



EVALUASI KINERJA TERMAL DAN DAMPAKNYA TERHADAP KENYAMANAN PENGUNJUNG MUSEUM BAHARI JAKARTA

Doddy Anwar¹, Muhammad Syarif Hidayat²

^{1,2}Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat

Surel: ¹doddy.anwar@mercubuana.ac.id

Vitruvian Vol 15 No 2 Juli 2025

Diterima: 27 06 2025 | Direvisi: 15 07 2025 | Disetujui: 18 07 2025 | Diterbitkan: 25 07 2025

ABSTRAK

Bangunan bersejarah atau situs bersejarah didefinisikan sebagai lokasi resmi di mana potongan sejarah politik, militer, budaya, atau sosial telah dilestarikan karena nilai warisan budayanya. Bangunan ini merupakan bagian integral dari kekayaan warisan setiap negara. Terlepas dari wilayah tempat mereka berada, bangunan bersejarah milik semua orang di seluruh dunia. Salah satu cara untuk melestarikan bangunan bersejarah adalah dengan cara penggunaan bangunan kembali secara adaptif. Masalah yang dihadapi adalah tidak mudah menyesuaikan fungsi baru dengan bangunan lama. Seperti museum. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi kinerja termal pada museum Bahari yang merupakan bangunan lama. Evaluasi kinerja termal ini difokuskan kepada suhu udara dan kelembaban relative. Kedua factor ini berpengaruh terhadap kenyamanan pengunjung dan benda pameran. Metode yang dilakukan dengan menggunakan metode survey untuk mengetahui kondisi termal museum dan persepsi pengunjung terhadap kondisi tersebut. Penelitian ini juga mengkaji persepsi pengunjung terhadap kondisi termal di ruang pameran Museum Bahari yang menggunakan ventilasi alami maupun sistem AC. Hasilnya menunjukkan bahwa suhu rata-rata di kedua jenis ruang tersebut masih berada di atas standar kenyamanan termal ideal (24–26°C). Temuan ini menegaskan perlunya evaluasi sistem penghawaan demi kenyamanan pengunjung dan pelestarian artefak dalam bangunan bersejarah.

Kata kunci: adaptive reuse; kenyamanan termal; pengunjung; ruang pameran; benda pameran

ABSTRACT

Historic buildings or heritage sites are formally recognized locations where elements of political, military, cultural, or social history are preserved due to their cultural significance. These buildings are integral components of a nation's cultural wealth. Regardless of geographical location, historic structures are part of the shared heritage of humanity. One approach to preserving such buildings is through adaptive reuse, which involves repurposing them for contemporary functions. However, aligning new functions with old structures poses considerable challenges—especially when transforming them into museums. This study aims to evaluate the thermal performance of the Bahari Museum, an example of such a historic building. The assessment focuses on air temperature and relative humidity, as both factors significantly influence visitor comfort and the preservation of exhibited artifacts. A survey method is employed to collect data on the thermal conditions within the museum and to assess visitor perceptions. This study also examines visitors' perceptions of thermal conditions in the exhibition rooms of the Bahari Museum, which utilize either natural ventilation or air conditioning systems. The results show that the average temperatures in both types of rooms remain above the ideal indoor thermal comfort standard (24–26°C). These findings highlight the need to evaluate the ventilation systems to improve visitor comfort and preserve artifacts in historic buildings

Keywords: adaptive reuse, thermal comfort, visitors, exhibition space, artifacts

PENDAHULUAN

Bangunan atau situs bersejarah merupakan tempat yang secara resmi diakui karena menyimpan nilai-nilai sejarah politik, militer, budaya, atau sosial, sehingga dijaga

sebagai bagian dari warisan budaya (Ayman Ahmed Ezzat Othman & Heba Elsaay, 2018). Situs-situs ini biasanya dilindungi oleh peraturan perundang-undangan dan banyak yang telah mendapatkan status resmi sebagai situs warisan nasional. Wujud

situs bersejarah bisa berupa bangunan, lanskap, struktur, atau lokasi yang memiliki arti penting, baik secara lokal, regional, maupun nasional.

Bangunan-bangunan tersebut merupakan unsur penting dari kekayaan budaya suatu negara. Meskipun tersebar di berbagai belahan dunia, nilai dan makna bangunan bersejarah bersifat universal. Banyak dari bangunan ini masih berdiri kokoh, namun sering kali mengalami penurunan kualitas karena kurangnya perhatian dan perawatan, yang pada akhirnya menurunkan persepsi terhadap nilai historisnya (Bullen dan Love, 2010). Salah satu pendekatan pelestarian yang banyak dilakukan adalah adaptif reuse, yaitu mengubah fungsi bangunan lama, tidak terpakai, atau tidak efektif menjadi fungsi baru yang relevan (Burton, 2014). Prinsip ini berfokus pada pemanfaatan struktur yang sudah ada untuk memperpanjang masa pakai bangunan, sekaligus memberi nilai guna baru (Othman & Elsaay, 2018).

