

Analisis Kenyamanan Berdasarkan Aspek Termal Pada Ruang Pamer Bangunan Bersejarah

Gita Almira Oktantiningrum^{1,*}, Ary Surjanto², Bowo Yuli Prasetyo³, Hedi⁴

^{1,2,3}Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559

E-mail : ^{1,*}gitaalmiraon@gmail.com, ²arysurjanto@polban.ac.id, ³bowo_yuli@polban.ac.id

⁴ Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559

E-mail : hedi@polban.com

ABSTRAK

Museum Gedung Sate dan Museum Pos Indonesia merupakan destinasi sejarah yang berada di Kota Bandung, sehingga kenyamanan termal pada kedua museum perlu diperhatikan agar pengunjung merasa nyaman ketika berada di dalamnya. Tingkat kenyamanan termal di Museum Gedung Sate dan Museum Pos Indonesia dapat diketahui melalui SNI 03-6572-2001 dan standar ASHRAE 55 (2017). Data kuantitatif diperoleh dari pengukuran di lapangan dengan durasi 3 menit menggunakan alat *5 in 1 environment meter* dan *hot wire anemometer*. Sementara data kualitatif diperoleh melalui penyebaran kuesioner. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan udara untuk kedua museum sudah memenuhi SNI 03-6572-2001, sehingga berdasarkan SNI kedua museum dikatakan nyaman. Namun, pada standar ASHRAE 55 (2017) kelembaban udara tidak terpenuhi. Nilai PMV yang terukur berkisar -1,61 hingga 0,48 dengan nilai PPD 5% hingga 57% untuk Museum Gedung Sate dan pada Museum Pos Indonesia nilai PMV berkisar -0,02 hingga 1,07 dengan nilai PPD 5% - 29%. Namun, pada Museum Gedung Sate nilai PPD yang melebihi 10% sebanyak 78% dengan hasil kuesioner hanya 12% responden merasa kurang nyaman. Sementara pada Museum Pos Indonesia indeks PPD yang melebihi 10% sebanyak 38% dengan hasil kuesioner menyatakan bahwa 34% responden merasa kurang nyaman.

Kata Kunci

Kenyamanan termal, PMV, PPD, Kuesioner

1. PENDAHULUAN

Museum Gedung Sate dan Museum Pos Indonesia merupakan destinasi wisata sejarah yang ada di Kota Bandung. Museum Gedung Sate yang diresmikan tahun 2017 ini menampilkan beragam informasi tentang Gedung Sate, mulai dari pembangunan Gedung Sate hingga informasi pendukung lainnya mengenai Gedung Sate. Berbeda dengan museum lainnya, informasi di Museum Gedung Sate ini disampaikan secara unik melalui berbagai media informasi yang interaktif sehingga memunculkan banyak pengalaman baru. Sementara itu, Museum Pos Indonesia yang berdiri pada tahun 1931 ini menyajikan berbagai perangko dari Indonesia dan mancanegara. Selain itu, museum ini juga mempunyai koleksi timbangan surat, informasi perkembangan pos di Indonesia, dan koleksi lukisan yang menggambarkan sejarah pos Indonesia. Oleh sebab itu, ruang pamer di museum harus dikondisikan agar barang-barangnya tidak terpengaruh oleh iklim lingkungan.

Kondisi termal dalam ruang pameran bukan hanya memengaruhi kenyamanan termal bagi objek pamernya saja, tetapi juga berpengaruh terhadap kenyamanan termal pengunjung. Cepat atau lambat kondisi suhu udara dan kelembaban ruang pameran tidak hanya mempengaruhi kenyamanan termal pengunjung, tetapi juga menyebabkan kerusakan pada koleksi yang dipamerkan [1]. Standar Amerika mendefinisikan kenyamanan termal sebagai kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan dengan lingkungan termal dan dinilai dengan evaluasi subyektif [2].

