

JURNAL ARSITEKTUR

VOLUME
10
NOMOR 1

EDISI JANUARI 2020
ISSN 2087-2739

JURNAL ARSITEKTUR

Terbit dua kali setahun pada Bulan Januari dan Juli. Diterbitkan oleh Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung. **JURNAL ARSITEKTUR** merupakan media pendokumentasian, *sharing*, dan publikasi karya ilmiah yang berisi karya-karya riset ilmiah mengenai bidang ilmu perancangan arsitektur dan bidang ilmu lain yang sangat erat kaitannya seperti perencanaan kota dan daerah, desain interior, perancangan lansekap, dan sebagainya.

ISSN: 2087-2739

PELINDUNG

Prof. Dr. Ir. H.M. Yusuf Barusman, M.B.A. (*Universitas Bandar Lampung*)

PENASEHAT

Dr. Ir. Hery Riyanto, M.T. (*Universitas Bandar Lampung*)

PENANGGUNG JAWAB

Ir. Tjetjeng Sofjan S., M.M., M.T. (*Universitas Bandar Lampung*)

PIMPINAN REDAKSI

Dr.Eng. Haris Murwadi, S.T., M.T.

REDAKSI PELAKSANA

Shofia Islamia Ishar, S.T., M.T.

Ai Siti Munawaroh, S.Pd., M.I.L.

Dadang Hartabela, S.T., M.T.

Indyah Kumoro Wardani, S.T., IAI

DEWAN REDAKSI

Prof. Dr. Julaihi Wahid (*Universitas Sains Malaysia*)

Prof. Dr. Ir. H. Slamet Tri Sutomo, M.S (*Universitas Hasanuddin*)

Prof. Ir. Totok Rusmanto, M.Eng. (*Universitas Diponegoro*)

Dr. Ing. Ir Gagoek Hardiman. (*Universitas Diponegoro*)

Dr.Eng. Fritz Akhmad Nuzir, S.T., M.A.(L.A.) (*Universitas Bandar Lampung*)

David Hutama, ST., M.Eng (*Universitas Pelita Harapan*)

MITRA BESTARI

Dr. Ir. Budi Prayitno, M.Eng. (*Universitas Gajah Mada*)

Dr. Eng. Ir. Ahmad Sarwadi, M.Eng (*Universitas Gajah Mada*)

Dr. T. Yoyok Wahyu Subroto, M.Eng. Ph.D. (*Universitas Gajah Mada*)

Prof. Ir. Liliany Sigit Arifin, M.Sc., Ph.D (*Universitas Petra*)

Dr. Budi Faisal (*Institut Teknologi Bandung*)

Dr.Eng. Agus Hariyadi, S.T., M.Sc. (*Universitas Gajah Mada*)

TIM GRAFIS DESAIN

B. Chrysvania Artemisia

ALAMAT REDAKSI

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung
Jalan Zainal Abidin Pagar Alam Nomor. 26 Labuhanratu, Bandarlampung, 35142

Telp. : 0721-773847

E-mail : editor.j@ubl.ac.id

Homepage : <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/ja>

Daftar Isi Artikel

- 01-06 **Tipologi Grid Kolom Pada Lamban Pekon Hujun di Lampung Barat**
LESTARI, A. Dwi Eva; FADHILI, M. Afif
- 07-18 **Studi Evaluasi Pasca Huni Ditinjau dari Aspek Fungsional pada Bangunan Asrama Mahasiswa Putra (TB2) Institut Teknologi Sumatera (ITERA)**
KUSTIANI, MUNAWAROH, Ai Siti
- 19-28 **Optimasi Komponen Fasad Menggunakan Generative Algorithm**
Studi kasus: ITERA Lampung
KHIDMAT, Rendy Perdana; ULUM, M. Shoful; LESTARI, Dwi Eva, FUKUDA, Hiroatsu
- 29-34 **Kenyamanan Termal Pada Obyek Wisata Berkembang**
(Studi Kasus: Obyek Wisata Blue Lagoon Yogyakarta)
NURHADI, Septi Kurniawati
- 35-42 **Analisis Ekspektasi Mahasiswa Terhadap Kota**
ARTEMISIA, B. Chrysvania; MUNAWAROH, Ai Siti; MURWADI, Haris
- 43-56 **Kode Biner Sebagai Konsep Gubahan Perancangan Fasad Bangunan**
Studi Kasus: Redesign Gedung B Fakultas Teknik Universitas Lampung
WIBAWA, M. Shubhi Yuda

Optimasi Komponen Fasad Menggunakan *Generative Algorithm* Studi kasus: ITERA Lampung

Rendy Perdana Khidmat^{1,2}, M. Shoful Ulum², Dwi Eva Lestari², Hiroatsu Fukuda³

¹Mahasiswa Doktor, Graduate School of Environmental Engineering, The University of Kitakyushu

²Dosen, Program Studi Arsitektur, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera

³Professor, Department of Architecture, Faculty of Environmental Engineering, The University of Kitakyushu

*Penulis Korespondensi: rendy.perdana@ar.itera.ac.id HP: +8180 9374 5368

Abstrak:

Sektor konstruksi dan bangunan, terutama hunian dan bangunan komersil, berkontribusi hampir 40% dalam mempercepat proses pemanasan global. Hal ini disebabkan oleh konsumsi energi berlebih oleh penghuni bangunan dalam upaya beradaptasi dengan perubahan suhu pada tempat tinggalnya. Walaupun demikian, hal ini dapat diantisipasi oleh stakeholder terutama arsitek dan desainer dengan menerapkan model desain yang berorientasi pada performa bangunan pada saat tahap awal desain. Perancangan arsitektur masa kini banyak mengalami perubahan dikarenakan pengaruh dari perkembangan komputer. *Digital design* salah satu cabang yang berkembang dalam arsitektur memiliki peran yang sangat penting dalam membentuk pola pikir desain arsitektur masa kini. Sebut saja *Parametric Design* dan *Generative Algorithm*, yang merupakan suatu pendekatan desain yang mengandalkan kemampuan komputer dalam mengambil alih perhitungan-perhitungan matematis yang kompleks dalam proses perancangan arsitektur. Penelitian ini akan membahas penggunaan platform tersebut dalam menginvestigasi peran dan fitur dari komponen fasad diantaranya panjang kanopi jendela, luas permukaan bukaan, tinggi ambang atas dan bawah dari jendela dan derajat perputaran orientasi bangunan dengan studi kasus Institut Teknologi Sumatera, dengan iterasi secara *generative* untuk mengukur target goal dari proses perancangan seperti *Operative Temperature*, *View Percentage*, *Daylight Simulation*, *Surface Temperature*, *Sun Hours Simulation*. Hasil yang didapatkan dari proses iterasi pada 34 generasi menggambarkan preferred solution adalah individual yang memiliki sudut perputaran 6 derajat, Panjang cantilever jendela 0.9 meter, glazing ratio 0.2%, tinggi ambang atas dan bawah jendela adalah 3,5-meter dan 10 cm.

