

ANALISIS KENYAMANAN TERMAL RUANG GAMBAR FTSP USTJ PADA IKLIM TROPIS LEMBAP JAYAPURA

THERMAL COMFORT ANALYSIS OF THE DRAWING STUDIO AT FTSP USTJ IN HUMID TROPICAL CLIMATE

Faris Izza Prayudha*, Genoveva Sibilina Prafianti, dan Mathias Mikawa

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura,

Jl Raya Abepura, Kota Jayapura, Papua, Indonesia

*e-mail penulis korespondensi: farisprayudha06@gmail.com

ABSTRAK

Kenyamanan termal merupakan kebutuhan mendasar pada ruang belajar, khususnya di wilayah tropis lembap seperti Jayapura. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi kenyamanan termal Ruang Gambar Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, mengidentifikasi parameter iklim mikro yang paling dominan, serta merumuskan strategi desain pasif yang sesuai. Pengukuran lapangan dilakukan pada tiga waktu (pagi, siang, dan sore) menggunakan *Elitac Data Logger*, *Heat Stress Meter*, dan *Hobo Data Logger* pada tiga titik amatan. Parameter yang diukur meliputi suhu udara, kelembapan relatif, kecepatan udara, *Wet-Bulb Globe Temperature* (WBGT), dan intensitas pencahayaan. Hasil menunjukkan suhu udara meningkat dari 29,1–29,5 °C pada pagi hari menjadi 31,8–32,1 °C pada siang hari, dengan WBGT mencapai 33,1 °C. Kelembapan relatif tetap tinggi (69–79%) sehingga menghambat pelepasan panas tubuh. Intensitas pencahayaan melonjak hingga 4.852,5 lux, jauh di atas standar ruang gambar yang ideal (750 lux). Meskipun sistem ventilasi alami silang menghasilkan kecepatan udara hingga 1,171 m/s, ruang tetap berada pada zona risiko stres panas pada siang hingga sore hari. Penyebab utama adalah orientasi bukaan ke arah Barat Daya tanpa peneduh sehingga radiasi matahari masuk berlebihan. Strategi desain pasif yang direkomendasikan mencakup louver vertikal, tirai/kaca film, vegetasi peneduh, selubung reflektif, ventilasi hibrida, serta manajemen jadwal dan kapasitas hunian.

Kata kunci : *Desain Pasif, Iklim Tropis, Kenyamanan Termal, Ruang Gambar, Ventilasi Alami*

ABSTRACT

Thermal comfort is a fundamental requirement in learning spaces, particularly in humid tropical regions such as Jayapura. This study aims to analyze the thermal comfort condition of the Drawing Studio at the Faculty of Civil Engineering and Planning, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, to identify the most dominant microclimate parameters, and to formulate appropriate passive design strategies. Field measurements were conducted at three periods (morning, noon, and afternoon) using an *Elitac Data Logger*, a *Heat Stress Meter*, and a *Hobo Data Logger* at three observation points. The measured parameters were air temperature, relative humidity, air velocity, *Wet-Bulb Globe Temperature* (WBGT), and illuminance. Results show that air temperature rose from 29.1–29.5 °C in the morning to 31.8–32.1 °C at noon, with WBGT reaching 33.1 °C. Relative humidity remained high (69–79%), inhibiting body heat release. Illuminance surged to 4,852.5 lux, far above the ideal standard for a drawing studio (750 lux). Although cross ventilation produced air velocities up to 1.171 m/s, the room remained within a high heat-stress risk zone from noon to afternoon. The main cause is the southwest-facing openings without shading. The recommended passive strategies include vertical louvers, internal blinds/solar film, shading vegetation, reflective envelopes, hybrid ventilation, and management of schedule and occupancy.

Keywords: *Cross Ventilation, Drawing Studio, Passive Design, Thermal Comfort, Tropical Climate*

I. PENDAHULUAN

Penerapan konsep arsitektur tropis merupakan kebutuhan dalam perancangan bangunan di Indonesia, khususnya pada kota pesisir seperti Jayapura yang memiliki intensitas radiasi matahari tinggi serta kelembapan udara yang signifikan. Kenyamanan termal bukan sekadar pelengkap, melainkan kebutuhan mendasar yang memengaruhi kesehatan, kondisi psikologis, dan efisiensi kerja pengguna bangunan. Dalam konteks pendidikan arsitektur, pemahaman mengenai bagaimana bangunan merespons panas matahari dan mengelola sirkulasi udara menjadi kompetensi inti untuk menghasilkan desain yang berkelanjutan.

Iklim Kota Jayapura tergolong tropis lembap dengan suhu udara harian yang relatif tinggi dan kelembapan relatif yang besar sepanjang tahun. Karakteristik ini menuntut bangunan untuk mampu mengendalikan perolehan panas (*heat gain*) dari radiasi matahari sekaligus memaksimalkan pelepasan panas melalui ventilasi. Ketika kedua aspek tersebut tidak terpenuhi, ruang dalam bangunan cenderung mengalami akumulasi panas yang menurunkan kualitas lingkungan termal dan kenyamanan penggunaannya.

Ruang Gambar pada Gedung Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Universitas Sains dan Teknologi Jayapura merupakan jantung aktivitas mahasiswa Arsitektur yang menuntut durasi penggunaan panjang dengan konsentrasi tinggi. Aktivitas menggambar membutuhkan kenyamanan termal sekaligus kenyamanan visual yang baik. Keterbatasan peneduh, orientasi bukaan, dan pemilihan material kerap menyebabkan akumulasi panas serta intensitas cahaya berlebih di dalam ruang, sehingga memicu ketidaknyamanan termal dan kelelahan visual yang menghambat proses belajar-mengajar.