Di Indonesia, kenyamanan temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan udara di ruangan untuk nyaman optimal diatur oleh SNI 03-6572-2001, bertemperatur efektif 22,8°C-25,8°C dengan tingkat kelembaban 40%-50% [3]. Standar tersebut mengacu pada standar ASHRAE 55-56 yang telah disetujui oleh *American National Standards Institute* (ANSI) yang menyatakan bahwa kondisi ruangan yang nyaman memiliki temperatur sebesar 23°C hingga 25°C dengan tingkat kelembaban 60% [2].

Museum adalah lembaga yang berfungsi untuk melindungi, mengembangkan, memanfaatkan koleksi, dan menyajikannya kepada masyarakat [4]. Dalam hal kenyamanan, produktivitas perlu didukung dengan melakukan suatu aktivitas agar pengunjung merasa aman dan nyaman di lingkungannya [5]. Maka pengunjung museum haruslah merasa nyaman di dalamnya agar betah berlama-lama dan informasi dapat diterima dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal pengunjung pada Museum Gedung Sate dan Museum Pos Indonesia, sehingga untuk kedepannya dapat diberikan masukan mengenai bangunan museum yang dirasa nyaman bagi pengunjung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kenyamanan Termal

Manusia membutuhkan kondisi kenyamanan termal dalam aktivitasnya, itu sangat penting karena menciptakan kondisi ruang. Kondisi ruangan digambarkan menyenangkan jika sensasi kenyamanan termal netral tercapai [6]. Persamaan *Predicted Mean Vote* (PMV) adalah salah satunya dan dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat kenyamanan termal suatu ruangan. Nilai PMV dipengaruhi oleh dua faktor [7]. Dua faktor tersebut adalah iklim (radiasi matahari, temperatur, kelembaban, dan kecepatan angin) dan individu (aktivitas dan insulasi pakaian) [8]

Standar kenyamanan termal di Indonesia diatur dalam SNI 03-6572-2001, sedangkan kenyamanan termal internasional diatur pada standar ASHRAE 55 dan ISO 7730-2015.

Tabel 1. Standar Nasional Indonesia 03-6572-2001

Skala	Temperatur Udara	Kelembaban Udara
Nyaman Sejuk	20.5°C – 22.8°C	50%
Ambang atas	24°C	80%
Nyaman	22.8°C – 25.8°C	70%
Ambang atas	28°C	-
Nyaman Hangat	25.8°C – 27.1°C	60%
Ambang atas	31°C	-

ASHRAE 55 sebagai salah satu standar baku dalam mengetahui sensasi termal manusia yang direpresentasikan ke dalam PMV dan PPD [2], demikian pula ISO 7730.

Fanger menyatakan bahwa PMV mempunyai 7 skala sensasi termal yang diwakili dalam rentang -3 hingga +3 [9]. Dari kedua faktor yakni iklim

dan individu yang telah diukur dan dihitung maka dapat diprediksi berapa banyak pengunjung yang cenderung merasa panas atau dingin saat merasakannya di ruang museum.

Tabel 2. Hubungan antara PMV dengan sensasi termal

PMV	Sensasi Termal
+3	Panas (<i>hot</i>)
+2	Hangat (<i>warm</i>)
+1	Agak Hangat (<i>slightly warm</i>)
0	Netral (<i>neutral</i>)
-1	Agak Sejuk (<i>slightly cool</i>)
-2	Sejuk (<i>cool</i>)
-3	Dingin (<i>cold</i>)

Predicted percentage of dissatisfied (PPD) merupakan sebuah indeks yang memprediksi persentase ketidakpuasan sekelompok besar orang terhadap lingkungan dengan menggunakan 7 skala sensasi termal [9]. Semakin tinggi nilai persentase PPD maka semakin tidak merasa nyaman.

Uji Mann-Whitney

Statistik nonparametrik adalah bagian dari statistik yang parameter populasinya atau datanya tidak mengikuti suatu distribusi tertentu, dengan kata lain memiliki distribusi yang bebas dari persyaratan dan tidak harus memiliki varians yang homogen [10].