Kata Kunci: Komponen Fasad, Parametrik Desain, Generative Algorhythm, Multi Objective-Optimization, Daylight Analysis

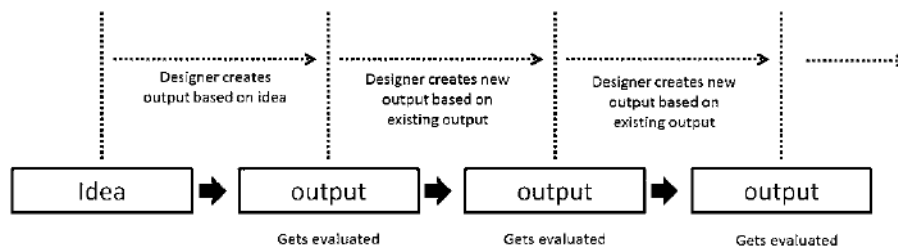
1. Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, pemanasan global yang telah menyebabkan krisis energi dunia dan menjadi isu besar bagi para peneliti performa bangunan gedung. Sektor bangunan berkontribusi 20% - 40% dalam pelepasan emisi karbon untuk memperburuk situasi tersebut (Lombard, 2008). Suhu global diperkirakan meningkat dari 0,7 menjadi 3,92 °C pada akhir abad ini. Kesehatan manusia di Indonesia secara langsung dipengaruhi oleh kenaikan suhu (IPCC 2007), yang dapat memperburuk keadaan ini salah satunya adalah kondisi kenyamanan *indoor* atau Indoor Environmental Quality (IEQ) di dalam bangunan (Montazami, 2017). Bersamaan dengan naiknya suhu di luar dan di dalam bangunan, perilaku penghuni memiliki dampak yang signifikan dalam pengembangan dan juga mengendalikan risiko *overheating* (Sameni, 2015). *Overheating* juga bisa sebagai akibat dari kurangnya optimasi antara empat elemen kenyamanan yaitu kenyamanan termal, kenyamanan pencahayaan, kualitas udara, dan kenyamanan akustik (Montazami, 2015).

Perkembangan teknologi konstruksi membutuhkan kompleksitas dalam desain bangunan dan berakibat pada tuntutan akan kenyamanan termal dari penghuni meningkat. Strategi untuk mengurangi konsumsi energi salah satunya adalah dengan menggunakan pendekatan desain pasif dengan memaksimalkan ventilasi alami. Tren saat ini merekomendasikan desainer untuk memanfaatkan *Building performance Simulation* (BPS) dalam memprediksi konsumsi energi sejak tahap awal perancangan. Salah satu isu yang paling signifikan adalah diskusi mengenai *Parametric design* dan *Generative Algorithm*, kerangka kerja tersebut baru-baru ini terbukti efektif dalam membantu efisiensi dalam memprediksi konsumsi energi. Desain generatif dapat menggenerasikan ribuan desain solusi berdasarkan tujuan desain yang ditentukan. Saat ini, ada berbagai perangkat lunak berbasis desain generatif yang dapat membantu arsitek untuk memprediksi risiko *overheating* terkait dengan desain bangunan dan kondisi iklim di luar ruangan. Namun, peran perilaku penghuni dalam perangkat lunak berbasis desain generatif ini terbatas pada sejumlah sisi, yang tidak dapat sepenuhnya mencerminkan perilaku penghuni bangunan (Goodman, 2018). Ada urgensi untuk mengembangkan platform yang berguna untuk mempertimbangkan kenyamanan termal dapat memprediksi panas yang dapat mendekati kondisi aktual serta unsur-unsur kenyamanan lainnya pada saat awal proses desain. Pada saat mendesain, sangat penting untuk mempertimbangkan kinerja bangunan dalam kaitannya

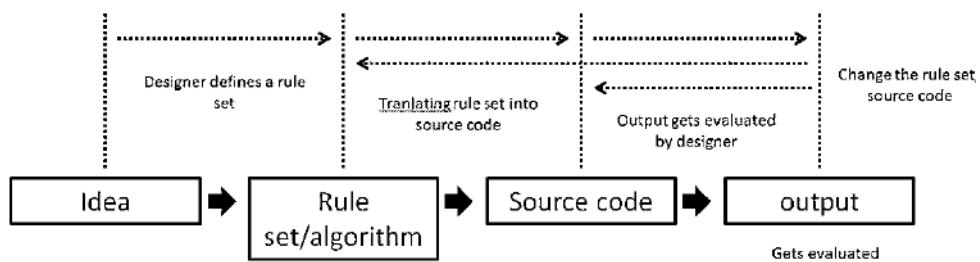
dengan kenyamanan thermal, terutama pada bangunan pendidikan sehingga kinerja siswa dapat terjaga (Habibi, 2017). Lebih lanjut Zomorodian (2016) menjelaskan bahwa, penting untuk memperhatikan kenyamanan termal suatu bangunan pendidikan karena siswa menghabiskan lebih banyak waktu di sekolah daripada di bangunan lain kecuali di rumah.

Definisi dari *Generative algorithm* adalah “pengaturan langkah-langkah atau penyusunan instruksi dalam membuat desain dengan menggunakan kalkulasi komputer (Asda, 2010). Proses *Parametric* dan *Generative algorithm* digunakan untuk memecahkan masalah tertentu yang rumit dari suatu desain. Perbedaan antara proses desain generatif dan proses desain klasik adalah dimana pada proses desain klasik, desainer memulai dengan ide dan untuk menghasilkan output. Kemudian mulai mengeksplorasi output yang dihasilkan dan memutuskan apakah output itu yang diharapkan atau tidak. Jika tidak, proses kemudian dimulai lagi, perancangan dilanjutkan menggunakan output tersebut dan mengubah parameter yang berbeda secara terus-menerus sehingga menjadi apa yang diharapkan.



