E-ISSN: 3025-0994
Halaman 1732-1744
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026

Evaluasi Kenyamanan Termal Pada Bangunan Universitas Multimedia Nusantara Dengan Penerapan Sistem Secondary Skin

Muhammad Farhan Hendrian[1], Agus Suparman[2], Dimyati[3], Wahyu Prakosa[4], Didiek Pramono[5]

[1,2,3,4,5] Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Gunadarma, Indonesia
e-mail: farhan.hendrian@gmail.com

Abstrak

Kenyamanan termal merupakan salah satu aspek penting dalam kualitas lingkungan bangunan, khususnya pada bangunan pendidikan yang digunakan dalam durasi waktu relatif lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi kenyamanan termal pada Gedung D Universitas Multimedia Nusantara (UMN) yang menerapkan sistem secondary skin sebagai elemen pengendali panas. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif-deskriptif dengan dukungan pengukuran kuantitatif fisik termal. Pengukuran dilakukan secara langsung di lapangan pada area outdoor, koridor, dan ruang kelas di beberapa lantai terpilih, yaitu lantai 1, 5, 10, 15, dan 20, pada rentang waktu pukul 13.00 16.00 WIB. Parameter yang diukur meliputi suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan udara. Data hasil pengukuran kemudian dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan standar kenyamanan termal SNI 6390:2011 dan ASHRAE Standard 55 (2020), serta dievaluasi menggunakan CBE Thermal Comfort Tool pada kondisi representatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu ruang kelas umumnya berada dalam rentang yang dapat diterima secara termal, dengan selisih suhu antara ruang luar dan ruang dalam berkisar 2 4°C, yang mengindikasikan peran secondary skin dalam mengurangi beban panas bangunan. Namun demikian, tingkat kelembaban relatif yang cukup tinggi dan kecepatan udara yang sangat rendah di ruang kelas menjadi faktor pembatas utama dalam pencapaian kenyamanan termal optimal. Penelitian ini menunjukkan bahwa secondary skin efektif sebagai strategi pasif pengendalian panas, namun perlu didukung oleh strategi ventilasi yang lebih optimal untuk meningkatkan kualitas kenyamanan termal pengguna ruang.

Kata Kunci: Kenyamanan Termal, Secondary Skin, Bangunan Pendidikan, ASHRAE 55, SNI 6390:2011, Universitas Multimedia Nusantara.

Abstract

Thermal comfort is one of the important aspects of building environmental quality, particularly in educational buildings that are occupied for relatively long periods of time. This study aims to evaluate the thermal comfort conditions in Building D of Universitas Multimedia Nusantara (UMN), which implements a secondary skin system as a heat control element. The research employed a qualitative-descriptive approach supported by quantitative measurements of thermal physical conditions. Measurements were conducted directly on-site in outdoor areas, corridors, and classrooms on selected floors, namely the 1st, 5th, 10th, 15th, and 20th floors, during the period from 1:00 PM to 4:00 PM WIB. The measured parameters included air temperature, relative humidity, and air velocity. The collected data were then analyzed descriptively and compared with the thermal comfort standards of SNI 6390:2011 and ASHRAE Standard 55 (2020), as well as evaluated using the CBE Thermal Comfort Tool under representative

conditions. The results indicate that classroom temperatures generally fall within an acceptable thermal range, with temperature differences between outdoor and indoor spaces ranging from 2–4°C, indicating the role of the secondary skin in reducing the building's heat load. However, the relatively high level of relative humidity and the very low air velocity in classrooms were identified as the main limiting factors in achieving optimal thermal comfort. This study demonstrates that the secondary skin is effective as a passive heat control strategy, but it needs to be supported by more optimal ventilation strategies to improve the thermal comfort quality for building occupants.

Keywords : Thermal Comfort, Secondary Skin, Educational Building, Ashrae 55, Sni 6390:2011, Universitas Multimedia Nusantara.

LATAR BELAKANG

Kenyamanan termal merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan kualitas lingkungan bangunan karena berpengaruh langsung terhadap kondisi fisiologis dan psikologis penggunanya. Pada bangunan pendidikan, kenyamanan termal menjadi aspek penting karena aktivitas belajar dan mengajar berlangsung dalam durasi waktu yang relatif lama dan membutuhkan tingkat konsentrasi tinggi. Kondisi termal yang tidak sesuai dapat menurunkan kenyamanan, kesehatan, serta produktivitas pengguna ruang.

