

ANALISIS KERENTANAN HUNIAN PERKOTAAN TERHADAP URBAN HEAT BERBASIS SISTEM PENGHAWAAN DAN PENCAHAYAAN

Analysis of Urban Residential Vulnerability to Urban Heat Based on Ventilation and Lighting Systems

Diterima: 04 Maret 2026

Disetujui: 15 Mei 2026

Jelita Bulanisahadi¹, Agil Fitri Handayani¹, Nazwa Laily Azzahra¹, Laura Angelica Fadia Indriani¹, Tee Tze Kiong²

¹ Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Negeri Malang

² Faculty of Technical and Vocational Education, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Johor

Email: jelita.bulanisahadi.2405216@students.um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menganalisis kerentanan hunian dua lantai terhadap peningkatan suhu perkotaan yang dipengaruhi oleh fenomena urban heat island. Fenomena tersebut menyebabkan wilayah perkotaan memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya akibat dominasi material penyerap panas, kepadatan bangunan, serta berkurangnya ruang terbuka hijau. Penelitian dilakukan dengan pendekatan observasi kuantitatif deskriptif pada hunian di kawasan perkotaan dengan karakteristik ventilasi dan bukaan yang berbeda. Data yang dikumpulkan meliputi suhu udara dalam ruang, kelembapan relatif, dan intensitas pencahayaan alami. Hasil observasi menunjukkan bahwa hunian dengan ventilasi silang dan rasio bukaan yang lebih besar memiliki suhu ruang yang lebih rendah serta kualitas pencahayaan alami yang lebih baik dibandingkan hunian dengan ventilasi terbatas. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan strategi desain pasif melalui ventilasi alami dan pencahayaan alami berperan penting dalam meningkatkan kenyamanan termal serta mengurangi dampak peningkatan suhu perkotaan pada bangunan hunian.

Kata kunci: urban heat island, ventilasi alami, pencahayaan alami, kenyamanan termal, hunian perkotaan

PENDAHULUAN DAN KAJIAN TEORI

Perkembangan kawasan perkotaan yang pesat menyebabkan perubahan karakteristik lingkungan yang berdampak pada peningkatan suhu udara. Fenomena ini dikenal sebagai urban heat island, yaitu kondisi ketika suhu udara di kawasan perkotaan lebih tinggi dibandingkan wilayah pedesaan di sekitarnya (Climates & Uk, 2019). Peningkatan suhu tersebut terutama disebabkan oleh dominasi material kedap panas seperti beton dan aspal, kepadatan bangunan, serta minimnya vegetasi yang berfungsi sebagai pendingin alami lingkungan (Nuruzzaman, 2015).

Fenomena urban heat island menjadi isu penting dalam perencanaan kota karena berdampak langsung terhadap konsumsi energi bangunan, kualitas lingkungan, dan kenyamanan termal penghuni. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu perkotaan dapat meningkatkan kebutuhan energi pendinginan pada bangunan secara signifikan (Santamouris, 2015a). Kondisi tersebut menjadi semakin kompleks di wilayah beriklim tropis yang memiliki suhu dasar relatif tinggi sepanjang tahun (M Nelson, 2026).

Dalam konteks desain bangunan, salah satu pendekatan yang dapat mengurangi dampak peningkatan suhu adalah

penerapan strategi desain pasif. Desain pasif memanfaatkan ventilasi alami, pencahayaan alami, serta orientasi bangunan untuk meningkatkan kenyamanan termal tanpa bergantung pada sistem pendingin mekanis (Lechner, 2014). Ventilasi silang diketahui mampu meningkatkan sirkulasi udara dalam ruang sehingga panas yang terakumulasi dapat dilepaskan lebih cepat (Ayodele & Ayodele, 2026).

Selain ventilasi, pencahayaan alami juga memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas ruang dan efisiensi energi bangunan. Bukaan yang dirancang dengan baik memungkinkan distribusi cahaya alami yang lebih merata serta mengurangi penggunaan pencahayaan buatan (John & John, 2018). Penelitian mengenai kenyamanan termal juga menunjukkan bahwa kondisi suhu dan sirkulasi udara sangat memengaruhi persepsi kenyamanan manusia dalam ruang (Adiguzel et al., 2026).

