



KINERJA TERMAL FASAD DINDING KAYU PADA RUMAH VERNAKULAR DESA SLAGI, KOTA JEPARA

Athia Maulida Tsania Shofie¹, Eddy Prianto²

Program Studi Magister Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

Surel: ¹ athiamaulida@gmail.com; ² rariPrianto@yahoo.com

Vitruvian vol 14 no 2 Juli 2024

Diterima: 26 04 2024

Direvisi: 09 07 2020

Disetujui: 16 07 2024

Diterbitkan: 25 07 2024

ABSTRAK

Rumah dengan konsep vernakular menjadi pilihan yang umum digunakan di pedesaan Indonesia. Konsep ini dinilai paling cocok karena tidak membutuhkan orang dengan keahlian arsitektur dan menggunakan material tradisional yang sudah ada. Selain itu, rumah vernakular juga menyesuaikan dengan iklim setempat sehingga dirasa dapat memberikan kenyamanan. Hal ini juga berlaku di Desa Slagi, Kota Jepara yang sebagian besar rumahnya menggunakan kayu karena merupakan bahan tradisional. Namun, pada kenyataannya rumah vernakular di Desa Slagi justru terasa lebih panas dari suhu di luar dan menimbulkan ketidaknyamanan bagi penggunanya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap fasad dinding kayu rumah vernakular apakah memiliki kinerja termal yang baik agar memberi kenyamanan pada penghuni. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja termal fasad dinding kayu rumah vernakular. Menggunakan metode penelitian in-situ dengan mengumpulkan data kuantitatif menggunakan alat ukur data logger untuk mengetahui variabel suhu dan kelembaban udara di dalam rumah. Akibatnya, fasad dinding kayu rumah vernakular tidak memiliki kinerja termal suhu yang baik dengan nilai $-1,33^{\circ}\text{C}$ tetapi memiliki kinerja termal kelembaban yang baik sebesar 3,4%. Hal ini sejalan dengan salah satu penelitian yang menyebutkan bahwa material kayu menyerap dan menyimpan panas sehingga suhu di dalam ruangan menjadi lebih panas.

Kata Kunci: rumah vernakular; fasad kayu; kinerja termal

ABSTRACT

Houses with a vernacular concept are a common choice in rural Indonesia. This concept is considered the most suitable because it does not require people with architectural skills and uses existing traditional materials. Apart from that, vernacular houses also adapt to the local climate so they can provide comfort. This also applies to Slagi Village, Jepara City, where most of the houses use wood because it is a traditional material. However, in reality the vernacular houses in Slagi Village actually feel hotter than the temperature outside and cause discomfort for the users. Therefore, it is necessary to research whether the wooden wall facades of vernacular houses have good thermal performance to provide comfort to residents. The aim of this research is to determine the thermal performance of wooden wall facades of vernacular houses. Using in-situ research methods by collecting quantitative data using data logger measuring instruments to determine temperature and humidity variables in the house. As a result, the wooden wall facade of the vernacular house does not have a good temperature thermal performance with a value of -1.33°C but has a good humidity thermal performance of 3.4%. This is in line with one study which states that wood material absorbs and stores heat so that the temperature in the room becomes hotter.

Keywords: Vernacular house, wooden facade, thermal performance

PENDAHULUAN

Dalam konteks arsitektur vernakular, masyarakat desa yang tidak memiliki keahlian khusus dalam bidang arsitektur telah lama membangun lingkungan hunian sesuai dengan cara dan tradisi mereka sendiri. Perhatian terhadap fenomena ini terwujud dalam karya Bernart Rudofsky, seorang arsitek peneliti yang terkenal karena bukunya yang kontroversial berjudul "Architecture Without Architect". Melalui karya ini, Rudofsky menggugah konsep arsitektur dengan mengangkat vernakular yang sebelumnya belum banyak dikenal dan dipelajari secara mendalam. Konsep vernakular diyakini dapat beradaptasi dengan kondisi setempat, menggunakan bahan bangunan yang tersedia di sekitar, dan berkembang dari tradisi masyarakat lokal (Mentayani 2012).

