

ANALISIS KENYAMANAN TERMAL MENGGUNAKAN METODE PMV PADA GEDUNG PPIIG UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

Thermal Comfort Analysis Using the PMV Method at the PPIIG Building University of Palangka Raya

Diterima: 09 Februari 2026

Disetujui: 20 Mei 2026

Jonatan Silitonga¹, Subrata Aditama¹, Waluyo Nuswantoro¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

email: jonatansilitonga361@gmail.com

Abstrak

Kenyamanan termal merupakan komponen penting dalam performa bangunan yang memengaruhi kesehatan, produktivitas penghuni, serta efisiensi energi. Penelitian ini menyajikan pendekatan analitik lingkungan untuk mengevaluasi kenyamanan termal pada Gedung Pusat Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi serta Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya. Pengukuran lapangan dilakukan pada 40 titik di dalam ruangan dengan mencatat suhu udara, kelembapan relatif, dan kecepatan udara, sementara tingkat metabolisme (MET) dan isolasi pakaian (CLO) ditentukan melalui analisis observasional. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan simulasi komputasi melalui CBE Thermal Comfort Tools dengan menerapkan model *Predicted Mean Vote* (PMV) sesuai standar ASHRAE 55-2017 dan SNI 03-6572-2001. Hasil penelitian menunjukkan suhu dalam ruangan melebihi 26°C dan kelembapan di atas 60%, yang menghasilkan nilai PMV berkisar antara 0,60 hingga 1,75, sehingga termasuk dalam kategori sedikit hangat hingga hangat. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang analitik lingkungan dengan menyediakan data empiris yang dapat mendukung pengembangan sistem pengendalian iklim berbasis kecerdasan buatan (AI) serta strategi bangunan adaptif di wilayah tropis. Temuan penelitian juga menunjukkan keterbatasan penerapan PMV konvensional pada iklim tropis lembap dan menegaskan pentingnya integrasi simulasi digital serta sistem kontrol cerdas untuk meningkatkan performa kenyamanan termal dalam ruangan.

Kata kunci: kenyamanan termal, *Predicted Mean Vote* (PMV), ASHRAE 55-2017, bangunan tropis

PENDAHULUAN

Kenyamanan termal merupakan salah satu aspek penting dalam desain bangunan karena berpengaruh terhadap kesehatan, produktivitas, dan efisiensi energi penghuni. Menurut standar ASHRAE 55-2017, kenyamanan termal didefinisikan sebagai kondisi pikiran yang menyatakan kepuasan terhadap lingkungan termal dan dipengaruhi oleh parameter lingkungan seperti suhu udara, kelembapan relatif, dan kecepatan angin, serta faktor personal

seperti aktivitas dan pakaian (ASHRAE 55, 2017; ISO 7730, 2005).

Pada wilayah beriklim tropis, seperti Palangka Raya, suhu dan kelembapan yang tinggi cenderung menyebabkan kondisi ruang berada di luar zona nyaman. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bangunan di iklim tropis sering mengalami kondisi *overheat*, sehingga menghasilkan sensasi termal *slightly warm* hingga *warm* (Tartarini et al., 2020; Luo et al., 2022).

Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya merupakan fasilitas yang digunakan untuk kegiatan akademik dan penelitian, sehingga membutuhkan kondisi lingkungan termal yang nyaman. Namun, belum diketahui secara pasti tingkat kenyamanan termal pada gedung tersebut berdasarkan kondisi aktual di lapangan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kenyamanan termal pada gedung tersebut menggunakan metode *Predicted Mean Vote* (PMV) berdasarkan parameter lingkungan dan faktor personal pengguna (Fanger, 1970).

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal adalah keadaan di mana individu merasa nyaman dengan suhu, kelembapan, dan aliran udara di lingkungan sekitarnya. Menurut Fanger (1970), kenyamanan termal ditentukan oleh interaksi antara faktor fisik dan fisiologis. Faktor fisik meliputi suhu udara, kelembapan, dan kecepatan angin, sedangkan faktor fisiologis berkaitan dengan karakteristik individu seperti aktivitas fisik dan pakaian yang dikenakan. Penelitian oleh Nicol dan Humphreys (2002) menunjukkan bahwa persepsi kenyamanan termal dapat bervariasi antar individu, tergantung pada pengalaman dan preferensi masing-masing.

