

## **PERAN MATERIAL SELUBUNG BANGUNAN DALAM EFISIENSI ENERGI PADA BANGUNAN DI IKLIM TROPIS**

Ayu Sekar Langit<sup>1</sup>, Dyah Hendrawati, S.T.,M.Sc<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

<sup>1</sup>Surel: [15512089@students.uui.ac.id](mailto:15512089@students.uui.ac.id)

**ABSTRAK:** Dalam merencanakan sebuah bangunan, hal yang paling penting menjadi perhatian utama adalah mengerti iklim tropis wilayah Indonesia.

Pemahaman prinsip arsitektur tropis di Indonesia, sangat perlu untuk menciptakan bangunan dengan ruang-ruang yang nyaman dan sehat. Selain itu dengan mengantisipasi permasalahan dan memanfaatkan potensi iklim tropis lembab, akan didapatkan hal yang sangat penting, yakni penghematan energi, pelestarian lingkungan dan penghematan sumber daya alam. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengantisipasi iklim tropis di Indonesia adalah dengan memperhatikan kombinasi penggunaan material pada elemen selubung bangunan. Penelitian ini dilakukan dengan mengevaluasi pengaruh penerapan material selubung bangunan untuk mengetahui seberapa besar penurunan suhu yang terjadi dalam ruangan, dengan cara simulasi menggunakan software Ecotect. Simulasi ini menerapkan model bangunan 4 lantai dengan bentuk persegi panjang, panjang 35 m dan lebar 25 m, dan orientasi terpanjang bangunan terletak pada arah utara selatan. Selain itu material selubung bangunan yang digunakan adalah dinding bata, kaca, kayu dan ACP.

Hasil simulasi pada penelitian ini ditunjukkan dengan adanya penurunan suhu, penurunan suhu paling optimal yang terjadi dari keseluruhan simulasi adalah sebesar 3,8 oC - 4,8 oC saat bangunan menerapkan perbandingan 1 : 0,5 dari keseluruhan permukaan bangunan untuk bukaan dengan material kaca dan juga diaplikasikan secondary skin material kayu atau ACP.

**Kata Kunci :** Iklim Tropis, Building Envelope, Simulasi, Penurunan Suhu

### **PENDAHULUAN**

Dalam merencanakan sebuah bangunan, hal yang paling mendasar yang harus di perhatikan adalah memahami iklim tropis yang berada di wilayah Indonesia. Negara tropis memiliki lebih banyak potensi dibandingkan negara empat musim. Negara dengan empat musim akan mengalami penurunan produktifitas dalam musim dingin sedangkan negara tropis sepanjang tahun tetap bisa melakukan aktifitas keseharian tanpa hambatan yang berarti.

Iklim tropis adalah iklim dimana panas merupakan masalah yang dominan pada hampir keseluruhan waktu dalam satu tahun, dalam hal ini bangunan bertugas mendinginkan pemakai atau penghuninya dari pada menghangatkan (Koenigsberger. 1975:3).

Menurut Lippsmiere, iklim tropis Indonesia mempunyai kelembaban relatif (RH) yang sangat tinggi (kadang-kadang mencapai 90%), curah hujan yang cukup banyak, dan rata-rata suhu tahunan umumnya berkisar 230C dan dapat naik sampai 380C pada musim panas. Pada iklim ini terjadi sedikit sekali perubahan musim dalam satu tahun, satu-satunya tanda terjadi pergantian musim adalah banyak atau sedikitnya hujan, dan terjadinya angin besar. Cuaca tersebut mempengaruhi gaya hidup sehari-hari masyarakat Indonesia termasuk dalam mendesain tempat tinggal mereka dengan penyesuaian dari

## **Sustainability in Architecture**

waktu-kewaktu yang membuat penduduk Indonesia sadar bahwa penerapan arsitektur tropis lah yang paling tepat di terapkan pada bangunan di Inonesia.

Arsitektur Tropis adalah sebuah karya Arsitektur yang mencoba untuk memecahkan problematik iklim setempat, kriteria arsitektur tropis tidak hanya dilihat dari sekedar bentuk atau estetika bangunan beserta elemen-elemennya, namun

lebih kepada kualitas fisik ruang yang ada di dalamnya yaitu suhu ruang rendah, kelembaban cukup rendah, pencahayaan alami cukup, pergerakan udara memadai. Konsep konsep arsitektur tropis tersebut dapat di aplikasikan dalam sebuah desain hemat energi.

Desain hemat energi diartikan sebagai perancangan bangunan untuk meminimalkan penggunaan energi tanpa membatasi fungsi bangunan maupun kenyamanan atau produktivitas penghuninya (Hawkes Dean, 2002).

Untuk mencapai tujuan itu, karya rancang bangun hemat energy dalam arsitektur tropis dapat dilakukan dengan pendekatan aktif maupun pasif. Salah satu upaya dalam perancangan bangunan hemat energy adalah dengan memperhatikan rancangan selubung bangunan.

Selubung Bangunan ialah material material serta struktur yang menutup bangunan dan berfungsi sama seperti kulit pada manusia. Penggunaan selubung bangunan memiliki peranan penting untuk melindungi ruang dalam dari semua gangguan dari luar.

Selubung bangunan terdiri dari material tak tembus cahaya (misalnya dinding) dan material tembus cahaya (misalnya jendela) yang memisahkan interior bangunan dari lingkungan luar. Selubung bangunan memberikan perlindungan terhadap pengaruh lingkungan luar yang tidak dikehendaki seperti panas, radiasi, angin, hujan, kebisingan, polusi dll. Selubung bangunan memiliki peran penting dalam mengurangi konsumsi energi untuk pendinginan dan pencahayaan.