Pemanfaatan adaptif ini memberikan keuntungan secara lingkungan, sosial, dan ekonomi, baik bagi masyarakat, pemerintah, maupun pengembang, serta mendukung pembangunan kota yang berkelanjutan (Ball, 1999; Wilkinson & Reed, 2008; Bullen & Love, 2009). Dengan pendekatan ini, bangunan warisan dapat difungsikan kembali sebagai ruang publik seperti museum, sekaligus mendorong revitalisasi kawasan.

Menggunakan bangunan bersejarah sebagai museum merupakan strategi efektif untuk menjaga keberlanjutan lingkungan dan melestarikan nilai arsitekturalnya. Namun, proses adaptasi dan penguatan struktur agar sesuai dengan kebutuhan pelestarian koleksi dan kenyamanan pengunjung adalah tugas yang kompleks (Martinez Molina et al.).

Salah satu tantangan utama dalam pelestarian bangunan museum adalah menjaga kondisi artefak sekaligus memastikan kenyamanan pengunjung. Hal ini kerap menuntut integrasi sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning), yang dapat berdampak besar pada karakter arsitektur bangunan. Oleh karena itu, pengendalian kondisi iklim mikro menjadi krusial demi menjaga koleksi dan menentukan langkah konservasi atau pemeliharaan.

Suhu dan kelembaban relatif dalam ruang museum perlu dikendalikan, baik pada ruang berpendingin maupun yang

hanya menggunakan ventilasi alami. Standar umum menyebutkan suhu ideal adalah 25°C dan kelembaban 50%. Namun, standar ini sulit dicapai jika hanya mengandalkan ventilasi alami. Selain mempengaruhi kenyamanan pengunjung, kondisi termal juga berdampak pada kestabilan artefak.

Penelitian ini membahas isu tersebut dengan fokus pada Museum Bahari, yang masih menggunakan sistem ventilasi alami. Suhu udara, kelembaban, dan aliran udara di dalam museum sangat bergantung pada kondisi luar bangunan, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakstabilan termal yang memengaruhi baik kenyamanan pengunjung maupun kondisi benda pameran.

Rumusan Permasalahan

1. Bagaimana keadaan termal pada ruang pameran yang menggunakan ventilasi alami?
2. Bagaimana pula keadaan termal pada ruang pameran yang menggunakan AC?
3. Apakah keadaan termal ini masih memenuhi kenyamanan termal pengunjung yang sesuai dengan standar?
4. Apakah pengaruh bukaan terhadap kenyamanan termal pengunjung?

Lingkup Penelitian

Penelitian ini adalah memfokuskan pada kenyamanan termal pengunjung dan kondisi termal ruang pameran bangunan Museum Bahari yang berada di kecamatan Penjaringan Jakarta Utara.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kondisi termal pada ruang pameran Museum Bahari yang mengandalkan sistem ventilasi alami sebagai sarana pada ruang yang penghawaan.
2. Menilai karakteristik termal pada ruang pameran yang dilengkapi dengan sistem AC (AC) untuk mengetahui perbedaan performa termal dibandingkan dengan ventilasi alami.
3. Menganalisis persepsi dan tingkat kenyamanan pengunjung terhadap kondisi termal di dalam museum, baik ber-AC maupun yang tidak, guna memahami keterkaitan antara lingkungan fisik dan pengalaman pengunjung.



Pemilihan obyek studi

Objek kajian dalam penelitian ini adalah Museum Bahari yang berlokasi di Kecamatan Penjaringan, Jakarta Utara. Museum ini merupakan salah satu bangunan bersejarah tertua di wilayah DKI Jakarta, yang dibangun pada masa pemerintahan *Vereenigde Oostindische Compagnie* (VOC).

Pengumpulan data primer dilakukan melalui observasi lapangan dan pengukuran langsung yang berfokus pada sistem penataan ruang pameran dan kondisi termal bangunan. Observasi dalam penelitian ini dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap sistem ventilasi alami yang diterapkan di ruang-ruang pameran Museum Bahari. Fokus utama pengamatan adalah pada jalur dan sumber masuknya udara alami ke dalam ruangan, seperti melalui jendela, pintu, atau bukaan-bukaan ventilasi lainnya yang memengaruhi sirkulasi udara di dalam museum. Pengukuran suhu udara dan kelembaban relatif dilakukan secara bersamaan dengan pengumpulan data persepsi pengunjung terhadap kenyamanan termal di dalam ruang pameran. Instrumen yang digunakan dalam pengukuran ini meliputi thermohygrometer untuk mencatat suhu dan tingkat kelembaban udara, serta anemometer untuk mengukur kecepatan aliran udara. Untuk memperoleh hasil yang representatif, setiap ruang pameran dibagi menjadi delapan titik pengukuran yang tersebar merata, sehingga variasi kondisi termal di dalam ruangan dapat dianalisis secara menyeluruh.

