

# PEMODELAN KENYAMANAN TERMAL PADA BANGUNAN BERVENTILASI ALAMI

Chalila Ichwania<sup>1</sup>, Dr. Ery Djunaedy, S.T., M.Sc.<sup>2</sup>, Dr. Wahyu Sujatmiko, S.T., M.T.<sup>3</sup>,

Dr. Eng. Amaliyah RIU, S.T., M.Si<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, <sup>3</sup>Puslitbang PUPR

[ichwania.chalila@gmail.com](mailto:ichwania.chalila@gmail.com)<sup>1</sup>, [erydjunaedy@gmail.com](mailto:erydjunaedy@gmail.com)<sup>2</sup>, [jtwsniko@gmail.com](mailto:jtwsniko@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[amaliyahriu@telkomuniversitu.ac.id](mailto:amaliyahriu@telkomuniversitu.ac.id)<sup>4</sup>.

## Abstrak

Ventilasi alami merupakan salah satu terobosan yang cukup terkenal untuk mengurangi penggunaan pengkondisi suhu pada ruangan. Peran ventilasi alami adalah membantu menciptakan kenyamanan termal sebagai pengganti pengkondisi suhu. Kenyamanan termal yang di kuantifikasikan memiliki indeks -3 hingga +3 yang menunjukkan nilai dingin hingga ke panas dan 0 untuk nilai netral. Pada penelitian ini menggunakan Gedung Tokong Nanas Universitas Telkom untuk di kuantifikasi nilai kenyamanan termalnya menggunakan PMV ( *Predicted Mean Vote* ). Untuk menemukan persebaran nilai PMV digunakan 2 simulasi yaitu simulasi energi menggunakan *Energyplus* dan simulasi CFD ( *Computational Fluid Dynamic* ) menggunakan *Openfoam*. Simulasi energi berfungsi untuk mencari parameter energi sedangkan simulasi CFD untuk mencari profil kecepatan pada ruangan. Skenario yang diberikan ada 4 yaitu: pertama adalah membandingkan nilai indeks PMV dengan perbedaan letak ruangan di lantai yang sama menghasilkan ruangan di bagian utara adalah yang paling nyaman, kedua adalah membandingkan ruangan yang memiliki perbedaan lantai namun satu kolom menghasilkan indeks PMV yang hampir sama, ketiga adalah melihat perubahan indeks PMV setiap jam menghasilkan titik puncak kenaikan indeks PMV pada pukul 16.00 dan ke empat adalah membandingkan nilai indeks PMV pada pukul 13.00 menghasilkan ruangan 16 di lantai 02 adalah yang paling nyaman.

Keyword : Kenyamanan Termal, Ventilasi Alami, CFD, PMV.

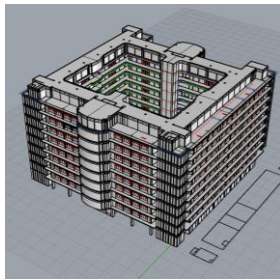
## 1. Pendahuluan

Bangunan hemat energi merupakan salah satu terobosan yang cukup terkenal dalam usaha untuk mengurangi penggunaan energi. Salah satu konsumsi energi yang cukup besar pada bangunan adalah penggunaan pengkondisi suhu. Solusi yang ditawarkan adalah dibuatnya ventilasi alami pada bangunan dengan harapan dapat menurunkan penggunaan energi pada bangunan tanpa mengurangi kenyamanan pada ruangan. Salah satu kenyamanan yang harus terpenuhi dalam sebuah ruangan adalah rasa nyaman secara termal. Kenyamanan termal didefinisikan sebagai kondisi dimana pikiran yang mengekspresikan kepuasan pada kondisi termal lingkungan [1]. Kenyamanan termal dapat di kuantifikasi menggunakan indeks kenyamanan termal dengan PMV ( *Predicted Mean Vote* ). Metode ini diperkenalkan oleh Professor Fanger dari *University Of Denmark* [2]. PMV berfungsi untuk mengindikasikan sensasi dingin dan hangat yang dirasakan oleh manusia. Identifikasi tersebut berlandaskan pada tujuh skala sensasi termal, yakni -3 ( sangat dingin ), -2 ( dingin ), -1 ( sejuk ), 0 ( netral ), +1 ( hangat ), +2 ( panas ), +3 ( sangat panas ) [3]. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal ruangan, secara garis besar di bagi menjadi 2 yaitu klimatis ruang dan personal. Factor klimatis ruang meliputi nilai kecepatan udara yang sesuai SNI bernilai 0.25 m/s, suhu udara yang bernilai nyaman 25<sup>0</sup>c, suhu radiasi, dan kelembapan relatif yang merupakan presentase uap air pada udara akan bernilai nyaman pada 20 - 90%. Sedangkan faktor personal dibagi menjadi dua yaitu aktifitas manusia yang di representasikan dengan satuan met (1met = 58w/m<sup>2</sup>) dan faktor pakaian yang di gunakan di representasikan dalam satuan clo ( 1 clo = 0.155 m<sup>2</sup>k/w)[1].