Menurut ASHRAE Standard 55 (2020), kenyamanan termal didefinisikan sebagai kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termal, yang menunjukkan bahwa kenyamanan tidak hanya ditentukan oleh suhu udara, tetapi juga oleh persepsi manusia terhadap lingkungannya. Fanger (1970) menjelaskan bahwa kenyamanan termal dipengaruhi oleh enam variabel utama, yaitu suhu udara, suhu radiasi rata-rata, kelembaban relatif, kecepatan udara, tingkat metabolisme, dan jenis pakaian. Interaksi antar variabel tersebut menentukan tingkat kenyamanan yang dirasakan pengguna ruang.

Lingkungan termal yang tidak nyaman dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti kelelahan, stres panas, serta penurunan konsentrasi dan kinerja (Nicol & Humphreys, 2002). Pada iklim tropis, suhu udara yang tinggi disertai kelembaban relatif yang besar dapat menghambat proses penguapan keringat, sehingga tubuh kesulitan mempertahankan keseimbangan suhu internal. Oleh karena itu, perancangan bangunan perlu memperhatikan strategi pengendalian termal yang tepat.

Dalam konteks iklim tropis, pendekatan desain pasif menjadi strategi penting untuk meningkatkan kenyamanan termal sekaligus efisiensi energi bangunan. Salah satu strategi yang banyak diterapkan adalah penggunaan secondary skin atau fasad ganda, yang berfungsi sebagai lapisan pelindung tambahan terhadap radiasi matahari langsung serta sebagai pengendali kondisi mikroklimat bangunan.

Secondary skin bekerja dengan menciptakan zona penyangga udara antara lingkungan luar dan fasad utama bangunan. Prianto (2017) menyatakan bahwa secondary skin yang dirancang dengan material, jarak, dan orientasi yang tepat mampu menurunkan intensitas radiasi panas secara signifikan. Selain berperan dalam pengendalian panas, secondary skin juga berpotensi memengaruhi sirkulasi udara dan stabilitas suhu ruang dalam.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan secondary skin pada bangunan pendidikan mampu menurunkan suhu ruang dalam sebesar 2 3°C dan meningkatkan kenyamanan termal pengguna (Rachmad & Prasetyo, 2019; Wiryomartono, 2016). Namun demikian, efektivitas secondary skin sangat bergantung pada konfigurasi desain fasad, sistem ventilasi, serta kondisi lingkungan sekitar bangunan.

Menurut Koenigsberger et al. (1974), desain bangunan tropis harus mampu mengurangi panas matahari sekaligus memaksimalkan ventilasi alami untuk mencapai kenyamanan termal

yang optimal. Givoni (1998) menyatakan bahwa ventilasi alami memiliki peran penting dalam menurunkan sensasi panas pada bangunan di wilayah beriklim tropis lembab. Berdasarkan penelitian Yeang (1996), penggunaan fasad pasif seperti secondary skin dapat meningkatkan efisiensi energi bangunan dan mengurangi beban pendinginan ruang. Olgyay (2015) menjelaskan bahwa kenyamanan termal pada bangunan sangat dipengaruhi oleh hubungan antara iklim, orientasi bangunan, dan strategi desain pasif yang diterapkan.

Gedung D Universitas Multimedia Nusantara (UMN) merupakan salah satu bangunan pendidikan yang menerapkan secondary skin sebagai bagian dari pendekatan desain berkelanjutan. Meskipun demikian, sejauh mana elemen tersebut berkontribusi terhadap kenyamanan termal pengguna ruang, khususnya pada area koridor dan ruang kelas, masih perlu dievaluasi berdasarkan pengukuran lapangan dan analisis yang terukur.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi kenyamanan termal pada Gedung D UMN melalui pengukuran suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan udara, serta menganalisis keterkaitan penerapan secondary skin dengan kenyamanan termal ruang. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kinerja termal bangunan dan peran elemen fasad pasif dalam mendukung kenyamanan pengguna.