Sejumlah penelitian sebelumnya lebih banyak mengkaji fenomena urban heat island pada skala kota atau kawasan perkotaan secara luas (Gago, E. J., Roldan, J., Pacheco-Torres, R., & Ordonez, 2013). Sementara itu, kajian pada skala bangunan hunian masih relatif terbatas, khususnya terkait hubungan antara ventilasi alami, pencahayaan alami, dan kondisi termal dalam ruang. Studi lain menunjukkan bahwa bentuk morfologi kota dan kepadatan bangunan dapat memperkuat intensitas urban heat island serta mempengaruhi kondisi iklim mikro di sekitar bangunan (Sobstyl, 2017). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan ventilasi perkotaan dapat mengurangi dampak urban heat island dan menurunkan konsumsi energi bangunan (Wong, 2021). Selain itu, keberadaan ruang hijau dan vegetasi

terbukti mampu menurunkan suhu lingkungan melalui proses evapotranspirasi (Sari, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ventilasi alami dan pencahayaan alami terhadap kondisi termal hunian dua lantai di kawasan perkotaan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai strategi desain pasif yang dapat diterapkan pada hunian perkotaan untuk meningkatkan kenyamanan termal dan mengurangi dampak fenomena urban heat island.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode observasi lapangan untuk menganalisis kondisi termal hunian di kawasan perkotaan. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengumpulan data empiris mengenai kondisi suhu dan pencahayaan alami secara langsung pada bangunan yang diamati.

Lokasi observasi dipilih pada hunian dua lantai di kawasan permukiman padat dengan karakteristik bangunan yang relatif seragam namun memiliki perbedaan pada sistem ventilasi dan ukuran bukaan. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan orientasi bangunan, material bangunan, serta kondisi lingkungan sekitar.

Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran suhu udara dalam ruang, kelembapan relatif, dan intensitas pencahayaan alami. Suhu dan kelembapan diukur menggunakan termometer digital, sedangkan pencahayaan alami diukur menggunakan lux meter. Pengukuran dilakukan pada tiga waktu berbeda, yaitu pagi, siang, dan sore hari untuk

memperoleh variasi kondisi termal dalam ruang.

Selain pengukuran fisik, dilakukan pula pengamatan terhadap karakteristik bangunan seperti luas bukaan, orientasi jendela, jenis material dinding dan atap, serta jarak antarbangunan. Faktor-faktor tersebut diketahui memiliki pengaruh terhadap kondisi iklim mikro bangunan dan sirkulasi udara di dalam ruang (Summer, 2019).

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode komparatif untuk membandingkan kondisi termal antara hunian dengan ventilasi silang dan hunian tanpa ventilasi silang. Analisis juga dilakukan dengan membandingkan hasil observasi dengan kondisi ideal kenyamanan termal yang telah dijelaskan dalam literatur sebelumnya (Taleghani, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi dilakukan pada dua hunian dua lantai dengan karakteristik sistem bukaan yang berbeda. Hunian A memiliki ventilasi silang dan rasio bukaan sebesar 22% dari luas dinding, sedangkan Hunian B memiliki bukaan sebesar 12% dan tidak memiliki ventilasi silang. Pengukuran dilakukan selama tiga hari pada pukul 09.00, 13.00, dan 16.00.

Hasil pengukuran suhu rata-rata dalam ruang menunjukkan bahwa Hunian A memiliki suhu rata-rata siang hari sebesar 31,2°C, sedangkan Hunian B mencapai 33,1°C. Selisih suhu rata-rata antara kedua hunian adalah 1,9°C. Pada sore hari, suhu Hunian A turun menjadi 30,4°C, sementara Hunian B tercatat sebesar 32,0°C. Perbedaan ini menunjukkan bahwa ventilasi silang berkontribusi terhadap percepatan pelepasan panas dalam ruang.

Kelembapan relatif rata-rata pada Hunian A berada pada kisaran 63%, sedangkan Hunian B mencapai 70%. Nilai ini menunjukkan bahwa sirkulasi udara pada Hunian A lebih efektif dalam menjaga stabilitas kelembapan dibandingkan Hunian B. Intensitas pencahayaan alami di ruang utama Hunian A tercatat rata-rata 420 lux pada siang hari, sedangkan Hunian B hanya mencapai 275 lux.

Data tersebut dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Kinerja Termal dan Pencahayaan Alami

Variabel	Hunian A (Ventilasi Silang)	Hunian B (Tanpa Ventilasi Silang)
Suhu rata-rata siang	31,2°C	33,1°C
Suhu rata-rata sore	30,4°C	32,0°C
Kelembapan relatif	63%	70%
Intensitas cahaya	420 lux	275 lux

Hasil observasi menunjukkan bahwa hunian dengan ventilasi silang memiliki performa termal yang lebih baik dibandingkan hunian tanpa ventilasi silang. Kondisi ini sejalan dengan teori yang dikemukakan (Ayodele & Ayodele, 2026) bahwa ventilasi silang meningkatkan laju pertukaran udara sehingga panas dalam ruang dapat dilepaskan lebih cepat. Selain itu, (John & John, 2018) menyatakan bahwa rasio bukaan yang memadai merupakan komponen penting dalam desain bangunan tropis.