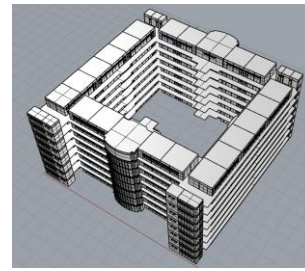
## 2. Metodologi Penelitian dan Hasil

### 2.1. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dua simulasi untuk emnghasilkan nilai indeks PMV yaitu simulasi energi dan simulasi CFD ( *Computational Fluid Dynamic* ). Simulasi energi digunkana untuk mencari parameter suhu udara, kelembapan relatif, dan nilai radiasi pada setiap bagian ruangan sedangkan simulasi CFD digunakan untuk mendapatkan profil kecepatan pada ruangan yang akan di analisis. Sebelum dilakukannya simulasi harus di buat model dari objek yang akan di teliti sebagai representasi bentuk aslinya. Objek yang di gunakan adalah Gedung Perkuliahan 10 Lantai Tokong Nanas Universitas Telkom. Dibuat dua jenis geometri yang berbeda yaitu geometri untuk simulasi CFD yang di buat semirip mungkin dengan bangunan aslinya hingga ketebelan dinding dan geometri energi yang dapat dipilih per ruangan yang nanti akan di definisikan sebagai 1 zona.



(a)



(b)

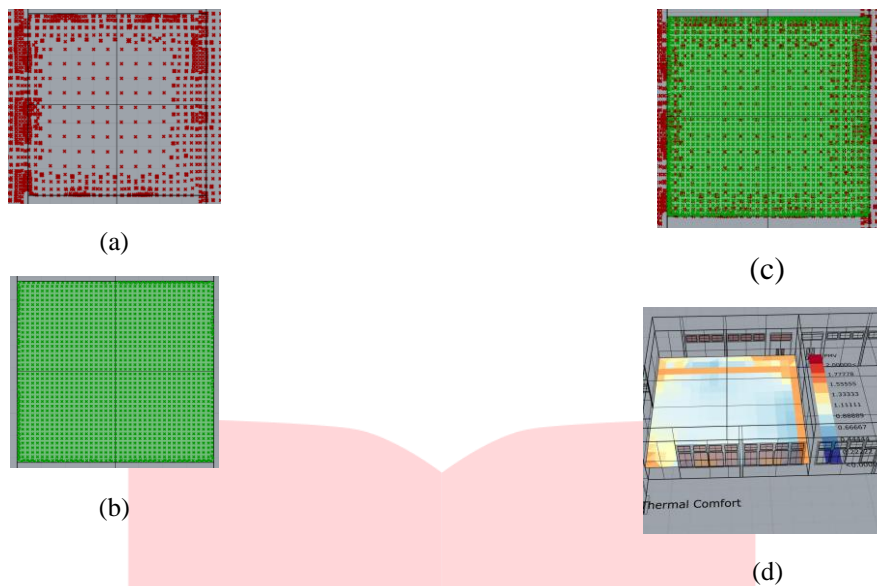
Gambar 2.1 (a) geometri simulasi CFD, (b) geometri simulasi energi.

Tahap selanjutnya adalah simulasi CFD. Pada simulasi CFD kondisi batas yang di buat adalah bangunan terletak di dalam terowongan angin dengan ukuran 473.055 x 801.48 x 61.05 m yang kemudian diberi kecepatan sebesar 6 m/s. Arah angin yang diberikan dari arah timur ke barat yaitu arah depan bangunan menuju ke belakang. Ruangannya yang di analisis di beri bukaan / jendela dengan kondisi terbuka agar angin yang di simulasikan dapat memasuki ruangan sehingga di dapatkan profil kecepatan pada ruangan tersebut. Mesin CFD yang digunakan adalah *Openfoam 1712+* yang sudah terintegrasi dengan GUI *Butterfly*. *Butterfly* terletak di dalam plug-in *Grasshopper* di dalam aplikasi *rhinoceros* yang digunakan untuk menggambar geometri model gedung.