Melakukan kegiatan pengukuran dalam 1 waktu yaitu pada siang hari sampai sore hari pada pukul 12.00 – 16.00 karena pada waktu ini merupakan waktu pengunjung datang dan cuaca panas pada daerah ini.

HASIL DAN DISKUSI

Kondisi termal ruang tanpa AC

Ruang pameran dalam museum Bahari yang dikaji meliputi 8 ruang yaitu

1. Ruang . Awal perkembangan pelayaran Nusantara (Ruang Pamer 1)
2. Ruang . Koleksi perahu asli (Ruang Pamer 2)
3. Ruang Biota Laut (Ruang Pamer 3)
4. Ruang pameran: Bangsa yang ada di Batavia menggunakan AC (Ruang Pamer 4)
5. Ruang Penjajahan Asia di Batavia

menggunakan AC (Ruang Pamer 5)

6. Ruang bekas kebakaran lantai 1 menggunakan AC (Ruang Pamer 6)
7. Ruang pameran tanpa AC (Ruang Pamer 7)
8. Ruang Memorial Museum Bahari menggunakan AC (Ruang Pamer 8)

Berikut adalah table suhu udara ruang museum tanpa AC

Tabel 1. Suhu udara ruang pameran museum tanpa menggunakan AC (°C)

Titik ukur	Ruang pameran 1	Ruang pameran 2	Ruang pameran 3	Ruang pameran 4
1	29.9	29.6	30.2	28.8
2	29.9	29.6	30	29.1
3	30.1	29.6	30.1	29.1
4	29.8	29.6	30	29.2
5	29.9	29.5	30.1	29
6	29.8	29.6	30	29.5
7	30	29.6	30	29.5
8	29.8	29.6	29.9	29.5
Rata rata	29.9	29.59	30.04	29.21
Minimal	29.8	29.5	29.9	28.8
Maksimal	30.1	29.6	30.2	29.5

(Sumber: Data Peneliti)

Ruang dengan pengudaraan alami memiliki suhu rata rata 29.7° C dengan suhu tertinggi 30.2° C dan terendah 29° C. Secara grafis karakter suhu udara masing masing ruang pameran adalah seperti berikut ini

Berdasarkan grafik yang ditampilkan, dapat disimpulkan bahwa meskipun seluruh ruang pameran yang diamati menggunakan sistem penghawaan alami, suhu udara di dalam masing-masing ruangan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa ventilasi alami tidak serta-merta menghasilkan kondisi termal yang seragam di seluruh ruang. Seluruh ruang pameran memiliki jendela yang terbuka sebagai jalur masuk udara luar, namun terdapat perbedaan jumlah dan ukuran bukaan antar ruang. Ruang Pamer 1, 2, dan 3 diketahui memiliki jumlah bukaan yang lebih banyak dibandingkan dengan Ruang Pamer 4, sehingga memungkinkan pertukaran udara yang lebih besar. Variasi dalam konfigurasi bukaan inilah yang diduga menjadi faktor utama penyebab perbedaan suhu antar ruangan. Selanjutnya, data kelembaban relatif untuk ruang-ruang pameran tanpa

sistem pendingin udara (AC) disajikan dalam tabel berikut untuk mendukung analisis lebih lanjut mengenai kondisi termal ruang.

Tabel 2. Kelembaban relative ruang pada museum tanpa menggunakan AC (°C)

Titik ukur	Ruang pameran 1	Ruang pameran 2	Ruang pameran 3	Ruang pameran 4
1	62.4	63.7	61.6	66.6
2	62.5	63.3	62.9	65.2
3	62.4	64.5	62.4	64.5
4	62	63.3	62.4	65.5
5	62.8	65	62.2	66.2
6	62	63.4	62.3	64.1
7	62.6	63.9	62.6	64.2
8	62.6	62.5	63.6	64.6
Rata rata	62.41	63.70	62.50	65.11
Minimal	62	62.5	61.6	64.1
Maksimal	62.8	65	63.6	66.6

(Sumber: Data Peneliti)

Ruang dengan pengudaraan alami memiliki kelembaban relative rata rata 63.4% dengan kelembaban relative tertinggi 66.6% dan terendah 61.6% secara grafis karakter suhu udara masing masing ruang pameran adalah seperti berikut ini:

Kondisi termal pada ruang pameran yang menggunakan AC

Tabel 3. Suhu udara ruang museum dengan AC (°C)

Titik ukur	Ruang pameran 1	Ruang pameran 2	Ruang pameran 3	Ruang pameran 4
1	29.7	29.1	27.8	29.4
2	29.7	29.1	27.4	29.5
3	29.5	29	27.2	29.4
4	29.6	29.1	27.1	29.4
5	29.4	29	26.3	29.3
6	29.2	28.3	28.7	29.7
7	29.1	27.9	28.7	29.6
8	29	28	28.8	29.4
Rata rata	29.4	28.69	27.75	29.46
Minimal	29	27.9	26.3	29.3
Maksimal	29.7	29.1	28.8	29.7

