

ARTIKEL RISETURL artikel: <http://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/losari/article/view/090208202402>**Kenyamanan Termal Melalui Inovasi Penangkap Angin
dan Air Untuk Bangunan diperkotaan**Sidi Ahyar Wiraguna¹¹Students of the Architecture Doctoral Study Program Majoring Digital Architecture at
Soegijapranata Catholic University SemarangEmail Penulis Korespondensi (K): w.wiraguna24@gmail.com**Abstract**

Thermal comfort is a crucial aspect that affects the quality of life and productivity of urban building occupants. This research aims to evaluate the effectiveness of wind capture systems and water use in improving thermal comfort in urban buildings in Indonesia. The research combines qualitative and quantitative methods with a desk study approach and expert interviews to gain an in-depth understanding of the application of these wind catchers in the local context. The scope of the research includes analyzing the design of wind catchers and water-based cooling systems and their impact on air circulation and temperature reduction inside buildings. Literature studies were used to identify theories and best practices, while expert interviews were conducted to gain practical insights into their application. The results show that wind capture systems are effective in improving air circulation and reducing indoor temperature, especially when the building design and orientation are aligned with the dominant wind direction. In addition, the use of a water-based cooling system was shown to significantly reduce indoor temperatures through the evaporation process, although it requires regular maintenance to maintain efficiency and prevent the growth of microorganisms. The conclusion of this study confirms that the integration of wind capture systems and water-based cooling systems can create an effective sustainable solution to improve thermal comfort in Indonesian urban buildings. This integration not only supports occupant comfort, but also contributes to the reduction of energy consumption and greenhouse gas emissions, in line with the development goals of green and sustainable buildings. Further research is recommended to develop design guidelines that are specific and customized to local climate conditions.

Keywords: *Urban Building; Thermal Comfort; Wind Catcher; Water Cooling; Air Circulation***PUBLISHED BY :**Enggining Faculty Universitas
Muslim Indonesia**Address :**Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI)
Makassar, Sulawesi Selatan.**Email :** losari.arsitekturjurnal@umi.ac.id**Phone :**

+62 81342502866

Article history :**Received** 3 Juli 2024**Received in revised form** 6 Agustus 2024**Accepted** 18 Agustus 2024**Available online** 19 Agustus 2024licensed by [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Abstrak

Kenyamanan termal merupakan aspek krusial yang memengaruhi kualitas hidup dan produktivitas penghuni bangunan perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem penangkap angin dan penggunaan air dalam meningkatkan kenyamanan termal di bangunan perkotaan di Indonesia. Penelitian ini mengkombinasikan metode kualitatif dan kuantitatif dengan pendekatan studi pustaka dan wawancara ahli untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang aplikasi penangkap angin ini dalam konteks lokal. Ruang lingkup penelitian mencakup analisis desain penangkap angin dan sistem pendinginan berbasis air serta dampaknya terhadap sirkulasi udara dan penurunan suhu di dalam bangunan. Studi pustaka digunakan untuk mengidentifikasi teori dan praktik terbaik, sementara wawancara ahli dilakukan untuk memperoleh wawasan praktis terkait penerapannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem penangkap angin efektif dalam meningkatkan sirkulasi udara dan mengurangi suhu dalam ruangan, terutama ketika desain bangunan dan orientasi selaras dengan arah angin dominan. Selain itu, penggunaan sistem pendinginan berbasis air terbukti mampu menurunkan suhu ruangan secara signifikan melalui proses evaporasi, meskipun memerlukan pemeliharaan reguler untuk menjaga efisiensi dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa integrasi sistem penangkap angin dan sistem pendinginan berbasis air dapat menciptakan solusi berkelanjutan yang efektif untuk meningkatkan kenyamanan termal di bangunan perkotaan Indonesia. Integrasi ini tidak hanya mendukung kenyamanan penghuni, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca, sejalan dengan tujuan pengembangan bangunan hijau dan berkelanjutan. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengembangkan panduan desain yang spesifik dan disesuaikan dengan kondisi iklim lokal.

Kata Kunci : Bangunan Perkotaan; Kenyamanan Termal; Penangkap Angin; Pendinginan Air; Sirkulasi Udara.

A. PENDAHULUAN

Kenyamanan termal merupakan aspek fundamental yang berpengaruh signifikan terhadap kualitas hidup dan produktivitas penghuni dalam sebuah bangunan (Sitanggang et al., 2021). Penelitian ini mengungkapkan bagaimana kenyamanan termal tidak hanya berkaitan dengan persepsi subjektif kenyamanan, namun juga memegang peranan vital dalam mendukung kesehatan fisik dan psikologis individu. Dalam konteks perkotaan, dimana densitas bangunan tinggi dan ruang terbuka hijau terbatas, isu kenyamanan termal menjadi semakin krusial dan menuntut solusi yang inovatif serta berkelanjutan.