### **Tujuan**

1. Bagaimana peran material selubung bangunan terhadap iklim mikro ruang dalam bangunan ?
2. Faktor apa saja dalam penggunaan material selubung yang dapat mempengaruhi efisiensi energy penurunan suhu ?

### **Rumusan Masalah**

1. Mengetahui peran suatu material selubung bangunan dalam menciptakan kenyamanan termal
2. Mengetahui pengaruh material elemen selubung bangunan terhadap penggunaan energy yang digunakan pada suatu bangunan

### **Manfaat Penelitian**

1. Bagi peneliti, sebagai pengetahuan serta pengalaman untuk mengetahui teknologi yang dapat diterapkan dalam bangunan. Juga untuk melengkapi data agar dapat digunakan dalam proses perancangan Proyek Akhir Sarjana (PAS)
2. Bagi peneliti baru atau peniliti lain, penelitian ini dapat memberikan ilmu pengetahuan baru mengenai teknologi selubung bangunan, juga dapat menjadi referensi bagi peneliti baru atau peneliti lain dalam melakukan penilitan.

## **STUDI PUSTAKA**

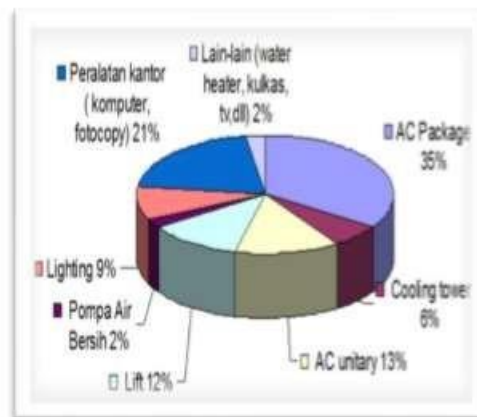
### **Desain Hemat Energi**

Desain hemat energi diartikan sebagai perancangan bangunan untuk meminimalkan penggunaan energi tanpa membatasi fungsi bangunan maupun kenyamanan atau produktivitas penghuninya (Hawkes Dean, 2002). Selain itu bangunan hemat energi menurut Ir. Jimmy Priatman, M.Arch. IAI adalah bangunan yang dirancang dengan konsep arsitektur yang didasarkan pada sebuah pemikiran untuk mengurangi penggunaan energi listrik dan pencemaran lingkungan sekitar.

Untuk mencapai tujuan itu, karya rancang bangun hemat energy dalam arsitektur tropis dapat dilakukan dengan pendekatan aktif maupun pasif. Salah satu upaya dalam perancangan bangunan hemat energy adalah dengan kontrol Lingkungan Pasif, yang dilakukan untuk mencapai kenyamanan termal maupun visual dengan memanfaatkan seluruh potensi iklim setempat yang dikontrol dengan elemen elemen bangunan (atap, dinding, lantai, pintu, jendela, aksesori, lansekap) yang dirancang secara cermat dan akurat tanpa menggunakan energi listrik.

Sementara itu disisi lain penggunaan peralatan untuk pemanasan, pendinginan, pengudaraan dan kontrol kelembaban meningkatkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk tetap menciptakan kenyamanan ruang dalam bangunan. Namun menurut Taylor (2007) juga menyatakan bahwa penggunaan energi dari bangunan di dominasi oleh pengaruh iklim karena panas yang diperoleh dari konduksi langsung dari sumber panas atau infiltrasi/ekfiltrasi udara melalui permukaan bangunan mencapai 50-80% dari energi yang dikonsumsi.

Pada Diagram dibawah menjelaskan presentase penggunaan energi dalam suatu bangunan, dimana lift menggunakan energy dengan presentase 12%, pompa air bersih 2%, lighting 9%, peralatan kantor (komputer, fotocopy) 21%, AC unitary 13%, cooling tower 6%, AC package 35% dan lain-lain (water heater, kulkas, tv dll) 2%.



Gambar 1: Presentase penggunaan energi dalam suatu

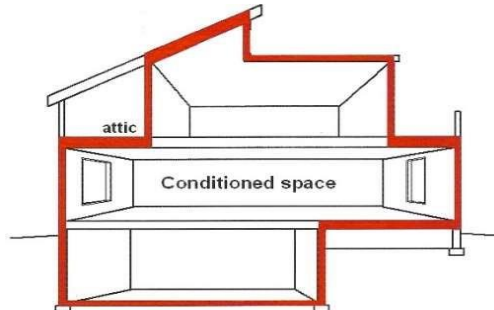
Atas dasar Presentase tersebut kita dapat mempertimbangkan peluang-peluang untuk menghemat energy dengan cara menonaktifkan peralatan listrik saat tidak digunakan, tidak menyalakan AC pada ruangan yang tak digunakan, atau ruangan yang sudah mencapai suhu minimal 25°C hingga 26 °C, menggunakan air sesuai kebutuhan, menggunakan alat elektronik yang hemat energy, serta memakai lampu yang menggunakan sensor gerak. Dengan memenuhi hal-hal kecil diatas, tentunya kita dapat menghemat sebagian kecil energy yang pastinya akan berpengaruh besar dalam penghematan energi dimasa yang akan datang.

