

SURAT TUGAS

No. : 0364.A/B.7/FAD/VI/2019

Dekan Fakultas Arsitektur dan Desain Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, memberikan tugas kepada:

- Nama : Bonifacio Bayu S, ST.,MSc
Gustav Anandhita, ST.,MT.
Prof. Dr.-Ing. LMF. Purwanto
Oei,Natalia Destian S (15.A1.0077)
- Status : Dosen dan mahasiswa Fakultas Arsitektur Dan Desain
Unika Soegijapranata - Semarang
- Tugas : Penelitian : Penerapan Rancangan Fasad Biometik
sebagai Ekspresi Bentuk Dinamis melalui Metode
Pencarian Bentuk Algoritma
- Waktu : 01 Oktober 2018 s/d 30 Juli 2019
- Lain-lain : Harap Melaksanakan Tugas dengan penuh rasa tanggung
jawab, dan memberikan laporan setelah tugas selesai

Demikian Surat Tugas ini untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 20 Juni 2019

Dekan,



Dra. B. Tyas Susanti, MA, PhD
NIDN. 0626076501

LAPORAN PENELITIAN
**PENERAPAN RANCANGAN *FASAD BIOMIMETIK* SEBAGAI
EKSPRESI BENTUK DINAMIS MELALUI METODE PENCARIAN
BENTUK ALGORITMA**

**Studi Kasus: Fasad Bangunan Gedung *Hendricus Constant*,
Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang**



Oleh :

Bonifacio Bayu Senasaputro, ST, M.Sc

NPP. 581 2018 323

Gustav Anandhita, ST, MT

NPP. 581 2016 306

Prof. Dr-Ing. LMF. Purwanto

NPP. 0581 1997 210

**FAKULTAS ARSITEKTUR DAN DESAIN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA SEMARANG
TAHUN 2019**

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN INTERNAL UNIKA SOEGIJAPRANATA**

1. Judul Penelitian : **Penerapan Rancangan Fasad Biomimetik sebagai Ekspresi Bentuk Dinamis melalui Metode Pencarian Bentuk Algoritma**
2. Kode / Nama Rumpun Ilmu : -
3. Ketua Peneliti
 - a. Nama : Bonifacio Bayu Senasaputro, ST, M.Sc / L
 - b. NIDN : 03 181183 02
 - c. Jabatan Fungsional : Dosen / Tenaga Pengajar
 - d. Program Studi : Arsitektur
 - e. Nomor HP : 0813 9180 4974
 - f. Alamat Surel (*e-mail*) : bonifacio_bayu@unika.ac.id
4. Anggota Peneliti (1)
 - a. Nama Lengkap : Gustav Anandhita, ST, MT
 - b. NIDN : 06 221089 04
 - c. Perguruan Tinggi : Unika Soegijapranata Semarang
5. Anggota Peneliti (2)
 - a. Nama Lengkap : Prof. Dr-Ing. LMF Purwanto
 - b. NIDN : 06 020668 01
 - c. Perguruan Tinggi : Unika Soegijapranata Semarang
6. Anggota Peneliti (3) – Mahasiswa
 - a. Nama Lengkap : Oei, Natalia Destian S.
 - b. NIM : 15.A1.0077
 - c. Perguruan Tinggi : Unika Soegijapranata Semarang
7. Lama Penelitian Keseluruhan : 6 (enam) bulan
8. Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 5.000.000,- (terbilang : Lima Juta Rupiah)
9. Biaya Penelitian
 - dana internal PT : Rp. 2.500.000,-
 - sumber dana lain : Rp. 2.500.000,- (sponsor)

Semarang, 8 Juli 2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Arsitektur dan Desain

Dra. B. Tyas Susanti, M.A, Ph.D.

NPP. 058 1 1989 083

Ketua Peneliti

Bonifacio Bayu S., ST, M.Sc

NPP. 581 2018 323



BERITA ACARA PENELITIAN
FAKULTAS ARSITEKTUR DAN DESAIN
UNIKA SOEGIJAPRANATA SEMARANG

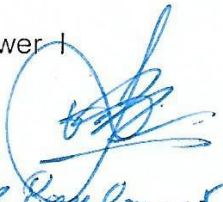
Hari ini... GENIN ...tanggal... DELAPAN ... telah dilakukan review
penelitian dengan judul
DENERAPAN RANCANGAN FASAD BIOMIMETIK
SB0 Ekspresi BTZ Dikami's melalui pencari
Yang disusun oleh :
Ketua : BONFACIO BAYU S. ST. MSc ^{BENTUK ALGORITMA}
Anggota : GUSTAV A, ST. MT.

Hasil Review :

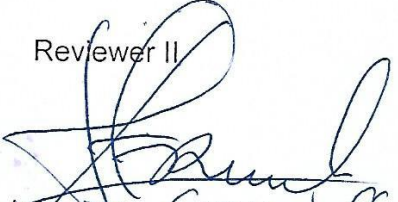
- perlu di hoji lebih dalam ny responsive kecepatan dari sistem digital ke modul.
- kecepatan pemasangan modul pada letak fasad, paparan sinar, suhu dll.
- perlu bagian sederhana ny menentukan dimensi modul.
- bagian respon lebih pada kondisi lingkungan mil keluar/jam / kalender

Semarang,

Reviewer I


(N.P. Salsabing)

Reviewer II


(K. Pratiwi Saryani SE.B, MT)

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Pengesahan	2
Berita Acara Penelitian	3
Daftar Isi	4
Daftar Gambar	6
Daftar Tabel	7
Ringkasan	8
BAB 1 PENDAHULUAN	9
1.1. Latar Belakang	9
1.2. Pertanyaan Penelitian	11
1.3. Tujuan Penelitian	11
1.4. Manfaat Penelitian	12
1.4.1. Bagi Ranah Keilmuan Arsitektur	12
1.4.2. Bagi Rumpun Pengembangan Ilmu Arsitektur	12
1.5. Luaran Penelitian	12
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Rancangan Biomimetik	13
2.2. Fasade Sebagai Elemen Desain Arsitektur	13
2.2.1. Jenis - jenis Fasade	15
2.2.2. Komposisi Fasade	17
2.2.3. Ekspresi dan Karakter Fasade	18
2.3. Rancangan Algoritma (Parametrik) sebagai Proses Generatif	19
2.4. Rancangan Fasade Dinamis	20
2.4.1. Konsep Dasar	20
2.4.2. Rancangan Fasade Dinamis Melalui Parametrik	21
2.4.3. Jenis - jenis Fasad Dinamis	23
2.5. Teknologi Komputasi	28
2.5.1. Pengertian Komputasi	28

2.5.2. Program (<i>Software</i>) yang Digunakan	28
2.5.3. <i>Generative Algorithm</i>	31
2.6. Teknologi Komputasi	31
2.6.1. <i>Snapping Facade</i>	31
2.7. Keaslian Penelitian	32
BAB 3 METODE PENELITIAN	38
3.1. Metode Penelitian	38
3.2. Subjek / Lokus Penelitian	38
3.3. Pengambilan Data	38
3.4. Metode Eksperimental	39
3.5. Instrumen Penelitian	39
3.6. Analisis Data	39
3.7. Prosedur Penelitian	40
3.8. Alur Pikir	41
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	42
4.1. Data Fasad Eksisting	42
4.2. Eksperimen Fasad melalui Komputasi	44
4.2.1. Permodelan <i>Snapping Façade</i>	44
4.2.2. Perubahan Bukaannya Kipas	49
4.3. Pembahasan Hasil Eksperimen Komputasi	50
4.3.1. Shading dan Tingkat Visibilitas	50
4.3.2. <i>Attractor</i>	52
4.3.3. Analisis Pengaruh <i>Snapping Façade</i> terhadap Radiasi dan Pembayangan	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran	58
BAB 6 ANGGARAN DAN JADWAL PENELITIAN	60
6.1. Anggaran Penelitian	60

6.2. Jadwal Penelitian	62
------------------------	----

DAFTAR PUSTAKA	63
-----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Instalasi Bangunan dengan Rancangan Biomimetik	13
Gambar 2.2. Penerapan Rancangan Biomimetik pada Fasad Bangunan	14
Gambar 2.3. Bangunan Gedung dengan Fasad <i>Curtain Wall</i>	15
Gambar 2.4. Penerapan Fasad <i>Curtain Wall</i> yang Berfungsi sebagai <i>Sun-Shading</i>	15
Gambar 2.5. Bangunan Gedung dengan Fasad <i>Metal Cladding</i>	16
Gambar 2.6. Komponen Fasad <i>Metal Cladding</i>	16
Gambar 2.7. Bangunan Gedung dengan Fasad <i>Secondary Skin</i>	17
Gambar 2.8. Fasade Bangunan berfungsi sebagai <i>Photovoltaic</i>	23
Gambar 2.9. Kiefer Technic Showroom	24
Gambar 2.10. Institute du Monde Arab, Paris	25
Gambar 2.11. Menara Al Bahr, Abu Dhabi, 2012	25
Gambar 2.12. Konsep ‘Mashrabiya’	26
Gambar 2.13. Universitas Henning Larsen, Denmark	27
Gambar 2.14. Brisbane Domestic Terminal Carpark, Australia	27
Gambar 2.15. Proses Teknologi Komputasi	30
Gambar 2.16. Prinsip Kerja <i>Snapping Facade</i>	32
Gambar 2.17. Simulasi Radiasi yang diterima Oleh Bangunan Gedung	33
Gambar 2.18. Alternatif Desain <i>Sun Shading</i>	34
Gambar 3.1. Bagan Alur Pikir	41
Gambar 4.1. Gedung Hendricus Constant – Sayap A	42
Gambar 4.2. Gambar Denah dan Potongan Gedung Hendricus Constant – Sayap A	43
Gambar 4.3. Gambar Tampak Gedung Hendricus Constant – Sayap A	43
Gambar 4.4. Permodelan Snapping Facade untuk Gedung HC – Sayap A	44
Gambar 4.5. Algoritma yang Digunakan untuk Permodelan Snapping Fasade	44
Gambar 4.6. Algoritma di dalam Program Grasshopper	45
Gambar 4.7. Pola 1 Snapping Facade	46

Gambar 4.8. Algoritma dalam Program Grasshopper	46
Gambar 4.9. Pola 2 Snapping Facade	47
Gambar 4.10. Algoritma untuk Membentuk Rangka Badan Kipas	47
Gambar 4.11. Pola 1 Rangka Badan Kipas	48
Gambar 4.12. Algoritma dalam Program Grasshopper untuk Membentuk Rangka Badan Kipas	48
Gambar 4.13. Pola 2 Rangka Badan Kipas	48
Gambar 4.14. Algoritma dalam Program Grasshopper untuk Membentuk Bidang Badan Kipas	49
Gambar 4.15. Shading yang Dihasilkan dari Permodelan Snapping Facade	52
Gambar 4.16. Tingkat Visibilitas Pengguna di Salah Satu Titik Gedung HC	52
Gambar 4.17. Hasil Permodelan Snapping Facade menggunakan <i>Attractor</i>	53
Gambar 4.18. Algoritma pada Program Grasshopper menggunakan <i>Attractor</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hasil Studi Pembayangan pada 4 Alternatif Fasade	35
Tabel 2.2. Hasil Studi Tampilan pada 4 Alternatif Fasade	36
Tabel 4.1. Skema Perubahan Bentuk pada Kipas	50
Tabel 4.2. Analisis Radiasi dan Pembayangan <i>Snapping Facade</i>	55

Ringkasan

Fasad atau perwajahan pada bangunan merupakan salah satu elemen bangunan yang memiliki daya tarik visual baik sebagai eksterior (ruang luar) maupun interior (ruang dalam). Di dalam penerapannya, tampilan visual bangunan yang atraktif mampu memperkuat citra dari fungsi yang diwadahi. Salah satu upaya untuk memperkuat citra tampilan bangunan adalah melalui penerapan fasad yang dinamis. Arsitektur Biomimetika merupakan salah satu wujud arsitektur yang meniru prinsip yang terdapat dari alam, untuk diterapkan di dalam komponen rancangan Arsitektur. Salah satu keunikan prinsip biomimetika yang diterapkan pada Arsitektur adalah, ketika makhluk hidup mengalami adaptasi ketika menerima rangsang dari faktor luar, atau yang dikenal dengan attractor. Dalam kasus bangunan, attractor yang dimaksud adalah faktor radiasi sinar matahari yang menerpa selubung bangunan, sehingga melalui mekanisme tertentu, fasad yang disusun mengalami perubahan bentuk. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang pola fasad biomimetika dengan analogi bentuk yang dinamis melalui pencarian bentuk algoritma, yakni dengan menggunakan komputasi. Hasil yang diperoleh adalah bagaimana wujud serta pola dinamis yang terbentuk sebagai akibat dari pengaruh radiasi sinar matahari yang menerpa pada permukaan selubung bangunan.

Kata Kunci: Fasad, Biomimetik, Pola Dinamis, Algoritma

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Fasade merupakan salah satu elemen bangunan yang memiliki peran yang penting, terutama kaitannya dengan sebuah identitas dan cerminan sebuah teknologi yang diterapkan dalam Arsitektur. Esensi utama dari sebuah bangunan publik adalah tentang bagaimana bangunan tersebut berdialog dengan pengguna, menyediakan rasa meruang, serta kenyamanan yang melibatkan faktor inderawi. Faktor inderawi milik manusia sebagai pengguna, yang melibatkan indera visual maupun perabaan secara langsung menentukan sebuah tanggapan terhadap rasa meruang, yang dihasilkan dari efek yang ditimbulkan oleh elemen desain fasade pada ruang tersebut melalui sensasi visual.

Perkembangan metode rancang bangun Arsitektur, yang selama ini dikenal dengan tektonika, selalu bergerak maju seiring dengan perkembangan paradigma dan teknologi. Hal yang menjadi isu utama adalah bahwa sebuah rancangan sudah mulai diselesaikan melalui metode teknologi komputasi dan fabrikasi material melalui rancangan parametrik sehingga diperoleh hasil yang akurat. Rancangan parametrik merupakan suatu pendekatan dalam rancangan Arsitektur, yang dilakukan melalui pendataan lapangan dari berbagai aspek, yang diukur parameternya sehingga diperoleh alternatif rancangan yang dihasilkan secara komputasi yang sesuai dengan data lapangan yang diperoleh. Perkembangan teknologi tersebut juga harus bersinergi dengan alam dan lingkungan sekitar, sehingga diperoleh gagasan sebuah rancangan yang mampu menjawab tuntutan yang diberikan dari lingkungan serta memanfaatkan teknologi material yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam hal produksinya. Sesuai dengan tuntutan fungsinya, merancang sebuah tata ruang bangunan publik haruslah mampu mengadopsi tuntutannya sebagai ruang yang memberikan nilai (*value*) yang mampu meningkatkan kualitas hidup serta produktivitas dari penggunanya. Melalui tuntutan tersebut, ruang komunal dipilih sebagai salah satu bagian ruang yang akan diolah, mengingat fungsi utamanya sebagai ruang untuk berkumpul, berinteraksi dan berelaksasi. Elemen visual berupa *fasade*, dipilih dari sekian banyak elemen desain Arsitektur, sebagai salah satu bentuk daya tarik yang mampu menceritakan sebuah identitas serta berperan terhadap relaksasi kenyamanan visual maupun termal.

Biomimetik merupakan salah satu istilah dalam bidang seni dan arsitektur yang mengambil analogi dari unsur alam. Tujuan dari filosofi desain biomimetik adalah mencari sebuah keseimbangan dan keselarasan antara alam dengan teknologi lingkungan terbangun. Wujud analogi yang direncanakan bukan berarti meniru atau replika dari wujud alam, melainkan sebuah aturan atau prinsip – prinsip yang membentuk unsur alam tersebut. Salah satu analogi unsur alam yang akan diambil adalah analogi respirasi atau kemampuan bernafas dari sebuah organisme tumbuhan, yakni dalam wujud perubahan bentuk kembang-kuncup yang dialami oleh segmen yang ada pada fasade tersebut. Analogi respirasi tersebut diambil sebagai inspirasi, manakala fungsi dari sebuah bangunan juga dituntut untuk menyediakan suatu mekanisme pertukaran udara ruang yang baik. Analogi dari sebuah ‘dinding yang bernafas’ seringkali digunakan oleh para Arsitek masa kini untuk diterapkan di dalam rancangan selubung bangunan. ‘Dinding yang bernafas’ tidak cukup hanya dengan memberikan bukaan pada selubung serta menentukan pola yang terbentuk, melainkan juga terdapat efek perubahan geometri parsial sebagai bentuk hubungan sebab akibat. Hubungan sebab akibat yang dimaksud adalah bagaimana pengaruh lingkungan yang terkait dengan iklim, suhu udara dan terpaan panas sinar matahari mampu menentukan desain pola selubung bangunan, serta efek perubahan posisi geometri yang terbentuk. Dari latar belakang tersebut, diperlukan suatu gagasan untuk membuat *prototype* rancangan elemen desain fasade yang didasari oleh pemikiran analogi biomimetik yang bertujuan menciptakan suatu ruang yang memiliki *value* yang meningkatkan kualitas hidup bagi penggunanya. Melalui gagasan tersebut, juga akan diteliti sampai sejauh mana peran pengaruh dari kondisi iklim makro maupun mikro dalam menentukan pola geometri *fasade* kulit kedua secara komputasi yang akan diposisikan pada selubung bangunan.

Gedung Hendricus Constant merupakan salah satu Gedung di Unika Soegijapranata yang mewadahi karya di bidang Seni, Desain yang identik dengan kreatifitas, seperti FAD, FBS dan FIKOM. Permasalahan yang ditemui saat ini adalah, tampilan bangunan yang ada saat ini belum mencerminkan sebuah kesan dan unsur kreatifitas, dan memiliki kecenderungan kaku. Melalui rancangan fasade dinamis ini, diharapkan mampu menciptakan suatu pola geometri yang mencerminkan unsur kreativitas.