Di Indonesia, khususnya di kawasan perkotaan, tingginya intensitas pemanfaatan lahan dan rapatnya bangunan seringkali membatasi sirkulasi udara alami, sehingga menimbulkan masalah kenyamanan termal di dalam bangunan (Santoso, 2012). Kondisi ini tidak hanya mengurangi kenyamanan penghuni, namun juga berpotensi menimbulkan masalah kesehatan jangka panjang, seperti stress, kelelahan, dan berkurangnya konsentrasi. Oleh karena itu, peningkatan kenyamanan termal tidak hanya menjadi kebutuhan, namun juga sebuah keharusan dalam desain arsitektur modern (Ortiz et al., 2017).

Meningkatkan kenyamanan termal di dalam bangunan perkotaan memerlukan pendekatan yang komprehensif dan multidisiplin, yang tidak hanya melibatkan penggunaan sistem modern, namun juga penerapan konsep-konsep tradisional yang telah terbukti efektif (Irfeey et al., 2023). Salah satu pendekatan yang menarik adalah penggunaan penangkap angin dan air, sebuah sistem yang telah lama digunakan di berbagai peradaban, khususnya di kawasan Timur Tengah, sebagai metode untuk mendinginkan bangunan secara alami (Aryan et al., 2010).

Peneliti berpendapat bahwa penerapan sistem penangkap angin dan air dapat menjadi solusi yang inovatif dan berkelanjutan untuk mengatasi masalah kenyamanan termal di bangunan perkotaan Indonesia. Dengan memanfaatkan prinsip-prinsip alami dalam desain bangunan, diharapkan dapat tercipta lingkungan yang tidak hanya lebih nyaman, namun juga lebih sehat bagi penghuninya (Karyono, 2000).

Penelitian ini mengeksplorasi dan mengevaluasi potensi penerapan penangkap angin dan air dalam meningkatkan kenyamanan termal di bangunan perkotaan. Dengan mempertimbangkan aspek hukum, sistem, dan desain arsitektural, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan bangunan yang lebih nyaman dan berkelanjutan di Indonesia.

Penangkap angin, sebagai salah satu solusi inovatif, telah mendapat perhatian khusus dalam beberapa tahun terakhir. Sistem ini, yang berakar pada kearifan lokal di berbagai belahan dunia, khususnya di Timur Tengah, telah digunakan selama berabad-abad untuk mengatasi tantangan iklim yang ekstrem (Basuki et al., 2022).

Penangkap angin atau "*wind catcher*" dalam bahasa Inggris, pertama kali diperkenalkan di kawasan gurun untuk memanfaatkan aliran udara alami. Fungsinya tidak hanya untuk ventilasi tetapi juga untuk pendinginan, memanfaatkan prinsip alami termal dan dinamika fluida udara. Sistem ini dirancang untuk menangkap angin yang bergerak di atas bangunan dan mengarahkannya ke dalam untuk menciptakan sirkulasi udara yang lebih baik (Jomehzadeh et al., 2020).

Di Indonesia, penggunaan penangkap angin belum sepopuler di Timur Tengah. Namun, dengan meningkatnya kesadaran akan keberlanjutan dan efisiensi energi, sistem ini mulai mendapatkan tempatnya (Nejat et al., 2021). Peneliti berupaya mengadaptasi dan memodifikasi desain penangkap angin untuk memenuhi kondisi iklim tropis, sehingga dapat diaplikasikan dalam konteks perkotaan di Indonesia.

Pentingnya menciptakan lingkungan binaan yang nyaman dan berkelanjutan, penelitian ini

diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang aplikasi penangkap angin di Indonesia. Dengan memanfaatkan sistem ini, diharapkan bangunan di perkotaan dapat mencapai kenyamanan termal yang optimal dengan meminimalisir penggunaan energi buatan.

Dalam menghadapi tantangan peningkatan kenyamanan termal di bangunan perkotaan, solusi konvensional seperti penggunaan *air conditioner* (AC) dan kipas angin telah menjadi pilihan utama bagi banyak penghuni. Meskipun solusi-solusi ini memberikan kenyamanan secara instan, implikasi dari penggunaan jangka panjang terhadap lingkungan dan aspek ekonomi tidak dapat diabaikan. Dalam konteks ini, penting untuk mempertimbangkan alternatif yang lebih berkelanjutan dan efisien (Malik et al., 2022).

Penggunaan AC, sebagai contoh, telah meningkat secara signifikan selama beberapa dekade terakhir, sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi (Vinayak et al., 2022). Namun, efek samping dari peningkatan konsumsi energi ini adalah peningkatan emisi gas rumah kaca, yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim (United Nations, 2022). Data terkini menunjukkan bahwa sektor bangunan, termasuk penggunaan AC, bertanggung jawab atas persentase signifikan dari konsumsi energi global.

Biaya operasional yang tinggi juga menjadi pertimbangan penting. Biaya energi yang dikeluarkan untuk menjalankan sistem pendingin konvensional terus meningkat, membebani penghuni bangunan secara ekonomi (Dwaikat & Ali, 2018). Selain itu, ketergantungan pada sistem pendingin konvensional menciptakan ketergantungan sistem yang rentan terhadap gangguan pasokan energi dan perubahan harga energi.