Analisis perbedaan pengaruh penggunaan alat pengondisian udara di Museum Gedung Sate dan Museum Pos Indonesia menggunakan analisis komparatif kuantitatif dengan pengujian hipotesis, dengan rumusan hipotesisnya sebagai berikut [10]:

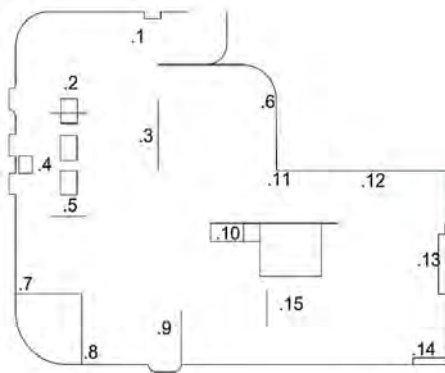
- Ho, yaitu tidak terdapat perbedaan rerata kedua sampel.
- Ha, yaitu terdapat perbedaan rerata kedua sampel.

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Data diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat ukur *5 in 1 environment meter* dan *hot wire anemometer*. Selain itu, data pendukung lainnya diperoleh dari penyebaran kuesioner kepada pengunjung.

Pengukuran dilakukan di semua ruang pameran kedua museum. Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2023 – Februari 2023. Posisi titik pengukuran untuk Museum Gedung Sate terlihat

pada Gambar 1, sedangkan untuk Museum Pos Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.



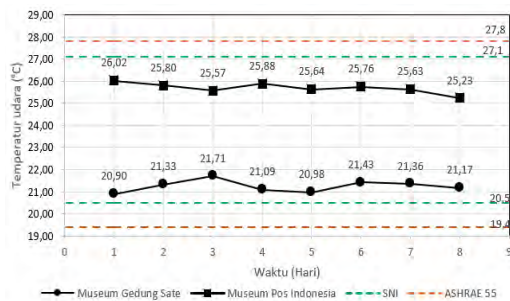
Gambar 1. Titik pengukuran di Museum Gedung Sate



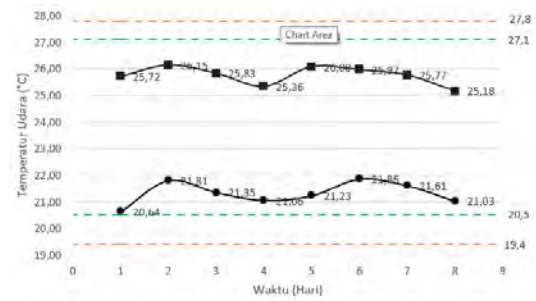
Gambar 2. Titik pengukuran di Museum Pos Indonesia

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Temperatur Udara



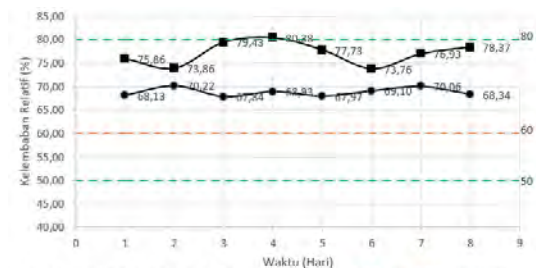
Gambar 3. Grafik temperatur terhadap waktu (pagi)



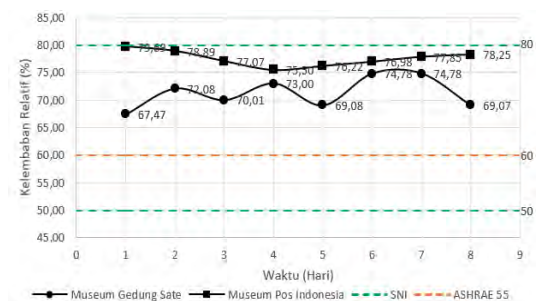
Gambar 4. Grafik temperatur terhadap waktu (siang)

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4 diketahui bahwa Museum Gedung Sate memiliki temperatur rata-rata saat pagi sebesar 21,25°C dan 21,32°C saat siang. Sementara Museum Pos Indonesia bertemperatur rata-rata 25,69°C saat pagi dan 25,76°C saat siang. Perbedaan temperatur di kedua museum sekitar 4,33°C saat pagi dan 4,54°C saat siang. Selisih yang cukup besar ini karena Museum Gedung Sate menggunakan AC split, sedangkan Museum Pos Indonesia tidak ada. Namun, pada kedua grafik diperlihatkan bahwa kedua museum masih memenuhi standar baku SNI 03-6572-2001 yaitu 20,5°C hingga 27,1°C dan standar ASHRAE 55 2017 yaitu 19,6°C hingga 27,9°C. Sehingga, kedua museum dapat dikatakan memiliki kondisi yang nyaman.