Secondary skin, atau disebut juga fasade lapisan kedua pada bangunan merupakan salah satu teknologi yang dapat menghasilkan fasad yang dinamis dan menambah nilai estetika pada bangunan. Terdapat dua fungsi utama yang dimiliki oleh *secondary skin*. Yang pertama sebagai *sun – shading*, dimana cahaya dan radiasi panas matahari dapat tertahan dan tidak langsung mengenai bangunan. Yang kedua yaitu sebagai unsur estetika. *Secondary skin* ini dapat membentuk muka bangunan, misalnya untuk mempertegas karakter bangunannya. Namun penerapannya kerap kali kurang optimal kinerjanya dalam menaungi bangunan dari sinar matahari, maupun sebagai elemen estetika yang membentuk karakter bangunan.

1.2. Pertanyaan Penelitian

Gedung Henricus Constant di Unika Soegijapranata, saat ini sudah terdapat *secondary skin* sebagai *sun-shading* maupun untuk elemen estetika. Namun di dalam penerapannya, *secondary skin* di gedung ini belum mengalami kinerja yang optimal. Dari hasil penerapan rancangan fasade Biomimetik dengan fasad dinamis pada Gedung Henricus Constant melalui pencarian bentuk *algoritma*, diharapkan fasad yang terbentuk dapat bekerja secara optimal sesuai dengan esensi fungsi dan terapannya. Maka dari itu, dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

- a. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi terbentuknya rancangan biomimetik melalui fasade, sehingga menghasilkan pola komposisi rancangan fasad yang dinamis?
- b. Bagaimana pola konfigurasi biomimetik rancangan fasade *secondary skin* yang dibentuk melalui proses komputasi, yakni *generative algoritma*, dengan menggunakan data iklim mikro berupa panas radiasi matahari dan luas selubung permukaan luar pada ruangan?
- c. Bagaimana tingkat signifikansi pola pembayangan yang terbentuk antara sebelum maupun setelah ditempatkan fasade kinetis?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan pola konfigurasi biomimetik yang tepat dan presisi untuk diterapkan di dalam rancangan fasade *secondary skin* pada selubung bangunan gedung *Hendricus Constant*, sekaligus mencari tingkat signifikansi pola pembayangan yang terbentuk antara sebelum maupun setelah ditempatkan *secondary*

skin facade. Selain itu, alternatif pemilihan material yang tepat, ramah lingkungan dan responsif terhadap faktor iklim juga menjadi prioritas dalam rancangan *prototype* tersebut.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Bagi Ranah Keilmuan Arsitektur

Penelitian ini dapat menjadi salah satu bentuk alternatif perancangan analogi yang menggunakan unsur teknologi komputasi sebagai upaya penyelesaian di dalam rancangan, sehingga ditemukan adanya sebuah *prototype* yang mampu menunjukkan sinergitas antara teknologi dengan alam.

1.4.2. Bagi Rumpun Pengembangan Ilmu Arsitektur

Penelitian ini dapat menjadi sebuah preseden acuan yang akan diterapkan dalam rancangan sebuah selubung bangunan bangunan publik, yang ke depannya akan dikembangkan alternatif teknologi material yang dipilih, yang tepat menggambarkan analogi biomimetik sebagai pendekatan desain.

1.5. Luaran Penelitian

Visi dan Misi utama dari penelitian ini adalah menciptakan suatu karya cipta yang dituangkan melalui elemen rancangan ruang publik. Rancangan penelitian ini dapat dilakukan melalui 2 (dua) tahap, yakni:

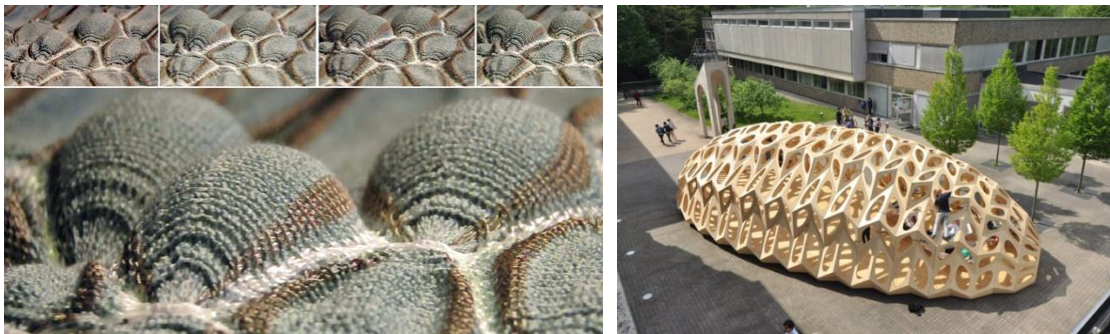
- a. Tahap modelling *prototype* rancangan, yakni tahap identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi modul rancangan fasad, serta bagaimana bentuk simulasi pola dinamik yang diperoleh melalui metode komputasi pencarian bentuk algoritma. Tahap pembuatan *prototype* rancangan dapat dituangkan melalui jurnal yang akan diseminarkan melalui konferensi tingkat nasional atau internasional.
- b. Tahap produksi *prototype*, yang akan diajukan dana penelitian ke Kemenristek Dikti sebagai upaya untuk memperoleh paten dan hak karya cipta dalam bidang Seni dan Humaniora. Hal ini diagendakan menjadi penelitian lanjutan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rancangan Biomimetik

Sebagai bidang kajian utama, Biomimetik memiliki artian sebuah analogi yang mengambil ide dan konsep dari sifat dan unsur alam. Secara harafiah, bukan berarti secara utuh meniru bentuk dan wujud dari alam, melainkan mengambil unsur dan sifat-sifat alam tersebut dan diterapkan ke dalam sebuah wujud rancangan sebagai bagian dari perkembangan teknologi. Tujuan dari filosofi Biomimetik adalah untuk mencapai suatu keseimbangan antara alam dengan Arsitektur sebagai lingkungan buatan, dan menunjukkan secara harafiah bahwa peran sifat unsur alam dapat mampu memberikan suatu pelajaran yang positif untuk diterapkan demi tercapainya sebuah keseimbangan sebuah lingkungan binaan yang bersinergi dengan lingkungan sekitar.



Gambar 2.1. Instalasi Bangunan dengan Rancangan Biomimetik

Sumber : <https://www.99.co/blog/indonesia/5-karya-arsitektur-menakjubkan-yang-desainnya-terinspirasi-dari-alam/>, akses 2018

Melalui penerapannya di dalam suatu rancangan Arsitektur dengan penggunaan teknologi, Biomimetik dapat mendeskripsikan material, mekanisme yang dibuat oleh perancang, dengan mempelajari sistem yang terdapat di alam, terutama untuk bidang – bidang robotika untuk fabrikasi material, otomatisasi desain untuk pencarian konfigurasi pola dan bentuk, serta kecerdasan buatan untuk mengolah data menjadi suatu produk rancangan secara komputasi.

Salah satu analogi yang akan diambil oleh tim peneliti melalui rancangan Biomimetik adalah analogi rangsang (*attractor*) dari makhluk hidup, dimana permukaan bangunan akan mengalami perubahan sebagai sebab-akibat dari sumber

rangsangan. Analogi yang akan diterapkan ke dalam rancangan fasade kulit kedua atau *secondary skin* diwujudkan dengan adanya perubahan bentuk geometri yang terjadi dari perubahan suhu permukaan material sebagai akibat dari sinar matahari secara langsung.



Gambar 2.2. Penerapan Rancangan Biomimetik pada Fasad Bangunan
Sumber : <https://pomametals.com/category/news/>, akses 2018

2.2. Fasad Sebagai Elemen Desain Arsitektur

Fasade, yang berasal dari Bahasa Perancis, yang berarti adalah muka atau wajah, bagian depan dari kepala. Dalam rancangan desain Arsitektur, fasade memiliki peran sebuah ceminan identitas yang ditunjukkan melalui perwajahan bangunan. Melalui fasade, kita sebagai pengamat, baik dari sudut pandang sebagai perancang maupun pengguna akan dapat mengkategorikan dan mengenali identitas dan sifat dari sebuah bentuk, wujud dan citra sebuah bangunan. Identitas tersebut dapat dikenal melalui konfigurasi elemen desain yang menonjolkan pola warna, material dan elemen desain lain yang menunjukkan unsur positif dan negatif, unsur vertikal dan *horizontal*, unsur *solid* (padat) dan *void* (rongga), yang menghasilkan suatu unsur komposisi yang seimbang dan harmonis. Fasade merupakan salah satu elemen bangunan yang memiliki peran yang penting, terutama kaitannya dengan sebuah identitas dan cerminan sebuah teknologi yang diterapkan dalam Arsitektur. Fasade diidentikkan sebagai salah satu pola utama yang dapat dikenali baik melalui ruang luar maupun ruang dalam. Melalui ruang dalam, yakni apabila yang terdapat di dalam ruang tersebut adalah unsur pembentuk ruang berupa selubung bangunan yang memiliki derajat enclosure sangat kecil, atau dengan kata lain, memiliki unsur bukaan atau unsur transparan yang sangat

besar. Biasanya ruang dalam yang dibuat dengan penyelesaian selubung berupa *curtain wall* (dinding kaca), atau selubung yang terbuka antara 60% hingga 70% dan dilapisi dengan permukaan kulit kedua (*secondary skin*) sebagai elemen tambahan yang berfungsi sebagai penghalau sinar matahari (*sun-shading*), maupun sebagai penyetel suhu ruangan.

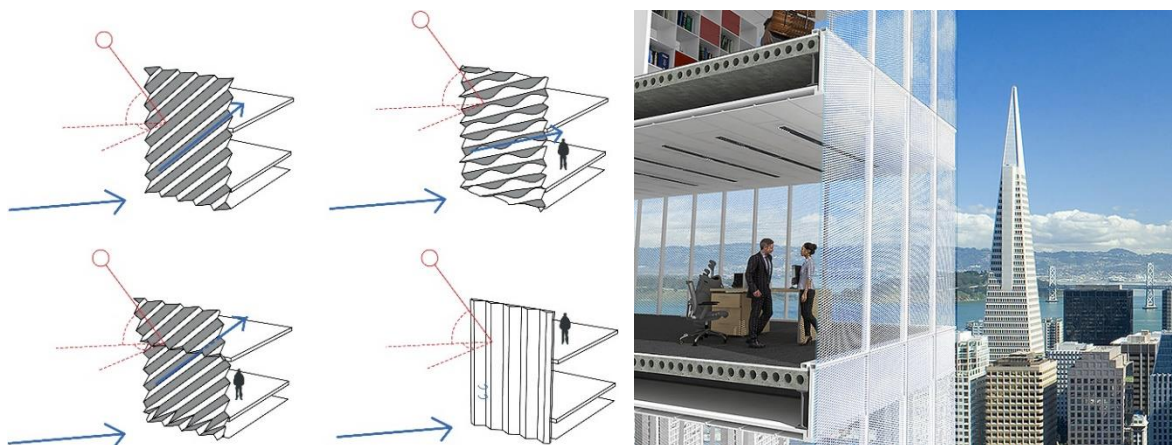
2.1.1. Jenis – jenis Fasade

a). *Curtain Wall*

Curtain wall merupakan salah satu elemen desain pelapis bangunan gedung yang bersifat non – struktural, tidak menempel dan berada di luar bangunan. *Curtain wall* memiliki sifat ringan, serta dapat menekan biaya konstruksi. Meskipun cukup ringan, *curtain wall* tetap mampu menahan tekanan cuaca maupun getaran. *Curtain wall* diterapkan berupa konstruksi kaca yang dapat memasukkan cahaya ke dalam bangunan.



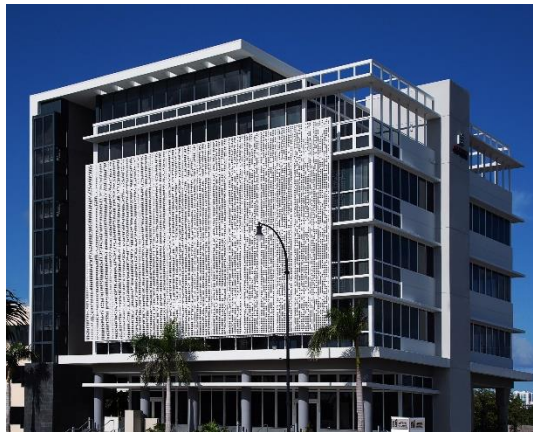
Gambar 2.3. Bangunan Gedung dengan Fasad *Curtain Wall*
Sumber : <https://www.propertyweek.com/features>, akses 2018



Gambar 2.4. Penerapan Fasad *Curtain Wall* yang Berfungsi sebagai *Sun-Shading*
Sumber : <https://www.propertyweek.com/features>, akses 2018

b). *Cladding*

Cladding merupakan struktur eksterior bangunan yang dipasang pada dinding luar sebagai finishing. *Cladding* berfungsi sebagai penopang struktur utama eksterior bangunan. Dua fungsi utama *cladding* yaitu sebagai elemen estetika serta sebagai proteksi terhadap polusi, debu dan kotoran supaya tidak mudah masuk ke dalam bangunan, dan tidak merusak struktur eksterior bangunan. Karena letaknya berada di eksterior bangunan dengan seringnya terpapar air dan sinar matahari, maka pemilihan material menjadi hal yang penting. Beberapa tipe *cladding* yang paling sering digunakan diantaranya, *vinyl cladding*, dengan berbahan dasar PVC, *stone veneer*, EIFS dan *metal cladding*.

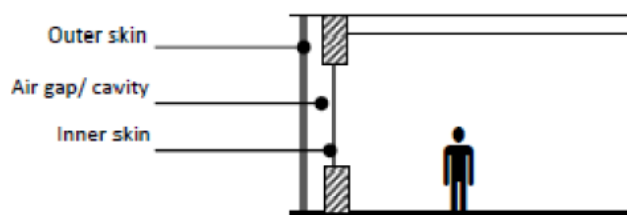


Gambar 2.5. Bangunan Gedung dengan Fasad *Metal Cladding*

Sumber: <https://www.hendrickcorp.com/architectural/products/arch-cladding/>, akses 2018

b). *Double Skin*

Double Skin Fasade (DSF), merupakan dinding bangunan tambahan yang pada umumnya transparan dan dipasang di atas dinding eksisting. Teknologi ini pertama kali dikenalkan pada tahun 1849 dan diterapkan pertama kali pada bangunan *Steiff-Factory* di Jerman. Komponen utama DSF terdiri dari dinding terluar (*outer skin*), jarak (*cavity / air gap*) dan dinding bagian dalam / dinding eksisting (*inner skin*). Pada beberapa aplikasinya, diletakkan *shading* yang bertujuan mengurangi intensitas yang masuk pada bangunan.



Gambar 2.6. Komponen Fasad *Metal Cladding*

Sumber: Yagoub, Appleton & Stevens, 2010

c). *Secondary Skin*

Secondary Skin merupakan kulit terluar bangunan setelah dinding utama yang tidak menempel pada bagian tersebut. Dua fungsi utamanya yaitu sebagai penghalang dari paparan sinar matahari dan sebagai elemen estetis. Material untuk *secondary skin* bisa bermacam – macam, mulai dari bata roster, kayu solid, kayu imitasi, besi hollow, kaca, bambu dan lainnya. Pemilihan material ini perlu diperhatikan tergantung pada cuaca dan keadaan lingkungan. Dengan banyaknya pilihan material yang ada, *secondary skin* dapat dieksplorasi ke berbagai bentuk, mulai dari berongga, transparan dan bentuk lainnya. Pemasangan *secondary skin* diletakkan pada bangunan yang paling banyak terpapar sinar matahari. *Secondary skin* ini dipasang pada bangunan dengan jarak tertentu sebagai penyedia ruang kosong.



Gambar 2.7. Bangunan Gedung dengan Fasad *Secondary Skin*
Sumber: <https://id.pinterest.com/ditovander/secondary-skin/>, 2018

2.2.2. Komposisi Fasade

Bentuk fasad pada bangunan berkembang dari masa ke masa, bergantung pada perubahan – perubahan sosial masyarakat. Keberagamannya sering mengalami transformasi, beberapa desain kerap kali mengikuti trend yang berkembang di masa itu. Menurut Ching (1979: 50 – 51), perlengkapan visual bentuk yang menjadi objek transformasi dan modifikasi bentuk elemen pada fasad bangunan meliputi sosok, ukuran, warna, tekstur, posisi, orientasi dan inersia visual. Di dalam melakukan evaluasi studi pada arsitektur fasad komponen visual yang menjadi objek transformasi dan modifikasi

dari fasad bangunan dapat diamati dengan membuat klasifikasi melalui prinsip – prinsip gagasan formatif yang menekankan pada geometri, simetri, kontras, ritme, proporsi dan skala.

a). Geometri

Geometri pada fasad merupakan gagasan formatif arsitektur yang mewujudkan prinsip – prinsip geometri, seperti segitiga, lingkaran, segi empat dan varian – varian lainnya.

b). Simetri

Simetri merupakan gagasan formatif yang mengarahkan desain bangunan pada keseimbangan.

c). Kontras Kedalaman

Gagasan formatif yang mempertimbangkan warna dan pencahayaan dalam tiga perbedaan yaitu area terang, gelap dan sangat gelap.

d). Ritme

Merupakan suatu gambaran dalam bentuk repetasi baik dalam skala besar atau skala kecil. Semakin sedikit ukuran skalanya, desain yang dihasilkan akan terlihat monoton. Sedangkan semakin besar skala repetasinya akan dikategorikan dinamis.

e). Proporsi

Perbandingan antara salah satu elemen dengan bagian lainnya merupakan bagian dari proporsi. Dalam menentukan proporsi bangunan dapat mempertimbangkan bentuk, material, dan fungsi struktur. Dalam mengembangkan bentuk – bentuknya, dapat mengembangkan bentuk geometri dasar dan sebagainya.

f). Skala

Skala merupakan suatu perbandingan elemen bangunan atau ruang dengan ukurannya untuk manusia. Skala merupakan proporsi yang ditetapkan untuk ukuran dan dimensi dari elemen fasade.