Dalam konteks bangunan, kenyamanan termal sangat penting untuk diperhatikan, terutama dalam desain sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning). Menurut ISO 7730 (2005), kenyamanan termal dapat diukur dengan menggunakan indeks PMV dan PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*), yang memberikan gambaran tentang seberapa banyak orang yang mungkin tidak merasa nyaman dalam suatu kondisi lingkungan tertentu. Dengan menggunakan model ini, desainer dapat

lebih mudah menentukan parameter yang perlu dioptimalkan untuk mencapai kenyamanan termal yang diinginkan.

Indikator Kenyamanan Termal

1. Faktor Eksternal

Faktor eksternal merupakan elemen yang berasal dari lingkungan di luar diri seseorang dan memiliki pengaruh terhadap individu maupun lingkungan di sekitarnya yang terdiri dari:

- a. Suhu udara
- b. Kelembapan
- c. Kecepatan angin
- d. Temperatur radiasi

2. Faktor Internal

Faktor internal adalah elemen yang berasal dari dalam diri seseorang dan memengaruhi baik individu itu sendiri maupun lingkungan di sekelilingnya, seperti:

- a. Insulasi pakaian
- b. Tingkat metabolisme tubuh

Indeks Kenyamanan Termal

Indeks kenyamanan termal berfungsi sebagai alat untuk menilai sejauh mana suatu bangunan memberikan kondisi termal yang nyaman, dengan memperhitungkan berbagai faktor dari lingkungan sekitar maupun karakteristik individu penghuninya. Perhitungan indeks ini dilakukan secara matematis dengan menggabungkan parameter seperti suhu udara, tingkat kelembapan relatif, serta kecepatan angin.

a. Model PMV

Model PMV adalah alat yang digunakan untuk mengukur kenyamanan termal berdasarkan berbagai faktor yang mempengaruhi persepsi individu. PMV (*Predicted Mean Vote*) menghitung nilai rata-rata suara yang diprediksi dari sekelompok orang terhadap kenyamanan termal (Fanger, 1970). Model ini didasarkan pada analisis matematis yang mempertimbangkan suhu udara,

kelembapan, kecepatan angin, tingkat aktivitas fisik, dan insulasi pakaian.

Standar Kenyamanan Termal

Standar kenyamanan termal merupakan pedoman yang digunakan untuk menentukan kondisi lingkungan yang dianggap nyaman bagi penghuni. Menurut ASHRAE 55, kondisi kenyamanan termal dapat dicapai dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, dan aktivitas fisik. Standar ini juga mengakui bahwa kenyamanan termal bersifat subjektif, sehingga penting untuk mempertimbangkan preferensi individu. Dalam praktiknya, penerapan standar ini dapat membantu desainer dan pengelola gedung dalam menciptakan lingkungan yang nyaman dan efisien.

Di Indonesia, Standar Nasional Indonesia (SNI) juga telah mengeluarkan pedoman mengenai kenyamanan termal dalam bangunan. SNI 03-6572-2001 mengatur tentang syarat-syarat kenyamanan termal dalam bangunan gedung, mencakup aspek suhu, kelembapan, dan ventilasi. Dengan mengikuti standar ini, diharapkan dapat tercipta lingkungan yang nyaman bagi penghuni, terutama di daerah dengan iklim tropis.

Peraturan Tentang Kenyamanan Termal

1. ASHRAE 55

ASHRAE 55 adalah standar internasional yang ditetapkan oleh American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers untuk mengatur kenyamanan termal dalam bangunan. Standar ini memberikan panduan tentang kondisi lingkungan termal yang dapat diterima untuk berbagai jenis bangunan dan aktivitas. Menurut ASHRAE 55, tingkat kenyamanan termal ditentukan oleh kombinasi suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, serta

karakteristik pakaian dan aktivitas fisik penghuni (ASHRAE, 2017).

Standar ini juga mengakui bahwa kenyamanan termal bersifat subjektif, sehingga penting untuk mempertimbangkan preferensi individu saat merancang sistem HVAC. Dengan menerapkan ASHRAE 55, desainer dapat lebih mudah dalam mencapai kenyamanan termal yang diinginkan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan produktivitas dan kesehatan penghuni.

