

## EFEKTIVITAS PEMILIHAN MATERIAL UNTUK KENYAMANAN TERMAL MENGUNAKAN PREDICTED MEAN VOTE PADA KAMAR TIDUR

### Ayu Putri Arnetta

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
[d300210135@student.ums.ac.id](mailto:d300210135@student.ums.ac.id)

### Nurhasan

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
[nur192@ums.ac.id](mailto:nur192@ums.ac.id)

### ABSTRAK

*Suhu di wilayah Indonesia ini berkisar antara 28°C hingga 38°C selama musim kemarau, sedangkan musim hujan berkisar antara 25°C hingga 29°C. Tingkat kelembapan selama musim kemarau berkisar antara 40% hingga 70%, berbeda dengan musim hujan yang dapat mencapai 80% sampai 100%. Selain itu, wilayah Indonesia memiliki iklim tropis yang lembap dan terpapar radiasi matahari yang signifikan (Lippsmeier, 1994), yang dapat bersifat intens dan mengganggu. Masalah utama adalah bagaimana mencapai kenyamanan termal di dalam kamar tidur rumah di lingkungan tropis yang panas dan lembap seperti itu. Lonjakan suhu harian dapat menyebabkan ketidaknyamanan termal bagi penghuni selama aktivitas di dalam ruangan. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif untuk memenuhi tujuannya, dengan data yang dikumpulkan melalui observasi dan tinjauan pustaka. Hasil penelitian ini adalah pada alternatif desain didapatkan nilai PMV pada kamar tidur 0.7 yang berarti sudah memenuhi kenyamanan termal dan dapat menurunkan 14.6% dari suhu awal sehingga terbukti apabila dengan pemilihan material yang tepat dapat terciptanya kenyamanan termal.*

### KEYWORDS:

Kenyamanan Termal; PMV; Material; Kamar Tidur

### PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia secara geografis terletak di antara dua lautan, Lautan Hindia dan Lautan Pasifik, serta benua Asia dan Australia. Ini mungkin menunjukkan bahwa Indonesia memiliki iklim tropis lembap. Akibatnya, sejumlah besar uap air dihasilkan dari permukaan laut dan terbawa angin ke wilayah Indonesia. Di wilayah ini, suhu musim kemarau berkisar antara 28-38°C dan suhu musim hujan berkisar antara 25-29°C. Kelembapan rata-rata sekitar 60% selama musim kemarau tetapi naik menjadi sekitar 90% selama musim hujan. Selain itu, daerah dengan iklim tropis lembap mendapat banyak sinar matahari.

Masalah yang diciptakan pada isu di atas adalah bagaimana menciptakan kenyamanan termal dalam bangunan terlebih lagi rumah yang menjadi tempat Dimana terciptanya kenyamanan bagi penghuninya itu sendiri. Karena adanya material yang dapat

mempengaruhi panas ruangan secara tidak disadari.

Penggunaan bahan yang tepat diharapkan dapat mempengaruhi suhu ruangan yang nyaman. Konstruksi arsitektural dimaksudkan untuk dibangun di lingkungan dengan suhu yang tidak ekstrem, yang berarti tetap mendekati suhu yang dibutuhkan manusia, seperti halnya di Indonesia, yang memiliki iklim tropis yang lembap, yang cenderung menggunakan bahan-bahan yang tidak tebal (Karyono, 2016:24-33).

Kenyamanan termal diartikan sebagai suatu kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan dengan lingkungan termal (Nugroho, 2006). Menurut SNI 03-6572-2001 faktor kenyamanan termal pada daerah tropis dapat dibagi menjadi:

#### Temperatur Udara

Temperatur udara merupakan nilai suhu yang ada pada sekitar kita. Berikut merupakan rata-rata temperatur udara:

Untuk temperatur 20,50C – 22,80C tergolong sejuk untuk temperatur 22,80C – 250C tergolong nyaman untuk temperatur 25,80C – 27,10C tergolong hangat nyaman

#### **Kelembapan Udara**

Di daerah tropis, tingkat kelembapan relatif yang disarankan adalah 40% hingga 50%; namun, di tempat-tempat dengan kepadatan orang yang tinggi, seperti ruang rapat, kisaran kelembapan relatif yang dapat diterima dapat berkisar antara 55% hingga 60%. Kecepatan Udara

#### **Kecepatan Udara**

Untuk mendapatkan kenyamanan termal, kecepatan udara yang turun dari atas tidak boleh melebihi 0,25 m/detik dan idealnya tetap di bawah 0,15 m/detik.