Di Indonesia, mayoritas rumah vernakular dibangun dari material kayu karena menjadi material yang paling banyak ditemukan (Attar 2020). Salah satu keunikan dari arsitektur vernakular adalah perbedaan bentuknya yang khas di setiap tempat. Di Jawa, contohnya, vernakular yang banyak digunakan adalah joglo, meskipun terdapat variasi bentuk lain yang memiliki dasar yang serupa (Idham 2018). Fasad sebagai muka rumah tidak hanya memiliki peran estetika tetapi juga harus melindungi interior bangunan dari gangguan luar seperti panas. Banyaknya bukaan pada fasad biasanya digunakan sebagai pencahayaan alami tetapi menyebabkan panas lebih mudah masuk ke dalam bangunan. Ironisnya, meskipun arsitektur vernakular dipercaya dapat beradaptasi dengan kondisi sekitarnya, rumah-rumah vernakular sering kali terasa panas dan kurang nyaman bagi penghuninya. Penelitian sebelumnya bahkan menunjukkan bahwa rumah vernakular di daerah Demak belum memenuhi standar kenyamanan yang diharapkan (Hermawan, Faqih, and Arrizqi 2022).

Hal ini menimbulkan kesenjangan antara teori yang diharapkan dan kenyataan di lapangan, di mana rumah yang seharusnya menjadi tempat perlindungan malah tidak dapat memberikan kenyamanan yang optimal bagi penghuninya. Oleh karena itu, penelitian mengenai kinerja termal rumah vernakular sangatlah penting untuk menilai sejauh mana rumah-rumah ini dapat memberikan perlindungan termal yang memadai bagi penghuninya. Penelitian ini difokuskan pada selubung bangunan,

khususnya di bagian fasad, untuk memahami kontribusi dinding kayu pada rumah vernakular dalam mencapai ketangguhan termal yang diharapkan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga dalam pengembangan arsitektur vernakular yang lebih adaptif dan nyaman bagi masyarakat penggunaannya.

Kebaruan dari penelitian sebelumnya adalah dilakukan selama 3x24 jam dengan interval pengambilan data selama 15 menit. Hal tersebut dilakukan untuk mendapat data yang lebih akurat karena objek (rumah) digunakan selama 24 jam. Selain itu, pengambilan data dilakukan saat cuaca tidak stabil sehingga harus dilakukan minimal 3x24 jam (Prianto 2022). Titik ukur diletakan pada interior dan eksterior fasad agar mendapat data akurat tentang penurunan termal yang dilakukan fasad kayu. Data termal makro juga digunakan untuk melengkapi data primer yang ada.

Arsitektur Vernakular

Meskipun hampir sama tetapi rumah vernakular dan tradisional berbeda. Rumah vernakular dibangun sesuai tradisi lokal, adaptasi lingkungan setempat, dan bentuknya berubah menyesuaikan pengguna sementara rumah tradisional lebih menekankan pada warisan budaya, estetika yang sama dan mempertahankan bentuk aslinya (Ekawati and June 2019).

Arsitektur vernakular merupakan identitas dari lingkungan binaan yang dikembangkan berdasarkan kebutuhan masyarakat lokal dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia di lingkungan alam sekitarnya. Karakteristik arsitektur vernakular cenderung mengikuti prinsip adaptasi terhadap waktu, kebutuhan, dan kondisi lingkungan tempat mereka berada (Salman 2018). Menariknya, konsep vernakular ini sering kali muncul dari masyarakat awam yang tidak memiliki latar belakang formal dalam arsitektur (Rudofsky 1964). Namun, mampu menciptakan bangunan yang mengakomodasi kebutuhan fungsional dan keindahan secara alami. Salah satu ciri khas arsitektur vernakular adalah nilai lokalitasnya yang kuat, di mana desain dan material yang digunakan sangat responsif terhadap karakteristik alam setempat, menghasilkan bentuk-bentuk arsitektur yang unik dan berbeda di setiap daerah (Heryati and Abdul 2014). Kepraktisan dan keterjangkauan dalam