2. Standar Nasional Indonesia (SNI)

Standar Nasional Indonesia (SNI) juga memiliki pedoman mengenai kenyamanan termal dalam bangunan, yang dituangkan dalam SNI 03-6572-2001. SNI ini mengatur syarat-syarat kenyamanan termal, mencakup aspek suhu, kelembapan, dan ventilasi dalam bangunan. Penerapan SNI diharapkan dapat menciptakan lingkungan yang nyaman bagi penghuni, terutama di daerah dengan iklim tropis seperti Indonesia (Badan Standardisasi Nasional, 2001)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan pengukuran langsung di lapangan. Data dikumpulkan pada 40 titik pengamatan yang tersebar di dalam gedung. Parameter yang diukur meliputi suhu udara, kelembapan relatif, dan kecepatan angin. Selain itu, data aktivitas dan pakaian pengguna juga dicatat untuk perhitungan nilai PMV. Data kemudian dianalisis menggunakan CBE Thermal Comfort Tool untuk menentukan tingkat kenyamanan termal berdasarkan standar ASHRAE 55-2017.

Lokasi penelitian

Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya, Palangka, Jln.Hendrik Timang, Kec. Jekan

Raya, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.

Pengumpulan data

Pengukuran dilakukan pada 40 titik ruang yang dipilih secara purposive untuk mewakili kondisi ruang dalam gedung.

Parameter yang diukur meliputi:

1. Suhu udara (°C)
2. Kelembapan relatif (%)
3. Kecepatan udara (m/s)

Selain itu, dilakukan observasi untuk menentukan nilai:

1. Metabolisme (MET)
2. Insulasi pakaian (CLO)

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan model *Predicted Mean Vote* (PMV) berdasarkan persamaan Fanger. Perhitungan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak CBE Thermal Comfort Tools. Selanjutnya, hasil PMV dibandingkan dengan standar kenyamanan termal ASHRAE 55-2017 dan SNI 03-6572-2001 untuk menentukan tingkat kenyamanan termal dalam gedung.

Waktu pengukuran

Pengukuran dilakukan selama satu minggu pada tiga periode waktu:

1. Pagi (07.00–09.00 WIB)
2. Siang (11.00–13.00 WIB)
3. Sore (15.00–17.00 WIB)

Sumber data

Sumber data dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua kategori utama: data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan. Data sekunder diambil dari literatur yang relevan, termasuk jurnal, buku, dan laporan penelitian sebelumnya mengenai kenyamanan termal dan metode PMV.

Tahapan penelitian

Tahapan penelitian dibagi menjadi beberapa langkah, yaitu persiapan, pengumpulan data, analisis, dan penyusunan laporan. Pada tahap persiapan, dilakukan studi literatur untuk memahami konsep kenyamanan termal dan metode PMV. Selanjutnya, pada tahap pengumpulan data, dilakukan pengukuran parameter lingkungan dalam gedung. Setelah data terkumpul, tahap analisis dilakukan dengan menghitung nilai PMV menggunakan rumus yang telah ditentukan. Terakhir, laporan hasil penelitian disusun untuk menyajikan temuan dan rekomendasi berdasarkan analisis yang dilakukan.

Metode pengumpulan data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tiga metode utama: observasi, pengukuran, dan dokumentasi. Setiap metode memiliki peran penting dalam memperoleh data yang akurat dan komprehensif mengenai kenyamanan termal di dalam gedung.

1. Observasi

Observasi dilakukan untuk memahami kondisi nyata di lapangan, termasuk aktivitas pengguna gedung dan interaksi mereka dengan lingkungan. Aktivitas dan kegiatan penghuni gedung dicatat dan nilai MET dan nilai CLO nya dihitung sesuai dengan nilai MET dan nilai CLO yang telah di keluarkan oleh SNI 03-6572-2001.

2. Pengukuran

Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan data kuantitatif mengenai parameter lingkungan yang mempengaruhi kenyamanan termal. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu Environment meter Multifunction Krisbow KW06-291 5 in 1 pro untuk mengukur suhu udara, kelembapan dan kecepatan angin. Pengukuran dilakukan di 40 titik dalam gedung untuk mendapatkan data yang representatif. Data yang diperoleh dari

pengukuran ini nantinya akan digunakan untuk menghitung nilai PMV.

Variabel penelitian

Variabel penelitian dalam studi ini terdiri dari dua kategori utama: variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen mencakup parameter lingkungan yang diukur, yaitu suhu udara, kelembapan, dan kecepatan angin (de la Hoz-Torres et al., 2024). Sedangkan variabel dependen adalah tingkat kenyamanan termal yang diukur menggunakan metode PMV (Manani et al., 2026).