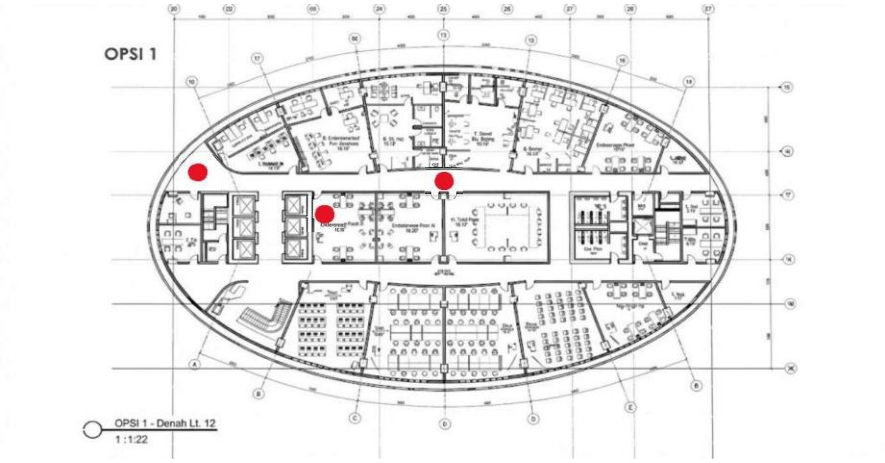
METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-deskriptif dengan dukungan pengukuran kuantitatif fisik termal untuk menggambarkan dan memahami kondisi kenyamanan termal bangunan secara nyata di lapangan. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak bertujuan menguji hipotesis statistik, melainkan mengevaluasi kondisi eksisting bangunan serta peran elemen arsitektural, khususnya secondary skin, dalam membentuk lingkungan termal ruang. Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian lapangan (field research) yang bersifat non-eksperimental.



Gambar 1. Objek Penelitian

Lokasi penelitian berada di Gedung D Universitas Multimedia Nusantara (UMN) yang merupakan salah satu bangunan tertinggi di kawasan kampus dan menerapkan secondary skin pada fasadnya. Objek penelitian meliputi area outdoor, koridor, dan ruang kelas pada lantai 1, 5, 10, 15, dan 20. Pemilihan lantai dilakukan dengan interval kelipatan lima untuk merepresentasikan variasi kondisi termal secara vertikal akibat perbedaan ketinggian bangunan, tanpa harus mengamati seluruh lantai secara keseluruhan.



Gambar 2. Denah Objek Penelitian

Pengukuran dilakukan pada rentang waktu pukul 13.00–16.00 WIB, yang merepresentasikan periode beban panas tertinggi pada siang hingga sore hari. Parameter yang diukur meliputi suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan udara sebagai variabel utama kenyamanan termal, serta suhu permukaan untuk menilai pengaruh radiasi panas. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, observasi lapangan, dan pengukuran termal langsung menggunakan thermo-hygrometer, anemometer, dan infrared thermometer dengan prosedur pengukuran yang konsisten.

Data hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan ASHRAE Standard 55 (2020) dan SNI 6390:2011 untuk menentukan tingkat kenyamanan termal ruang. Selain itu, analisis lanjutan dilakukan menggunakan CBE Thermal Comfort Tool pada kondisi ruang kelas yang paling representatif, yaitu di lantai tengah bangunan pada beberapa waktu pengamatan. Validitas dan reliabilitas data dijaga melalui penggunaan parameter standar, alat ukur yang sesuai, prosedur pengukuran yang konsisten, serta pengulangan pengambilan data pada rentang waktu yang sama.

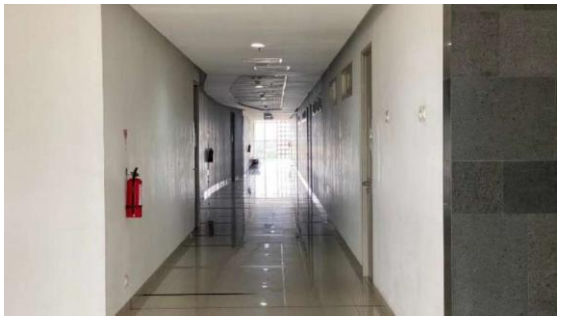
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Gedung D Universitas Multimedia Nusantara (UMN) merupakan bangunan bertingkat tinggi yang berfungsi sebagai fasilitas utama kegiatan akademik. Bangunan ini dirancang dengan pendekatan arsitektur berkelanjutan, salah satunya melalui penerapan sistem *secondary skin* pada seluruh fasad bangunan. Secondary skin tersebut berfungsi sebagai elemen pelindung terhadap radiasi matahari langsung sekaligus membentuk identitas visual bangunan. Sebagai bangunan tertinggi di kawasan kampus, Gedung D memiliki potensi variasi kondisi lingkungan termal secara vertikal, sehingga relevan untuk dikaji dalam penelitian kenyamanan termal.



