

Karakteristik Termal Dan Kenyamanan Termal Adaptif Pada Rumah Tradisional Dan Rumah Modern

Thermal Characteristics and Adaptive Thermal Comfort in Traditional and Modern Houses

Syaijan Ajani*, Adi Safyan, Sisca Olivia

Fakultas Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia

Article Info	ABSTRAK
<p>Article history:</p> <p><i>Received</i> September 4, 2026 <i>Revised</i> Oktober 25, 2026 <i>Accepted</i> Oktober 25, 2026 <i>Published</i> Oktober 26, 2026</p> <hr/> <p>Kata Kunci:</p> <p>Performa Termal, Rumah Tradisional, Rumah Modern, Kenyamanan Termal Adaptif, Iklim Tropis Lembap</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p><i>Thermal Performance, Traditional House, Modern House, Adaptive Thermal Comfort, Humid Tropical Climate.</i></p> <hr/> <p>License: CC BY 4.0</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Copyright: © 2026 The Author(s)</p>	<p>Penelitian ini menyajikan analisis deskriptif kondisi termal pada satu rumah tradisional (35,3 m²) dan satu rumah modern (63 m²) di Desa Pantai Gading, Langkat. Data yang tersedia berupa ringkasan dua titik pengamatan per rumah dalam sesi pagi, siang, dan sore yang dilaporkan berasal dari tujuh hari pengukuran. Tanggal, data mentah, jumlah pembacaan, prosedur agregasi, dan catatan alat belum dapat diverifikasi. Temperatur udara tercatat 29,5–31,2 °C pada rumah tradisional dan 29,7–30,8 °C pada rumah modern, sedangkan kecepatan udara maksimum masing-masing 0,52 dan 0,03 m/s. Penelitian ini menghitung ulang estimasi temperatur operatif dan mengaudit prasyarat model kenyamanan adaptif. Suhu luar menurut sesi tidak memenuhi definisi prevailing mean outdoor temperature (PMOT), sehingga label penerimaan adaptif 80% dan 90% terdahulu belum dapat divalidasi. Ketidakefektifan fungsi ruang dan ketiadaan data operasi ventilasi membatasi penarikan kesimpulan sebab-akibat. Kontribusi penelitian ialah dokumentasi parameter termal secara transparan dan pemetaan kebutuhan bukti sebelum evaluasi kenyamanan adaptif dapat dinyatakan sah.</p> <hr/> <p>ABSTRACT</p> <p><i>This descriptive comparative case study examines thermal conditions in one traditional (35.3 m²) and one modern (63 m²) dwelling in Pantai Gading Village, Langkat, Indonesia. The source manuscript reports seven days of morning, midday, and afternoon observations at two locations per dwelling, but measurement dates, raw readings, sample counts, and aggregation procedures are unavailable. Across twelve location-session combinations, reported air temperatures were 29.5–31.2 °C in the traditional dwelling and 29.7–30.8 °C in the modern dwelling; maximum recorded air speeds were 0.52 and 0.03 m/s, respectively. Session-specific outdoor temperatures originally labelled as prevailing mean outdoor temperature (PMOT) do not constitute a validated PMOT series. Accordingly, previously reported 80% and 90% adaptive acceptability classifications cannot be confirmed without appropriate prior-day outdoor temperatures, verified operative temperatures, and evidence of model applicability. Differences in geometry, room function, and incompletely documented ventilation conditions preclude causal inference and generalization. The findings describe observed thermal conditions rather than occupants' subjective comfort</i></p>

Corresponding Author:

Syaian Ajani
Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh
Lhokseumawe, Indonesia
Email: syaian.190160052@mhs.unimal.ac.id

1. PENDAHULUAN

Iklim tropis lembap ditandai oleh temperatur lingkungan yang relatif tinggi dan perubahan pergerakan udara alami, sehingga kondisi termal hunian menjadi perhatian dalam perancangan penyejukan pasif. Akan tetapi, parameter fisik yang terukur tidak serta-merta menunjukkan kenyamanan yang dirasakan penghuni. Penilaiannya bergantung pada model yang digunakan, cara bangunan dioperasikan, dan peluang penghuni melakukan adaptasi [3]. Desa Pantai Gading, Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat, menjadi lokasi kasus yang relevan karena rumah panggung kayu dan rumah berdinding bata dapat dijumpai dalam kawasan pesisir yang berdekatan. Pengamatan pada kedua tipologi ini dapat memberikan gambaran kondisi termal setempat menurut sesi pagi, siang, dan sore. Walaupun jarak kedua rumah sekitar 100 m, kedekatan tersebut tidak menjamin bahwa mikroklimat, orientasi, maupun karakter bangunannya identik.

Penelitian terdahulu memperlihatkan perbedaan pendekatan dan kekuatan bukti. Iqbal dkk. [7] mengkaji rumah berventilasi alami di Aceh melalui survei penghuni dan simulasi, sehingga pembahasannya dapat menghubungkan kondisi fisik dengan respons kenyamanan dan praktik adaptasi. Iqbal dkk. [8] juga mengaitkan pengamatan lingkungan dengan penilaian pengguna bangunan, sedangkan Riskillah dkk. [10] menitikberatkan evaluasi kenyamanan termal adaptif melalui simulasi. Mukty dkk. [11] membandingkan sensasi termal lapangan dengan prediksi model adaptif ASHRAE di Jakarta dan memperlihatkan pentingnya membedakan keluaran model dari pengalaman penghuni. Penelitian tentang rumah Melayu Riau [12], hunian perkotaan di Bogor [13], dan rumah kontemporer di Surabaya [15] menyoroti aspek arsitektur, hubungan kondisi luar–dalam, serta konfigurasi pengukuran yang berlainan. Kajian bentuk rumah tradisional di Kalimantan, Lampung, Bali, dan Aceh [6], [14], [17], [5] turut menunjukkan keterikatan kondisi termal dengan konteks bangunan. Sementara itu, tinjauan penyejukan pasif dan arsitektur vernakular [16], [4], [2] menyediakan landasan umum, tetapi tidak membuktikan bahwa satu tipologi rumah selalu lebih nyaman dibandingkan tipologi lain. Karena fungsi ruang, alat, dan periode pengamatan antarpengamatan berbeda, angka termalnya tidak dapat dibandingkan langsung tanpa kehati-hatian.