### Selubung Bangunan

Selubung Bangunan ialah elemen penting bangunan yang menutup bangunan dan berfungsi sama seperti kulit pada manusia. Penggunaan selubung bangunan memiliki peranan penting untuk melindungi ruang dalam dari semua gangguan dari luar. Selubung bangunan terbagi dalam kelompok dinding, atap dan lantai. Semua permukaan selubung bangunan akan bersentuhan langsung dengan materi alam seperti angin, air, tanah, sinar matahari.

## Sustainability in Architecture

Secara umum selubung bangunan ditunjukkan pada gambar, terlihat garis merah yang menunjukkan selubung bangunan merupakan pemisah antara ruangan yang dikondisikan dengan ruangan luar yang tidak dikondisikan, namun dalam hal ini bagian yang mempunyai variasi paling besar dalam kehadirannya adalah dinding.



Gambar 2: Gambaran selubung bangunan

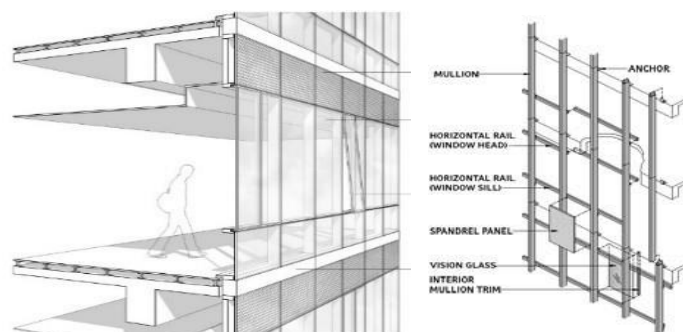
Alzoubi (2010) menjelaskan bahwa bangunan dengan bukaan lebar akan lebih boros energi, penghematan energi untuk pencahayaan tidak sebanding dengan energi yang digunakan untuk Air Conditioning. Padahal banyak bangunan dibangun dengan desain fasade yang hampir sama, rata-rata dengan bentuk persegi dan bukaan lebar (Knowles, 2003). Salah satu solusi untuk bangunan dengan bukaan lebar adalah penggunaan material yang mampu mereduksi heat gain pada bangunan (Kim, 2010).

Hausladden (2000) menyebutkan bahwa berbagai teknologi dan material yang sering diaplikasikan di dinding bangunan antara lain panel photovoltaik, cladding dan panel insulasi, dan kaca. Sementara itu, kaca yang dapat mengurangi panas yang masuk ke dalam bangunan antara lain: double glass, low-e, dan kaca dengan reflektifitas tinggi.

### Sistem Selubung Bangunan

#### Curtain Wall Sistem

Dinding tirai didefinisikan sebagai dinding tipis, biasanya berbingkai aluminium, yang mengandung kaca, panel logam, atau batu tipis. Pembingkai melekat pada struktur bangunan dan tidak membawa beban lantai atau atap bangunan. Beban angin dan gravitasi dari dinding tirai dipindahkan ke struktur bangunan

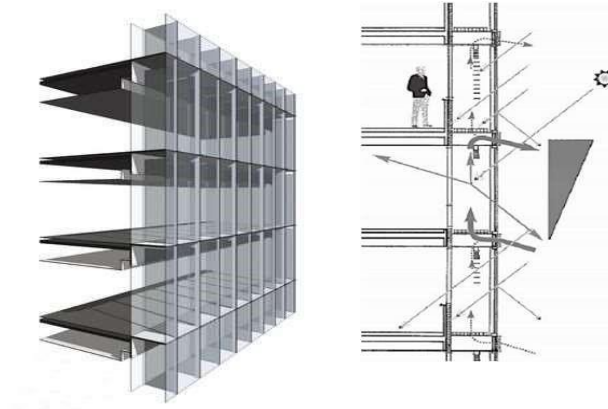


Gambar 3: Dinding Tirai / Curtain Wall

#### Double Skin

Keunggulan sistem fasad ganda dalam hal peningkatan kualitas termal menurut Poirazis (2004) antara lain adalah: Meningkatkan kenyamanan termal dalam bangunan dengan memperlambat aliran kalor yang masuk ke dalam bangunan, mendinginkan

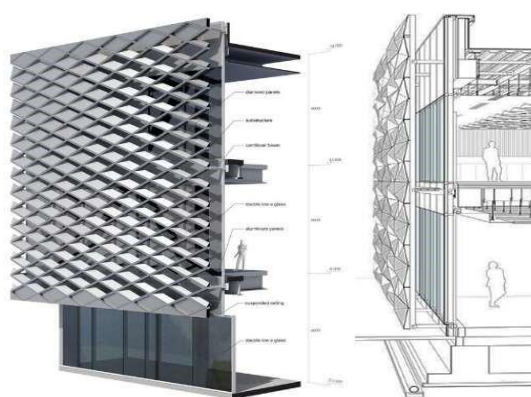
bangunan terutama saat musim panas, memfilter radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan. Memberikan perlindungan lebih dari tekanan angin pada bangunan tinggi.



Gambar 4: Fasad Ganda / Double Skin

### Secondary Skin

Menurut Claessens and De Herde dalam Poirazis (2006), second skin facade merupakan sebuah selubung bangunan tambahan yang dipasang di atas fasad bangunan eksisting untuk mengurangi radiasi matahari yang berlebihan yang berpengaruh terhadap naiknya suhu ruangan.