Teknik analisis data

Data dianalisis menggunakan CBE Thermal Comfort Tools yang mengimplementasikan model PMV dalam perhitungan kenyamanan termal (Tartarini et al., 2020). Hasil dibandingkan dengan standar ASHRAE 55-2017 dan SNI 03-6572-2001.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode statistik untuk mengolah data yang telah dikumpulkan. Langkah pertama adalah menghitung nilai PMV berdasarkan rumus yang telah ditetapkan oleh Fanger, yang mempertimbangkan suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, nilai insulasi pakaian, dan tingkat aktivitas (MET). Setelah nilai PMV dihitung, analisis dilakukan untuk menentukan distribusi nilai PMV di antara populasi pengguna gedung. Data kemudian dibandingkan dengan standar kenyamanan termal yang ditetapkan oleh ASHRAE untuk menilai apakah kondisi di dalam gedung memenuhi kriteria kenyamanan yang diharapkan.

1. Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal merupakan kondisi di mana seseorang merasa nyaman dengan suhu dan lingkungan sekitarnya. Dalam penelitian ini, kenyamanan termal diukur menggunakan nilai PMV,

yang merupakan indikator subjektif dari kenyamanan. PMV dihitung berdasarkan model matematis yang mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk suhu, kelembapan, dan kecepatan angin. Menurut ASHRAE (2017), nilai PMV yang ideal berkisar antara -0,5 hingga +0,5, yang menunjukkan bahwa sebagian besar orang dalam ruangan merasa nyaman, (ASHRAE 55, 2017). Jika nilai PMV berada di luar rentang ini, maka akan ada ketidaknyamanan yang dirasakan oleh pengguna.

2. Langkah-Langkah Simulasi CBE Thermal Comfort Tools

Simulasi dilakukan dengan menggunakan CBE Thermal Comfort Tools, yang merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk menghitung kenyamanan termal berdasarkan parameter lingkungan (Tartarini et al., 2020). Langkah-langkah simulasi meliputi penginputan data suhu, kelembapan, kecepatan angin, nilai insulasi pakaian, dan nilai MET, (Marzuki & Purwanto, 2024). Setelah semua data diinput, perangkat lunak akan menghitung nilai PMV dan memberikan informasi mengenai tingkat kenyamanan termal di dalam ruangan. Simulasi ini sangat berguna untuk memprediksi bagaimana perubahan dalam satu atau lebih parameter dapat mempengaruhi kenyamanan termal secara keseluruhan (Yang & Ran, 2025). Hasil simulasi juga dapat digunakan untuk merancang strategi pengendalian iklim yang lebih efektif dalam gedung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data umum bangunan

Data umum gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut (PPIIG) UPR adalah sebagai berikut:

1. Nama bangunan: Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya

2. Lokasi: Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya
 3. Fungsi bangunan: Pusat Penelitian dan Ruang Perkuliahan
 4. Jumlah lantai: 7 Lantai
 5. Tinggi gedung: 33 m (meter)
- Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya terdapat beberapa ruangan yang memiliki ukuran yang berbeda-beda antara ruangan dilantai 1 dan lantai yang lain, dilengkapi dengan sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) yang modern.

Hasil pengukuran

Hasil pengukuran temperatur udara, Kelembapan, Kecepatan angin, Aktivitas (nilai MET) dan Insulasi pakaian (CLO) dalam gedung di 40 ruangan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil pengukuran kenyamanan termal dalam gedung pusat pengembangan IPTEK dan inovasi gambut Universitas Palangka Raya

Rata - Rata Pengukuran					
Titik	Temp (°C)	RH (%)	Angin (m/s)	MET	CLO
1	28,0	66,8	0,03		
2	28,1	62,8	0,05		
3	27,8	67,3	0,07		
4	28,1	66,6	0,05		
5	28,2	67,9	0,06		
6	28,0	67,1	0,05		
7	27,6	64,7	0,08		
8	27,7	65,3	0,09		
9	27,6	65,8	0,11		
10	27,6	65,9	0,09		
11	27,8	65,5	0,09		
12	28,1	68,5	0,06		
13	28,6	64,9	0,07		
14	27,3	67,8	0,09		
15	27,4	69,5	0,07		
16	26,9	68,3	0,07		
17	27,5	70,0	0,11	1	0,53
18	27,3	68,6	0,05		
19	27,5	70,0	0,08		
20	27,0	67,9	0,06		
21	27,1	69,7	0,08		