Beberapa kajian menjadi rujukan dalam penelitian ini. Al-hafiz dkk. (2021) menyatakan bahwa standar internasional seperti ASHRAE 55 dan ISO 7730 kurang relevan diterapkan mentah di wilayah tropis karena masyarakat tropis memiliki toleransi suhu lebih tinggi. Furqoni dkk. (2022) menegaskan bahwa kenyamanan termal ditentukan oleh suhu udara, kelembapan relatif, dan pergerakan udara, sementara Edar dan Wahyuni (2021) menemukan korelasi berbanding terbalik antara suhu dan kelembapan relatif dalam ruang. Alfiah dkk. (2023) menambahkan bahwa tata letak bukaan dan material selubung memegang kendali atas fluktuasi panas ruang.

Secara konseptual, kenyamanan termal merupakan kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termal di sekitar pengguna. Kondisi ini bersifat gabungan antara aspek objektif yang terukur berupa suhu udara, suhu radiasi, kelembapan, dan kecepatan udara dengan aspek subjektif yang dipersepsikan, dipengaruhi pula oleh tingkat aktivitas dan jenis pakaian. Pada iklim tropis lembap, kelembapan tinggi menjadi penghambat dominan karena memperlambat penguapan keringat sehingga pelepasan panas tubuh terganggu, sedangkan pergerakan udara berperan penting dalam mengembalikan sensasi sejuk. Selain kenyamanan termal, ruang gambar juga menuntut kenyamanan visual. Intensitas cahaya yang berlebihan dapat menimbulkan silau dan kelelahan mata yang sama menggonggonya dengan beban panas.

Meskipun banyak penelitian membahas kenyamanan termal pada ruang kuliah dan hunian, kajian khusus pada ruang studio gambar di lingkungan kampus beriklim tropis lembap masih terbatas, padahal ruang ini memiliki pola penggunaan dan beban internal yang khas. Penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan menyajikan data pengukuran lapangan yang menggabungkan parameter termal dan pencahayaan secara bersamaan.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan status kenyamanan termal Ruang Gambar FTSP USTJ dan mengidentifikasi parameter iklim mikro yang paling berpengaruh, mengkaji penyebab perbedaan hasil pengukuran antar titik dan antar waktu, mengevaluasi efektivitas ventilasi alami serta orientasi dan konfigurasi bukaan, dan merumuskan beberapa alternatif strategi desain pasif yang aplikatif untuk meningkatkan kualitas kenyamanan termal ruang.

Manfaat penelitian ini bersifat akademis sekaligus praktis. Secara akademis, kegiatan ini melatih mahasiswa menghubungkan teori iklim mikro dan fisika bangunan dengan data empiris di lapangan serta mengasah keterampilan mengoperasikan instrumen pengukur dan menafsirkan grafik fluktuasi termal. Secara praktis, hasil analisis dapat menjadi bahan pertimbangan pengelola fakultas dalam pemeliharaan dan penataan ruang studio, sekaligus pedoman penerapan strategi desain pasif pada bangunan pendidikan beriklim tropis lembap demi efisiensi energi.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui pengukuran iklim mikro secara langsung di lapangan, dilengkapi pengamatan kualitatif terhadap kondisi fisik ruang. Pengamatan dilaksanakan pada hari Sabtu, 2 Mei 2026 di Ruang Gambar FTSP USTJ yang berukuran 14,5 m × 12 m, pada tiga sesi waktu, yaitu pagi (08.15–08.35), siang (12.00–12.20), dan sore (15.30–15.50). Ketiga sesi dipilih untuk menangkap dinamika perubahan kondisi termal sepanjang hari sejalan dengan pergerakan semu matahari.

Instrumen yang digunakan meliputi Elitac Data Logger untuk merekam suhu udara dan kelembapan relatif, Heat Stress Meter untuk mengukur Wet-Bulb Globe Temperature (WBGT), serta Hobo Data Logger untuk mengukur kecepatan udara dan intensitas pencahayaan. WBGT merupakan indeks gabungan suhu, kelembapan, pergerakan udara, dan radiasi panas yang digunakan untuk menilai risiko stres panas secara lebih representatif dibandingkan suhu udara semata. Alat bantu lain berupa meteran, denah ruang, lembar pengamatan, alat tulis, dan perangkat dokumentasi.

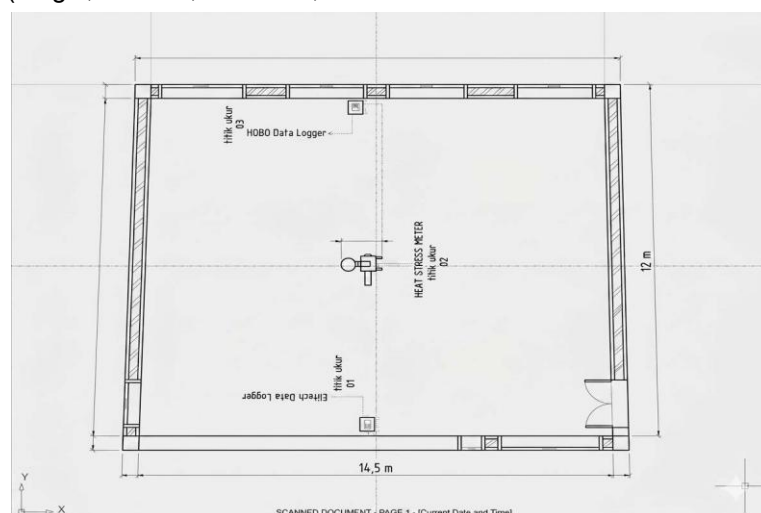
Pengukuran dilakukan pada tiga titik amatan yang mewakili variasi kondisi ruang, yaitu: titik dekat bukaan, bagian tengah ruang, dan area yang lebih jauh dari bukaan, dengan ketinggian alat yang seragam dari lantai. Setiap parameter dicatat pada interval lima menit dalam satu sesi sehingga diperoleh lima titik data per sesi. Selain data kuantitatif, dicatat pula kondisi bukaan, arah aliran udara, intensitas sinar matahari langsung, jumlah penghuni, serta aktivitas dan penggunaan kipas/AC.