Gambar 5: Secondary Skin

Standard Nasional Indonesia (SNI) tentang Selubung Bangunan

Selubung bangunan untuk Indonesia (daerah tropis) diatur dalam SNI tahun 2011 berjudul Konservasi Energi Pada Selubung Bangunan. Dalam SNI tersebut terdapat beberapa kriteria khusus yaitu

- Standar SNI selubung bangunan tahun 2011 berlaku untuk komponen dinding (termasuk jendela) dan atap pada bangunan yang dikondisikan. Bangunan yang dikondisikan umumnya menggunakan Air Conditioning (AC/tata udara), oleh karena itu semakin kecil perpindahan panas kedalam bangunan maka akan memperkecil beban pendingin sehingga akan menghemat energy
- Nilai Konduktivitas Termal Bahan  
Nilai yang menunjukkan kemampuan suatu bahan menghantarkan suatu panas



Tabel 4 Nilai k bahan bangunan

Bahan bangunan	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	K (W/m.K)
Bata dengan lapisan plester	1760	0,807
Kaca lembaran	2512	1,053
Kayu keras	702	0,138
Paduan Aluminium	2672	211

Tabel 1: Nilai Konduktifitas Termal Bahan

### Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal merupakan salah satu unsur kenyamanan yang sangat penting, karena menyangkut kondisi suhu ruangan yang nyaman. Seperti diketahui, manusia merasakan panas atau dingin merupakan wujud dari sensor perasa pada kulit terhadap stimuli suhu di sekitarnya. Sensor perasa berperan menyampaikan informasi rangsangan kepada otak, dimana otak akan memberikan perintah kepada bagian-bagian tubuh tertentu agar melakukan antisipasi untuk mempertahankan suhu sekitar 37°C. Hal ini diperlukan organ tubuh agar dapat menjalankan fungsinya secara baik.

ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating Air Conditioning Engineer. 1894 ) memberikan definisi kenyamanan thermal sebagai kondisi pikir yang meng ekspresikan tingkat kepuasan seseorang terhadap lingkungan termalnya. Empat faktor utama yang mempengaruhi tingkat kenyamanan termal adalah suhu udara, kelembaban, pergerakan udara dan radiasi.

Suhu udara merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kondisi nyaman (termal) manusia. Hoppe (1988) memperlihatkan bahwa suhu manusia naik ketika suhu ruang dinaikkan sekitar 21°C. Kenaikan lebih lanjut pada suhu ruang tidak menyebabkan suhu kulit naik, namun menyebabkan kulit berkeriat. Pada suhu ruang sekitar 20°C suhu nyaman untuk kulit tercapai. Selain suhu udara, suhu radiasi matahari dari sekeliling permukaan (plafon, dinding, pintu, jendela dan lantai) juga ikut mempengaruhi kenyamanan ruang.

Pada penelitian sebelumnya telah disebutkan sebelumnya, Szokolay dalam 'Manual of Tropical Housing and Building' menyebutkan kenyamanan tergantung pada variabel iklim (matahari/radiasinya, suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin) dan beberapa faktor individual/subyektif seperti pakaian, aklimatisasi, usia dan jenis kelamin, tingkat kegemukan, tingkat kesehatan, jenis makanan dan minuman yang dikonsumsi, serta warna kulit

Standar zona kenyamanan termal di Indonesia adalah sebagai berikut:

- Sejuk nyaman : 22,5-22,8°C
- Nyaman Optimal : 22-26°C
- Nyaman Hangat : 26-27,1°C
- Panas : >27,1 °C

### Iklim Mikro

Iklim mikro adalah faktor-faktor kondisi iklim setempat yang memberikan pengaruh langsung terhadap kenikmatan (fisik) dan kenyamanan (rasa) pemakai di sebuah ruang bangunan. Fry, Maxwell and Drew, Jane (1964)

Iklim mikro menjadi faktor yang sangat penting secara praktis perancangan sebuah bangunan yang merupakan bagian dari lingkungan. Sebuah bangunan yang tidak mempertimbangkan kondisi temperatur udara lingkungan mempunyai dampak tidak dapat mereduksi kondisi temperatur luar sesuai dengan kebutuhan kita

### **Hubungan Selubung Bangunan Dengan Iklim Mikro**

Pada semua iklim untuk mendapatkan kenyamanan termal dengan menggunakan metoda passive adalah untuk mengurangi peralatan control aktif. Pada iklim dingin atau musim dingin, pemanasan pasif matahari, insulasi yang baik dan mengontrol infiltrasi udara untuk mengurangi peralatan pemanasan. Pada iklim yang panas gedung massive, pendinginan evaporasi dan peneduh yang baik dapat dipakai untuk meningkatkan kenyamanan.

Untuk mencapai kenyamanan termal didalam ruang, maka bangunan harus dirancang sedemikian rupa untuk dapat mengontrol perolehan panas matahari sesuai dengan kebutuhannya. Bangunan yang berada pada iklim dingin harus mampu menerima radiasi matahari yang cukup untuk pemanasan, sedangkan bangunan yang berada pada iklim panas, harus mampu mencegah radiasi matahari secukupnya untuk pendinginan.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Jenis penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Jenis penelitian Kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

Pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur dan simulasi. Penelitian simulasi merupakan bentuk penelitian yang bertujuan untuk mencari gambaran melalui sebuah sistem berskala kecil atau sederhana (model) dimana di dalam model tersebut akan dilakukan manipulasi atau kontrol untuk melihat pengaruhnya.