Perbedaan suhu hampir dua derajat Celsius yang ditemukan pada penelitian ini menunjukkan dampak signifikan terhadap kenyamanan termal penghuni. (Adiguzel et al., 2026) menjelaskan bahwa perbedaan suhu kecil sekalipun dapat memengaruhi persepsi kenyamanan manusia secara

signifikan. Temuan ini juga konsisten dengan penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa peningkatan suhu dalam ruang akibat fenomena urban heat island meningkatkan ketergantungan pada pendingin mekanis (Santamouris, 2015b).

Pada aspek pencahayaan alami, Hunian A menunjukkan intensitas yang lebih tinggi dibandingkan Hunian B (Lechner, 2014) menegaskan bahwa bukaan yang lebih besar memungkinkan distribusi cahaya alami yang lebih merata dan mengurangi kebutuhan pencahayaan buatan. Perbedaan sebesar 145 lux antara kedua hunian menunjukkan bahwa desain bukaan berpengaruh langsung terhadap efisiensi energi bangunan.

Jika dibandingkan dengan kondisi ideal yang diuraikan pada bagian pendahuluan, Hunian A lebih mendekati prinsip desain pasif tropis, sedangkan Hunian B menunjukkan adanya kesenjangan terhadap standar kenyamanan termal. (Technology et al., 2026) menekankan bahwa bangunan tropis seharusnya dirancang responsif terhadap iklim dengan memaksimalkan ventilasi alami dan meminimalkan akumulasi panas material. Namun demikian, terdapat beberapa faktor yang memengaruhi hasil observasi. Jarak antarbangunan yang sempit pada kedua lokasi membatasi potensi aliran udara eksternal sehingga mengurangi efektivitas ventilasi alami dalam ruang (Karyono et al., 2015). Selain itu, material atap yang digunakan pada kedua hunian merupakan material dengan kemampuan menyerap panas yang relatif tinggi sehingga meningkatkan temperatur ruang pada siang hari akibat radiasi matahari (Kolani et al., 2023). Faktor orientasi bangunan terhadap arah matahari juga berpotensi memengaruhi intensitas panas yang diterima oleh fasad bangunan, yang pada akhirnya berdampak terhadap

kondisi termal dalam ruang (Sitorus et al., 2023).

Kegiatan observasi ini memiliki keterbatasan pada durasi pengukuran yang relatif singkat dan jumlah sampel yang terbatas pada dua unit hunian. Variasi kondisi cuaca harian juga dapat memengaruhi hasil pengukuran meskipun pengambilan data dilakukan pada kondisi cuaca relatif cerah. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar dan periode observasi yang lebih panjang diperlukan untuk memperoleh hasil yang lebih representatif dalam mengevaluasi kinerja ventilasi alami pada bangunan hunian di wilayah beriklim tropis (Muhammad Iqbal et al., 2022)

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa ventilasi silang dan rasio bukaan yang memadai berkontribusi terhadap penurunan suhu dalam ruang serta peningkatan kualitas pencahayaan alami (Nyssa et al., 2025). Temuan ini mendukung prinsip desain pasif tropis yang menekankan pemanfaatan ventilasi alami, orientasi bangunan, serta optimalisasi bukaan sebagai strategi adaptasi terhadap peningkatan suhu perkotaan (Kolani et al., 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa sistem ventilasi alami dan pencahayaan alami berpengaruh terhadap tingkat kerentanan termal hunian dua lantai di kawasan perkotaan padat. Hunian yang menerapkan ventilasi silang dan memiliki rasio bukaan yang memadai menunjukkan kondisi termal yang lebih stabil dibandingkan hunian tanpa sirkulasi udara yang optimal. Kinerja pencahayaan alami yang lebih baik juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas ruang serta potensi efisiensi energi bangunan. Temuan

ini menjawab tujuan penelitian bahwa strategi desain pasif berbasis ventilasi dan pencahayaan alami efektif dalam mengurangi dampak peningkatan suhu lingkungan perkotaan. Dengan demikian, penerapan prinsip desain responsif iklim menjadi faktor penting dalam meningkatkan kenyamanan hunian tropis sekaligus mendukung adaptasi terhadap fenomena peningkatan suhu perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

Adiguzel, F., Bestas, M., Karadeniz, E., Yuksel, A., Rukiye, K., & Oztas, G. (2026). *QSSI (QGIS summer simmer index) calculator plugin : an open-source tool for thermal comfort analysis in gis applications*. 1–19.

Ayodele, S., & Ayodele, S. (2026). *Climate-Responsive Design Strategies for Affordable Urban Housing in Ibadan Climate-Responsive Design Strategies for Affordable Urban Housing in Ibadan*. 0–7.