Prosedur diawali dengan identifikasi karakteristik ruang (fungsi, ukuran, orientasi,

jenis bukaan, ventilasi, dan sumber panas), penetapan titik ukur pada denah, serta pencatatan kondisi awal berupa cuaca, jumlah pengguna, dan jadwal pengukuran. Pada tahap pelaksanaan, alat diletakkan pada tiap titik dan dibiarkan stabil sebelum dilakukan pembacaan, dengan menghindari gangguan tubuh pengamat dan hembusan napas. Seluruh titik pada satu sesi diselesaikan secara berurutan sebelum berpindah ke sesi berikutnya untuk menjaga konsistensi data.

Data kuantitatif kemudian ditabulasikan dan dianalisis secara deskriptif. Untuk tiap sesi dihitung nilai rata-rata, nilai terendah, dan nilai tertinggi setiap parameter, lalu dibandingkan antar titik dan antar waktu. Hasil pengukuran dievaluasi terhadap standar kenyamanan termal SNI 03-6572-2001 dan SNI 6390:2020 serta standar pencahayaan ruang gambar, sebagai dasar untuk merumuskan rekomendasi desain pasif yang sesuai dengan kondisi lapangan.

Sebagai tolok ukur, suhu efektif dievaluasi terhadap tiga kategori SNI 03-6572-2001 (sejuk, nyaman, dan hangat), kelembapan relatif terhadap rentang nyaman yang umum digunakan, kecepatan udara terhadap rentang 0,15–0,25 m/s untuk ruang kerja, dan intensitas pencahayaan terhadap nilai ideal ruang gambar sekitar 750 lux. Pendekatan rentang terendah–tertinggi pada tiap sesi digunakan untuk menilai konsistensi pembacaan sekaligus mengidentifikasi kondisi ekstrem, sementara nilai rata-rata digunakan untuk membandingkan kecenderungan antar sesi. Pengamatan kualitatif berupa foto dan catatan kondisi ruang dipakai untuk memperkuat interpretasi data angka.



Gambar 1. Denah Ruang Gambar dan Peletakan Tiga Titik Ukur
Sumber: Dokumentasi Penulis

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting dan Hasil Pengukuran

Ruang Gambar memiliki orientasi bukaan terbanyak menghadap Barat Daya, dengan tujuh bukaan dan empat di antaranya terpapar sinar matahari langsung. Ruang menerapkan ventilasi alami silang (*cross ventilation*) dengan material dominan keramik, beton, kaca, dan kayu. Saat pengamatan, kondisi cuaca cenderung cerah dengan rentang suhu makro 23–33 °C dan kelembapan relatif 55–95% (BMKG). Situasi interior ruang saat pengamatan ditunjukkan pada Gambar 2, posisi tiga titik ukur pada Gambar 1, dan orientasi bukaan pada Gambar 3.



Gambar 2. Situasi Interior Ruang Gambar Saat Pengamatan (kompas menunjukkan orientasi 214°/Barat Daya)
Sumber: Dokumentasi Penulis



Gambar 3. Orientasi Bukaan Terbanyak ke Arah Barat Daya
Sumber: Google Maps & dokumentasi penulis

Sebagai acuan evaluasi, batas kenyamanan termal menurut SNI 03-6572-2001 disajikan pada Tabel 1. Hasil pengukuran lengkap tiap sesi disajikan pada Tabel 2 (pagi), Tabel 3 (siang), dan Tabel 4 (sore), kondisi ruang pada Tabel 5, rangkuman rata-rata pada Tabel 6, serta visualisasinya pada Gambar 4.

Karakteristik selubung ruang turut memengaruhi perilaku termalnya. Dominasi material beton dan keramik memberikan inersia termal tinggi sehingga ruang lambat panas namun juga lambat melepaskan panas, sedangkan bidang kaca pada bukaan meneruskan radiasi matahari secara langsung tanpa hambatan berarti. Dari tujuh bukaan, empat di antaranya terpapar matahari langsung pada sisi Barat Daya, sehingga bidang inilah yang menjadi penyumbang beban radiasi terbesar dan menjadi fokus utama perumusan strategi peneduh.