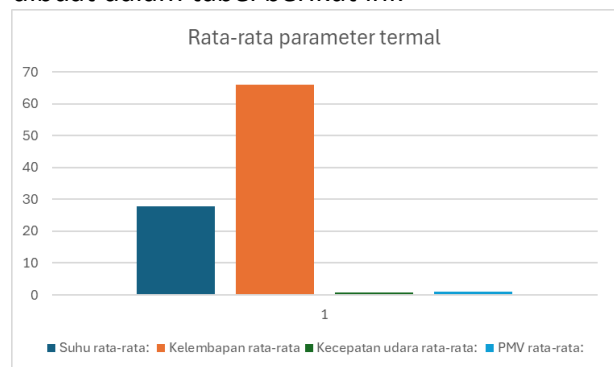
22	27,2	69,2	0,05
23	27,4	69,5	0,09
24	27,1	69,1	0,07
25	27,6	69,1	0,08
26	27,0	69,5	0,08
27	27,4	69,1	0,10
28	27,3	69,6	0,08
29	27,8	69,7	0,08
30	27,6	64,7	0,08
31	28,5	64,1	0,07
32	28,1	63,3	0,05
33	28,6	64,0	0,08
34	28,5	63,5	0,07
35	28,5	63,4	0,08
36	28,3	64,5	0,06
37	28,1	62,9	0,05
38	28,0	62,6	0,07
39	28,2	63,0	0,06
40	29,7	78,2	0,08

Sumber: Penulis (2025)

Berdasarkan hasil pengukuran pada 40 titik, diperoleh:

1. Suhu rata-rata: 27,8°C
2. Kelembapan rata-rata: 66%
3. Kecepatan udara rata-rata: 0,07 m/s
4. PMV rata-rata: 0,95

Rata – rata parameter dari hasil pengukuran dibuat dalam tabel berikut ini:



Gambar 1. Rata-rata Parameter Termal (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026)

Untuk nilai MET didapat dari jumlah MET setiap aktivitas dan CLO didapat dari jumlah CLO dari pakaian yang digunakan para

pengguna gedung. Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

a. Nilai MET

Tabel 2. Nilai met dari aktivitas pengguna gedung

No	Aktivitas	MET	Sumber
1	Belajar	1	ASHRAE 55-2017
2	Duduk	1	
3	Berdiri	1,2	
4	Berjalan	1,7	
5	Membaca	1	
6	Menulis	1	

Sumber: Penulis (2025)

b. Nilai CLO

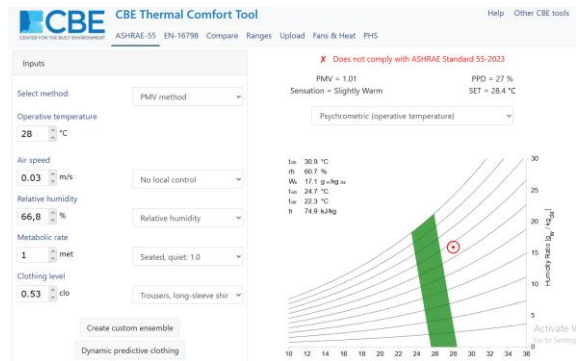
Tabel 3. Nilai CLO dari jenis pakaian pengguna gedung

No	Jenis Pakaian	CLO	Sumber
1	Pakaian dalam	0,04	SNI 03-6572-2001
2	Kaos kaki	0,03	
3	Sepatu	0,02	
4	Baju lengan panjang	0,25	
5	Celana Panjang	0,24	
Jumlah nilai clo setiap jenis pakaian		0,58	
Total Nilai Clo = 0,727 x (0,58) + 0,113		0,53	

Sumber: Penulis (2025)

Analisis nilai pmv (Predicted Mean Vote)

Dari data yang didapatkan dilapangan dilakukan Analisis PMV dengan menggunakan *CBE Thermal Comfort Tools*. Sebanyak 40 data pengukuran dilakukan analisis PMV untuk mengetahui sensasi termal dalam ruangan masuk dalam zona netral, hangat, panas atau mungkin masuk dalam zona sangat panas. Berikut salah satu contoh dari hasil analisis dengan menggunakan *CBE Thermal Comfort Tools*.



Gambar 2. Hasil analisis menggunakan cbe thermal comfort tools

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026)

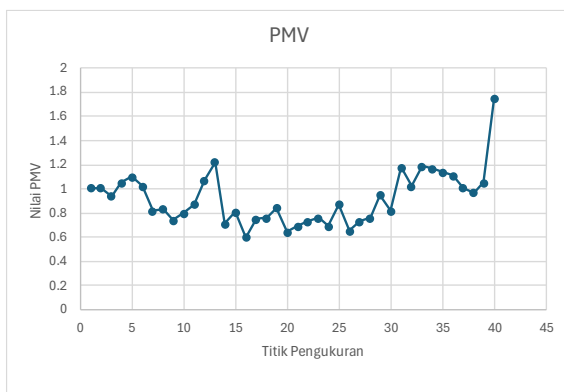
Dan hasil analisis kenyamanan termal dengan *CBE Thermal Comfort Tools* nilai PMV disetiap titik dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Hasil analisis kenyamanan termal (pmv)menggunakan cbe thermal comfort tools