4.2 Kelembaban Relatif



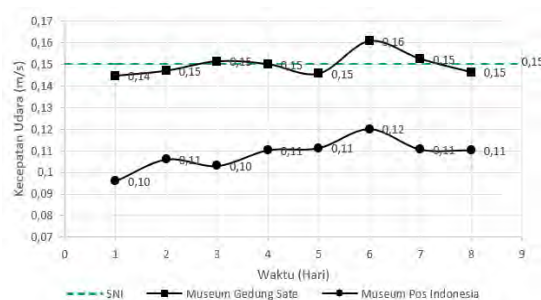
Gambar 5. Grafik kelembaban relatif terhadap waktu (pagi)



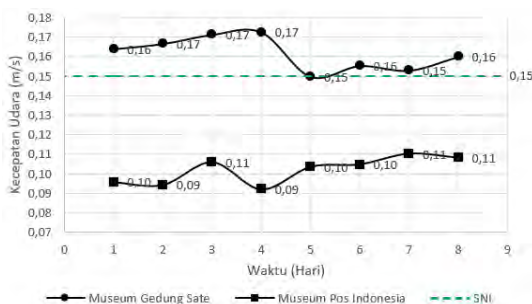
Gambar 6. Grafik kelembaban relatif terhadap waktu (siang)

Pada Gambar 5 dan Gambar 6 diketahui rata-rata kelembaban relatif di Museum Gedung Sate saat pagi 68,82% dan saat siang 71,28%, sementara Museum Pos Indonesia saat pagi memiliki rata-rata 77,04% dan 77,56% saat siang. Selisih kelembaban relatif di kedua museum sekitar 10% saat pagi dan 9% saat siang. Selisih terjadi karena kelembaban di Museum Gedung Sate dikondisikan dengan AC *split*, sedangkan Museum Pos Indonesia tidak. Pada saat temperatur tinggi maka kadar uap air akan lebih sedikit dibandingkan saat temperatur udara rendah [6]. Hal tersebut tidak sesuai dengan Museum Pos Indonesia, karena di museum tersebut temperatur dan kelembaban relatif tinggi, hal tersebut dipengaruhi oleh keberadaan museum di bawah tanah dan ventilasi yang sedikit dengan ruangan yang luas. Kedua grafik memperlihatkan bahwa berdasarkan standar ASHRAE 55 2017 kedua museum tidak memenuhi, karena tingkat kelembaban relatifnya lebih tinggi dari 60%. Namun, kedua museum sudah memenuhi standar baku SNI 03-6572-2001, yaitu 50% hingga 80%, sehingga berdasarkan standar baku SNI untuk kelembaban udara, hasil pengukuran untuk kedua museum berada pada kondisi kelembaban udara yang nyaman.

4.3 Kecepatan Aliran Udara



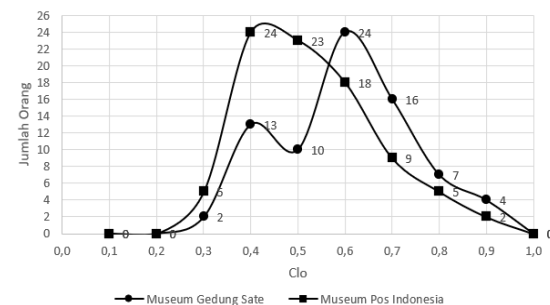
Gambar 7. Grafik kecepatan udara terhadap waktu (pagi)



Gambar 8. Grafik kecepatan udara terhadap waktu (siang)

