

INOVASI TEKNOLOGI BIOFACADE DENGAN VENTILASI ALAMI DALAM BANGUNAN KEBERLANJUTAN UNTUK MENINGKATKAN KENYAMANAN TERMAL

Yazid Artiza¹, Jarwa Prasetya Sih Handoko², Nisaaul Muflihaturrahmah³

¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

²Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

³Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

¹Email: 19512073@students.uui.ac.id

ABSTRAK: Fenomena Urban Heat Island merupakan salah satu sumber utama yang menyebabkan peningkatan suhu bumi atau pemanasan global. perlu adanya upaya-upaya seperti pemberian ruang terbuka hijau (RTH), dinding dan atap putih untuk rumah, kantor, naungan, dan bangunan (Pembangunan Berkelanjutan), untuk memperlambat laju pertumbuhan fenomena tersebut. Pengembangan desain ini bertujuan untuk mengetahui penerapan inovasi biofacade guna mengurangi paparan radiasi matahari dan temperatur selubung bangunan pada gedung SMK N 2 Sambas. Metoda yang dilakukan dengan observasi untuk mengumpulkan data. Menemukan variabel permasalahan dan membuat Simulasi 3D model, lalu menguji kinerja eksisting dengan software Ecotect untuk mengetahui Mean Radiant Temperatur dan juga Formit untuk mengetahui jumlah paparan radiasi matahari pada bangunan. Setelah itu, membuat 3 alternatif teknologi desain dan melakukan simulasi uji kinerja Thermal Comfort bangunan setelah diimplentasikan teknologi biofacade. Menentukan satu desain final. Indikator yang digunakan adalah Mean Radiant Temperatur (MRT) dan Solar Radiation. Hasilnya, alternatif-1 dipilih karena MRT yang dihasilkan sudah mencapai standar SNI dan juga paling rendah dari alternatif lainnya.

Kata Kunci: Biofacade, Mean Radiant Temperatur (MRT), Solar Radiation, Thermal Comfort

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

UHI atau biasa disebut Fenomena Urban Heat Island adalah suatu fenomena yang banyak dikaji oleh para pengkaji iklim di dunia, termasuk di Indonesia. Fenomena ini ditandai dengan peningkatan suhu pusat kota dibandingkan dengan sekitarnya. Menurut beberapa penelitian diketahui bahwa fenomena ini merupakan salah satu sumber utama yang menyebabkan peningkatan suhu bumi atau pemanasan global (Tursilowati, 2012). Fenomena ini selalu meningkat sesuai dengan perkembangan waktu yang ditandai dengan timbulnya pemanasan global, urbanisasi dan perkembangan tata kota. Oleh karena itu perlu adanya upaya-upaya seperti pemberian ruang terbuka hijau (RTH), dinding dan atap putih untuk rumah, kantor, naungan, dan bangunan, untuk memperlambat laju pertumbuhan fenomena tersebut.

Penelitian ini melaporkan studi kinerja termal vertical facade, "biofacade", yang diterapkan pada fasad bangunan kantor pada SMK 2 Sambas, Ventilasi alami ditambahkan dalam percobaan ini. Suhu ruangan dan kecepatan udara dicatat dalam setiap kasus untuk membandingkan peningkatan kinerja dengan kondisi ventilasi yang berbeda. Hasilnya menunjukkan informasi praktis yang dapat direkomendasikan untuk desain hemat energi.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan dalam beberapa pokok pikiran pertanyaan dibawah yang nantinya akan menjadi poin utama penelitian :

1. Bagaimana kondisi gedung kantor pada SMKN 2 Sambas dalam aspek kenyamanan termal ?
2. Bagaimana alternatif perbaikan guna meningkatkan kenyamanan termal pada gedung kantor SMKN 2 Sambas ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kondisi gedung kantor pada SMKN 2 Sambas dalam aspek kenyamanan termal
2. Pembuatan alternatif perbaikan guna meningkatkan kenyamanan termal pada gedung kantor SMKN 2 Sambas

1.4 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan 3 metode pengambilan data, yaitu Observasi, Wawancara, dan Studi literatur Untuk metode analisis menggunakan Uji Simulasi *Ecotect* dan *Formit*.

