



The Effect of Greenery Façade on Thermal Comfort in Multipurpose Building at Universitas Samudra

Amalia Harmin^{1,*}, Rizka Musfirah², Rita Syntia¹

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh-Langsa 24416, Aceh

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Samudra, Meurandeh-Langsa 24416, Aceh

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirim 31 Januari 2024
Direvisi dari 29 Mei 2024
Diterima 23 Juni 2024
Dipublikasi 30 Juli 2024

Keywords:

Green Façade;
Therma comfort;
Buildings;
Universitas Samudra

DOI:

10.55377/jurutera.v11i02.9567

ABSTRACT

Global climate change causes environmental temperatures to rise resulting in thermal comfort problems in humans. Thermal comfort is needed by humans in their daily lives. If thermal comfort is not met properly, it can inhibit activity, and reduce the quality of life. Humans spend 87% of their time in the building performing various activities. To improve thermal comfort in the building, air conditioning systems such as air conditioners are needed, but increased use of air conditioners will increase electricity consumption. Samudra University's multipurpose building with a glass envelope and orientation of the building in the direction of the rising sun results in direct solar radiation entering the building. The wave nature of solar radiation when it enters the glass becomes a short wave and cannot return through the glass to get out so the temperature inside increases. To minimize radiation entering the building, it is necessary to add a green facade that can absorb solar radiation heat. However, studies on the effect of green facades on buildings with glass material envelopes are still unknown. The purpose of this research is to examine how the influence of solar radiation entering the Samudra University multipurpose building on thermal comfort with experimental study methods and MATLAB simulations to obtain a thermal comfort index. The results showed that with the green façade, the indoor temperature at 12:46 pm was 38.16 °C in the part planted with plants, while the top of the room was the hottest part because at the top there was no obstruction from the sun on the roof of the building. Based on the simulation results show that the green façade of heat entering the building undergoes absorption first so that the temperature inside the building is lower than the environment which will improve thermal comfort.

© 2024 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global menyebabkan temperatur lingkungan meningkat sehingga terjadi permasalahan kenyamanan termal pada manusia (Ferdyn et al, 2021). Kenyamanan termal sangat di butuhkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Jika kenyamanan termal tidak terpenuhi dengan baik maka dapat menghambat aktivitas, dan menurunkan kualitas hidup (Sakina et al, 2018). Tingkat kenyamanan termal yang dirasakan oleh manusia berbeda-beda. Manusia akan merasakan kenyamanan

termal yang sesuai jika faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal terpenuhi seperti temperatur udara, kelembapan udara dan kecepatan angin yang sesuai dengan standar ASHRAE 55 (2017) (Klepeis et al, 2001). Kenyamanan termal di dalam gedung menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Manusia menghabiskan waktu 87% berada di dalam gedung untuk melakukan berbagai kegiatan (Gou z et al, 2018). Untuk meningkatkan kenyamanan termal didalam gedung maka dibutuhkan penggunaan sistem tata udara berupa *Air Conditioning* (AC). Peningkatan penggunaan AC dapat meningkatkan konsumsi energi

(Artkinson et al, 1991). Namun penelitian yang dilakukan Gonzales dkk (Daemei et al, 2018) menunjukkan bahwa 38% konsumsi energi pada sebuah gedung digunakan untuk sistem tata udara dalam pemenuhan kenyamanan termal. Untuk menghemat penggunaan energi maka dibutuhkan penggunaan naungan. Penggunaan naungan dapat menghambat radiasi matahari masuk ke dalam gedung secara langsung (Gonzales et al, 2022). Hal ini mengakibatkan temperatur di dalam gedung menjadi meningkat. Salah satu jenis naungan yang bisa menurunkan temperatur sekitar adalah penggunaan tumbuhan hijau. Tumbuhan hijau dapat menyerap radiasi matahari melalui proses fotosintesis untuk keberlangsungan hidupnya. Tumbuhan hijau dapat dijadikan sebagai solusi berkelanjutan untuk selubung bangunan yang akan mengurangi temperatur dalam ruangan (Salman et al, 2020).