#### **Radiasi Matahari**

Pancaran cahaya radiasi matahari akan merambat melalui dinding. Jika dinding-dinding di sekitar ruangan panas, itu akan mempengaruhi kenyamanan seseorang di ruangan tersebut.

#### **Aktivitas**

Untuk perhitungan sistem pengondisian udara, kegiatan yang dilakukan pada ruangan dapat mempengaruhi perubahan kalor dalam ruang tersebut sehingga mempengaruhi kenyamanan termal.

#### **Pakaian**

Jenis pakaian yang dipakai pada saat itu memengaruhi jumlah kalor yang dilepas oleh tubuh, terutama mengenai isolasi termal dari tebal bahan pakaian yang dipakai.

Variabel yang biasanya digunakan dalam menciptakan kenyamanan termal adalah variabel iklim ruangan termasuk: Suhu udara; radiasi rata-rata; Kelembapan; perpindahan udara atau kecepatan angin. Variabel pribadi termasuk laju metabolisme yang dimanifestasikan dalam variabel aktivitas; dan laju isolasi pakaian yang dimanifestasikan dalam cara berpakaian;

Namun pada fokus penelitian kali ini akan menambahkan variabel material yang akan digunakan pada bangunan rumah tinggal. Variabel ini akan sangat mempengaruhi variabel iklim ruang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengidentifikasi material yang dapat mereduksi radiasi, dan menurunkan suhu udara pada interior kamar

tidur, sehingga mendapatkan hasil kenyamanan termal sesuai standar. Dan mendapatkan hasil desain yang lebih baik dan maksimal. desain yang mampu menciptakan kenyamanan bagi penghuninya.

Rumah adalah tempat untuk beristirahat, berlindung, dan berbicara. Ketika Anda berada di dalam rumah, orang pasti berharap tidak ada kebisingan yang berlebihan, panas, atau gelap karena kekurangan cahaya. Setiap bangunan disarankan untuk memberikan kenyamanan termal yang sesuai untuk penduduknya. Adanya kamar tidur penting dari rumah, karena digunakan untuk aktivitas seperti bersantai, membaca, atau bahkan bekerja dari rumah. Karena itu, kamar tidur harus dirancang untuk memberikan tempat istirahat yang nyaman dan tenang bagi penghuninya.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Material**

Material suatu bangunan merupakan bagian yang sangat penting, baik sebagai bahan penting maupun bahan penolong. Dengan kata lain, keberadaan suatu bangunan erat kaitannya dengan satu atau lebih jenis bahan bangunan.

salah satu aspek yang menjadi kriteria untuk pengelompokan (tipologi) sebuah bangunan dapat diklasifikasikan berdasarkan gaya, tekstur, atau jenis bahan bangunan. Karena bangunan terkait dengan kemajuan peradaban manusia, seiring waktu perkembangan ilmu pengetahuan atau teknik yang terkait dengan bangunan atau bahan pendukung seperti bahan untuk membuat bangunan Sulistijowati (1991).

Karena kemampuan material dalam menahan kondisi iklim luar mempunyai pengaruh yang besar terhadap suhu dalam ruangan sebuah rumah, maka perencanaan rumah perlu mempertimbangkan pengaruh luar tersebut. Suhu udara, kelembapan, dan kecepatan angin menjadi salah satu faktor iklim yang akan berdampak besar terhadap tingkat kenyamanan penghuni rumah. Oleh karena itu, analisis terhadap kemampuan berbagai jenis material dalam menahan tantangan iklim dan cuaca sangat diperlukan.