2.2.3. Ekspresi dan Karakter Fasade

Bangunan memiliki sifat, ekspresi dan karakternya sendiri. Dimana ada yang bersifat terbuka (*ekstrovert*) dan bersifat tertutup (*introvert*). Bangunan yang memberikan kesan ekstrovert biasanya memiliki banyak bukaan transparan maupun

permainan bidang dengan memberikan kesan ramah dan bersahabat dengan lingkungannya. Dengan demikian penghuni dapat berinteraksi dengan lingkungan luar, begitu juga sebaliknya. Dalam bidang arsitektur, *introvert* dicerminkan pada bangunan yang mempunyai sedikit bukaan dan cenderung bersifat masif. Bangunan yang biasanya didominasi bidang *solid* akan menimbulkan kesan dingin, tertutup karena minimnya bukaan sehingga menimbulkan efek psikologis yang terkesan angkuh.

Penelitian ini menitikberatkan pada rancangan fasad kulit kedua, atau *secondary skin*. *Secondary skin*, merupakan salah satu tipologi rancangan fasade bangunan yang memiliki keunikan dalam membuat suatu ciri dan karakter Arsitektural melalui elemen desain. Keunikannya adalah terdapat dua lapis elemen bidang yang didirikan secara sejajar demi memperoleh beberapa tujuan rancangan utama, yakni berfungsi melapisi bangunan. Secara estetika, wujud geometri bangunan yang tercipta seolah – olah menghasilkan efek dualisme persepsi terhadap pengamat dari luar, yakni wujud geometri asli, maupun wujud pola yang dihasilkan dari lapis kedua. Terhadap pengamat dari dalam, *secondary skin* memberikan sebuah efek rangsangan visual dan relaksasi dengan sensasi inderawi yang dihasilkan melalui pola-pola yang terbentuk.

Melalui penelitian ini, fasade kulit kedua (*secondary skin*) merupakan elemen yang dipilih menjadi prioritas utama untuk diolah dan dibuat pola, yakni dengan pertimbangan lebih tepat untuk dikonstruksikan sebagai elemen tambahan yang diolah melalui dasar eksperimen. Pola dan modul yang dibuat berdasarkan data primer yang diperoleh setempat yang melingkupi sekitar ruang dalam dan beberapa sisi ruang luar yang berhubungan langsung dengan ruang tersebut.

2.3. Rancangan Algoritma (Parametrik) sebagai Proses Generatif

Parametrik merupakan metode yang akan digunakan dalam pencarian pola, bentuk, dan teknologi komputasi demi memperoleh hasil yang sesuai dengan data serta proses melalui bahasa pemrograman (*script*) algoritma. Rancangan parametrik digunakan untuk menerapkan strategi pemrograman yang mengandalkan kemampuan menghitung yang tak terbatas untuk mencari solusi desain. Dalam hal ini, data lapangan berupa suhu, kelembaban, grafik posisi sudut jatuh terpaan sinar matahari merupakan faktor – faktor utama yang sangat berpengaruh di dalam penentuan hasil akhir serta pola yang terbentuk. Proses rancangan parametrik menunjukkan bahwa pola pikir

digital merupakan salah satu proses berfikir Arsitektur yang menerapkan proses yang generatif. Terdapat satu perbedaan dalam proses mendesain dengan metode tradisional dengan proses generatif.

Pada proses desain tradisional, perancang melakukan proses secara bertahap untuk menghasilkan sebuah output. Namun output yang dihasilkan akan ditinjau kembali hasilnya apakah akan sesuai dengan yang diharapkan menyelesaikan persoalan rancangan atau tidak. Sedangkan melalui proses generatif, yang dilakukan adalah perancang melakukan gagasan awal dengan menterjemahkan rancangan tersebut menjadi seperangkat aturan yang dibangun oleh perancang, dan apabila terjadi kekurangan data yang diperlukan, perancang tidak perlu mengulang proses tersebut dari awal sehingga praktis yang terjadi proses desain tetap berlanjut secara berkesinambungan. Melalui proses generatif tersebut, paradigma dalam merancang dapat berubah dari *form-structure-material*, menjadi *material-structure-form*. Penelitian ini akan dibantu dengan menggunakan software komputasi berupa Rhinoceros dan Grasshopper 3D.

2.4. Rancangan Fasade Dinamis

2.4.1. Konsep Dasar

Fasad menjadi salah satu elemen yang penting dan sudah tentu menjadi perhatian utama. Fasad dinamis dapat mengarahkan dan meningkatkan kinerja bangunan dengan memanfaatkan energi lingkungan sekitarnya. Sebagai mediator antara ruang dalam dan luar, fasad ini dipercaya dapat meningkatkan beberapa fungsi vital di dalam bangunan yang mempengaruhi konsumsi dan kualitas energi bangunan. Fasad dinamis merupakan fasad yang memiliki kemampuan untuk merespon terhadap lingkungannya, baik melalui perubahan tipologi dari material properti yang mengubah bentuk secara keseluruhan dengan mengatur penggunaan energi untuk mencerminkan kondisi lingkungan yang mengelilinginya. Fasad biasa pada umumnya cenderung bersifat statis atau diam sehingga memiliki kelemahan yaitu fasad tidak mampu untuk beradaptasi dan merespon berbagai perubahan yang dihadapi. Melalui fasad dinamis, bangunan mampu untuk beradaptasi dengan lingkungannya dengan lebih meningkatkan efisiensi energi di dalam bangunan. Istilah “dinamis” dalam arsitektur dideskripsikan sebagai sebuah kemampuan sistem alami dan buatan untuk beradaptasi dengan berbagai keadaan lingkungan. Istilah ini juga digunakan untuk menggambarkan interaksi antara kondisi lingkungan eksternal

dengan sistem fasad itu sendiri. Keadaan lingkungan itu mencakup berbagai tingkat elemen, seperti sinar matahari, angin dan panas.

2.4.2. Rancangan Fasade Dinamis Melalui Parametrik

Konsep fasad dinamis ini sebenarnya bukan hal baru, melainkan para arsitek sekarang mulai mempercayai sistem ini dan mengaplikasikannya pada bangunan yang akan didesain. Pengembangan secara kualitas dan ekonomi terus dilakukan untuk keberlanjutan teknologi ini di masa depan. Berikut merupakan beberapa parametrik dalam merancang fasad dinamis yang dapat mempengaruhi karakter dan keseluruhan persepsi bangunan :

a). Sun Control

Panas dan kenyamanan penglihatan tergantung pada bagaimana mengontrol cahaya yang masuk melalui fasad. Jumlah cahaya yang masuk ke bangunan mempengaruhi peningkatan suhu pada interior bangunan, juga mempengaruhi kenyamanan pengguna di dalamnya. Salah satu alternatif untuk membatasi cahaya yang masuk ke bangunan yaitu dengan penggunaan tirai. Namun penggunaan tirai bukanlah pilihan tepat, karena hal ini akan mengganggu hubungan antara ruang dalam dan ruang luar, secara estetika, kenyamanan penglihatan maupun suhu di dalam ruang.

b). Ventilasi

Kulit terluar bangunan berperan sangat penting bagi pergantian udara di dalam bangunan. Penempatan ventilasi yang tepat merupakan salah satu strategi untuk memberikan karakter yang kuat bagi elemen fasad. Buka-buka yang diberikan bisa berbentuk sederhana, kecil, atau berulang. Penggunaan sistem mekanik untuk memasukkan udara dari luar juga menjadi salah satu alternatif.

c). Pencahayaan Alami

Penggunaan cahaya alami ini merupakan faktor penting yang mempengaruhi kenyamanan pengguna, yang juga dapat mengurangi energi penggunaan lampu sebagai cahaya buatan.

d). Hubungan dengan Ruang Luar

Hubungan antara ruang luar dan ruang dalam dapat mempengaruhi psikologis penggunanya. Pemberian vegetasi dekat dengan bangunan dengan menyediakan bukaan agar pengguna dapat melihat langsung ke luar dapat menjadi alternatif. Hal ini dapat menimbulkan kesan bangunan yang dekat dengan alam.

e). Insulasi Termal / Lapisan Penahan Panas

Sistem insulasi termal ini menggunakan material dan komponen yang mampu mereduksi panas melalui transmisi, konveksi atau radiasi. Lapisan tak terlihat pada dinding memiliki potensi besar untuk mempengaruhi kinerja termal dalam bangunan. Lapisan tertentu yang digunakan pada kulit bangunan memiliki konsekuensi dalam kinerja termal dan keindahan dari kulit bangunan itu sendiri.

f). Moisture Control

Bitumen atau aspal mengandung substansi utama dari *hydrocarbons* yang mana sering digunakan untuk membuat lapisan pelindung kelembaban di dalam bangunan. Lapisan ini seringkali juga digunakan sebagai pelapis anti air. Ketika perbedaan temperatur terjadi pada luar dan dalam bangunan, embun terbentuk pada lapisan yang lebih dingin. Perlindungan dibutuhkan untuk mencegah kelembaban masuk ke dalam bangunan. Lapisan "*rainscreen*" dan pelindung kelembaban bekerja bersama untuk mencegah air hujan dan embun memasuki bangunan.

g). Efisiensi Struktur

Merupakan hal penting untuk dapat mengintegrasikan struktur dengan lapisan kulit bangunan. Desain bangunan bertingkat banyak biasanya terfokus pada beban lateral, sehingga garis – garis diagonal yang membentang secara vertikal yang memperkuat struktur bangunan sering disebut 'Gherkin'. Struktur ini sangat menggambarkan karakter bangunan, terutama pada bangunan bertingkat banyak.

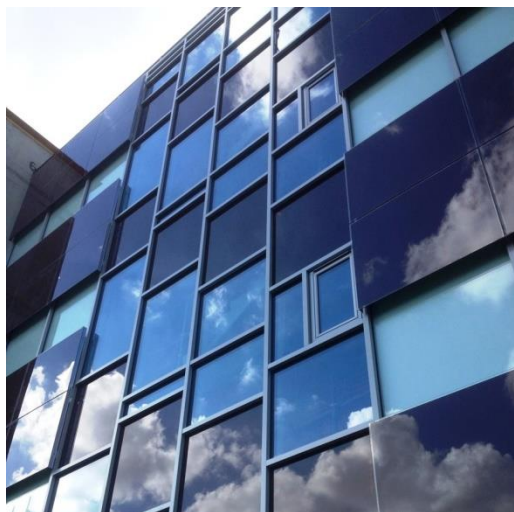
h). Pemilihan Material

Material dapat memberikan karakter yang berbeda pada bangunan. Meskipun hal ini sering dilupakan oleh banyak arsitek profesional pada tahap desain, pemilihan material cukup penting dalam memberikan tekstur dan

penampilan yang menggambarkan pengalaman dari bangunan itu sendiri. Material juga memainkan peran penting secara teknologi dan memiliki efek yang luar biasa pada kenyamanan bangunan.

i). Sebagai Pembangkit Energi

Ada kemungkinan memanfaatkan kulit bangunan untuk dijadikan energi utama. Sistem *photovoltaic* atau panel surya dapat disesuaikan pada fasad untuk menjadi energy utama dan penangas bangunan. Untuk mendapatkan bangunan yang berkelanjutan, proses perencanaan harus menjadi orientasi utama. Selain itu kualitas teknik dan kemampuan kreatifitas juga menjadi aspek penting. Kulit bangunan memiliki potensi yang sangat besar untuk dapat dikembangkan secara struktural, fungsional, estetika dan ekologi untuk dapat meningkatkan dan mengembangkan keberlanjutan bangunan di masa depan.



Gambar 2.8. Fasade Bangunan berfungsi sebagai *Photovoltaic*
Sumber: <https://id.pinterest.com/ditovander/secondary-skin/>, 2018

2.4.3. Jenis - jenis Fasad Dinamis

Lingkungan menjadi kunci utama yang mempengaruhi desain fasad, jumlah lapisan dan pemilihan material semua tergantung pada lingkungan eksternal. Beberapa jenis fasad dinamis diantaranya adalah:

a). User Control Dynamic Façade

User Control Dynamic Façade adalah sebuah sistem otomatis yang merespon dan dapat menggerakkan fasad pada bidang pasif. Mengaplikasikan sebuah teknologi pada bangunan fasad dan mengintegrasikannya dengan

kecerdasan dapat mengembangkan kinerja bangunan, menurunkan penggunaan energi dan menurunkan efek negatif dari lingkungan sekitarnya.

Sebagai konsekuensinya, dalam proses mendesain dengan sistem fasad apapun harus mengambil keuntungan dari sumber dan lingkungan sekelilingnya untuk mengembangkan teknik kecerdasan. Hal ini dapat dilihat dari tingkah laku penggunanya dalam mengontrol fasad untuk mengembangkan energi yang efisien, mampu beradaptasi dan estetis.

Salah satu bangunan yang menggunakan sistem fasad ini adalah Kiefer Technic Showroom yang didesain oleh Ernst Gisebrecht dan tim pada tahun 2007 berlokasi di Steiermark, Austria. Gedung ini digunakan untuk perkantoran dan sebagai area pameran dengan sistem fasad dinamis.



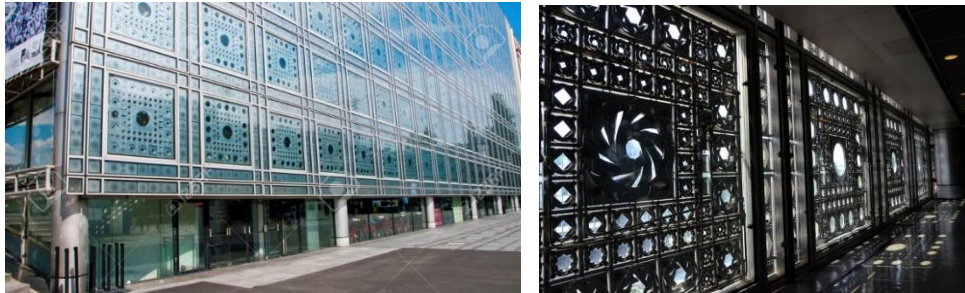
Gambar 2.9. Kiefer Technic Showroom
Sumber: <https://archdaily.com/>, 2018

Fasad pada bangunan ini terus berubah tiap hari dan tiap jam sehingga menunjukkan ‘wajah’ baru yang menjadikannya seni yang dinamis. Fasad ini berubah menyesuaikan dengan kondisi eksteriornya guna mengoptimalkan suhu di dalamnya. Pengguna bangunan dapat mengontrol sendiri model fasad yang diinginkan. Bayangan yang diberikan dari fasad ini tidak hanya memberikan fleksibilitas dalam pengontrolan dengan kondisi lingkungan, tapi juga mampu memberikan desain fasad dengan berbagai variabel.

b). Light Control Dynamic Façade

Pada tipe fasad ini, sistem kontrol otomatis pencahayaan dan pembayangan sudah terintegrasi dan teroperasi dengan sangat baik untuk berbagai jenis kondisi lingkungan. Salah satu contoh bangunan yang menggunakan sistem fasad ini yaitu

Gedung *Institute du Monde Arab* yang berada di Paris, didesain oleh Jean Nouvel di tahun 1988.



Gambar 2.10. Institute du Monde Arab, Paris
Sumber: <https://archdaily.com/>, 2018

Fasad bangunan ini terus menunjukkan perubahan secara terus menerus dengan mempertimbangkan perubahan keadaan lingkungan. Bagian selatan bangunan ini terbentuk oleh 20x10 kotak modul yang konsisten. Tiap fasadnya terbentuk oleh susunan kotak dengan bentuk 'shutter' di bagian tengah. Desain ini diadaptasi oleh bentuk geometri pola tradisional Arab. Layar ini beroperasi layaknya lensa kamera yang dapat menyusut dan melebar dalam merespon sensor sinar matahari yang masuk pada bangunan.

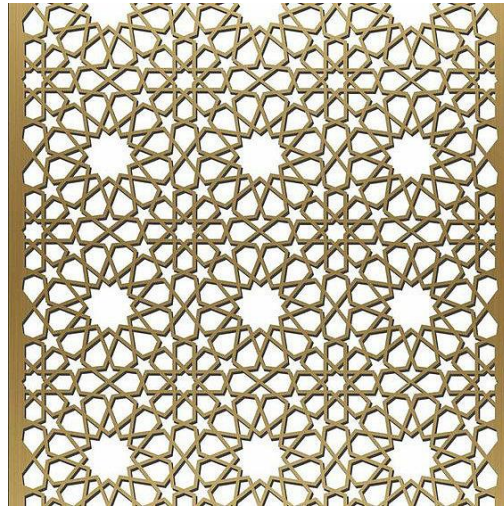
Desain bangunan dengan pola yang sama juga diadopsi oleh AEDAS pada Menara Al Bahr berlokasi di Abu Dhabi yang dibangun tahun 2012. Konsistensi bangunan tersusun oleh pelapis membran fasad dinamis dengan pola heksagonal yang sama pada konstruksi permukaan aktif.



Gambar 2.11. Menara Al Bahr, Abu Dhabi, 2012
Sumber: <https://archdaily.com/>, 2018

Desain dinamis dengan konsep pola '*mashrabiya*' terinspirasi oleh Nouvel dalam menciptakan fasad yang responsif. Pola *mashrabiya* berjumlah

1049 unit yang membentang dari sisi barat ke timur bangunan yang diklaim menjadi yang terbesar dan terlebar di dunia. Fasad yang terkomputerisasi ini dibangun pada menara setinggi 150 meter.