Dari data yang telah diperoleh akan dipakai sebagai bahan acuan menggunakan software Ecotech, sehingga akan keluar angka yang nantinya dirubah menjadi data kuantitatif. Dalam pengujiannya akan dilakukan simulasi dengan membuat model bangunan yang memiliki berbagai material selubung bangunan. Hasil dari data tersebut akan dianalisis apakah material selubung bangunan yang digunakan memiliki pengaruh dalam penurunan suhu yang dan efisiensi energi pada bangunan.

Berdasarkan studi literatur pada penelitian ini klasifikasi material, model bangunan dan konstruksi yang akan digunakan sebagai proses simulasi adalah :

#### **1. Material**

Pemilihan material dikarenakan ke empat material tersebut lebih sering diterapkan pada bangunan di wilayah iklim tropis dan bangunan bertingkat sedang.



Gambar 6: Material terpilih untuk uji simulasi

#### **2. Model Bangunan**

Pada penelitian sebelumnya (Pramita, 2012), menyatakan bahwa banyak bangunan pada zaman sekarang memiliki bentuk persegi panjang sehingga dalam penelitian kali ini bentuk bangunan yang disimulasikan juga berbentuk persegi panjang.



Gambar 7: Model bangunan persegi

### 3. Sistem Struktur Selubung bangunan

Pada penelitian ini system selubung bangunan yang digunakan sebagai simulasi adalah secondary skin, hal ini dikarenakan secondary skin cocok untuk diterapkan ke segala bentuk bangunan, serta dapat pula menyesuaikan konsep bangunan nya, sehingga bentuk secondary skin sendiri tidak melulu mengikuti bentuk gubahan massa bangunan itu sendiri. Selain itu tampilan secondary skin sendiri dapat di eksplor dengan material material yang ada dengan pola pola yang menarik.



Gambar 8: Penerapan secondary skin

## ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

### Data Penelitian


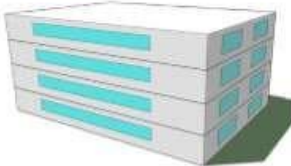
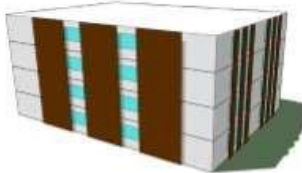
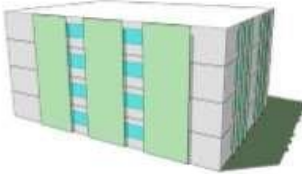
Penelitian ini akan mencari perbandingan penurunan suhu dalam ruang dengan building envelope yang diterapkan pada bangunan. Dalam melakukan analisis dilakukan simulasi dengan membuat model 3d bangunan pada aplikasi Sketchup lalu menerapkan proses simulasi 3d model dengan software Autodesk Ecotect.

Model bangunan yang digunakan sebagai bahan simulasi adalah bangunan dengan 4 lantai atau setinggi kurang lebih 20 meter, dengan atap datar dan beberapa variasi bukaan.

Autodesk Ecotect untuk mengetahui visualisasi temperature dalam ruang. Objek ruangan yang dianalisis dan dijadikan pembahasan ialah ruangan yang tidak menggunakan AC.

Asumsi kecepatan udara atau air speed (0,65 m/s), pakaian penghuni 0,6 clo (celana panjang dan kemeja), tidak melibatkan beban kalor laten (kalor penguapan), serta aktivitas penghuni sebagian besar diasumsikan sebagai kegiatan beristirahat.



<p><b>Model 1</b></p>	<p>Menerapkan bukaan kaca sebesar 25% dari keseluruhan bangunan</p>	
<p><b>Model 2</b></p>	<p>Menerapkan bukaan kaca sebesar 50 % dari keseluruhan bangunan</p>	
<p><b>Model 3</b></p>	<p>Menerapkan bukaan kaca dan secondary skin kayu sebesar 50% keseluruhan bangunan</p>	
<p><b>Model 4</b></p>	<p>Menerapkan bukaan kaca dan secondary skin ACP sebesar 50% dari keseluruhan bangunan</p>	

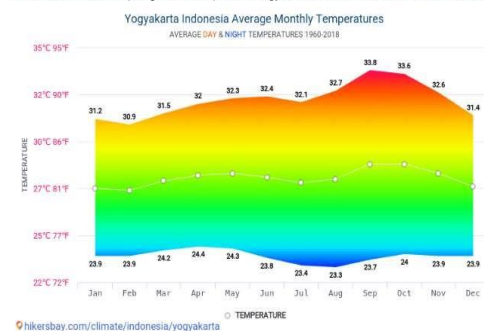
Tabel 2: Model uji simulasi

Data Iklim

Data iklim mikro Yogyakarta tercatat 33,8C pada temperature tertinggi, dan 23,4C pada temperature terendah. Temperatur rata rata kota Yogyakarta adalah 30,8C.