Diperlihatkan pada Gambar 7 dan Gambar 8 bahwa rata-rata kecepatan udara di Museum Gedung Sate saat pagi 0,15 m/s dan saat siang 0,16 m/s, sementara Museum Pos Indonesia pada saat pagi sebesar 0,11 m/s dan 0,10 m/s saat siang. Kecepatan udara di kedua museum memiliki selisih 0,04 m/s saat pagi dan 0,06 m/s saat siang. Selisih ini terjadi akibat jumlah pengunjung yang berjalan dan penggunaan AC *split*. Meskipun Museum Pos Indonesia tidak menggunakan AC *split*, tetapi hembusan angin dapat masuk melalui lubang ventilasi. Pada kedua grafik diketahui bahwa kecepatan aliran udara untuk kedua museum sudah sesuai dengan SNI 03-6572-2001, yaitu 0,05 m/s hingga 0,25 m/s.

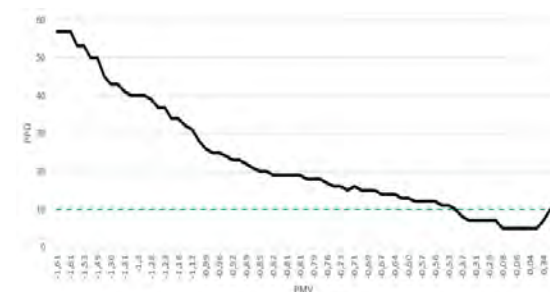
4.4 Insulasi Pakaian



Gambar 9. Grafik jumlah orang terhadap nilai *clo*

Gambar 9 memperlihatkan pola dan *trend* kurva pada nilai insulasi pakaian (*clo*) pengunjung dari kedua museum. Pada Museum Gedung Sate, nilai *clo* tertinggi berada di 0,6. Sementara pada Museum Pos Indonesia, nilai *clo* tertinggi berada di 0,4 dan 0,6. Ini artinya, pengunjung di kedua museum sebagian besar menggunakan pakaian yang mempunyai kecenderungan hampir sama.

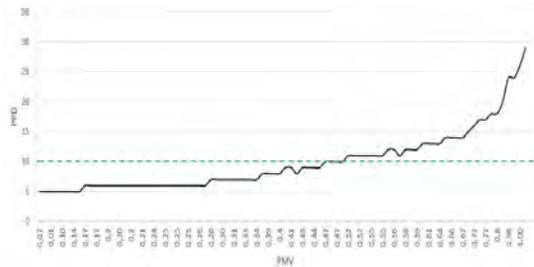
4.5 Indeks Sensasi Kenyamanan Termal



Gambar 10. Grafik PPD terhadap PMV (Museum Gedung Sate)

Berdasarkan Gambar 10 diketahui bahwa hanya 17 dari 76 pengunjung yang memiliki indeks PMV dan PPD sesuai dengan standar ASHRAE 55,

maka sebanyak 59 pengunjung melebihi batas nyaman. Maka sensasi termal yang dirasakan di museum ini adalah agak sejuk - sejuk. Hal ini berarti pengunjung yang merasa nyaman lebih sedikit dibandingkan dengan yang tidak nyaman.



Gambar 11. Grafik PPD terhadap PMV (Museum Pos Indonesia)

Gambar 11 memperlihatkan sebanyak 53 dari 86 pengunjung memiliki indeks PMV dan PPD sesuai dengan standar ASHRAE 55, hanya 33 pengunjung yang melebihi batas nyaman. Maka sensasi termal yang dirasakan di museum ini adalah netral – agak hangat. Hal ini berarti pengunjung yang merasa nyaman lebih banyak dibandingkan dengan yang tidak nyaman

4.6 Karakteristik Responden

Demografi pengunjung Museum Gedung Sate dan Museum Pos Indonesia yang berpartisipasi pada penelitian ini sebanyak 76 dan 86 responden. Di antara 76 responden Museum Gedung Sate, lebih dari setengahnya adalah pengunjung wanita (67%) dan sisanya adalah pengunjung pria (33%). Dengan usia responden didominasi oleh rentang usia 21 hingga 24 tahun (55%), sedangkan untuk rentang usia 17 hingga 20 tahun sebanyak 45%. Dengan responden kelompok pelajar 12%, mahasiswa 81%, dan karyawan 7%. Sementara itu, untuk 86 responden Museum Pos Indonesia terbagi rata, yakni 50% pengunjung wanita dan 50% pengunjung pria. Museum ini didominasi oleh rentang usia 17 hingga 20 tahun, sebesar 58% dan 42% untuk rentang usia 21 hingga 24 tahun. Dengan kelompok pelajar 27%, mahasiswa 67%, dan karyawan 6%.