Gambar 2.12. Konsep 'mashrabiya'
Sumber: <https://archdaily.com/>, 2018

Fasad ini membentuk gerakan lipatan yang beradaptasi pada sensor sinar matahari dan perubahan kondisi lingkungan. Sistem fasad ini diprediksi dapat menurunkan energi surya matahari yang masuk ke dalam bangunan sebanyak 20%. Selain itu desain ini juga diakui telah menyimpan 40% emisi karbondioksida.

c). Energy Control Dynamic Façade

Fasad jenis ini merupakan contoh jenis fasad dinamis lainnya yang dapat menyimpan energi konsumsi bangunan yang juga dapat mengontrol kinerja energinya. Kulit bangunan ini dapat berfungsi menjadi konstruksi bangunan yang menjadikan bangunan lebih kuat, rigid, stabil. Selain itu juga memiliki kemampuan untuk mengontrol panas, udara dan aliran uap, dan aliran air yang berefek pada aspek ekonomi, serta tahan panas.

Bangunan Universitas Henning Larsen di Kolding, Denmark menggunakan sistem fasad ini, dimana fasadnya dapat bergerak dalam merespon panas dan cahaya.



Gambar 2.13. Universitas Henning Larsen, Denmark
Sumber: <https://pinterest.com/>, 2018

Sinar matahari di lokasi ini berganti secara terus menerus sepanjang hari dan tahun. Bangunan ini menggunakan sistem *solar shading* yang telah disesuaikan dengan kondisi iklim dan pola penggunaannya yang dapat memasukkan sinar matahari secara optimal serta menjaga suhu udara dalam bangunan sehingga pengguna di dalamnya merasa nyaman. Fasad ini tersusun oleh sekitar 1600 baja berlubang berbentuk segitiga.

Ketika sisi yang lain tertutup, sisi lain dapat membuka. Pergerakan ini berubah sesuai datangnya matahari dimana sinar matahari dapat masuk. Sistem sensor pada fasad ini terus menerus mengukur level cahaya dan panas yang mempengaruhi sistem motorik sehingga dapat menggerakkan lempengan fasad ini.

d). Wind Responsive Dynamic Façade



Gambar 2.14. Brisbane Domestic Terminal Carpark, Australia
Sumber: <https://acrh2a.com/>, 2018

Angin merupakan salah satu elemen alami yang cukup kuat untuk menghasilkan pola dinamis pada fasad tanpa membuang banyak energi. Lahan parkir di Terminal Brisbane, Australia menggunakan 250.000 lempengan aluminium untuk menciptakan fasad yang dihasilkan oleh energi angin. Seluruh area timur bangunan yang terlapsi oleh 250.000 lempengan aluminium ini merespon energi angin. Pola dari fasad ini terus berganti seiring angin yang berhembus. Fasad ini sendiri terus bergerak seperti gelombang ketika angin bertiup.

e). Facades Designed to Manage Water

Peran dasar untuk menciptakan kinerja bangunan yang baik yaitu dapat menciptakan sistem bangunan yang mampu mengatur air sebagai elemennya. Merupakan hal penting ketika fasad dan atap bangunan dapat secara efektif mengatur pengolahan air hujan yang jatuh dari atas ke bawah. Lapisan pelindung ‘hujan’ merupakan solusi yang inovatif untuk mengatur air hujan dan uap air. Sistem fasad ini sebagai tantangan bagi para arsitek untuk menciptakan bangunan yang berkelanjutan. Hal utama yang harus diperhatikan dalam mendesain bangunan ini yaitu dengan penangkapan dan pengembalian kembali air ke dalam tanah.

2.5. Teknologi Komputasi

2.5.1. Pengertian Komputasi

Komputasi merupakan algoritma yang digunakan untuk menemukan suatu cara dalam memecahkan suatu masalah dalam sebuah data input. Secara umum, ilmu komputasi merupakan bidang ilmu yang mempunyai perhatian pada penyusunan model matematika dan teknik penyelesaian numerik serta penggunaan komputer dalam menganalisis dan memecahkan masalah – masalah di dalam ilmu pengetahuan.

2.5.2. Program (*Software*) yang Digunakan

Terdapat berbagai macam program yang digunakan untuk melakukan komputasi di bidang arsitektur, beberapa di antaranya adalah:

a). Rhino 3D

Program *Rhino 3D* atau *Rhinoceros* sudah dirilis sejak tahun 1998, program ini didesain khusus untuk para desainer dan arsitek untuk melakukan *3D modelling*.

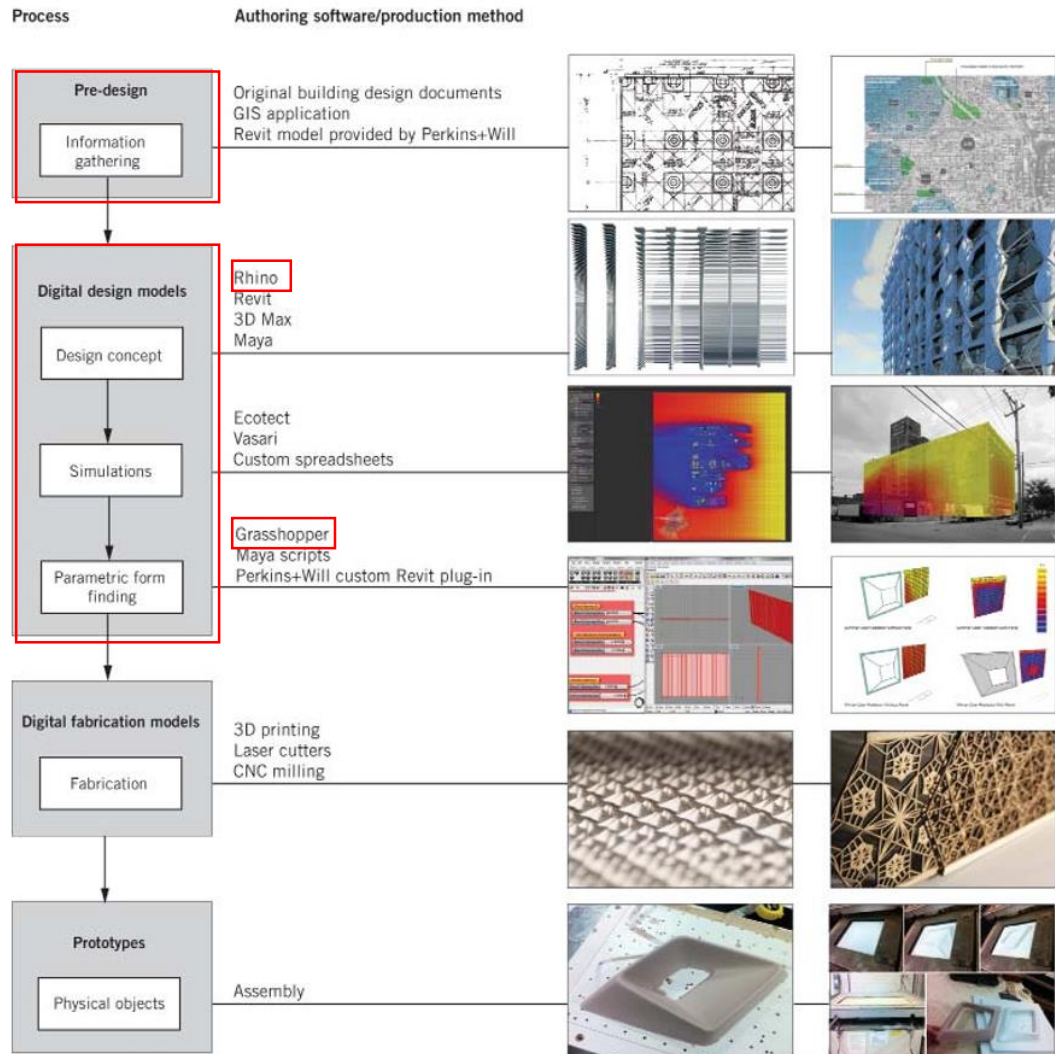
Program ini dikembangkan oleh sebuah perusahaan bernama Robert McNeel & Associates. Fungsi utama dari program *Rhino* ini adalah untuk membuat model tiga dimensi, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. *Rhino* menyediakan 'tools' untuk mendokumentasikan desain yang akan dibuat secara akurat dengan proses *rendering*, animasi, penyusunan, rekayasa, animasi, dan konstruksi melalui pembuatan titik, garis, bidang atau bentuk – bentuk geometri dan objek bervolume. Kelebihan dari program *Rhino* ini adalah bersifat *open-source*, dimana itu berarti pengguna dapat mengembangkan sendiri program *Rhino* menggunakan platform C++ SDK dan *Rhinoscript*. Potensi inilah yang membuat *Rhino* menjadi berbeda dan memiliki kelebihan dibandingkan dengan program *3D modeling* lainnya.

b). Grasshopper

Grasshopper merupakan sebuah program yang juga dikembangkan oleh perusahaan Robert McNeel & Associates dan terintegrasi dengan program *Rhino*. *Grasshopper* digunakan dalam membuat bentuk – bentuk baru dengan *generative algorithms*. Penggunaan *Grasshopper* dapat menghasilkan parametric modeling untuk pembuatan sistem struktur, arsitektur, dan fabrikasi, serta menganalisis kinerja pencahayaan untuk arsitektur yang ramah lingkungan, serta mengatur tingkat penggunaan energy suatu bangunan.

c). Tahapan Metode Komputasi

Secara garis besar, tahapan komputasi dalam menghasilkan suatu desain dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.15. Proses Teknologi Komputasi
 Sumber: Perkins & Will Research Journal, 2018

Tahap atau proses yang ditempuh dari penelitian ini yaitu pada tahap pre-design dalam rangka mengumpulkan data – data mengenai gedung terkait yang menjadi studi kasus. Data – data yang dikumpulkan ini berkaitan dengan fokus kajian penelitian untuk dikembangkan dalam proses komputasi.

Setelah tahap pengumpulan data, tahap selanjutnya yaitu pembuatan model tiga dimensi dari bangunan yang akan diteliti menggunakan program Rhino. Setelah model tiga dimensi yang dibuat selesai, dilakukan tahap pengolahan data melalui parameter – parameter yang ada pada Grasshopper untuk dijadikan dasar pembuatan desain fasad yang baru.

2.5.3. *Generative Algorithm*

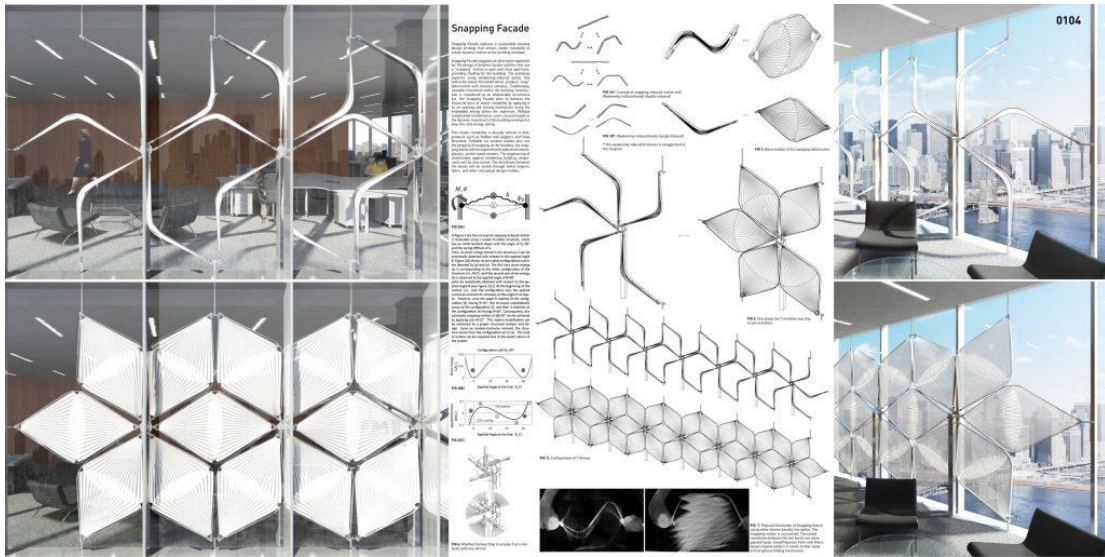
Merupakan sebuah pendekatan berbasis komputer dalam mendesain untuk menghasilkan bentuk – bentuk yang rumit dengan menggunakan algoritma (Terzidis, 2003). Rancangan algoritmik sendiri adalah proses penelusuran bentuk – bentuk rumit menggunakan aturan yang sederhana yang ditetapkan terhadap kualitas tertentu atau parameter (Meredith, 2008).

2.6. Studi Fasade

2.6.1. *Snapping Façade*

Snapping Façade merupakan hasil karya dari Arsitek Jin Young Song dan Jongmin Shim. Mereka adalah arsitek dan Assistant Professor dari Universitas di Buffalo, Amerika Serikat. Eksplorasi bentuk Snapping Façade merupakan strategi desain untuk menciptakan fasad bangunan yang berkelanjutan (*sustainable building*). Bentuk yang fleksibel dari Snapping Fasad menciptakan gerakan dinamis pada suatu fasad bangunan.

Pelingkup bangunan ini dapat mengontrol suhu panas di dalamnya, memberikan kenyamanan penglihatan terhadap pengguna, dan memberikan pencahayaan alami yang cukup. Kemajuan industri kaca kualitas tinggi telah diterapkan dimana – mana. Pemantulan dan pembiasan kaca dari bangunan kota dapat menggambarkan keramaian aktivitas kota dengan berbagai gaya hidup. Di Amerika Serikat sendiri, terhitung rata – rata bangunan membutuhkan 41% energi dan menghasilkan gas emisi sebanyak 38%. Tingginya kebutuhan terhadap kinerja pelingkup bangunan dan kemajuan industri memfasilitasi desain pelingkup yang dinamis untuk mengganti sistem yang tradisional atau ‘kuno’, yang tidak dapat mengontrol shading ke dalam bangunan. Bangunan dengan fasad dinamis dapat ditemukan pada *Abu-Dhabi Investment Council Headquarters* di Abu Dhabi, atap dinamis di Aldar Central Market.



Gambar 2.16. Prinsip Kerja *Snapping Façade*
 Sumber: <https://Lakareacts.com>, akses 2018

Kemajuan dalam bidang material dan mesin juga berkontribusi dalam pengembangan pelingkup bangunan yang lebih cerdas. Snapping Façade hadir dengan alternatif desain pelingkup bangunan menggunakan sistem “snapping-induced motion”. Dimana sistemnya ini dapat membuka dan menutup lubang, dan menghasilkan shading pada bangunan.

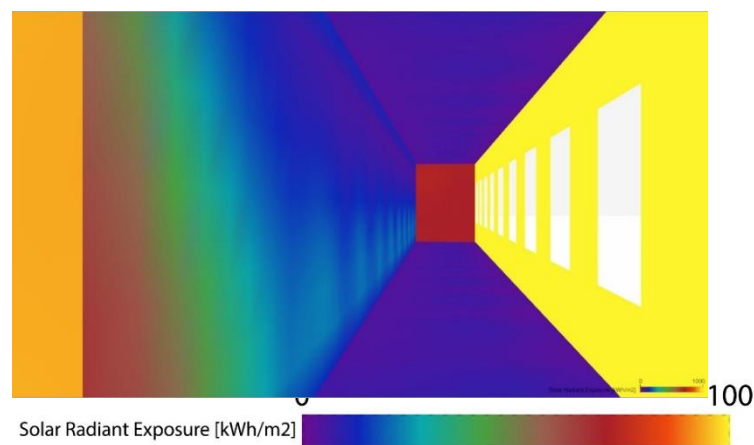
Gerakan tidak stabil pada sistem konstruksi bangunan pada umumnya dianggap sebagai kejadian yang tidak wajar dan tidak diinginkan. Namun, berbeda pada desain Snapping Façade ini yang memanfaatkan ketidakstabilan dan elastilitas dengan menerapkannya sebagai mekanisme pelingkup. Perawatannya tidak cukup sulit, pengguna bangunan dapat ikut berpartisipasi dalam pergerakan dinamis pelingkup bangunan ini.

2.7. Keaslian Penelitian

Penelitian ini utamanya terinspirasi dari karya Arsitektur instalasi publik yang dikerjakan oleh Doris Sung dari biro Arsitek Dosu Architecture Studio, dengan membuat suatu konstruksi material berbahan pelat metal tipis yang mampu didefinisikan sebagai ide dasar dari Arsitektur Biomimetik. Ide dasarnya adalah dengan merubah desain *passive* menjadi *active*. Penerapannya didalam membentuk rangkaian material diantaranya adalah dengan metode *self-shading*, *self-ventilating*, *self-structuring*, *self-assembling*, *self-propelling*, dan *self-energizing*. Metode yang akan diterapkan ke dalam

penelitian ini adalah melalui metode *self-ventilating*, yakni perubahan wujud permukaan elemen fasade yang berubah dari tertutup menjadi terbuka sebagai akibat dari terpaan udara panas dan panas sinar matahari secara langsung.

