

PENGARUH SELUBUNG BANGUNAN TERHADAP KINERJA TERMAL RUMAH TINGGAL DI SURABAYA

Auditha Nurul Gamalia^{1*}, Vivi Amalia Famachyuddin², Kristina Ningtyas Basuki²,

¹Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

²Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

*audithanurulgamalia@untad.ac.id

Article Info: Received: 19 Maret 2025, Accepted: 1 Juni 2025, Published: 9 Juli 2025

ABSTRACT.

Architectural style influences the form and use of design elements in a building. From an architectural perspective, the facade is an important component in the appearance of a building that shows its aesthetic value and architectural expression. Currently, housing in Indonesia is built in a variety of different styles. The different architectural elements in the building envelope provide different style expressions to each residence which also affects the thermal performance of the building and the comfort of its users. The Design Builder simulation was carried out on building structures limited to three architectural styles, namely tropical, minimalist, and modern, which have the same area, namely 110 m². The simulation results show that minimalist house with flat roof has higher temperatures throughout the day than modern and tropical houses, and also has relatively low humidity.

Keywords: *Architectural style, building envelope, housing, thermal performance.*

ABSTRAK.

Langgam arsitektur memberikan pengaruh pada bentuk dan penggunaan elemen desain pada bangunan. Dari sudut pandang arsitektural, fasad merupakan komponen penting dalam perwajahan bangunan yang menunjukkan nilai estetika dan ekspresi arsitekturalnya. Hunian di Indonesia pada saat ini dibangun dengan berbagai langgam yang berbeda. Perbedaan elemen arsitektur pada selubung bangunan memberikan ekspresi langgam yang berbeda-beda pada masing-masing rumah tinggal yang juga mempengaruhi kinerja termal bangunan dan kenyamanan penggunaannya. Simulasi design builder dilakukan pada bentuk bangunan dibatasi dengan tiga Langgam Arsitektur yaitu tropis, minimalis, dan modern yang memiliki luasan yang sama yaitu 110 m². Hasil simulasi menunjukkan bahwa rumah tinggal minimalis dengan atap datar memiliki suhu/temperatur sepanjang hari yang lebih tinggi dibandingkan rumah tinggal modern dan tropis serta kelembaban yang cukup rendah.

Kata kunci: Kinerja termal, langgam arsitektur, rumah tinggal, selubung bangunan.

PENDAHULUAN

Rumah tinggal di Indonesia pada saat ini memiliki berbagai macam bentuk selubung bangunan yang tercipta dari berbagai langgam arsitektur yang berbeda. Langgam arsitektur pada bangunan memiliki keterkaitan dengan lokasi, kondisi iklim, topografi, material, hingga teknologi konstruksi. Langgam tropis, minimalis, dan modern merupakan langgam arsitektur yang banyak digunakan pada desain rumah tinggal di Indonesia. Langgam tropis merupakan ekspresi arsitektur secara regional dalam merespon kondisi iklim di daerah tropis yang memiliki temperature, kelembaban, radiasi Matahari dan persipitasi yang tinggi (Lefavre & Tzonis, 2020).

Langgam arsitektur minimalism ditandai dengan pemikiran baru arsitektur yang menghadirkan kesan elegan dengan menonjolkan bentuk dasar dan menghilangkan elemen yang tidak memiliki fungsi secara esensial (Nikolic & Dragana, 2017). Langgam arsitektur modern yang dikenalkan oleh Mies Van der Rohe membawa konsep arsitektur fungsional dengan ungkapan 'Less is more' dan menggunakan material serta teknik yang modern (Tandon & Bano, 2023). Langgam Arsitektur memberikan pengaruh pada bentuk dan penggunaan elemen desain pada bangunan. Dari sudut pandang arsitektural, selubung bangunan merupakan komponen penting dalam perwajahan bangunan yang menunjukkan nilai estetika dan ekspresi arsitekturalnya.

Dari sisi fungsional, selubung bangunan merupakan komponen yang penting pada sebuah bangunan dan memainkan peran signifikan dalam melindungi/menjaga kondisi termal dalam ruangan serta meningkatkan performa *sustainable* bangunan. Fasad bangunan yang didesain secara efektif dapat mempengaruhi optimalisasi fungsi bangunan yang mawadahi pengguna dan beradaptasi terhadap lingkungan (Halawa et al., 2018). Luo (2020) menjelaskan bahwa kenyamanan termal pada bangunan memiliki keterkaitan dengan pendekatan arsitektur dan perpindahan panas pada selubung bangunan. Mirrahimi et al, 2016 dalam Halawa et al. (2018) menjelaskan menjelaskan beberapa parameter berkaitan dengan kinerja termal pada bangunan, yaitu (1) Geometri bangunan (bentuk, tinggi, panjang, lebar, dsb.); (2) Lokasi bangunan (orientasi bangunan dan iklim lokal); (3) Material eksternal/internal; dan (4) Elemen berkaitan dengan insulasi termal, seperti jendela, *glazing* internal/eksternal, rasio jendela ke dinding (WWR), dan *shading* eksternal