## Kamar Tidur

Kamar tidur merupakan suatu ruang yang digunakan untuk beristirahat. Menurut Hidayat, T. (2015;10) Kamar tidur adalah ruang atau kamar yang digunakan untuk beristirahat/tidur yang sifatnya sangat pribadi. Ruang ini juga dapat mencerminkan karakter, kepribadian, dan gaya hidup penghuninya. Kamar tidur yang nyaman dan menenangkan sangat penting untuk mempengaruhi kualitas tidur seseorang. Desain interior kamar tidur yang baik akan memberikan suasana positif pada kualitas tidur dan kenyamanan. Suhu udara normal dari kamar biasanya dianggap 20-25 derajat Celcius.

## Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu kenyamanan secara fisik dan kenyamanan secara psikologis. Kenyamanan psikologis diartikan sebagai tingkat kenyamanan yang dilihat pada emosi setiap manusia dan didasarkan pada keadaan pikiran manusia itu sendiri dengan menunjukkan kepuasan terhadap keadaan lingkungan. Kenyamanan fisik ini mencakup kenyamanan secara spasial, visual, termal, dan akustik.

kenyamanan termal adalah kondisi di mana suatu individu merasa nyaman terhadap suhu lingkungannya, yang ketika dijelaskan dalam konteks sensasi berarti bahwa individu tersebut tidak merasa suhu udara terlalu panas atau terlalu dingin. kenyamanan termal dipengaruhi oleh 6 faktor, yaitu suhu udara, kelembapan udara, kecepatan angin, suhu radian, isolasi pakaian, dan aktivitas atau kegiatan. Seperti yang dikatakan American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (1989).

## Predicted Mean Vote

PMV adalah indikator yang dikembangkan oleh Professor Fanger dari University of Denmark yang menunjukkan sensasi dingin (cold) dan hangat (warm) yang dirasakan oleh manusia pada skala +3 hingga -3. PMV berhubungan dengan enam variabel dan merupakan nilai rata-rata yang menunjukkan bagaimana orang rata-rata merasakan dingin dan hangat. PMV dan PPD (Predicted Percentage of Discomfort) yang saling

berhubungan dapat dikaitkan dengan perbedaan individu.

**Tabel 1. Parameter dan Indikator penelitian**

Parameter	Indikator
<b>Iklim</b>	rata-rata Suhu udara; Kelembaban; kecepatan angin; penggunaan material.
<b>Personal</b>	Aktivitas yang dilakukan pada ruangan, pakaian yang dikenakan pada ruangan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis variabel dan menguji apakah dalam satu ruang tidur sudah terciptanya kenyamanan termal. Penelitian ini berlokasi di Jl. Solo - Purwodadi kabupaten Karanganyar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dengan metode pengumpulan data observasi studi literatur.

### Persiapan

Pada tahap awal dilakukan persiapan dengan proses pencarian isu permasalahan, parameter dan indikator yang akan diteliti serta mengumpulkan poin-poin informasi yang diperlukan.

### Observasi dan Pengumpulan Data

Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis dan diharapkan mendapatkan hasil dari penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi dan mencari studi literatur yang dapat menunjang proses analisis. Observasi yang dilakukan dengan mencari 6 parameter dan material yang digunakan dan dapat menginsulasi panas. Dan mencari indikator penelitian untuk menunjang validasi dan memperjelas hasil.

### Pengolahan Data Dan Kesimpulan

Data-data yang diperoleh dijadikan standar untuk mengukur kenyamanan termal pada ruang tidur. Kemudian dilakukan pengujian menggunakan software Thermal Comfort Tool dan memakai teori PMV yang dihitung berdasarkan empat variabel klimatis dan dua variabel fisiologis. Setelah mendapatkan hasil dari proses uji kenyamanan termal kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan standar termal menurut SNI 03-6572-2001.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