Observasi dilakukan dengan cara meninjau langsung gedung kantor SMKN 2 Sambas untuk melakukan pengamatan terhadap kondisi bangunan eksisting. Wawancara, dilakukan dengan memberikan kuisioner melalui google form kepada para pengguna gedung tersebut. Studi literatur, yaitu dengan melakukan studi kepustakaan lewat buku-buku dan jurnal yang terkait dengan teknologi bangunan.

Untuk Uji Simulasi dilakukan guna mengetahui kinerja bangunan apakah sudah memenuhi syarat standar kenyamanan bangunan. Pengujian dilakukan menggunakan *software* *Ecotect* untuk mengetahui *Mean Radiant Temperature* dan *Formit* untuk mengetahui jumlah paparan radiasi pada bangunan.

TINJAUAN TEORI

2.1 Pandangan Islam Terhadap Penerapan Sustainable Development Berbasis Green Building

Islam merupakan agama yang menjelaskan dan merepresentasikan semua aspek kehidupan, baik itu komunitas maupun jalan hidup. Hal ini mendefinisikan pandangan dunia dan kerangka panduan untuk tindakan di semua bidang kehidupan (Aburounia & Sextoon, 2006). Sustainable architecture atau arsitektur berkelanjutan merupakan arsitektur yang membantu mengurangi efek negatif bangunan dalam lingkungan. Ini wajib dilakukan menggunakan efisien memakai bahan & tenaga & ekosistem pada skala yang lebih besar. Istilah sustainable pula dikenal menjadi arsitektur hijau. Arsitektur Berkelanjutan merupakan arsitektur yang sedikit membuang tenaga, yang membutuhkan perawatan yang mahal, dan bukan bangunan yang mempunyai isolasi yang jelek atau terlalu banyak kaca (James Stevens Curl & Susan Wilson).

2.2 Adaptive Reuse dalam Bangunan Keberlanjutan

Adaptive reuse sebagai proses dari mengubah seluruh fungsi bangunan yang melaluinya. Fungsinya adalah perubahan yang paling jelas, tetapi lainnya penyesuaian dapat dilakukan pada bangunan itu sendiri, seperti: sebagai orientasi, dan hubungan antar ruang, tambahan mungkin dibangun dan area lain mungkin dihancurkan (Fiorani 2017), *Adaptive reuse* pada bangunan heritage harus memiliki dampak minimal pada signifikansi warisan bangunan dan pengaturannya. Pengembang harus mendapatkan pemahaman tentang mengapa bangunan tersebut memiliki status *heritage*, dan kemudian mengejar pembangunan yang ramah lingkungan.

2.3 Inovasi Teknologi Biofacade

Selain penyesuaian iklim mikro, beberapa ahli baru-baru ini menemukan bahwa menutupi bangunan dengan fasad dan atap dengan tanaman hijau adalah salah satu strategi paling

efektif untuk mengurangi efek *Urban Heat Island* di lingkungan perkotaan yang sangat padat (Sunakorn. 2008). Penelitian menunjukkan bahwa melalui naungan dan efek pendinginan evapotranspirasi, vegetasi yang tepat dapat secara langsung dan secara signifikan mengurangi panas luar ruangan dan UHIE. Menurut statistik Lingkungan Departemen Stuttgart Jerman, naungan penghijauan secara signifikan mengurangi suhu tertinggi pada fasad bangunan dan menghasilkan selisih suhu hingga 50%. Matahari panas dapat diupkan menjadi panas laten dan menjaga suhu agar tidak meningkat. Sementara itu, statistik juga menunjukkan bahwa bangunan beton yang ditutupi oleh green facade memperoleh lebih sedikit radiasi panas dibandingkan dengan yang polos. Temuan ini meningkatkan dampak positif dari *Vertical Green* dalam menghadapi *Urban Heat Island (UHI)*.