Pentingnya mengetahui kinerja termal selubung bangunan rumah tinggal adalah untuk mengidentifikasi pendekatan arsitektur yang tepat dalam memberikan kenyamanan bagi pengguna. Felgueiras, Mourão, Moreira, and Gabriel (2023) menemukan bahwa kondisi termal yang merupakan faktor dari Indoor Environmental Quality (IEQ) sangat penting bagi kesehatan dan produktivitas pengguna. Olgay, Lyndon, Reynolds, and Yeang (2015) menjelaskan bahwa pengontrol kondisi termal yang paling baik yakni pada dinding bangunan itu sendiri, karena cahaya lebih mudah dikendalikan di dalam “cangkang” bangunan, dan radiasi panas paling efisien dihentikan sebelum mencapai selubung bangunan. Szokolay (2008) menjelaskan bahwa sumber perolehan psanas bangunan adalah sebagai berikut:

- *Internal Heat Gain* / perolehan panas internal (Q_i). Mencakup setiap panas yang dihasilkan di dalam gedung berasal dari keluaran panas penghuni, peralatan dan penerangan.
- *Solar Heat Gain* / Perolehan Panas Radiasi Matahari (Q_s)
- Aliran panas konduksi pada selubung bangunan

Terdapat pengaruh antara rasio luasan jendela terhadap selubung bangunan. Pathirana, Rodrigo, and Halwatura (2019) menemukan adanya

korelasi positif antara *window-to-wall ratio* dengan jumlah jam merasakan ketidaknyamanan *thermal* dalam rumah. Pada percobaan 20, 40, 60 dan 80 terdapat peningkatan persentase jumlah jam *discomfort* yang dirasakan. Tingkat WWR dinaikkan ke 40 meningkatkan jam *discomfort* lebih dari 20%, apabila WWR dinaikkan ke 60 maka ketidaknyamanan *thermal* meningkat hingga 30-40%, dan pada WWR 80 menghasilkan jam merasakan tidak nyaman 45-55%. WWR pada sebuah bangunan saling mempengaruhi faktor terkait heat gain, yakni *internal heat gain*, *window SHGC (solar heat gain coefficient)*, *shading*, kecerahan langit, dan orientasi bangunan (Ma, Wang, & Guo, 2015).

Kota Surabaya, Indonesia berada pada koordinat 07,13 LS dan 112,43 BT memiliki klasifikasi iklim Koppen yakni iklim Tropical Savana (Aw). Kondisi iklim ini memiliki kelembapan kurang dari 60 mm dan musim kemarau saat kedudukan matahari lebih tinggi di atas horizon serta waktu siang relatif lebih lama saat musim kemarau. Szokolay (2008) menjelaskan bahwa radiasi matahari, temperatur dan kecepatan angin adalah faktor yang memiliki pengaruh besar terhadap kinerja termal pada selubung bangunan. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh elemen selubung bangunan (atap, dinding, bukaan/*opening*, material, serta *shading* eksternal) terhadap kinerja termal pada rumah tinggal di Surabaya dengan 3 langgam yang berbeda, yaitu minimalis, modern dan tropis. Selanjutnya, selubung bangunan dari ketiga rumah dianalisis lebih lanjut dari aspek geometri bangunan, material eksternal/internal, jendela, *glazing* internal/eksternal, rasio jendela ke dinding (WWR), dan *shading* eksternal untuk menemukan pengaruhnya terhadap kinerja thermal bangunan.

Penelitian ini memiliki Kebaruan dalam hal merumuskan analisis kinerja termal bangunan berdasarkan pada tiga langgam arsitektur yang berbeda, yaitu Langgam tropis, langgam minimalis dan langgam modern. Ketiga bangunan merupakan rumah tinggal yang dianalisis berdasarkan parameter *Indoor Environmental Quality (IEQ)* dengan menggunakan *software* simulasi 3D. Dengan adanya simulasi pada *software*, peneliti hingga praktisi dapat melakukan evaluasi bangunan dalam hal kinerja thermal dalam waktu yang fleksibel serta mampu mengestimasi performa bangunan secara objektif tanpa harus membangun bangunan.

METODE PENELITIAN

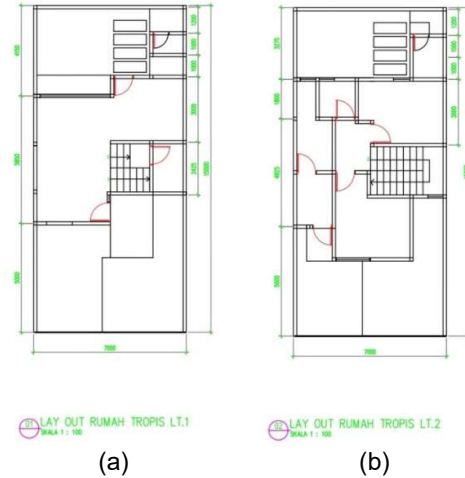
Penelitian ini merupakan *environmental-related object* yang berhubungan dengan performa bangunan hunian. Objek penelitian ini berhubungan dengan material dan bentuk bangunan yang secara khusus mengevaluasi aspek kinerja thermal. Bentuk bangunan yang dievaluasi pada Penelitian ini dibatasi pada tiga jenis langgam Irsitektur, yaitu Tropis, Minimalis, dan Modern. Ketiga subjek penelitian memiliki tptal luasan yang sama, yaitu 110 m². Hunian yang dievaluasi dapat dilihat pada Gambar 1.



