasad Al Bahar.....	51
Gambar 4.12 Building Management System (BMS) pada Gedung Al Bahar.....	54
Gambar 4.13 Alur Kerja Dynamic Facade Al Bahar.....	55
Gambar 4.14 Coding Arduino UNO.....	56
Gambar 4.15 Coding Arduino UNO.....	57
Gambar 4.16 Komponen Mesin Maket Dynamic Facade.....	58
Gambar 4.17 Arduino UNO.....	59
Gambar 4.18 Sensor Temperatur.....	60
Gambar 4.19 Servo Motor.....	61
Gambar 4.20 Diagram Alur Kerja Fasad.....	66
Gambar 4.21 Kondisi Cuaca.....	69
Gambar 4.22 Grafik Hasil Penyaringan Temperatur Suhu Ruang Dalam.....	70
Gambar 4.23 Grafik Hasil Penyaringan Temperatur Radiasi Ruang Dalam.....	71
Gambar 4.24 Grafik Hasil Penyaringan Kelembaban Ruang Dalam.....	71
Gambar 4.25 Grafik Hasil Penyaringan pada Ruang Dalam.....	72
Gambar 4.26 Grafik Kenaikan dan Penurunan Iklim Mikro.....	72
Gambar 4.27 Material Fasad Polikarbonat dan Aluminium.....	75
Gambar 4.28 Perbandingan Fasad Bergerak Manual dan Otomatis.....	77
Gambar 4.29 Building Management System Al Bahar.....	78
Gambar 4.30 Coding Program dengan Arduino.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tahap Penelitian.....	32
Tabel 3.2. Tabel Perhitungan Fasad terhadap Ruang Dalam.....	37
Tabel 3.3. Tabel Perhitungan Fasad terhadap Ruang Dalam.....	37
Tabel 3.4. Tabel Perhitungan Fasad terhadap Temperatur Udara.....	37
Tabel 3.5. Tabel Perhitungan Fasad terhadap Temperatur Udara.....	37
Tabel 3.6. Bahan Kotak Uji Coba Fasad.....	38
Tabel 3.7. Keperluan Alat Ukur Penelitian.....	39
Tabel 4.1. Data Iklim 2018.....	42
Tabel 4.2. Bagian-Bagian Pada Fasad Al Bahar.....	52
Tabel 4.3. Pergerakan Servo Motor.....	62
Tabel 4.4. Bagian-Bagian Maket Dynamic Facade.....	64
Tabel 4.5. Pergerakan Maket Dynamic Facade.....	65
Tabel 4.6. Pergerakan Maket Dynamic Facade.....	67
Tabel 4.7. Pergerakan Maket Dynamic Facade.....	67
Tabel 4.8. Pergerakan Maket Dynamic Facade.....	68
Tabel 4.9. Pergerakan Maket Dynamic Facade.....	68
Tabel 4.10. Tabel Perhitungan Fasad terhadap Ruang Dalam.....	69
Tabel 4.11. Tabel Perhitungan Fasad terhadap Ruang Dalam.....	69
Tabel 4.12. Tabel Perhitungan Waktu Pergerakan Fasad.....	73
Tabel 4.13. Tabel Perbandingan Material Fasad.....	74
Tabel 4.14. Tabel Perbandingan Sifat Material Fasad.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 5.1 Bangunan Al Bahar, Abu Dhabi.....	85
Gambar 5.2 Pergerakan Pola Fasad Al Bahar.....	85
Gambar 5.3 Potongan Fasad Al Bahar.....	85
Gambar 5.4 Kotak Uji Coba Fasad yang Batal Digunakan.....	86
Gambar 5.5 Perhitungan Kenyamanan Termal Fasad.....	86
Gambar 5.6 Maket Fasad dan Komponen Perakitan.....	86

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Arsitektur selalu berkembang seiring perkembangan teknologi yang mampu memenuhi kebutuhan aktivitas maupun kenyamanan yang menjadi bagian dalam desain sebuah bangunan. Pada zaman arsitektur postmodern ini dan kemungkinan di zaman seterusnya arsitektur memadukan teknologi modern / mutakhir yang sesuai dengan perkembangan teknologi pada zamannya yang memudahkan penggunaannya dan menjadikannya nilai lebih yang bisa dijual kepada masyarakat. Dengan perpaduan teknologi, arsitektur tidak selalu berdiri secara statis tetapi bisa dinamis atau bergerak mengikuti permintaan penggunaannya ataupun merespon kondisi sekitar. Salah satu inovasi yang mulai berkembang adalah *dynamic facade* / fasad kinetik. Fasad kinetik merupakan teknologi dimana fasad memiliki kemampuan bergerak secara otomatis maupun dengan bantuan mesin dengan tujuan utama mengendalikan termal.