Dalam menanggapi tantangan peningkatan kenyamanan termal di lingkungan perkotaan, penggunaan penangkap angin dan air menawarkan solusi yang inovatif dan berkelanjutan. Sistem ini mengakar pada prinsip arsitektural tradisional, di mana alam berperan sebagai elemen utama dalam menciptakan lingkungan yang nyaman. Penangkap angin, atau yang dikenal sebagai windcatcher, telah digunakan selama berabad-abad di wilayah Timur Tengah untuk memanfaatkan angin sebagai sumber pendinginan alami. Sementara itu, pemanfaatan air sebagai media pendingin juga merupakan praktik kuno yang memanfaatkan proses evaporasi untuk menurunkan suhu udara.

Melalui penerapan penangkap angin dan penggunaan air sebagai strategi pendinginan, penelitian ini berupaya untuk tidak hanya memenuhi standar kenyamanan termal sesuai dengan peraturan yang berlaku, tetapi juga untuk mendorong praktik pembangunan yang lebih berkelanjutan. Dengan mengintegrasikan solusi arsitektural yang ramah lingkungan, penelitian ini bertujuan untuk

mengurangi ketergantungan pada sistem pendinginan buatan yang memerlukan energi besar dan berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.

Di Indonesia, khususnya dalam lingkungan perkotaan, tantangan terhadap kenyamanan termal di dalam bangunan menjadi semakin kompleks. Faktor utama yang berkontribusi terhadap masalah ini termasuk kondisi iklim tropis yang cenderung panas dan lembap serta kepadatan bangunan yang tinggi. Kondisi ini mengakibatkan sirkulasi udara di dalam bangunan menjadi tidak memadai, sehingga menyulitkan penciptaan lingkungan yang nyaman bagi penghuninya.

Pentingnya kenyamanan termal di dalam bangunan tidak hanya berkaitan dengan kenyamanan penghuni, tetapi juga berdampak langsung pada kesehatan dan produktivitas. Lingkungan yang terlalu panas atau terlalu lembap dapat memicu berbagai masalah kesehatan, mulai dari kelelahan hingga masalah pernapasan. Oleh karena itu, penciptaan kenyamanan termal tidak hanya menjadi kebutuhan, tetapi juga tanggung jawab bagi pengembang dan pemilik bangunan (Kaushik et al., 2020).

Solusi konvensional yang seringkali diterapkan untuk mengatasi masalah kenyamanan termal adalah penggunaan sistem pendingin udara mekanis, seperti *air conditioner* (AC). Namun, solusi ini sering kali tidak efisien dari segi energi dan memiliki dampak lingkungan yang signifikan. Selain itu, biaya operasional dan perawatan yang tinggi menjadi beban tambahan bagi penghuni bangunan.

Dalam konteks ini, peneliti melihat perlunya inovasi dalam sistem sirkulasi dan pendinginan udara yang lebih berkelanjutan. Sistem penangkap angin dan penggunaan air, yang telah lama digunakan di berbagai belahan dunia termasuk di Timur Tengah, menawarkan solusi alternatif yang menjanjikan. Sistem ini tidak hanya efektif dalam meningkatkan sirkulasi udara, tetapi juga efisien dalam penggunaan energi dan memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah.

Penelitian terdahulu oleh: A. Omer, 2008. *Renewable building energy systems and passive human comfort solutions*. Penelitian ini menyoroti berbagai desain bangunan berenergi rendah yang dapat digunakan di daerah beriklim panas dan kering untuk mempertahankan kenyamanan termal, termasuk menara angin konvensional dan modern yang dapat digunakan sepanjang musim (Omer, 2008).

Selanjutnya, Penelitian oleh S. Soutullo, R. Olmedo, M. Sánchez, M. R. Heras, 2011. Penelitian ini mempelajari tingkat kenyamanan termal yang dicapai di ruang terbuka melalui penggunaan menara angin evaporatif. Sistem ini dipasang di area perkotaan dengan iklim musim panas yang panas dan kering, dan menunjukkan efisiensi pendinginan rata-rata sebesar 32-38% (Soutullo et al., 2011).

Dalam konteks penelitian ini, peneliti bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengevaluasi efektivitas dari penggunaan sistem penangkap angin dan air dalam meningkatkan kenyamanan termal di bangunan perkotaan. Pendekatan ini tidak hanya diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup penghuni, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap upaya pengurangan penggunaan energi dan mitigasi dampak perubahan iklim.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan solusi praktis dalam mengatasi tantangan kenyamanan termal di bangunan perkotaan Indonesia. Melalui analisis komprehensif dan aplikasi sistem penangkap angin dan air, peneliti berupaya untuk membuka jalan bagi pengembangan metode pendinginan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

B. PELAKSANAAN METODE

Dalam penelitian ini, metode kualitatif dipilih sebagai pendekatan utama untuk menggali lebih dalam tentang efektivitas sistem penangkap angin dan penggunaan air dalam meningkatkan kenyamanan termal di bangunan perkotaan di Indonesia (Moleong, 2002). Pendekatan kualitatif ini memungkinkan peneliti untuk memahami kompleksitas fenomena tersebut dari perspektif yang lebih luas, mengingat variabel yang terlibat tidak hanya bersifat numerik tetapi juga melibatkan aspek desain, persepsi penghuni, dan kondisi lingkungan yang dinamis. Dengan demikian, pendekatan ini diharapkan dapat mengungkap insight dan pemahaman mendalam tentang interaksi antara elemen arsitektural, pengguna bangunan, dan iklim.