Tabel 1. Batas Kenyamanan Termal SNI 03-6572-2001

Kategori	Temperatur Efektif (TE)	Kelembapan (%RH)
Sejuk nyaman	20,5–22,8 °C	50%
Nyaman optimal	22,8–25,8 °C	70%
Hangat nyaman	25,8–27,1 °C	60%

Sumber: SNI 03-6572-2001

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sesi Pagi (08.15–08.35)

Waktu	Suhu (°C)	RH (%)	v (m/s)	WBGT (°C)	Lux
08:15	29,1	78,9	0,609	29,2	413,9
08:20	29,3	79,9	0,614	29,6	461,2
08:25	29,4	77,6	0,634	29,9	2810,6
08:30	29,5	76,8	0,690	30,2	1777,8
08:35	29,5	76,3	0,726	30,2	1998,5

Sumber: Hasil pengukuran penulis

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sesi Siang (12.00–12.20)

Waktu	Suhu (°C)	RH (%)	v (m/s)	WBGT (°C)	Lux
12:00	31,8	71,4	1,027	32,8	4647,5
12:05	31,9	70,5	1,078	33,0	4750,0
12:10	32,0	70,5	1,123	33,0	4852,5
12:15	32,1	70,1	1,158	33,1	4789,4
12:20	32,1	69,2	1,171	33,1	4221,8

Sumber: Hasil pengukuran penulis

Tabel 4. Hasil Pengukuran Sesi Sore (15.30–15.50)

Waktu	Suhu (°C)	RH (%)	v (m/s)	WBGT (°C)	Lux
15:30	30,6	71,6	0,791	31,1	3906,4
15:35	31,0	70,8	0,871	31,6	3614,7
15:40	31,1	69,9	0,922	31,8	3488,6
15:45	31,3	69,5	0,955	31,7	3173,2
15:50	31,4	68,5	0,969	31,7	2842,1

Sumber: Hasil pengukuran penulis

Tabel 5. Observasi Kondisi Ruang (mewakili ketiga sesi)

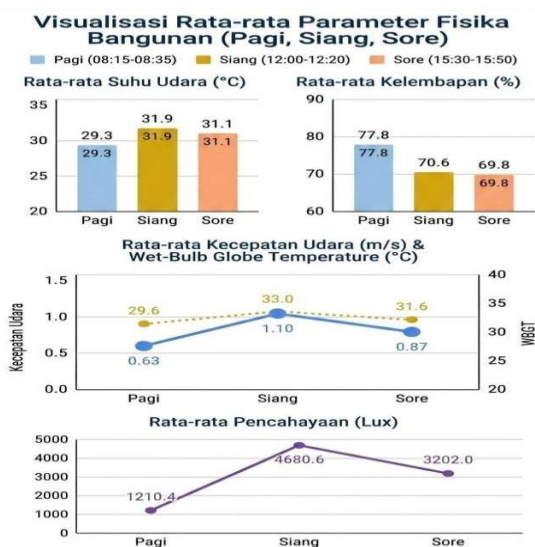
Aspek	Hasil pengamatan
Kondisi bukaan	Sebagian besar jendela terbuka
Paparan matahari	Cahaya masuk cukup banyak dari arah Barat Daya
Kondisi ventilasi	Sirkulasi baik karena bukaan terbuka
Jumlah penghuni	40–50 orang
Aktivitas penghuni	Belajar-mengajar, alat elektronik, menggambar
Kipas/AC	Beberapa kipas plafon, tanpa AC

Sumber: Hasil pengamatan penulis

Tabel 6. Rata-Rata Hasil Pengukuran Tiap Sesi

Parameter	Pagi	Siang	Sore
Suhu udara (°C)	29,3	31,9	31,1
Kelembapan (%)	77,8	70,6	69,8
Kecepatan udara (m/s)	0,63	1,10	0,87
WBGT (°C)	29,6	33,0	31,6
Pencahayaan (lux)	1.210	4.681	3.202

Sumber: Hasil olahan penulis



Gambar 4. Visualisasi Rata-Rata Parameter Fisika Bangunan

Sumber: Hasil olahan penulis

Berdasarkan data, suhu udara meningkat dari rata-rata 29,3 °C pada pagi hari menjadi 31,9 °C pada siang hari dan tetap tinggi pada sore hari (31,1 °C). Nilai WBGT mengikuti pola serupa, melonjak dari 29,6 °C menjadi 33,0 °C pada siang hari. Kelembapan relatif justru menurun dari 77,8% menjadi 69,8% seiring naiknya suhu. Kecepatan udara tertinggi terjadi pada siang hari (hingga 1,171 m/s), sedangkan intensitas pencahayaan memuncak pada siang hari hingga 4.852,5 lux dan masih tinggi pada sore hari.

Pengamatan terhadap kelima pembacaan dalam tiap sesi (Tabel 2–4) memperlihatkan tren yang konsisten. Pada sesi pagi, suhu udara merangkak naik perlahan dari 29,1 °C ke 29,5 °C seiring meningkatnya intensitas cahaya. Pada sesi siang, seluruh parameter berada pada puncaknya dan relatif stabil tinggi, menandakan kondisi termal terburuk. Pada sesi sore, suhu udara mulai sedikit menurun namun WBGT bertahan tinggi, menunjukkan pengaruh panas tersimpan pada material bangunan. Konsistensi tren ini memperkuat keandalan data dan menegaskan bahwa fluktuasi termal mengikuti siklus harian matahari.

Analisis Kondisi Kenyamanan Termal

Kondisi kenyamanan termal Ruang Gambar menurun signifikan dari pagi menuju siang dan bertahan kurang nyaman hingga sore. Pada pagi hari ruang relatif nyaman karena beban radiasi belum maksimal. Pada siang hari suhu dan WBGT (32,8–33,1 °C) menempatkan ruang pada zona risiko stres panas, diperparah kepadatan hunian 40–50 orang serta penggunaan peralatan elektronik. Pada sore hari ruang tetap panas karena material beton, keramik, dan kaca menyimpan dan meradiasikan kembali panas. Suhu udara berada di atas ambang nyaman SNI (umumnya 24–27 °C) dan kondisi ini konsisten dengan temuan Al-hafiz dkk. (2021) mengenai toleransi termal masyarakat tropis yang lebih tinggi.