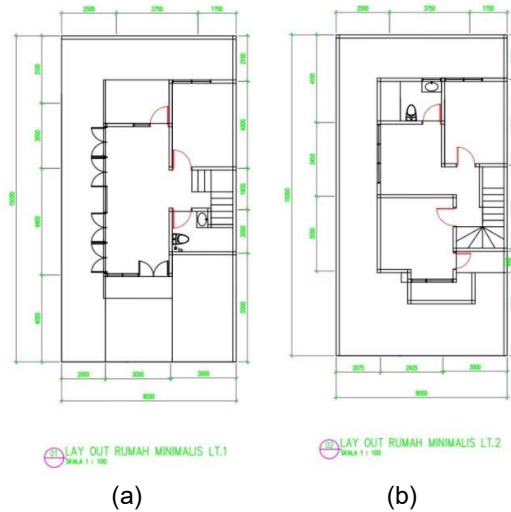
Gambar 1, 2, 3 Subjek langgam modern, Subjek langgam tropis, dan Subjek langgam minimalis



Gambar 4 (a) Denah lantai 1 langgam modern; (b) Denah lantai 2 langgam modern



Gambar 5 (a) Denah lantai 1 langgam tropis; (b) Denah lantai 2 langgam tropis



Gambar 6 (a) Denah lantai 1 langgam minimalis; (b) Denah lantai 2 langgam minimalis

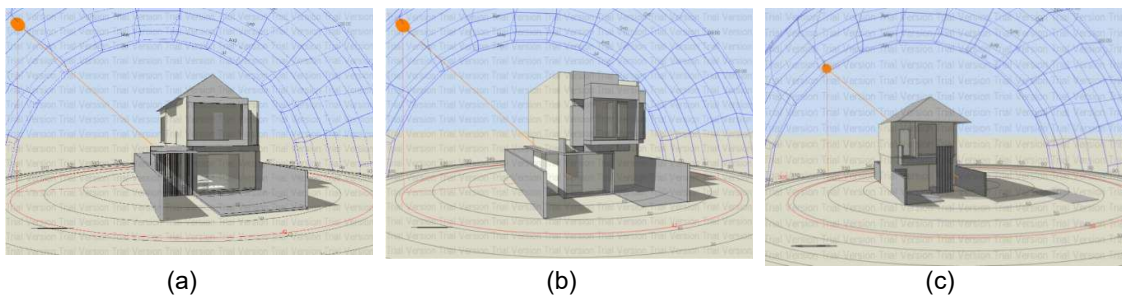
Ketiga subjek penelitian dengan langgam yang berbeda memiliki elemen arsitektur dan material yang berbeda sesuai konsep arsitektur tiap bangunan. Deskripsi material tiap bangunan dijabarkan pada Tabel 1 berikut

Tabel 1. Deskripsi material tiap langgam

| Material | Langgam Tropis | Langgam Minimalis | Langgam Modern |
|-----------------------|---|--|--|
| Dinding luar | Dinding hebel plester aci (120 mm) | Dinding hebel plester aci (120 mm) | Dinding hebel plester aci (120 mm) |
| Atap | Atap perisai dengan <i>sosoran</i> yang cukup lebar | <i>Concrete slab</i> 126 mm with <i>screeding plus asphalt</i> | Kombinasi atap pelana dan atap datar |
| Partisi bagian dalam | Dinding hebel plus aci | Dinding hebel plus aci | Dinding hebel plus aci |
| <i>External floor</i> | screeding + keramik doff | screeding + keramik doff | screeding + keramik doff |
| <i>Internal floor</i> | <i>Screeding + finishing</i> keramik <i>glossy</i> | <i>Screeding + finishing</i> keramik <i>glossy</i> | <i>Screeding + finishing</i> keramik <i>glossy</i> |
| Jendela | Kaca Asahimas Indoflot 6, clear glass 6 mm dengan frame alumunium | Kaca Asahimas Indoflot 6, clear glass 6 mm frame alumunium | Kaca Asahimas Indoflot 6, clear glass 6 mm frame alumunium |
| <i>External door</i> | Pintu eksterior clear glass 6 mm | Pintu eksterior clear glass 6 mm | Pintu eksterior clear glass 6 mm |
| <i>Internal door</i> | Kayu solid 42 mm | Kayu solid 42 mm | Kayu solid 42 mm |