2.4 Indoor Health and Comfort

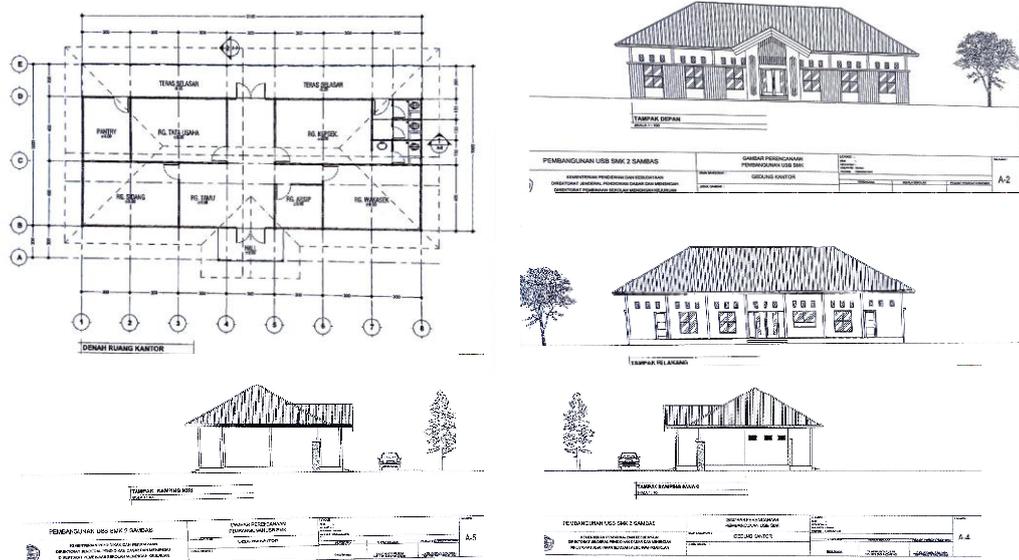
IHC yang merupakan singkatan dari Indoor Health and Comfort atau Kesehatan dan Kenyamanan dalam ruang dianggap penting dalam green building. Hal ini karena sampai saat ini, prioritas utama performa gedung di Indonesia masih berkuat pada efisiensi dari segi penghematan energi listrik, sedangkan pertimbangan untuk kesehatan dan kenyamanan penggunaannya masih terlihat agak dikesampingkan (Fantozzi. 2019). Oleh karena itu, lingkungan bangunan komersial maupun gedung institusional yang kondusif untuk bekerja dan beraktivitas bagi pengguna gedung merupakan salah satu upaya efisiensi dalam menjalankan kompetisi bisnis di negara kita (Wijayanto. 2020).

DESKRIPSI BANGUNAN

2.5 Lokasi

SMKN 2 Sambas beralamat di Jl Raya kartiasa, RT 04/RW 02 DUSUN turusan Desa Lorong, Kecamatan Sambas. SMKN 2 SAMBAS adalah salah satu satuan pendidikan dengan jenjang SMK di Lorong, Kec. Sambas, Kab. Sambas, Kalimantan Barat. Dalam menjalankan kegiatannya, SMKN 2 SAMBAS berada di bawah naungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

2.6 Data Gambar Bangunan Eksisting



Gambar 1 Data Gambar Teknik bangunan SMK 2 Sambas
Sumber : Hasil Scan Gambar Kerja Bangunan SMK 2 Sambas tahun 2021