Gambar 3. Semi Outdoor Gedung D UMN



Gambar 4. Lorong Gedung D UM



Gambar 5. Ruang Kelas Gedung D UMN

Ruang yang diamati dalam penelitian ini meliputi area luar bangunan (outdoor), koridor, dan ruang kelas. Koridor berperan sebagai ruang transisi yang memiliki hubungan langsung dengan fasad dan secondary skin, sehingga berpotensi dipengaruhi secara langsung oleh kondisi lingkungan luar. Sementara itu, ruang kelas merupakan ruang aktivitas utama dengan durasi penggunaan yang relatif lama, sehingga menuntut kondisi kenyamanan termal yang lebih stabil untuk menunjang proses belajar mengajar.

Pengamatan dilakukan pada kondisi cuaca sedikit mendung dengan intensitas radiasi matahari yang tidak sepenuhnya maksimal. Meskipun demikian, suhu udara dan kelembaban relatif lingkungan tetap berada pada kisaran tinggi yang umum terjadi pada iklim tropis lembab. Kondisi ini dianggap representatif karena mencerminkan situasi harian yang sering dialami pengguna Gedung D UMN, sehingga hasil pengukuran dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja termal bangunan secara realistis.

Hasil Pengukuran Kenyamanan Termal

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kondisi termal Gedung D UMN dipengaruhi oleh waktu pengamatan, jenis ruang, dan ketinggian lantai. Pada rentang waktu pukul 13.00 –14.00, suhu udara luar tercatat berada pada kisaran 29,5–31°C, dengan kecepatan angin yang meningkat seiring bertambahnya ketinggian lantai. Kecepatan angin luar di lantai atas mencapai lebih dari 4 m/s, sedangkan di lantai bawah berada pada kisaran yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh elevasi bangunan terhadap intensitas pergerakan udara luar.

Tabel 1. Data Rentang Waktu 13.00-14.00

Lantai	Jenis Ruang	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan Udara (m/s)
1	Outdoor	30,0	68	1,5
1	Koridor/Indoor	31,0	66	0,0
5	Outdoor	31,0	64	3,2
5	Koridor	29,0	65	0,0
5	Kelas	28,0	67	0,0
10	Outdoor	30,0	64	3,3
10	Koridor	29,0	66	0,0
10	Kelas	25,0	61	0,0
15	Outdoor	30,0	67	4,1
15	Koridor	30,3	67	1,1
15	Kelas	30,2	68	0,0
20	Outdoor	29,7	71	4,2
20	Koridor	29,8	71	1,3
20	Kelas	27,2	66	0,0

Tabel 2. Data Rentang Waktu 14.00-15.00

Lantai	Jenis Ruang	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan Udara (m/s)
1	Outdoor	29,5	73	0,8
1	Koridor/Indoor	29,8	75	0,0
5	Outdoor	29,5	71	1,8
5	Koridor	29,9	72	0,0

Lantai	Jenis Ruang	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan Udara (m/s)
5	Kelas	27,2	65	0,0
10	Outdoor	29,5	68	2,5
10	Koridor	29,6	69	0,0
10	Kelas	25,4	67	0,0
15	Outdoor	30,2	71	4,2
15	Koridor	29,6	70	1,4
15	Kelas	28,2	70	0,0
20	Outdoor	30,0	72	4,0
20	Koridor	29,7	71	0,9
20	Kelas	27,5	65	0,0

Tabel 3. Data Rentang Waktu 15.00-16.00

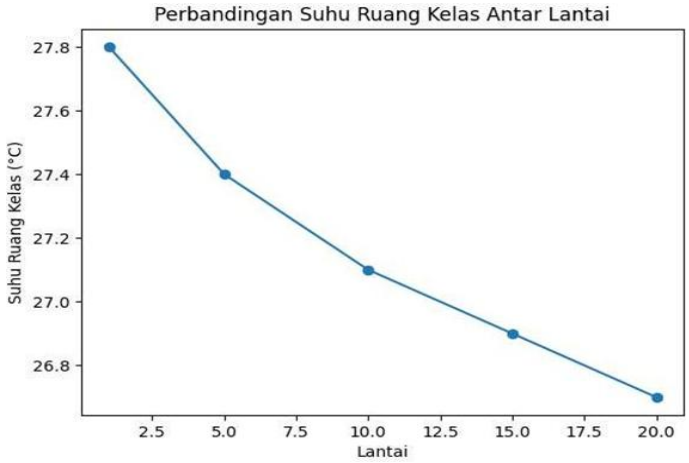
Lantai	Jenis Ruang	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan Udara (m/s)
1	Outdoor	29,6	72	0,9
1	Koridor/Indoor	29,7	76	0,0
5	Outdoor	29,5	74	1,5
5	Koridor	28,8	73	0,0
5	Kelas	27,5	66	0,0
10	Outdoor	29,0	73	3,0
10	Koridor	28,6	75	2,6
10	Kelas	27,8	70	0,0
15	Outdoor	28,9	74	5,2
15	Koridor	28,5	75	3,3
15	Kelas	27,6	78	0,0
20	Outdoor	28,0	75	6,0
20	Koridor	27,8	76	2,5
20	Kelas	26,8	77	0,0