Beralih dari simulasi CFD dan hasilnya ke simulasi energi. Ruangannya yang di simulasikan dalam simulasi energi adalah ruangan yang diberi bukaan / jendela yang terbuka pada simulasi CFD. Keadaan tersebut berfungsi ketika pada tahap akhir rangkaian hasil simulasi tersebut di gabungkan sehingga mendapatkan nilai persebaran indeks PMV pada ruangan tersebut. Berikut adalah parameter yang disimulasikan dalam simulasi energi :

No	Parameter	Keterangan
1.	Input weather data	Bandung .epw file
2.	Konstruksi bangunan	Lapisan 1 : plester Lapisan 2 : bata Lapisan 3 : plester
3.	Konstruksi jendela	U-value = 5 SHGC = 0.7 VLT = 0.8
4.	Jenis zona	Class room
5.	Jenis bangunan	Primary school
6.	Jumlah orang per kelas	40 orang
7.	Tingkat aktivitas / metabolic rate	1.1 met
8.	Indeks pakaian	0.6 clo
9.	Jadwal penggunaan ruangan	Libur : sabtu dan minggu Full : 6.30 – 12.00 Istirahat : 12.00 – 13.00 Full : 13.00 – 18.00
10.	Waktu pengambilan data simulasi	6 bulan dihitung per jam.

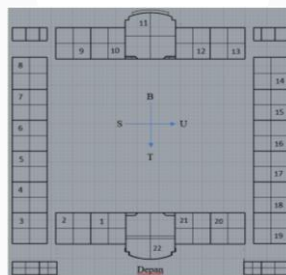
Hasil dari kedua simulasi tersebut akan digabungkan dengan cara mencocokkan titik pengambilan data pada simulasi energi dengan persebaran kecepatan pada ruangan menggunakan kalkulator PMV.



Gambar 2.2 (a) profil kecepatan, (b) titik pengambilan data pada simulasi energi, (c) mencocokkan nilai pengambilan data dengan profil kecepatan, (d) hasil persebaran PMV pada ruangan

## 2.2. Hasil

Ruangan yang di analisis pada penelitian ini adalah ruangan 16, 21, dan 06 di lantai 02, ruangan 16 di lantai 05 dan ruangan 12 di lantai 08.



Gambar 2.3 Denah tampak atas Gedung Tokong Nanas Universitas Telkom.

Terdapat 4 perbandingan scenario kenyamanan termal yaitu :

- Skenario-1 membandingkan nilai kenyamanan termal pada ruangan yang terletak di lantai 2 bagian timur barat dan utara. Ruangan yang paling nyaman adalah ruangan 165 yang terletak di bagian utara bangunan dengan indeks rata – rata 0 hingga 1.555.
- Skenario ke-2 membandingkan ruangan 16 yang terletak di lantai 02 dan 05. Dari hasil simulasi kedua ruangan tersebut memiliki persebaran indeks yang cukup mirip tetapi ruangan 16 di lantai 05 cenderung memiliki perbedaan nilai indeks PMV yang cukup signifikan di beberapa titik di dalam ruangan.
- Skenario ke-3 menunjukkan nilai perubahan indeks PMV dan parameter input pada ruangan 12 yang terletak di lantai 08. Perubahan indeks terus meningkat dari pukul 08.00 hingga 16.00. Ruangan tersebut terletak di bagian barat bangunan sehingga ruangan menerima intensitas matahari sesuai dengan pergerakan matahari. Nilai indeks mulai menurun pada pukul 17.00 yaitu waktu dimana matahari sudah mulai tenggelam.
- Skenario ke-4 yaitu membandingkan ke 5 ruangan yang di analisis dan parameter inputnya pada pukul 13.00 yang menghasilkan ruangan 16 di lantai 02 memiliki rata - rata indeks PMV paling nyaman yaitu 0 hingga 1.555.

### 3. Kesimpulan

Pemodelan dalam penelitian ini dapat menunjukkan nilai persebaran indeks kenyamanan termal atau PMV pada ruangan dan metodologi yang dihasilkan dapat diaplikasikan pada bangunan yang akan dibangun sehingga ruangan dapat memenuhi kriteria kenyamanan termal.

### Referensi

1. Dr. Sugini, "Kenyamanan Termal Ruang; Konsep dan Penerapan Pada Desain". 2014, Graha Ilmu, Yogyakarta.
2. Henry F. dan N.H.Wong. 2004. Thermal comfort for naturally ventilated houses in Indonesia. Energy and Buildings. Elsevier B.V. All rights reserved
3. Fang, L; Wyon, DP; Clausen, G; Fanger, PO (2004). "Impact of indoor air temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance". Indoor air. 14 Suppl 7: 74–81.