Pengumpulan data akan dilakukan melalui dua metode utama: studi pustaka dan wawancara dengan ahli (Solikin, 2021). Studi pustaka melibatkan tinjauan menyeluruh terhadap literatur akademik, termasuk jurnal-jurnal bereputasi, buku, dan publikasi ilmiah yang relevan. Sumber-sumber ini akan digunakan untuk membangun landasan teoritis penelitian, mengidentifikasi praktik terbaik, dan menggali studi kasus yang relevan. Di sisi lain, wawancara dengan ahli fisika bangunan, termasuk arsitek, perencana perkotaan, beberapa pemilik rumah yang bermasalah dengan kenyamanan termal, akan dilakukan untuk mendapatkan insight profesional dan praktis. Wawancara ini akan membantu dalam memahami aplikasi sistem penangkap angin dan pendinginan berbasis air dalam konteks nyata, serta tantangan dan peluang yang ada.

Analisis data akan dilakukan dengan cara menginterpretasikan informasi yang dikumpulkan dari studi pustaka dan wawancara. Teknik analisis konten akan digunakan untuk mengidentifikasi tema-tema utama, pola, dan hubungan antar data. Peneliti akan mengintegrasikan temuan dari sumber-sumber literatur dengan perspektif yang diperoleh dari wawancara ahli untuk membangun pemahaman

yang komprehensif. Analisis ini akan diarahkan untuk menjawab pertanyaan penelitian, dengan mengevaluasi kinerja dan keberlanjutan sistem penangkap angin dan air dalam konteks kenyamanan termal bangunan di perkotaan. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang berbasis bukti dan praktis terkait penggunaan inovasi ini dalam desain arsitektur di Indonesia.

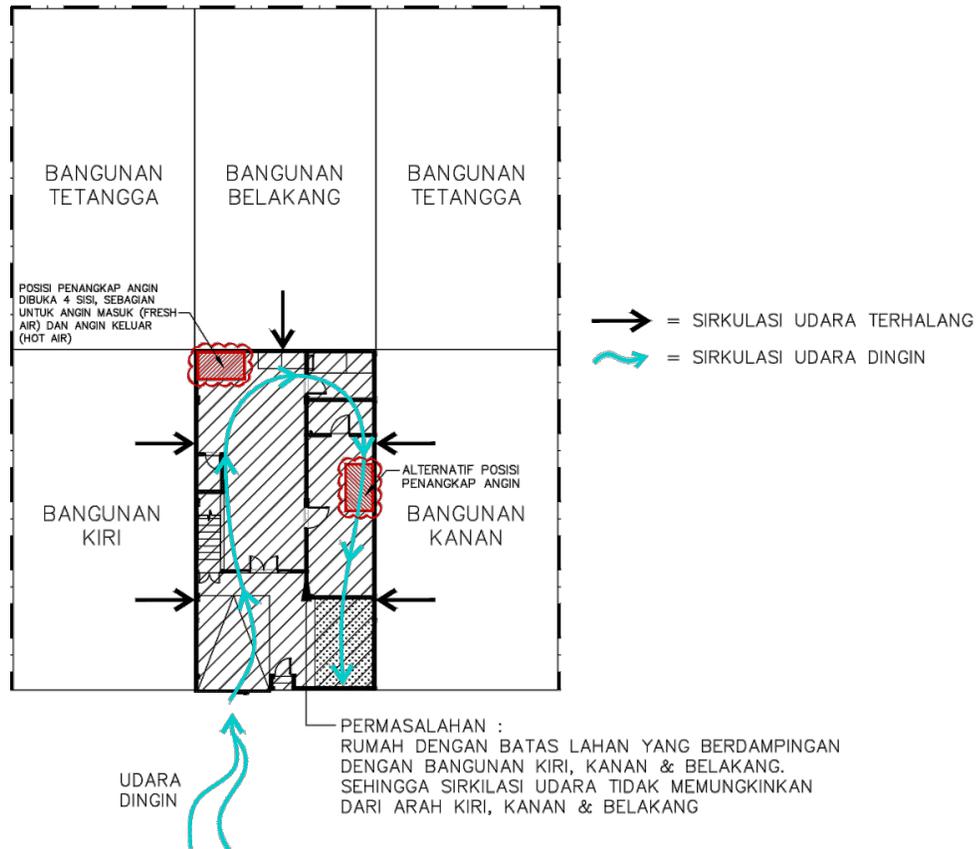
C. HASIL & PEMBAHASAN

1. Efektivitas sistem penangkap angin dalam meningkatkan sirkulasi udara dan kenyamanan termal di dalam bangunan perkotaan di Indonesia.

Penelitian mengenai efektivitas sistem penangkap angin dalam meningkatkan sirkulasi udara dan kenyamanan termal di dalam bangunan perkotaan di Indonesia, peneliti telah melakukan analisis yang mendalam. Berdasarkan data dan informasi yang diperoleh dari studi pustaka dan wawancara dengan ahli, beberapa aspek kritis telah diidentifikasi dan dianalisis.