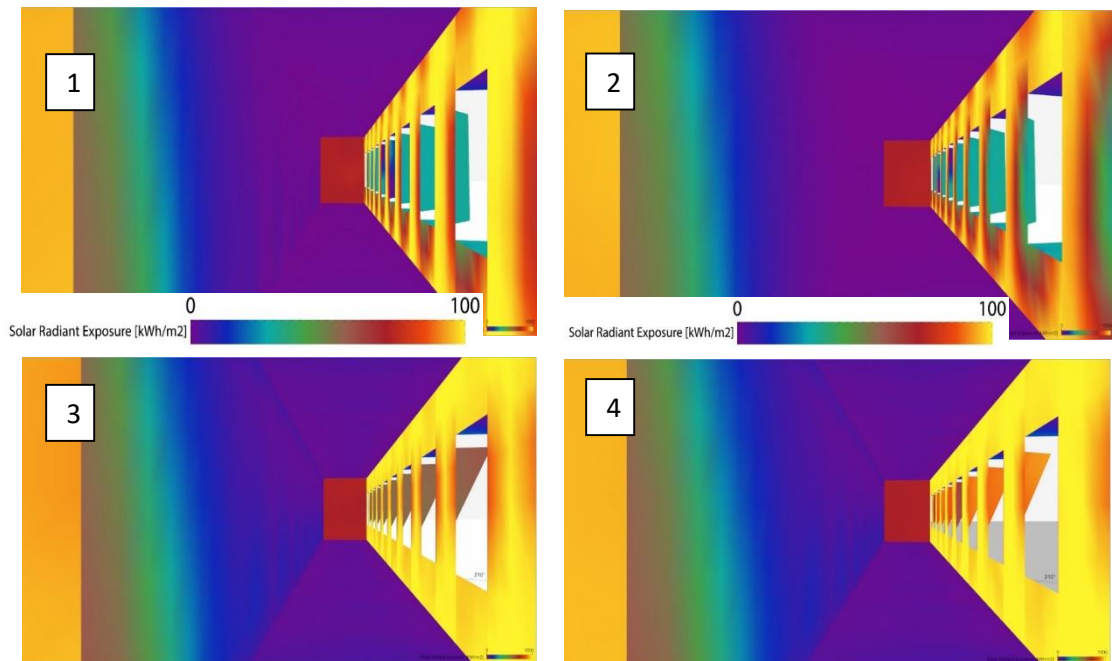
Penelitian serupa, yang nantinya akan dijadikan acuan untuk dilanjutkan melalui penelitian ini adalah, penelitian yang dilakukan sebelumnya berjudul *Penggunaan Teknologi Komputasi dalam Optimasi Fasad Bangunan Tropis dengan studi kasus Gedung Henricus Constant*, yang ditulis oleh Winson Christian. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode komputasi yang menggunakan generative algorithm dapat menghasilkan bentuk yang diinginkan berdasarkan parameter – parameter yang telah ditetapkan. Dimana parameter yang telah ditetapkan yaitu dengan memperhatikan aspek cahaya dan kenyamanan penghuninya. Dijabarkan fokus kajian dalam penelitian ini yaitu Gedung Henricus Constant sayap A yang menghadap ke arah barat. Bagian gedung ini menggunakan *fasad secondary skin* yang didominasi bentuk persegi. Peneliti melakukan penelitian terhadap radiasi matahari dengan pengambilan data radiasi matahari dengan menggunakan program Grasshoper yang terintegrasi dengan DIVA. Berikut merupakan hasil data eksisting radiasi matahari Gedung Henricus Constant:



Gambar 2.17. Simulasi Radiasi yang diterima Oleh Bangunan Gedung
Sumber: Christian, 2018

Berdasarkan data simulasi radiasi yang dilakukan pada Gedung Henricus Constant menunjukkan bahwa dinding *secondary skin* menerima radiasi panas paling tinggi yaitu 100% karena berwarna kuning dilihat dari skala spektrum yang ada. Hal ini dianggap berhasil karena *fungsi secondary skin* sebagai penahan radiasi matahari sudah sesuai fungsinya. Pada dinding sisi barat (ujung selasar) menunjukkan bahwa dinding bagian ini berwarna merah yang berarti menerima radiasi sekitar 70%-75%. Hal ini

bukan menjadi masalah karena dinding sisi barat tidak menampung banyak aktivitas vital yang terjadi di dekatnya. Bagian lantai dan plafon menunjukkan warna biru keunguan yang berarti tingkat radiasi yang diterima cukup rendah yaitu 15% berdasarkan skala spektrum. Sedangkan bagian dinding dalamnya yang menaungi aktivitas – aktivitas utama pada gedung ini menerima paparan radiasi sebesar 15%-25% karena menunjukkan warna biru tua hingga biru muda. Angka yang ditunjukkan termasuk ke dalam kategori rendah, sehingga tidak mengganggu kenyamanan pengguna di dalam ruangan. Selanjutnya, Christian (2018) melakukan penelitian dengan membuat 4 alternatif fasad menggunakan algoritma dalam mencari luas bukaan yang maksimal setelah melalui proses optimasi. Berdasarkan penelitian, penghalang baru pada fasad menunjukkan cahaya yang masuk dan radiasi yang diterima menurun cukup signifikan. Berikut beberapa alternatif fasad yang telah diteliti:



Gambar 2.18. Alternatif Desain *Sun Shading*
 Sumber: Christian, 2018

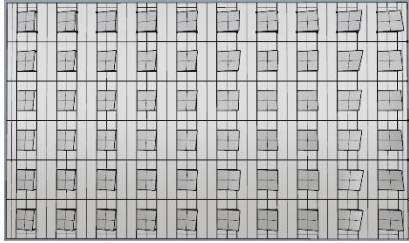
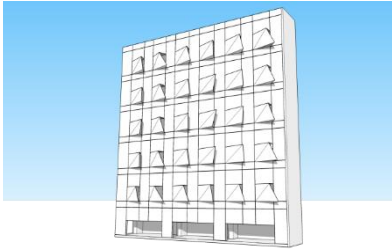
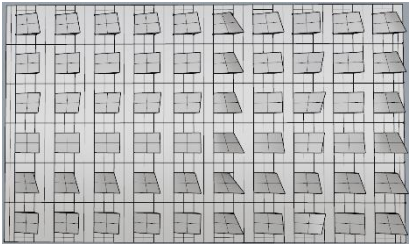

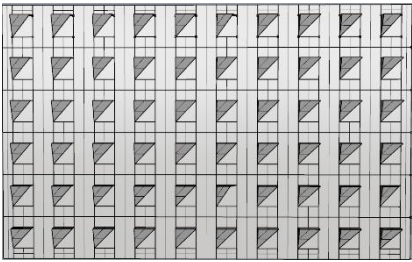
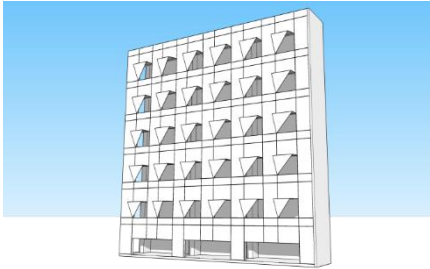
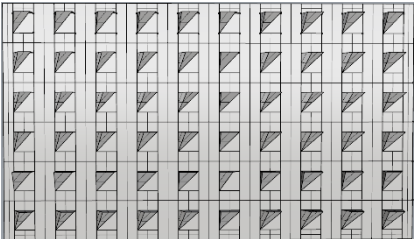
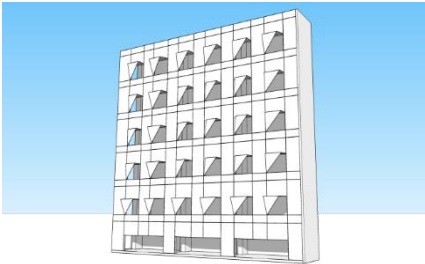
Fasad model ini menggunakan algoritma yaitu untuk mencari shading dengan luas bukaan minimum dengan penyerdehanaan bentuk. Tahap selanjutnya dilakukan simulasi pembayangan pada fasad eksisting dan alternatif fasad untuk memperoleh data pembayangan pada Gedung Henricus Constant sayap A dilakukan di dalam koridor selasar. Data matahari yang digunakan untuk proses simulasi yaitu data pada pukul 15.00, 16.00 dan 17.00 karena tingkat cahaya matahari dianggap paling terik dan langsung masuk ke dalam bangunan. Data ditunjukkan melalui tabel berikut :

Tabel 2.1 Hasil Studi Pembayangan pada 4 Alternatif Fasade

	15.00	16.00	17.00
Fasad Eksisting			
Fasad Model 1			
Fasad Model 2			
Fasad Model 3			
Fasad Model 4			

Sumber : Christian, 2018

Tabel 2.2 Hasil Studi Tampilan pada 4 Alternatif Fasade

	Tampak	Perspektif	Pembahasan
Fasad Model 1			Fasad terlihat padat dan kurang memiliki elemen estetika, dimana shading yang dihasilkan kurang menarik.
Fasad Model 2			Bentuk yang dihasilkan lebih dinamis namun bentuk satu dengan yang lainnya terlihat tidak teratur.
Fasad Model 3			Tampak terlihat lebih tertata dan cukup memiliki nilai estetika namun masih terlalu statis.
Fasad Model 4			Bentuk yang dihasilkan dari dari fasad ini terlihat dinamis, meskipun memiliki variabel bentuk yang berbeda – beda tetapi tidak terlalu acak.

Sumber : Christian, 2018

Analisis menunjukkan desain secondary skin sudah cukup optimal karena dinding tersebut menerima 100% paparan radiasi matahari. Namun, tingkat radiasi pada dalam bangunan dapat direduksi dengan pengembangan model fasad menggunakan *shading*.

Hasil analisis algoritma menunjukkan fasad model 2 adalah yang paling baik karena dengan luas bukaan yang minimum, cahaya yang masuk ke dalam bangunan menurun dan radiasi matahari yang diterima pun juga mampu tereduksi.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini pada dasarnya merupakan sebuah proses generatif yang mengandalkan sebuah model rancangan yang berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah metode penggabungan antara metode Kualitatif dan Kuantitatif. Dalam penelitian fasad dinamis ini mengambil studi kasus Gedung Henicus Constant menggunakan pengambilan data primer dengan metode deskriptif, gambar dan foto melalui survey lokasi. Sedangkan proses pengambilan data sekunder dilakukan dengan studi literatur. Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dalam pemaparan data – data yang diperoleh baik data primer maupun sekunder.

3.2. Subjek / Lokus Penelitian

Subjek penelitian dari penelitian yang mengkaji fasade dinamis pada bangunan sekolah seni Indonesia yang menggunakan teknologi komputasi dikhususkan pada Gedung Henricus Constant yang berada di Unika Soegiapranata Semarang. Program komputasi yang digunakan yaitu pada Rhinoceros dan Grasshoper.

3.3. Pengambilan Data

Metode pengambilan data primer berkenaan dengan subjek studi kasus penelitian ini adalah dengan melakukan observasi kunjungan lapangan, pengukuran, pengamatan dan dokumentasi secara langsung. Untuk pengambilan data sekunder yaitu dengan melakukan studi literatur pada standar – standar dari jurnal, karya ilmiah dan buku.

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung sehingga pengambilan data dan informasi yang didapat akan akurat, yang ditunjang juga dengan dokumentasi kondisi yang ada di lapangan. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur yang pembahasannya terkait dengan penelitian yang dilakukan sebagai penunjang data primer dan sebagai kajian selanjutnya.

3.4. Metode Eksperimental

Metode eksperimen adalah suatu metode dalam penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan sebab akibat dari satu atau lebih variable terikat dengan melakukan manipulasi variable bebas pada suatu keadaan yang terkendali (variable kontrol).

John L. Gay (1981) menyatakan bahwa metode penelitian eksperimental merupakan satu-satunya metode penelitian yang dapat menguji secara benar hipotesis menyangkut hubungan kausal (sebab-akibat). Dalam penelitian eksperimental dilakukan manipulasi paling sedikit satu variable, mengontrol variable lain yang relevan dan mengobservasi efek atau pengaruhnya terhadap satu atau lebih variable terikat.

- a) Variabel bebas: faktor-faktor yang akan diukur, dipilih, dan dimanipulasi oleh guna mengobservasi hubungan di antara fenomena atau peristiwa yang diteliti atau diamati;
- b) Variabel terikat: faktor-faktor yang diamati dan diukur dalam sebuah penelitian, untuk menentukan ada tidaknya pengaruh dari variabel bebas;
- c) Variabel kontrol: faktor-faktor pengendali yang bersifat netral dan menjadi batas guna mengamati adanya keterkaitan antara variabel bebas dan variabel kontrol.

3.5. Instrumen Penelitian

Berdasarkan pada subjek pembahasan, maka instrument penelitian yang digunakan antara lain kamera untuk mendokumentasikan hasil survey, alat ukur guna mengetahui dimensi subjek yang diteliti, alat tulis untuk mencatat hasil pengamatan, komputer sebagai alat mengolah informasi, termasuk program Rhino dan Grasshoper, dan juga buku serta jurnal sebagai sumber data sekunder.

3.6. Analisis Data

Proses analisis data dilakukan setelah proses pengumpulan data, baik primer maupun sekunder, selesai. Analisis ini meliputi proses pengujian data primer (kondisi eksisting) terhadap data sekunder (studi literatur), dan pengidentifikasian perubahan –

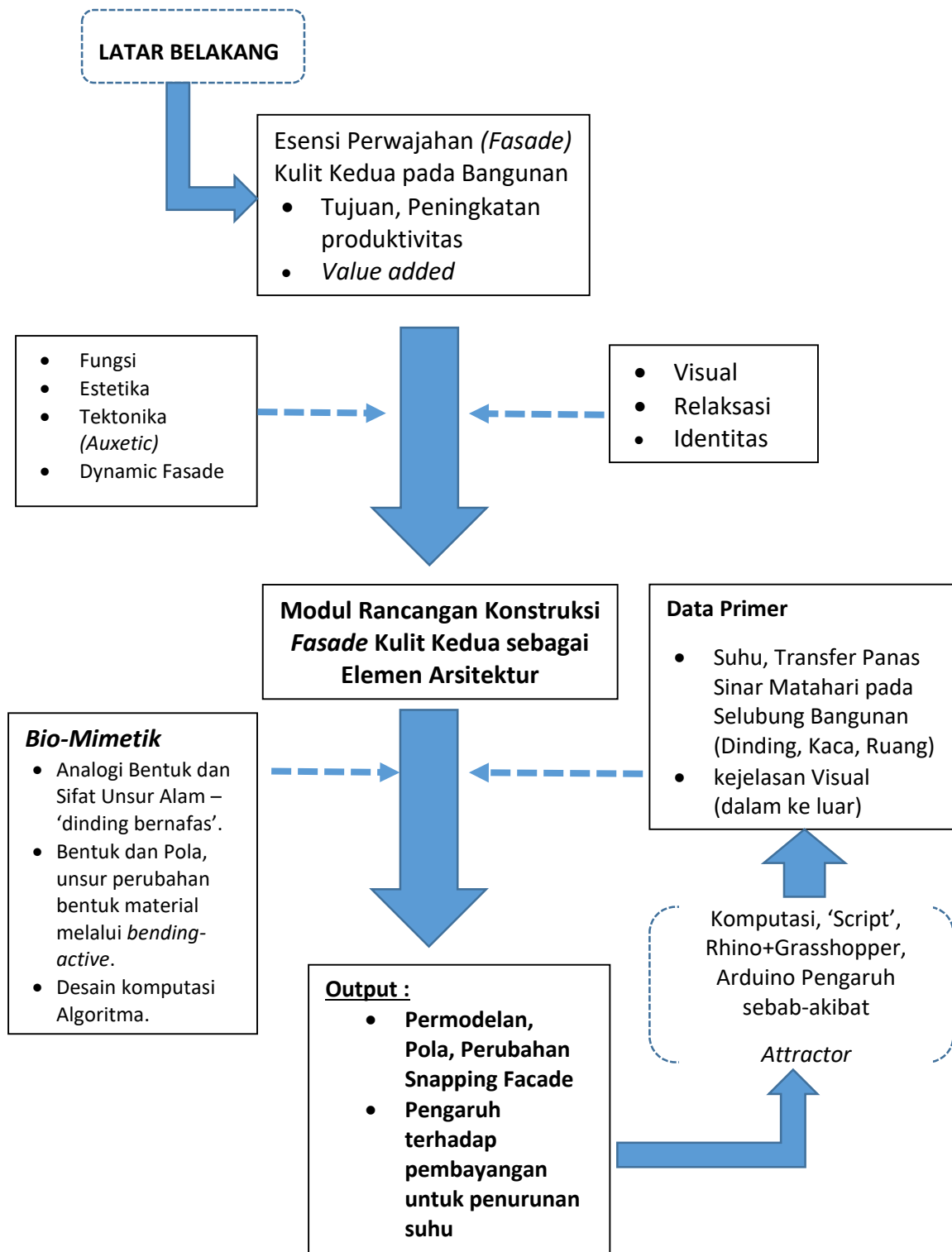
perubahan yang terjadi dalam proses eksperimen berdasarkan variabel – variabel di dalamnya.

3.7. Prosedur Penelitian

Berikut adalah prosedur penelitian yang dilakukan dalam pembuatan model fasad Gedung Henricus Constant secara komputasi:

- a) Melakukan studi literatur mengenai *dynamic* dan *parametric façade optimization* (optimasi fasad secara parametrik);
- b) Mengumpulkan data primer yaitu pengukuran dan dokumentasi kondisi fasad Gedung Henricus Constant;
- c) Membuat model tiga dimensi menggunakan program Rhino berdasarkan data primer sebagai bahan utama proses eksperimen melalui proses komputasi;
- d) Membuat alternatif desain fasade secondary skin melalui proses komputasi;
- e) Menyusun dan menganalisis data yang diperoleh ke dalam laporan akhir sehingga memperoleh kesimpulan sebagai hasil utama dari eksperimen.