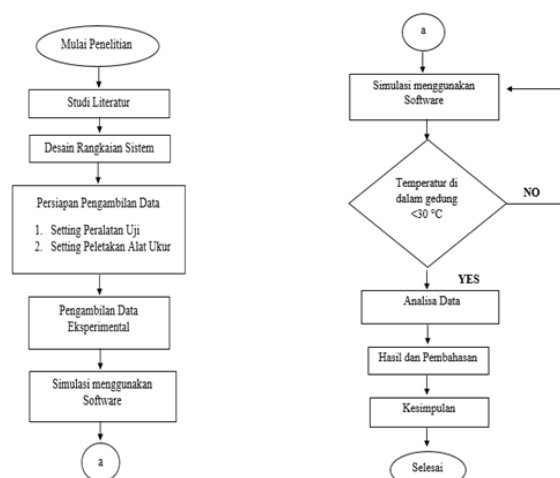
Bangunan dan naungan menjadi faktor yang menentukan tingkat kenyamanan termal. Tumbuhan hijau mempengaruhi kenyamanan termal karena menyerap radiasi matahari melalui proses evapotranspirasi. Penelitian yang dilakukan oleh Lai D dkk penggunaan naungan pohon dapat menurunkan temperatur sebesar 20° C dan temperatur PET (*Psychologically Equivalent Temperature*) sebesar 11° C. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Li dkk menunjukkan hasil simulasi adanya naungan pohon lebih efektif menurunkan temperatur lingkungan pada bangunan yang relatif rendah dengan nilai ketinggian maksimum bangunan 33 meter. Penelitian yang juga dilakukan oleh Taleghani dkk menunjukkan bahwa dengan menambahkan tumbuhan hijau disekeliling bangunan sebesar 17% mampu meningkatkan kenyamanan termal sebesar 20,8%. Fadhlurrahman dkk melakukan kajian tentang pengaruh naungan pohon dengan tajuk daun berbeda, didapatkan bahwa pohon dengan tajuk terbuka mampu menyerap panas dan didapatkan indeks kenyamanan termal THI sebesar 31,0 °C.

Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa dengan penggunaan naungan dapat menurunkan temperatur lingkungan sehingga kenyamanan termal tercapai. Namun kajian tentang pengaruh naungan pada gedung dengan selubung material kaca masih

belum diketahui. Berdasarkan hal tersebut peneliti ingin mengkaji bagaimana pengaruh radiasi matahari terhadap kenyamanan termal pada gedung multiguna Universitas Samudra dengan penggunaan naungan tumbuhan hijau.

METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini dapat dilihat pada flowchart seperti gambar dibawah ini:



Gambar 1. Flowchart penelitian

1. Case Studi

Studi kasus pada penelitian ini dipilih gedung Multiguna Universitas Samudra yang terletak di Langsa, Aceh (4°27'28.71" N, 97°58'15.30" E). Iklim kota langsa yang berada di daerah pesisir pantai tergolong ke dalam iklim tropis tipe C (agak basah). Gedung multiguna Universitas Samudra memiliki luas 30 x 70 meter dan tinggi 15 meter. Dinding sisi kiri dan kanan gedung multiguna terbuat dari kaca hitam tembus cahaya matahari yang di fungsikan sebagai sumber pencahayaan alami dan terdapat kanopi yang terbuat dari semen cor. Di sisi kanan dan kiri gedung juga di naungi oleh beberapa pohon. Bagian atap didalam gedung terbuat dari seng tanpa insulasi.