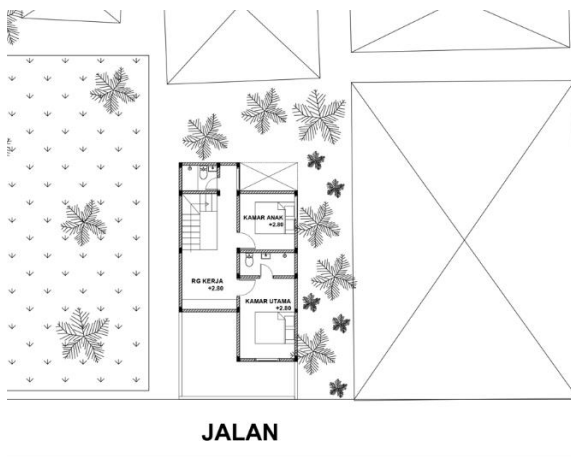
**Hasil Penelitian**

Penelitian ini berlokasi di Jl. Solo-Purwodadi Kabupaten Karanganyar, yang berencana pada site itu akan dibangun rumah tinggal 2 lantai. Pada penelitian kali ini akan mengambil isu dari bangunan rumah tinggal itu sendiri. Rumah tinggal yang memiliki luas 6x12m ini akan dihuni oleh satu keluarga terdiri dari ayah, ibu dan satu anak. Rumah tinggal ini akan memakai desain tropis dan akan memaksimalkan penghawaan alami. Orientasi bangunan ini adalah utara – Selatan dikarenakan akan mengoptimalkan penghawaan alami dan bentuk site. Data – data yang diperlukan untuk menunjang penelitian :



**Gambar 1. Lokasi Penelitian**

(sumber: google earth, 2024)



**Gambar 2. Site Plan (sumber: Dokumen Penulis, 2024)**

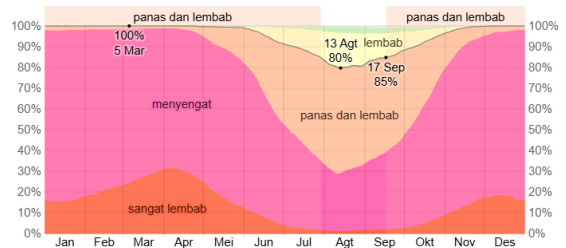
**Suhu Udara, Kelembapan Udara, Kecepatan Angin**

Data data ini diambil pada rata rata pertahun, pada daerah yang diambil untuk penelitian ini memiliki suhu udara tertinggi 31°C terendah 22°C.



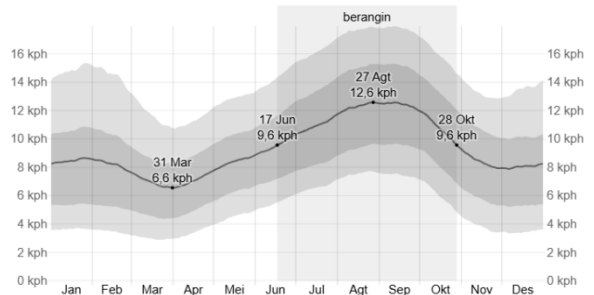
**Gambar 3. Rata rata suhu di Karanganyar (sumber: Weather spark, 2024)**

Tahun ini ada 10 bulan dengan cuaca yang lebih lembap dan panas, yang berlangsung dari 17 September hingga 29 Juli. Pada saat ini, tingkat kenyamanan mencapai skala yang sangat lembap, panas, menyengat, dan tidak menyenangkan setidaknya 80% dari hari-hari di Karanganyar. Bulan Maret memiliki 31,0 hari dengan cuaca yang lebih buruk.



**Gambar 4. Rata rata kelembapan di Karanganyar (sumber: Weather spark, 2024)**

Bulan dengan angin paling kuat di Karanganyar adalah September, dengan kecepatan angin rata-rata 12,4 km/jam. Periode angin paling kuat setahun berlangsung selama 4,4 bulan, pada 17 Juni hingga 28 Oktober. Rata – rata arah angin pada daerah Karanganyar ini mengarah dari Selatan dan Timur



**Gambar 5. Rata rata kecepatan angin di Karanganyar (sumber: Weather spark, 2024)**

### Aktivitas Pakaian

Penelitian ini mengambil fokus pada satu ruangan yaitu ruang tidur, yang Dimana aktivitas yang paling banyak dilakukan pada ruang ini seperti bersantai, tidur, istirahat. Pakaian yang digunakan pada ruang tidur biasanya berpakaian yang nyaman dan tidak terlalu tebal.