3.8. Alur Pikir



Gambar 3.1. Bagan Alur Pikir
Sumber : Peneliti, 2018

BAB 4

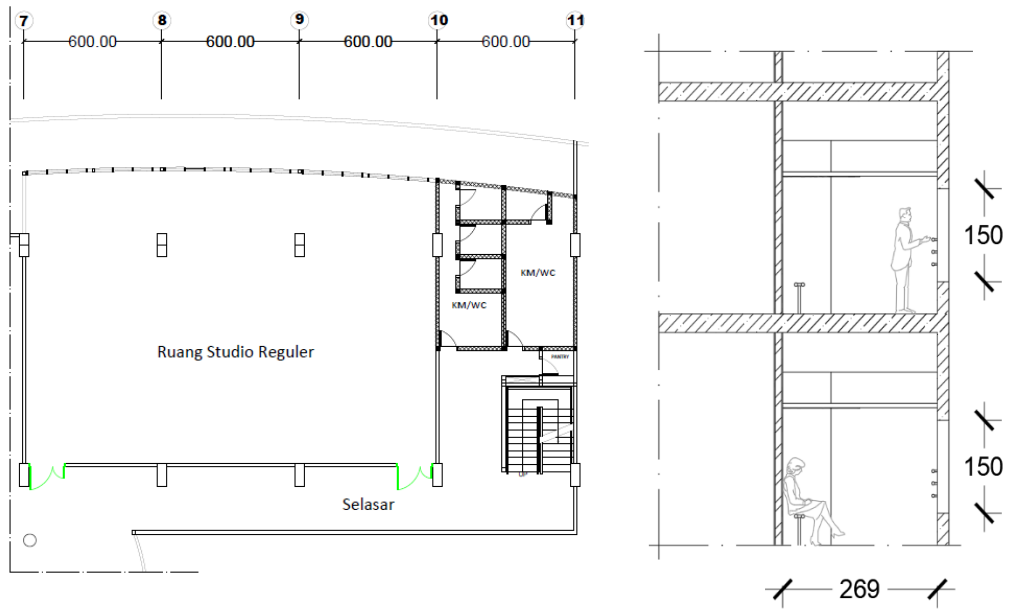
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Fasad Eksisting

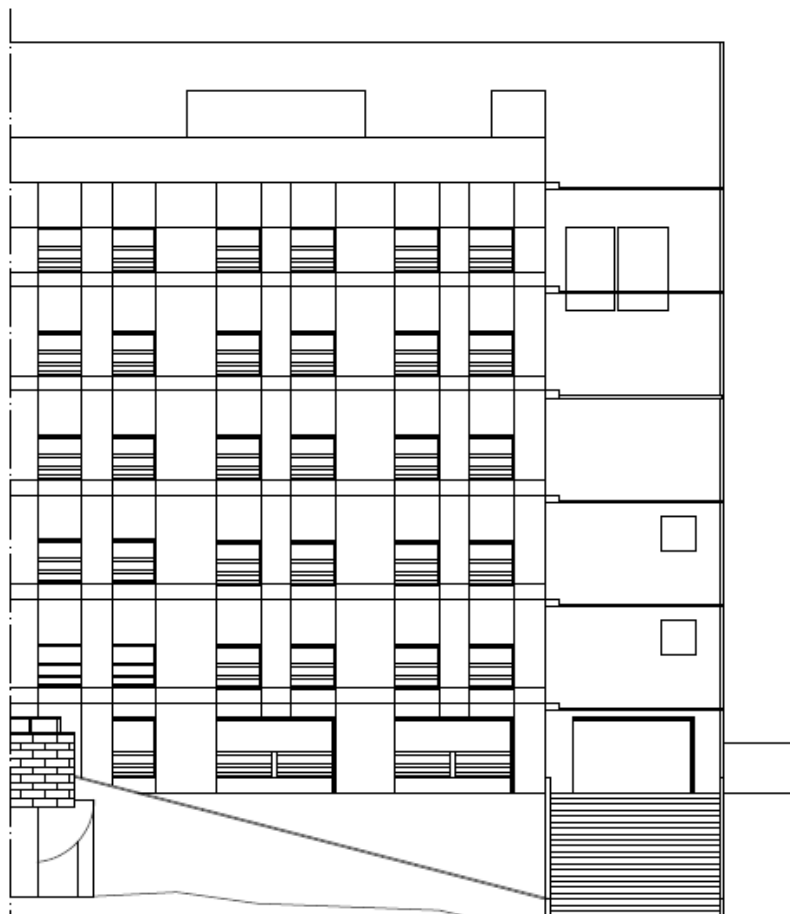
Studi kasus yang dibahas pada analisa ini yaitu Gedung Henricus Constant Universitas Katolik Soegijapranata, yang terletak di Jalan Pawiyatan Luhur IV No. 1, Bendan Dhuwur, Semarang. Gedung Henricus Constant memiliki dua bagian sayap bangunan, yaitu sayap A yang dibangun lebih dulu, kemudian menyusul sayap B. Fokus pembahasan pada analisa ini yaitu Gedung Henricus Constant sayap A yang menghadap ke arah barat. Berikut merupakan data pembahasan mengenai hasil survey yang telah dilakukan.



Gambar 4.1. Gedung Hendricus Constant – Sayap A
Sumber : Peneliti, 2019



Gambar 4.2. Gambar Denah dan Potongan Gedung Hendricus Constant – Sayap A
 Sumber : Peneliti, 2019

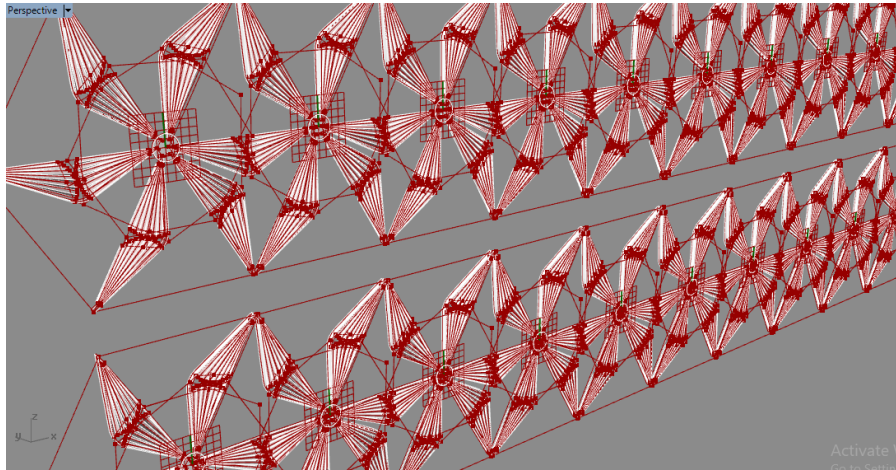


Gambar 4.3. Gambar Tampak Gedung Hendricus Constant – Sayap A
 Sumber : Peneliti, 2019

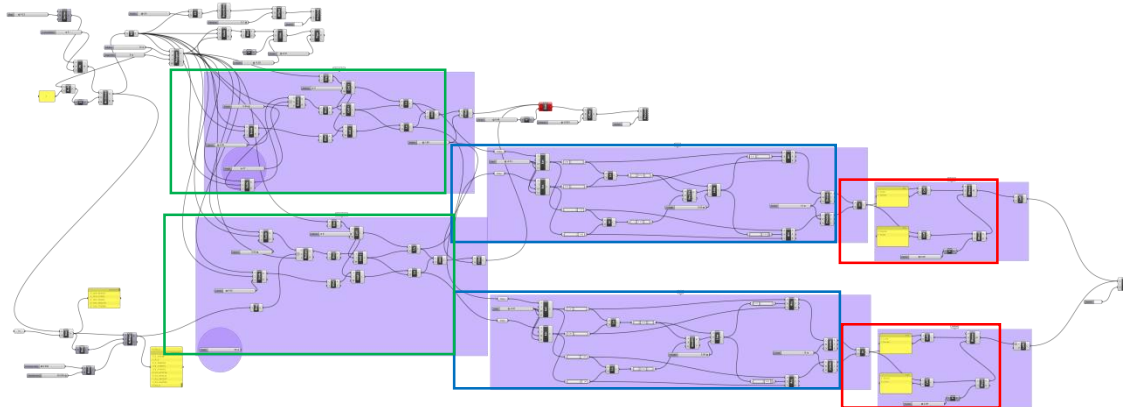
4.2 Eksperimen Fasad melalui Komputasi

4.2.1. Permodelan *Snapping Façade*

Untuk melihat dan menganalisa purwarupa ‘Snapping Façade’, dibuatlah model secara komputasi menggunakan program Grasshopper.



Gambar 4.4. Permodelan Snapping Façade untuk Gedung Hendricus Constant – Sayap A
Sumber : Peneliti, 2019



Keterangan:

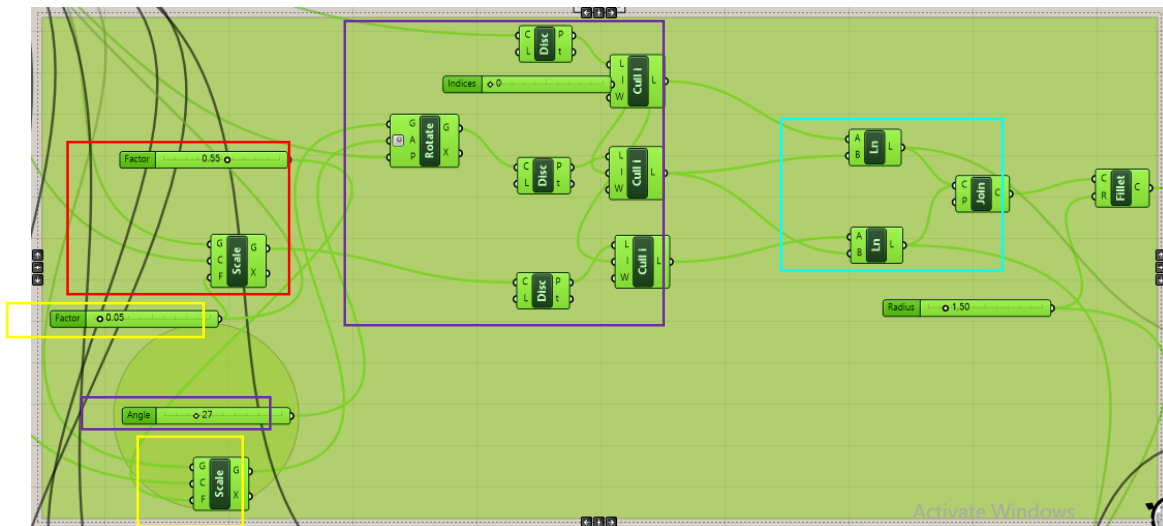
- Zona Model 1
- Zona Model 2
- Zona Model 3

Gambar 4.5. Algoritma yang Digunakan untuk Permodelan Snapping Façade
Sumber : Peneliti, 2019

Gambar di atas menunjukkan keseluruhan algoritma yang digunakan dalam membuat permodelan *Snapping Façade*.

a. Rangka Lubang Fasad (Model 1)

Gambar di bawah menunjukkan algoritma yang digunakan dalam program Grasshopper. Algoritma yang ditunjukkan pada gambar berfungsi untuk membuat rangka *snapping façade* dengan pola yang pertama.

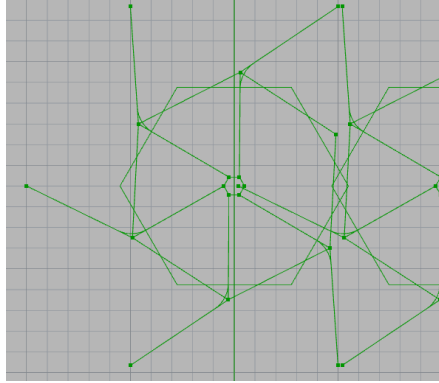


Gambar 4.6. Algoritma di dalam Program Grasshopper
Sumber : Peneliti, 2019

Zona yang berwarna merah digunakan untuk membuat bentuk rangka segienam yang berukuran besar, dan zona yang berwarna kuning untuk membuat bentuk rangka segienam berukuran kecil. Bentuk segienam ini dapat diatur ukurannya sesuai dengan kebutuhan keseluruhan luas fasad.

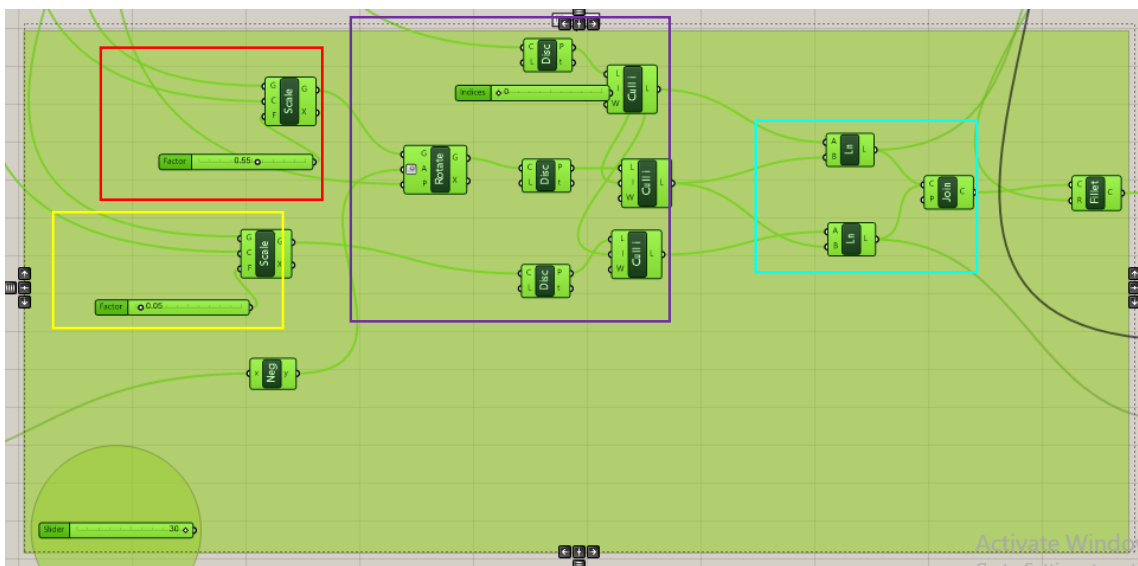
Zona berwarna biru digunakan sebagai garis patokan kemana arah kipas *snapping façade* akan berotasi. Pada zona yang berwarna ungu ini, bukaan antar kisi – kisi kipas dapat diatur. Pada percobaan fasad kali ini, bukaan yang paling ideal ada di angka 27° .

Gambar di bawah menunjukkan hasil dari algoritma yang telah dimasukkan. Garis – garis ini merupakan pola rangka segienam yang nantinya digunakan sebagai patokan bentuk lubang yang diinginkan. Lubang ini nantinya akan diisi oleh badan kipas yang dapat bergerak.

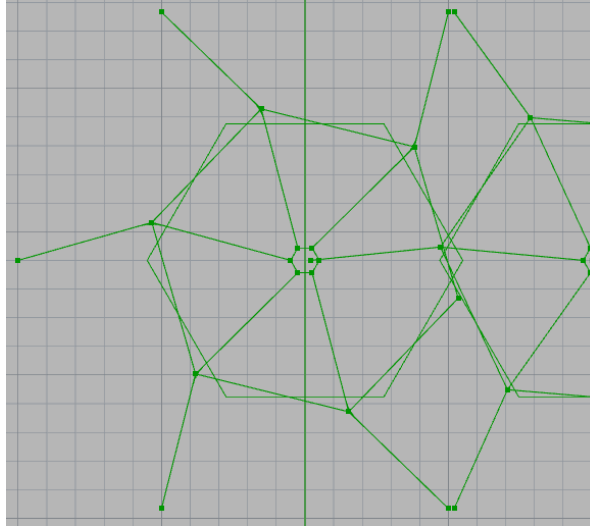


Gambar 4.7. Pola 1 Snapping Facade
 Sumber : Peneliti, 2019

Gambar di bawah menunjukkan algoritma kedua yang berfungsi untuk membuat rangka *snapping façade* dengan pola yang kedua. Zona berwarna merah, kuning dan biru adalah algoritma yang memiliki fungsi sama seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pada zona ungu, algoritma ini berfungsi untuk mengatur seberapa besar bukaan yang diinginkan pada *snapping façade* ini. Bukaan terkecil ada pada angka 0° dan terbesar yaitu di angka 30°.