Berbeda dengan kondisi outdoor, kecepatan udara di area koridor dan ruang kelas pada seluruh lantai cenderung sangat rendah, bahkan pada beberapa titik mencapai 0 m/s. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pergerakan udara luar tidak sepenuhnya masuk ke dalam ruang, sehingga sirkulasi udara alami di dalam bangunan masih terbatas. Meskipun

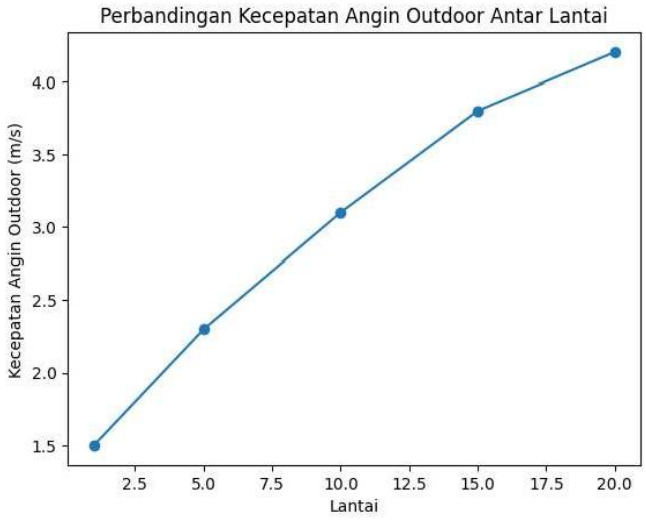
demikian, suhu ruang kelas pada periode ini berada pada kisaran yang lebih rendah dibandingkan suhu udara luar, yang menunjukkan adanya peran selubung bangunan dalam menahan panas.

Pada rentang waktu pukul 14.00 15.00, suhu udara luar relatif stabil pada kisaran 29 30°C, namun diikuti dengan peningkatan kelembaban relatif hingga lebih dari 70%. Suhu ruang kelas pada periode ini tetap berada pada kisaran 25,4 28,2°C dan menunjukkan fluktuasi yang relatif kecil antar lantai. Stabilitas suhu ini mengindikasikan bahwa desain bangunan, termasuk penerapan secondary skin, mampu menjaga kondisi termal ruang dalam agar tidak terlalu terpengaruh oleh perubahan lingkungan luar.

Pada periode pukul 15.00 16.00, suhu udara luar cenderung menurun hingga kisaran 27 29°C, namun peningkatan kelembaban relatif menjadi lebih signifikan. Kelembaban relatif ruang kelas pada beberapa lantai tercatat melebihi 75%, yang berpotensi menurunkan tingkat kenyamanan termal meskipun suhu udara masih berada pada kisaran yang dapat diterima. Kecepatan udara di dalam ruang kelas tetap rendah, sehingga tidak mampu membantu proses pendinginan tubuh pengguna melalui konveksi dan evaporasi.



Gambar 6. Grafik Perbadningan Suhu Kelas Antar Lantai



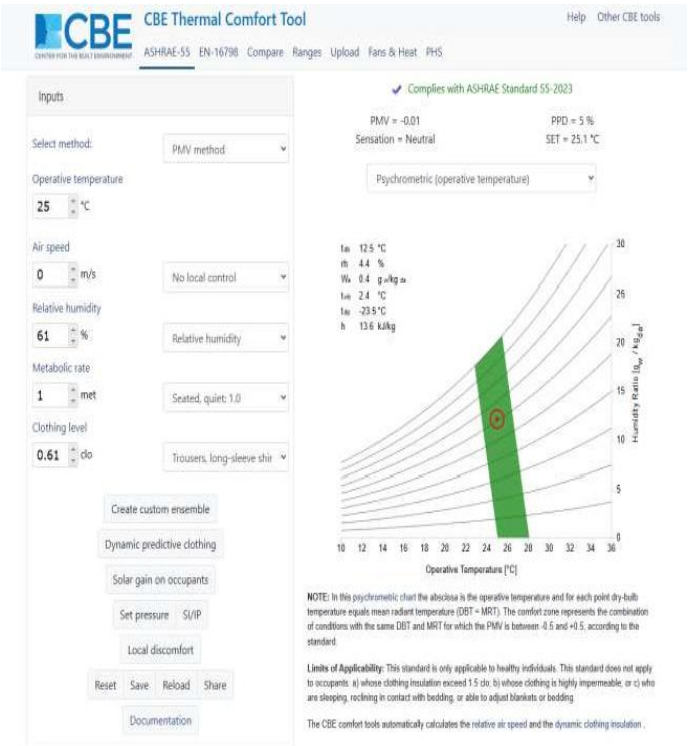
Gambar 7. Grafik Perbandingan Kecepatan Angin Antar Lantai