Penelitian ini menggunakan metode simulasi komputer untuk mengevaluasi kinerja termal pada selubung bangunan berdasarkan pendekatan arsitektural tiga langgam berbeda, yaitu tropis, minimalis, dan modern yang diasumsikan berlokasi di kota Surabaya. Analisis elemen arsitektur pada selubung bangunan dilakukan oleh Halawa et al. (2018) untuk mengetahui performa termal bangunan yang mempertimbangkan parameter iklim lokal. Software simulasi menggunakan aplikasi Design Builder dengan simulasi EnergyPlus. Input data iklim pada simulasi bersumber dari

meteoblue.com dengan klasifikasi data parameter iklim Kota Surabaya dalam waktu per jam dari tanggal 1 Januari hingga 31 Desember 2020. Pada simulasi, semua bangunan rumah tinggal disetting dengan okupansi dan perolehan panas internal (*internal heat gain*) yang sama, yaitu penghuni adalah keluarga kecil dengan 2 orang dewasa dan 2 anak. Perolehan panas internal (*internal heat gain*) adalah berasal dari komputer, peralatan memasak (kompor), dan peralatan lainnya, serta system pencahayaan general.



Gambar 7 (a) Bangunan langgam modern; (b) Bangunan langgam minimalis; (c) Bangunan langgam tropis. Bangunan berorientasi ke arah Selatan dengan penempatan posisi Matahari yang sesuai pada pertengahan bulan oktober menggunakan software Design Builder dengan simulasi EnergyPlus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada simulasi, sistem penghawaan disetting menggunakan penghawaan alami, tanpa menggunakan penghawaan buatan/ mekanik.

Hasil simulasi *cooling design* pada Design Builder menunjukkan karakteristik sebagai berikut:

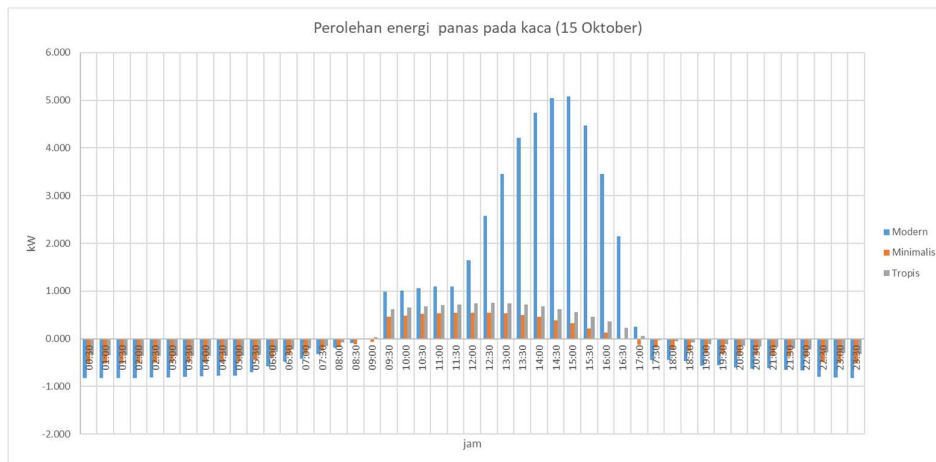
- Temperatur eksternal kondisi tunak periodik dihitung menggunakan kondisi

cuaca musim panas desain maksimum dan minimum

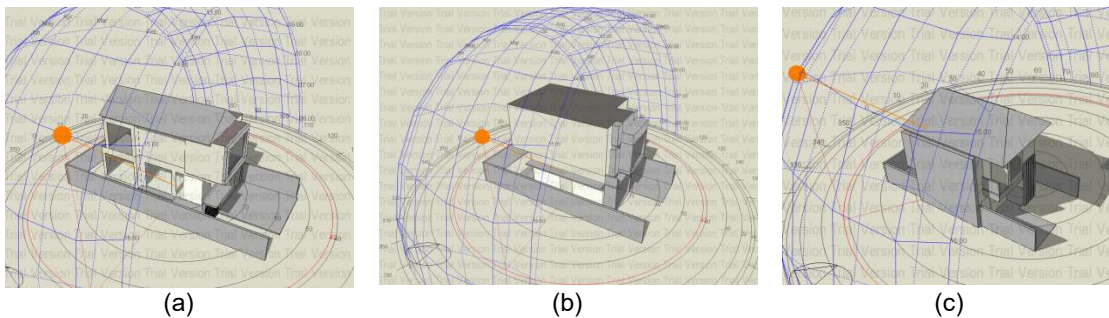
- Keuntungan matahari melalui jendela dan ventilasi alami terjadwal
- Keuntungan internal dari penghuni, pencahayaan dan peralatan lainnya
- Pertimbangan konduksi panas dan konveksi antara zona suhu yang berbeda

Perolehan panas eksternal adalah berasal dari selubung bangunan. Perolehan panas eksternal yang berasal dari elemen selubung

bangunan, yaitu dinding, atap, dan kaca ditunjukkan pada grafik Gambar 8 di bawah menunjukkan perolehan panas melalui kaca. Perolehan panas melalui kaca terbesar adalah pada rumah tinggal dengan langgam modern pada pukul 09.30, mencapai puncaknya pada pukul 15.00 dan kemudian mulai turun. Rumah tinggal dengan langgam modern memiliki ukuran pintu dan jendela yang cukup besar dengan ketinggian 2.4 m, serta memiliki bukaan/ kaca yang menghadap ke arah barat. Posisi bukaan, dinding, dan atap dapat dilihat pada Gambar 9.