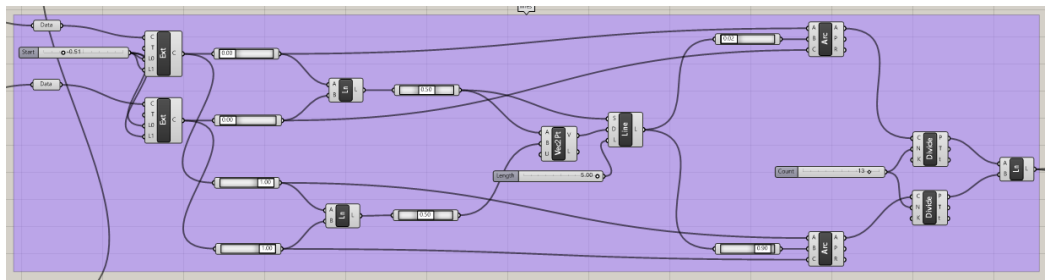
Gambar 4.8. Algoritma dalam Program Grasshopper
 Sumber : Peneliti, 2019



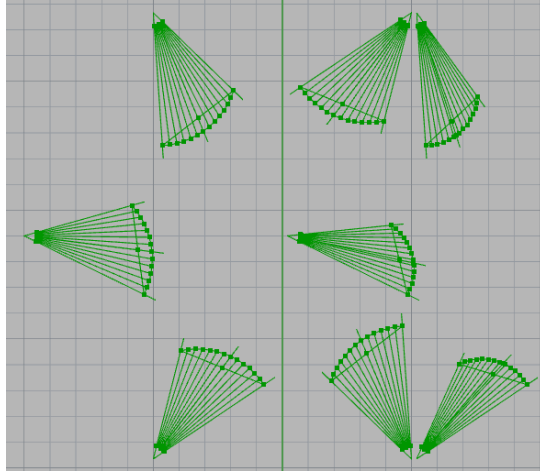
Gambar 4.9. Pola 2 Snapping Facade
 Sumber : Peneliti, 2019

b. Rangka Badan Kipas (Model 2)

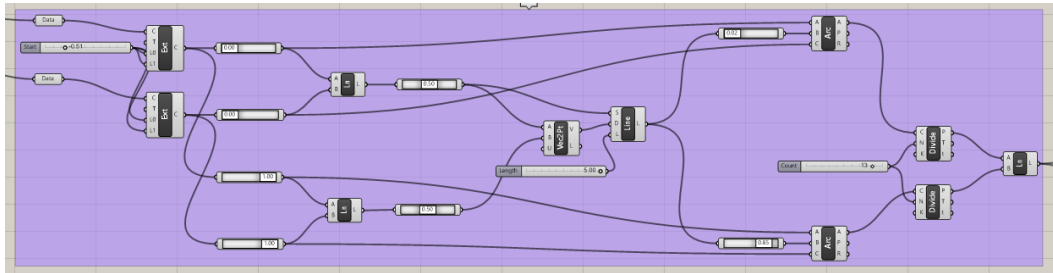
Setelah membentuk pola rangka fasad, selanjutnya yaitu mengisi rangka tersebut dengan badan kipas. Badan kipas ini yang akan bergerak (rotate) sesuai parameter yang telah ditentukan. Badan kipas ini nantinya digerakkan oleh dinamo yang menjadi pusat penggerak.



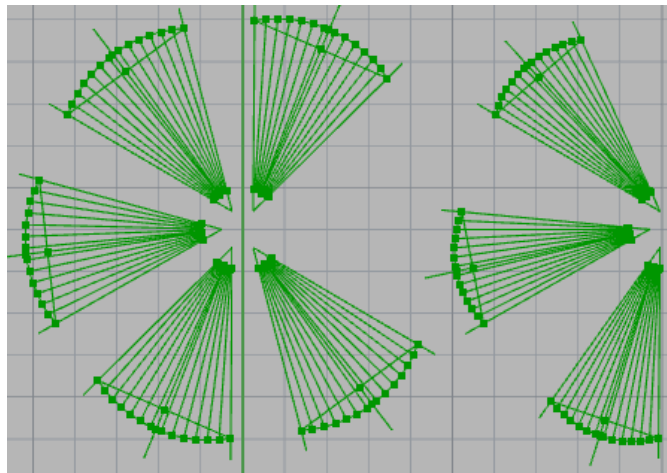
Gambar 4.10. Algoritma untuk Membentuk Rangka Badan Kipas
 Sumber : Peneliti, 2019



Gambar 4.11. Pola 1 Rangka Badan Kipas
 Sumber : Peneliti, 2019



Gambar 4.12. Algoritma dalam Program Grasshopper untuk Membentuk Rangka Badan Kipas
 Sumber : Peneliti, 2019

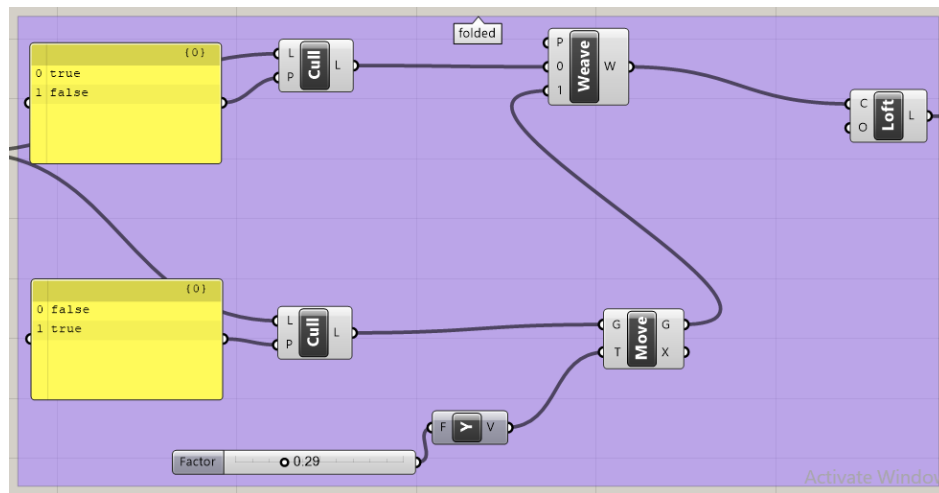


Gambar 4.13. Pola 2 Rangka Badan Kipas
 Sumber : Peneliti, 2019

Algoritma pada gambar 5.10 dan 5.12 berfungsi sebagai rangka pembentuk kipas yang mengisi pola segi-enam sebelumnya. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 5.11 dan 5.13.

c. Bidang dan Lipatan Badan Kipas (Model 3)

Algoritma di bawah ini berfungsi sebagai pembentuk bidang dari badan kipas (loft). Algoritma ini terhubung dengan algoritma sebelumnya yang berfungsi sebagai pembentuk rangka kipas.

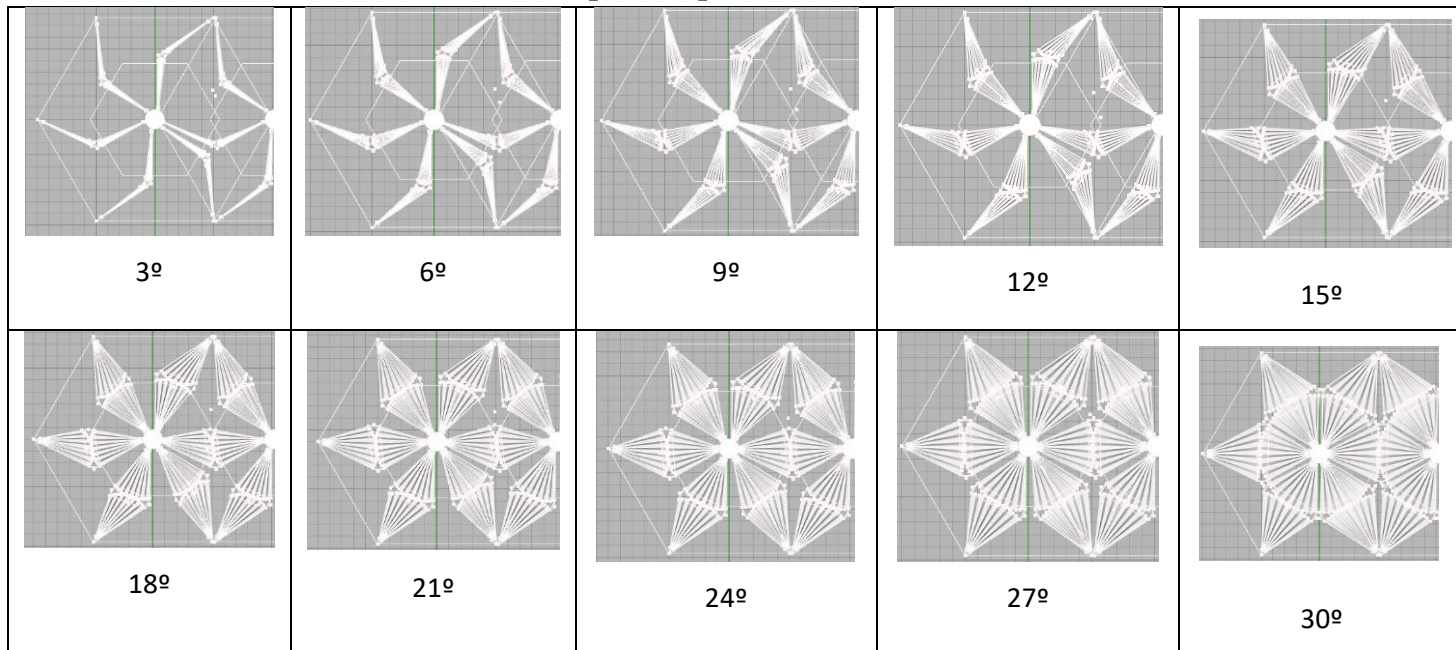


Gambar 4.14. Algoritma dalam Program Grasshopper untuk Membentuk Bidang Badan Kipas
Sumber : Peneliti, 2019

4.2.2. Perubahan Bukaan Kipas

Setelah membuat permodelan Snapping Façade, maka selanjutnya mengetahui perubahan keterbukaan dan ketertutupan bidang kipas. Pada gambar di bawah dapat dilihat perubahan bukaan kipas pada posisi 0° hingga 30°. Kipas yang tertutup maksimal berada di posisi 0°, dan yang terbuka maksimal berada di posisi 30°. Pergerakan rotasi kipas digerakkan oleh dinamo yang berada di pusat segi-enam.

Tabel 4.1. Skema Perubahan Bentuk pada Kipas



Sumber : Peneliti, 2019

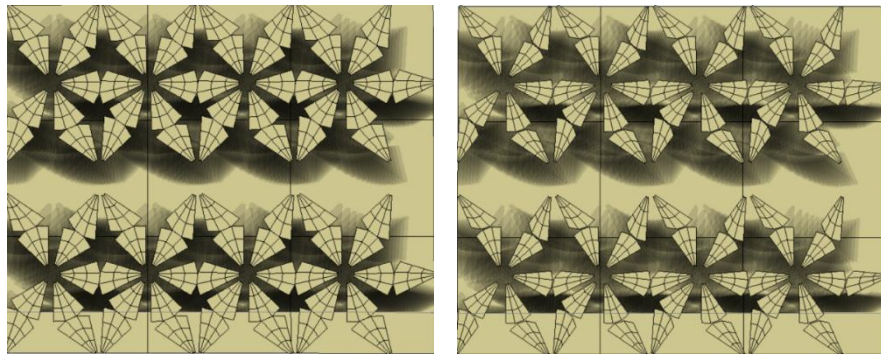
4.3 Pembahasan Hasil Eksperimen Komputasi

4.3.1. Shading dan Tingkat Visibilitas

a. Shading

Shading yang baik adalah jenis shading yang dapat bekerja secara optimal. Dapat sebagai penghalang matahari dengan merespon pergerakan sinar matahari. Pada saat bagian dari Gedung Henricus Constant terpapar sinar matahari yang cukup terik, bagian dari kipas akan menutup. Begitu juga sebaliknya, di bagian yang tidak terpapar sinar matahari terik akan membuka.

Dengan pemberian shading yang dihasilkan dari Snapping Façade ini, dapat meminimalkan kelebihan cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Sehingga panas dan cahaya yang masuk dapat dikontrol sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 4.15. Shading yang Dihasilkan dari Permodelan Snapping Façade
Sumber : Peneliti, 2019

b. Tingkat Visibilitas

Tingkat rotasi tertutupan dari kipas Snapping Façade ini bermacam – macam, mulai dari 0° - 30° . Semakin kecil bukaan pada kipas, maka semakin menghalangi tingkat visibilitas penggunanya. Berlaku juga sebaliknya. Posisi Gedung Henricus Constant sayap A yang menghadap ke arah barat memiliki view pemandangan yang cukup bagus. Sehingga untuk mengurangi ketidaknyamanan pada pengguna bangunan, kipas dari Snapping Façade ini akan membuka di titik lantai yang memiliki lokasi untuk melihat view paling bagus.

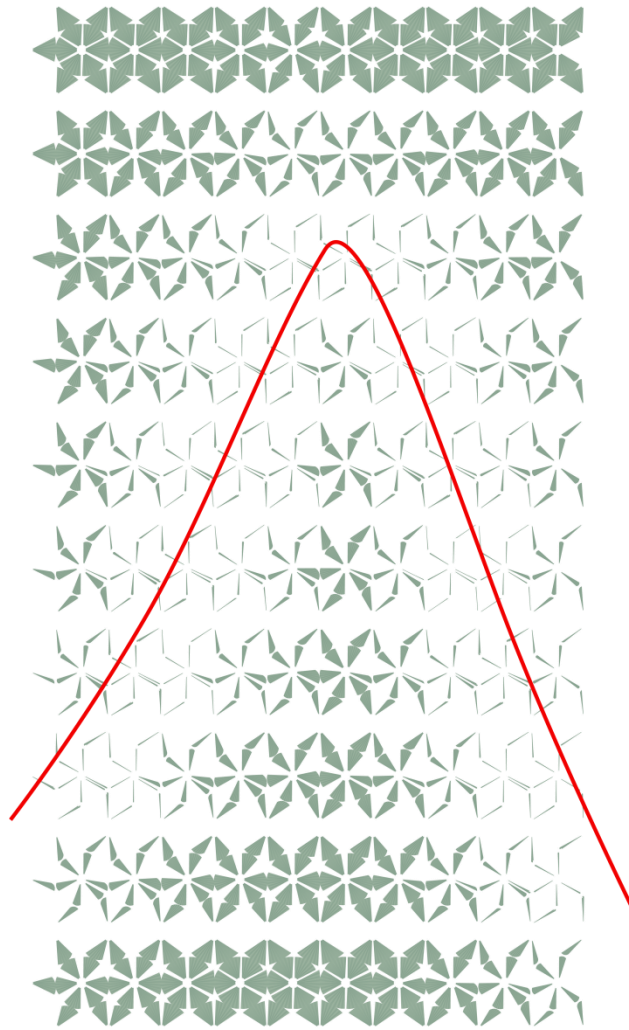


Gambar 4.16. Tingkat Visibilitas Pengguna di Salah Satu Titik Gedung HC
Sumber : Peneliti, 2019

4.3.2. Attractor

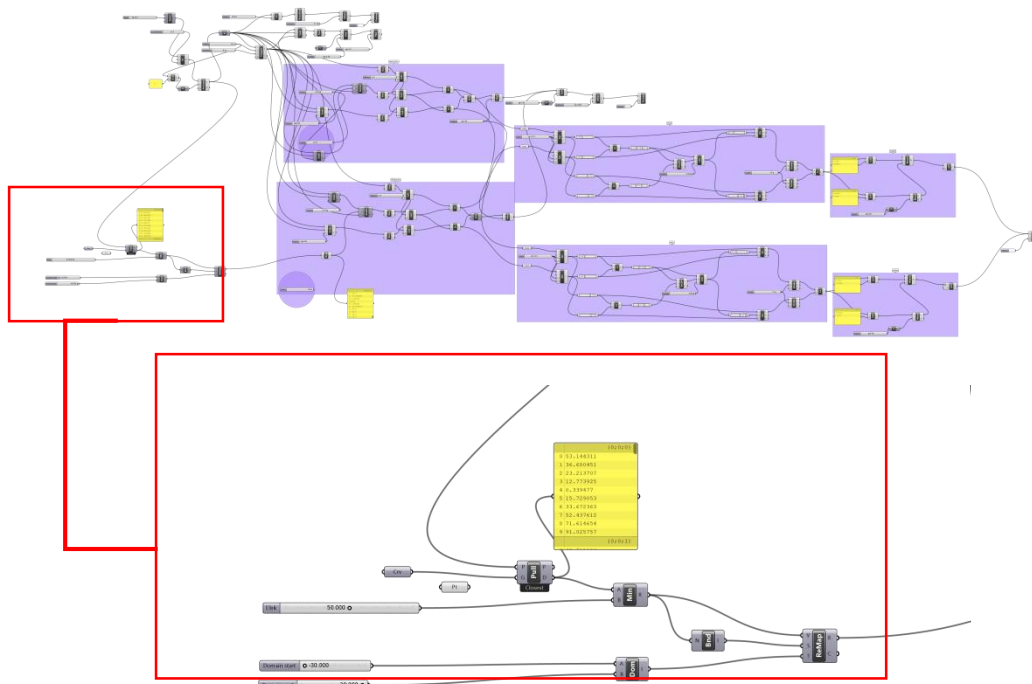
Pokok pembahasan pada penelitian kali ini yaitu mengenai fasad dinamis. Salah satu contoh fasad dinamis yaitu fasad dapat membuka dan menutup sesuai dengan kondisi yang terjadi di lingkungan. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya pada bab landasan teori. Maka dari itu, untuk membuat “Snapping Façade” ini dapat tergolong menjadi fasad dinamis, digunakanlah “attractor” pada software Rhinoceros dan Grasshopper.

Attractor pada software ini dapat memberikan efek pada setiap titik yang akan diberikan pengaruh. Attractor adalah salah satu ‘tools’ yang digunakan untuk mengubah tatanan grid sesuai dengan geometri penarik yang diberikan. Tatanan ini yang kemudian akan semakin menjauh maupun mendekati titik *attractor*.



Gambar 4.17. Hasil Permodelan Snapping Façade menggunakan Attractor
Sumber : Peneliti, 2019

Seperti yang sudah dilakukan pada permodelan “Snapping Façade” ini. Dapat dilihat semakin dekat titik attractor diletakkan pada titik dinamo, maka kipas akan semakin membuka. Dan semakin jauh titik attractor diletakkan, maka kipas akan semakin menutup.