### Material

Menurut rosendlund tahun 2000 ada Beberapa faktor yang mempengaruhi isolasi panas bangunan pada bahan bangunan seperti:

- Kepadatan suatu diukur dalam kilogram per meter. Kepadatan suatu material memainkan peran besar dalam mengisolasi panas.
- Kemampuan isolasi panas akan lebih tinggi jika nilai kepadatan suatu bahan rendah.
- Konduktivitas termal diukur mendapatkan nilai termal dan menunjukkan kemampuan suatu material untuk mentransfer panas. Semakin rendah kemampuan isolasi, semakin tinggi konduktivitas termal yang dihasilkan.
- Kapasitas panas diukur dalam Watt-jam per kilogram, mewakili kemampuan suatu material untuk menyimpan (atau melepaskan) panas. Material yang memiliki kemampuan untuk menyimpan panas juga akan memiliki nilai kapasitas yang tinggi.

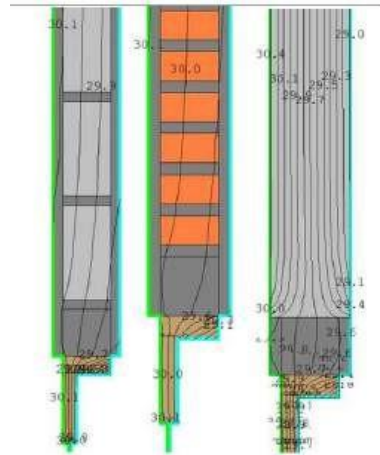
### Dinding

Pada bahan bangunan Dinding Ada beberapa bahan dinding yang sering digunakan di Indonesia, termasuk bata merah, blok beton, dan beton aerasi. Dalam analisis bahan dinding ini, bahan-bahan yang akan dipilih adalah yang memiliki nilai konduktivitas rendah.

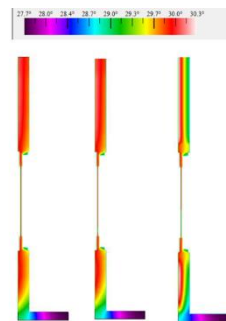
**Tabel 2. Tabel nilai konduktivitas termal, emisivitas dan massa jenis material yang digunakan dalam penelitian**

Jenis Material	Konduktivitas Termal (W/mK)	Nilai Emisivitas	Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )
Batako	0,85	0,91	1600
Bata Merah	0,55	0,75	1200
Bata Ringan	0,16	0,90	600

Pada tabel di atas disimpulkan bahwa material batu bata merah dapat menciptakan penurunan suhu hingga 1,4°C, penggunaan dinding batu bata dapat mengisolasi hingga 1,2°C. Sementara itu, penggunaan dinding bata ringan dapat mengisolasi hingga 1,9°C.



**Gambar 6. THERM garis isothermal batako, bata merah, bata ringan. Aria ZADP, LMF Purwanto**



**Gambar 7. THERM dengan tampilan infrared colorgrading batako, bata merah, bata ringan. Aria ZADP, LMF Purwanto**

Material dengan nilai berat yang lebih rendah akan memiliki kapasitas isolasi yang lebih besar, sementara material dengan nilai termal yang lebih tinggi akan memiliki kapasitas isolasi yang lebih rendah. Bata ringan memberikan isolasi termal yang paling berpengaruh dibandingkan dengan dinding bata atau bata merah.

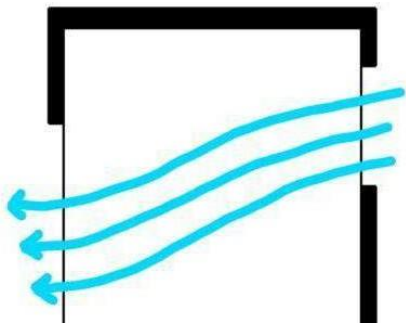
### Atap

Pemilihan material dan tipe konstruksi atap juga mempengaruhi pengurangan beban panas. Menurut studi literatur yang ditemukan tentang simulasi material terdapat pula simulasi kemiringan atap. Disimpulkan bahwa,

atap aspal mampu menurunkan rata-rata suhu dalam ruangan pada siang hari sebesar 4,63%. Sementara itu, atap PVC mampu menurunkan suhu rata-rata ruangan sepanjang hari sebesar 2,23%. Kemiringan atap optimal untuk konstruksi perumahan adalah 30°, yang memberikan kinerja terbaik pada atap aspal, dan untuk bahan PVC, kemiringan optimal adalah 15°.