Titik	Nilai PMV	Sensasi PMV
1	1,01	Slightly warm
2	1,01	Slightly warm
3	0,94	Slightly warm
4	1,05	Slightly warm
5	1,1	Slightly warm
6	1,02	Slightly warm
7	0,82	Slightly warm
8	0,83	Slightly warm
9	0,74	Slightly warm
10	0,8	Slightly warm
11	0,87	Slightly warm
12	1,07	Slightly warm
13	1,22	Slightly warm
14	0,71	Slightly warm
15	0,81	Slightly warm
16	0,6	Slightly warm
17	0,75	Slightly warm
18	0,76	Slightly warm
19	0,84	Slightly warm
20	0,64	Slightly warm
21	0,69	Slightly warm
22	0,73	Slightly warm
23	0,76	Slightly warm
24	0,69	Slightly warm

25	0,87	<i>Slightly warm</i>
26	0,65	<i>Slightly warm</i>
27	0,73	<i>Slightly warm</i>
28	0,76	<i>Slightly warm</i>
29	0,95	<i>Slightly warm</i>
30	0,82	<i>Slightly warm</i>
31	1,18	<i>Slightly warm</i>
32	1,02	<i>Slightly warm</i>
33	1,19	<i>Slightly warm</i>
34	1,17	<i>Slightly warm</i>
35	1,14	<i>Slightly warm</i>
36	1,11	<i>Slightly warm</i>
37	1,01	<i>Slightly warm</i>
38	0,97	<i>Slightly warm</i>
39	1,05	<i>Slightly warm</i>
40	1,75	<i>Warm</i>

Sumber: Penulis (2025)



Gambar 3. Distribusi nilai pmv
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026)

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai PMV berada pada rentang 0,60 hingga 1,75, yang termasuk dalam kategori *slightly warm* hingga *warm*. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar ruang dalam gedung berada di luar zona nyaman. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu:

1. Suhu udara yang relatif tinggi ($>26^{\circ}\text{C}$)
2. Kelembapan relatif yang tinggi ($>60\%$)
3. Kecepatan udara yang rendah ($<0,1\text{ m/s}$)

Kombinasi faktor tersebut menyebabkan berkurangnya kemampuan tubuh dalam melepaskan panas, sehingga meningkatkan sensasi panas pada pengguna.

Statistik data

Table 5. Statistik data

Parameter	Nilai Rata-rata	Min	Max
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	27,8	26,9	29,7
Kelembapan (%)	66	62,6	78,2
Kecepatan udara (m/s)	0,07	0,03	0,11
PMV	0,95	0,60	1,75

Sumber: Penulis (2025)

1. Suhu rata-rata: $27,8^{\circ}\text{C}$
2. Kelembapan rata-rata: 66%
3. Kecepatan udara rata-rata: 0,07 m/s
4. PMV rata-rata: 0,95
5. PMV maksimum: 1,75

Analisis termal

Nilai PMV menunjukkan kondisi "*slightly warm*". Hal ini disebabkan oleh kombinasi suhu tinggi, kelembapan tinggi, dan kecepatan udara rendah.

1. Suhu tinggi meningkatkan beban panas tubuh
2. Kelembapan tinggi menghambat evaporasi keringat
3. Kecepatan udara rendah mengurangi pendinginan konvektif

Implikasi desain

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ventilasi dan distribusi udara dalam gedung belum optimal. Kecepatan udara yang rendah menunjukkan kurangnya pergerakan udara, yang berdampak pada meningkatnya ketidaknyamanan termal.

Oleh karena itu, diperlukan beberapa upaya perbaikan, seperti:

1. Peningkatan ventilasi alami atau mekanis
2. Optimalisasi sistem HVAC
3. Peningkatan distribusi udara dalam ruangan

Validitas PMV

Metode *Predicted Mean Vote* (PMV) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki

keterbatasan dalam merepresentasikan kondisi kenyamanan termal di iklim tropis. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa persepsi kenyamanan termal sangat dipengaruhi oleh faktor adaptasi individu terhadap lingkungan (Tartarini et al., 2022). Hal ini disebabkan karena model PMV dikembangkan berdasarkan kondisi iklim sedang (*temperate climate*) dan asumsi *steady-state*, sehingga kurang mempertimbangkan faktor adaptasi penghuni terhadap lingkungan.