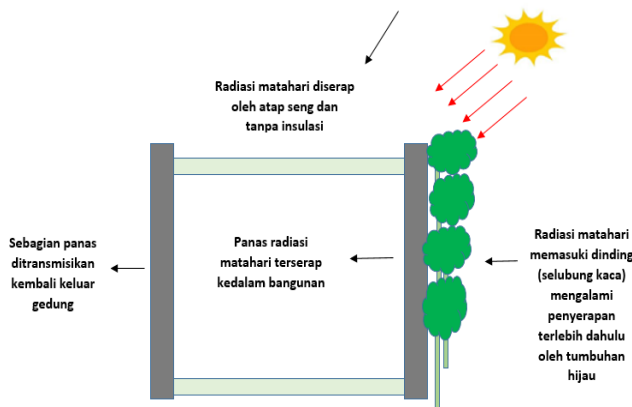
Berdasarkan konstruksi gedung multiguna yang dikelilingi oleh selubung kaca dan atap tanpa isulasi perlu dikaji pengaruh adanya naungan terhadap radiasi matahari dan temperatur didalam gedung sehingga kenyamanan termal di dalam gedung dapat di atur.



Gambar 2. Sisi gedung multiguna

2. Desain Rangkaian Sistem

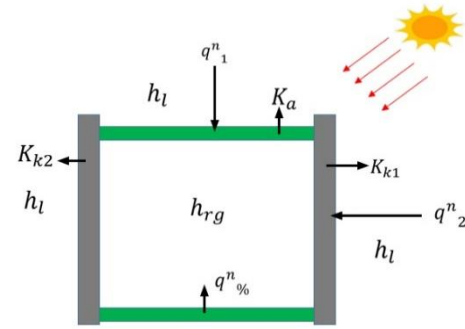
Desain rangkaian sistem penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data temperatur pada gedung multiguna Universitas Samudra menggunakan termokopel. Radiasi matahari dan radiasi matahari yang masuk kedalam gedung diukur menggunakan sensor dan kelembapan di dalam gedung diukur menggunakan hygrometer.



Gambar 3. Ilustrasi penyerapan radiasi matahari yang masuk ke gedung dengan naungan tumbuhan hijau

3. Pemodelan dan simulasi menggunakan Software

Pada penelitian ini digunakan MATLAB untuk mensimulasikan besar temperatur yang ada didalam gedung multiguna. Tahap – tahap simulasi diawali dengan membuat model persamaan heat transfer. Adapun secara lengkap tahap – tahap simulasi dengan dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 4. Analisa *heat transfer* ruang gedung

Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan tumbuhan disekitar gedung terhadap temperatur didalam gedung, maka dilakukan simulasi pengurangan energi panas yang dilakukan oleh tumbuhan. Jumlah pengurangan panas oleh tumbuhan sebesar 1 kJ untuk tumbuhan berupa lili paris dan 6 kJ untuk tumbuhan berupa kembang sepatu. Untuk mengetahui jumlah pengurangan panas maka harus diketahui terlebih dahulu besar energi panas yang masuk ke dalam gedung.

Penentuan model perpindahan panas dilakukan dengan persamaan konduksi transient pada kaca gedung.

$$\frac{T_t - T_\infty}{T_i - T_\infty} = \exp\left(\frac{Bi \cdot \alpha \cdot t}{L_c^2}\right) \dots \dots \dots (1)$$