4.7 Uji Statistika

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality						
Museum	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Kuesioner Museum Gedung Sate	.254	76	.000	.845	76	.000
Museum Pos Indonesia	.124	86	.002	.948	86	.002

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 3 menunjukkan nilai df lebih dari 50, sehingga uji normalitas menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov. Nilai sig. untuk Museum Gedung Sate 0,000 dan Museum Pos Indonesia 0,002. Apabila nilai sig. lebih besar dari 0,05 maka distribusi data adalah normal, dan jika nilai sig. lebih kecil dari 0,05 maka distribusi data adalah tidak normal [10]. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data hasil untuk kedua museum tersebut berdistribusi tidak normal.

Tabel 4. Hasil Uji Mann-Whitney

Museum	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Hasil Kuesioner Museum Gedung Sate	76	89.63	6811.50
Museum Pos Indonesia	86	74.32	6391.50
Total	162		

Test Statistics^a

	Hasil Kuesioner
Mann-Whitney U	2650.500
Wilcoxon W	6391.500
Z	-2.083
Asymp. Sig. (2-tailed)	.037

Tabel 4 menunjukkan nilai asymp. Sig = 0,037 < 0,05. Sebagaimana pengambilan keputusan, maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya terdapat perbedaan yang bermakna dalam pengaruh penggunaan alat pengondisian udara pada kedua museum. Adanya perbedaan ini dikarenakan Museum Gedung Sate menggunakan alat pengondisian udara, sehingga pengunjung merasakan sensasi agak dingin. Sedangkan Museum Pos Indonesia tidak menggunakan alat pengondisian udara, akibatnya pengunjung merasakan sensasi agak hangat.

4.8 Ketidaknyamanan Pengunjung

Tabel 5. ketidaknyamanan pengunjung berdasarkan kuesioner

Indikator	Museum Gedung Sate				Museum Pos Indonesia			
	Skala				Skala			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Di dalam museum terasa nyaman	1	8	58	9	1	28	42	15
Persentase	12%		88%		34%		66%	

Tabel 5 menunjukkan ketidaknyamanan pengunjung di kedua museum. Pada Museum Gedung Sate, 9 dari 76 responden merasa tidak nyaman. Sedangkan di Museum Pos Indonesia sebanyak 29 dari 86 responden yang merasa tidak nyaman.

4.9 Perbandingan PPD dengan ketidaknyamanan pengunjung

Tabel 6. Perbandingan PPD dengan kuesioner

		Museum Gedung Sate	Museum Pos Indonesia
No	Item	Persentase Responden	
1	PPD	78%	38%
2	Kuesioner	12%	34%

Tabel 6 diketahui bahwa selisih antara PPD dan hasil kuesioner ketidakpuasan pengunjung Museum Gedung Sate cukup besar, yaitu 66% dan untuk Museum Pos Indonesia 4%. Selisih yang besar ini terjadi karena pengunjung tetap merasa nyaman berada di dalamnya meskipun pengunjung terasa agak sejuk, tetapi indeks PPD untuk sensasi agak sejuk tidak termasuk ke dalam kategori netral. PPD mengkategorikan agak sejuk disebabkan pengunjung memakai pakaian yang memiliki nilai *clo* cenderung kecil, sedangkan temperatur yang terukur cenderung dingin dengan nilai kelembaban udara yang cukup. Sementara itu, kecilnya selisih kedua indeks di Museum Pos Indonesia disebabkan pengunjung di museum tersebut menggunakan insulasi pakaian yang bernilai kecil, sehingga meskipun temperatur dan kelembaban yang terukur cukup tinggi, sensasi yang dirasakan pengunjung netral.