Parameter paling dominan terhadap ketidaknyamanan adalah kombinasi radiasi matahari langsung dan kelembapan udara tinggi. Orientasi bukaan Barat Daya tanpa peneduh menyebabkan radiasi menembus kaca secara berlebihan, dibuktikan lonjakan pencahayaan hingga ribuan lux di atas standar ruang gambar (750 lux) yang memicu silau dan kelelahan visual. Pada saat yang sama, sejalan dengan Edar dan Wahyuni (2021), kelembapan di atas 70% menghambat penguapan keringat sehingga muncul sensasi gerah dan pengap. Aliran udara dari ventilasi silang gagal mendinginkan ruang karena membawa massa

udara tropis yang panas, sehingga kipas plafon hanya memutar udara panas.

Ditinjau dari suhu udara dan WBGT, nilai keduanya konsisten meningkat dari pagi ke siang. Suhu udara naik dari 29,1 °C menjadi 32,1 °C, sedangkan WBGT yang memperhitungkan radiasi dan kelembapan melonjak hingga 33,1 °C. Selisih WBGT yang lebih tinggi daripada suhu udara menegaskan besarnya kontribusi radiasi panas, sehingga ruang dikategorikan berisiko stres panas pada siang hari menurut ambang kenyamanan tropis.

Ditinjau dari kelembapan relatif, nilai tertinggi justru terjadi pada pagi hari (76,3–78,9%) dan menurun pada siang hari (69,2–71,4%). Penurunan ini bersifat semu karena kapasitas udara menampung uap air meningkat saat suhu naik, sementara massa uap air aktual tetap padat akibat kontribusi pernapasan 40–50 penghuni. Kelembapan yang konsisten di atas rentang nyaman menjadikan ruang terasa pengap sepanjang hari.

Ditinjau dari kecepatan udara, ventilasi silang menghasilkan kecepatan yang meningkat dari 0,609 m/s pada pagi menjadi 1,171 m/s pada siang hari. Nilai ini sebenarnya berada di atas rentang nyaman SNI (0,15–0,25 m/s) untuk ruang kerja, namun karena udara yang dialirkan bersuhu tinggi, peningkatan kecepatan tidak diiringi penurunan suhu yang berarti. Hal ini menunjukkan bahwa ventilasi tanpa pengendalian radiasi tidak cukup untuk mencapai kenyamanan.

Ditinjau dari pencahayaan, intensitas cahaya alami sangat fluktuatif dan berlebih, memuncak pada siang hari hingga 4.852,5 lux. Nilai ini ribuan unit di atas standar ideal ruang gambar (sekitar 750 lux), sehingga berpotensi besar menimbulkan silau (*glare*) dan kelelahan visual saat mahasiswa menggambar. Dengan demikian, persoalan ruang ini bersifat ganda: beban termal sekaligus beban visual, yang keduanya bersumber pada orientasi bukaan Barat Daya.

Mekanisme Perpindahan Panas

Tingginya suhu ruang dapat dijelaskan melalui tiga mekanisme perpindahan panas (Satwiko, 2009). Secara radiasi, sinar matahari sore menembus kaca jendela Barat Daya dan memanaskan permukaan interior. Secara konduksi, dinding beton dan keramik yang terpapar menyerap dan meneruskan panas ke dalam ruang. Secara konveksi, udara panas yang naik tidak tergantikan secara efektif oleh udara yang lebih sejuk karena distribusi aliran tidak merata. Inersia termal material beton yang tinggi menyebabkan panas yang diserap sejak

siang dipancarkan kembali (*re-radiation*) pada sore hari, sehingga suhu ruang tetap tinggi meski radiasi matahari mulai berkurang.

Sebagai gambaran konkret, dinding beton yang menghadap Barat Daya berperan layaknya pelat penyimpan panas: pada siang hari ia menyerap energi radiasi, lalu sepanjang sore melepaskannya kembali ke udara ruang. Bukaan kaca tanpa peneduh memperparah keadaan karena meneruskan hampir seluruh radiasi gelombang pendek matahari ke dalam ruang. Kombinasi keduanya menjelaskan mengapa penurunan suhu udara luar pada sore hari tidak segera diikuti penurunan suhu di dalam ruang.

Kenyamanan Visual dan Risiko Silau

Selain beban termal, ruang mengalami persoalan kenyamanan visual. Intensitas pencahayaan alami yang memuncak hingga 4.852,5 lux pada siang hari berada jauh di atas nilai ideal ruang gambar (sekitar 750 lux). Kondisi *over-illumination* semacam ini menimbulkan silau (*glare*) dan kontras berlebih pada bidang kerja, yang mempercepat kelelahan mata saat mahasiswa menggambar dengan presisi. Karena sumber silau dan sumber panas berasal dari bidang bukaan yang sama, strategi pengendalian radiasi pada fasad Barat Daya akan sekaligus memperbaiki kenyamanan termal dan visual, sehingga pemilihan solusi yang mampu menjalankan kedua fungsi tersebut menjadi sangat strategis.