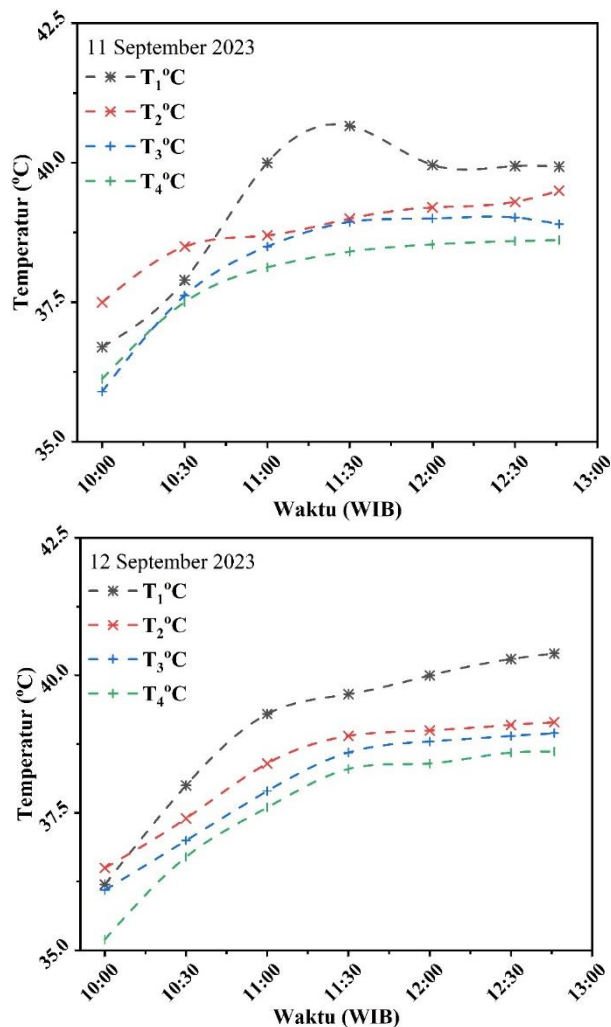
$$Q = \frac{k \cdot A_s \cdot \theta_i \cdot L_c^2}{L \cdot \alpha} \left(1 - \exp\left(\frac{-Bi \cdot \alpha}{L_c^2} \cdot t\right)\right) \dots \dots \dots (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji eksperimen dilakukan untuk mengetahui besar temperatur didalam gedung dan diluar gedung selama cuaca cerah. Data – data yang diperlukan untuk diproses pada simulasi yaitu jumlah kalor yang diterima permukaan dinding gedung (kaca gedung) dan bilangan biot yang diperoleh pada saat pengujian. Untuk memperoleh jumlah kalor yang diterima dan bilangan biot maka digunakan persamaan 1 dan 2 dengan parameter utama yang diperlukan adalah temperatur.

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa pada pukul 10.00 WIB temperatur kaca pada bagian luar adalah sebesar 37,5 °C sedangkan pada bagian dalam kaca temperatur sebesar 35,9 °C. Pada pukul 12.46 WIB temperatur luar dan dalam kaca naik masing – masing naik menjadi 39,5 °C dan 38,9 °C.

Untuk lingkungan luar besar temperatur rata-rata yang diukur pada pukul 10.00 sampai 12.46 WIB diperoleh sebesar 39,12°C. Pada gambar kedua dapat dilihat bahwa besar temperatur kaca bagian luar dan dalam tidak jauh berbeda dengan besar temperatur pada pengujian sebelumnya. Kaca bagian luar dan dalam masing – masing mengalami kenaikan sebesar 2,65 °C dan 2,85°C yang dimulai pada pukul 10.00 WIB sampai dengan 12.46 WIB. Sedangkan besar rata – rata temperatur lingkungan yang diperoleh pada pukul 10.00 WIB sampai dengan 12.46 WIB adalah sebesar 39,12 °C. Berdasarkan data pengujian eksperimental yang diperoleh, dimensi kaca dan sifat fisis kaca maka dapat diperoleh bilangan biot sebesar 0,006 dan jumlah kalor yang diterima kaca adalah sebesar 434,44 X 10⁴ Joule.



Gambar 5. Hasil pengukuran temperatur

Ket :

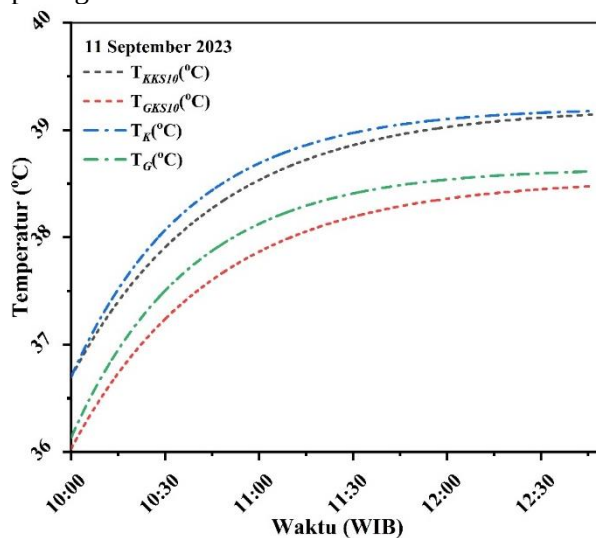
T_1 = Temperatur lingkungan luar (°C)