Celah penelitian yang ditangani dalam artikel ini bersifat empiris dan metodologis, bukan pengujian pengaruh kausal tipologi bangunan. Sejumlah kajian terdahulu memadukan pengukuran, survei, atau simulasi dengan masukan lingkungan yang dijelaskan secara eksplisit [7], [8], [11], sedangkan dokumentasi kasus Desa Pantai Gading yang tersedia masih berupa nilai ringkasan menurut titik dan sesi. Kontribusi artikel ini adalah (1) menyajikan perbandingan yang dapat ditelusuri atas temperatur udara (T_a), estimasi temperatur radian rata-rata (MRT), dan kecepatan udara (V_a); (2) menghitung ulang estimasi temperatur operatif (T_{o^*}) secara konsisten; serta (3) mengaudit alasan kategori penerimaan adaptif yang sebelumnya dicantumkan belum dapat divalidasi. Perbedaan antara parameter fisik, prediksi model, dan respons subjektif penghuni mengacu pada Fanger, de Dear dan Brager serta persyaratan ANSI/ASHRAE Standard 55-2023 [3]. Penelitian ini tidak mengestimasi pengaruh ventilasi secara kausal, tidak menentukan tipologi rumah yang paling nyaman, dan tidak melakukan generalisasi di luar kedua kasus. Pedoman serta kajian lain [9] digunakan sebagai konteks, bukan sebagai pengganti data lapangan yang belum tersedia.

2. METODE

2.1 Desain Penelitian dan Asal Data

Penelitian ini merupakan analisis ulang secara deskriptif-komparatif terhadap ringkasan pengukuran termal yang tersedia untuk satu rumah tradisional dan satu rumah modern, dengan jarak sekitar 100 m di kawasan pesisir Desa Pantai Gading. Identitas pelaksana, kepemilikan, dan kelengkapan log pengukuran lapangan asli belum dapat dipastikan dari berkas yang tersedia untuk revisi. Oleh karena itu, analisis ini dinyatakan sebagai pengolahan catatan kasus yang terdokumentasi, bukan pengukuran primer baru yang telah diverifikasi. Kedua rumah digunakan untuk menggambarkan dua bentuk hunian yang ditemukan di lokasi, bukan sebagai sampel acak atau pasangan objek eksperimen yang sepadan. Alasan pemilihan objek pada saat pengambilan data, orientasi bangunan, status pintu dan jendela, penggunaan kipas atau AC, jumlah penghuni, dan paparan lingkungan luar belum tercatat secara memadai. Karena itu, perbandingan hanya dilakukan secara deskriptif; pengaruh tipologi atau ventilasi tidak dapat dipisahkan dari faktor lainnya. Keterangan tersebut masih perlu dipastikan melalui catatan lapangan sebelum perbandingan yang lebih kuat dapat dibuat.

2.2 Variabel dan Ketersediaan Bukti

Parameter termal yang tersedia meliputi temperatur udara (T_a), estimasi temperatur radian rata-rata (MRT), dan kecepatan udara (V_a). Temperatur luar yang dicatat menurut sesi dipisahkan secara tegas dari prevailing mean outdoor temperature (PMOT), karena PMOT memerlukan temperatur luar rerata harian pada periode sebelumnya. Temperatur operatif estimasi (T_o^*) merupakan hasil perhitungan turunan, bukan parameter yang diukur langsung maupun bukti pemenuhan standar kenyamanan adaptif. Kelembapan relatif (RH), insulasi pakaian (clo), tingkat aktivitas (met), keadaan bukaan, dan penggunaan pengkondisian mekanis diperlakukan sebagai variabel kontekstual yang memengaruhi kelayakan model. Tabel 1 membedakan angka ringkasan yang tersedia dari informasi asli yang dibutuhkan agar hasil dapat direproduksi. Dokumentasi saat ini belum menjelaskan apakah setiap nilai T_a , MRT, dan V_a merupakan satu kali pembacaan, rerata tujuh hari, atau bentuk ringkasan lainnya.

Tabel 1. Definisi operasional, sumber bukti, dan kelengkapan data pengukuran

Variabel / status	Simbol / satuan	Instrumen / bukti	Pengumpulan	Kondisi data
Temperatur udara	T_a (°C)	Alat belum teridentifikasi	T1/T2; 3 sesi	Ringkasan saja; n belum ada
Temperatur radian rata-rata estimasi	MRT (°C)	Aneng TH201; estimasi CBE 3D	Temperatur permukaan + geometri	Data masukan/keluaran asli belum ada
Kecepatan udara	V_a (m/s)	Aneng GN302 (belum dikonfirmasi)	T1/T2; 3 sesi	Akurasi dan resolusi belum ada
Temperatur luar menurut sesi	$T_{\text{luar, sesi}}$ (°C)	Alat/sumber belum diketahui	Pagi, siang, sore	Bukan PMOT
Prevailing mean outdoor temperature	PMOT (°C)	Rerata temperatur luar harian terdahulu	Per tanggal pengukuran	Belum dapat dihitung
Temperatur operatif estimasi	T_o^* (°C)	$a \cdot T_a + (1-a) \cdot \text{MRT}$	Turunan T_a , MRT, dan V_a	Dihitung ulang; belum tervalidasi
Kelembapan relatif	RH (%)	Alat belum teridentifikasi	Per titik/sesi	Angka tidak tersedia
Insulasi dan aktivitas	clo; met	Ringkasan catatan awal	Per penghuni/aktivitas/sesi	Belum dipetakan ke sesi
Bukaan, kipas, AC	Log operasi	Catatan lapangan asli diperlukan	Per titik/sesi	Tidak tersedia

2.3 Objek dan Titik Pengukuran

Objek pertama berupa rumah panggung kayu beratap seng seluas 35,3 m², dengan titik pengukuran pada serambi depan (T1) dan serambi tengah (T2). Objek kedua berupa rumah berdinding bata diplesir, berlantai keramik, dan berjendela kaca seluas 63 m², dengan titik pengukuran pada ruang keluarga (T1) dan dapur (T2). Keduanya terletak di Desa Pantai Gading, Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat. Titik tersebut tampaknya dipilih sebagai ruang aktivitas yang dapat diakses, tetapi kriteria pemilihan lapangan yang lebih rinci belum tersedia. Serambi tidak dapat dianggap sepadan secara fungsional dengan ruang keluarga atau dapur karena beban panas internal, tingkat keterbukaan, penghuni, dan paparan lingkungan dapat berbeda. Dengan demikian, hasil hanya dibandingkan untuk titik yang tercatat, tanpa menganggap kondisi ventilasi, geometri, orientasi, keternaungan, dan penggunaan ruang setara. Gambar 1 menampilkan objek bangunan; tanggal foto, orientasi, dan kondisi bukaan pada saat pengukuran masih perlu dikonfirmasi.