Secara umum, perbandingan kondisi termal antar lantai menunjukkan bahwa lantai atas memiliki kecepatan angin luar yang lebih besar dibandingkan lantai bawah. Namun, perbedaan suhu ruang kelas antar lantai relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa desain selubung bangunan dan secondary skin mampu meredam pengaruh variasi kondisi lingkungan luar terhadap ruang dalam, sehingga kondisi termal ruang kelas cenderung seragam pada berbagai ketinggian lantai.

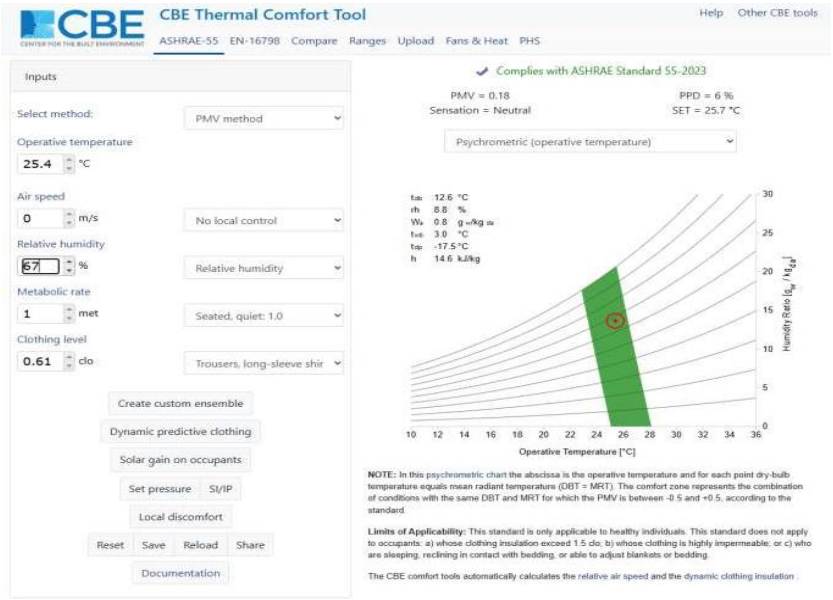
Analisis Kenyamanan Termal Berdasarkan Standar

Berdasarkan perbandingan dengan SNI 6390:2011, suhu ruang kelas pada Gedung D UMN sebagian besar berada dalam atau mendekati rentang suhu nyaman yang direkomendasikan, yaitu 24–28°C. Temuan ini menunjukkan bahwa secara temperatur, kondisi ruang kelas masih dapat diterima. Namun, pada beberapa waktu pengamatan, khususnya setelah pukul 15.00, nilai kelembaban relatif tercatat melebihi batas atas standar, yaitu 70%. Kondisi ini berpotensi menurunkan kenyamanan termal meskipun suhu udara masih tergolong nyaman.

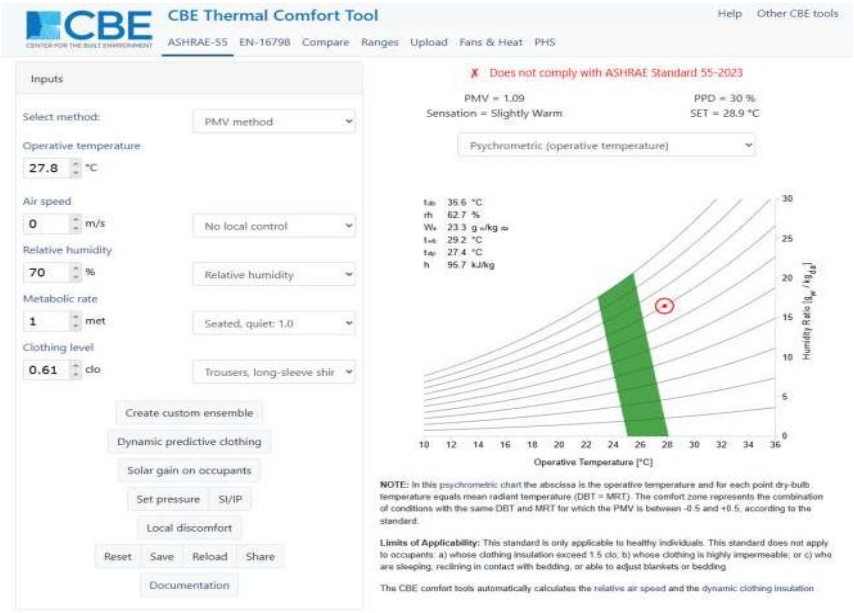
Analisis berdasarkan ASHRAE Standard 55 (2020) menunjukkan bahwa suhu ruang kelas pada kisaran 25–27°C masih termasuk dalam kategori *acceptable thermal condition* untuk aktivitas ringan hingga sedang, seperti kegiatan belajar mengajar. Namun, standar ini juga menekankan pentingnya kombinasi antara suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan udara. Kecepatan udara yang sangat rendah di ruang kelas, disertai kelembaban relatif yang tinggi, berpotensi menimbulkan sensasi pengap dan menurunkan persepsi kenyamanan termal pengguna.