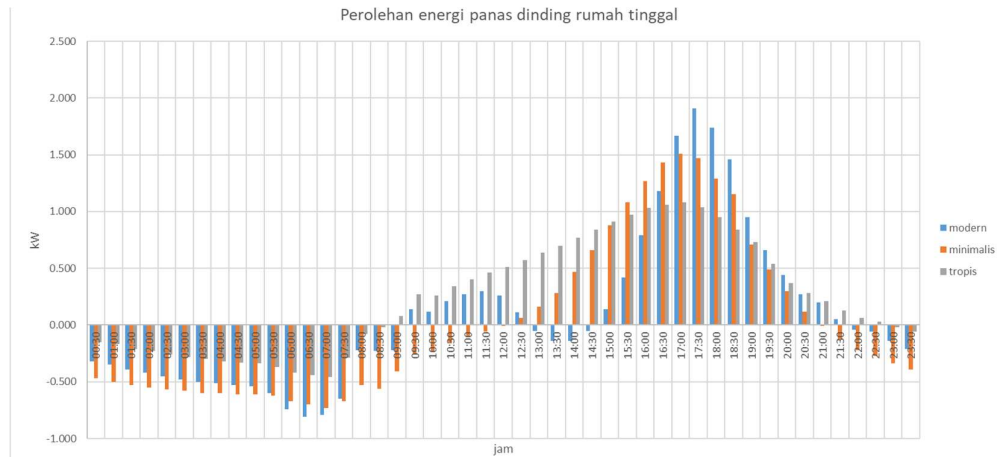
Gambar 8 Grafik perbandingan perolehan panas melalui kaca pada rumah tinggal langgam modern, minimalis, dan tropis



Gambar 9. Bird eye view (a) Rumah langgam modern; (b) Rumah langgam minimalis; (c) Rumah langgam tropis

Perolehan panas pada dinding bangunan ditunjukkan pada Gambar 10. Perolehan panas melalui dinding bangunan memiliki nilai negatif pada malam hari, yaitu mulai pukul 21.30 sampai pukul 09.00 pagi. Pada pukul 09.30, rumah tinggal tropis memiliki perolehan panas tertinggi. Namun, setelah pukul 15.30, rumah tinggal modern dan minimalis memiliki

perolehan panas yang lebih tinggi, bahkan jauh lebih tinggi dari rumah tropis. Hal ini disebabkan oleh posisi pergerakan matahari serta posisi dinding pada rumah tropis yang adiabatic/ langsung menempel dengan bangunan lainnya, sehingga sisi barat dan timur dinding rumah tinggal tidak terkena panas matahari.



Gambar 10 Perolehan panas melalui dinding pada rumah tinggal langgam modern, minimalis, dan tropis

Perolehan panas melalui atap bangunan dapat dilihat pada Gambar 11. Dari hasil simulasi, dapat dilihat bahwa perolehan panas pada atap bangunan yang memiliki nilai tertinggi adalah rumah tinggal dengan langgam minimalis yang memiliki atap datar. Rumah tinggal modern

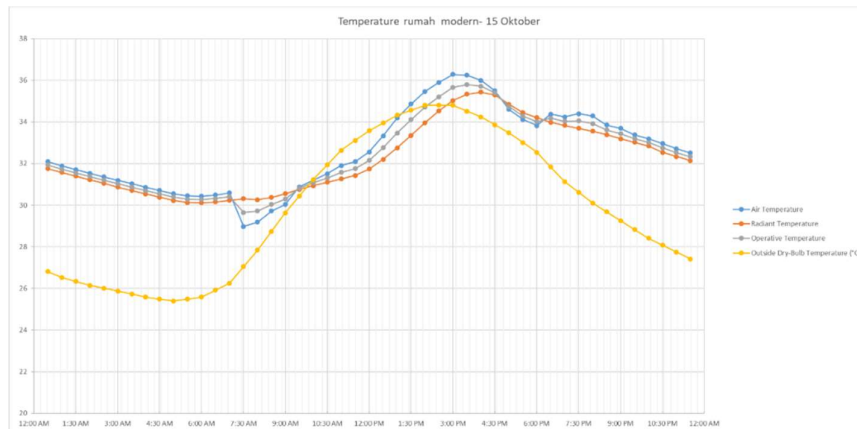
menempati urutan kedua, sedangkan rumah tinggal tropis dengan bentuk perisai dan over hang yang cukup lebar, serta material genteng tanah liat memiliki perolehan panas yang paling rendah.