Dari tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa keadaan termal dalam gedung ini berada dalam zona "*Slightly warm*" (sedikit hangat). Kondisi ini masih kurang sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh ASHRAE 55-2017, di mana zona nyaman dalam suatu ruangan dinyatakan baik apabila nilai PMV berada pada zona netral (nyaman), yaitu berkisar antara -0,5 hingga +0,5.

Berdasarkan hasil pengukuran, nilai temperatur udara berada di atas 26°C dan kelembapan relatif di atas 60%. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi kenyamanan termal dalam gedung berada di luar batas kenyamanan yang direkomendasikan oleh SNI 03-6572-2001, yang menyatakan bahwa kondisi nyaman berada pada rentang suhu 22,5°C – 25,8°C dengan kelembapan relatif sekitar 60% (SNI 03-6572-2001, n.d.)

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa model PMV cenderung kurang akurat dalam merepresentasikan kenyamanan termal di iklim tropis karena tidak mempertimbangkan faktor adaptasi penghuni (Tartarini et al., 2020). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana nilai PMV menunjukkan berbagai kecenderungan kondisi *slightly warm* meskipun dalam praktiknya pengguna bangunan masih dapat beradaptasi terhadap kondisi tersebut.

Selain itu beberapa penelitian terbaru juga menunjukkan batas kenyamanan termal yang serupa. Penelitian oleh Ricardo jurnal "Building and Environment" menyatakan bahwa pada bangunan di iklim tropis, suhu nyaman umumnya berada pada kisaran 23°C – 26°C dengan kelembapan relatif 50% – 70%, tergantung pada adaptasi pengguna terhadap lingkungan (Rupp et al., 2015). Selain itu, studi oleh Indraganti et al. (2018) dalam jurnal "Energy and Buildings" menunjukkan bahwa penghuni bangunan di daerah tropis masih dapat mentoleransi suhu hingga sekitar 27°C, namun dengan catatan adanya pergerakan udara yang cukup untuk menjaga kenyamanan termal (Indraganti & Humphreys, 2021).

Lebih lanjut, penelitian oleh Cheung et al. (2019) juga mengungkapkan bahwa nilai PMV yang berada di luar rentang netral (lebih dari +0,5) cenderung menyebabkan ketidaknyamanan termal, terutama pada kondisi kelembapan tinggi yang menghambat proses evaporasi keringat pada tubuh manusia (Cheung et al., 2019).

Nilai PMV yang cenderung berada pada kategori "*slightly warm*" dipengaruhi oleh kombinasi suhu udara yang relatif tinggi (>26°C) dan kelembapan yang mencapai lebih dari 60%. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya efektivitas mekanisme pendinginan tubuh melalui evaporasi keringat.

Selain itu, kecepatan udara yang relatif rendah (<0,1 m/s) juga berkontribusi terhadap meningkatnya sensasi panas karena tidak terjadi aliran udara yang cukup untuk membantu proses konveksi panas tubuh mengindikasikan bahwa kondisi termal dalam gedung belum memenuhi standar kenyamanan termal baik menurut standar nasional maupun hasil penelitian internasional terbaru.

Dari sisi desain bangunan, kondisi ini menunjukkan bahwa sistem ventilasi dan distribusi udara dalam gedung belum optimal. Hal ini dapat disebabkan oleh konfigurasi bukaan, sistem HVAC, atau distribusi udara yang tidak merata pada setiap lantai.

Dengan demikian, diperlukan strategi peningkatan kenyamanan termal, seperti peningkatan kecepatan udara melalui ventilasi alami atau mekanis, serta optimasi sistem pendingin ruangan.

Perlu dicatat bahwa model PMV memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan kondisi kenyamanan termal di iklim tropis, karena model ini dikembangkan berdasarkan kondisi iklim sedang dan asumsi steady-state. Pada iklim tropis lembab seperti Palangka Raya, faktor adaptasi termal penghuni, seperti kebiasaan, ekspektasi, dan toleransi tedemilhadap suhu tinggi, dapat mempengaruhi persepsi kenyamanan.