Gambar 8. CBE Kelas Lantai 10 jam 13.00



Gambar 9. CBE Kelas Lantai 10 Jam 14.00



Gambar 10. CBE Kelas Lantai 10 Jam 15.00

Untuk memperkuat analisis, data hasil pengukuran dianalisis menggunakan CBE Thermal Comfort Tool pada ruang kelas lantai 10 sebagai kondisi representatif. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sebagian besar kondisi ruang kelas masih berada dalam kategori *thermally acceptable*. Namun, nilai Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) cenderung meningkat pada kondisi dengan kelembaban tinggi dan kecepatan udara rendah. Temuan ini menguatkan hasil analisis berdasarkan standar bahwa permasalahan utama kenyamanan termal tidak terletak pada suhu udara, melainkan pada minimnya sirkulasi udara di dalam ruang.

Analisis Pengaruh Secondary Skin

Perbandingan antara suhu udara luar dan suhu ruang kelas menunjukkan adanya selisih suhu berkisar antara 2–4°C. Selisih ini mengindikasikan bahwa secondary skin berperan dalam mengurangi radiasi panas matahari yang masuk ke dalam bangunan sebelum mencapai fasad utama dan ruang dalam. Secondary skin berfungsi sebagai lapisan penyangga yang menahan dan memfilter panas, sehingga energi panas yang diteruskan ke dinding utama bangunan menjadi lebih rendah.

Tabel 4. Selisih Suhu Udara Outdoor, Koridor, dan Ruang Kelas Gedung D UMN

Waktu Pengamatan	Suhu Outdoor (°C)	Suhu Koridor (°C)	Suhu Ruang Kelas (°C)	Selisih Suhu Outdoor Kelas (°C)
13.00–14.00	30,0 – 31,0	29,0 – 30,3	25,0 – 28,0	2,0 – 4,0
14.00–15.00	29,5 – 30,2	29,6 – 29,9	25,4 – 28,2	2,0 – 4,1
15.00–16.00	28,0 – 29,6	27,8 – 28,6	26,8 – 27,8	1,2 – 2,8

Selain berpengaruh terhadap penurunan suhu, secondary skin juga memengaruhi kondisi mikroklimat di sekitar bangunan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu pada koridor dan ruang kelas cenderung lebih stabil dibandingkan suhu udara luar. Stabilitas ini menunjukkan bahwa secondary skin mampu meredam fluktuasi suhu akibat perubahan kondisi cuaca, terutama pada jam-jam puncak radiasi matahari.

Tabel 5. Data Pengukuran Suhu dan Kelembapan Termal

Waktu	Suhu Outdoor (°C)	Suhu Koridor (°C)	Suhu Ruang Kelas (°C)	RH Ruang Kelas (%)
13.00 14.00	30,5	28,2	26,8	68
14.00 15.00	29,8	27,9	26,6	72
15.00 16.00	28,5	27,5	26,4	76

Namun demikian, pengaruh secondary skin terhadap peningkatan kecepatan udara di dalam ruang kelas masih tergolong terbatas. Aliran udara yang terjadi di celah fasad belum sepenuhnya masuk ke ruang dalam, sehingga kelembaban relatif tetap tinggi dan pergerakan udara di ruang kelas sangat rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa peran secondary skin pada Gedung D UMN lebih dominan sebagai elemen pengendali panas dibandingkan sebagai penggerak ventilasi alami.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi kenyamanan termal pada Gedung D UMN merupakan hasil interaksi antara kondisi iklim luar, karakteristik ruang, dan penerapan elemen arsitektural berupa secondary skin. Secondary skin terbukti efektif dalam menurunkan suhu ruang dan menjaga stabilitas termal ruang kelas, yang ditunjukkan oleh selisih suhu antara ruang luar dan ruang dalam serta fluktuasi suhu yang relatif kecil sepanjang waktu pengamatan.