Gambar 1. Metode Desain Klasik

Berbeda dengan proses desain klasik, dalam proses *Generative Design*, desainer tetap memulai dengan ide di awal, namun kemudian mulai berpikir tentang bagaimana menerjemahkan ide ke dalam seperangkat aturan. Langkah selanjutnya adalah menerjemahkan aturan yang ditetapkan dalam *source code* ke dalam output. Ketika hasilnya tidak sesuai dengan apa yang diharapkan, perancang tidak perlu kembali ke ide atau mulai dari awal, akan tetapi kembali ke tahap sebelumnya dengan mengubah aturan menjadi aturan yang berbeda dengan mengubah algoritma atau mengevaluasi kembali system dengan mengubah *source code* dan dengan mengubah parameter yang berbeda. Dalam proses *Generative Algorithm*, masalah utama dalam desain dapat dibagi ke sub-masalah sesuai dengan prioritas. Setiap sub-masalah diwakili oleh parameter. Biasanya parameterisasi menggunakan angka. Dengan demikian, kontrol masalah utama desain dijalankan dari parameterisasi beberapa parameter. Dalam desain komputasi, bentuk tidak didefinisikan melalui gambar langsung atau prosedur pemodelan, tetapi diturunkan melalui proses, algoritma berdasarkan aturan (Menges, 2010). Singkatnya, paradigma telah berubah dari Bentuk-Struktur-Material ke Bahan- Struktur-Bentuk.



Gambar 2. Metode Desain *Generative Algorithm*

Integrasi kedua platform ini umumnya diyakini dapat membantu arsitek dan desainer dalam memecahkan masalah desain multi-kriteria terutama dalam mencari kenyamanan lingkungan (Zarzycki, 2012). Optimasi desain terbukti meningkatkan kualitas desain melalui umpan balik *performance* dalam proses desain konseptual (Brown 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Liang (2018) telah menganalisis radiasi matahari, pencahayaan siang hari dan skor angin menggunakan *Multi-Objective Optimization*. Proses ini memberikan ide perancang dengan pengelompokan spasial dari solusi desain dengan performa yang tinggi dalam mendesain ruang. Solusi pengelompokan lebih lanjut perlu dinilai dan dianalisis oleh perancang untuk dipilih sebagai salah satu solusi terbaik. Studi lain yang dilakukan oleh Welle (2011) menawarkan beberapa aspek penting dari analisis kinerja termal bangunan. *ThermalOpt*, metodologi yang digunakan untuk mensimulasikan termal secara otomatis menggunakan basis BIM. Metode ini secara signifikan mampu mengurangi waktu proses optimasi dalam kasus

yang kompleks dan berkinerja tinggi dibandingkan dengan metode konvensional (Welle 2011). Selain itu, *generative algorithm* dapat menjembatani kesenjangan antara kinerja energi yang diprediksi mendekati kondisi aktual bangunan.

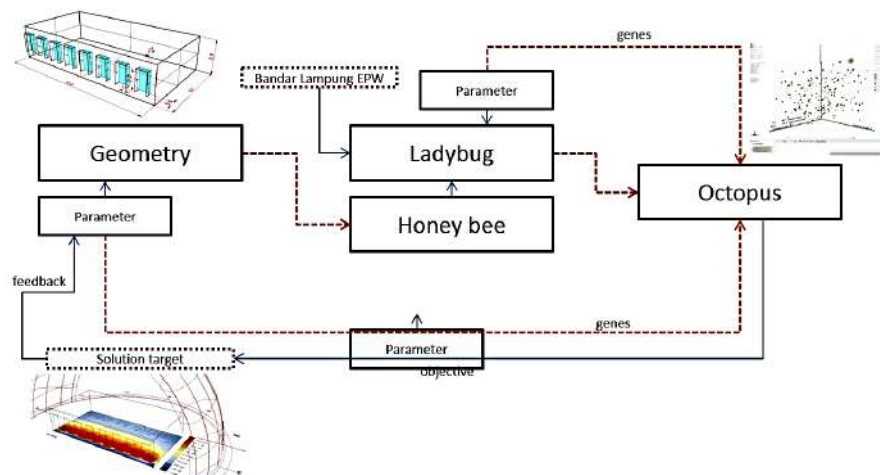
Penelitian yang diusulkan mencoba untuk mengeksplorasi metode desain dan proses simulasi dimana terjadi dalam situasi dan pengaturan yang dipilih dalam kondisi aktual. Hipotesis dari penelitian ini adalah proses desain melalui parametrik dan *Multi-Objective Optimization* yang dapat memperkaya dan mengoptimalkan kinerja bangunan sesuai dengan target yang ditentukan sejak awal proses desain. Tujuan khusus penelitian ini menjawab pertanyaan penelitian pada posisi parameter seperti apa komponen fasad bangunan berkinerja sesuai dengan target yang diinginkan seperti *View Percentage* yang maksimal, *Sun Exposure* yang minimal, *Surface temperature* yang minimal, *Daylight Illumination* dengan jumlah grid dengan nilai 200-300 lux yang maksimal, dan *operative temperature* yang minimal.

2. Metodologi

2.1. Metode Pengumpulan Data

Secara umum, penelitian ini digolongkan sebagai penelitian simulasi dan pemodelan. Penelitian simulasi dilakukan untuk merepresentasikan kenyataan dengan kondisi virtual. Sering digunakan untuk mempelajari masalah interaksi manusia dan pengujian materi. Namun, simulasi baru-baru ini bahkan dapat digunakan untuk mendapatkan solusi paling efektif untuk meminimalikan biaya proses konstruksi, kinerja energi bangunan dan periode pemeliharaan. Metode penelitian simulasi berguna ketika berhadapan dengan masalah terkait skala dan kompleksitas objek. Teknologi komputer saat ini mampu mensimulasikan fenomena alam maupun buatan baik pada skala mikro dan makro (Groat & Wang, 2002). mengadopsi kompleksitas dunia nyata ke dalam strategi virtual adalah salah satu tujuan dari metodologi ini. Metodologi ini cocok untuk menangani perhitungan rumit dalam suatu proses desain. Penelitian ini memanfaatkan potensi simulasi komputer untuk mendapatkan solusi terbaik dalam menjawab pertanyaan penelitian. Dengan menghitung setiap variabel sebagai *genom* untuk mendapatkan generasi terbaik dari proses pencarian solusi desain secara genetik.

Metodologi dimulai dari studi terkait persyaratan desain dan informasi tentang kondisi *microclimate* di area bangunan yang akan didesain. Data yang dikumpulkan diperoleh dari *EPW file* yang disediakan oleh *Energyplus* yang merupakan asosiasi cuaca milik Amerika Serikat. Diskusi dengan desainer juga dilakukan untuk menentukan geometri utama, kebutuhan dan batasan desain. Langkah pertama adalah mengukur area bangunan yang akan didesain. Setelah mengetahui ruang yang tersedia pada tapak, kemudian menyesuaikan rasio cakupan bangunan sesuai dengan regulasi tapak. Ketika geometri utama telah diputuskan, langkah selanjutnya adalah menentukan Batasan-batasan desain dan proses pembuatan definisi parametrik untuk geometri, dan masing-masing *design goals*.