Pada zaman ini sedang berkembangnya konsep teknologi yang dipadukan dengan arsitektur seperti *smart building*, yang merupakan sistem bangunan yang menggunakan proses otomatis untuk mengontrol operasi gedung termasuk pemanasan, ventilasi, pendingin udara, penerangan, keamanan dan sistem lainnya secara otomatis. Bangunan cerdas pada penelitian menggunakan sensor, mesin aktuator, dan microchip untuk mengumpulkan data dan mengelolanya melalui bantuan komputer sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan. Sistem ini membantu pemilik, pengawas dan pengguna dalam menggunakan bangunan atas keandalan dan kinerja bangunan, yang mengurangi penggunaan energi, mengoptimalkan cara ruang digunakan dan meminimalkan dampak lingkungan dari bangunan.

Dynamic building / bangunan dinamis adalah hasil dari penelitian komponen bangunan inovatif, yang mampu berinteraksi dengan kondisi iklim dan mengatur aliran energi melalui permukaan bangunan. Dengan demikian, *smart building* adalah yang komponen eksternalnya menjadi elemen pengaturan diri dalam hal termal, memastikan kenyamanan dalam ruangan sekaligus mengurangi konsumsi energi. Aspek-aspek yang berkaitan dengan keberadaan material fasad pada suatu bangunan adalah aspek kenyamanan termal, pencahayaan alami dalam ruang, dan tentunya aspek sebagai ekspresi

bangunan berada pada lapisan terluar gedung. Dengan menerapkan fasad kinetik yang mampu bergerak untuk merespon iklim tersebut, bangunan menjadi lebih fleksibel sesuai keinginan penggunanya yang ingin bangunan dengan tampilan tertutup maupun terbuka.

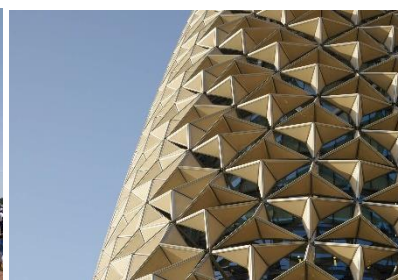
Struktur kinetik / bergerak bukanlah hal baru di bidang teknik lain, misalnya bidang mesin industri. Pengetahuan teknik, teori-teori ilmiah dan kekayaan pengalaman dapat digunakan dalam arsitektur untuk desain struktur kinetik. Dalam hal ini seharusnya sebagai arsitek yang mampu merancang sebuah bangunan ataupun sebuah kawasan bangunan tidak hanya terlena dengan kemampuannya sendiri, tetapi bisa bekerja sama dengan pihak lain yang mampu memadukan ilmu-ilmu yang ada untuk kepentingan manusia dan lingkungan.

Daerah Kota Jakarta memiliki iklim tropis lembab dengan suhu rata-rata maksimal saat siang hari adalah 40°C. Ciri-ciri iklim tropis tersebut sangat penting untuk diperhatikan oleh arsitek, karena dengan adanya iklim ini sangat mempengaruhi beberapa keputusan desain yang akan diambil oleh arsitek. Salah satu keputusan yang dipengaruhi oleh iklim ini adalah pemilihan bahan bangunan, terutama fasad bangunan, akan sangat menentukan tingkat keberhasilan desain tersebut terhadap pengaruh pencahayaan dan penghawaan ruang dalam. Kecenderungan arsitektur zaman sekarang ini menggunakan material kaca sebagai fasadnya yang dirasa kurang cocok untuk iklim tropis yang sinar matahari menghasilkan panas pada bangunan.