Heterogenitas Spasial dan Temporal

Perbedaan hasil ukur antar titik dan antar waktu merupakan fenomena heterogenitas termal spasial dan temporal. Secara spasial, titik dekat bukaan Barat Daya menerima radiasi langsung sehingga suhunya lebih tinggi, sementara titik interior lebih terlindung namun menahan kelembapan. Karena angin makro datang dari Tenggara sedangkan bukaan dominan di Barat Daya, terdapat zona bayang-bayang angin yang menjebak udara panas. Secara temporal, sudut datang matahari harian dan inersia termal material menyebabkan panas tetap tertahan hingga sore hari, sementara kelembapan relatif menurun saat suhu naik karena kapasitas udara menampung uap air meningkat.

Pengaruh Ventilasi, Orientasi, dan Bukaan

Meskipun ventilasi silang telah diterapkan dan menghasilkan kecepatan angin yang cukup tinggi pada siang hari, kenyamanan termal tetap tidak tercapai karena faktor orientasi bukaan yang menghadap Barat Daya. Paparan radiasi matahari langsung yang menembus

kaca memicu panas berlebih yang tidak dapat diredam hanya dengan ventilasi alami dan kipas plafon. Konfigurasi empat bukaan yang terpapar matahari langsung tanpa peneduh memperbesar beban termal. Dengan demikian, optimasi ventilasi harus selalu diimbangi pengendalian radiasi pada sumbernya, yaitu pada bidang fasad yang terpapar.

Selain ventilasi silang horizontal, potensi pemanfaatan efek cerobong (*stack effect*) belum dioptimalkan pada ruang ini. Udara panas yang lebih ringan cenderung naik dan terperangkap di bagian atas ruang karena tidak tersedia bukaan tinggi sebagai jalur keluar. Menambahkan bukaan pada bidang atas, seperti jendela *clerestory* atau lubang angin pada ketinggian plafon, dapat menciptakan jalur pelepasan udara panas sehingga sirkulasi vertikal melengkapi sirkulasi horizontal dan mempercepat pembuangan kalor dari dalam ruang.

Beban Panas Internal: Pengelolaan Jadwal dan Kapasitas Hunian

Selain beban panas eksternal dari radiasi, ruang juga menerima beban panas internal (*internal heat gain*) yang signifikan. Kepadatan hunian 40–50 orang menghasilkan panas metabolik dan uap air dari pernapasan, sementara penggunaan laptop, komputer, dan peralatan elektronik lain menambah pelepasan panas ke udara ruang. Beban internal ini memuncak pada siang hari, bersamaan dengan puncak radiasi matahari, sehingga kondisi termal menjadi paling buruk pada rentang pukul 12.00–16.00 WIT.

Oleh karena itu, pengelolaan jadwal penggunaan ruang dan pembatasan kapasitas hunian menjadi langkah non-fisik yang penting. Merestrukturisasi jadwal agar penggunaan ruang gambar tidak terpusat penuh pada saat matahari berada di kulminasi tertinggi dapat menurunkan akumulasi panas pada jam kritis. Demikian pula, membatasi jumlah mahasiswa maksimal dalam satu sesi mengurangi panas metabolik dan kelembapan internal sehingga ventilasi alami bekerja lebih efektif. Kedua langkah ini melengkapi strategi fisik dan dapat diterapkan segera tanpa biaya konstruksi.

Dampak terhadap Produktivitas dan Kesehatan Pengguna

Kondisi termal dan visual yang tidak ideal berdampak langsung pada aktivitas belajar di ruang gambar. Suhu udara dan WBGT yang tinggi pada siang hari meningkatkan rasa lelah, menurunkan konsentrasi, serta memperlambat pekerjaan menggambar yang menuntut ketelitian. Kelembapan yang konsisten di atas

rentang nyaman menghambat penguapan keringat sehingga menambah ketidaknyamanan fisiologis, sementara silau dari pencahayaan berlebih memaksa mata bekerja lebih keras dan mempercepat kelelahan visual.

Karena ruang gambar digunakan dalam durasi panjang dengan tingkat konsentrasi tinggi, perbaikan kondisi termal dan visual bukan sekadar persoalan kenyamanan, melainkan menyangkut kesehatan dan efektivitas belajar mahasiswa. Paparan stres panas yang berkepanjangan berpotensi menimbulkan dehidrasi dan penurunan kewaspadaan, sehingga kualitas hasil rancangan ikut terpengaruh. Dengan demikian, intervensi desain pasif yang diusulkan memiliki nilai strategis ganda, yaitu menjaga kesehatan pengguna sekaligus mendukung produktivitas akademik.

Perbandingan dengan Standar dan Studi Terdahulu

Dibandingkan dengan batas kenyamanan SNI 03-6572-2001 (Tabel 1), seluruh nilai suhu efektif hasil pengukuran berada di atas ambang kategori hangat nyaman (25,8–27,1 °C), terutama pada siang dan sore hari. Kelembapan ruang juga melampaui rentang optimal, sementara intensitas pencahayaan jauh melampaui standar ruang gambar. Dengan demikian, ruang secara objektif tidak memenuhi standar kenyamanan termal maupun visual untuk aktivitas belajar.