### Bukaan

Analisis bukaan digunakan untuk mengetahui bagaimana lingkungan eksternal mempengaruhi kamar tidur. Dalam penerapannya, ventilasi silang atau biasa disebut dengan *cross ventilation system* menjadi metode yang efektif karena udara mengalir dari tekanan positif ke tekanan yang negatif. Sehingga udara di dalam dapat mengembang lebih banyak.



Gambar 8. Percobaan bukaan terbuka terbuka (sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Pada analisis di atas didapatkan suhu yaitu 28,9°C untuk kamar dengan arah hadap ke barat dan 28,5°C untuk kamar pada arah hadap ke timur. Menurut studi literatur yang ditemukan dengan analisa yang dilakukan bukaan lebih maksimal dari arah barat ke timur. Jika bukaan dari arah barat ke timur suhu akan berkurang sebesar 1,5%.

### PEMBAHASAN

Kenyamanan termal adalah keadaan dimana suhu tubuh stabil dalam batas kenyamanan, yaitu tubuh manusia tidak akan merasakan gangguan yang disebabkan oleh faktor termal, karena terdapat keseimbangan antara suhu tubuh dengan faktor lingkungan dan iklim di zona nyaman. (Cahyani dkk., 2017).

Faktor utama yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah faktor yang mempengaruhi pergerakan panas masuk dan keluar tubuh, yaitu laju metabolisme, isolasi pakaian, suhu udara, suhu radiasi matahari, kecepatan angin, dan kelembaban udara (Auliciems & Szokolay, 2007).

### Simulasi desain

Simulasi yang menggunakan metode PMV ini digunakan untuk membuktikan apakah dari variabel yang digunakan dan material dapat menciptakan kenyamanan termal sesuai standar. Simulasi ini fokus untuk membuktikan kenyamanan pada satu ruang yaitu kamar tidur.

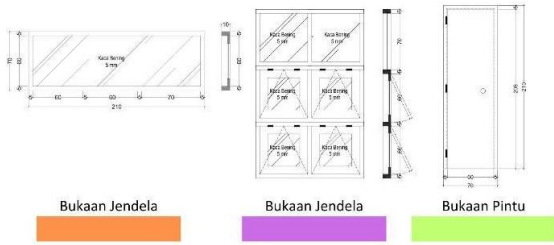
### Desain Awal

Pada desain awal material yang digunakan seperti dinding memakai batako dengan nilai konduktivitas 0.85 yang dapat menurunkan 1,2°C suhu pada ruangan, Atap yang menggunakan material Atap Aspal yang dapat menurunkan suhu sebesar 4,63%, sedangkan bukaan pada desain awal tidak menggunakan metode ventilasi silang. Pada saat melakukan simulasi desain terhadap kenyamanan termal pada desain awal lingkaran tidak masuk ke dalam warna biru yang artinya kamar tidur tersebut belum memenuhi standar kenyamanan termal pada ruang tidur.

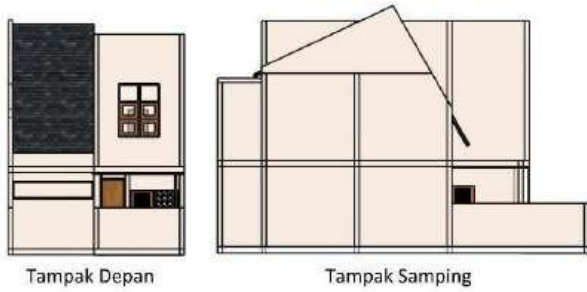


Gambar 9. Denah Kamar Tidur dan bukaan

(sumber: Dokumen Penulis, 2024)