Suhu rata-rata bulanan dan cuaca. Iklim data mengenai temperatur rata-rata (siang dan malam) di Kota Yogyakarta

Suhu rata-rata bulanan (siang dan malam) di Kota Yogyakarta, Indonesia. Model iklim suhu dibuat berdasarkan data dari tahun 1960-2018

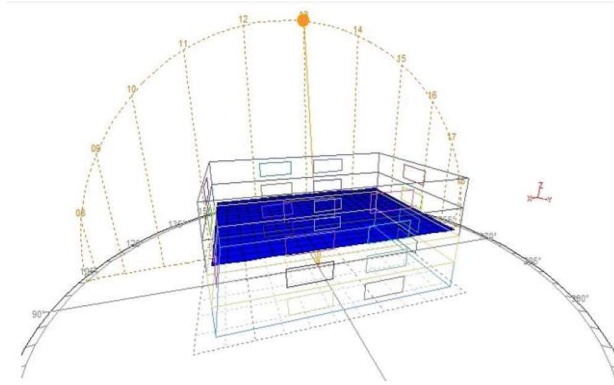


Gambar 9: Data Iklim Yogyakarta

### Proses Simulasi

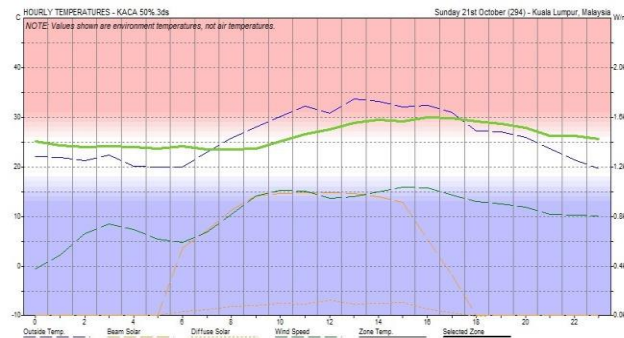
#### 1. Dinding Bata dengan 25% Bukaannya Kaca tanpa Secondary Skin

Pada percobaan ini terjadi penurunan suhu sebesar 2,8°C antara ruang luar dan ruang dalam bangunan, hal ini dikarenakan permukaan bangunan ini tidak memiliki banyak bukaan, walaupun nilai konduktivitas termal kaca lebih besar dari dinding bata. Dinding bata sendiri memiliki nilai konduktivitas termal 0,807 K dan kaca 1,053 K.



Gambar 10: Simulasi 1

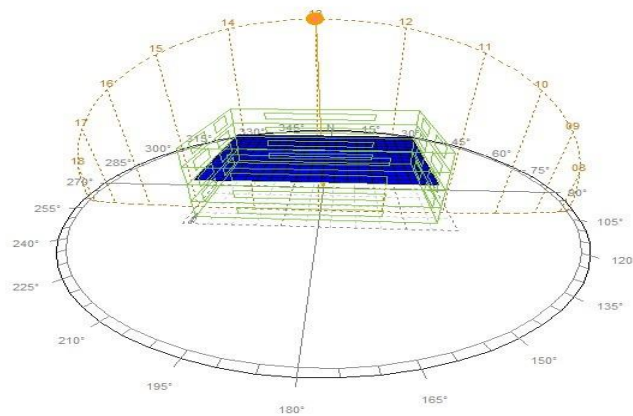
Pada Grafik tersebut terlihat temperature paling rendah yang terjadi didalam ruangan adalah 25 °C terjadi pada pukul 08.00 pagi dan temperature tertinggi adalah 28 °C terjadi pada pukul 15.00 sore.



Gambar 11: Grafik hasil simulasi 1

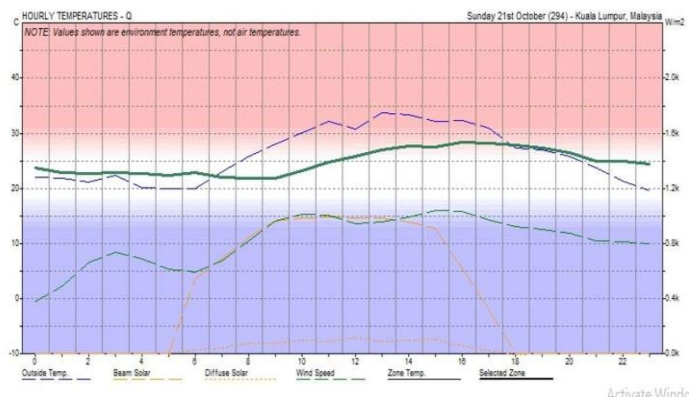
#### 2. Dinding Bata dengan 50% Bukaannya Kaca tanpa Secondary Skin

Gambar dibawah menunjukkan kondisi termal pada tanggal 21 Oktober, pukul 13.00 yang merupakan panas radiasi matahari terbesar sepanjang tahun. Warna Biru menyatakan kondisi temperature diatas 25C, yang mana telah mencapai kenyamanan termal menurut standard SNI.



Gambar 12: Simulasi 2

Pada percobaan ini diterapkan orientasi barat timur untuk menghindari sinar matahari terkena sisi bangunan yang luas. Dinding bata sendiri memiliki nilai konduktivitas termal 0,807 K dan kaca 1,053 K, dari data tersebut diperoleh penurunan suhu sebesar 3,2°C antara ruang luar dan ruang dalam bangunan hal tersebut didapatkan karena luasan permukaan dinding bata lebih besar dari pada permukaan kaca, walaupun nilai konduktivitas lebih tinggi material kaca.