(Sumber: Data Peneliti)

Ruang dengan AC memiliki suhu rata rata 28.8° C dengan suhu tertinggi 29.7° C dan terendah 26.3° C

Berikut adalah table kelembaban relatif ruang museum dengan AC

Tabel 4. Kelembaban udara ruang museum dengan AC (°C)

Titik ukur	Ruang pameran 1	Ruang pameran 2	Ruang pameran 3	Ruang pameran 4
1	65.5	61.4	54.3	64.6
2	63.4	62.4	58.4	64.8
3	65.6	61.2	57.5	65.2
4	65.9	60.4	57.6	65.5
5	66.3	60.5	58.5	64.6
6	68.4	56.7	67.8	63.6
7	62	56.2	67.7	65.3
8	62.7	56.6	68.4	65.4
Rata rata	64.98	59.43	61.28	64.88
Minimal	62	56.2	54.3	63.6
Maksimal	68.4	62.4	68.4	65.5

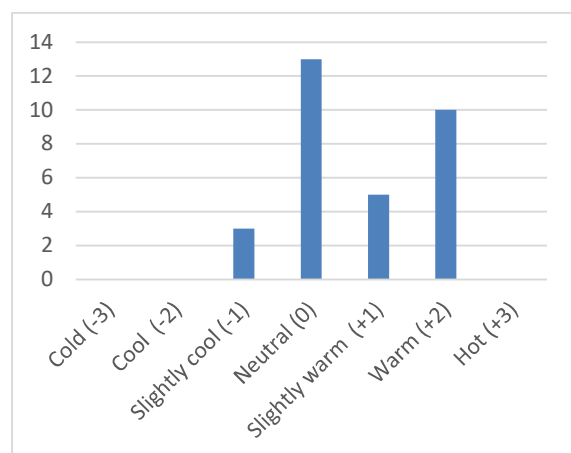
(Sumber: Data Peneliti)

Ruang dengan AC memiliki kelembaban relative rata rata 62.64%, terendah 54.3% dan tertinggi sebesar 68.4%. Secara grafis keadaan kelembaban dalam ruang pameran yang menggunakan AC digambarkan sebagai berikut:

Persepsi pengunjung terhadap kondisi termal ruang pameran museum

A.Persepsi pengunjung pada ruang pameran tanpa AC / AC.

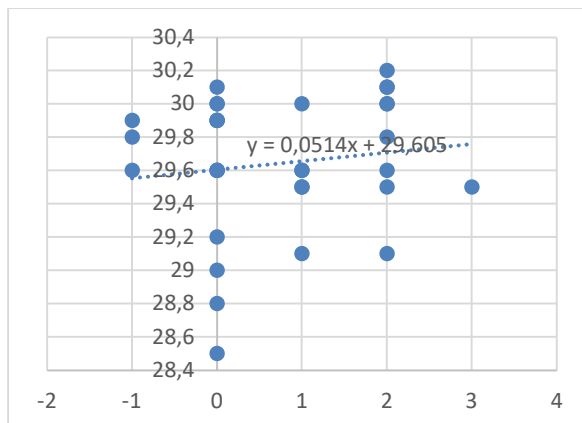
Para pengunjung adalah juga pelaku eksperimen mengisi kuesioner sensasi termal dalam ruang pameran museum. Berikut adalah hasil tabulasi data pendapat pengunjung terhadap kondisi termal dalam ruang pameran museum. Berikut adalah hasil tabulasinya :



Gambar 1. Grafik tabulasi data sensasi pengunjung terhadap suhu udara dalam ruang pameran tanpa menggunakan AC.



Berdasarkan grafik yang ditampilkan, dapat disimpulkan bahwa kondisi termal di ruang pameran yang tidak menggunakan sistem pendingin udara masih berada dalam kategori netral atau nyaman bagi sebagian besar pengunjung. Hal ini ditunjukkan oleh dominasi pilihan suhu netral dalam tanggapan pengunjung. Jika pilihan suhu netral digabungkan dengan respon "sedikit sejuk" dan "sedikit hangat", maka rentang kenyamanan termal yang diterima menjadi semakin luas. Untuk memperoleh gambaran lebih objektif mengenai suhu udara yang dianggap nyaman oleh pengunjung, dilakukan analisis regresi sederhana terhadap persepsi pengunjung terhadap kondisi termal di ruang pameran yang menggunakan ventilasi alami atau tanpa AC.



Gambar 2. Analisis regresi linier sederhana dari data sensasi pengunjung terhadap suhu udara dalam ruang pameran tanpa menggunakan kenyamanan udara (AC).