Peneliti mengamati bahwa dalam konteks perkotaan yang padat, penggunaan sistem penangkap angin memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan sirkulasi udara. Sistem ini, yang telah terbukti efektif di berbagai belahan dunia dengan kondisi iklim serupa, dapat dimodifikasi untuk mengakomodasi karakteristik unik dari iklim tropis Indonesia. Namun, efektivitasnya sangat tergantung pada desain dan orientasi bangunan yang tepat, yang harus selaras dengan arah angin dominan dan pola sirkulasi udara lokal. Dari studi kasus yang dianalisis, ditemukan bahwa penangkap angin yang dirancang dengan memperhatikan faktor-faktor lokal seperti topografi dan vegetasi sekitar dapat meningkatkan aliran udara secara alami ke dalam bangunan. Hal ini tidak hanya membantu dalam mengurangi ketergantungan pada sistem pendingin mekanis tetapi juga meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, yang merupakan aspek penting dari kenyamanan termal (Jomehzadeh et al., 2020).

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi penangkap angin juga bergantung pada pemahaman mendalam tentang variabel lingkungan. Misalnya, ketinggian bangunan, kepadatan area, dan faktor lingkungan lainnya memainkan peran kritis dalam menentukan efisiensi aliran udara yang dapat dicapai (Shayegani et al., 2024). Wawancara dengan ahli mengungkapkan bahwa integrasi sistem penangkap angin dalam desain bangunan baru memerlukan perencanaan yang cermat dan pendekatan multidisiplin. Arsitek dan perencana perkotaan harus bekerja sama untuk memastikan bahwa solusi desain tidak hanya fungsional tetapi juga estetis menyenangkan dan sejalan dengan konteks urban.



Gambar 1. Skema Simulasi sirkulasi udara masuk dan keluar (In-out) terhadap orientasi bangunan.
Sumber : Penulis

Dari perspektif regulasi, Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, khususnya dalam Pasal 5, menekankan pentingnya aspek kesehatan, kenyamanan, dan keselamatan dalam pengaturan bangunan. Meskipun undang-undang ini tidak secara eksplisit menyebutkan tentang penangkap angin, prinsip-prinsip yang ditegaskan dalam undang-undang ini mendukung penggunaan solusi arsitektural yang mendukung kenyamanan termal. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 2/PRT/M/2015 tentang Pedoman Teknis Bangunan Gedung Hijau juga memberikan kerangka kerja yang mendukung penerapan sistem seperti penangkap angin untuk efisiensi energi dan kenyamanan termal.

Penelitian ini juga menyoroti pentingnya pendidikan dan kesadaran baik di kalangan profesional maupun masyarakat luas tentang manfaat dan implementasi sistem penangkap angin. Peningkatan pengetahuan ini diharapkan dapat mendorong adopsi yang lebih luas dari solusi berkelanjutan ini. Pentingnya penelitian lanjutan dan pengembangan sistem disoroti, mengingat kondisi iklim yang berubah dan tantangan urbanisasi yang terus meningkat. Inovasi dalam desain penangkap angin dan material bangunan dapat membuka peluang baru dalam peningkatan

kenyamanan termal. Peneliti mengakui bahwa keterbatasan studi ini terletak pada variasi kondisi iklim lokal yang luas di Indonesia, yang mungkin memerlukan adaptasi desain penangkap angin yang spesifik sesuai dengan konteks regional.

2. Kondisi iklim tropis Indonesia, seberapa efisien penggunaan air sebagai media pendinginan dalam mempengaruhi kenyamanan termal di dalam bangunan.

Dalam kondisi iklim tropis Indonesia, efisiensi penggunaan air sebagai media pendinginan memiliki peran krusial dalam menentukan kenyamanan termal di dalam bangunan. Penggunaan air sebagai media pendinginan memanfaatkan sifat evaporatif air untuk menurunkan suhu, yang potensial di lingkungan yang panas dan lembap. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem pendinginan berbasis air dalam konteks tersebut, khususnya terkait kemampuannya dalam menurunkan suhu ruangan dan meningkatkan kenyamanan penghuni.

Penelitian ini mengacu pada Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, dimana Pasal 5 menyatakan tentang pentingnya memperhatikan aspek kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan dalam setiap bangunan. Terkait penggunaan sistem pendinginan, terutama yang berbasis air, penelitian ini mencari pemahaman mendalam tentang bagaimana prinsip-prinsip tersebut dapat diaplikasikan untuk menciptakan lingkungan yang nyaman dan sehat di dalam bangunan.

Dalam melakukan analisis, peneliti mengumpulkan data dari berbagai studi kasus bangunan di Indonesia yang telah menerapkan sistem pendinginan berbasis air. Informasi ini diperkaya dengan wawancara langsung dengan arsitek dan pengelola bangunan, memberikan wawasan praktis mengenai efektivitas dan tantangan dalam penerapannya.

