



Scripta Technica: Journal of Engineering and Applied Technology

Vol 1 No 2 Desember 2025, Hal. 79-87
ISSN:3110-0775(Print) ISSN: 3109-9696(Electronic)
Open Access: <https://scriptaintelektual.com/scripta-technica>

Analisis Peran Elemen Arsitektur Vernakular Jawa terhadap Efektivitas Ventilasi Alami pada Iklim Tropis

Muhammad Syihabul Milal^{1*}

¹ Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Indonesia
email: syihabmilal99@gmail.com¹

Article Info :

Received:

10-9-2025

Revised:

12-10-2025

Accepted:

15-11-2025

Abstract

This study discusses the role of Javanese vernacular architectural elements in the effectiveness of natural ventilation in tropical climates, given Indonesia's high temperatures, humidity levels of over 70%, and high solar radiation intensity throughout the year. The research method used was a descriptive qualitative approach through literature study, field observation, and architectural element analysis, focusing on the Joglo and Limasan house typologies, wood materials, cross openings, and roof shapes. The results show that the combination of structural elements, strategic openings, building orientation, and passive ventilation can reduce interior temperatures by 3–3.3°C, maintain humidity, and improve air quality without relying on mechanical systems. The discussion emphasizes the synergy between local wisdom and bioclimatic principles in creating thermal comfort, while also serving as a reference for sustainable modern tropical design. In conclusion, the integration of traditional elements and natural ventilation strategies effectively supports comfortable, healthy, and energy-efficient tropical housing.

Keywords: Vernacular Architecture, Natural Ventilation, Traditional Javanese Houses, Tropical Climate, Thermal Comfort.

Abstrak

Penelitian ini membahas peran elemen arsitektur vernakular Jawa terhadap efektivitas ventilasi alami pada iklim tropis, mengingat kondisi Indonesia yang memiliki suhu tinggi, kelembapan lebih dari 70%, dan intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif melalui studi literatur, observasi lapangan, dan analisis elemen arsitektur, dengan fokus pada tipologi rumah Joglo dan Limasan, material kayu, bukaan silang, serta bentuk atap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi elemen struktural, bukaan strategis, orientasi bangunan, dan ventilasi pasif mampu menurunkan suhu interior 3–3,3 °C, menjaga kelembapan, serta meningkatkan kualitas udara tanpa ketergantungan pada sistem mekanis. Pembahasan menekankan sinergi antara kearifan lokal dan prinsip bioklimatik dalam menciptakan kenyamanan termal, sekaligus menjadi acuan bagi desain tropis modern yang berkelanjutan. Kesimpulannya, integrasi elemen tradisional dan strategi ventilasi alami efektif mendukung hunian tropis yang nyaman, sehat, dan hemat energi.

Kata kunci: Arsitektur Vernakular, Ventilasi Alami, Rumah Tradisional Jawa, Iklim Tropis, Kenyamanan Termal



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki karakteristik cuaca dengan suhu udara yang tinggi dan kelembapan di atas 70%. Intensitas radiasi matahari juga terbilang sangat tinggi mengingat wilayah Indonesia berada di dalam garis khatulistiwa sehingga intensitas matahari hampir tinggi sepanjang tahun.. Kondisi tersebut menjadikan kebutuhan akan kenyamanan termal di dalam ruangan menjadi poin penting dalam perancangan arsitektur. Salah satu solusi yang paling efektif adalah dengan penerapan ventilasi silang. System ini bekerja dengan memanfaatkan aliran udara yang bergerak secara alami tanpa bergantung dengan alat seperti kipas atau AC (*air conditioner*). Ventilasi alami tidak hanya berperan dalam menurunkan suhu dalam ruang, tetapi juga berkontribusi terhadap efisiensi energi dan keberlanjutan bangunan (Lippesmeier, G, 1997).

Rumah tradisional Jawa merupakan salah satu bentuk arsitektur vernakular yang telah beradaptasi dan menyesuaikan diri dengan iklim tropis selama ratusan tahun. Ciri khas rumah tradisional seperti joglo, pencu, tajug, dan limasan menunjukkan adanya sistem design dan perancangan elemen bangunan yang secara sadar dibangun untuk mendukung sirkulasi udara alami. Elemen-elemen seperti bentuk atap yang tinggi dan terbuka, penggunaan material alami yang berpori, serta bukaan silang (cross ventilation) menunjukkan pemahaman dalam mengelola aliran udara dan panas. Prinsip-prinsip ini memperlihatkan hubungan erat antara budaya, fungsi, dan lingkungan dalam pembentukan arsitektur tradisional (Salura, 2005).



Gambar 1. Arsitektur Vernakular

Arsitektur vernakular merupakan hasil adaptasi masyarakat terhadap lingkungan fisik dan sosialnya. Rumah tradisional Jawa merupakan transformasi dari pengetahuan setempat yang muncul dari kebutuhan untuk menciptakan kenyamanan termal di tengah iklim yang panas dan lembap. Sama halnya dengan prinsip-prinsip yang dipegang oleh konsep *bioclimatic design*, praktik yang memanfaatkan ventilasi alami sehingga menciptakan aliran udara silang dan material bangunan alami yang berkarakteristik berpori sehingga pertukaran udara mikro terjadi sehingga berperan penting dalam mengatur suhu, kelembapan, serta kualitas udara di dalam ruang (Givoni, 1998).

Namun belakangan waktu, modernisasi arsitektur saat ini sering kali mengabaikan prinsip-prinsip tersebut. Bangunan modern di wilayah tropis sering kali berkecenderungan dengan bergantung pada sistem pendingin buatan yang berdampak pada meningkatnya carbon footprint dan konsumsi energi yang masif. Padahal, studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan kembali elemen ventilasi alami tradisional dapat meningkatkan efisiensi energi hingga 30–40% tanpa mengorbankan kenyamanan termal (Nugroho, 2018). Peninjauan ulang terhadap nilai-nilai arsitektur vernacular menjadi sangat penting. Baik itu sebagai sumber pengembangan desain arsitektur berkelanjutan ataupun sebagai sumber inspirasi desain arsitektur bioclimatic.

Indonesia yang berada pada wilayah tropis basah memiliki karakteristik suhu udara yang tinggi, kelembapan yang melampaui 70 persen, serta paparan radiasi matahari yang intens sepanjang tahun, sehingga kondisi ini menempatkan kebutuhan akan strategi penciptaan kenyamanan termal sebagai salah satu aspek paling krusial dalam perancangan bangunan. Keadaan tersebut mendorong perlunya pemanfaatan ventilasi alami yang mampu bekerja tanpa perangkat mekanis, terutama ketika tekanan penggunaan energi pada bangunan modern terus meningkat di tengah isu keberlanjutan. Penerapan ventilasi silang memberikan peluang besar untuk mengalirkan udara secara optimal melalui perbedaan tekanan, sehingga bangunan tetap nyaman sekaligus lebih hemat energi, suatu prinsip yang banyak diulas dalam kajian arsitektur tropis Nusantara maupun bioklimatik modern (Damayanti et al., 2025; Nugroho & Iyati, 2021). Pandangan ini sekaligus memperlihatkan bahwa strategi desain pasif memiliki potensi kuat untuk menjadi dasar pengembangan arsitektur berkelanjutan di kawasan beriklim panas-lembap.

Keberadaan rumah tradisional Jawa memperlihatkan bukti historis bahwa masyarakat lokal telah lama mengembangkan mekanisme adaptif yang selaras dengan kondisi iklim tropis, terutama melalui bentuk atap yang menjulang, bukaan silang, penggunaan material berpori, serta pengaturan ruang yang memungkinkan udara bergerak bebas. Elemen-elemen seperti joglo dan limasan menyimpan teknik perancangan yang tidak hanya bernalih budaya, tetapi juga memperlihatkan kecerdasan ekologis dalam mengatur panas, kelembapan, dan pencahayaan alami, sebagaimana dicatat dalam berbagai penelitian

tentang arsitektur vernakular Nusantara (Pamungkas & Ikaputra, 2020; Lestari et al., 2025). Prinsip-prinsip tersebut menunjukkan hubungan erat antara pengetahuan lokal, kebutuhan fungsional, dan kondisi lingkungan, yang pada beberapa kasus juga terbukti mendukung kenyamanan termal bahkan pada kawasan dataran tinggi sebagaimana ditemukan di Wonosobo dan wilayah sejenis (Supriyono et al., 2018; Ardiyanto, n.d.). Pengalaman panjang adaptasi masyarakat tradisional ini menjadi modal penting dalam membaca kembali relevansi desain pasif untuk kebutuhan desain kontemporer.

Perkembangan arsitektur modern di Indonesia sering kali menempatkan sistem pendingin buatan sebagai solusi utama kenyamanan termal, padahal pendekatan tersebut berpotensi meningkatkan konsumsi energi dan jejak karbon bangunan. Beragam studi menunjukkan bahwa penerapan kembali prinsip ventilasi alami, bayangan bangunan, material berpori, serta orientasi yang tepat mampu meningkatkan efisiensi energi bangunan secara substansial tanpa mengurangi tingkat kenyamanan penghuni (Nugroho, 2018; Christine & Agustin, 2025). Bangunan tropis modern yang mengadopsi pendekatan pasif terbukti mampu mencapai performa termal lebih baik, sebagaimana tampak pada proyek-proyek hunian maupun mixed-use yang mengusung konsep arsitektur tropis dalam praktik kontemporer (Pranesti & Suharyani, 2025; Nugroho et al., 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran elemen-elemen arsitektur vernakular terkhusus Jawa terhadap efektivitas ventilasi alami dalam menciptakan kenyamanan termal pada iklim tropis. Fokus utama penelitian ini adalah mengidentifikasi bagaimana pemilihan material bangunan, sistem bukaan dan ventilasi, serta bentuk atap berperan dalam meningkatkan kualitas sirkulasi udara di dalam bangunan sehingga kenyamanan thermal tercapai. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan strategi desain bangunan tropis modern yang lebih berkelanjutan dan kontekstual terhadap budaya serta lingkungan setempat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, yang bertujuan untuk menggambarkan dan mendeskripsikan secara komprehensif mengenai fenomena arsitektur vernakular Jawa dalam konteks efektivitas sirkulasi alami pada iklim tropis. Pendekatan ini dipilih karena mampu menjelaskan arti di balik bentuk dan fungsi yang tidak hanya bersifat fisik, tetapi juga mengandung nilai-nilai budaya. Melalui tiga langkah utama penelitian ini akan dilakukan, yaitu studi literatur, observasi lapangan, dan analisis elemen arsitektur. Tahap studi literatur dilakukan untuk menelaah berbagai referensi ilmiah yang relevan, seperti teori sirkulasi udara, prinsip vernakular jawa, dan konsep arsitektur tropis. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif, yaitu dengan memdeskripsikan temuan lapangan berdasarkan teori yang diperoleh dari studi literatur. Hasil dari observasi dibandingkan dengan dasar-dasar desain tropis dan prinsip arsitektur vernakular untuk memperoleh pemahaman yang menyeluruh tentang bagaimana elemen-elemen rumah tradisional dan vernakular Jawa menciptakan kenyamanan termal dan efisiensi ventilasi alami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran Bentuk Atap dan Bukaan Silang terhadap Mekanisme Ventilasi Alami

Bentuk atap dari bangunan berjenis arsitektur tropis merupakan elemen yang paling utama dalam sistem ventilasi alami. Hal ini dikarenakan pengaruhnya yang besar dalam tercapainya sistem ventilasi alami. Dalam arsitektur vernakular jawa, elemen atap pada bangunan tidak hanya memiliki fungsi sebagai pelindung dari hujan dan panas, tetapi sudah di desain sedemikian rupa sehingga atap dari bangunan berfungsi sebagai pengatur sirkulasi udara alami yang berada dalam ruangan pada sebuah bangunan.

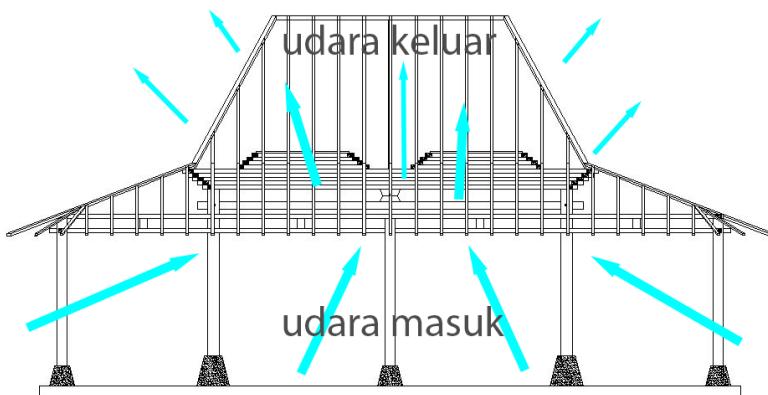
Menurut Lippemeier (1997:45), desain atap yang menjulang tinggi dengan rongga udara besar di bawahnya menciptakan efek cerobong atau stack effect di mana hawa panas naik ke atas dan keluar melalui ventilasi atau di sela-sela atap, sedangkan hawa sejuk masuk dari sisi bukaan sebuah bangunan. Teori ini selaras dengan prinsip yang dijelaskan oleh Givoni (1998:143), bahwa peningkatan volume ruang di bawah atap dapat mempercepat pergerakan udara vertikal, menurunkan suhu ruang, dan mengurangi kebutuhan ventilasi mekanis.

Hasil observasi lapangan di Margoyoso Pati, ditemukan dua tipe utama rumah tradisional yang masih mempertahankan bentuk atap aslinya, yaitu Joglo dan Limasan. Atap Joglo memiliki bentuk trapesium ke atas dengan struktur yang berada di bawahnya tersusun bertingkat (tumpang sari) yang

menciptakan ruang kosong di atasnya atau di dalam atap joglo. Sedangkan atap Limasan berbentuk lembayung, namun tetap memiliki volume udara cukup besar di bawahnya.

Hasil pengukuran lapangan menunjukkan ketinggian ruang dalam rumah joglo memiliki kisaran antara 4,5–6 meter, sedangkan limasan sekitar 3,5–4 meter. Suhu di area lantai rata-rata 27–28°C, sementara di bawah atap mencapai 30–31°C. Terdapat perbedaan suhu 3°C, menandakan adanya pergerakan udara panas ke atas secara alami. Dari hasil pengukuran lapangan tersebut terdapat perbedaan suhu antara bagian suhu bagian atap dan suhu bagian bawah. Hal ini dapat di simpulkan bahwa perbedaan suhu tersebut merupakan penanda adanya pergerakan udara yang bersuhu panas mengalir ke atas secara alami. Hasil observasi ini menandakan bahwa bentuk atap tradisional mendukung adanya sirkulasi udara vertikal dari bawah ke atas secara alami berkat bentuk dari atap dan bukaan di sisi bangunan tanpa bantuan peralatan mekanis modern.

Bentuk atap rumah tradisional jawa secara aerodinamis memiliki prinsip kerja yang sama dengan cerobong ventilasi yang bersifat pasif. Ketika suhu udara mulai naik akibat aktifitas penghuni ataupun efek radiasi matahari. Densitas udara menjadi turun dan mengakibatkan udara bergerak mengalir naik menuju puncak atap. Udara panas ini kemudian keluar melalui celah antar-genteng tanah liat, dan sambungan dinding–atap yang tidak rapat. Akibat dari proses keluarnya udara panas melalui atas, mengakibatkan udara pada ruangan di bawahnya menjadi bertekanan negatif. Hal ini berarti reaksi dari tekanan negatif pada udara dalam ruangan akan menarik udara segar dari luar melalui bukaan di sisi-sisi bangunan, menghasilkan siklus pertukaran udara alami yang terus-menerus.



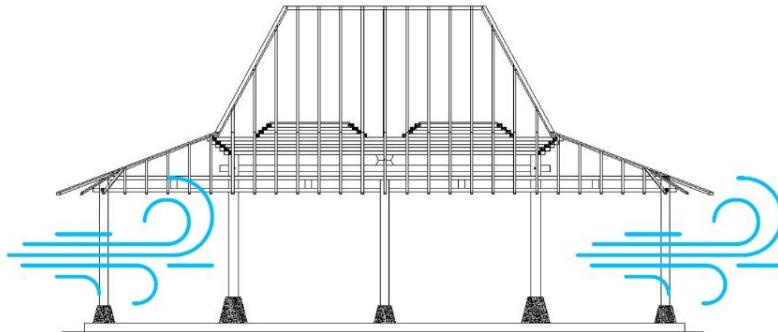
Gambar 2. Aliran Udara Vertikal

Salah satu prinsip arsitektur tropis adalah penggunaan ventilasi silang. Prinsip ventilasi silang bekerja dengan memanfaatkan aliran udara secara horizontal, berbeda dengan atap joglo atau limasan yang kita bahas sebelumnya yang memiliki sistem ventilasi horizontal. Udara yang mengalir dari bukaan di sisi bangunan akan keluar di sisi bangunan yang lain mengikuti pergerakan angin dan udara dari luar ruangan. Sistem ventilasi silang membutuhkan dua bukaan atau lebih.

Menurut Givoni (1998:152), ventilasi silang terjadi ketika terdapat perbedaan tekanan udara antara dua sisi bangunan, yang memungkinkan udara mengalir dari sisi bertekanan tinggi menuju sisi bertekanan rendah. Arah dan kekuatan angin dari luar menjadi salah satu faktor penting yang menentukan efektivitas ventilasi ini. Lippmeier (1997:68) menambahkan bahwa dalam iklim tropis lembap, bukaan silang tidak hanya berfungsi untuk ventilasi yang membantu mengalirkan udara, tetapi juga untuk mengeluarkan kelembapan yang terperangkap dalam ruangan. Prinsip ini kemudian diterapkan secara intuitif pada rumah-rumah tradisional di Asia Tenggara, salah satunya adalah rumah vernakular Jawa.

Hasil observasi lapangan dilakukan pada beberapa rumah tradisional di margoyoso, pati. Ditemukan bahwa, setiap rumah memiliki dua atau lebih bukaan utama pada sisi berlawanan. Biasanya sisi yang berpotongan dengan akses pintu utama. Bukaan berupa pintu ganda, pintu belah tengah (dutch door), jendela kayu lebar, dan lubang angin (jalusi) yang diletakkan di bagian atas daun pintu atau jendela. Luas total bukaan mencapai 20–25% dari luas lantai ruang utama, memenuhi rekomendasi Givoni (1998) yang menyarankan luas bukaan minimum 15% dari luas lantai untuk iklim tropis lembap. Bahkan dalam keadaan tertentu beberapa rumah memiliki dinding depan yang dapat dibuka sepenuhnya sehingga area depan langsung menyambung dengan teras. Hasil pengukuran suhu menunjukkan bahwa

ruang dengan bukaan silang memiliki suhu rata-rata 1,5–2°C lebih rendah dibanding ruang tanpa aliran silang langsung.



Gambar 3. Aliran Udara Horizontal

Rumah vernakular jawa memiliki sistem ventilasi silang yang bekerja berdasarkan perbedaan tekanan angin dari luar. Ketika angin bertiup dari satu sisi depan, tekanan positif terbentuk di sisi depan dan tekanan negatif di sisi belakang bangunan. Udara segar masuk melalui bukaan di sisi tekanan tinggi dan keluar melalui sisi yang bertekanan rendah, menciptakan aliran sirkulasi udara yang berkelanjutan sesuai dengan kekuatan angin. Pada rumah Joglo dan Limasan, selain pada dinding luar, bukaan dapat ditemukan pada partisi dalam ruang misalnya jalusi antar-ruangan dan pintu rangkap yang selalu terbuka sebagian. Sirkulasi udara pada rumah tradisional jawa tidak hanya terjadi pada dinding luar saja, tetapi udara mengalir dari luar ruangan menuju ke dalam ruangan dan dari ruangan ke ruangan yang lainnya.

Peran Tipologi Rumah Tradisional Jawa dalam Menunjang Ventilasi Alami

Tipologi rumah tradisional Jawa, terutama Joglo dan Limasan, menampilkan struktur atap tinggi yang memudahkan terjadinya aliran udara vertikal, sehingga suhu di dalam rumah lebih stabil dibandingkan dengan suhu luar, terutama pada siang hari ketika radiasi matahari mencapai puncaknya (Damayanti, Handoyono, Ramadhanty, & Titisari, 2025). Struktur ini dilengkapi dengan bukaan jendela dan ventilasi silang yang strategis sehingga memungkinkan udara panas cepat bergerak keluar dan udara segar masuk, mendukung kenyamanan termal alami (Nugroho, 2021). Penempatan ruang dan orientasi rumah mengikuti arah angin dominan lokal sehingga memaksimalkan sirkulasi udara alami, mengurangi akumulasi panas di area hunian. Konfigurasi ini menunjukkan bagaimana kearifan lokal dalam arsitektur tropis mampu mengintegrasikan bentuk, material, dan fungsi untuk mendukung kesehatan dan kenyamanan penghuni.

Material kayu sebagai elemen struktural utama juga berperan dalam ventilasi alami karena memiliki sifat konduksi panas rendah, sehingga penyerapan panas oleh dinding dan kolom lebih lambat dibandingkan material modern, dan suhu dalam rumah lebih stabil (Lestari, Putri, Faris, & Dewi, 2025). Sambungan kayu tradisional, seperti tumpuk dan pasak, memungkinkan adanya sedikit celah yang memperlancar pertukaran udara tanpa mengurangi integritas struktural (Supriyono, Rejeki, Ardiyanto, & Hapsari, 2018). Elevasi rumah dari permukaan tanah (pondasi tinggi) memfasilitasi pergerakan udara dari bawah lantai, sehingga meningkatkan penghawaan alami di seluruh ruang rumah. Strategi ini juga mengurangi kelembapan dan pertumbuhan jamur, yang umum terjadi pada iklim tropis lembap (Pamungkas & Ikaputra, 2020).

Bukaan ventilasi vertikal di puncak atap Joglo berfungsi sebagai cerobong panas yang memanfaatkan efek konveksi udara, dimana udara panas naik dan keluar dari atap sementara udara lebih sejuk dari luar masuk melalui jendela atau pintu bawah (Christine & Agustin, 2025). Efektivitas sistem ini ditentukan oleh tinggi atap, ukuran bukaan, dan orientasi bangunan terhadap arah angin, sehingga perancangan tradisional secara tidak sadar telah memperhitungkan faktor bioklimatik (Nugroho & Iyati, 2021). Bukaan tambahan di sisi timur dan barat memungkinkan pertukaran udara sepanjang hari, terutama ketika angin lokal berubah arah. Integrasi tipologi atap, bukaan, dan material menghasilkan penurunan suhu signifikan di dalam rumah, yang terlihat dari data pengukuran lapangan. Untuk

memperkuat pemahaman, berikut adalah tabel yang memuat data pengukuran suhu pada rumah tradisional Jawa yang menunjukkan efektivitas ventilasi alami:

Tabel 1. Pengukuran Suhu pada Rumah Tradisional Jawa

Tipe Rumah	Lokasi	Suhu Udara Luar (°C)	Suhu Udara Dalam (°C)	Penurunan Suhu (°C)
Joglo	Ngawi, Jawa Timur	30,8	27,5	3,3
Limasan	Gunungkidul, Yogyakarta	31,2	28,0	3,2

Sumber: Nugroho (2022), Damayanti et al. (2025)

Dari tabel terlihat bahwa ventilasi alami rumah tradisional mampu menurunkan suhu interior sekitar 3–3,3 °C dibandingkan suhu luar, sehingga tercapai kenyamanan termal secara pasif. Hal ini menegaskan bahwa elemen tipologi, bukaan strategis, dan material kayu bekerja secara sinergis dalam menciptakan kondisi termal nyaman tanpa bantuan sistem mekanik. Data ini sejalan dengan penelitian lain yang menyatakan bahwa rumah tradisional Jawa memiliki kapasitas adaptasi tinggi terhadap iklim tropis karena mengutamakan prinsip bioklimatik (Pranesti & Suharyani, 2025). Keberhasilan ini menekankan pentingnya mempertahankan prinsip desain lokal dalam pembangunan modern untuk mengurangi kebutuhan energi pendingin.

Kelembapan dan sirkulasi udara juga menjadi indikator efektivitas ventilasi alami, dimana rumah Joglo menunjukkan kelembapan relatif lebih stabil dibanding rumah modern setempat (Ardiyanto, n.d.). Bukaan silang dan ventilasi atap memungkinkan angin lokal mengalir merata, sehingga ruang dalam tidak lembap dan kualitas udara lebih baik. Peningkatan ventilasi ini berkontribusi pada kesehatan penghuni dan mengurangi risiko penyakit pernapasan akibat udara pengap (Simbolon & Nasution, 2017). Strategi ini membuktikan bahwa rumah tradisional Jawa memiliki desain yang mampu menyeimbangkan suhu, kelembapan, dan pergerakan udara secara efektif.

Orientasi rumah terhadap arah mata angin dominan juga memengaruhi efektivitas ventilasi alami, dimana rumah Limasan di Gunungkidul menunjukkan kinerja lebih optimal saat orientasi panjang rumah sejajar dengan arah angin utama (Prasetyo & Astuti, 2017). Pengaturan ruang dalam yang memisahkan area publik dan privat juga memfasilitasi sirkulasi udara lokal, sehingga panas dari aktivitas penghuni tidak langsung memengaruhi seluruh ruangan. Tipologi ini menunjukkan adaptasi kearifan lokal terhadap iklim tropis, memanfaatkan arah angin, dan mengurangi akumulasi panas. Keunggulan ini menjadi pelajaran penting untuk desain rumah modern yang berkelanjutan.

Perancangan atap dengan bukaan di puncak Joglo berfungsi tidak hanya sebagai ventilasi alami tetapi juga sebagai elemen estetik yang mendukung karakter arsitektur (Prasetya, Sofatullah, Nangim, Hermawan, & Hendriani, 2025). Bukaan ini bekerja optimal bila dikombinasikan dengan rongga udara di lantai dan celah sambungan kayu tradisional yang memungkinkan pertukaran udara alami. Efek sinergis ini menurunkan suhu interior secara konsisten sepanjang hari dan meningkatkan kenyamanan termal. Integrasi ini membuktikan bahwa prinsip vernakular dapat diterapkan pada desain modern tanpa mengorbankan estetika.

Elemen fasad seperti oversteek dan kanopi pada rumah tradisional berfungsi melindungi bukaan dari radiasi langsung sekaligus meningkatkan aliran udara, sehingga interior tetap sejuk (Christine & Agustin, 2025). Penelitian tentang fasad rumah susun modern menunjukkan konsep serupa dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja termal dengan desain tropis adaptif. Dengan kombinasi oversteek, ventilasi silang, dan atap tinggi, rumah tradisional Jawa mampu menahan panas di siang hari dan memanfaatkan angin malam untuk pendinginan alami. Strategi ini menunjukkan bahwa ventilasi alami tidak hanya soal bukaan, tetapi juga integrasi elemen fasad dan struktur atap.

Tipologi rumah tradisional Jawa, material kayu, orientasi bangunan, dan ventilasi atap/bukaan silang bekerja sinergis dalam menciptakan ventilasi alami yang efektif dan kenyamanan termal optimal di iklim tropis (Pamungkas & Ikaputra, 2020; Nugroho & Iyati, 2021). Data pengukuran di Joglo dan Limasan memperkuat pernyataan ini, dimana penurunan suhu 3–3,3 °C tercapai tanpa penggunaan AC atau kipas mekanik. Prinsip-prinsip vernakular ini dapat menjadi referensi dalam perancangan bangunan tropis modern untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan penghuni. Implementasi elemen ini juga mendukung konsep arsitektur berkelanjutan dengan pendekatan ekologis.

Elemen Struktural, Bukaan, dan Perbandingan Kinerja Ventilasi

Elemen struktural dan bukaan pada rumah tradisional Jawa seperti jendela engsel samping, dinding tunggal, dan ventilasi silang menurut hasil simulasi dari Iswati (2011) menunjukkan ventilasi dan sirkulasi udara lebih baik dibanding rumah kontemporer dengan dinding bata padat dan bukaan terbatas. Rumah tradisional menawarkan jalur angin yang lebih bebas dan volume ruang yang memungkinkan aliran udara merata sehingga suhu interior lebih stabil. Perbedaan bahan dinding juga memengaruhi konduktivitas panas, dinding tunggal menyerap dan melepas panas lebih cepat dibanding dinding ganda atau bata tebal mendukung sirkulasi alami. Aspek struktural dan bukaan menjadi kunci agar ventilasi alami dapat bekerja optimal.

Ventilasi alami tetap relevan di iklim tropis lembap, namun efektivitasnya sangat bergantung pada desain ventilasi dan orientasi bukaan terhadap angin dan matahari (Utama & Savanti, 2023). Rumah dengan bukaan dan ventilasi alami yang memadai mampu menjaga sirkulasi udara dan menggantikan udara dalam ruang secara efektif. Bila bukaan minimal atau orientasi tidak sesuai, ventilasi pasif bisa gagal, menunjukkan bahwa penerapan elemen tradisional/tropis harus direncanakan secara sistematis. Hal ini menekankan bahwa aspek struktural dan ventilasi tidak bisa diperlakukan sebagai elemen estetis semata, melainkan bagian integral dari performa termal. Berikut tabel perbandingan hasil simulasi dan pengukuran antara rumah tradisional/tropis dengan ventilasi alami dan rumah kontemporer atau bangunan dengan ventilasi kurang optimal:

Tabel 2. Perbandingan Kinerja Ventilasi Alami pada Rumah Tradisional Jawa dan Rumah Tropis Kontemporer

Tipe Bangunan	Ventilasi / Bukaan	Metode	Hasil / Komentar
Tradisional Jawa	Bukaan samping + ventilasi silang + dinding tunggal	CFD + data iklim	Ventilasi alami lebih baik, interior lebih nyaman dibanding rumah kontemporer.
Rumah Tropis Kontemporer	Ventilasi alami eksisting (variatif)	Pengukuran + CFD	Ventilasi alami relevan jika bukaan dan orientasi baik; jika tidak, kenyamanan termal sulit tercapai.

Sumber: Iswati (2011), Utama & Prianto (2022)

Analisis ini menunjukkan bahwa bukaan dan konfigurasi ruang menjadi faktor kritis dalam menentukan kinerja ventilasi alami bukan sekadar bentuk atau gaya arsitektur. Rumah tradisional yang mempertahankan ventilasi silang, bukaan luas, dan orientasi sesuai angin dominan memiliki keuntungan fungsional dibanding hunian modern dengan dinding tembok tebal dan bukaan minim. Hasil simulasi menyiratkan bahwa penerapan prinsip arsitektur tropis/tradisional bisa diterjemahkan dalam desain modern untuk meningkatkan kenyamanan tanpa ketergantungan energi pendingin mekanik. Elemen struktural dan bukaan harus mendapat perhatian serius dalam desain rumah tropis kontemporer.

Ada keterbatasan dalam mempertahankan fitur tradisional, dalam lingkungan urban modern, lahan terbatas, bangunan padat, dan regulasi bisa menghambat penerapan ventilasi silang dan orientasi optimal. Studi pada rumah tropis kontemporer menunjukkan bahwa meskipun ventilasi alami dianggap penting, tidak selalu mudah diterapkan jika kondisi fisik dan spasial tidak mendukung (Utama & Savanti, 2023). Hal ini menunjukkan perlunya adaptasi kreatif misalnya melalui ventilasi vertikal, atrium, atau ventilasi atap agar prinsip ventilasi alami tetap bisa diintegrasikan. Adaptasi ini harus mempertimbangkan konteks urban, mata angin, dan iklim mikro lokal.

Dalam desain rumah tropis masa kini, kombinasi ventilasi silang dan elemen pasif tambahan seperti cerobong (stack effect), ruang terbuka, dan orientasi bangunan dapat meningkatkan efektivitas ventilasi alami meskipun lahan terbatas. Studi ventilasi alami pada rumah tropis menunjukkan bahwa ventilasi pasif tetap dapat memberikan sirkulasi udara memadai jika bukaan dirancang dengan tepat. Pemanfaatan prinsip-prinsip tradisional disesuaikan dengan kondisi kontemporer bisa menjadi strategi penting untuk hunian tropis yang nyaman dan berkelanjutan.

Meski begitu, hasil tidak selalu konsisten, dalam beberapa kasus rumah tradisional atau tropis terlihat belum bisa menjaga suhu atau kelembapan dalam rentang nyaman dalam jangka 24 jam penuh,

terutama jika ventilasi tidak dioptimalkan atau iklim mikro ekstrem. Rumah tropis tidak selalu mampu menjaga suhu interior dalam kisaran nyaman selama 24 jam penuh. Ini menunjukkan bahwa ventilasi alami bukan jaminan absolut perlu desain holistik dan pemantauan kondisi iklim lokal.

Meskipun bukaan dan struktur ventilasi alami memberikan potensi ventilasi dan kenyamanan, implementasinya harus mempertimbangkan konteks iklim mikro, orientasi, kedekatan antar bangunan, serta kemungkinan modifikasi untuk iklim tropis urban. Penting pula mempertimbangkan material dinding, ventilasi atap, dan ruang sirkulasi udara agar ventilasi alami tetap optimal. Integrasi prinsip tradisional dengan teknologi modern (misalnya simulasi CFD, ventilasi atap, shading, vegetasi) bisa meningkatkan performa bangunan tropis kontemporer (Utama & Savanti, 2023; Iswati, 2011).

Temuan dari simulasi dan studi ventilasi alami menunjukkan bahwa rumah tradisional atau tropis dengan ventilasi alami terencana memberikan sirkulasi udara dan kenyamanan termal yang lebih baik dibanding rumah dengan desain minimal ventilasi. Elemen struktural dan bukaan vernakular atau tropis dapat menjadi referensi penting dalam perancangan hunian modern yang ramah iklim. Perancangan ulang dengan mempertimbangkan ventilasi alami akan membantu mengurangi ketergantungan pendingin mekanik, menekan konsumsi energi, dan menjaga kualitas lingkungan dalam ruang hunian.

Integrasi elemen struktural, bukaan, orientasi, dan strategi ventilasi alami sebagaimana tertera dalam literatur ilmiah membuktikan bahwa prinsip arsitektur tropis/tradisional adalah relevan dan penting untuk hunian modern di iklim tropis. Kombinasi ventilasi silang, bukaan strategis, dan konfigurasi ruang serta struktur bangunan dapat mendukung kenyamanan termal secara pasif. Hasil penelitian dan simulasi memberikan bukti empiris bahwa ventilasi alami efektif bila dirancang dengan seksama. Adaptasi prinsip-prinsip arsitektur vernakular untuk desain kontemporer sebaiknya dipertimbangkan secara serius untuk menciptakan hunian tropis yang nyaman, sehat, dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Elemen-elemen arsitektur vernakular Jawa, seperti bentuk atap tinggi (Joglo dan Limasan), bukaan silang strategis, penggunaan material kayu berpori, serta orientasi bangunan yang memperhatikan arah angin dominan, secara signifikan meningkatkan efektivitas ventilasi alami pada iklim tropis. Hasil pengukuran lapangan dan data simulasi memperlihatkan bahwa kombinasi elemen struktural, tipologi rumah, dan strategi ventilasi pasif mampu menurunkan suhu interior hingga 3–3,3 °C serta menjaga kelembapan dan kualitas udara dalam ruang, tanpa ketergantungan pada pendingin mekanis. Temuan ini menegaskan relevansi prinsip-prinsip arsitektur tradisional dalam menciptakan kenyamanan termal, sekaligus memberikan dasar bagi penerapan strategi desain bangunan tropis modern yang berkelanjutan, efisien energi, dan kontekstual terhadap budaya serta lingkungan lokal. Integrasi kearifan lokal dan pendekatan bioklimatik menjadi kunci bagi pengembangan hunian tropis yang nyaman, sehat, dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. M. (2024). Penerapan Arsitektur Vernakular Pada Rancangan Museum Sejarah Dan Budaya Di Kabupaten Tolitoli. *Analogi: Arsitektur, Lingkungan Binaan & Planologi*, 2(1), 29-36. <https://doi.org/10.56630/analogi.v2i1.705>.
- Ardiyanto, A. Kenyamanan Termal Rumah Tinggal Vernakular Di Wilayah Lereng Gunung; Studi Kasus Dusun Kabelukan, Desa Candi Yasan, Kecamatan Kertek, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. *TESA Arsitektur*. <https://doi.org/10.24167/tesa.v16i1.1673>.
- Christine, S., & Agustin, D. (2025). Implementasi Karakteristik Eko Arsitektur pada Fasad Rumah Susun. *Jaur (Journal Of Architecture And Urbanism Research)*, 9(1), 332-342. <https://doi.org/10.31289/jaur.v9i1.14692>.
- Damayanti, I. A., Handoyono, A. W., Ramadhan, F. A., & Titisari, E. Y. (2025). Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara pada Rumah Vernakular Jawa (Studi Kasus: Omah Joglo dan Limasan di Gunungkidul). *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 14(1), 1-10. <https://doi.org/10.32315/jlbi.v14i1.422>.
- Darmawan, Rizki Yunanda Budi. (2025) Perancangan Punakawan Theme Park Di Kabupaten Klaten Dengan Pendekatan Arsitektur Vernakular. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Givoni, B. (1998). “*Climate Considerations in Building and Urban Design.*” New York: Wiley.

- Hendrarto, T., Naftaria, A. N., Chaerina, Y., & Disaina, D. (2014). Telaah penghawaan udara alami pada ruang dalam rumah kuncen di kampung Pulo. *Reka Karsa: Jurnal Arsitektur*, 2(4). <https://doi.org/10.26760/rekakarsa.v2i4.614>.
- Ihdin, A. S., Nugroho, P. S., & Iswati, T. Y. (2023). Kajian Teori Kriteria Arsitektur Tropis Pada Pasar Wisata Di Kabupaten Klaten. *Senthong*, 6(2).
- Iswati, T. Y. (2011). Simulation study of natural ventilation in traditional and contemporary Javanese houses in Yogyakarta. *Ruas*, 9(2), 18-24. <https://doi.org/10.21776/ub.ruas.2011.009.02.3>.
- Joko Cahyono, U., Setioko, B., & Woro Murtini, T. (2015). Konsistensi Pernaungan Dalam Transformasi Rumah Jawa Modern Pada Abad Ke 20 Di Laweyan Surakarta. *Journal of Architecture and Urbanism* 41(4):288-295. <https://doi.org/10.3846/20297955.2017.1411848>.
- Lestari, S., Putri, T. S., Faris, M. F., & Dewi, A. K. (2025). Identifikasi Teknik Sambungan Kayu Pada Arsitektur Vernakular Lamban Pesagi Di Lampung. *Jurnal Qua Teknika*, 15(02), 89-99. <https://doi.org/10.35457/quateknika.v15i02.4865>.
- Lippsmeier, G. (1997). "Tropical Building: Design and Planning." Munich: Callwey.
- Nugroho, A. C. (2023). Ecological Perspective on Architecture: A Study of Arsitektur Nusantara As Adapting Form in Tropical Environment. *Jurnal Arsitektur*, 13(2), 99-114. <http://dx.doi.org/10.36448/ja.v13i2.2740>.
- Nugroho, A. M. (2021). Kearifan Tropis Pada Rumah Tradisional Madura Studi Kasus Rumah Bangsal Budaggan. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 4(3), 399-409. <https://doi.org/10.17509/jaz.v4i3.37202>.
- Nugroho, A. M. (2022). Kinerja Pendinginan Alami pada Arsitektur Tradisional Jawa: Studi Kasus Rumah Joglo Puhti, Ngawi, Jawa Timur. *Jurnal Arsitektur Dan Perencanaan (JUARA)*, 5(1), 1-12. <https://doi.org/10.31101/juara.v5i1.2150>.
- Nugroho, A. M., & Iyati, W. (2021). *Arsitektur Bioklimatik: Inovasi Sains Arsitektur Negeri untuk Kenyamanan Termal Alami Bangunan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Nugroho, W. E., Suprobo, P., & Jatmiko, A. D. (2025). Perencanaan dan Perancangan Mixed-Use Apartemen Dikota Surabaya Dengan Pendekatan Arsitektur Tropis. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 4(9). <https://doi.org/10.5918/jcs.v4i9.3568>.
- Pamungkas, L. S., & Ikaputra, I. (2020). Local Wisdom Arsitektur Tradisional Dan Kenyamanan Termal Tropis. *Jurnal Arsitektur Arcade*, 4(2), 160–167. <https://doi.org/10.31848/arcade.v4i2.350>.
- Pranesti, W., & Suharyani, S. (2025, June). Analisis Penerapan Prinsip Arsitektur Modern Tropis dalam Menciptakan Hunian Berkelanjutan (Studi Kasus Rumah Kanvas Kartasura). In *Prosiding (SIAR) Seminar Ilmiah Arsitektur* (pp. 667-676).
- Prasetya, T. W., Sofatullah, M. R., Nangim, M. N., Hermawan, H., & Hendriani, A. S. (2025). Variasi Bentuk Atap Joglo Dan Iklim Mikro. *Device*, 15(1), 61-69. <https://doi.org/10.32699/device.v15i1.9211>.
- Prasetyo, Y. H., & Astuti, S. (2017). Ekspresi bentuk klimatik tropis arsitektur tradisional nusantara dalam regionalisme. *Jurnal Permukiman*, 12(2), 80-93. <https://doi.org/10.31815/jp.2017.12.80-94>.
- Prayoga, S. A., & Mahagamitha, R. R. (2024). Perbandingan Bangunan Tradisional Arsitektur Vernakular Kalimantan Timur. *Jurnal Arsitektur Display*, 3(1), 20-26. <https://doi.org/10.62603/display.v3i1.28>.
- Salura, P. (2005). "Arsitektur Vernakular di Indonesia." Bandung: ITB Press.
- Simbolon, H., & Nasution, I. N. (2017). Desain rumah tinggal yang ramah lingkungan untuk iklim tropis. *Jurnal Education Building*, 3(1), 46-59. <https://doi.org/10.24114/eb.v3i1.7443>.
- Supriyono, S., Rejeki, V. S., Ardiyanto, A., & Hapsari, H. (2018). Kenyamanan Termal Rumah Tinggal Vernakular Di Wilayah Lereng Gunung; Studi Kasus Dusun Kabelukan, Desa Candi Yasan, Kecamatan Kertek, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. *Tesa Arsitektur*, 16(1), 49-61. <https://doi.org/10.24167/tesa.v16i1.1673>.
- Utama, H., & Prianto, E. (2022). Analisis Desain Bioklimatik Pada Bangunan Rumah Tinggal Tropis (Studi Kasus: Rumah Heinz Frick Semarang). *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 6(2), 282-289. <https://doi.org/10.31848/arcade.v9i2.4125>.