Gambar 4.18. Algoritma pada Program Grasshopper menggunakan Attractor
 Sumber : Peneliti, 2019

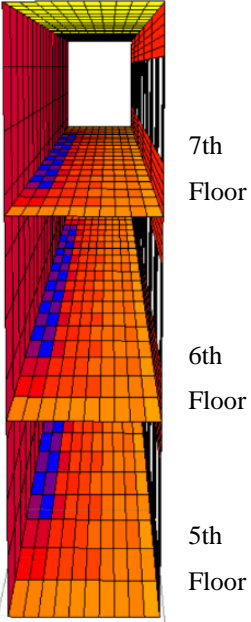
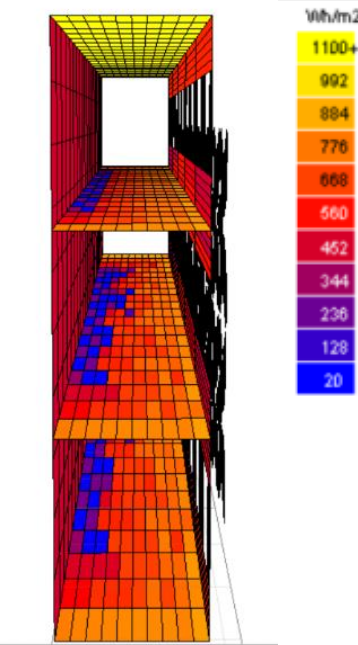
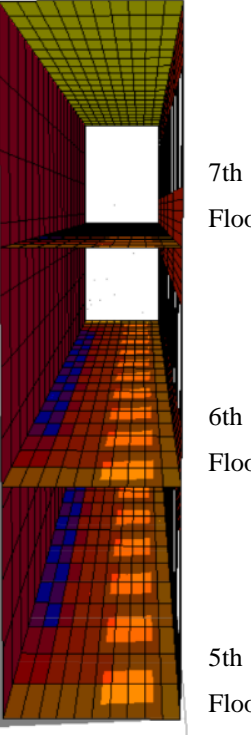
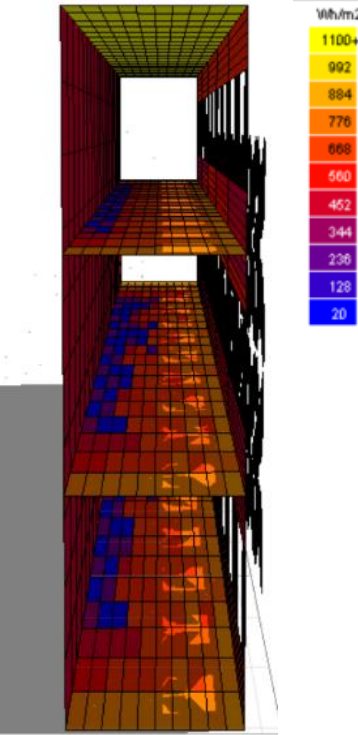
Algoritma di atas menjelaskan bagaimana permodelan fasad disambungkan dengan algoritma attractor. Pada bagian yang diberi kotak merah menunjukkan jarak yang dihasilkan dari titik – titik attractor dengan titik – titik dinamo. Kemudian bagian ‘efek’ ini berfungsi sebagai pengatur radius dari pengaruh yang diberikan. Dan ‘domain start’ dan ‘domain end’ berfungsi sebagai pengatur derajat bukaan kipas.

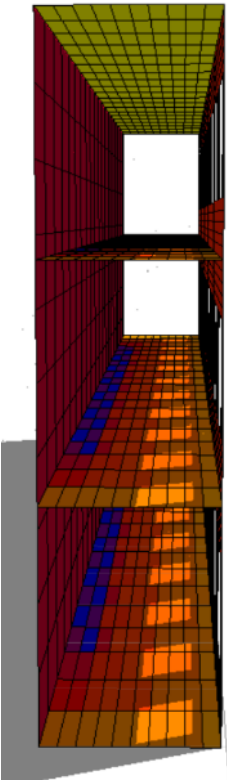
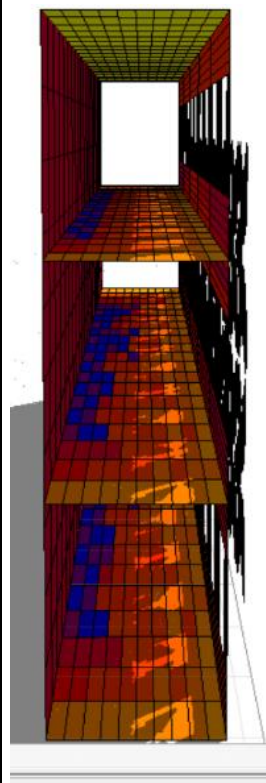
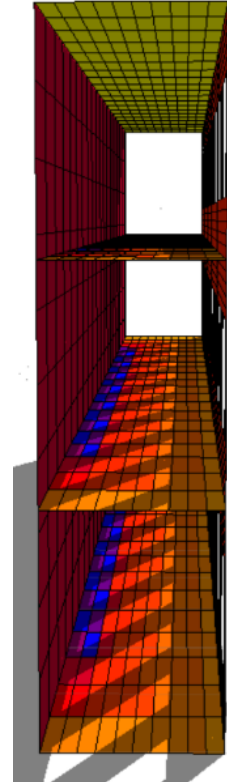
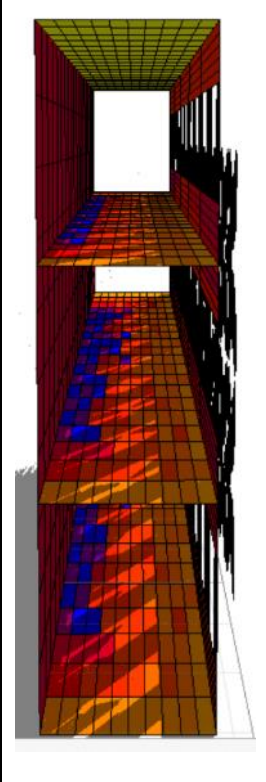
Di sini attractor berperan sebagai komponen yang dapat memberikan view kepada pengguna bangunan Henricus Constant. Attractor ini dapat diletakkan dimana saja, sehingga titik kipas yang akan membuka dan menutup dapat berpindah – pindah.

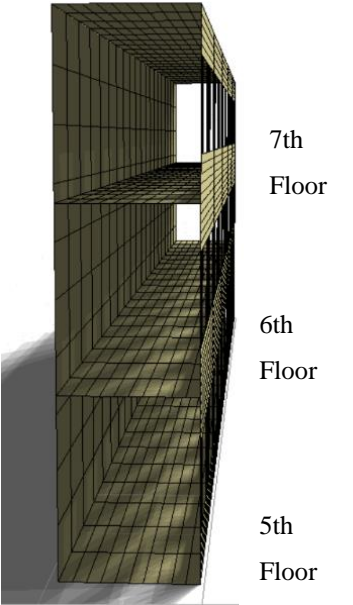
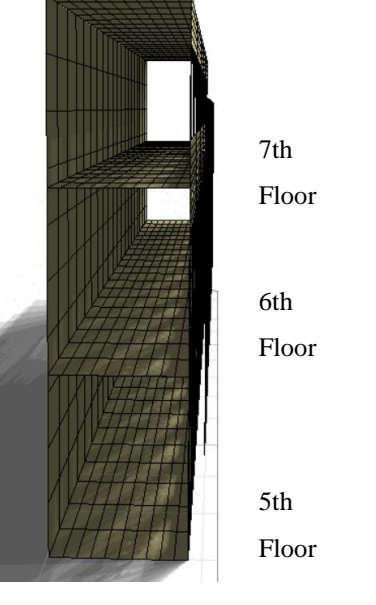

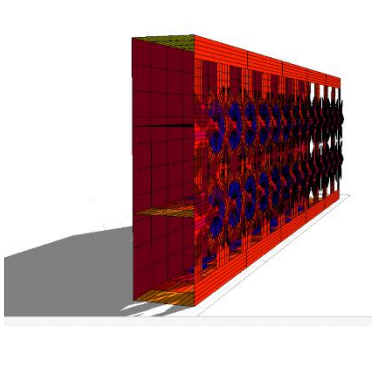
4.3.3. Analisis Pengaruh *Snapping Facade* terhadap Radiasi dan Pembayaran

Tahap berikut ini merupakan hasil analisis pengaruh snapping facade terhadap efek radiasi, serta signifikansi penurunan suhu pada koridor ruang kasus terpilih. Sampel menggunakan permodelan terhadap modul fasade secondary skin yang terdapat pada lantai 5, 6 dan 7 Gedung Hendricus Constant.

Tabel 4.2. Analisis Radiasi dan Pembayangan Snapping Facade

No	Analisis dan Pembahasan	Kondisi Awal tanpa Snapping Facade	Kondisi dengan Snapping Facade
1	<p>Radiasi</p> <p>Pada kondisi normal, (tanpa <i>snapping facade</i>), Tingkat radiasi yang diterima ruang selasar sebesar 75% dari luas bidang lantai. Setelah dipasang <i>snapping facade</i>, tingkat radiasi yang diterima mengalami pengurangan luas bidang, dengan tingkat signifikansi 15%-20%.</p>		
2	<p>Pembayangan</p> <p>Fase pembayangan dilakukan pada 3 (tiga) fase, yakni pada saat fase penerimaan radiasi sinar matahari paling tinggi, yakni pada pukul 12.00 WIB – pukul 14.00 WIB – pukul 16.00 WIB</p>	<p>Pukul 12.00 WIB</p> <p>Pola geometri pembayangan yang terbentuk setelah pemasangan snapping facade (kanan), pola grid bidang lapis dinding masih terlihat, sehingga terdapat pengaruh terhadap bidang terpapar sehingga menutup.</p> 	

		<p>Pukul 14.00 WIB</p> <p>Efek bayangan mulai timbul dengan perbedaan kemiringan sudut 15 derajat</p>	 <p>7th Floor</p> <p>6th Floor</p> <p>5th Floor</p>	 <p>Wh/m²</p> <ul style="list-style-type: none"> 1100+ 992 884 776 668 560 452 344 236 128 20
		<p>Pukul 16.00 WIB</p> <p>Kondisi bayangan mulai memanjang, bagian yang sebelumnya kurang terpapar radiasi mulai terkena, khususnya pada dinding bagian tepi dalam.</p>		 <p>Wh/m²</p> <ul style="list-style-type: none"> 1100+ 992 884 776 668 560 452 344 236 128 20

<p>3</p> <p>Shadow Range</p> <p>Jarak bayangan yang terbentuk, khususnya diambil saat <i>range</i> maksimum pembayangan akibat <i>shading</i> (pukul 16.00 WIB), berbentuk memanjang, sehingga keberadaan snapping facade memiliki suatu pengaruh yang signifikan, terutama kaitannya dengan penurunan suhu.</p>			
<p>4</p> <p>Tampilan Facade</p> <p>Bagian snapping facade yang terbentuk, pola diletakkan pada bagian ruang antara bukaan. Modul akan tertutup manakala terpapar sinar dan radiasi matahari.</p>			

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, fasad dinamis dapat meningkatkan kinerja bangunan dengan melihat kondisi dari lingkungan sekitarnya. Kondisi eksisting pada Gedung Henricus Constant menunjukkan, sinar radiasi matahari yang masuk melalui secondary skin cukup mengganggu pengguna bangunan. Melalui pencarian dengan parameter – parameter yang telah ditentukan, maka ditemukan desain “Snapping Façade” ini. Snapping Façade dapat bekerja secara dinamis. Bentuk kipas yang saling terhubung ini dapat bergerak membuka dan menutup sesuai kebutuhan dan keinginan. Faktor penentu pergerakan kipas ini dapat ditinjau dari fase pergerakan serta sudut sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan, dan tingkat visibilitas penggunaannya. Berdasarkan simulasi secara komputasi, titik – titik mana saja yang diinginkan untuk *Snapping Façade* bergerak yaitu melalui algoritma attractor. Attractor ini nantinya dapat sebagai penentu mesin – mesin dinamo untuk menggerakkan kipas – kipas dari Snapping Façade.

Snapping Facade juga memiliki pengaruh signifikan terhadap upaya pengurangan radiasi, tingginya suhu koridor sebagai akibat dari terpaparnya sinar. Sudut jatuh yang terbentuk, pola perubahan lipatan kipas juga mempengaruhi efek pembayangan. Pola geometri yang terbentuk pada eksterior juga menyesuaikan dengan bagian permukaan yang terpapar sinar matahari dan radiasi, menimbulkan suatu ekspresi yang kuat. Aspek ekologis juga didapat dari adanya *snapping facade* ini, yakni terdapat efek upaya untuk mengurangi panas di dalam ruang koridor ketika ada paparan udara panas menerpa permukaan fasade.

5.2. Saran

Jenis dan desain *shading* sangat beragam, namun jenis shading yang dapat bekerja secara optimal harus merepresentasikan sebagai penghalang matahari yang dapat merespon gerak matahari. *Snapping façade* ini dapat menjadi alternatif desain shading untuk mengganti ataupun menambahkan *secondary skin* eksisting yang telah ada. Namun, untuk menemukan material serta konstruksi yang cocok

diperlukan pengkajian dan penelitian lanjutan, terutama kaitannya dengan suhu, intensitas radiasi, serta aspek konstruksi.

BAB 6
ANGGARAN DAN JADWAL PENELITIAN

6.1. Anggaran Penelitian

No	Uraian	Rincian	Satuan (Unit)	Harga@	Total
1	Bahan Habis Pakai				
	a. ATK (Alat Tulis Kantor)	- Spidol, ballpoint, kertas 1 rim	2 set	Rp. 50.000,-	Rp.100.000,-
	b. Alat dan Bahan eksperimen	- Kertas Ivory 210 gsm - Cutter - Gunting - Penggaris	10 set 1 set	Rp. 6.000,- Rp. 30.000,-	Rp. 60.000,- Rp. 30.000,-
				SubTotal 1	Rp. 190.000,-
2.	Biaya Survey, perjalanan dan akomodasi				
	a. Bahan Bakar	- Solar	8 x trip	Rp. 100.000,-	Rp. 800.000,-
	b. Tol	- Ungaran-Bawen	8 x trip	Rp. 7.800,-	Rp. 64.200,-
	c. Perijinan survey	- Biaya Survey	1	Rp. 300.000,-	Rp. 300.000,-
	d. Biaya Narasumber, leaflet / kuesioner	- Biaya Survey	1	Rp. 400.000,-	Rp. 400.000,-
				SubTotal 2	Rp. 1.564.200,-
3.	Biaya Belanja lain-lain				
	a. Buku Referensi (Biomimetic Design)	- Buku impor Biomimetic Design (pdf.)	1	Rp. 130.000,-	Rp. 130.000,-
	b. Buku Design for Parametric Studies	- Buku Parametric Studies (Pdf.) - Data backup	1	Rp. 100.000,-	Rp. 100.000,-
	c. Flashdisk USB		2	Rp. 110.000,-	Rp. 220.000,-
				SubTotal 3	Rp. 450.000,-

4.	Biaya Jasa dan Biaya Produksi				
	a. Biaya Jasa Tenaga Survey	- Pengukuran lapangan, pendataan data primer, sebar kuesioner	5 orang	Rp. 300.000,-	Rp. 1.500.000,-
	b. Biaya Jasa Produksi Komputasi dan Analisis Algoritma	- Drafter 3D Rhinoceros dan Grasshopper	2 orang	Rp. 400.000,-	Rp. 800.000,-
	c. Biaya eksperimen bahan metal alumunium	- Sewa laser cutting	1	Rp.250.000,-	Rp. 250.000,-
		- Sewa alat <i>heat-gun</i>	1	Rp. 25.000,-	Rp. 25.000,-
		- Beli bahan baku	5 set	Rp. 20.000,-	Rp. 20.000,-
SubTotal 4					Rp. 2.595.000,-
TOTAL BIAYA					Rp. 4.799.200,-
Terbilang : "Empat juta tujuh ratus sembilan puluh sembilan ribu dua ratus rupiah"					

6.2. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan Pelaksanaan Penelitian Tahun 2018 / 2019					
		Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
1	Persiapan Penelitian						
2	Pelaksanaan Penelitian						
3	Pengumpulan Data						
4	Analisis Data						
5	Penyusunan Laporan Akhir						
6	Seminar Hasil Penelitian						
7	Publikasi Ilmiah						

DAFTAR PUSTAKA

- Asda, Chichi (2010). *Design Explanation with Generative Algorithm in Designing the Facade of ATMI Campus Cikarang*. ITB, Bandung.
- Ashour, Y. (2015). *Heuristic Optimization in Design, Environmental Parametric 1*. Proceeding of ACADIA, Computational Ecological, London
- Christian, Winson. (2018). *Penggunaan Teknologi Komputasi dalam Optimasi Fasad Bangunan Tropis (Studi Kasus: Gedung Henricus Constant)*. Makalah disajikan dalam Seminar Lokakarya Penulisan Artikel dan Pengelolaan Jurnal Ilmiah, Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.
- De Landa M. (2001). *Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture, Design for a Digital World*. Wiley-Academy, Wiley, New York.
- Gruber, Petra (2011). *Biomimetics in Architecture - Architecture of Life and Buildings*. Springer : Wien, Austria.
- Mirante, Lorenzo (2015). *Auxetic Structures; Towards Bending-Active Architectural Applications*. Master Thesis; Politecnico di Milano, Italy.
- Permata, Cynthia. (2014). *Strategi Double Skin Fasade pada Bangunan Kampus National Central Univesity dalam Menurunkan Kebutuhan Energi Pendinginan* (2014). 3-5.
- Saleh, Mohamed Mostafa Ibrahim (2012). *Using the Tools of Parametric. Toward a More Responsive Environmental Urban Morphology*. Alexandria University, Egypt.
- Schumacher, Patrik (2008). *Design Research Within the Parametric Paradigm. Smart work- Patrik Schumacher on the Growing Importance of Parametrics*.
- Vierlinger, R. (2013). *A Framework for Flexible Search and Optimization in Parametric Design, Rethinking Prototyping*. Proceedings of the Design Modelling Symposium Berlin: Berlin.
- Viovetta, Lavica. (2017). *Eksplorasi Fasade yang Dinamis dengan Material Aluminium Composite Panel pada Bangunan MOG di Malang* (2017) 1-4.