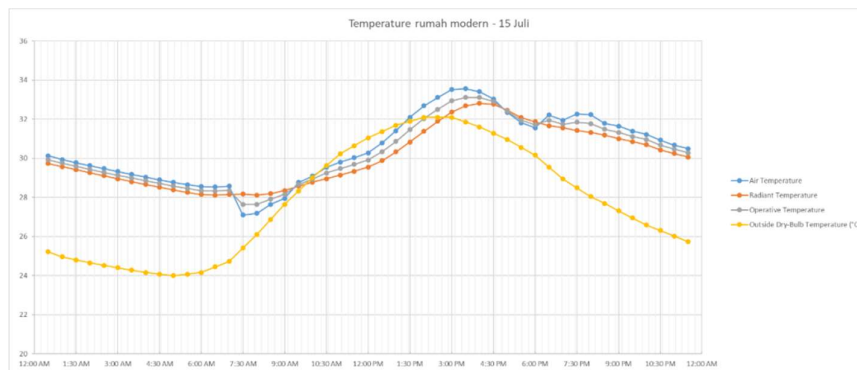
Gambar 11 Perolehan panas melalui atap pada rumah tinggal langgam modern, minimalis, dan tropis

Suhu udara di dalam rumah tinggal modern di bulan terpanas (Oktober) dapat dilihat pada Gambar 12 Di dalam rumah modern, suhu udara lebih tinggi dari suhu bola kering di luar ruangan setelah pukul 13.30. Suhu meningkat

dan berada di puncaknya pada pukul 15.00. Pada bulan Juli, suhu di rumah modern memiliki pola yang sama namun dengan suhu yang lebih rendah (Gambar 13).



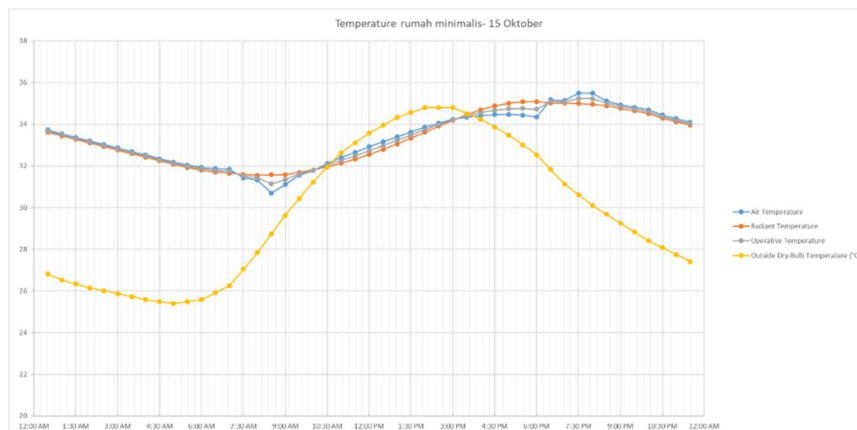
Gambar 12 Temperatur di rumah tinggal modern pada bulan Oktober



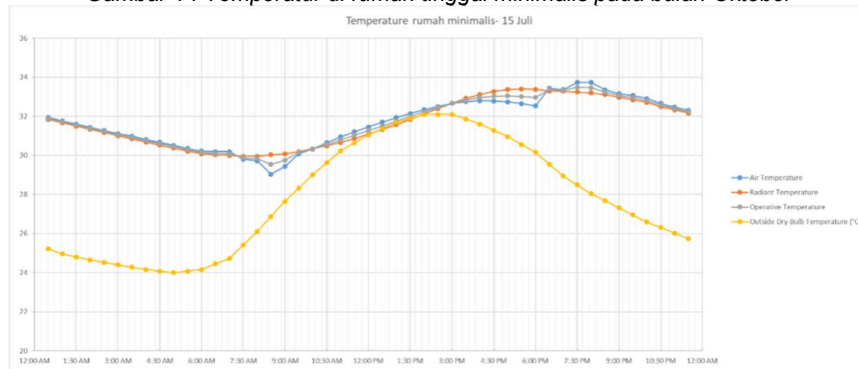
Gambar 13 Temperatur di rumah tinggal modern pada bulan Juli

Suhu udara di dalam rumah tinggal minimalis di bulan terpanas (Oktober) dapat dilihat pada Gambar 14. Pada rumah minimalis, suhu udara lebih tinggi dari suhu bola kering di ruangan setelah pukul 15.30. Suhu meningkat dan

berada di puncaknya setelah pukul 19.30. Pada bulan Juli, suhu di rumah minimalis memiliki pola yang sama namun dengan suhu yang lebih rendah (Gambar 15).