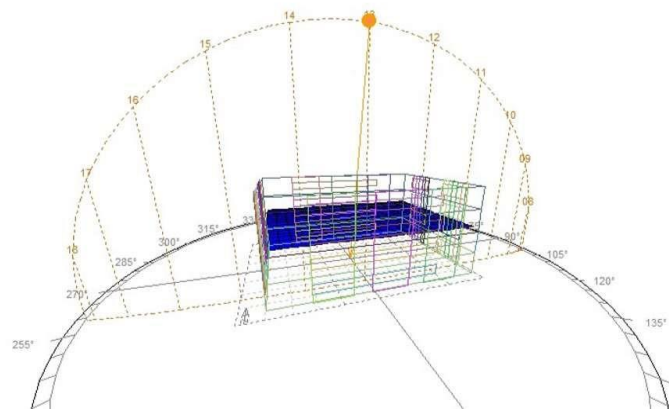


Gambar 13: Grafik hasil simulasi 2

Grafik di atas ini adalah grafik fluktuasi temperatur harian di dalam ruang pada bulan Oktober. Dari grafik tersebut menunjukkan perubahan temperatur harian pada kondisi umum termal. Temperatur terendah 24 - 25°C terjadi pada pukul 08.00 hingga 09.00 pagi dan temperatur tertinggi 27.6 °C pada pukul 13.00. Temperatur nyaman termal sesuai standard Indonesia terjadi pada pukul 09.00 pagi hingga 12.00 siang..

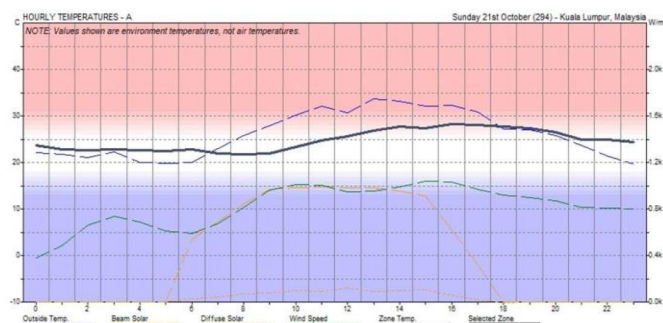
### 3. Dinding Bata dengan 50% Bukaan Kaca dan Secondary Skin Kayu

Pada percobaan ini diterapkan orientasi barat timur untuk menghindari sinar matahari terkena sisi bangunan yang luas. Dinding bata sendiri memiliki nilai konduktivitas termal 0,807 K dan kaca 1,053 K,serta kayu sebesar 0,138 K, dimana hal tersebut membuktikan bahwa kaca memiliki kemampuan konduktivitas termal bahan yang cukup tinggi, namun untuk membantu menurunkan nilai tersebut maka diterapkan secondary skin kayu, dari data tersebut diperoleh penurunan suhu sebesar 3,8 hingga 4,8°C antara ruang luar dan ruang dalam bangunan.



Gambar 14: Simulasi 3

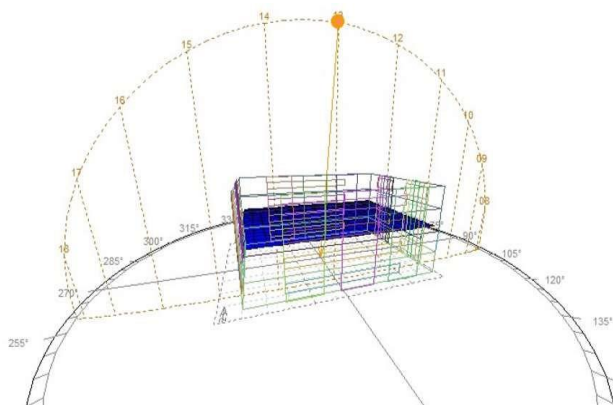
Grafik tersebut adalah grafik fluktuasi temperatur harian di dalam ruang pada bulan Oktober. Dari grafik tersebut menunjukkan perubahan temperatur harian pada kondisi umum termal. Temperatur terendah 24°C terjadi pada pukul 09.00 pagi dan temperatur tertinggi 26-27 °C pada pukul 15.00.



Gambar 15: Grafik hasil simulasi 3

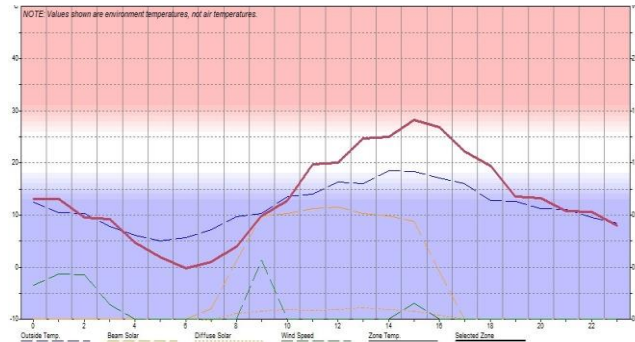
#### 4. Dinding Bata dengan 50% Bukaannya Kaca dan Secondary Skin ACP

Pada percobaan ini didapatkan penurunan suhu sebesar 4,4 °C, dikarenakan nilai konduktivitas termal kaca yang tercover oleh nilai konduktivitas ACP yang cukup tinggi. Nilai konduktivitas kaca sendiri adalah 1,053 K sedangkan ACP 211 K.



Gambar 16: Simulasi 4

Walaupun nilai konduktivitas ACP lebih tinggi, namun dengan meletakkannya menjadi secondary skin membuat nilai konduktivitas baik dinding bata dan kaca semakin menurun. Pada grafik tersebut terlihat temperature paling tinggi adalah 26,4 °C yang terjadi pada pukul 15.00 sore.