Gambar 3. Research Framework

Dalam hal perangkat lunak, ada dua *viewport* yang biasa digunakan ketika bekerja dengan sistem parametrik menggunakan *Rhinoceros 3D* dan *Grasshopper*. Pertama adalah *viewport Rhinoceros*. *Viewport* ini akan menampilkan model *NURBS* yang muncul sebagai hasil dari perhitungan sistem *generative algorithm* di *Grasshopper*. Area kerja kedua adalah area pandang *Grasshopper*. *Viewport* ini digunakan untuk membangun sistem *generative algorithm*. Di *viewport* ini, instruksi parametrik diwakili oleh komponen. Perhitungan analisis diperoleh dengan menghubungkan setiap komponen melalui skenario tertentu. Setelah definisi untuk geometri dan analisis masing-masing *design goals*, proses selanjutnya adalah optimasi atau dikenal sebagai *Multi-Objective Optimization*.

Platform yang digunakan untuk melakukan proses ini adalah perangkat lunak yang disebut *plug-in Octopus*. *Octopus* adalah plug-in untuk menerapkan prinsip-prinsip evolusi pada desain parametrik dan pemecahan masalah. Hal ini memungkinkan pencarian dengan banyak tujuan, sekaligus menghasilkan serangkaian solusi *trade-off* yang dioptimalkan antara ekstrem dari setiap tujuan (Vier, 2011).

2.2. Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif yang dilakukan pada hasil iterasi proses optimasi pada plugin software *Octopus*. Berbeda dengan proses pengambilan data yang dilakukan pada proses perhitungan dan analisis manual, penelitian ini mendapatkan hasil dari proses *result finding*. Hasil yang diasumsikan optimal diperoleh dari gambaran letak individual sebagai *preferred solution* pada *Octopus population field*. Penelitian ini tidak menginvestigasi keterkaitan dari setiap parameter pada hasil yang dihasilkan mengingat data yang diperoleh berjumlah ribuan dan proses *generative algorithm* berjalan sesuai kecenderungan yang dibaca oleh *engine* optimasi.

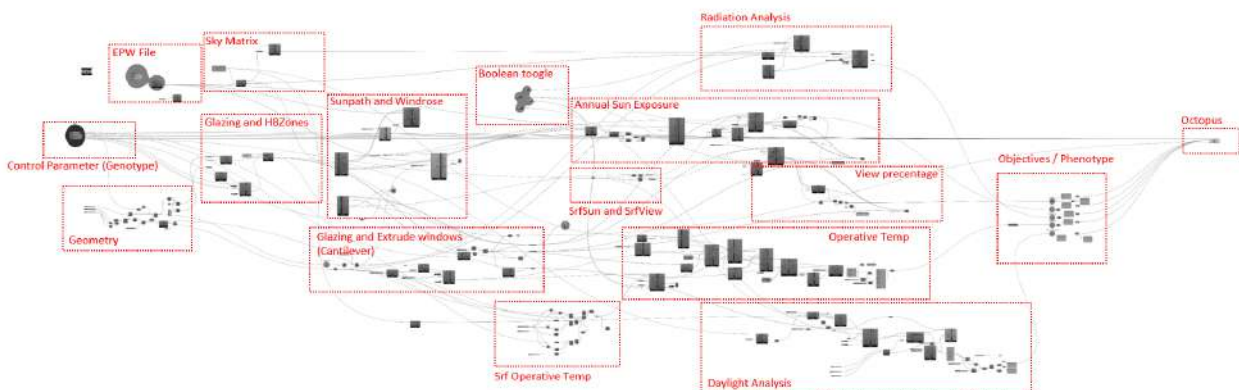
3. Hasil dan Pembahasan

Sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa proses pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan proses parametrik dimana tahap pertama yang dilakukan adalah pembuatan definisi parametrik untuk geometri sebagai *mesh* objek dimana analisis akan dilakukan. Setelah pembuatan model *virtual geometry*. Pada tahap ini informasi mengenai microclimate dilakukan dimana data yang diambil untuk periode analisis adalah data *EPW* file dari Bandar Lampung. tahap selanjutnya adalah pembuatan definisi parametrik untuk masing-masing fitur yang akan diukur yaitu pembuatan definisi parametrik untuk mengukur *Daylight Analysis*, *Operative Temperature*, *Surface Radiation*, *View and Sun Exposure*.

Setelah definisi dan parameter dari masing-masing fitur yang akan diukur selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah memasukan semua definisi kedalam satu definisi parametrik. Selanjutnya, optimisasi dilakukan dengan menkonversi hasil dari masing-masing pengukuran kedalam number yang akan menjadi *objective* dari proses optimisasi menggunakan *Octopus*. Definisi final dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan pembagian *cluster* definisi pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Definisi parametrik dari keseluruhan analisis

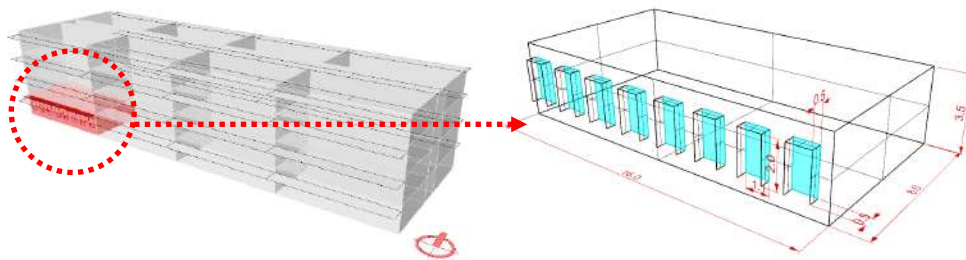


Gambar 5. Cluster fungsi pada definisi parametrik

3.1. Penyusunan Definisi Parametrik untuk Geometry

Parameter disusun untuk membuat *control point* dari perubahan yang terjadi pada proses iterasi. Seperti yang sudah dijelaskan diatas, bahwa parameter yang disusun pada penelitian ini adalah asumsi dari bangunan dengan dengan ventilasi natural sehingga tidak menerapkan penjadwalan *heating* atau *cooling*. Parameter bergerak atau variabel bebas yang dibuat adalah prosentase bukaan dalam hal ini jendela, tinggi jendela dari permukaan ruangan, tinggi ambang atas jendela, Panjang kantilever atau kanopi, dan perputaran untuk orientasi ruangan (Gedung).

Prosentase bukaan berkaitan dengan tinggi ambang atas dan bawah jendela sehingga konfigurasi yang dihasilkan beragam. Prosentase bukaan dibuat pada komponen *grasshopper Honeybee GLZ* dimana dimensi bangunan tidak dibuat dengan model akan tetapi secara otomatis di-generate berdasarkan parameter yang diberikan. Sebagai contoh pada riset ini komponen yang disebutkan diatas yaitu prosentase bukaan, tinggi ambang atas dan ambang bawah adalah slider yang menjadi input *window height* dan *sill height* pada komponen *honeybee glazing based on ratio*. Adapun *lower dan upper limit* dari *Glazing ratio* adalah 0,2% – 0,5% atau 4 pergerakan slider, *Window Height* adalah 0-10 atau 10 pergerakan, *Sill Height* adalah 0-0,9 atau 9 pergerakan. Maka, dari ketiga variabel ini dapat digenerasi sebanyak 360 solusi desain (9x10x4).