Hasil awal menunjukkan bahwa penggunaan air sebagai media pendinginan efektif dalam menurunkan suhu ruangan hingga beberapa derajat Celsius, tergantung pada desain dan integrasi sistem. Hal ini, secara signifikan, meningkatkan kenyamanan termal bagi penghuni. Peneliti menemukan bahwa faktor kunci keberhasilan termasuk desain sistem yang memaksimalkan penguapan air dan sirkulasi udara yang efisien di dalam ruangan.

Namun, peneliti juga mengidentifikasi beberapa tantangan. Salah satunya adalah kebutuhan akan pemeliharaan reguler untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme di dalam sistem. Selain itu, efisiensi sistem dapat dipengaruhi oleh kelembapan relatif eksternal, yang seringkali tinggi di Indonesia.

Analisis lebih lanjut menyoroti pentingnya integrasi desain arsitektural dengan sistem pendinginan berbasis air. Contohnya, orientasi bangunan dan penggunaan material yang mendukung penguapan

dapat meningkatkan efisiensi sistem. Ini menunjukkan bahwa pendekatan holistik, yang mempertimbangkan interaksi antara bangunan dan sistem pendinginannya, esensial dalam meningkatkan kenyamanan termal.

Dari perspektif regulasi, peneliti menilai bahwa standar dan pedoman terkait desain bangunan ramah lingkungan, seperti yang diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 2/PRT/M/2015 tentang Pedoman Teknis Bangunan Gedung Hijau, memberikan kerangka kerja untuk integrasi sistem pendinginan berbasis air. Namun, implementasi spesifik sistem ini memerlukan panduan lebih lanjut.

Studi ini juga menyoroti pentingnya konservasi air dalam penerapan sistem pendinginan ini, mengingat ketersediaan air bersih yang terbatas di beberapa area perkotaan. Peneliti menyarankan bahwa penggunaan air hujan dan air daur ulang dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah ini. Keseluruhan analisis menunjukkan bahwa, meskipun terdapat tantangan, penggunaan air sebagai media pendinginan memiliki potensi yang signifikan dalam meningkatkan kenyamanan termal di bangunan perkotaan Indonesia. Efektivitasnya bergantung pada desain yang cermat dan pemeliharaan sistem, serta ketersediaan air.

3. Integrasi sistem penangkap angin dan sistem pendinginan berbasis air dapat dioptimalkan untuk menciptakan solusi berkelanjutan dalam peningkatan kenyamanan termal di bangunan perkotaan.

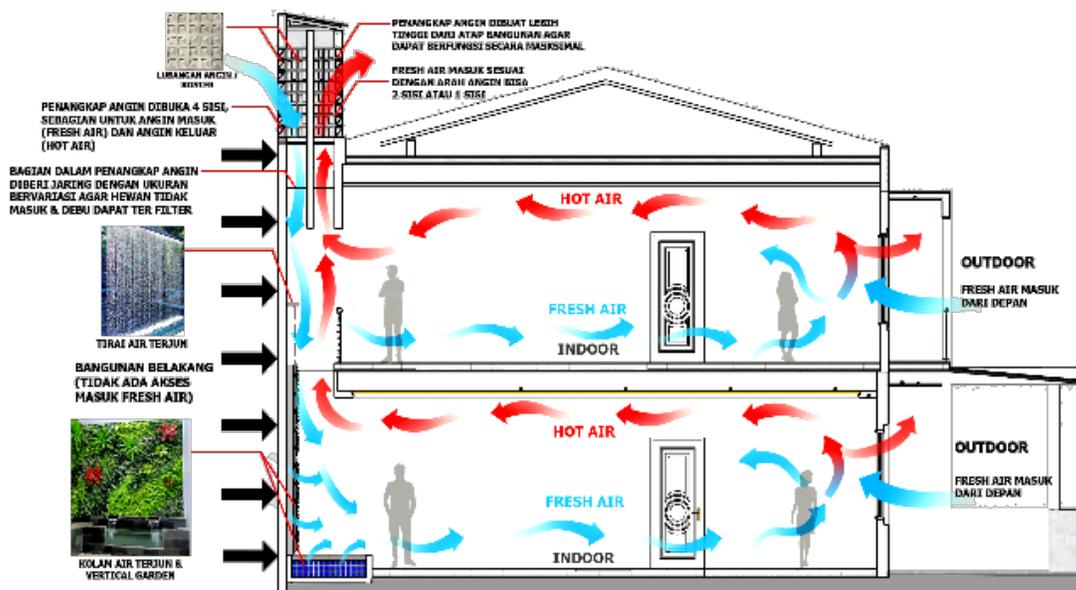
Pembahasan mengenai optimasi integrasi sistem penangkap angin dan sistem pendinginan berbasis air untuk menciptakan solusi berkelanjutan dalam meningkatkan kenyamanan termal di bangunan perkotaan. Penelitian ini mengeksplorasi pendekatan terbaik dalam menggabungkan kedua sistem ini, dengan fokus pada desain bangunan, adaptasi sistem terhadap kondisi lokal, dan evaluasi dampaknya terhadap konsumsi energi serta kenyamanan penghuni.