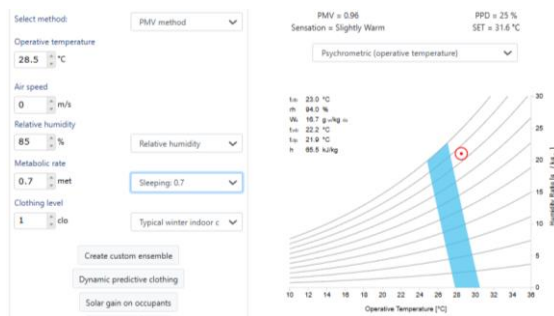


**Gambar 10. Detail Bukaan**  
(sumber: Dokumen Penulis, 2024)



**Gambar 11. Tampak Desain Awal**  
(sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Simulasi ini menggunakan thermal comfort tool Ashrae-55



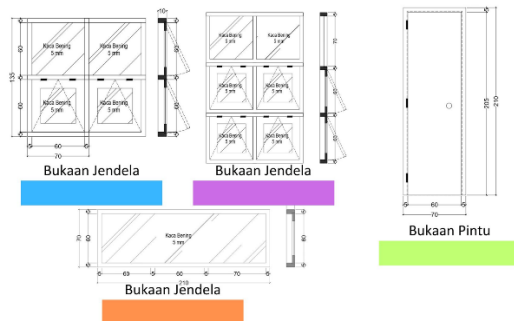
**Gambar 12. Simulasi Desain Awal Menggunakan Thermal Comfort Tool Ashrae-55**  
(sumber: Dokumen Penulis, 2024)

**Alternatif Desain**

Dari hasil simulasi di bawah penulis memberikan alternatif desain bangunan, bangunan ini akan menggunakan struktur konstruksi dari bata ringan yang dapat mengurangi rambatan panas sebesar 1.9°C. dan atap yang akan digunakan adalah atap aspal seperti pembahasan diatas atap aspal dapat menurunkan suhu ruang sebesar 4,63% dengan kemiringan 30° pada bagian barat yang paling terkena sinar matahari, pada ruang tidur ini juga terdapat bukaan dengan ventilasi silang agar udara bisa menyebar keseluruhan ruangan.



**Gambar 13. Tampak Desain Alternatif**  
(sumber: Dokumen Penulis, 2024)

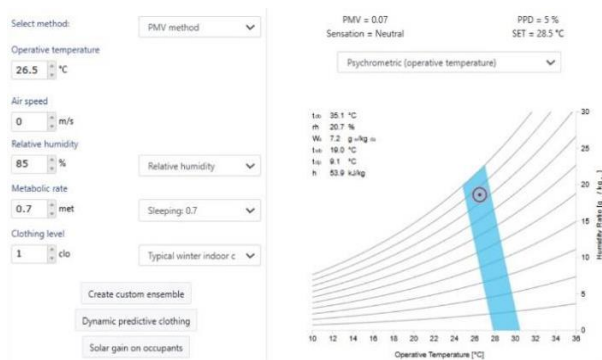


**Gambar 14. Tampak Desain Alternatif**  
(sumber: Dokumen Penulis, 2024)



**Gambar 15. Tampak Desain Alternatif**  
(sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Seperti yang dapat dilihat dari ilustrasi di bawah:



**Gambar 16. Simulasi Alternatif Desain Thermal Comfort Tool Ashrae-55 (sumber: Dokumen Penulis, 2024)**

Berdasarkan simulasi di atas terbukti apabila dengan pemilihan material yang tepat dapat terciptanya kenyamanan termal. Didapat karena suhu awal daerah di Karanganyar sesuai studi literatur yaitu 31oC dan setelah dirancangnya elemen konstruksi pada ruang seperti dinding, atap, bukaan.

Pemilihan material alternatif tersebut dapat mempengaruhi perbedaan suhu dalam ruangan. Seperti pada simulasi di atas menunjukkan PMV memiliki nilai 0.07 yang berarti normal dengan PDD 5%.