5. KESIMPULAN

Hasil pengukuran temperatur udara, kelembaban relatif, dan kecepatan angin di kedua sudah memenuhi standar baku SNI 03-6572-2001, artinya kedua museum sudah dikatakan nyaman. Berdasarkan standar baku SNI, Museum Gedung Sate termasuk ke dalam kategori nyaman sejuk dan Museum Pos Indonesia termasuk nyaman hangat. Perbedaan kategori nyaman pada kedua museum disebabkan oleh penggunaan alat pengondisian udara, hal ini dibuktikan dengan hasil uji statistik menggunakan metode uji *mann-whitney*, bahwa terdapat perbedaan yang bermakna dalam pengaruh penggunaan alat pengondisian udara.

Sementara itu, standar ASHRAE 55 telah mensyaratkan bahwa sebuah ruangan dinyatakan nyaman apabila sekurang-kurangnya 90% responden yang diukur merasakan nyaman secara termal. Namun pada hasil perhitungan PMV dan kuesioner, diketahui untuk Museum Gedung Sate sebanyak 12% dan 88% responden merasakan nyaman secara termal. Sedangkan untuk Museum Pos Indonesia 62% responden hasil perhitungan dan 64% responden hasil kuesioner merasakan

nyaman. Oleh sebab itu, berdasarkan standar baku ASHRAE 55 kedua museum ini dikategorikan kurang nyaman secara termal, dengan indeks sensasi yang dirasakan pengunjung Museum Gedung Sate agak sejuk hingga sejuk dan pengunjung Museum Pos Indonesia agak hangat hingga netral.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada instansi Museum Gedung Sate dan Museum Pos Indonesia yang telah membantu dan memberi arahan, serta mengizinkan dijadikan sebagai objek penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. B. Kusuma, "Kenyamanan Termal Pada Ruang Pameran Tetap Di Museum Nasional Indonesia – Jakarta," *J. Muara Ilmu Sos. Humaniora, dan Seni*, vol. 1, no. 2, p. 500, 2018, doi: 10.24912/jmishumsen.v1i2.1475.
- [2] Standard ASHRAE 55, *Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy*. USA: ASHRAE, 2017.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, "Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung," *SNI 03-6572-2001*, pp. 1–55, 2001.
- [4] Peraturan Pemerintah, "Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2015 Tentang Museum," pp. 1–55, 2015.
- [5] F. Ikramina, L. H. Sari, and H. Sawab, "Evaluasi Tingkat Kenyamanan Termal Bangunan Museum Tsunami Aceh," *J. Ilm. Mhs. Arsit. Dan Perenc.*, vol. 4, no. 5, pp. 67–71, 2020.
- [6] C. Monica, Y. Purnomo, and Z. Zain, "Penilaian Kenyamanan Termal Ruang Menggunakan PMV (Studi Kasus Perpustakaan SDN 27 Pontianak Utara)," *MARS J. Mosaik Arsit.*, vol. 10, no. 2, p. 300, 2022, doi: 10.26418/jmars.v10i2.55652.
- [7] A. S. Munawaroh and R. Elbes, "Persepsi Pengguna Terhadap Kenyamanan Termal Pada Bangunan Perpustakaan Ibi Darmajaya Lampung," *J. Arsit. dan Perenc.*, vol. 2, no. 2, pp. 175–193, 2019, doi: 10.31101/juara.v2i2.882.
- [8] P. O. Fanger, *Thermal Comfort, Analysis and Applications in Environmental Engineering*. USA: Robert E. Krieger Publishing Co., 1982.
- [9] ISO 7730, "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," 2015.
- [10] S. Fajarwati and D. Rakhmawati, "Analisis Hasil Belajar Kalkulus Dasar Pada Masa

Pandemi Covid-19 Bagi Mahasiswa Informatika,” *JPE (Jurnal Pendidik. Edutama*, vol. 9, no. 1, pp. 99–108, 2022, [Online]. Available: <http://ejurnal.ikipgribojonegoro.ac.id/index>