Dari grafik dapat diketahui suhu netral pengunjung sebagai berikut :

Apabila pilihan netral adalah $X=0$, maka suhu y adalah

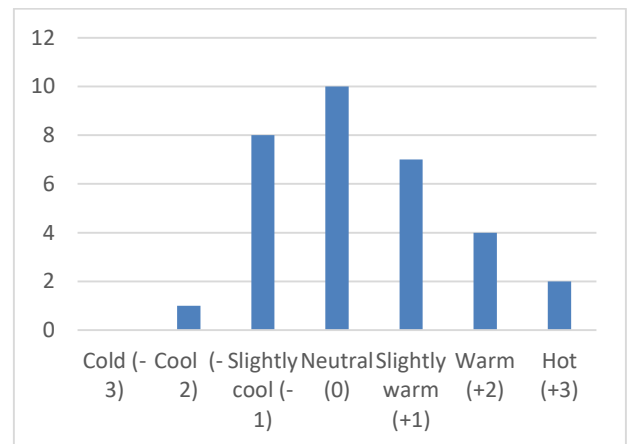
$$Y = 0,0514x + 29,605 \rightarrow$$

$$Y = 29,60^\circ\text{C}$$

Jadi, suhu netral pengunjung pada ruang pameran tanpa AC atau dengan penghawaan alami adalah $29,60^\circ\text{C}$

B. Persepsi pengunjung pada ruang pameran yang menggunakan AC / AC.

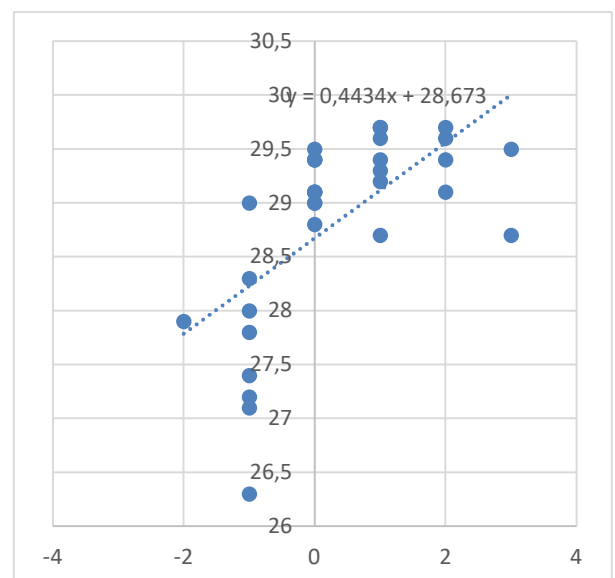
Berikut adalah hasil tabulasi data pengunjung pada ruang pameran yang menggunakan AC:



Gambar 3. Grafik tabulasi data sensasi pengunjung terhadap suhu udara dalam ruang pameran yang menggunakan kenyamanan udara (AC).

Dari gambar grafik di atas, dapat diketahui bahwa pilihan suhu netral lebih banyak dengan warm. Apabila suhu netral ini ditambahkan dengan agak sejuk dan agak hangat maka suhu netral akan lebih bertambah lagi.

Untuk mendapatkan suhu netral pengunjung, maka dilakukan analisis regresi linier sederhana dari data pengunjung yang berada dalam ruang pameran yang menggunakan AC (AC). Berikut adalah gambar grafiknya.



Gambar 4. Analisis regresi linier sederhana dari persepsi pengunjung terhadap kondisi termal ruang pameran museum yang menggunakan AC

Dari grafik dapat diketahui suhu netral pengunjung sebagai berikut :

Apabila pilihan netral adalah $X=0$, maka suhu y adalah

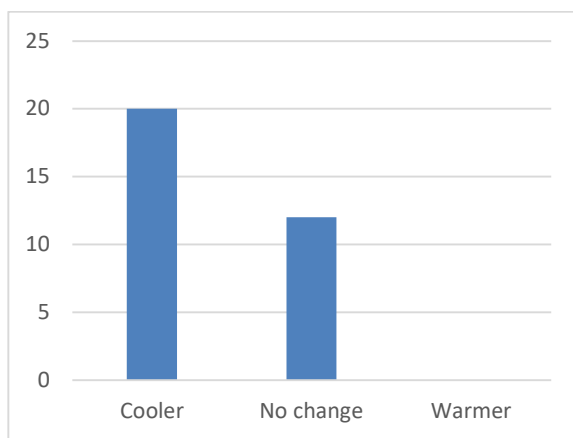
$$Y = 01035x + 29.488$$

$$Y = 29.48,$$

Jadi suhu netral pengunjung pada ruang pameran tanpa AC, penghawaan alami adalah 29.48 C