**Tabel 3. Hubungan antara PMV, PDD, dan sensasi (menurut Professor Fanger Technical University of Denmark)**

PMV	Sensasi Thermal	PPD (%)
+3	Panas	100
+2	hangat	75
+1	Sedikit hangat	25
0	netral	5
-1	Sedikit dingin	25
-2	Dingin	75
-3	Sangat dingin	100

Berdasarkan data dan hasil simulasi yang didapat dari metode observasi dan analisis deskriptif, dapat dibuktikan bahwa material bisa mempengaruhi perubahan kenyamanan termal itu sendiri.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan simulasi di atas terbukti apabila dengan pemilihan material yang tepat dapat terciptanya kenyamanan termal. Pada desain awal menggunakan dinding batako yang dapat mengurangi 1.2 oC sedangkan desain

alternatif menggunakan dinding bata ringan dapat mengurangi 1.9oC dua material dinding tersebut memiliki selisih nilai konduktivitas sebesar 0.7 oC. Untuk material Atap desain awal dan desain alternatif menggunakan material yang sama yaitu Atap Aspal yang dapat menurunkan suhu sebesar 4.63% tetapi pada desain awal tidak maksimal karena memiliki kemiringan 45o. Bukaan pada desain awal tidak menggunakan metode bukaan silang sedangkan bukaan pada desain alternatif menggunakan metode silang sehingga dapat memaksimalkan penghawaan alami untuk masuk dan menyebar pada ruangan dan dapat menurunkan suhu ruangan sebesar 1.5%.

Suhu awal daerah di Karanganyar sesuai studi literatur yaitu 31oC dan setelah dirancangnya elemen konstruksi pada ruang seperti dinding; atap; bukaan, pada desain awal kamar tidur didapatkan suhu 28.5 oC sedangkan pada desain alternatif didapatkan suhu sebesar 26.5 oC. Disimpulkan bahwa desain alternatif lebih efektif untuk menurunkan suhu ruangan sebesar 4.5 oC dari suhu awal dan pada simulasi didapat nilai PMV 0.7 dan PDD 5% yang artinya sudah cukup nyaman untuk ruang tidur dengan penghawaan alami.

Berdasarkan data dan hasil simulasi yang didapat dari metode observasi dan analisis deskriptif, dapat dibuktikan bahwa material bisa mempengaruhi perubahan kenyamanan termal itu sendiri.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adisurya, Y. (2016). Pengaruh Konfigurasi Atap Pada Rumah Tinggal Minimalis Terhadap Kenyamanan Termal Ruang. <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/144814/>

Anisa Budiani Arifah, M. S. (2017). Pengaruh Bukaan Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Hunian. Jurnal Mahasiswa Departemen Arsitektur, 1–10.

Badan Standarisasi Nasional. (2001). Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. SNI 03-6572-2001, 1–55.

Comfort, T., & Pmv, D. (n.d.). Pmv (Predicted Mean Vote) Sebagai Thermal Index.

- Ginting, R. R., Munir, A., & Sofwan. (2020). Evaluasi Kenyamanan Termal pada Ruang Tidur Asrama Putri Ipau di Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Arsitektur Dan Perencanaan*, 4(3), 24–30.
- Pandu, A. Z. A. D., & Purwanto, L. (2021). Komparasi Perpindahan Panas (Heat Transfer) Material Dinding Dengan Simulasi Therm. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 5(1), 77. <https://doi.org/10.31848/arcade.v5i1.654>
- Rahmat, A., Cahyanudin, I., & Ramadhan, T. (2020). Pengaruh Bukaannya Pada Ruang Rumah Tinggal Type 70 Terhadap Kenyamanan Termal. *Jurnal Ilmiah Arsitektur*, 10(2), 35–45. <https://doi.org/10.32699/jiars.v10i2.1617>
- Santosa, K. N., Mutiari, D., (Arsitektur, P. S., & Surakarta, U. M. ). (2022). Pengaruh Penggunaan Material Bangunan Terhadap Kenyamanan. 1, 1(1), 649–656.
- Situmeang, M. A. O., Caesariadi, T. W., & Andi, U. F. (2022). Identifikasi Kenyamanan Termal Ruang Pada Rumah Betang Ensaid Panjang Di Kabupaten Sintang. *JMARS: Jurnal Mosaik Arsitektur*, 10(2), 285. <https://doi.org/10.26418/jmars.v10i2.55797>
- Viridianti, E., Noor D, E., Yesti, C., & Desiana, R. (2014). Kajian penggunaan material terhadap kenyamanan termal pada rumah tinggal. *Jurnal Reka Rasa: Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(2), 1–12.