Gambar 1.1. One Ocean, Korea

Sumber : Pinterest (diakses pada 11 Januari 2020)
2020)



Gambar 1.2. Al Bahar Tower, Abu Dhabi

Sumber : Archdaily (diakses pada 11 Januari 2020)

Salah satu contoh fasad kinetik dengan teknologi terkini adalah pada bangunan Al Bahar mampu merespon kondisi matahari secara otomatis dengan bantuan sistem komputer yang mampu menerima respon melalui sensor suhu yang terpapar pada fasad. Diperkirakan fasad tersebut mampu mengurangi lebih dari 50 persen panas yang masuk dan mengurangi

kebutuhan pendingin udara dalam gedung.¹ Kelebihan yang dapat dimanfaatkan dari contoh *dynamic facade* pada gedung Al Bahar terhadap dampak lingkungan dan energi bangunan, penelitian ini berfokus pada pengujian teknologi dengan sistem komputer yang bisa digunakan untuk fasad dengan tujuan membantu pengenalan teknologi dan memberikan solusi terbaru untuk kenyamanan termal sebuah bangunan.

1.2. Pertanyaan Penelitian

Pada saat ini khususnya di Indonesia masih jarang ditemukan bangunan yang memadukan teknologi terkini untuk elemen bangunan. Fasad tidak selalu berdiri secara statis, dengan bantuan teknologi terkini fasad dapat bergerak merespon iklim yang ada di sekitarnya. Penggunaan fasad kinetik tersebut masih jarang ditemukan pada bangunan saat ini yang sebenarnya mampu mengurangi pengeluaran untuk energi listrik dari sebuah bangunan. Penelitian ini mempelajari bagaimana hal yang terkait dengan fasad kinetik, dan memunculkan beberapa pertanyaan antara lain:

1. Bagaimana cara kerja *dynamic facade* dengan menggunakan sistem *computer programming*?
2. Apa pengaruh penggunaan *dynamic facade* terhadap kenyamanan termal di iklim tropis Jakarta pada ruang dalam dengan penggunaan material yang berbeda?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mempelajari cara kerja fasad bergerak dengan sistem komputer yang dapat bekerja melalui respon dari panas matahari, sehingga penulis dapat memahami proses kerja fasad dinamis tersebut. Dengan mengetahui cara kerja teknologi fasad bergerak yang jarang diterapkan di Indonesia, hal ini dapat memperbaiki cara menanggapi iklim tropis terhadap kenyamanan termal bangunan. Selain itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek terhadap kenyamanan termal dari penggunaan *dynamic facade* dalam hal menangkal panas sinar matahari yang berdampak pada tingkat kenyamanan termal ruang dalam, dengan membandingkan 2 material yang digunakan pada uji coba fasad.

¹ Archdaily, <https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas> (diakses pada 12 Januari 2020).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan bermanfaat untuk pihak-pihak sebagai berikut:

Bagi Pihak Arsitek

- Menambah pengetahuan mengenai penerapan teknologi dengan sistem komputer untuk rancangan fasad bergerak sebagai elemen arsitektur kinetik yang dapat menghemat penggunaan energi pada ruang dalam bangunan.
- Mendukung konsep arsitektur berkelanjutan yang efisien dalam penggunaan energi dan mengurangi dampak kerusakan lingkungan melalui bantuan teknologi sistem komputer.
- Mendorong untuk berkolaborasi dengan pihak atau bidang lain yang bisa dipadukan dengan arsitektur yang berguna bagi efisiensi energi bangunan.

Bagi Penulis dan Pihak Lain

- Menambah wawasan melalui pembelajaran cara kerja *dynamic facade* dengan bantuan mesin dan coding komputer terhadap isu penghematan energi pada bangunan.

Bagi Penelitian Serupa

- Dapat menjadi ide maupun referensi untuk melakukan penelitian terkait dengan bantuan teknologi yang lebih canggih pada zaman mendatang.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembahasan sebagai berikut:

1. Lingkup pembahasan penelitian adalah kinerja *dynamic facade* yang bekerja dengan sistem komputer, sensor suhu dan mesin penggerakannya. Selain itu juga mempertimbangkan material yang dapat digunakan sebagai *dynamic facade*.
2. Lingkup pembahasan hasil kerja *dynamic facade* terhadap perubahan bentuk *dynamic facade* dan kenyamanan termal pada ruang dalam bangunan dengan aspek temperatur suhu, temperatur radiasi, kelembaban udara, dan kecepatan udara.

3. Lingkup area eksperimen

Uji coba dynamic fasad ini dilakukan pada konteks tempat iklim tropis hangat lembab pada kawasan Jakarta Timur yang memiliki suhu terpanas saat siang hari yaitu 37-39°C.