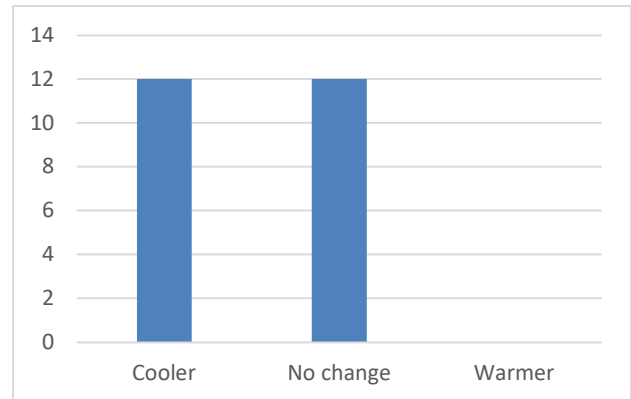
C. Persepsi pengunjung tentang keinginan perubahan temperature (want cooler, no change, want hotter)

Keinginan perubahan suhu pada ruang pameran tanpa AC disampaikan dengan grafik berikut:



Gambar 5. Data persepsi pengunjung terhadap perubahan dari kondisi termal sekarang pada ruang pameran museum yang tidak menggunakan AC.

Pada ruang pameran yang tidak dilengkapi dengan sistem pendingin udara (AC), sebagian pengunjung menyatakan keinginan agar suhu udara di dalam ruangan dibuat lebih sejuk. Namun demikian, terdapat pula sejumlah responden yang merasa kondisi suhu saat ini sudah cukup dan tidak memerlukan perubahan. Temuan ini menunjukkan bahwa secara umum suhu udara dalam ruang pameran tanpa AC masih berada dalam batas kenyamanan termal yang dapat diterima oleh mayoritas pengunjung. Selanjutnya, data mengenai preferensi pengunjung terhadap perubahan suhu tersebut disajikan dalam bentuk tabulasi berikut.

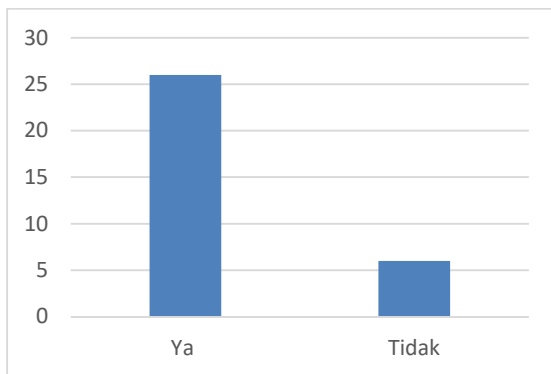


Gambar 6. Data persepsi pengunjung terhadap perubahan dari kondisi termal sekarang pada ruang pameran museum yang menggunakan AC

Jika pada ruang pameran tanpa AC hanya sebagian kecil pengunjung yang menginginkan perubahan suhu, maka pada ruang pameran yang menggunakan sistem AC, jumlah pengunjung yang menginginkan perubahan—khususnya suhu yang lebih sejuk—menjadi lebih signifikan. Namun, proporsi antara pengunjung yang menginginkan suhu tetap dan yang menginginkan suhu lebih rendah relatif seimbang. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi termal pada ruang pameran ber-AC secara umum telah memenuhi harapan dan kenyamanan sebagian besar pengunjung. Dengan kata lain, sistem AC yang diterapkan di ruang pameran mampu menciptakan lingkungan termal yang dapat diterima dan sesuai dengan preferensi mayoritas pengunjung museum.

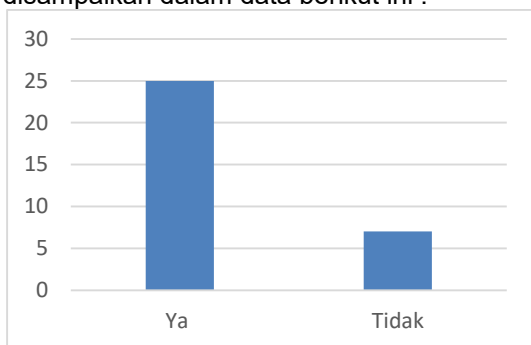
D. Kepuasan pengunjung tentang penerimaan kondisi termal (Thermal acceptability)

Persepsi pengunjung terhadap penerimaan kondisi termal ruang pameran tanpa AC. Apakah kondisi termal ini dapat diterima atau tidak. berikut adalah hasil tabulasi datanya :



Gambar 7. Data kepuasan pengunjung terhadap kondisi termal sekarang pada ruang pameran museum tanpa menggunakan AC/ AC