Meskipun demikian, kenyamanan termal yang optimal belum sepenuhnya tercapai. Tingkat kelembaban relatif yang tinggi serta minimnya pergerakan udara di ruang kelas menjadi faktor utama yang menurunkan kualitas kenyamanan termal. Temuan ini sejalan dengan teori Fanger (1970) yang menyatakan bahwa kenyamanan termal merupakan hasil interaksi berbagai variabel lingkungan dan personal, sehingga pencapaian suhu ideal saja tidak cukup untuk menjamin kondisi nyaman secara menyeluruh.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan secondary skin sebagai strategi arsitektur pasif pada bangunan pendidikan di iklim tropis memiliki kontribusi positif terhadap pengendalian panas. Namun, untuk mencapai kenyamanan termal yang lebih optimal, penerapan elemen tersebut perlu dipadukan dengan strategi ventilasi yang lebih efektif agar sirkulasi udara dan pengendalian kelembaban dapat ditingkatkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan dan analisis kenyamanan termal pada Gedung D Universitas Multimedia Nusantara (UMN), dapat disimpulkan bahwa kondisi kenyamanan termal bangunan dipengaruhi oleh kombinasi suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan udara. Suhu ruang kelas dan koridor umumnya berada pada kisaran 25 28°C sehingga masih termasuk dalam rentang kenyamanan berdasarkan SNI 6390:2011 dan ASHRAE Standard 55 (2020). Namun, tingginya kelembaban relatif serta rendahnya kecepatan udara di ruang kelas menyebabkan kondisi termal belum sepenuhnya optimal. Hasil analisis menggunakan CBE Thermal Comfort Tool menunjukkan bahwa ruang kelas masih berada pada kategori acceptable thermal condition, meskipun terdapat potensi ketidaknyamanan akibat minimnya pergerakan udara. Penerapan secondary skin terbukti efektif dalam mengurangi panas radiasi matahari, yang ditunjukkan oleh selisih suhu antara

ruang luar dan ruang kelas sebesar ±2 4°C, namun perannya lebih dominan sebagai pengendali panas bangunan dibandingkan sebagai elemen peningkat ventilasi alami.

DAFTAR PUSTAKA

Ashrae. (2020). Ashrae Standard 55: Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy. Atlanta: American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers.

Center For The Built Environment (Cbe). (2023). Cbe Thermal Comfort Tool.

Fanger, P. O. (1970). Thermal Comfort: Analysis And Applications In Environmental Engineering. New York: Mcgraw-Hill.

Givoni, B. (1998). Climate Considerations In Building And Urban Design. New York: John Wiley & Sons.

International Organization For Standardization. (2005). Iso 7730: Ergonomics Of The Thermal Environment Analytical Determination And Interpretation Of Thermal Comfort Using Calculation Of Pmv And Ppd Indices. Geneva: Iso.

Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2011). Sni 6390:2011 Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhew, A., & Szokolay, S. V. (1974). Manual Of Tropical Housing And Building. London: Longman Group Ltd.

Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive Thermal Comfort And Sustainable Thermal Standards For Buildings. Energy And Buildings, 34(6), 563–572.

Olgyay, V. (2015). Design With Climate: Bioclimatic Approach To Architectural Regionalism. Princeton: Princeton University Press.

Prianto, E. (2017). Arsitektur Tropis: Adaptasi Bangunan Terhadap Iklim Panas Lembab. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Rachmad, A., & Prasetyo, A. (2019). Pengaruh Secondary Skin Terhadap Kinerja Termal Bangunan Pada Iklim Tropis. Jurnal Arsitektur Dan Lingkungan Binaan, 6(2), 85–94.

Szokolay, S. V. (2008). Introduction To Architectural Science: The Basis Of Sustainable Design. Oxford: Architectural Press.

University Of California, Berkeley. Diakses Dari: Https://Comfort.Cbe.Berkeley.Edu/

Wiryomartono, A. B. P. (2016). Arsitektur Tropis Dan Kenyamanan Termal. Jakarta: Gramedia.

Yeang, K. (1996). The Skyscraper Bioclimatically Considered: A Design Primer. London: Academy Editions.