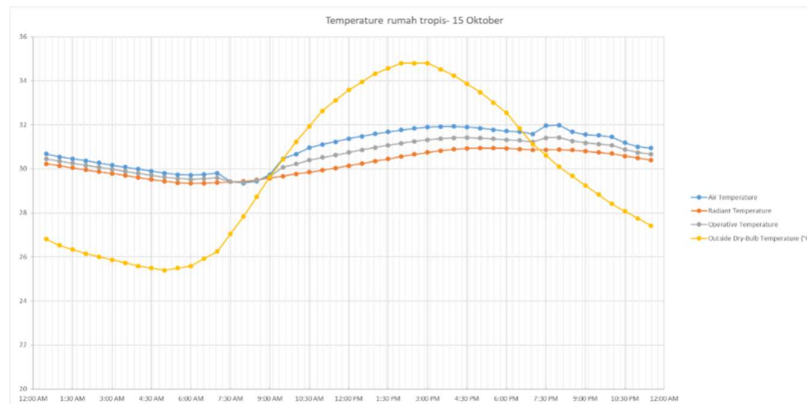
Gambar 14 Temperatur di rumah tinggal minimalis pada bulan Oktober



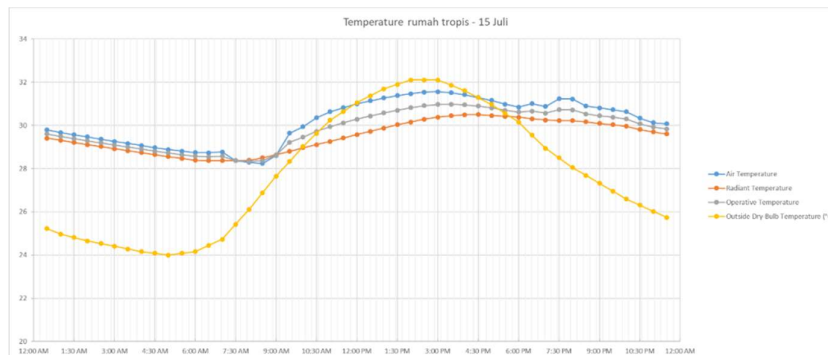
Gambar 15 Temperatur di rumah tinggal minimalis pada bulan Juli

Suhu udara di dalam rumah tinggal tropis pada bulan terpanas (Oktober) dapat dilihat pada gambar 16. Di dalam rumah tropis, suhu udara lebih tinggi dari suhu bola kering di luar ruangan pada pukul 19.30 sampai 09.00. Suhu pada rumah tropis pada pukul 09.00 sampai 19.00 lebih rendah daripada suhu bola kering di luar ruangan. Pada bulan Juli, suhu di rumah

minimalis memiliki pola yang sama namun dengan suhu yang lebih rendah (Gambar 17). Pada dasarnya, kurva kenaikan suhu di rumah tinggal tropis lebih stabil dan cenderung landai dibandingkan kedua rumah tinggal lainnya. Suhu di dalam rumah tinggal tropis cenderung lebih rendah dibandingkan kedua rumah tinggal lainnya.



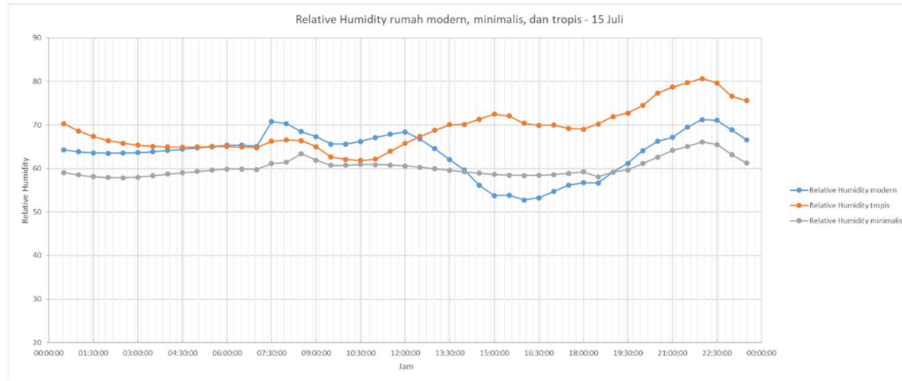
Gambar 16 Temperatur di rumah tinggal tropis pada bulan Oktober



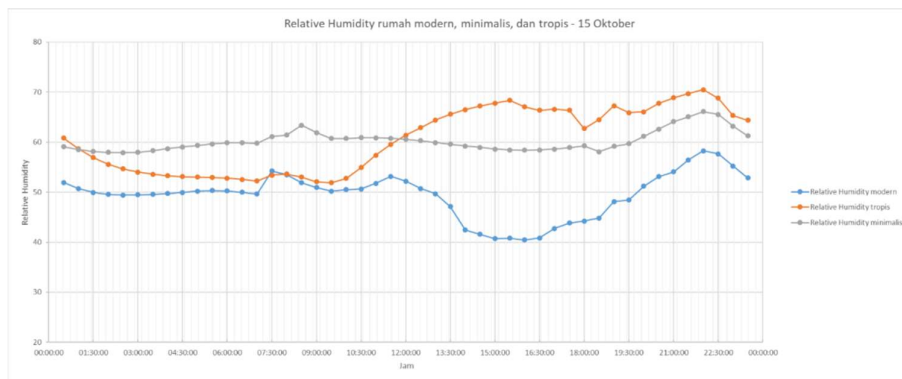
Gambar 17 Temperatur di rumah tinggal tropis pada bulan Juli