Gambar 6. Model ruangan dan variabelnya

3.2. Penyusunan Definisi Parametrik untuk Daylight analysis

Salah satu tujuan yang akan diukur untuk menjadi salah satu objek pada proses optimasi adalah *daylight analysis*. *Daylight analysis* yang dimaksud adalah seberapa besar intensitas cahaya yang terjadi pada ruangan kelas pada masa tertentu dengan kondisi langit yang cerah. Intensitas cahaya pada siang hari berpengaruh pada kenyamanan visual dari kegiatan belajar mengajar di dalam kelas. Intensitas cahaya ideal untuk kegiatan belajar mengajar yang ditargetkan dari persebaran *value* pada *radiation grid* adalah sebedar 200- 300 lux sesuai dengan standar yang ada pada **SNI 03-6575-2001**. Permodelan ini dimulai dengan transformasi objek *brep* menjadi *honeybee* obj dan pemberian *Honeybee glazing*. Setelah kedua hal tersebut dilakukan, tahap selanjutnya adalah menggenerasikan test point kedalam grid terhadap lantai ruangan yang diangkat setinggi *hill window*. *Daylight simulation* dijalankan dengan *analysis recipe* berupa *annual daylight simulation* yang di-generate dari EPW file kota Bandar Lampung. Gambar 7 adalah salah satu hasil pengukuran *Daylight analysis* dengan kondisi parameter rotasi 30 derajat, Panjang kanopi 1,2 meter, Glazing ratio 0.4 %, Tinggi ambang atas jendela 1,5 dan tinggi ambang bawahnya 0,9 meter.

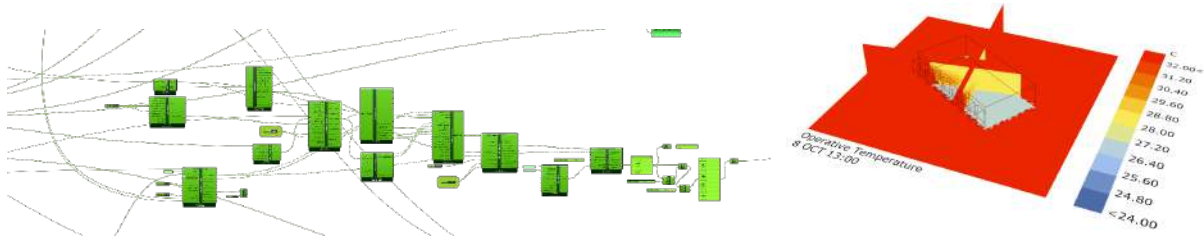


Gambar 7. Komponen parametrik dan visualisasi dari hasil simulasi *Daylight Analysis*

3.3. Penyusunan Definisi Parametrik untuk Operative Temperature

Definisi parametrik *indoor temperature* ini disusun untuk mengetahui besar dari *Operative Temperature* atau disebut Temperatur resultan dimana suhu tubuh berada pada kesetimbangan termal tanpa adanya pemanasan metabolic atau pendinginan evaporatik (Sazali, et. Al, 2019). Data dari *operative temperature* diperoleh dari pengukuran yang diset kedalam kondisi waktu tertentu. Berbeda dengan yang telah dibahas dalam bab *analysis period*, kondisi yang disimulasikan adalah pada tanggal 8 Oktober pukul 13.00 dimana data ini diambil dari *extreme Hot Week Period* dari EPW file. *Operative* yang ditargetkan adalah dengan nilai minimum dan hasil yang didapat dari proses optimasi akan di-reinstated pada rangen dalam kriteria nyaman pada range 24-27 derajat celcius. *Engine* untuk menghitung *energy*, *Energy Plus* digunakan dalam pengukuran analisis ini. Input data yang dimasukkan kedalam

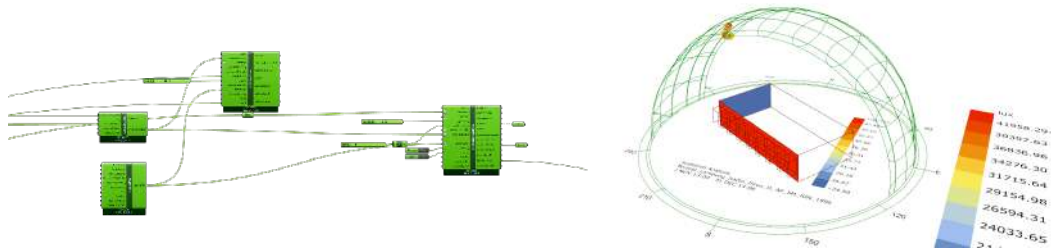
komponen energy plus adalah *Zone Comfort Matrix*, *Surface temp Analysis* dan *Comfort Map Variable* dari *Honeybee Generate EP Output components*. Lalu *historical climate* datanya diperoleh dari EPW File Bandar Lampung. Komponen *Adaptive Comfort Analysis* dan *Honeybee Microclimate Map Analysis* menjadi komponen utama pengukuran dan divisualisasikan dengan *Visualize Microclimate Map*. Gambar 8 adalah salah satu hasil pengukuran *Operative Temperature* dengan kondisi parameter rotasi 30 derajat, Panjang *canopy* 1,2 meter, *Glazing ratio* 0.4 %, Tinggi ambang atas jendela 1,5 dan tinggi ambang bawahnya 0,9 meter.



Gambar 8. Komponen parametrik dan visualisasi dari hasil simulasi *Operative Temperature*

3.4. Penyusunan Definisi Parametrik untuk Surface radiation

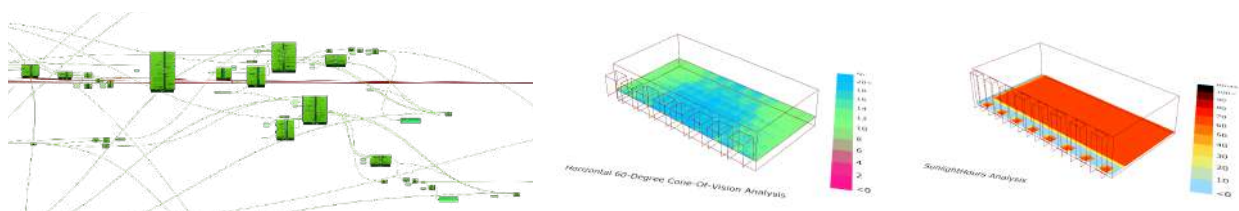
Pada tahap permodelan ini, besar radiasi pada kedua sisi muka bangunan diukur. suhu pada permukaan bangunan berpengaruh pada suhu di dalam ruangan kelas. Simulasi ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran tentang radiasi maksimum pada permukaan fasad ruang kelas sehingga dapat dicari kondisi parameter yang mana yang akan memberikan radiasi minimum sehingga dapat menurunkan suhu didalam ruangan kelas. *Analysis period* yang menjadi input pada simulasi ini dari tanggal 1 November pukul 13 hingga 31 Desember pukul 22. Gambar 9 menunjukkan komponen parametrik dari pengukuran surface radiation. Simulasi dilakukan dengan menggunakan komponen *Ladybug Radiation Analysis* dengan *selected sky matrix input* diperoleh dari *Ladybug SelecSkyMtx* dengan *analysis period* yang telah dijelaskan diatas. Sedangkan untuk *cumulative sky matrixnya* degenerate dari EPW File kota Bandar Lampung. Nilai radiasi yang ditargetkan adalah nilai yang paling kecil.



Gambar 9. Komponen parametrik dan visualisasi dari hasil simulasi *Surface Radiation*

3.5. Penyusunan definisi Parametrik untuk View Percentage dan Sun Exposure

Permodelan definisi ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran tentang berapa banyak ruangan kelas ini mendapatkan *Sun Exposure* sepanjang *analysis period* yang diberikan dan besaran *view* dari dalam ruang kelas keluar ruangan. *Sun Exposure* mempengaruhi suhu didalam ruangan kelas dan kenyamanan secara visual, maka dari itu target dari penelitian ini adalah menentukan kondisi parameter yang memiliki minimum *exposure* sedangkan disisi lain tetap mempertahankan *view* bukaan keluar yang besar sebagai kepentingan dari terciptanya kelas yang tidak terkesan sempit.



Gambar 10. Komponen parametrik dan visualisasi dari hasil simulasi *View Percentage dan Sun Exposure*

Gambar 10 memperlihatkan definisi parametrik dari pengukuran *view* dan *sun exposure*. Analisis dilakukan menggunakan komponen parametrik *Ladybug View Analysis* dan *Ladybug Sun Hours Analysis*. Komponen sunpath

digunakan untuk menggenerasikan *sun vector dari location dan weather data* dari EPW file. *Analysis period* yang digunakan adalah sama seperti pada analisis adalah tanggal 1 November pukul 13 hingga 31 Desember pukul 22. Sedangkan untuk analisis view komponen yang digunakan adalah ladybug dengan *Ladybug meshthreshold selector*.

3.6. Penyusunan Definisi Parametrik untuk Proses Optimasi

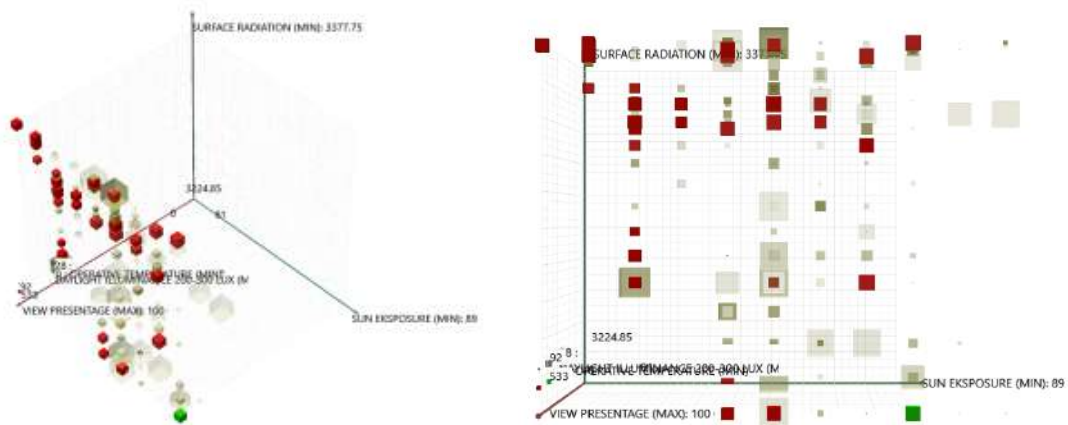
Optimalisasi pada platform *Octopus* dilakukan dengan parameter elitisme 0,5, probabilitas mutasi 0,2, laju mutasi 0,9, laju *crossover* 0,8 ukuran populasi 50, dan generasi maksimal 50. Dalam proses ini, empat parameter ditetapkan sebagai genome, yaitu Tinggi derajat perputaran orientasi bangunan (ruangan), rasio bukaan terhadap luas permukaan facade, tinggi ambang atas bukaan, tinggi ambang bawah bukaan. Hasil yang diharapkan diperoleh dari proses ini adalah bidang populasi yang berisi solusi desain, yang masing-masing berisi data yang terkait dengan posisi parameter bergerak sebagai *genome*. Populasi di atas memiliki 5 sumbu termasuk sumbu 1 untuk sudut orientasi, sumbu 2 untuk ringkasan pencahayaan, sumbu 3 untuk panjang kantilever, sumbu 4 untuk persentase pembukaan diwakili oleh gradasi warna dari hijau dengan bukaan rendah ke merah untuk bukaan yang lebih besar, sedangkan ukuran mesh mewakili ketinggian sumbu 5 kantilever, semakin kecil ukuran mesh, maka itu mewakili posisi level yang lebih tinggi.

3.7. Hasil dan interpretasi

Data yang diperoleh berupa sebaran populasi yang bagi ke dalam beberapa aksis yang mengindikasikan parameter yang tertera dari genotype yang ditentukan pada saat awal pembuatan definisi parametrik. Hasil iterasi *design solution* disebar ke dalam 5 aksis yang direpresentasikan sebagai berikut:

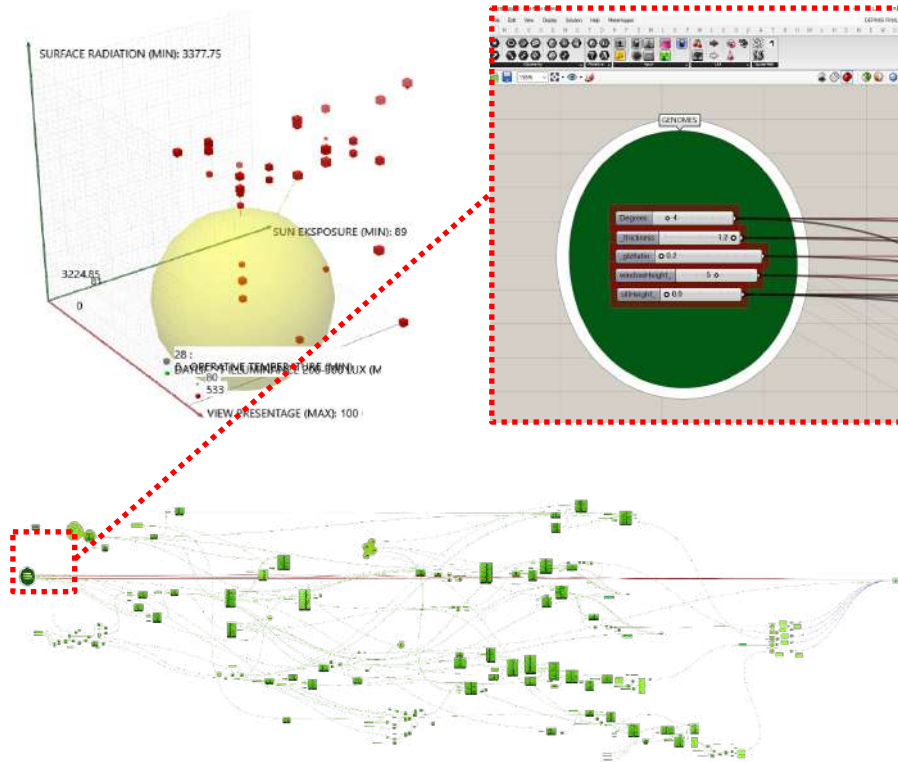
- Aksis 1: Sun Exposure
- Aksis 2: View Percentage
- Aksis 3: Surface Radiation
- Aksis 4: Daylight Illuminance
- Aksis 5: Operative Temperature

Simulasi dilakukan dengan seting sebagai berikut *Elitism 0.5, Mutation Probability 0.1, Mutation Rate 0.5, Crossover Rate 0.8, Population per generation size 50*, maksimum generation 35 dan record Interval 1. Dari seting ini kita bias mengindikasikan perhitungannya yang dilakukan adalah sebanyak 1750 iterasi. Persebaran dari perhitungan ini dapat terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Perspektif dan tampak atas dari *Population Field* hasil iterasi *Octopus*

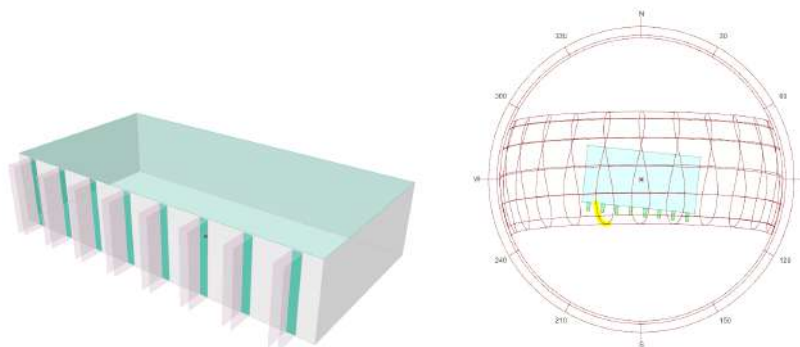
Dari *population field* di atas kita dapat melihat bahwa persebaran solusi sesain cenderung merata terbagi kedalam setiap aksis. Untuk *preferred solution* dapat diperkirakan berada di zona minimum dari setiap aksis dan memiliki bentuk box yang kecil dimana solusi ini merepresentasikan jumlah titik dengan *daylight illumination* berkisar antara 200 – 300 lux terbanyak dan memiliki warna hijau dimaha hal ini merepresentasikan minimum *operative temperature*. Setelah posisi *preferred solution* diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah memberikan tanda pada solusi tersebut sehingga letak individual ini terhadap aksis dapat dievaluasi. *Preferred solution* dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Perspektif dan tampak atas dari *Population Field* hasil iterasi *Octopus*

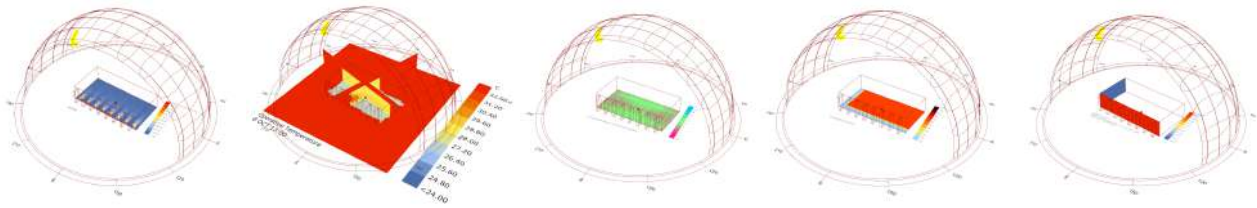
Setelah solusi yang diinginkan dipilih, langkah selanjutnya adalah melakukan *reinstatement solution* untuk mengetahui kondisi parameter dimana individual ini ditempatkan. Dari proses *reinstatement solution* diketahui bahwa parameter dari individual ini adalah sebagai berikut:

- Sudut perputaran: 6 derajat
- Panjang cantilever jendela: 0.9 meter
- Glazing ratio: 0.2%
- Tinggi ambang atas jendela: 3.5 meter
- Dan tinggi ambang bawah: 10 cm



Gambar 13. Bentuk dan fitur dari *preferred solution*

Gambar 13 menunjukkan fitur yang berlaku pada objek analisis. *Opening* yang terjadi pada parameter menunjukkan posisi bukaan ke arah vertikal dengan perbandingan lebar kali tinggi yang signifikan. Panjang cantilever jendela diindikasikan dengan warna merah muda. Dari gambar tersebut terlihat bahwa cantilever cenderung hampir menutupi sebagian besar permukaan bukaan.



Sebaran cahaya pada *preferred solution* dimana hasil simulasi menunjukkan bahwa analisis grid dengan iluminasi antara 200 – 300 lux adalah sebanyak 50 titik

Menunjukkan kondisi sebaran dan jumlah *operative temperature* pada *analysis mesh* dalam ruangan dan luar ruangan dengan nilai sebesar 529.

Kondisi besaran view dilihat dari *grid analysis* dimana view rata-rata berkisar antara 10%-14%.

Menunjukkan sebaran dan besaran dari *sun hours* dimana hasil simulasi diperoleh jumlah 83 jam

Dan analisis yang terakhir adalah *surface temperature* dimana hasil penjumlahan yang diperoleh adalah sebesar 529 kwh

Gambar 14. Hasil analisis dari masing-masing *design goals* pada *preferred solution*

4. Kesimpulan

4.1. Kesimpulan

Penelitian ini memberikan gambaran tentang penggunaan proses parametrik dan *generative algorithm* pada proses optimisasi *daylight simulation* melalui rekayasa pada komponen fasad bangunan yang dapat diaplikasikan di Institut Teknologi Sumatera. Dengan menggunakan proses ini, keuntungan yang didapat dibandingkan dengan menggunakan proses desain klasik adalah optimisasi dapat secara otomatis dikalkulasi dan alternatif desain yang diperoleh lebih variatif daripada apa yang dapat dilakukan oleh klasikal desain proses. Proses ini selain meningkatkan efektifitas waktu pencarian *design goals* pada tahap awal proses perancangan, proses ini pula dapat memperkaya proses pencarian alternatif desain bagi para desainer atau arsitek.

Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi yang diperoleh dari semua tahapan proses parametrik, indikator desain yang dapat diterapkan di Institut Teknologi Sumatera untuk memperoleh *daylight illumination* yang maksimal, *operative temperature* yang minimal, maksimal *view presentage*, serta minimum *sun hours* adalah dengan memutar orientasi desain sebesar 6 derajat, meninggikan ambang atas bukaan setinggi 3,5 meter, menaikan ambang bawah bukaan setinggi 10 cm, membuat presentase bukaan sebesar 20 % terhadap luas permukaan muka bangunan dan membuat kantilever sepanjang 1,2 meter terhadap masing-masing bukaan.

4.2. Tantangan, Hambatan dan Saran

Tantangan dan hambatan yang dihadapi dalam melakukan penelitian ini adalah terbatasnya *hardware* yang digunakan untuk melakukan analisis sehingga proses optimasi berjalan sangat lambat dan hasil yang diperoleh berjumlah tidak begitu banyak menyebabkan generasi dan populasi yang dihasilkan tidak cukup menggambarkan situasi yang valid. Selain itu proses pembuatan definisi parametrik menghadapi beberapa kendala berupa bugs dimana kalkulasi berjalan sebagaimana mestinya sehingga perlu dicari jalan keluar alternatif untuk mencapai target definisi yang diharapkan.

Saran yang dapat disampaikan melalui penelitian ini adalah melakukan penelitian dengan parameter yang lebih akurat dan dengan perhitungan yang lebih mendalam untuk proses desain yang lebih matang. Pengukuran menggunakan alat ukur dapat juga dilakukan untuk mengkomparasi keakuratan data yang diperoleh. Selain itu, cakupan analisis dapat diterapkan pada objek yang lebih luas dan lebih besar seperti diterapkan pada suatu bangunan daripada seperti yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pada satu ruangan. Dengan menerapkannya pada objek yang lebih luas, hasil yang didapat dapat langsung digunakan sebagai justifikasi desain.

Selain itu, generasi dan total population per-generasi dapat diset dengan jumlah yang lebih banyak sehingga proses optimasi berjalan lebih efektif. Pembuatan definisi parametrik dan definisi optimasi pada *Octopus* dapat dibuat lebih sederhana dengan menggunakan parameter yang lebih sedikit secara bertahap. Hal ini menghindari terhambatnya perhitungan disebabkan keterbatasan kapasitas hardware untuk melakukan kalkulasi proses analisis.

4.3. Kelanjutan Penelitian

Penelitian ini dapat menjadi acuan pada perencanaan Gedung-gedung yang akan dibangun di kampus Institut Teknologi Sumatera dengan menambahkan tahapan yang diberikan pada bab saran. Untuk penelitian lebih lanjut,

sistem ini dapat diperbaiki dan diterapkan pada bangunan dengan bentuk dan parameter fasad bangunan yang berbeda sehingga memperkaya justifikasi desain yang digunakan untuk mendesain Gedung-gedung yang ada di Institut Teknologi Sumatera.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya pada Institut Teknologi Sumatera (ITERA) karena penelitian ini sepenuhnya dibiayai oleh skema Hibah Mandiri ITERA Smart 2019 sesuai dengan Kontrak Penelitian Nomor : B / 371 / IT9. C1 / PT. 01.03 / 2019

6. Daftar Pustaka

- Asda, Chichi. (2010). *Design Explanation with Generative Algorithm in Designing the Facade of ATMI Campus Cikarang*. Bandung: ITB.
- Brown, N.C., Mueller, C.T. (2019). *The effect of performance feedback and optimization on the conceptual design process*. IASS 2016 Tokyo Symposium: Spatial Structures in the 21st Century – Conceptual Design, pp. 1-10(10)
- Goodman, J., Huwitz, M., Park, J. and Smith, J. (2018). *Heat and Learning*. NBER Working Paper No.24639
- Groat, Linda and Wang, David., (2002). *Architectural Research Methods*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Habibi, S. (2017). The promise of BIM for improving building performance. *Energy and Buildings*, 153, pp.525-548.
- IPCC. (2007). Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.
- Liang, L.B., Jakubiec, J.A. (2018). A Ththree-Part Visualisation Framework to Navigate Complex Multi-Objective (>3) Building Performance Optimisation Design Space.
- Lombard. LP., Ortiz. J., Pout. C., A review on Buildings Energy Consumption. *Energy and Buildings*. Vol. 40. P.394-398. Proceedings of BSO 2018: 4th Building Simulation and Optimization Conference, Cambridge, UK: 11-12 September 2018. International Building Simulation Association (IBPSA). England.
- Menges.A. (2010). Material Information: Integrating Material Characteristics and Behavior in Computational Design for Performative Wood Construction. ACADIA 10: LIFE in: formation, On Responsive Information and Variations in Architecture. Proceedings of the 30th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA). pp. 151-158.
- Montazami, A., Gaterell, M., Nicol, F., Lumley, M. and Thoua, C. (2017). Developing an algorithm to illustrate the likelihood of the dissatisfaction rate with relation to the indoor temperature in naturally ventilated classrooms. *Building Environment*, 111, pp.61-71.
- Montazami, A., Gaterell, M. and Nicol, F. (2015). A comprehensive review of environmental design in UK schools: History, conflicts and solutions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 46, pp.249-264.
- Sameni, S.M.T., Gaterell, M., Montazami, A. and Ahmed, A., 2015. Overheating investigation in UK social housing flats built to the Passivhaus standard. *Building and Environment*, 92, pp.222-235.
- Vier, Robert. Grasshopper. (2011). [Cited: 1 25, 2015.]
- Welle. B., Haymaker. J. Rogers, Z. (2011). ThermalOpt: A methodology for automated BIM-based multidisciplinary thermal simulation for use in optimization environments.
- Zarzycki. A. (2012). Parametric BIM as a generative design tool. *Digital Aptitudes + Other Openings: Proceedings of the 2012 100th ACSA Annual Meeting*. Pp. 752-762.
- Zomorodian, S.Z., Tahsildoost.M, hafezi.M. (2016). Therlam comfort in education buildings: A review article. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 99. Pp. 895-906. Elsevier.



Published:
Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Bandar Lampung