2.7 Foto Bangunan Eksisting



Outdoor

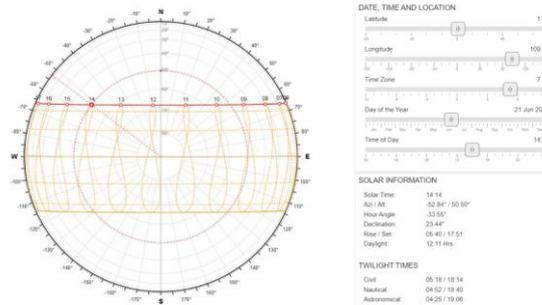


Indoor

Gambar 2 Data Hasil Survey Bangunan
Sumber : Dokumentasi Foto Penulis tahun 2021

DATA AWAL KINERJA BANGUNAN

3.1 Analisis Site



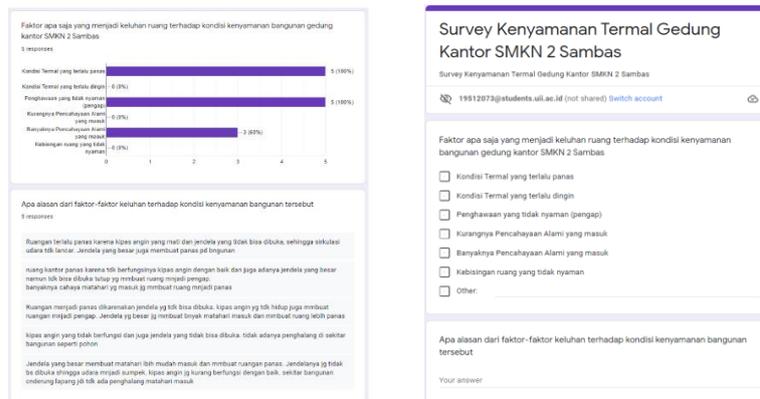
Sumber: <http://andrewmarsh.com/>

Gambar 3 Data Analisis Sunpath
Sumber : andrewmarsh.com 2021

Masalah utama kondisi ruang dalam bangunan kantor SMKN 2 Sambas adalah tingginya temperatur pada siang hari, begitu juga malam hari walaupun suhu di luar ruangan relative rendah

Data matahari diambil pada musim panas karena radiasi matahari paling tinggi dan paling banyak mendapat cahaya matahari adalah pada musim panas yaitu pada bulan Juni 2014.

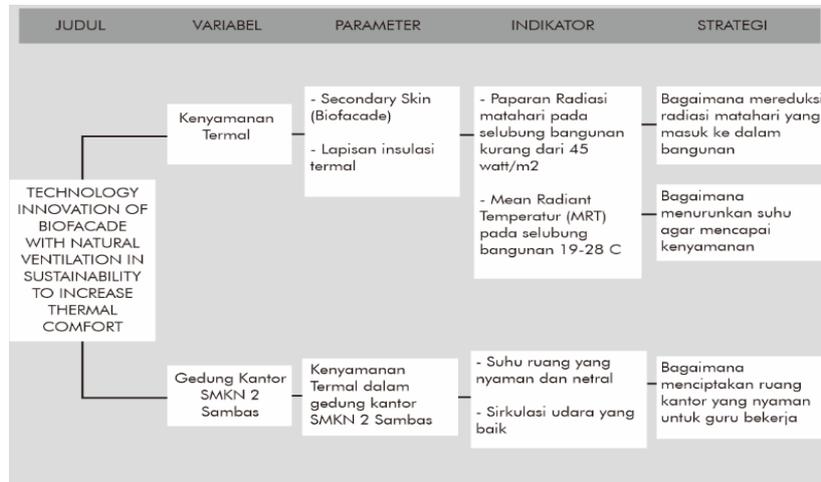
3.2 Wawancara



Gambar 4 Data Hasil Survey Wawancara
Sumber : Hasil kuisioner peneliti tahun 2021

Dalam beberapa kendala yang dinyatakan oleh guru di SMK 2 Sambas ini, terdapat beberapa kendala kenyamanan yang membuat para guru mengeluh tentang kondisi ruangan disana, salah satunya adalah tidak nyamannya kondisi termal pada ruangan tersebut. Panas dan pengapnya ruangan disana salah satunya diakibatkan oleh tingginya radiasi panas yang disalurkan lewat bukaan maupun dinding dari Gedung tersebut.

Variabel, Parameter, Indikator Rancangan



Gambar 5 Variabel, Parameter, dan Indikator Rancangan
Sumber : Peneliti tahun 2021

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Biofacade

5.1 Alternatif 1

Terdapat 3 model pada façade ini, yaitu :

1. Modul A adalah kombinasi dari dua elemen - botol plastik kecil (sebagai "corong angin") dan botol plastik besar (setengah bagian bawah) dipasang dengan panel surya di tepinya.
2. Modul B adalah kombinasi dari dua elemen - satu botol plastik kecil ditutup dengan botol besar
3. Modul C adalah kombinasi dari dua elemen - botol plastik kecil (sebagai "corong angin") dan botol plastik daur ulang besar (bagian bawah sebagai penanam botol)

5.2 Alternatif 2

Konsep ini terdiri dalam tiga model penerapan.