<https://doi.org/10.20944/preprints202604.0259.v1>

Climates, J. A. U., & Uk, C. (2019). *Reseña de o ke , T . R . ; m iLLs , G . ; Christen , A . ; y v ooGt . , 2017*, 125–128.

Gago, E. J., Roldan, J., Pacheco-Torres, R., & Ordóñez, J. (2013). The impact of urban heat island on energy demand. *Applied Energy*, 101, 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.057>

John, L., & John, L. (2018). *Building Design , Construction and Performance in Tropical Climates*.

Karyono, T. H., Sri, E., Sulistiawan, J. G., & Triswanti, Y. (2015). *Thermal Comfort Studies in Naturally Ventilated Buildings in Jakarta, Indonesia*. 917–932. <https://doi.org/10.3390/buildings5030917>

Kolani, K., Wang, Y., & Zhou, D. (2023). *Passive building design for improving indoor thermal comfort in tropical climates: A bibliometric analysis using CiteSpace*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/1420326X231158512>

Lechner, N. (2014). *HEATING , COOLING , LIGHTING : SUSTAINABLE DESIGN METHODS FOR ARCHITECTS by Norbert Lechner (2014) Chapter 4 : Thermal Comfort*. 1.

M Nelson, E. E. (2026). *The Architecture of Denial: How Climate Change Misinformation Undermines*

Adaptive Building Design and Resilience in Nigeria's Built Environment.

Muhammad Iqbal, Dastur, M., & Fikry, M. (2022). *View of Indoor Thermal Comfort Improvement of the Naturally Ventilated House in Tropical Climate, Indonesia.pdf*.

[\[Nuruzzaman, M. \\(2015\\). *Urban Heat Island Review*. \\[https://www.researchgate.net/publication/283507719_Urban_Heat_Island_Causes_Effects_and_Mitigation_Measures_-_A_Review\\]\\(https://www.researchgate.net/publication/283507719_Urban_Heat_Island_Causes_Effects_and_Mitigation_Measures_-_A_Review\\)\]\(https://doi.org/TwoModelsofHousesinNorthAceh,Indonesia,areInvestigatedinthisStudy.EventhoughtheHotandHumidConditionsthroughouttheyear,mostIndonesianstayinahousehatusesnaturalventilationduetoenergy-povertyandeconomicconditions.Commonly,theyrelyonnaturalventilationbyopeningwindowstoachievethermalcomfortintheindoorenvironment.Therefore,anon-sitesurveyandquestionnairewereperformedonmorethan240occupantsand115naturallyventilatedhousestoinvestigatethermalcomfortperformancebetweentwohousesbasedonthermalsensationvote\(TS</p>
</div>
<div data-bbox=\)](https://doi.org/TwoModelsofHousesinNorthAceh,Indonesia,areInvestigatedinthisStudy.EventhoughtheHotandHumidConditionsthroughouttheyear,mostIndonesianstayinahousehatusesnaturalventilationduetoenergy-povertyandeconomicconditions.Commonly,theyrelyonnaturalventilationbyopeningwindowstoachievethermalcomfortintheindoorenvironment.Therefore,anon-</p>
</div>
<div data-bbox=)

Nyssa, A. R., Industri, R., & Nyssa, A. R. (2025). *The Relation Between Window-To-Floor Ratio and Lux Values of Natural Lighting in Residential Houses*. 31–41.

Santamouris, M. (2015a). *Cooling the cities*. https://theasthmafiles.org/sites/default/files/artifacts/media/pdf/cooling_the_cities.pdf

Santamouris, M. (2015b). *Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.01.004>

Sari, D. P. (2021). *UHI in tropical cities*. <https://www.mdpi.com/2673-4834/2/3/38/xml>

Sitorus, A. J., Sembiring, D. A., Abdillah, W., & Harisdani, D. (2023). *International Journal of Architecture and Urbanism Thermal Comfort in Humid Tropical Climate Areas (Case Study on Open Spaces and Shaded Spaces in Medan City)*. 07(02).

Sobstyl, J. et al. (2017). *Urban heat island morphology*. <https://arxiv.org/pdf/1705.00504.pdf>

Summer, H. (2019). *Effects of Building Microclimate on the Thermal Environment of Traditional Japanese Houses during*. 1, 1–17. <https://doi.org/10.3390/buildings9010022>

Taleghani, M. et al. (2014). *Thermal comfort review*.

Technology, I., Boulevard, D. M., Design, E., Technology, I., Boulevard, D. M., Design, E., &

Technology, I. (2026). *Prin t n ot pe er re v iew Pr ep rin t n ot pe er re v ed.*

Wong, M. S. (2021). *Urban ventilation.*
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148791>