Selanjutnya, pada grafik pada Gambar 18 dan 19 bahwa pada bulan Juli dan Oktober kelembaban udara rata-rata secara konstan terjadi pada rumah minimalis. Gambar 18 menunjukkan bahwa pada rumah tropis merupakan rumah yang memiliki kelembaban yang tinggi dibanding rumah minimalis dan modern. Semakin malam semakin meningkat kelembabannya. Sedangkan pada rumah modern

mengalami grafik yang fluktuasi (naik-turun). Saat siang hingga sore hari kelembaban menurun namun pada malam hari naik. Di bulan Oktober (Gambar 19) kelembaban udara tertinggi terjadi pada rumah tropis mencapai 70% di malam hari dan kelembaban terendah terjadi pada rumah modern mencapai 40% pada siang hingga sore hari.



Gambar 18 Perbandingan kelembapan udara di rumah modern, minimalis, dan tropis pada bulan Juni



Gambar 19 Perbandingan kelembapan udara di rumah modern, minimalis, dan tropis pada bulan Oktober

KESIMPULAN

Perpindahan panas pada bangunan terjadi melalui jendela, dinding, atap, infiltrasi, maupun bukaan lainnya. Rumah tinggal dengan langgam modern, minimalis, dan tropis memiliki karakter yang berbeda. Rumah tinggal modern dan minimalis memiliki jendela-jendela kaca yang cukup besar dengan bentuk atap datar maupun penggabungan antara atap datar dan pelana. Sangat berbeda dengan bangunan rumah tinggal tropis yang menggunakan atap perisai dengan "overhang" yang cukup lebar. Elemen dan material dari selubung bangunan inilah yang mempengaruhi kinerja termal pada bangunan.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa rumah tinggal minimalis dengan atap datar memiliki perolehan panas yang lebih tinggi dibandingkan rumah tinggal modern dan tropis. Ini sesuai dengan temuan Yuliani (2018) bahwa atap sangat berpengaruh terhadap perolehan panas radiasi matahari. Atap horizontal seperti pada rumah minimalis menerima radiasi matahari yang lebih tinggi daripada permukaan vertikal. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan insulasi pada atap beton untuk mengurangi transmisi panas. Pada rumah modern, energi panas yang diterima oleh kaca sangat besar. Hal ini dikarenakan rumah modern memiliki bukaan kaca pada sisi barat dengan ukuran yang cukup lebar., WWR (*Window Wall Ratio*) yaitu luasan kaca terhadap dinding bangunan mempengaruhi kinerja termal dan perolehan panas pada bangunan. Karakteristik transmisi termal material (nilai U) kaca juga sangat mempengaruhi kinerja termal pada bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Felgueiras, F., Mourão, Z., Moreira, A., & Gabriel, M. F. (2023). Indoor environmental quality in offices and risk of health and productivity complaints at work: A literature review. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 10, 100314. doi:<https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100314>
- Halawa, E., Ghaffarianhoseini, A., Ghaffarianhoseini, A., Trombley, J., Hassan, N., Baig, M., . . . Azzam Ismail, M. (2018). A review on energy conscious designs of building façades in hot and humid climates: Lessons for (and from) Kuala Lumpur and Darwin. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 2147-2161. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.061>
- Lefavre, L., & Tzonis, A. (2020). *Architecture of Regionalism in the Age of Globalization: Peaks and Valleys in the Flat World*: Taylor & Francis.
- Luo, M. (2020). *The Dynamics and Mechanism of Human Thermal Adaptation in Building Environment*.
- Ma, P., Wang, L.-S., & Guo, N. (2015). Maximum window-to-wall ratio of a thermally autonomous building as a function of envelope U-value and ambient temperature amplitude. *Applied Energy*, 146, 84-91. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.103>
- Nikolic, M., & Dragana, V. (2017). Minimalism in contemporary architecture as one of the most usable aesthetically-functional patterns. *Facta universitatis - series: Architecture and Civil Engineering*, 15, 333-345. doi:10.2298/FUACE160814029N
- Olgay, V., Lyndon, D., Reynolds, J., & Yeang, K. (2015). *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism - New and expanded Edition*: Princeton University Press.
- Pathirana, S., Rodrigo, A., & Halwatura, R. (2019). Effect of building shape, orientation, window to wall ratios and zones on energy efficiency and thermal comfort of naturally ventilated houses in tropical climate. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 10. doi:10.1007/s40095-018-0295-3
- Szokolay, S. V. (2008). *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design*: Elsevier/Architectural Press.
- Tandon, M., & Bano, F. (2023). Comparative Critical Analysis of Modern Architectural Styles. 14, 57095-57106.
- Yuliani, S. (2018). The Impact Of Thermal Performance On The Roof Surface To Energy Efficient Of High-Rise Building In The Tropical Region. *ARSITEKTURA*, 16, 129. doi:10.20961/arst.v16i1.20748