Temuan ini sejalan dengan kajian terdahulu. Al-hafiz dkk. (2021) menunjukkan bahwa penghuni iklim tropis memiliki toleransi termal lebih tinggi, sehingga ruang dengan suhu sedikit di atas standar masih dapat ditoleransi pada pagi hari, namun tidak pada kondisi puncak siang. Edar dan Wahyuni (2021) menegaskan keterkaitan orientasi bangunan dengan kenaikan suhu, yang konsisten dengan dominannya beban radiasi dari fasad Barat Daya pada penelitian ini. Sementara itu, Alfiah dkk. (2023) menggarisbawahi peran tata letak bukaan dan selubung, yang menjadi dasar rekomendasi kombinasi strategi pasif pada studi ini. Kesesuaian ini memperkuat validitas temuan sekaligus menunjukkan bahwa solusi tunggal tidak memadai untuk konteks tropis lembap.

Alternatif Strategi Desain Pasif

Mengacu Alfiah dkk. (2023) serta prinsip arsitektur tropis (Lippsmeier, 1994; Karyono, 2013), permasalahan utama bukan kekurangan angin melainkan beban radiasi matahari dari Barat Daya. Untuk menjawab persoalan ini tidak cukup satu solusi tunggal; diperlukan kombinasi beberapa strategi desain pasif yang

saling melengkapi, sebagaimana dirangkum pada Tabel 7.

Tabel 7. Ringkasan Alternatif Strategi Desain Pasif

Strategi	Fungsi utama	Dampak yang diharapkan
Louver vertikal (fasad Barat Daya)	Memblokir radiasi sore, penangkap angin, penyebar cahaya	Suhu & silau turun, ventilasi naik
Tirai internal / kaca film	Kontrol silau cepat dan murah	Mengurangi transmisi lux & panas
Vegetasi / <i>vertical garden</i>	Peneduh dan pendinginan evaporatif fasad	Menurunkan suhu permukaan dinding
Selubung reflektif terang	Mengurangi absorptansi panas dinding	Mengurangi konduksi panas ke ruang
Ventilasi hibrida (kipas/AC jam puncak)	Pendinginan mekanis saat beban puncak	Menstabilkan suhu siang-sore
Manajemen jadwal & kapasitas hunian	Mengurangi perolehan panas internal	Beban panas dari penghuni turun

Sumber: Analisis penulis

Strategi utama adalah pemasangan louver (kisi-kisi) vertikal pada fasad Barat Daya, sebagaimana prinsip pada Gambar 5. Louver vertikal efektif memblokir sinar matahari sore bersudut rendah, sekaligus celah antar sirip berfungsi sebagai penangkap angin (*wind catcher*) yang membelokkan angin Tenggara ke dalam ruang, serta berperan sebagai filter cahaya (*daylight diffuser*) yang mereduksi intensitas lux berlebih menuju batas ideal.

Sebagai pelengkap, tirai internal fleksibel (*roller blind*) atau lapisan kaca film pereduksi panas dapat diterapkan cepat dan murah untuk mengontrol silau sembari menunggu konstruksi louver. Solusi ini langsung menurunkan transmisi cahaya dan sebagian radiasi yang masuk melalui kaca, sehingga memberi perbaikan jangka pendek tanpa mengubah fasad.

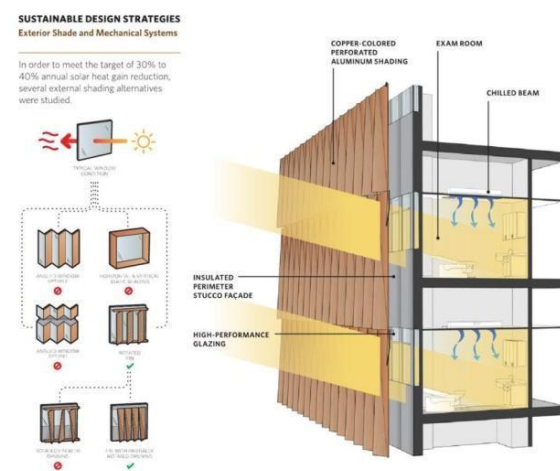
Penambahan vegetasi peneduh atau *vertical garden* pada sisi yang paling terpapar menurunkan suhu permukaan dinding melalui mekanisme peneduhan dan pendinginan evaporatif. Selain manfaat termal, vegetasi memberi nilai estetika dan kualitas udara, serta

cocok untuk lahan terbatas apabila ditata secara vertikal pada bidang fasad.

Pemilihan selubung dan finishing berwarna terang dengan absorptansi rendah mengurangi panas yang terserap dinding dan dikonduksikan ke dalam ruang. Kombinasi material reflektif pada bidang yang terpapar matahari sore dapat menekan kontribusi konduksi dan re-radiasi yang menjadi penyebab ruang tetap panas hingga sore hari.

Untuk jam beban puncak, sistem ventilasi hibrida memaksimalkan ventilasi alami pada pagi hari dan mengoperasikan pendingin mekanis pada siang hingga sore dapat menjaga kestabilan suhu ketika radiasi dan beban internal mencapai puncaknya. Kombinasi seluruh solusi fisik ini, bersama manajemen jadwal dan kapasitas hunian, memberikan pendekatan menyeluruh yang lebih tangguh dibandingkan mengandalkan satu intervensi tunggal.

Di antara seluruh alternatif tersebut, louver vertikal pada fasad Barat Daya menempati prioritas tertinggi karena bekerja langsung pada sumber masalah, yaitu radiasi matahari, sekaligus menjalankan tiga fungsi sebagai peneduh, penangkap angin, dan penyebar cahaya. Strategi lain berperan sebagai pelengkap yang memperkuat kinerja louver dan menutup celah yang tidak teratasi olehnya, sehingga pemilihannya sebaiknya disesuaikan dengan ketersediaan biaya dan tingkat urgensi perbaikan.