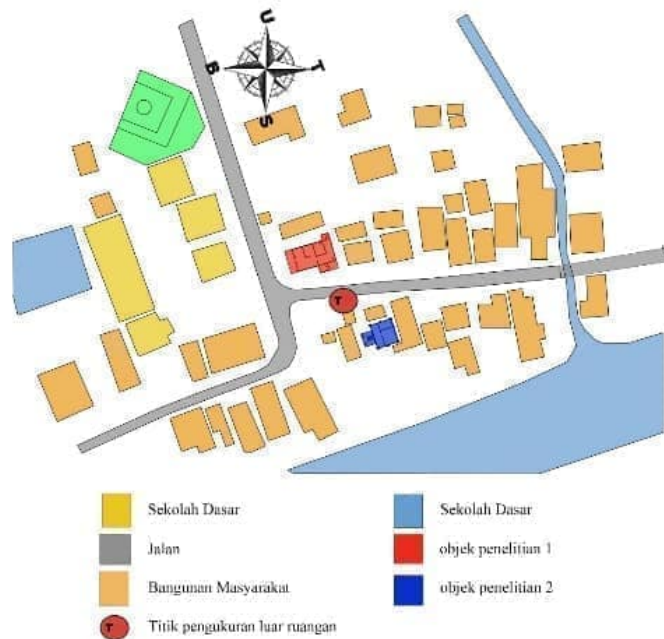
Gambar 1. Rumah modern (kiri) dan rumah tradisional (kanan) pada lokasi penelitian

2.4 Instrumen dan Estimasi MRT

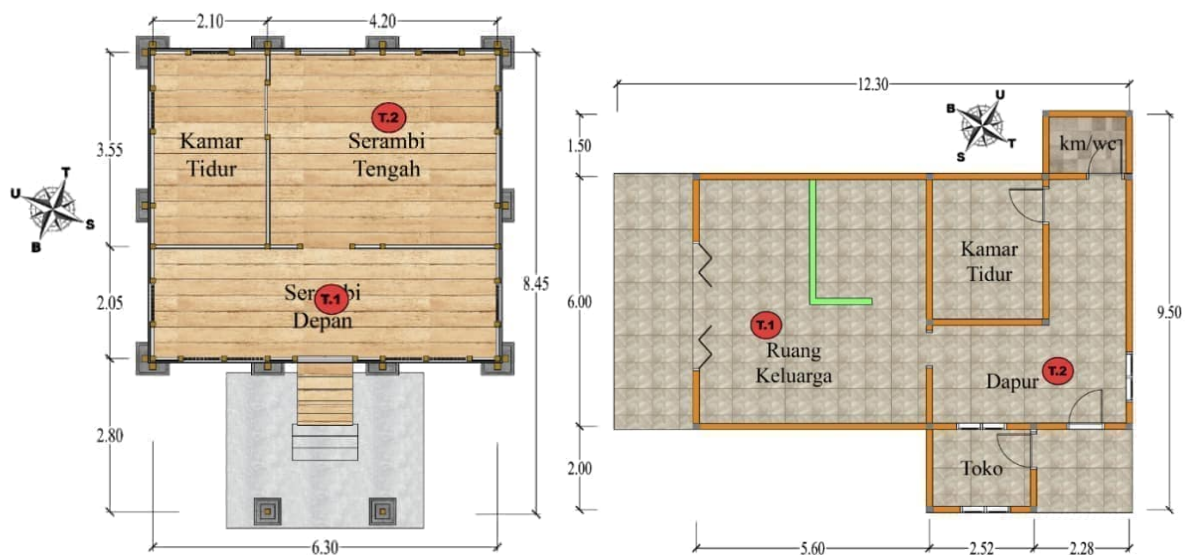
Dokumentasi yang tersedia menyebut Aneng GN302 sebagai alat ukur kecepatan udara dan Aneng TH201 sebagai alat ukur temperatur permukaan; identitas kedua alat perlu dicocokkan dengan foto unit dan daftar instrumen lapangan. Spesifikasi kerja, akurasi, resolusi, batas deteksi (khususnya untuk tampilan 0,00 m/s), catatan kalibrasi, dan waktu stabilisasi sensor belum tersedia. Alat yang digunakan untuk mengukur Ta dan RH juga belum teridentifikasi. MRT dilaporkan diestimasi menggunakan CBE 3D Mean Radiant Temperature Tool berdasarkan suhu permukaan dan geometri ruang, bukan diperoleh langsung dari globe thermometer. Daftar bidang yang diukur, pengaturan emisivitas, faktor pandang, jarak pengukuran, orientasi permukaan, dan berkas keluaran perhitungan belum disertakan. Oleh karena itu, angka MRT diperlakukan sebagai estimasi yang tercatat, bukan hasil ukur terverifikasi. Tinggi sensor serta jarak alat dari jendela, sinar matahari langsung, peralatan memasak, dan penghuni juga perlu dilengkapi sebelum ketidakpastian pengukuran dapat dinilai.

2.5 Jadwal Pengukuran dan Data Deskriptif

Catatan kasus menyebut pengamatan selama tujuh hari dengan sesi pagi (08.00–10.00 WIB), siang (12.00–14.00 WIB), dan sore (15.30–17.30 WIB) di dua titik setiap rumah. Tujuh tanggal pengukuran, musim, jumlah pembacaan per sesi, interval pencatatan, waktu stabilisasi sensor, dan prosedur pengolahan data belum dapat ditelusuri. Karena itu, dua belas baris pada Tabel 2 dan Tabel 3 merupakan dua belas kombinasi rumah–titik–sesi, bukan dua belas sampel independen ataupun rerata tujuh hari yang sudah terverifikasi. Unit analisis adalah nilai ringkasan titik–sesi yang dilaporkan. Tanpa deret waktu harian dan jumlah pembacaan (n), distribusi data, nilai rerata sebenarnya, simpangan baku, serta interval kepercayaan tidak dapat dihitung ulang. Angka asli dipertahankan tanpa mengisi data yang hilang secara asumsi dan tanpa uji signifikansi statistik.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 3. Rumah Tradisional dan Rumah Modern

Dokumentasi mencantumkan insulasi pakaian 0,41 clo untuk penghuni pria dan 0,56 clo untuk penghuni wanita, serta aktivitas duduk sebesar 1,0 met dan memasak sebesar 1,6 met. Nilai pakaian dan aktivitas tersebut belum dapat dipetakan secara pasti ke masing-masing penghuni, titik, hari, atau sesi pengamatan. Tidak tersedia survei thermal sensation vote (TSV), thermal comfort vote (TCV), maupun survei respons termal penghuni lainnya. Metode adaptif pada ASHRAE 55-2023 hanya dapat digunakan bila persyaratan operasi ruang dan karakter penghuni dipenuhi; aktivitas memasak 1,6 met berada di luar rentang aktivitas 1,0–1,5 met pada pendekatan adaptif standar tersebut [3]. Kondisi jendela yang dapat dibuka dan kesempatan penghuni menyesuaikan pakaian atau lingkungan juga belum diketahui. Kekurangan data ini menghalangi penafsiran kategori model sebagai persepsi kenyamanan penghuni yang benar-benar terukur.

2.6 Analisis Data dan Protokol Validasi Model Adaptif

Analisis membedakan tahapan yang sudah dikerjakan dari tahapan validasi yang masih tertunda. Pertama, seluruh nilai T_a , MRT estimasi, V_a , dan temperatur luar menurut sesi disalin sebagai data deskriptif. Kedua, nilai To^* dihitung ulang secara transparan dari masukan yang tersedia. Ketiga, kategori adaptif pada catatan awal diaudit dengan membandingkan kelengkapan masukan terhadap ketentuan ANSI/ASHRAE Standard 55-2023 [3]. CBE Thermal Comfort Tool diposisikan sebagai sarana bantu perhitungan [1], tetapi versi program, pengaturan, berkas masukan, dan laporan keluaran yang digunakan pada penilaian sebelumnya belum tersedia. Publikasi perangkat lunak tahun 2020 tidak dengan sendirinya membuktikan versi yang dipakai untuk menguji standar 2023. Karena berkas perhitungan aslinya tidak tersedia, kategori kenyamanan adaptif belum dapat direproduksi atau disahkan dalam penelitian ini.

$PMOT(d) = (1/n) \times \sum_{i=1 \text{ sampai } n} T_{\text{luar,harian}}(d - i)$, dengan $7 \leq n \leq 30$

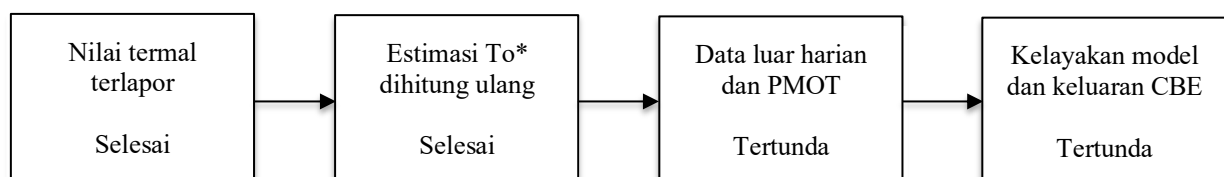
Keterangan dan rancangan perhitungan:

$T_{\text{luar,harian}}(d - i)$ adalah rerata temperatur udara luar pada hari penuh ke- i sebelum tanggal pengukuran d , bukan pembacaan sesaat saat sesi pengukuran.

Mengacu pada Bagian 5.4.2.1 ANSI/ASHRAE Standard 55-2023 [3], PMOT diturunkan dari rerata temperatur luar harian untuk 7–30 hari sebelumnya secara berurutan, dengan metode pembobotan yang diperbolehkan apabila didokumentasikan. Untuk pengujian ulang yang dapat direplikasi, prosedur yang diusulkan ialah rerata aritmetika dari tujuh hari penuh sebelumnya ($n = 7$), dihitung terpisah bagi setiap tanggal pengukuran. Prosedur tersebut merupakan rencana verifikasi, bukan hasil PMOT yang sudah dihitung dalam penelitian ini.

Tanggal pengukuran serta deret temperatur luar rerata harian sebelumnya belum tersedia. Oleh karena itu, angka 30,5 °C (pagi), 32,2 °C (siang), dan 30,8 °C (sore) hanya disajikan sebagai temperatur luar menurut sesi, bukan sebagai PMOT. Nilai PMOT dan batas penerimaan adaptif numerik belum dapat dihitung.

Untuk analisis sensitivitas deskriptif, estimasi temperatur operatif dihitung dengan $To^* = a \cdot T_a + (1 - a) \cdot MRT$, dengan $a = 0,5$ untuk $V_a \leq 0,2$ m/s dan $a = 0,6$ untuk $0,2 < V_a \leq 0,6$ m/s. Pembobotan tersebut konsisten dengan pendekatan estimasi temperatur operatif pada standar yang dirujuk [3], tetapi penerapannya mensyaratkan data T_a , MRT, dan V_a yang andal serta diukur pada waktu yang sebanding. Perhitungan dilakukan sebelum pembulatan, kemudian nilai positif dengan angka tepat di tengah dibulatkan ke atas hingga satu angka desimal. To^* hanya nilai eksploratif dan bukan bukti kelulusan batas kenyamanan adaptif. Evaluasi normatif masih memerlukan PMOT per tanggal, pembuktian bahwa ruang dikondisikan secara alami dan dapat diatur penghuni, aktivitas representatif 1,0–1,5 met, kesempatan adaptasi pakaian, serta bukti pengaturan standar dan perangkat lunak. Pada ASHRAE 55-2023, batas 80% dipakai pada metode adaptif, sedangkan batas 90% disajikan sebagai informasi [3].



Gambar 4. Alur validasi dan status tahapan yang sudah dilakukan serta yang tertunda

Tahapan yang telah diselesaikan meliputi penyalinan ringkasan kasus, penghitungan To^* secara transparan, dan identifikasi kekurangan data. Tahap rekonstruksi deret temperatur luar harian, perhitungan PMOT, verifikasi kelayakan metode adaptif, serta penetapan batas model pada Gambar 3 masih tertunda. Kategori 80%/90% yang pernah dilaporkan tetap dicantumkan hanya sebagai klaim yang memerlukan verifikasi, bukan hasil baru ataupun bukti kenyamanan penghuni.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Parameter Termal Terlapor dan Penghitungan Ulang To^*

Tabel 2 dan Tabel 3 menyajikan nilai T_a , MRT estimasi, dan V_a menurut dua titik pada setiap rumah dan tiga sesi harian, disertai temperatur luar menurut sesi. Angka temperatur luar tidak diperlakukan sebagai PMOT. Nilai To^* merupakan turunan matematis dari angka T_a , MRT, dan V_a pada baris yang sama, bukan pengukuran lapangan tambahan. Karena catatan asli tidak memuat jumlah pembacaan (n), tanggal, cara agregasi, dan variasi harian, tidak dilakukan perbandingan rerata inferensial ataupun uji statistik. Selisih kecil antarbaris tidak dapat ditafsirkan sebagai besaran pengaruh jenis konstruksi bangunan.

Tabel 2. Kondisi termal rumah tradisional dan estimasi To^*

Titik	Sesi	T_a	MRT	Suhu luar**	V_a	To^*
Serambi depan (T1)	Pagi	29,5	26,5	30,5	0,00	28,0
Serambi depan (T1)	Siang	31,0	29,4	32,2	0,30	30,4
Serambi depan (T1)	Sore	30,0	29,4	30,8	0,14	29,7
Serambi tengah (T2)	Pagi	29,8	28,2	30,5	0,07	29,0
Serambi tengah (T2)	Siang	31,2	29,6	32,2	0,52	30,6
Serambi tengah (T2)	Sore	30,2	28,8	30,8	0,00	29,5

Tabel 3. Kondisi termal rumah modern dan estimasi To^*

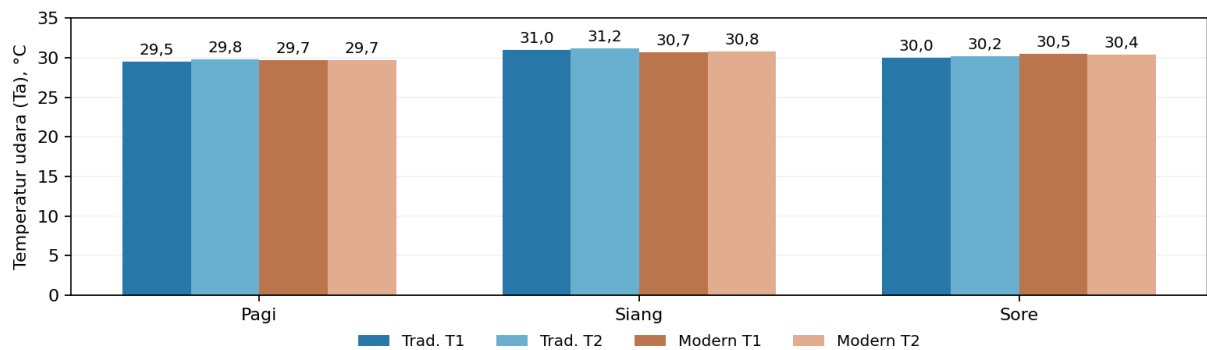
Titik	Sesi	T_a	MRT	Suhu luar**	V_a	To^*
Ruang keluarga (T1)	Pagi	29,7	28,1	30,5	0,00	28,9
Ruang keluarga (T1)	Siang	30,7	28,6	32,2	0,00	29,7
Ruang keluarga (T1)	Sore	30,5	28,1	30,8	0,00	29,3
Dapur (T2)	Pagi	29,7	29,0	30,5	0,00	29,4
Dapur (T2)	Siang	30,8	29,7	32,2	0,03	30,3
Dapur (T2)	Sore	30,4	29,0	30,8	0,00	29,7

Catatan Tabel 2 dan 3: T_a , MRT estimasi, temperatur luar menurut sesi, dan To^* dalam $^{\circ}\text{C}$; V_a dalam m/s. Temperatur luar menurut sesi bukan PMOT. Nilai To^* dihitung ulang dari angka terlapor dan dibulatkan ke satu angka desimal dengan aturan setengah ke atas. Tanggal pengamatan, jumlah pembacaan (n), variasi harian, dan prosedur agregasi belum terdokumentasi; karena itu angka tabel belum dapat dikonfirmasi sebagai rerata tujuh hari.

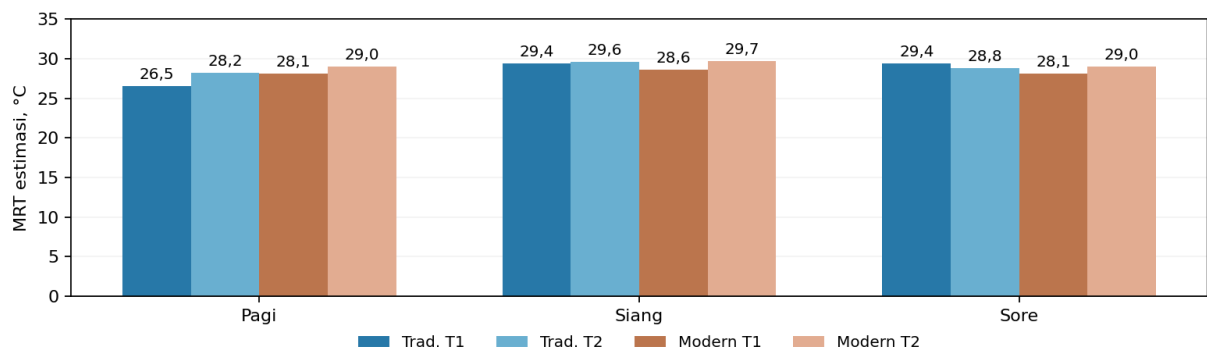
T_a rumah tradisional tercatat pada rentang 29,5–31,2 $^{\circ}\text{C}$ dan rumah modern pada 29,7–30,8 $^{\circ}\text{C}$. MRT estimasi masing-masing berkisar 26,5–29,6 $^{\circ}\text{C}$ dan 28,1–29,7 $^{\circ}\text{C}$. V_a yang dilaporkan sebesar 0,00–0,52 m/s pada rumah tradisional dan 0,00–0,03 m/s pada rumah modern. Kecepatan udara tertinggi, yaitu 0,52 m/s, tercatat di serambi tengah (T2) rumah tradisional pada siang hari. Tampilan

angka 0,00 m/s tidak dapat disamakan dengan udara yang benar-benar diam selama batas deteksi, resolusi, dan kalibrasi alat belum diketahui.

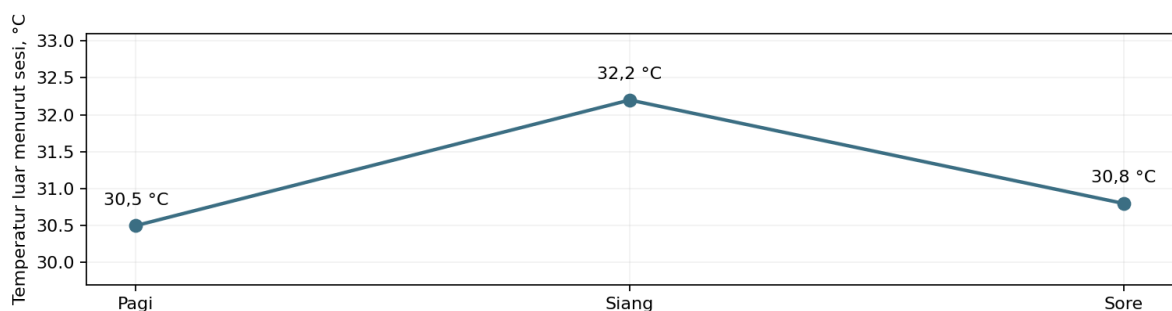
Dengan pembobotan yang dijelaskan pada metode, To* rumah tradisional berkisar 28,0–30,6 °C dan rumah modern 28,9–30,3 °C. Pada T2 rumah tradisional siang hari (Ta 31,2 °C; MRT 29,6 °C; Va 0,52 m/s), hasil tertimbang sebesar 30,56 °C dilaporkan sebagai 30,6 °C, sedangkan pembobotan sama menghasilkan 30,4 °C. Untuk T1 rumah modern siang hari, $(30,7 + 28,6)/2 = 29,65$ °C dibulatkan menjadi 29,7 °C; pada T2 rumah modern siang hari diperoleh 30,25 °C yang dibulatkan menjadi 30,3 °C. Contoh tersebut memperlihatkan sensitivitas hasil terhadap pembobotan dan pembulatan, bukan membuktikan pemenuhan ambang kenyamanan adaptif.



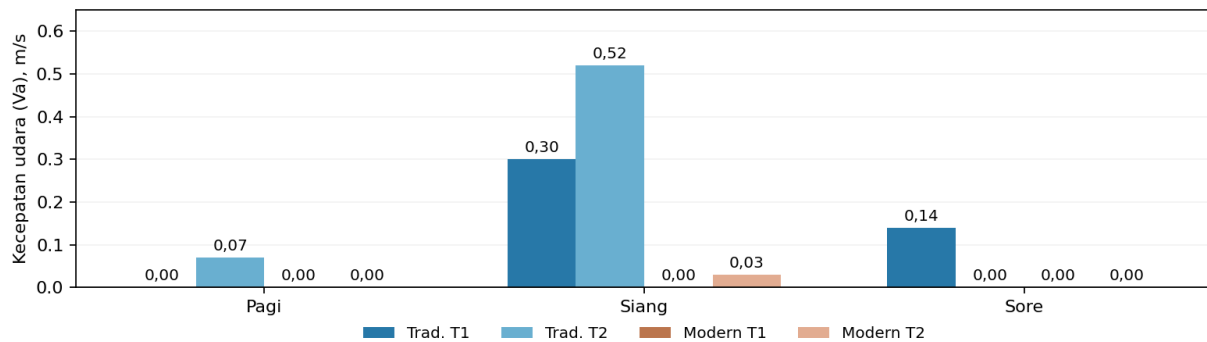
Gambar 5. Temperatur udara (Ta) menurut rumah, titik, dan sesi pengukuran



Gambar 6. Estimasi temperatur radian rata-rata (MRT) pada dua rumah



Gambar 7. Temperatur luar menurut sesi pengukuran (bukan PMOT)



Gambar 8. Kecepatan udara (V_a) menurut rumah, titik, dan sesi pengukuran

Gambar 4–7 merangkum dua belas kombinasi titik–sesi yang tersedia pada Tabel 2 dan Tabel 3. Grafik tersebut merupakan perbandingan angka ringkasan, bukan tren kontinu atau deret waktu selama tujuh hari. Temperatur udara: nilai tertinggi pada siang hari sebesar $31,2^{\circ}\text{C}$ ditemukan di T2 rumah tradisional. Perbedaan antar-ruang tidak dapat diatribusikan semata-mata kepada ventilasi tanpa catatan tentang bukaan, keternaungan, aktivitas, dan geometri yang sebanding.

MRT estimasi: perbedaan angka dapat terkait dengan temperatur permukaan dan paparan matahari yang tidak sama. Namun, ketiadaan data emisivitas dan geometri yang mendasari estimasi menghalangi penetapan penyebab fisik secara meyakinkan.

Temperatur luar menurut sesi: tiga nilai yang sama dicatat untuk kedua rumah. Angka tersebut hanya menjadi informasi deskriptif dan tidak memenuhi definisi temporal PMOT yang dipakai dalam pemodelan adaptif. Kecepatan udara: nilai T2 rumah tradisional siang hari mencapai $0,52\text{ m/s}$, sedangkan nilai maksimum rumah modern $0,03\text{ m/s}$. Perbedaan fungsi ruang, status bukaan yang belum dicatat, dan keterbatasan deteksi alat membuat selisih itu belum dapat dijadikan bukti khusus tentang keunggulan ventilasi rumah tradisional.

Bagian berikutnya mengaudit kategori adaptif terdahulu berdasarkan masukan dan persyaratan model yang belum lengkap; tidak ada klaim bahwa salah satu rumah telah memenuhi standar kenyamanan.

3.2 Audit Kategori Penerimaan Kenyamanan Adaptif Sebelumnya

Model adaptif menghubungkan temperatur operatif dalam ruang dengan temperatur luar rerata yang berlaku, hanya apabila syarat penggunaan model terpenuhi [3]. Tabel 4 menyalin label penerimaan 80% dan 90% terdahulu semata-mata untuk menjaga ketertelusuran. Tabel tersebut bukan keluaran model yang sudah divalidasi, sedangkan nilai To^* numeriknya merupakan estimasi deskriptif yang dihitung ulang. Tidak tersedia PMOT berdasarkan tanggal, batas penerimaan numerik yang terdokumentasi, log pengoperasian ruang, maupun laporan keluaran alat bantu asli. Selain itu, pada ASHRAE 55-2023, batas 90% bersifat informatif, bukan kriteria utama penilaian kepatuhan [3]. Karena itu, seluruh klaim kategori tetap berstatus BELUM TERVERIFIKASI, baik yang sebelumnya diberi label “nyaman” maupun “terlalu hangat”.

Tabel 4. Kategori adaptif dalam catatan sebelumnya (seluruhnya belum terverifikasi)

Objek / titik	Sesi	To^* ($^{\circ}\text{C}$)	80% sumber	90% sumber	Status
Trad. T1	Pagi	28,0	Nyaman	Nyaman	Belum valid
Trad. T1	Siang	30,4	Nyaman	Nyaman	Belum valid
Trad. T1	Sore	29,7	Nyaman	Nyaman	Belum valid

Objek / titik	Sesi	To* (°C)	80% sumber	90% sumber	Status
Trad. T2	Pagi	29,0	Nyaman	Nyaman	Belum valid
Trad. T2	Siang	30,6	Nyaman	Terlalu hangat	Belum valid
Trad. T2	Sore	29,5	Nyaman	Nyaman	Belum valid
Modern T1	Pagi	28,9	Nyaman	Nyaman	Belum valid
Modern T1	Siang	29,7	Nyaman	Nyaman	Belum valid
Modern T1	Sore	29,3	Nyaman	Nyaman	Belum valid
Modern T2	Pagi	29,4	Nyaman	Nyaman	Belum valid
Modern T2	Siang	30,3	Nyaman	Nyaman	Belum valid
Modern T2	Sore	29,7	Nyaman	Terlalu hangat	Belum valid

Catatan sebelumnya memberi label nyaman kepada 12 dari 12 kombinasi titik–sesi pada batas 80%, dan 10 dari 12 kombinasi pada batas 90%. Jumlah tersebut hanya menunjukkan isi label yang lama, bukan persentase kenyamanan nyata penghuni, proporsi statistik, ataupun kepatuhan standar yang sudah disahkan. Dua kondisi dengan label “terlalu hangat” pada 90% adalah T2 rumah tradisional siang (Ta 31,2 °C; Va 0,52 m/s) dan T2 rumah modern sore (Ta 30,4 °C; Va ditampilkan 0,00 m/s). Perbedaan kecepatan udara yang mencolok menunjukkan bahwa kategori tersebut tidak dapat dijelaskan hanya oleh rendahnya aliran udara, terutama ketika PMOT, cara penentuan To, aktivitas, dan kondisi operasi ruang belum diketahui. Tidak dihitung persentase akhir penerimaan kenyamanan termal.