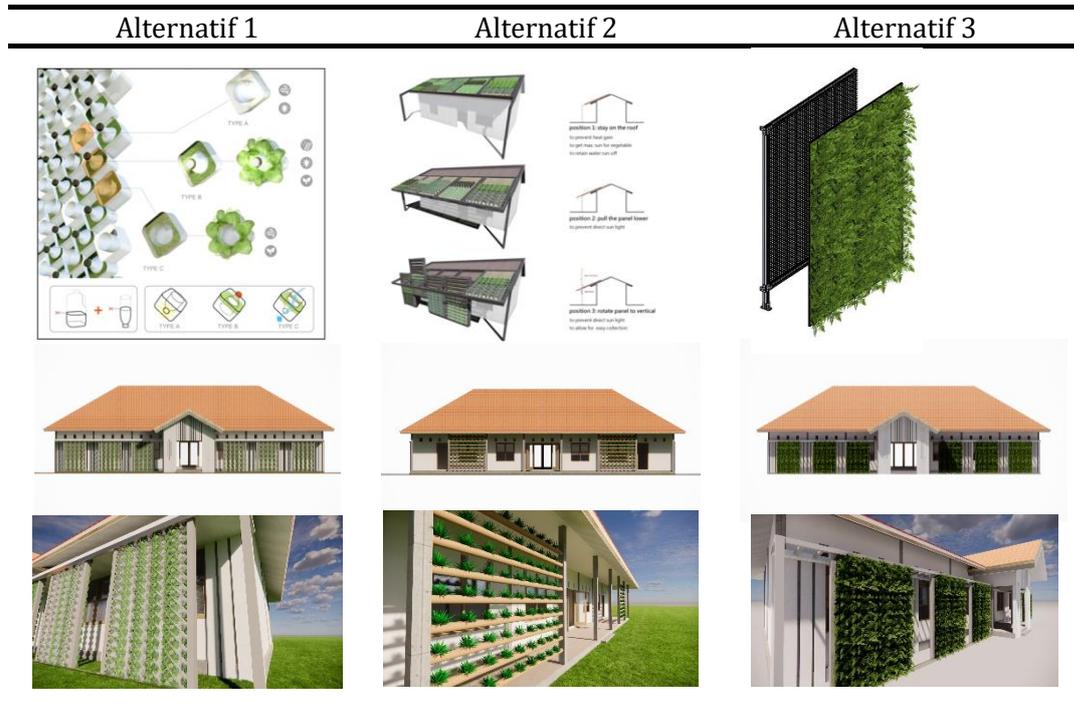
1. Menetap di Atap: Semua panel diangkat ke atap untuk insulasi panas dan sinar matahari yang dapat untuk menumbuhkan tanaman.
2. Dengan Ketinggian Lebih Rendah: Panel diturunkan ke bawah untuk menciptakan naungan di atas bangunan.
3. Diturunkan Vertikal menjadi dinding: Panel dipindahkan dan diposisikan secara vertikal terhadap tanah untuk naungan jendela atau memanen tanaman.

Kerangka ditopang oleh bambu dan rangka besi ringan. Strukturnya biasanya diletakkan di atas atap yang diatur dan dibentuk sesuai dengan penampilan dan ukuran atap.

5.3 Alternatif 3

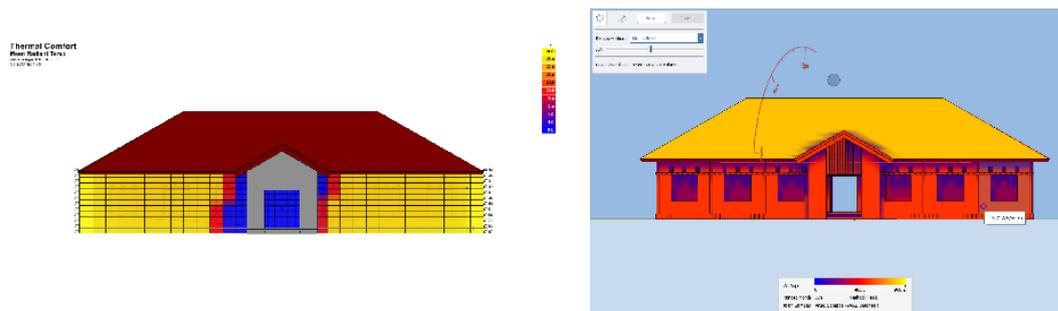
Untuk alternatif ke-3 adalah penerapan biofacade menggunakan tanaman li kuan yu yang mana dapat meredam radiasi panas matahari secara maksimal. Namun dalam biofacade alternatif ini tidak adanya ruang yang cukup untuk sirkulasi udara daripada alternatif lainnya. Model alternatif ini adalah tanaman li kuan yu yang ditopang oleh wiremesh metal untuk penyangganya dan sebagai media untuk tanamannya tumbuh.