Gambar 5. Prinsip Kerja Louver Vertikal sebagai Peneduh Fasad

Sumber: Sustainable Design Strategies (ilustrasi)

Implikasi dan Keterbatasan Penelitian

Hasil penelitian ini memberikan gambaran empiris bahwa orientasi dan pengendalian

radiasi merupakan faktor kunci kenyamanan termal pada ruang studio di iklim tropis lembap. Temuan ini dapat menjadi pertimbangan bagi pihak pengelola fakultas dalam pemeliharaan, renovasi, maupun penataan ulang ruang, serta bagi perancang dalam menempatkan bukaan dan peneduh sejak tahap desain awal. Penerapan strategi pasif yang dikombinasikan diharapkan mengurangi ketergantungan pada pengondisian udara mekanis yang boros energi.

Penelitian ini memiliki keterbatasan. Pengukuran dilakukan pada satu hari dengan tiga sesi sehingga belum menangkap variasi musiman dan kondisi cuaca yang berbeda. Jumlah titik amatan juga terbatas pada tiga titik, sehingga distribusi termal spasial belum terpetakan secara penuh. Penelitian lanjutan disarankan menambah jumlah hari pengamatan, memperbanyak titik ukur, serta melakukan simulasi termal dan pencahayaan untuk menguji efektivitas tiap strategi pasif secara kuantitatif sebelum diimplementasikan.

Rekomendasi Penerapan Bertahap

Agar rekomendasi dapat diwujudkan sesuai ketersediaan anggaran, penerapan strategi pasif dapat disusun secara bertahap. Pada tahap jangka pendek, pengelola dapat segera memasang tirai internal atau kaca film serta menerapkan manajemen jadwal dan pembatasan kapasitas hunian, karena langkah ini berbiaya rendah dan tidak memerlukan konstruksi. Tahap ini ditujukan untuk meredam silau dan menekan beban panas internal pada jam kritis.

Pada tahap jangka menengah hingga panjang, dilakukan pemasangan louver vertikal pada fasad Barat Daya sebagai intervensi inti, disusul penanaman vegetasi atau *vertical garden* dan penggantian finishing selubung dengan material reflektif. Apabila beban puncak tetap tinggi, sistem ventilasi hibrida dapat dilengkapi untuk menjaga kestabilan suhu. Pentahapan ini memungkinkan evaluasi efektivitas tiap intervensi sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga sumber daya digunakan secara efisien dan tepat sasaran.

IV. KESIMPULAN

Kenyamanan termal Ruang Gambar FTSP USTJ menurun signifikan dari pagi ke siang dan berada pada zona risiko stres panas hingga sore hari dan tidak memenuhi standar SNI. Parameter paling dominan adalah radiasi matahari langsung dari orientasi bukaan Barat Daya yang berpadu dengan kelembapan udara tinggi, sehingga ventilasi alami silang gagal mendinginkan ruang. Beban panas internal dari

kepadatan hunian dan peralatan elektronik memperparah kondisi pada jam puncak, sementara intensitas pencahayaan yang berlebihan menimbulkan persoalan kenyamanan visual.

Peningkatan kenyamanan termal dan visual sebaiknya ditempuh melalui kombinasi strategi desain pasif, yaitu louver vertikal pada fasad Barat Daya, tirai internal atau kaca film, vegetasi peneduh, selubung reflektif, dan ventilasi hibrida, yang dilengkapi pengelolaan jadwal penggunaan ruang serta pembatasan kapasitas hunian. Penerapan secara bertahap, dimulai dari langkah berbiaya rendah, memungkinkan perbaikan yang terukur dan berkelanjutan demi mendukung aktivitas belajar mahasiswa.

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dosen Pengampu mata kuliah Fisika Bangunan, Ibu Indah Sari Zulfiana T., S.T., M.T., dan Asisten Dosen, Markus Yewen, atas bimbingannya, serta kepada pihak FTSP USTJ yang telah memfasilitasi penggunaan Ruang Gambar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, dkk. (2023). Optimalisasi Kenyamanan Termal pada Rumah Tinggal Arsitektur Kontemporer Bali. *Jurnal JUARA: Jurnal Arsitektur*, 13(2).
- Al-hafiz, A., Karyono, T. H., & Tobing, R. (2021). Kajian Arsitektur Tropis dan Kenyamanan Termal Bangunan Tradisional Indonesia. *Jurnal Arsitektur*, 11(2), 63–74.
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). *SNI 03-6572-2001: Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 6390:2020: Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Edar, M., & Wahyuni, S. (2021). Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap Suhu Termal dan Kelembaban pada Unit Hunian Vertikal. *JAUR (Journal of Architecture and Urbanism Research)*, 5(1), 37–48.
- Furqoni, dkk. (2022). Kajian Kenyamanan Termal dan Kenyamanan Visual Berdasarkan Standar pada Ruang Kuliah. *Prosiding Seminar Pendidikan Kejuruan dan Teknik Sipil (SPKTS)*. Universitas Negeri Jakarta.

e-ISSN: 2808-5655, p-ISSN: 2303-0410

MEDIAN

Jurnal Arsitektur dan Planologi

- Karyono, T. H. (2013). *Arsitektur Tropis: Bangunan Nyaman dan Hemat Energi di Indonesia*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lippsmeier, G. (1994). *Bangunan Tropis* (2nd ed.). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Satwiko, P. (2009). *Fisika Bangunan*.