T_2 = Temperatur kaca bagian luar (°C)

T_3 = Temperatur kaca bagian dalam (°C)

T_4 = Temperatur ruangan gedung (°C)

Hasil simulasi menggunakan matlab menunjukkan bahwa pada pukul 10.00 WIB temperatur ruang gedung adalah sebesar 36,13 °C sedangkan temperatur rata – rata kaca adalah 36,7 °C. Pada pukul 11.15 WIB meningkat temperatur ruang gedung naik sebesar 2.16 °C menjadi 38,29 °C. Selanjutnya pada pukul 12.00 WIB temperatur hanya naik sedikit diakibatkan berkurangnya atau turunnya daya yang diperoleh oleh kaca. Untuk melihat distribusi temperatur pada ruangan maka bisa dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Plot hasil perhitungan pada model simulasi MATLAB

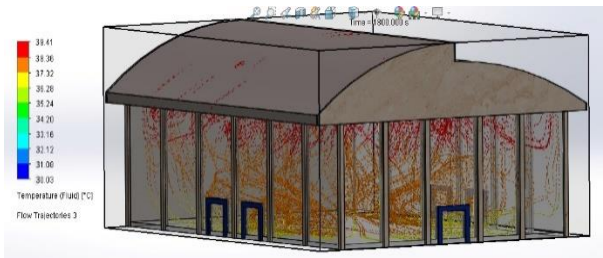
Ket :

T_{KKS10} = Temperatur rata – rata kaca dengan adanya tumbuhan hijau (°C)

T_{GKS10} = Temperatur gedung dengan adanya tumbuhan hijau (°C)

T_K = Temperatur rata – rata kaca tanpa adanya tumbuhan hijau (°C)

T_G = Temperatur gedung tanpa adanya tumbuhan hijau (°C)



Gambar 7. Proyeksi distribusi panas pada model simulasi MATLAB

Pada gambar 7 dapat dilihat besar temperatur ruangan pada pukul 12.46 WIB adalah sebesar 38,16 °C dibagian yang ditanamai tumbuhan. Sedangkan bagian atas ruangan adalah bagian yang paling panas dikarenakan pada bagian atas tidak adanya halangan dari matahari mengenai atap gedung.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian di atas maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dengan penambahan tumbuhan hijau sebagai naungan dapat meningkatkan indeks kenyamanan termal pada gedung Multiguna Universitas Samudra.
2. Dari hasil simulasi menggunakan matlab menunjukkan bahwa panas terdistribusi di dalam Gedung Multiguna Universitas Samudra.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Universitas Samudra yang telah memberikan bantuan finansial melalui dana hibah untuk penelitian dosen pemula.

DAFTAR PUSTAKA

- Ferdyn-Grygierek J, Sarna I, Grygierek K. Effects of climate change on thermal comfort and energy demand in a single-family house in Poland. *Buildings*. 2021 Dec 1;11(12).
- Sakina N, Azizi M, Wilkinson S, Din M, Aras N, Salim A. An Analysis of Occupants Response to Thermal Discomfort in Green and

Conventional Buildings in Malaysia. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences Journal homepage* [Internet]. 2018;47:159–71. Available from: www.akademiabaru.com/arfmts.html

Gou Z, Gamage W, Lau SSY, Lau SSY. An investigation of thermal comfort and adaptive behaviors in naturally ventilated residential buildings in tropical climates: A pilot study. *Buildings*. 2018 Jan 3;8(1).