Tabel 1 Alternatif Rancangan



Sumber : Hasil Penelitian tahun 2022

Evaluasi Eksisting



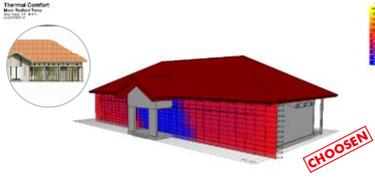
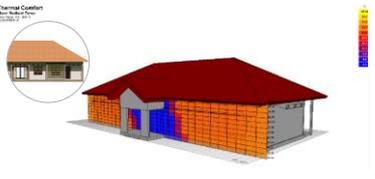
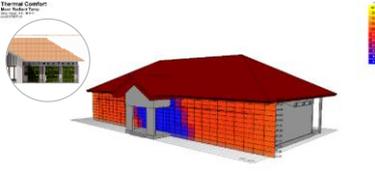
Gambar 6 Hasil Simulasi Rancangan

Sumber : Peneliti tahun 2021

Dari hasil simulasi menggunakan *software* Ecotect dan Formit didapatkan temperatur dan paparan radiasi matahari pada dinding bagian luar bangunan eksisting. Mean Radiant Temperatur yang didapat tertinggi adalah 37,97o C. Lalu untuk Paparan radiasi matahari diterima rata-rata 580Wh/sq m.

Simulasi Mean Radiant Temperatur/MRT (Ecotect)

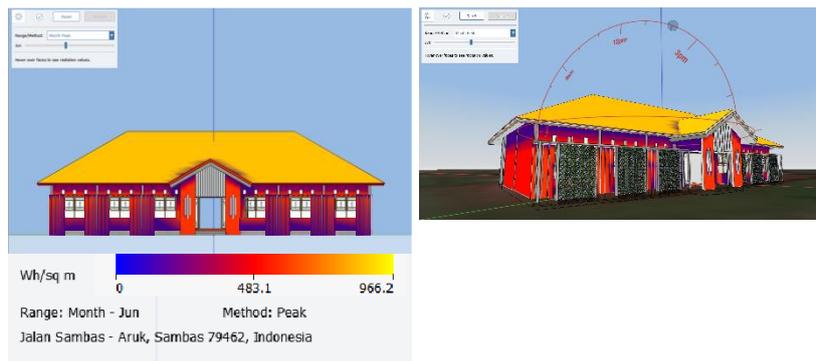
Tabel 2 Hasil uji Ecotect

Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
		
18,25 C - 19,57 C	28,55 C - 29,72 C	24,98 C - 25,99 C

Sumber : Software Ecotect tahun 2022

Simulasi Solar Radiation (Formit)

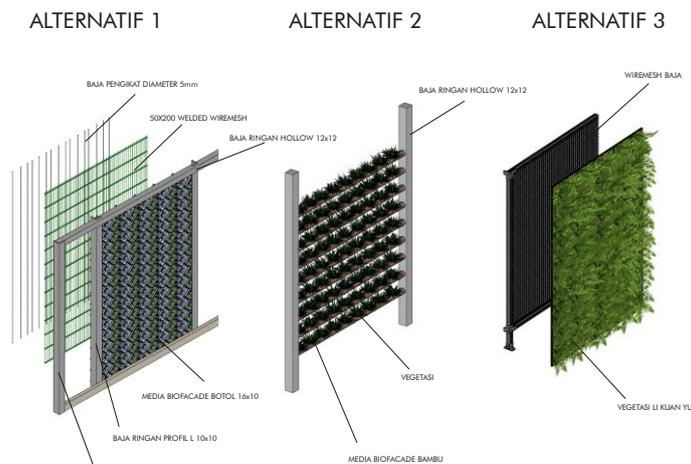
Panas yang terpapar pada dinding bagian Barat rata-rata mencapai 281.5 Wh/sq m