Gambar 15: Grafik hasil simulasi 4

#### Hasil Perbandingan Simulasi

Dari data hasil simulasi keseluruhan maka didapatkan perbandingan:

Material	Perbandingan Keseluruhan Bangunan terhadap Bukaan	Penurunan Suhu
Bata & Kaca	1 : 0.5	3.2 °C
Bata, Kaca & Kayu	1 : 0.5	3.8 – 4.8 °C
Bata & Kaca	1 : 0.25	2.8 °C
Bata, Kaca & ACP	1 : 0.5	4.4 °C

Tabel 7: Perbandingan simulasi

#### KESIMPULAN

Bangunan model uji simulasi adalah bangunan 25m x 35m, yang memiliki 4 lantai atau tinggi 16m dengan luas permukaan keseluruhan adalah 1920 m<sup>2</sup>, data temperature yang digunakan adalah temperature rata rata Yogyakarta yaitu sebesar 30,1 °C dan temperature nyaman termal menurut SNI adalah 27 °C. Sehingga apabila temperatur hasil uji simulasi yang mendapatkan nilai dibawah 27 °C maka termasuk temperature ruang yang nyaman.

Proses simulasi dilakukan dengan mengaplikasikan kaca, secondary skin kayu dan ACP pada building envelope untuk mengetahui pengaruh suhu ruang dalamnya. Pengaplikasian kaca dan secondary skin kayu atau ACP juga mempertimbangkan nilai Konduktivitas termalnya karena jika terlalu luas permukaan material yang memiliki nilai konduktivitas tinggi, maka kemungkinan kenaikan suhu dalam ruangan pun juga dapat terjadi.

Dari hasil keseluruhan simulasi diperoleh penurunan suhu paling optimal yang terjadi adalah sebesar 3,8 °C – 4,8 °C saat bangunan menerapkan perbandingan 1 : 0,5 dari keseluruhan permukaan bangunan, untuk bukaan dengan material kaca dan juga diaplikasikan secondary skin material kayu atau ACP. Selain itu penurunan suhu pada simulasi yang telah dilakukan dapat berpengaruh pada pengurangan penggunaan energy listrik pada bangunan, karena suhu ruang setelah simulasi yang mencapai 25 -26 °C tidak perlu menggunakan penghawaan buatan seperti Air Conditioning, sehingga menghemat konsumsi energy listrik pada bangunan sebesar 13%.

Selain itu faktor faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi energy dalam penurunan suhu pada bangunan adalah letak orientasi massa bangunan, nilai konduktivitas bahan atau

## **Sustainability in Architecture**

material yang akan digunakan sebagai selubung bangunan, serta iklim atau cuaca pada negara tersebut, karena tidak semua material cocok untuk digunakan di berbagai negara.

### **REKOMENDASI**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa peran penggunaan building envelope terbukti dapat menurunkan suhu dalam ruangan serta mengurangi konsumsi listrik bangunan sebesar 13%. Namun pada penelitian ini kelembaban yang digunakan adalah kelembaban rata-rata tetap dan tidak termasuk dalam variabel bebas.

Besarnya penggunaan bukaan juga mempengaruhi penurunan suhu dalam ruangan. Sehingga untuk desain yang akan datang disarankan dapat mengaplikasikan variasi bukaan dan building envelope sebagai desain pasif untuk menurunkan suhu ruangan mencapai titik nyaman termal.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Auliciems, Andris. dan Szokolay, Steven V. 2007. "Passive and Low Energy Architecture International :Design Tools And Techniques". Department of Architecture, The University of Queensland. Brisbane 4072
- Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia. 2000. SNI 03-6389-2000, Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung.
- Dimas, T. A., Fitria, D., & D., T. J. (t.thn.). Perbandingan Perhitungan OTTV dan ETTV Gedung Komersial - Kantor. Sustainability Division, PT ASDI Swasatya. Heryanto, Sani . (2004). ARSITEKTUR BANGUNAN HEMAT ENERGI. Jurnal Ilmiah Arsitektur UPH, Vol. 1, No. 1
- Dyah Nurwidyaningrum, Hidjan A.G., Rita Farida Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Politeknik Negeri Jakarta (2014) Pengaruh Material Ruang Pada Kenyamanan Termal Ruang Membatik Yang Menggunakan Skylight
- EERE (U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy), "Elements of an Energy-Efficient House," (Washington, DC: EERE, July 2000)
- Frick, Heinz. 2006. "Arsitektur Ekologis". Yogyakarta: Kansius Handayani Teti. 2010. Efisiensi Energi Dalam Rancangan Bangunan. Spektrum Sipil Vol.1, No.2 :102 – 108
- Karyono, Tri Harso, 1999, Arsitektur : Kemampuan Pendidikan Kenyamanan dan Penghematan energi. Catur Libra Optima.
- Lechner, N. 2001. "Heating, Cooling, Lighting Metode Desain Untuk Arsitektur". Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Lippsmeir. 1997. "Bangunan Tropis". Penerjemah Syahmir Nasution. Jakarta: Erlangga
- Noerwarsito V.T dan Santosa, 2006, Pengaruh "Thermal Properties" Material Bata Merah, Batako sebagai Dinding, Terhadap Efisien Energi dalam Ruang di Surabaya. Dimensi Teknik Arsitektur Vol.34, No.2, Desember 2006, Jurnal Teknik ARsitektur Universitas Kristen Petra.
- Pricilia N. Tamawiw | 100 212 039 . 2012. Efisiensi ENergi Pada Bangunan dengan Menggunakan Sistem Aktif Dan Pasif
- Tamiami, H., & Bastanta, R. (t.thn.). KAJIAN OTTV (Overall Thermal Transfer Value) SELUBUNG BANGUNAN STUDI KASUS ASRAMA PUTRI USU.
- Taylor & Francis Group .2007 .Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy