



Sistem Perangkap Angin sebagai Strategi Pendinginan Pasif pada Bangunan Berkelanjutan

Onie Dian Sanitha¹, Syahrozi², GIRIS NGINI³, I Kadek Mardika⁴, Felicia Yunita Indra Maharani⁵

¹ Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

Info Artikel

Histori Artikel:

Tanggal diterima,

30/03/2026

Tanggal Revisi,

09/06/2026

Tanggal Publikasi,

10/06/2026

Bagian ini diisi oleh Tim
Jurnal ALIBI

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi energi pada bangunan akibat penggunaan sistem pendingin mekanis menjadi salah satu tantangan utama dalam mewujudkan lingkungan binaan berkelanjutan. Kondisi iklim tropis yang memiliki temperatur dan kelembaban tinggi menyebabkan kebutuhan pendinginan ruang terus meningkat. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap pendingin buatan adalah penggunaan sistem pendinginan pasif melalui perangkap angin (windcatcher). Penelitian ini bertujuan mengkaji potensi sistem perangkap angin sebagai strategi pendinginan pasif pada bangunan berkelanjutan. Metode penelitian menggunakan pendekatan studi literatur dengan menelaah berbagai penelitian mengenai performa ventilasi alami, kenyamanan termal, serta efisiensi energi bangunan yang menerapkan sistem perangkap angin. Hasil kajian menunjukkan bahwa perangkap angin mampu meningkatkan sirkulasi udara alami, memperbaiki kualitas termal ruang, serta menurunkan konsumsi energi pendinginan pada bangunan. Selain itu, integrasi perangkap angin dengan desain selubung bangunan dan orientasi bangunan yang tepat dapat meningkatkan performa termal secara optimal. Sistem ini juga memiliki potensi untuk diadaptasi pada bangunan tropis modern melalui pendekatan arsitektur berkelanjutan dan teknologi simulasi digital. Perangkap angin dapat menjadi salah satu solusi desain pasif yang relevan dalam mendukung pengembangan lingkungan binaan masa depan yang hemat energi dan berkelanjutan.

Kata Kunci : Perangkap Angin, Pendinginan Pasif, Ventilasi Alami, Performa Termal, Bangunan Berkelanjutan

Corresponding Author:

Nama Author,

Email :

Onie Dian Sanitha

Syahrozi

Giris Ngini

I Kadek Mardika

Felicia Yunita Indra Maharani

Abstract

The increasing energy consumption in buildings due to mechanical cooling systems has become one of the main challenges in achieving a sustainable built environment. Tropical climates with high temperatures and humidity contribute significantly to the growing demand for indoor cooling. One passive cooling strategy that can reduce dependence on artificial cooling systems is the application of windcatcher systems. This study aims to examine the potential of windcatchers as a passive cooling strategy in sustainable buildings. The research method uses a literature review approach by analyzing previous studies related to natural ventilation performance, thermal comfort, and building energy efficiency through the implementation of windcatchers. The results indicate that windcatchers are capable of improving natural air

circulation, enhancing indoor thermal quality, and reducing building cooling energy consumption. Furthermore, the integration of windcatchers with building envelope design and proper building orientation can optimize thermal performance. This system also demonstrates strong adaptability for modern tropical buildings through sustainable architectural approaches and digital simulation technologies. Therefore, windcatchers can become a relevant passive design solution in supporting future sustainable and energy-efficient built environments.

Keywords : *Windcatcher, Passive Cooling, Natural Ventilation, Thermal Performance, Sustainable Building*

PENDAHULUAN

Konsumsi energi pada sektor bangunan mengalami peningkatan signifikan seiring berkembangnya kebutuhan kenyamanan termal pada ruang dalam. Penggunaan sistem pendingin udara mekanis secara terus-menerus menyebabkan tingginya konsumsi energi listrik serta meningkatkan emisi karbon pada lingkungan binaan [1]. Kondisi tersebut menjadi tantangan penting dalam mewujudkan konsep bangunan berkelanjutan yang hemat energi dan ramah lingkungan. Bangunan di wilayah tropis memiliki karakteristik iklim dengan temperatur udara tinggi, kelembaban tinggi, dan intensitas radiasi matahari yang besar [2]. Kondisi ini menyebabkan kebutuhan pendinginan ruang menjadi salah satu aspek utama dalam desain bangunan. Pendekatan desain pasif menjadi strategi penting untuk mengurangi ketergantungan terhadap sistem pendingin mekanis melalui optimalisasi ventilasi alami, orientasi bangunan, dan pengendalian termal bangunan.

Salah satu strategi pendinginan pasif yang berkembang dalam arsitektur tradisional maupun modern adalah sistem perangkap angin atau *windcatcher*. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan tekanan dan arah angin untuk menangkap serta mendistribusikan udara ke dalam bangunan secara alami. Konsep perangkap angin telah digunakan sejak lama pada arsitektur Timur Tengah [3] dan saat ini mulai dikembangkan kembali sebagai solusi desain berkelanjutan pada bangunan modern [4]. Perangkap angin memiliki potensi dalam meningkatkan kualitas ventilasi alami, menurunkan temperatur ruang, serta mengurangi konsumsi energi pendinginan bangunan. Integrasi sistem ini dengan teknologi simulasi performa bangunan memungkinkan evaluasi desain yang lebih optimal terhadap kondisi iklim dan kebutuhan ruang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi sistem perangkap angin sebagai strategi pendinginan pasif pada bangunan berkelanjutan.

KAJIAN PUSTAKA

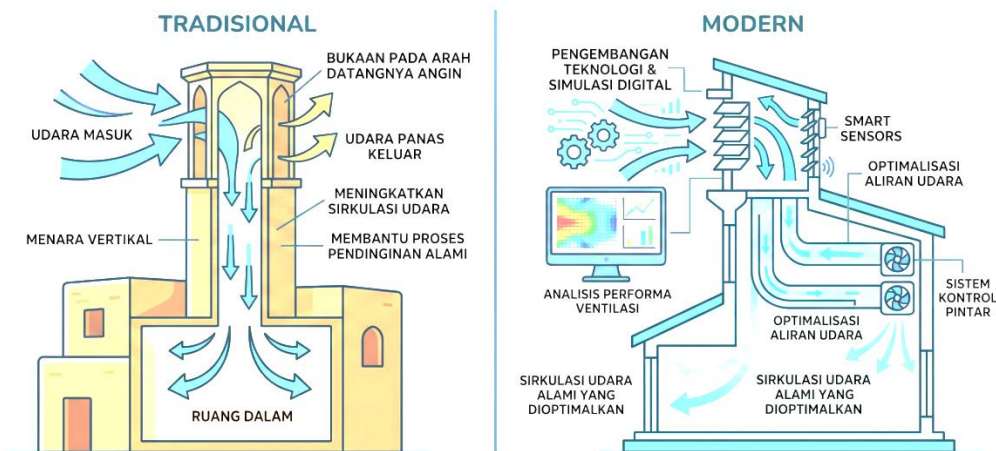
Bangunan berkelanjutan merupakan pendekatan desain yang memperhatikan efisiensi energi, kualitas lingkungan ruang, serta dampak bangunan terhadap lingkungan. Strategi efisiensi energi pada bangunan dapat dilakukan melalui pendekatan desain pasif seperti ventilasi alami [5], pencahayaan alami [6], dan pengendalian panas matahari [7]. Pendekatan ini dinilai mampu mengurangi penggunaan energi operasional bangunan secara signifikan. Pendinginan pasif merupakan metode pengendalian kenyamanan termal tanpa menggunakan energi mekanis secara dominan [8]. Sistem pendinginan pasif memanfaatkan kondisi iklim alami seperti angin, kelembaban, dan perbedaan temperatur udara. Beberapa strategi pendinginan pasif meliputi ventilasi silang, cerobong termal, *evaporative cooling*, serta perangkap angin. Perangkap angin merupakan elemen arsitektur tradisional yang berfungsi menangkap aliran udara dari luar bangunan dan mengalirkannya ke dalam ruang. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip tekanan

udara dan perbedaan temperatur. Pada beberapa bangunan tradisional Timur Tengah, perangkat angin digunakan untuk meningkatkan kenyamanan termal tanpa bantuan pendingin mekanis [9].



Gambar 1 Aliran Udara Dan Perpindahan Panas Di Dalam Bangunan [10]

Secara umum, perangkat angin terdiri dari menara vertikal (Gambar 1) yang memiliki bukaan pada arah datangnya angin. Udara yang masuk kemudian diarahkan ke ruang dalam sehingga meningkatkan sirkulasi udara dan membantu proses pendinginan alami. Pada bangunan modern, sistem perangkat angin mulai dikembangkan dengan pendekatan teknologi dan simulasi digital untuk meningkatkan performa ventilasi bangunan [11].



Gambar 2 Sistem Perangkat Angin Tradisional dan Modern

Performa termal bangunan berkaitan dengan kemampuan bangunan dalam mempertahankan kenyamanan suhu ruang melalui pengendalian perpindahan panas dan sirkulasi udara. Faktor yang memengaruhi performa termal antara lain orientasi bangunan, material bangunan, bentuk bangunan, ventilasi alami, serta desain selubung bangunan. Sistem perangkat angin dinilai mampu meningkatkan performa termal melalui peningkatan aliran udara alami pada ruang dalam.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Kajian dilakukan melalui pengumpulan data pustaka dari jurnal ilmiah, buku, proceeding, dan artikel penelitian terkait sistem perangkat angin, ventilasi alami, pendinginan pasif, dan bangunan berkelanjutan.

Tahapan penelitian terdiri atas:

1. Identifikasi isu terkait konsumsi energi bangunan dan kebutuhan pendinginan ruang.
2. Pengumpulan literatur mengenai konsep perangkat angin dan performa ventilasi alami.
3. Analisis hubungan antara sistem perangkat angin dengan performa termal bangunan.
4. Interpretasi hasil kajian terhadap penerapan perangkat angin pada bangunan berkelanjutan di iklim tropis.

Analisis dilakukan secara komparatif terhadap beberapa hasil penelitian terdahulu untuk memperoleh kesimpulan mengenai efektivitas sistem perangkat angin sebagai strategi pendinginan pasif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Performa Ventilasi Alami pada Sistem Perangkat Angin

Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem perangkat angin mampu meningkatkan distribusi udara alami ke dalam ruang bangunan. Menara perangkat angin bekerja dengan menangkap aliran udara dari arah tertentu kemudian menyalurkannya ke ruang dalam melalui saluran vertikal. Sistem ini menghasilkan peningkatan kecepatan aliran udara yang membantu proses pendinginan ruang secara alami.

Sistem pendinginan pasif memanfaatkan potensi iklim alami sebagai media pengendalian kenyamanan termal tanpa bergantung sepenuhnya pada energi mekanis. Strategi ini bekerja dengan mengoptimalkan elemen lingkungan seperti pergerakan angin, kelembaban udara, radiasi matahari, serta perbedaan temperatur untuk menciptakan kondisi ruang yang lebih nyaman secara termal. Pada bangunan tropis, pendekatan pendinginan pasif menjadi penting karena tingginya temperatur udara dan kelembaban yang menyebabkan peningkatan penggunaan pendingin buatan seperti *air conditioner* (AC). Pemanfaatan aliran angin alami menjadi salah satu prinsip utama dalam sistem pendinginan pasif. Pergerakan udara yang masuk ke dalam bangunan mampu mempercepat proses pelepasan panas dari tubuh manusia melalui evaporasi sehingga meningkatkan kenyamanan termal penghuni. Strategi ventilasi alami dapat diterapkan melalui ventilasi silang (*cross ventilation*), ventilasi vertikal, cerobong termal (*stack effect*), hingga penggunaan sistem perangkat angin (*windcatcher*). Sistem ini memungkinkan udara segar masuk ke dalam bangunan sekaligus mengeluarkan udara panas yang terakumulasi di dalam ruang. Selain angin, perbedaan temperatur udara juga dimanfaatkan dalam proses pendinginan pasif. Udara panas memiliki massa jenis lebih ringan sehingga cenderung bergerak naik, sedangkan udara dingin bergerak turun. Prinsip ini digunakan dalam sistem ventilasi vertikal untuk menciptakan sirkulasi udara alami pada bangunan. Pada beberapa kasus, kombinasi antara perangkat angin dan efek cerobong mampu meningkatkan efektivitas pertukaran udara secara signifikan.

Kelembaban udara turut memengaruhi performa pendinginan pasif, terutama pada wilayah tropis lembab. Tingkat kelembaban yang tinggi dapat mengurangi efektivitas evaporasi tubuh manusia sehingga diperlukan strategi desain yang mampu meningkatkan kecepatan aliran udara dalam ruang. Oleh karena itu, desain bukaan, orientasi bangunan, ketinggian plafon, dan bentuk massa bangunan menjadi faktor penting dalam mendukung performa pendinginan pasif. Dalam konteks arsitektur berkelanjutan, sistem pendinginan pasif tidak hanya berfungsi meningkatkan kenyamanan termal, tetapi juga berperan dalam mengurangi konsumsi energi bangunan. Pengurangan penggunaan pendingin mekanis berdampak pada penurunan kebutuhan energi listrik dan emisi karbon bangunan. Dengan demikian, pendekatan pendinginan pasif menjadi salah satu strategi penting dalam mewujudkan lingkungan binaan yang hemat energi, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Sistem pendinginan pasif memanfaatkan kondisi iklim alami seperti angin, kelembaban, dan perbedaan temperatur udara untuk menciptakan kenyamanan termal tanpa menggunakan energi mekanis secara berlebihan. Dalam konteks ini, perangkat angin berfungsi sebagai elemen arsitektur yang secara khusus dirancang untuk menangkap, mengarahkan, dan mendistribusikan aliran udara alami ke dalam bangunan. Perangkat angin bekerja dengan memanfaatkan tekanan udara akibat pergerakan angin di luar bangunan. Ketika angin mengenai bukaan pada menara perangkat angin, udara akan diarahkan masuk ke ruang dalam sehingga meningkatkan ventilasi alami. Proses ini membantu menurunkan temperatur ruang melalui peningkatan sirkulasi udara dan pelepasan panas dari dalam bangunan.

Perangkat angin menjadi implementasi nyata dari prinsip pemanfaatan angin pada sistem pendinginan pasif. Selain memanfaatkan aliran angin, perangkat angin juga berkaitan dengan prinsip perbedaan temperatur udara (*stack effect*). Udara panas di dalam ruang akan bergerak naik dan keluar melalui saluran vertikal, sementara udara yang lebih sejuk masuk menggantikan posisi udara panas tersebut. Mekanisme ini menciptakan pertukaran udara alami secara kontinu tanpa bantuan pendingin mekanis. Pada iklim tropis lembab, sistem perangkat angin memiliki peran penting karena mampu meningkatkan kecepatan aliran udara dalam ruang. Hal ini membantu tubuh manusia melepaskan panas melalui proses evaporasi sehingga kenyamanan termal dapat tercapai meskipun temperatur udara relatif tinggi. Oleh sebab itu, perangkat angin sering dikaji sebagai strategi desain pasif yang potensial untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan AC pada bangunan tropis. Secara arsitektural, perangkat angin juga mendukung konsep bangunan berkelanjutan karena mampu:

- 1) mengurangi konsumsi energi pendinginan,
- 2) meningkatkan kualitas ventilasi alami,
- 3) menurunkan emisi karbon bangunan,
- 4) serta memanfaatkan potensi iklim lokal secara optimal.

Dengan kata lain, perangkat angin merupakan salah satu teknologi arsitektur pasif yang menerjemahkan prinsip-prinsip pendinginan pasif ke dalam bentuk elemen desain bangunan. Pada kondisi iklim tropis, peningkatan ventilasi alami berkontribusi terhadap penurunan temperatur ruang dan peningkatan kenyamanan termal pengguna bangunan. Efektivitas sistem sangat dipengaruhi oleh orientasi bangunan, arah angin dominan, dimensi bukaan, dan tinggi menara perangkat angin.

B. Efisiensi Energi Bangunan

Penggunaan perangkat angin dapat mengurangi ketergantungan terhadap sistem pendingin udara mekanis. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan ventilasi alami melalui perangkat angin mampu menurunkan konsumsi energi pendinginan bangunan secara signifikan. Strategi ini menjadi bagian penting dalam penerapan konsep bangunan hemat energi dan rendah emisi karbon. Selain itu, integrasi perangkat angin dengan desain selubung bangunan seperti *secondary skin*, *shading device*, dan material berinsulasi dapat meningkatkan performa termal bangunan secara lebih optimal [12]. Perangkat angin berfungsi mengarahkan dan meningkatkan aliran udara alami ke dalam ruang, sehingga membantu proses ventilasi silang dan mempercepat pelepasan panas yang terakumulasi di dalam bangunan. Sementara itu, *secondary skin* dan *shading device* berperan dalam mengurangi radiasi matahari langsung yang diterima oleh permukaan bangunan, sehingga beban panas yang masuk ke dalam ruang dapat diminimalkan. Penggunaan material berinsulasi juga membantu menekan perpindahan panas melalui elemen dinding dan atap. Kombinasi berbagai strategi pasif tersebut menghasilkan sinergi antara pengendalian panas dan

peningkatan sirkulasi udara, yang pada akhirnya mampu menciptakan kondisi termal yang lebih nyaman bagi penghuni sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap sistem pendingin mekanis.

Perkembangan teknologi digital memungkinkan simulasi performa perangkat angin melalui perangkat lunak simulasi aliran udara dan performa termal bangunan. Pendekatan ini membantu proses evaluasi desain sebelum bangunan dibangun sehingga performa ventilasi dapat dioptimalkan sesuai kondisi iklim setempat. Pada bangunan modern, bentuk perangkat angin mengalami transformasi menjadi elemen arsitektur kontemporer yang tetap mempertahankan fungsi ventilasi alami. Adaptasi ini menunjukkan bahwa konsep arsitektur tradisional dapat dikembangkan menjadi solusi desain berkelanjutan pada lingkungan binaan masa depan.

KESIMPULAN

Sistem perangkat angin merupakan salah satu strategi pendinginan pasif yang memiliki potensi besar dalam mendukung bangunan berkelanjutan. Sistem ini mampu meningkatkan ventilasi alami, memperbaiki kenyamanan termal ruang, serta mengurangi konsumsi energi pendinginan bangunan. Efektivitas perangkat angin dipengaruhi oleh orientasi bangunan, arah angin dominan, dimensi bukaan, dan integrasinya dengan desain bangunan secara keseluruhan. Penerapan perangkat angin pada bangunan modern menunjukkan bahwa pendekatan arsitektur tradisional masih relevan untuk dikembangkan dalam konteks lingkungan binaan masa depan. Dukungan teknologi simulasi digital juga memungkinkan optimalisasi performa ventilasi dan termal bangunan secara lebih akurat. Dengan demikian, sistem perangkat angin dapat menjadi solusi desain pasif yang mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan binaan di wilayah tropis. Secara umum, tantangan utama dalam penerapan sistem perangkat angin pada bangunan masa kini berkaitan dengan perubahan karakter lingkungan binaan, terutama di kawasan perkotaan yang semakin padat dan kompleks. Keberadaan bangunan bertingkat tinggi dapat mengubah pola aliran udara alami sehingga mengurangi efektivitas sistem ventilasi pasif yang bergantung pada arah dan kecepatan angin dominan. Selain itu, meningkatnya tingkat polusi udara, debu, dan kebisingan di lingkungan perkotaan menuntut adanya adaptasi desain agar perangkat angin tidak hanya mampu meningkatkan sirkulasi udara, tetapi juga menjaga kualitas lingkungan dalam ruang. Tantangan lain muncul dari kebutuhan integrasi dengan konsep arsitektur modern yang sering kali mengedepankan efisiensi ruang, fleksibilitas fungsi, serta ekspresi visual bangunan yang berbeda dengan bentuk tradisional perangkat angin.

Meskipun demikian, perkembangan teknologi dan ilmu bangunan memberikan peluang yang besar untuk mengatasi berbagai kendala tersebut. Pemanfaatan perangkat simulasi digital, seperti *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan *Building Performance Simulation* (BPS), memungkinkan perancang memprediksi pola pergerakan udara secara lebih akurat sebelum bangunan dibangun. Melalui simulasi tersebut, ukuran, bentuk, orientasi, dan posisi perangkat angin dapat dioptimalkan sesuai dengan kondisi iklim dan lingkungan setempat. Selain itu, penerapan teknologi pendukung seperti filter udara, sensor kualitas udara, serta sistem ventilasi hibrida dapat meningkatkan kinerja perangkat angin tanpa menghilangkan prinsip dasar ventilasi pasif yang hemat energi. Efektivitas perangkat angin juga dapat ditingkatkan melalui integrasinya dengan berbagai strategi desain pasif lainnya, seperti ventilasi silang, penggunaan *secondary skin*, perangkat peneduh (*shading devices*), atap hijau (*green roof*), dan material bangunan berinsulasi tinggi. Pendekatan yang terintegrasi tersebut memungkinkan bangunan tidak hanya memanfaatkan aliran udara alami untuk pendinginan, tetapi juga mengendalikan perolehan panas dari lingkungan luar secara lebih efektif. Sinergi antara berbagai strategi pasif ini dapat menghasilkan kondisi termal yang lebih stabil, mengurangi beban sistem pendingin mekanis, serta meningkatkan efisiensi energi bangunan secara keseluruhan.