Integrasi sistem penangkap angin dalam desain bangunan perkotaan memerlukan pemahaman mendalam tentang dinamika aliran udara lokal. Berdasarkan studi pustaka dan wawancara dengan ahli, teridentifikasi bahwa orientasi bangunan dan desain bukaan memainkan peran kritis dalam efektivitas penangkap angin. Kondisi lokal, seperti topografi dan tata letak perkotaan, juga mempengaruhi kinerja sistem ini.

Sistem pendinginan berbasis air, seperti dinding air atau kolam reflektif, dapat secara signifikan menurunkan suhu sekitar melalui proses evaporasi. Analisis menunjukkan bahwa integrasi sistem ini dalam desain bangunan dapat meningkatkan kenyamanan termal, terutama di area umum dan zona transisi. Penelitian mengungkapkan pentingnya material bangunan dalam mendukung efisiensi kedua

sistem tersebut. Material dengan properti termal yang baik, seperti beton berpori atau batu bata berinsulasi, dapat meningkatkan kinerja sistem penangkap angin dan pendinginan berbasis air.

Adaptasi sistem terhadap kondisi lokal menjadi aspek kunci dalam optimasi integrasi ini. Misalnya, penyesuaian desain penangkap angin untuk memaksimalkan pemanfaatan pola angin lokal dapat meningkatkan efektivitasnya dalam sirkulasi udara. Penelitian juga menyoroti pentingnya ruang hijau dalam meningkatkan efektivitas sistem pendinginan berbasis air. Tanaman tidak hanya berperan dalam penyerapan CO₂ tetapi juga dalam penurunan suhu lokal melalui transpirasi, yang sinergis dengan sistem pendinginan berbasis air.



Gambar 2. Skema Simulasi Sirkulasi Udara Masuk Dan Keluar (*In-Out*) Melalui Model Penangkap Angin.
Sumber : Penulis

Dari segi regulasi, Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, khususnya pada Pasal 5, menekankan prinsip kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan yang harus terpenuhi dalam setiap bangunan gedung. Hal ini relevan dengan aplikasi sistem penangkap angin dan pendinginan berbasis air sebagai upaya menciptakan bangunan yang nyaman dan sehat. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.2/PRT/M/2015 tentang Pedoman Teknis Bangunan Gedung Hijau juga memberikan panduan tentang penggunaan sistem yang berkelanjutan, termasuk sistem pendinginan pasif yang efisien.

Evaluasi dampak terhadap konsumsi energi menunjukkan bahwa integrasi kedua sistem ini dapat mengurangi ketergantungan pada sistem pendinginan mekanis, yang berkontribusi pada efisiensi energi dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Kenyamanan penghuni menjadi indikator utama keberhasilan integrasi sistem ini. Berdasarkan hasil analisis, penggunaan kombinasi penangkap angin

dan sistem pendinginan berbasis air terbukti meningkatkan kenyamanan termal di dalam bangunan.

Penelitian ini menegaskan bahwa integrasi yang cermat dan disesuaikan dari sistem penangkap angin dan sistem pendinginan berbasis air dapat menawarkan solusi berkelanjutan yang efektif untuk meningkatkan kenyamanan termal di bangunan perkotaan, selaras dengan prinsip-prinsip yang ditetapkan dalam regulasi dan peraturan terkait.

D. PENUTUP

Kesimpulan

Dari analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kombinasi kedua sistem ini, jika dirancang dan diterapkan dengan mempertimbangkan kondisi lokal dan karakteristik bangunan, menawarkan solusi yang efektif dan efisien untuk mengatasi tantangan kenyamanan termal di lingkungan perkotaan tropis seperti Indonesia. Integrasi yang cermat antara desain bangunan, orientasi, dan material, bersama dengan penggunaan strategis sistem penangkap angin dan pendinginan berbasis air, dapat meningkatkan sirkulasi udara dan mengurangi suhu di dalam bangunan, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan sehat bagi penghuninya.

Selain itu, temuan penelitian ini menegaskan bahwa penerapan sistem penangkap angin dan pendinginan berbasis air dalam desain bangunan di Indonesia belum diterapkan, belum dikenal secara umum. Tidak hanya berkontribusi terhadap kenyamanan termal, tetapi juga mendukung upaya pengurangan konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca. Dengan demikian, integrasi kedua sistem ini selaras dengan tujuan pengembangan bangunan hijau dan berkelanjutan, sebagaimana ditekankan dalam peraturan nasional dan internasional. Implementasi sistem ini dapat menjadi langkah penting menuju arsitektur yang responsif terhadap iklim, mengutamakan kesehatan dan kenyamanan penghuni, serta memperhatikan prinsip-prinsip keberlanjutan lingkungan.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan potensi besar dari integrasi sistem penangkap angin dan sistem pendinginan berbasis air dalam arsitektur perkotaan di Indonesia. Sebagai saran, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan panduan desain yang lebih spesifik dan disesuaikan dengan berbagai jenis bangunan dan kondisi iklim lokal. Hal ini penting untuk memastikan bahwa solusi yang dihasilkan dapat diterapkan secara luas dan memberikan manfaat maksimal bagi penghuni bangunan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan inspirasi bagi arsitek, perencana, dan pembuat kebijakan dalam merancang dan mengimplementasikan strategi kenyamanan termal yang berkelanjutan di lingkungan perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aryan, A., Ehsan, Z., Amin, S., & Masoud, K. (2010). *Wind Catchers: Remarkable Example of Iranian Sustainable Architecture*. *Journal of Sustainable Development*, 3(2). <https://doi.org/10.5539/jsd.v3n2p89>
2. Basuki, T. M., Nugroho, H. Y. S. H., Indrajaya, Y., Pramono, I. B., Nugroho, N. P., Supangat, A. B., Indrawati, D. R., Savitri, E., Wahyuningrum, N., Purwanto, Cahyono, S. A., Putra, P. B., Adi, R. N., Nugroho, A. W., Auliyani, D., Wuryanta, A., Riyanto, H. D., Harjadi, B., Yudilastyantoro, C., ... Simarmata, D. P. (2022). *Improvement of Integrated Watershed Management in Indonesia for Mitigation and Adaptation to Climate Change: A Review*. *Sustainability*, 14(16), 9997. <https://doi.org/10.3390/su14169997>
3. Dwaikat, L. N., & Ali, K. N. (2018). *The Economic benefits of a green building – Evidence from Malaysia*. *Journal of Building Engineering*, 18, 448–453. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.04.017>
4. *Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi*.
5. Irfeey, A. M. M., Jamei, E., Chau, H.-W., & Ramasubramanian, B. (2023). *Enhancing Occupants' Thermal Comfort in Buildings by Applying Solar-Powered Techniques*. *Architecture*, 3(2), 213–233. <https://doi.org/10.3390/architecture3020013>
6. Jomehzadeh, F., Hussen, H. M., Calautit, J. K., Nejat, P., & Ferwati, M. S. (2020). *Natural Ventilation By Windcatcher (Badgir): A Review On The Impacts Of Geometry, Microclimate And Macroclimate*. *Energy and Buildings*, 226, 110396. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110396>
7. Karyono, T. H. (2000). *Report On Thermal Comfort and Building Energy Studies in Jakarta—Indonesia*. *Building and Environment*, 35(1), 77–90. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(98\)00066-3](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(98)00066-3)
8. Kaushik, A., Arif, M., Tumula, P., & Ebohon, O. J. (2020). *Effect Of Thermal Comfort On Occupant Productivity In Office Buildings: Response Surface Analysis*. *Building and Environment*, 180, 107021. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107021>
9. Malik, A., Bongers, C., McBain, B., Rey-Lescure, O., Dear, R. de, Capon, A., Lenzen, M., & Jay, O. (2022). *The Potential For Indoor Fans To Change Air Conditioning Use While Maintaining Human Thermal Comfort During Hot Weather: An Analysis Of Energy Demand And Associated Greenhouse Gas Emissions*. *The Lancet Planetary Health*, 6(4), e301–e309. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00042-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00042-0)
10. Moleong, L. J. (2002). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
11. Nejat, P., Salim Ferwati, M., Calautit, J., Ghahramani, A., & Sheikhshahrokhdehkordi, M. (2021). *Passive Cooling And Natural Ventilation By The Windcatcher (Badgir): An Experimental And Simulation Study Of Indoor Air Quality, Thermal Comfort And Passive Cooling Power*. *Journal of Building Engineering*, 41, 102436. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102436>

12. Ortiz, M. A., Kurvers, S. R., & Bluysen, P. M. (2017). *A Review of Comfort, Health, and Energy Use: Understanding Daily energy use and Wellbeing For The Development of a New Approach to Study Comfort*. *Energy and Buildings*, 152, 323–335. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.060>
13. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 29/PRT/M/2006 Tahun 2006 Tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung.
14. Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 36 Tahun 2005 Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.
15. Santoso, E. I. (2012). Kenyamanan Termal Indoor Pada Bangunan Di Daerah Beriklim Tropis Lembab . *Indonesian Green Technology Journal* , 1(1), 13–19.
16. Shayegani, A., Joklova, V., & Illes, J. (2024). *Optimizing Windcatcher Designs for Effective Passive Cooling Strategies in Vienna's Urban Environment*. *Buildings*, 14(3), 765. <https://doi.org/10.3390/buildings14030765>
17. Sitanggang, R. A., Kindangen, J. I., & Tondobala, L. (2021). Faktor - faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal pada Bangunan Tipe Rumah Sederhana Studi Kasus: Perumahan Griya Paniki Indah di Manado. *Jurnal Fraktal*, 6(1), 30–37.
18. Solikin, N. (2021). *Pengantar Metodologi Penelitian Hukum*, Pasuruan: CV. Penerbit Qiara Media.
19. Undang-Undang (UU) Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.
20. Undang-Undang (UU) Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Energi.
21. United Nations. (2022). *Penyebab Dan Dampak Perubahan Iklim*. United Nations. Diakses 04 April 2024, <https://indonesia.un.org/id/175273-penyebab-dan-dampak-perubahan-iklim>
22. Vinayak, B., Lee, H. S., Gedam, S., & Latha, R. (2022). *Impacts Of Future Urbanization On Urban Microclimate And Thermal Comfort Over The Mumbai Metropolitan Region, India*. *Sustainable Cities and Society*, 79, 103703. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103703>