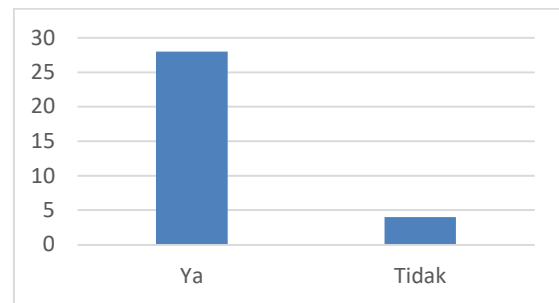
Pada pertanyaan: Apakah pengunjung dapat menerima kondisi termal ini, maka jawabannya hampir sebagian besar pengunjung dapat menerima kondisi termal ini. Yang tidak Sedangkan persepsi pengunjung terhadap penerimaan kondisi termal ruang pameran dengan AC disampaikan dalam data berikut ini :



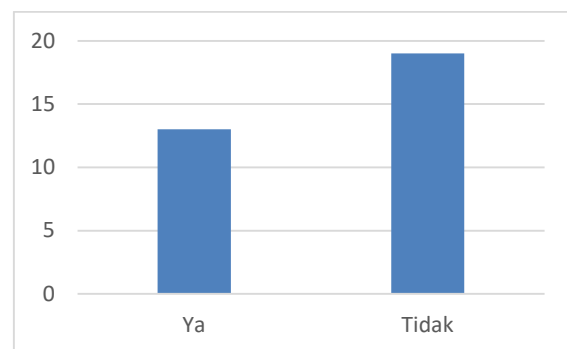
Gambar 8. Data kepuasan pengunjung terhadap kondisi termal sekarang pada ruang pameran museum yang menggunakan AC/ AC

E. Persepsi pengunjung terhadap adanya / tidak adanya aliran udara

Pengunjung dapat merasakan aliran udara pada ruangan tanpa AC disajikan dalam grafik berikut ini :



Gambar 9. Data pengunjung yang merasakan adanya aliran udara dalam pada ruang pameran museum tanpa menggunakan AC



Gambar 10. Data kepuasan pengunjung terhadap kondisi termal sekarang pada ruang pameran museum yang menggunakan AC

KESIMPULAN

Kesimpulan

Penelitian ini telah mengkaji persepsi pengunjung terhadap kondisi termal di ruang-ruang pameran Museum Bahari. Ruang pameran yang mengandalkan ventilasi alami atau tanpa sistem AC terdiri atas empat ruang, yakni: Ruang Awal Perkembangan Pelayaran Nusantara (Ruang Pamer 1), Ruang Koleksi Perahu Asli (Ruang Pamer 2), Ruang Biota Laut (Ruang Pamer 3), dan Ruang Pamer 7. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu udara di ruang-ruang tersebut memiliki rata-rata sebesar 29,7°C, dengan suhu tertinggi mencapai 30,2°C dan suhu terendah sebesar 28,8°C.

Sementara itu, ruang-ruang pameran yang dilengkapi dengan sistem AC meliputi Ruang Bangsa yang Ada di Batavia (Ruang Pamer 4), Ruang Penjajahan Asia di Batavia (Ruang Pamer 5), Ruang Bekas Kebakaran Lantai 1 (Ruang Pamer 6), dan Ruang Memorial Museum Bahari (Ruang Pamer 8). Pada ruang-ruang tersebut, suhu rata-rata

tercatat sebesar 28,82°C, dengan suhu maksimum 29,7°C dan minimum 26,3°C.

Jika dibandingkan dengan standar kenyamanan termal ruang dalam yang umumnya berada dalam kisaran 24°C hingga 26°C, maka dapat disimpulkan bahwa baik ruang pameran yang menggunakan ventilasi alami maupun yang menggunakan AC belum sepenuhnya memenuhi kriteria kenyamanan termal ideal. Hal ini menunjukkan perlunya evaluasi dan pengelolaan yang lebih tepat terhadap sistem penghawaan dalam bangunan bersejarah seperti museum untuk meningkatkan kenyamanan pengunjung sekaligus menjaga kondisi artefak.