Klepeis Ne, Nelson Wc, Ott Wr, Robinson Jp, Tsang Am, Switzer P, et al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *J Expo Sci Environ Epidemiol* [Internet]. 2001;11(3):231–52. Available from: <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500165>

Daemei AB, Azmoodeh M, Zamani Z, Khotbehsara EM. Experimental and simulation studies on the thermal behavior of vertical greenery system for temperature mitigation in urban spaces. *Journal of Building Engineering*. 2018 Nov 1;20:277–84

González-Torres M, Pérez-Lombard L, Coronel JF, Maestre IR, Yan D. A review on buildings energy information: Trends, end-uses, fuels and drivers. Vol. 8, *Energy Reports*. Elsevier Ltd; 2022. p. 626–37.

Ou HY, Lin TP. Effects of Orientation and Dimensions of Shading Structures on Thermal Comfort [Internet]. Available from: <https://ssrn.com/abstract=4444958>

Salman Shoshtahrian, Cho Kwong Charlie Lam, Inji Kenawi. Outdoor Thermal Comfort Assesment: A Review On Thermal Comfort Reseach in Australia. In *Building and Environment* 177 (2020) 106917. <http://www.elsevier.com/locate/buildenv>

- Gooroochurn M, Chooneea M, Bhoodoo D. Development of a sustainability matrix for plant selection & analysis of the use of landscaping to promote energy efficiency and thermal comfort in the built environment. In: American Institute of Physics Conference Series. 2023. p. 50007. (American Institute of Physics Conference Series; vol. 2584).
- Susilawati, Wardah, Irmasari. Pengaruh Berbagai Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Semai Cempaka Dipersemaian. In Jurnal Forest Sains Untad (14), p. 59-66. 2016.
- Ko Y. Trees and vegetation for residential energy conservation: A critical review for evidence-based urban greening in North America. Vol. 34, Urban Forestry and Urban Greening. Elsevier GmbH; 2018. p. 318–35.
- Ou HY, Lin TP. Effects of Orientation and Dimensions of Shading Structures on Thermal Comfort [Internet]. Available from: <https://ssrn.com/abstract=4444958>
- Lai D, Liu Y, Liao M, Yu B. Effects of different tree layouts on outdoor thermal comfort of green space in summer Shanghai. Urban Clim [Internet]. 2023;47:101398. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095522003169>
- Li Y, Lin D, Zhang Y, Song Z, Sha X, Zhou S, et al. Quantifying tree canopy coverage threshold of typical residential quarters considering human thermal comfort and heat dynamics under extreme heat. Build Environ [Internet]. 2023;233:110100. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132323001270>
- Taleghani M, Marshall A, Fitton R, Swan W. Renaturing a microclimate: The impact of greening a neighbourhood on indoor thermal comfort during a heatwave in Manchester, UK. Solar Energy [Internet]. 2019;182:245–55. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X19301884>
- Fadhlurrahman, Muhammad Muflih, Nasrullah, Nizar: Pengaruh Naungan Pohon dengan Perbedaan Bentuk Tajuk dan Jarak dari Pohon terhadap Kenyamanan Termal di Puspiptek Serpong, IPB University, Landscape Architecture. 2018.
- Ratih Widiastuti., Juliana Zaini., Wahyu Caesarendra. Field Measurement on The Model of Green Façade System and Its Effect to Building Indoor Thermal Comfort, Measurement. 2020;166-10815. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108212>
- R.U. Galagoda, Jayasinghe, Halwatura & Rupasinghe., The Impact of Urban Green Infrastructure as a Sustainable Approach Toward Tropical Micro Climatic Changes and Human Thermal Comfort, Urban Forest and Urban Greening 34 (2018) 1-9. www.elsevier.com/locate/ufug
- H.M.P.I.K Herath, R.U. Halwatura, G.Y. Jayasinghe, Modeling a Tropical Urban Context with Green Walls and Green Roofs as an Urban Heat Island Adaptation Strategy. Procedia Engineering. 2018;212:691-698. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.089>