Tabel 5. Perbandingan kecepatan udara pada dua entri yang dahulu diberi label terlalu hangat

Objek / kombinasi	Klaim sumber 90%	Va (m/s)	Interpretasi revisi
Tradisional T2 / siang	Terlalu hangat	0,52	Belum valid; Va tertinggi pada data
Modern T2 / sore	Terlalu hangat	0,00	Belum valid; batas deteksi alat belum diketahui

Kategori nominal tidak layak dirata-ratakan sebagai angka. Penilaian adaptif yang dapat dipertanggungjawabkan harus dilakukan untuk setiap tanggal dan titik yang memenuhi syarat, dengan temperatur luar harian, keluaran model, serta versi standar/perangkat lunak yang dapat ditelusuri. Data survei sensasi atau kenyamanan termal penghuni tidak tersedia untuk membandingkan prediksi model dengan persepsi nyata.

3.3 Interpretasi, Perbandingan Penelitian Terdahulu, dan Keterbatasan

Ringkasan kasus ini memperlihatkan kemungkinan adanya perbedaan pergerakan udara yang cukup besar di titik pengukuran, tetapi belum menjelaskan penyebabnya. Berbeda dengan Iqbal dkk. [7] yang menggunakan survei lapangan dan simulasi pada rumah berventilasi alami di Aceh, data Pantai Gading belum dilengkapi respons penghuni dan catatan pengoperasian jendela atau kipas sehingga kesimpulan tentang kenyamanan yang dialami penghuni tidak setara. Penelitian lapangan Iqbal dkk. [8] juga mengaitkan kondisi fisik dengan konteks penggunaan ruang yang belum tergambar pada ringkasan dua rumah ini. Mulfakli dkk. [12] mengkaji keterkaitan unsur arsitektur dengan lingkungan termal

rumah tradisional tertentu, sedangkan Nugroho dkk. [15] menelaah kondisi termal terkait ventilasi pada hunian kontemporer. Selisih angka dari berbagai lokasi tersebut mungkin berasal dari pemilihan kasus, geometri, orientasi, bukaan, cuaca setempat, posisi sensor, dan metode pengukuran, sehingga bukan otomatis pertentangan hasil penelitian. Kajian Azizah dkk. [13] di Bogor menegaskan relevansi keadaan luar ruang dan bukaan jendela, sedangkan Mukty dkk. [11] menunjukkan bahwa prediksi model dapat berbeda dari sensasi penghuni. Oleh sebab itu, perbedaan V_a 0,52 dan 0,03 m/s hanya dapat dijadikan dasar hipotesis pengaruh ventilasi untuk diuji lebih lanjut, bukan estimasi kausal yang sudah terkonfirmasi.

Keterbatasan penelitian meliputi dua objek yang belum dipasangkan secara sepadan; fungsi ruang yang berbeda (serambi dibanding ruang keluarga/dapur); tanggal, data mentah, jumlah pembacaan, dan aturan agregasi selama tujuh hari yang belum dapat diverifikasi; ketiadaan identitas alat T_a/RH , informasi kalibrasi, posisi sensor, dan batas deteksi V_a ; kurangnya data geometri permukaan dan emisivitas untuk MRT; tidak adanya log pintu/jendela, kipas, atau AC; belum tersedia temperatur luar harian sebelumnya dan PMOT tervalidasi; serta tidak dilakukannya survei TSV/TCV. Penelitian ulang yang dapat direplikasi perlu memilih ruang hunian dengan fungsi setara, mengukur $T_a/RH/V_a$ dan MRT secara serempak dengan prosedur yang sah, mencatat penghuni dan status bukaan/pengondisian, menyimpan data bertanggal dan berwaktu serta spesifikasi instrumen, lalu menghitung PMOT dan T_o per hari berdasarkan standar yang berlaku. Kategori penerimaan adaptif baru dapat dilaporkan setelah persyaratan model diperiksa dan keluaran perhitungannya tersedia. Data saat ini belum mendukung anjuran umum bahwa satu jenis rumah lebih unggul.

4. KESIMPULAN

Dua rumah di Desa Pantai Gading menunjukkan rentang T_a terlapor 29,5–31,2 °C pada rumah tradisional dan 29,7–30,8 °C pada rumah modern, dengan V_a maksimum masing-masing 0,52 dan 0,03 m/s. Angka tersebut menggambarkan titik dan sesi tertentu, bukan populasi hunian yang representatif secara statistik. Kecepatan udara yang lebih tinggi pada serambi rumah tradisional tidak dapat dikaitkan secara tunggal dengan tipologi bangunan, material konstruksi, ataupun rancangan ventilasi alami karena fungsi serta kondisi pengoperasian ruang yang dibandingkan tidak disepadankan.

Kategori kenyamanan adaptif 80% dan 90% yang dituliskan sebelumnya belum terverifikasi. Temperatur luar berdasarkan sesi tidak dapat diperlakukan sebagai PMOT; tanpa deret data luar harian sebelumnya, MRT/ T_o yang tervalidasi, dokumentasi instrumen, pemenuhan syarat penggunaan model, dan keluaran perangkat lunak asli, kepatuhan terhadap standar belum dapat ditetapkan. Perbedaan V_a pada dua entri yang sebelumnya diberi label terlalu hangat juga tidak mendukung penjelasan sederhana bahwa keduanya disebabkan oleh aliran udara yang rendah. Ringkasan parameter fisik ini tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan kenyamanan subjektif penghuni.

Kontribusi penelitian adalah perbandingan deskriptif yang transparan dan jejak audit yang memisahkan ringkasan parameter terlapor, hasil turunan matematis, serta klaim model yang belum sah. Dengan demikian, batas kekuatan bukti yang ada menjadi jelas dan protokol verifikasi berikutnya dapat ditetapkan. Kesimpulan yang lebih kuat memerlukan pemulihan atau pengumpulan ulang data primer bertanggal dan informasi lapangan yang relevan. Sebelum data tersebut tersedia, temuan diperlakukan sebagai dasar penyusunan hipotesis, bukan konfirmasi manfaat ventilasi atau keunggulan kenyamanan salah satu rumah.

PERNYATAAN PENGGUNAAN AI

Penulis menggunakan ChatGPT sebagai alat bantu dalam proses penyusunan artikel ini. Penggunaan aplikasi AI tersebut terbatas pada pengembangan konseptual, penataan struktur argumen, serta pencarian data referensi awal. Penulis bertanggung jawab penuh atas validasi data, analisis akhir, dan keaslian seluruh isi naskah ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Konseptualisasi: Syaian Ajani
Metodologi: Adi Safyan
Pengembangan perangkat lunak/sistem: Syaian Ajani
Pengumpulan data: Syaian Ajani
Analisis data: Syaian Ajani
Validasi: Adi Safyan
Visualisasi: Syaian Ajani
Penelusuran literatur: Syaian Ajani, Adi Safyan
Penulisan draf awal: Syaian Ajani
Penelaahan dan penyuntingan: Sisca Olivia
Supervisi: Adi Safyan, Sisca Olivia
Administrasi penelitian: Syaian Ajani

PERNYATAAN PENDANAAN

Penelitian ini tidak menerima pendanaan atau hibah dari lembaga/instansi eksternal maupun internal mandiri, dan sepenuhnya dibiayai secara mandiri oleh tim peneliti.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian dan publikasi artikel ini

DAFTAR PUSTAKA

- F. Tartarini, S. Schiavon, T. Cheung, and T. Hoyt, "CBE Thermal Comfort Tool: Online Tool for Thermal Comfort Calculations and Visualizations," *SoftwareX*, vol. 12, art. no. 100563, 2020, doi: 10.1016/j.softx.2020.100563.
- M. A. T. Ramadhan and N. I. Syafii, "Adaptive Thermal Comfort: A Literature Review," *Built Environment Studies*, vol. 5, no. 2, 2024, doi: 10.22146/best.v5i2.18225.
- Ashrae, *Ansi/Ashrae Standard 55-2023: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Peachtree Corners, GA, USA: Ashrae, 2023. [Online]. Available: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>
- S. Latif, A. Abdullah, S. F. A. Amin, R. Abdullah, and M. Risman, "Thermal Comfort in Indonesian Vernacular Houses," *Sinektika: Jurnal Arsitektur*, vol. 23, no. 2, pp. 217–226, 2026, doi: 10.23917/sinektika.v23i2.17452.
- Muslimsyah, A. Munir, Y. Away, Abdullah, T. Y. Arif, and A. Novandri, "A Model of Indoor Thermal Condition Based on Traditional Acehese Houses Using Artificial Neural Network," *Heliyon*, vol. 10, no. 23, art. e40644, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e40644.
- M. A. O. Situmeang, T. W. Caesariadi, and U. F. Andi, "Identifikasi Kenyamanan Termal Ruang pada Rumah Betang Ensaed Panjang di Kabupaten Sintang," *JMARS: Jurnal Mosaik Arsitektur*, vol. 10, no. 2, 2022, doi: 10.26418/jmars.v10i2.55797.
- M. Iqbal, M. Dastur, and M. Fikry, "Indoor Thermal Comfort Improvement of the Naturally Ventilated House in Tropical Climate, Indonesia," in *Proceedings of Malikussaleh International Conference on Multidisciplinary Studies (MICOMS)*, vol. 3, art. no. 00007, 2022, doi: 10.29103/micoms.v3i.48.
- M. Iqbal, Atthaillah, A. Safyan, L. Indriani, and A. M. Sina, "Kenyamanan Termal pada Bangunan Berventilasi Alami di Iklim Tropis," *Nature: National Academic Journal of Architecture*, vol. 11, no. 2, pp. 152–163, 2024, doi: 10.24252/nature.v11i2a3.

- S. Puspitasari, S. B. Amri, D. R. Noraduola, and K. Ornam, "Kenyanamanan Termal pada Rumah Tinggal di Pemukiman Padat Kota Kendari," *Garis: Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, vol. 9, no. 2, pp. 128–135, 2024. [Online]. Available: <https://garis.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/182>
- R. Y. Riskillah, S. Olivia, Atthaillah, S. Husain, and E. Saputra, "Analisa Kenyamanan Termal Adaptif pada Rumah Tinggal Tipe 36 di Perumahan Ketaping Residence Padang Pariaman," *Arsitekno*, vol. 8, no. 1, pp. 17–25, 2021, doi: 10.29103/arj.v8i1.3643.
- Y. A. Mukty, Y. Shimazaki, M. Tajima, and Zurnalis, "Comparative Analysis between Field Study and ASHRAE-55 Adaptive Model of Thermal Comfort Perception in a Residential Building in Jakarta, Indonesia," in *Proc. ASim 2024: 5th Asia Conference of IBPSA*, pp. 539–546, 2024, doi: 10.69357/asim2024.1142.
- Mulfakli, Zulherman, and A. B. Fuadi, "Thermal Comfort in Kobuang Limo House: Evaluating Tropical Architectural Elements," *Journal of Architectural Research and Design Studies*, vol. 9, no. 2, pp. 129–142, 2025, doi: 10.20885/jars.vol9.iss2.art4.
- J. N. Azizah, J. Febrita, and Y. Chadirin, "Indoor Thermal Comfort in Tropical Urban Houses in Indonesia: The Effect of Outdoor Temperature and Windows," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 10, no. 2, pp. 347–356, 2025, doi: 10.29244/jsil.10.2.347-356.
- W. Arminda and T. E. Darmayanti, "Thermal Performance Assessment of Traditional Stilt Houses in Wana Village, Indonesia: Field Measurement and Simulation," *Journal of Design and Built Environment*, vol. 26, no. 1, pp. 1–18, 2026, doi: 10.22452/jdbe.vol26no1.1.
- A. M. Nugroho, M. N. F. Alfata, A. Citraningrum, W. Iyati, and F. A. Putri, "In-Situ Hygrothermal Evaluation of Ventilation Block as Adaptive Climate Buffer in Contemporary Tropical House of Indonesia," *ARTEKS: Jurnal Teknik Arsitektur*, vol. 11, no. 2, pp. 377–392, 2026, doi: 10.30822/arteks.v11i2.4170.
- Z. Angkasa and E. M. Kamil, "Passive Cooling in Indonesian Traditional Dwellings and Its Relationship with Geographical Location," *Journal of Design and Built Environment*, vol. 24, no. 1, 2024, doi: 10.22452/jdbe.vol24no1.1.
- A. A. N. Aritama, G. W. Laskara, I. A. S. P. Paramitha, and A. Susanti, "Kenyamanan Termal Ruang pada Rumah Tradisional: Studi Kasus Bale Paon dan Bale Daging Desa Penglipuran," *Arsitektura*, vol. 23, no. 1, pp. 97–106, 2025, doi: 10.20961/arst.v23i1.99246.