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, perangkat angin memiliki potensi yang signifikan sebagai representasi adaptasi kearifan lokal terhadap tantangan lingkungan modern. Sistem ini menunjukkan bahwa prinsip-prinsip arsitektur tradisional tidak hanya memiliki nilai historis dan budaya, tetapi juga relevan untuk menjawab isu-isu kontemporer seperti konsumsi energi yang tinggi, emisi karbon bangunan, dan perubahan iklim. Oleh karena itu, pengembangan dan inovasi desain perangkat angin perlu terus didorong melalui penelitian, eksperimen desain, dan penerapan teknologi modern agar sistem ini dapat menjadi salah satu solusi ventilasi alami yang efektif, efisien, dan berkelanjutan bagi bangunan masa depan, khususnya di wilayah beriklim tropis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Bordbar, A. Khosravi, F. Abdollahi, S. A. Hashemifard, and S. Karagöz, "An insight into environmental footprints of emerging air-conditioning systems towards sustainable cities," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 98, p. 104830, 2023.
- [2] H. Rahmadyani and H. E. Kusuma, "Empat kelompok perilaku boros energi: penyusunan hipotesis menggunakan grounded theory," *J. Pemukim.*, vol. 14, no. 2, 2019.
- [3] A. H. Chohan, J. Awad, Y. Elkahlout, and M. Abuarkub, "Evaluating windcatchers in UAE heritage architecture: A pathway to zero-energy cooling solutions," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 15, no. 10, p. 102936, 2024.
- [4] E. K. Hassani, "Preserving the Past, Designing the Future: Unveiling Climate-Resilient Design in Persian Vernacular Architecture for Modern Sustainability," in *Persian vernacular architecture: Lessons from master builders of Iran on climate resilient design*, Springer, 2025, pp. 277–303.
- [5] T. Kuczyński, A. Staszczuk, and M. Gortych, *Passive Design Strategies to Adapt to Heat Waves: Thermal Comfort, Energy Efficiency, and Building Resilience*. CRC Press, 2026.
- [6] N. Akram, G. Nadeem, A. M. Malik, F. Sher, Z. Zulfiqar, and S. Tahir, "Optimizing Daylight Using Passive Strategies: Light Shelves and Solar Tubes," *Spectr. Eng. Sci.*, pp. 474–489, 2025.
- [7] D. Kajiboba, R. Wesonga, J. D. Lwanyaga, H. Kasedde, P. W. Olupot, and J. B. Kirabira, "Assessment of thermal comfort and its potential for energy efficiency in low-income tropical buildings: a review," *Sustain. Energy Res.*, vol. 12, no. 1, p. 25, 2025.
- [8] S. M. AP, Y. Mariana, and G. Suharjanto, "Energy-Efficient Apartment Design through Passive Cooling Strategies in Central Jakarta," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2025, vol. 1488, no. 1, p. 12129.
- [9] M. H. Elnabawi Mahgoub, S. S. Alshehhi, L. Elgendy, L. A. Al Madhani, M. A. Almehairi, and F. G. Alefari, "Outdoor thermal comfort in hot arid and semi-arid cities of the Middle East and North Africa: current knowledge, gaps, and a framework for climate-sensitive urban design," *Front. Sustain. Cities*, vol. 8, p. 1792739, 2026.
- [10] V. A. Reyes, S. L. Moya, J. M. Morales, and F. Z. Sierra-Espinosa, "A study of air flow and heat transfer in building-wind tower passive cooling systems applied to arid and semi-arid regions of Mexico," *Energy Build.*, vol. 66, pp. 211–221, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.07.032>.
- [11] N. Ashraf and A. R. Abdin, "Biomimetic design synthesis and digital optimization of building shading skin: A novel conceptual framework for enhanced energy efficiency," *Energy Build.*, vol. 323, p. 114824, 2024.
- [12] H. Mastouri, B. Benhamou, H. Hamdi, and E. Mouyal, "Thermal performance assessment of passive techniques integrated into a residential building in semi-arid climate," *Energy Build.*, vol. 143, pp. 1–16, 2017.