Gambar 7 Hasil Simulasi Formit Rancangan

Sumber : Peneliti tahun 2021

Aksonometri Biofacade



Gambar 8 Hasil rancangan Alternatif Biofacade

Sumber : Peneliti tahun 2021

Gambar Hasil Rancangan



Gambar 9 Hasil Rancangan
Sumber : Peneliti tahun 2021

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi Mean Radiant Temperature dan Solar Radiation, alternatif 1 merupakan pilihan terbaik untuk bangunan dikarenakan :

1. Pengujian menggunakan software Ecotect yang mana mencari hasil Mean Radiant Temperatur bangunan setelah diberi biofacade alternatif 1. Hasil yang didapat ketika diberi biofacade = 18,25o C - 19,57o C. Hal tersebut mengurangi temperatur hingga 18,4o C
2. Dari hasil simulasi software Formit didapatkan paparan radiasi matahari pada selubung bangunan yang sudah diberi Biofacade. Panas yang diterima pada dinding bagian Barat rata-rata 281.5 Wh/sq m. Hal tersebut mengurangi radiasi matahari hingga 298.5 Wh/sqm.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugeraha dan Riza Adriat, 2020. Analisis Kenyamanan Termal di Kalimantan Barat Berdasarkan Indeks Biometeorologi, PRISMA FISIKA, Vol. 8, No. 1 Hal. 107 – 110
- Atikah F. Amir , Foong S. Yeok and Abdul M. A. Rahman. 2014. Estimation of Annual Carbon Sequestration in Psophocarpus tetragonobulus used as Biofacade in Tropical Environment. Faculty of Architecture, Planning and Surveying, Universiti Teknologi MARA (Perak), Malaysia
- Clark, Woodrow W. 2010. Sustainable Communities Design Handbook
- Fantozzi, Fabio and Michele Rocca. 2019. An Extensive Collection of Evaluation Indicators to Assess Occupants' Health and Comfort in Indoor Environment
- Fiorani, Donatella. 2017. Conservation-Adaptation KEEPING ALIVE THE SPIRIT OF THE PLACE ADAPTIVE REUSE OF HERITAGE WITH SYMBOLIC VALUE
- Hui, Sam C M. 1996. Sustainable Architecture and Building Design (SABD)
- Jeanne Lee & I-Ting Chuang 2017. Living Green Shell: Urban Micro-Vertical Farm. International Journal of Applied Sciences (IJAS), Volume (7) : Issue (1)
- Marsh, Andrew. <http://andrewmarsh.com/apps/releases/sunpath2d.html> diakses pada 25 Oktober 2021 pukul 21.36
- MMA Architectural. <https://www.externalworksindex.co.uk/entry/118508/MMA-Architectural-Systems/Green-wall-cover-for-industrial-units/> diakses pada 25 Oktober 2021 pukul 21.50
- P.Sunakorn. 2008. Biofacade from Kasetsart University Research and Development Institute. Harmony in Culture and Nature. [Online]. Available: http://biofacade.com/Eng001_Home.html

Pieter, Johannes. 2004. DESIGNING INDOOR CLIMATE

Sunakorna ,Pasinee dan Chanikarn Yimprayoon. 2011. Thermal Performance Of Biofacade With Natural Ventilation In The Tropical Climate. a Division of Building Technology, Faculty of Architecture, Kasetsart University , Bangkok, Thailand.

Trsilowati, L. 2012. Urban Heat Island Dan Kontribusinya Pada Perubahan Iklim Dan Hubungannya Dengan Perubahan Lahan. Prosiding Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global Fakta, Mitigasi, dan Adaptasi. ISBN: 978-979- 17490-0-8

Wijayanto, Titis. 2020. Thermal comfort guides for Working from Home. <https://twijaya.staff.ugm.ac.id/>