Oleh karena itu, hasil analisis dalam penelitian ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati. Hal ini menunjukkan bahwa hasil PMV berpotensi mengalami deviasi terhadap persepsi aktual pengguna di iklim tropis. Oleh karena itu, penggunaan PMV pada iklim tropis sebaiknya dikombinasikan dengan pendekatan adaptif untuk memperoleh hasil yang lebih representatif terhadap persepsi kenyamanan pengguna.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi termal dalam Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut Universitas Palangka Raya berada pada kategori “*slightly warm*” dengan nilai PMV berkisar antara 0,60 hingga 1,75. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar ruang dalam gedung belum memenuhi standar kenyamanan termal berdasarkan ASHRAE 55-2017 dan SNI.

Faktor utama yang mempengaruhi kondisi tersebut adalah suhu udara yang tinggi, kelembapan relatif yang tinggi, serta kecepatan udara yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan melalui optimalisasi sistem ventilasi dan pengkondisian udara untuk meningkatkan kenyamanan termal pengguna gedung. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengombinasikan metode PMV dengan pendekatan adaptif guna memperoleh hasil yang lebih representatif pada iklim tropis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, tulisan ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Subrata Aditama K.A. Uda, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. atas kesabaran, bimbingan, serta saran yang diberikan selama proses konsultasi sehingga penulisan ini dapat terselesaikan hingga tahap akhir. Ucapan terima kasih turut penulis sampaikan kepada orang tua dan saudara-saudara atas kepercayaan serta dukungan yang telah diberikan. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dan para sahabat atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan sehingga tulisan ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE 55. (2017). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. www.ashrae.org/55Files
- BMKG Palangka Raya. (2025). *Pengantar Perumahan Data Mhs Jonatan Silitonga UPR*.
- Cheung, T., Schiavon, S., Parkinson, T., Li, P., & Brager, G. (2019). Analysis of the accuracy on PMV – PPD model using the ASHRAE Global Thermal Comfort Database II. *Building and Environment*, 153, 205–217. <https://doi.org/10.1016/J.BUILD-ENV.2019.01.055>

de la Hoz-Torres, M. L., Aguilar, A. J., Ruiz, D. P., & Martínez-Aires, M. D. (2024). An investigation of indoor thermal environments and thermal comfort in naturally ventilated educational buildings. *Journal of Building Engineering*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108677>

Indraganti, M., & Humphreys, M. A. (2021). A comparative study of gender differences in thermal comfort and environmental satisfaction in air-conditioned offices in Qatar, India, and Japan. *Building and Environment*, 206. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108297>

ISO 7730. (2025). *Ergonomics of the thermal environment-Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria* COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT. www.iso.org

Lamsal, P., Bajracharya, S. B., & Rijal, H. B. (2023). A Review on Adaptive Thermal Comfort of Office Building for Energy-Saving Building Design. In *Energies* (Vol. 16, Number 3). MDPI. <https://doi.org/10.3390/en16031524>

Laouadi, A. (2022). A New General Formulation for the PMV Thermal Comfort Index. *Buildings*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/buildings12101572>

Manani, R., Nursaniah, C., & Caisarina, I. (2026). The Influence of Building Orientation on Thermal Performance in Palapa Village Housing, Lhokseumawe. *International Journal of Architecture, Arts and Applications*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.11648/j.ijaaa.20261201.11>

Marzuki, Z., & Purwanto, L. M. F. (2024). *Local Engineering Journal of Local Architecture and Civil Engineering-NC-SA 4.0 DEED) license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) Identifikasi Kenyamanan Termal Menggunakan Software CBE Thermal Comfort Tool*. 2(1). <https://doi.org/10.59810/localengineering>

Rupp, R. F., Vásquez, N. G., & Lamberts, R. (2021). A review of human thermal comfort in the built environment. *Energy and Buildings*, 105, 178–205. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.047>

SNI 03-6572-2001. (n.d.). *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung*.

Tartarini, F., Schiavon, S., Cheung, T., & Hoyt, T. (2020). CBE Thermal Comfort Tool: Online tool for thermal comfort calculations and visualizations. *SoftwareX*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2020.100563>

Tartarini, F., Schiavon, S., Quintana, M., & Miller, C. (2022). Personal comfort models based on a 6-

month experiment using environmental parameters and data from wearables. *Indoor Air*, 32(11). <https://doi.org/10.1111/ina.13160>

Yang, H., & Ran, M. (2025). Personalized Human Thermal Sensation Prediction Based on Bayesian-Optimized Random Forest. *Buildings*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/buildings15142539>

Zhao, Q., Lian, Z., & Lai, D. (2021). Thermal comfort models and their developments: A review. In *Energy and Built Environment* (Vol. 2, Number 1, pp. 21–33). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.05.007>