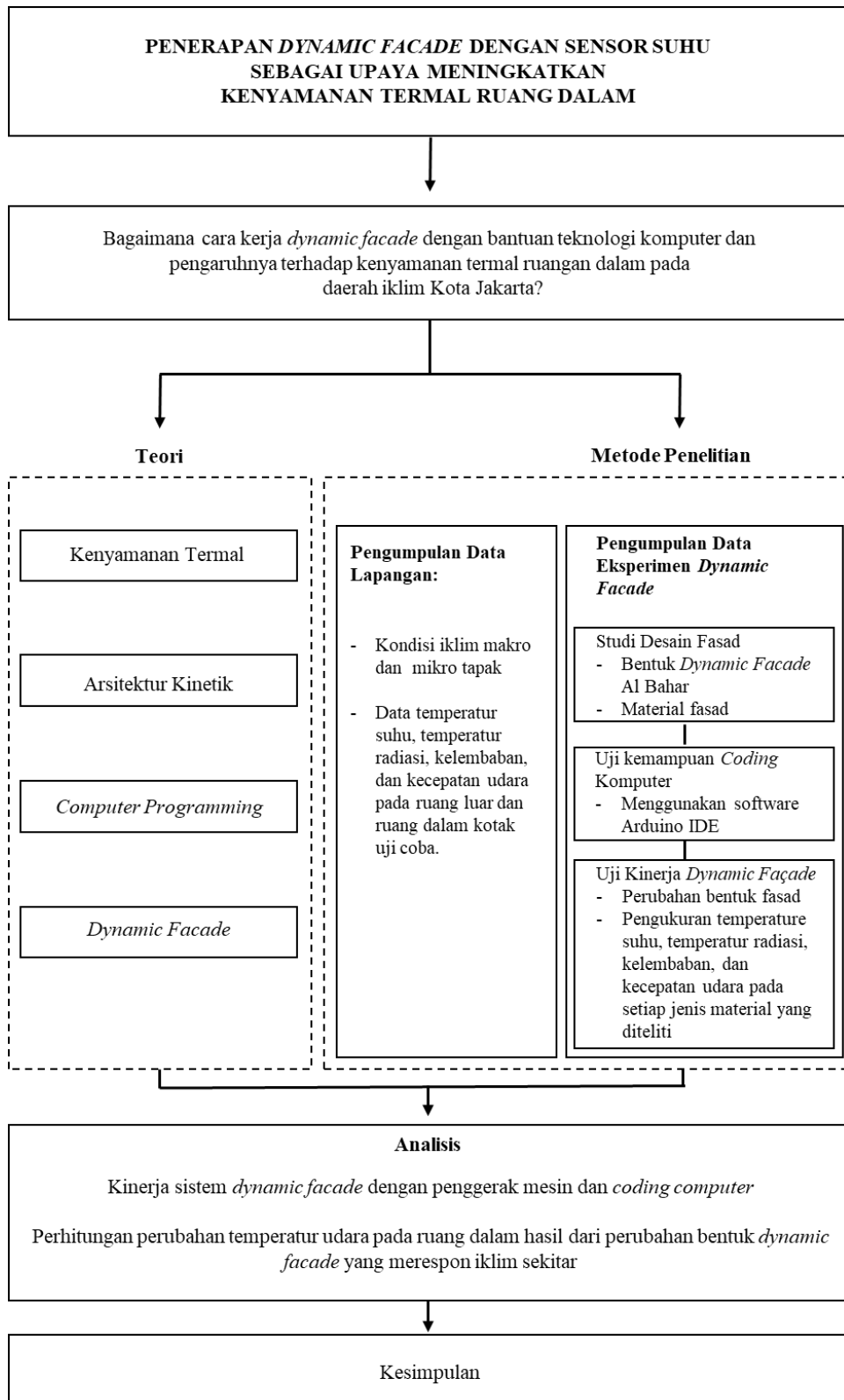


Gambar 1.3 Lokasi Uji Coba Fasad

Lokasi Bangunan : Jl. I Gusti Ngurah Rai, Klender, Kec. Duren Sawit, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13470

Tinggi Bangunan : 3 Lantai (9 meter)

1.6. Kerangka Penelitian



Gambar 1.4 Kerangka Penelitian