SARAN

Penelitian lanjutan sebaiknya mengeksplorasi penggunaan material bangunan berdaya isolasi termal tinggi, serta elemen desain pasif seperti **shading devices**, **penambahan vegetasi**, atau **ventilasi silang (cross ventilation)** untuk menurunkan suhu ruangan secara alami tanpa bergantung penuh pada energi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ascione, F., Bellia, L., Capozzoli, A., & Minichiello, F. (2009). Energy saving strategies in air-conditioning for museums. *Applied Thermal Engineering*, 29, 676–686.
- ASHRAE. (2007). ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007: Ventilation for acceptable indoor air quality. Atlanta, GA: ASHRAE.
- Australian Government. (2004). Adaptive reuse: Preserving our past, building our future. Commonwealth of Australia.
- Balocco, A., & Grazzini, G. (2009). Numerical simulation of ancient natural ventilation systems of historical buildings: A case study in Palermo. *Journal of Cultural Heritage*, 10(2), 313–318.
- Bataille, G. (1930). *Musée* (Vol. I). Paris, France.
- Bellia, L., Capozzoli, A., Mazzei, P., & Minichiello, F. (2007). A comparison of HVAC systems for artwork conservation. *International Journal of Refrigeration*, 30, 1439–1451.
- Cantin, R., Burgholzer, J., Guarracino, G., Moujalled, B., Tamelikecht, S., & Royet, B. G. (2010). Field assessment of thermal behaviour of historical dwellings in France. *Building and Environment*, 45(2), 473–484.
- Corgnati, S. P., & Filippi, M. (2010). Assessment of thermo-hygrometric quality in museums: Method and in-field application to the “Duccio di Buoninsegna” exhibition at Santa Maria della Scala (Siena, Italy). *Journal of Cultural Heritage*, 11(3), 345–349.
- Elovitz, D. (1995). Minimum outside air control methods for VAV systems. *ASHRAE Transactions*, 101(2), 613–618.
- Ge, G., Xiao, F., & Wang, S. (2009, July 27–30). Indoor thermal comfort and energy efficiency of various air conditioning schemes for museum buildings. Paper presented at the 11th International IBPSA Conference, Glasgow, UK.
- Gennusa, M., Rizzo, G., Scaccianoce, G., & Nicoletti, F. (2005). Control of indoor environments in heritage buildings: Experimental measurements in an old Italian museum and proposal of a methodology. *Journal of Cultural Heritage*, 6, 147–155.
- Ghbuash, R. (2014, March 18). Interview by Hawra Askari. Women's Museum UAE, Dubai.
- Giovanni, L., Audenaert, A., & Braet, J. (2014). Natural ventilation as passive cooling strategy aimed at summer overheating reduction in heritage buildings: The case study of Vleeshuis Museum in Antwerp (Belgium). In *The European Conference on Sustainability, Energy & the Environment 2014: Official Conference Proceedings*.
- Sharif Askari, H., & Altan, H. (2014, November 23–25). Museum indoor environment and their effect on human health, comfort, performance and productivity. Paper presented at SEEP 2014, Dubai, UAE.
- Jeong, J., & Lee, K. (2006). The physical environment in museums and its effects on visitors' satisfaction. *Building and Environment*, 41, 963–969.
- Klenz, P., Larsen, M., Wessberg, M., & Brostrom, T. (2013). Adaptive ventilation for occasionally used churches. In *3rd European Workshop on Cultural Heritage Preservation (EWCHP)* (pp. 55–62).
- Kusuda, T. (1976). Control of ventilation to conserve energy while maintaining acceptable indoor air quality. *ASHRAE Transactions*, 82(1), 1169–1181.
- Macchia, A., Campanella, L., Gazzoli, D., Gravagna, E., Maras, A., Nunziante, S., Rocchia, M., & Roscioli, G. (2012). Realgar and light. *Procedia Chemistry*, 8, 185–193.



- Maahsen-Milan, A., & Fabbri, K. (2013). Energy restoration and retrofitting: Rethinking restoration projects by means of a reversibility/sustainability assessment. *Journal of Cultural Heritage*, 14(3), e41–e44.
- Mecklenburg, M. F. (2007). Determining the acceptable ranges of relative humidity and temperature in museums and galleries. Smithsonian Museum Conservation Institute.
- Michalski, S. (2007). The ideal climate, risk management, the ASHRAE chapter, proofed fluctuation, and toward a full risk analysis model. In *Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies* (pp. 1–19).
- Minutoli, G., & Farneti, F. (2009). Natural ventilation systems in historic buildings: Pitti Palace in Florence and Marchese Palace in Palermo. Florence, Italy.
- Nicholas, S., Jones, M., & Background, A. (2008, October). NMDC guiding principles for reducing museums' carbon footprint. UK National Museum Directors Council.
- Papadopoulos, A., Avgelis, A., & Anastaselos, D. (2008). Low energy cooling of the White Tower, functioning as a contemporary museum. *Energy and Buildings*, 40, 1377–1386.
- Pateraki, S., Papadopoulos, A., Vasilakos, C., & Maggos, T. (2011). Studying the indoor air quality in three non-residential environments of different use: A museum, a printery industry, and an office. *Building and Environment*, 46, 2333–2341.
- Plenderleith, H. J., & Werner, A. E. A. (1974). *The conservation of antiquities and works of art*. London, UK: Oxford University Press.
- Saraga, D., Pateraki, S., Papadopoulos, A., Vasilakos, C., & Maggos, T. (2011). Studying the indoor air quality in three non-residential environments of different use: A museum, a printery industry, and an office. *Building and Environment*, 46, 2333–2341.
- South West Museums & Libraries Association. (2014, March 4). The importance of museums. <http://www.swmlac.org.uk/theimportance-of-museums/>
- Thomson, G. (1978). *The museum environment*. London, UK: Butterworth & Co. Ltd.
- Wahab, H. A., & Zuhardi, A. F. (2013). Human visual quality: Art gallery exhibition. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 101, 476–487.