penggunaan material serta penyesuaian dengan lingkungan adalah faktor lain yang membuat arsitektur vernakular banyak diminati (Janetius 2020). Dalam konteks arsitektur vernakular di daerah Jawa, material utama yang digunakan seringkali adalah kayu, baik digunakan secara tunggal maupun dalam kombinasi dengan bata, tergantung pada preferensi pemilik rumah (Idham 2018).

Namun, penelitian mengenai material kayu juga menunjukkan beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan lebih lanjut. Misalnya, sifat kayu yang mampu menyerap dan menyimpan panas dapat mengakibatkan kenaikan suhu di dalam ruangan (Ayuningtyas, Sayyed, and Suryabrata 2016). Penelitian lain juga menyoroti bahwa meskipun kayu dikenal sebagai isolator, namun memiliki laju perpindahan panas yang lebih cepat dibandingkan dengan jenis isolator lainnya (Vazri Muharom and Rifky 2022).

Dengan demikian, walaupun material kayu memiliki kelebihan sebagai bahan lokal yang dapat menghasilkan desain vernakular yang indah, sifat termalnya perlu diperhatikan agar kinerja termal bangunan tetap optimal dan nyaman bagi penghuninya. Ini menunjukkan bahwa sementara arsitektur vernakular mungkin didasarkan pada praktik tradisional yang telah terbukti, tetapi dapat juga mengintegrasikan pemahaman modern tentang sifat-sifat material untuk mencapai keseimbangan yang tepat antara fungsi, keindahan, dan kenyamanan dalam bangunan vernakular.

Kinerja Termal

Untuk menghitung kinerja termal bangunan dalam konteks kenyamanan termal, terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, termasuk pengaruh radiasi matahari dan sifat termal material bangunan. Kondisi termal sebuah ruangan sangat mempengaruhi rasa nyaman penghuninya, terutama di daerah tropis yang rentan terhadap kondisi iklim ekstrim (Harso Karyono 2010).

Kenyamanan termal adalah sensasi suhu yang dirasakan saat beraktivitas, dan perasaan ini dapat memengaruhi kinerja dan produktivitas manusia (Prianto 2022). Selain dari faktor-faktor eksternal seperti radiasi matahari, material bangunan juga memainkan peran penting dalam mempengaruhi masuknya panas ke dalam ruangan (Rahmat, Prianto, and Sasongko 2017). Kinerja termal sebuah bangunan

dipengaruhi oleh perpindahan panas antara bangunan dan lingkungan sekitarnya, dengan tujuan mencapai kondisi termal yang seimbang (Sukowiyono and Susanti 2018).

Perhitungan kinerja termal ini melibatkan perbedaan suhu dan kelembapan antara luar dan dalam bangunan. Rumus yang digunakan untuk menghitung selisih suhu dan kelembapan ini dapat membantu dalam menganalisis kondisi termal bangunan secara lebih terukur (Prianto 2022).

$$T_{akhir} = T_{eksterior} - T_{interior} \quad (1)$$

$$H_{akhir} = H_{eksterior} - H_{interior} \quad (2)$$

Keterangan :

T_{akhir} = Suhu udara ($^{\circ}\text{C}$)

$T_{eksterior}$ = Suhu udara luar ($^{\circ}\text{C}$)

$T_{interior}$ = Suhu udara dalam ($^{\circ}\text{C}$)

T_{akhir} = Kelembapan udara (%)

$T_{eksterior}$ = Kelembapan udara luar (%)

$T_{interior}$ = Kelembapan udara dalam (%)

Dari perhitungan di atas jika hasilnya (+) positif maka suhu/kelembapan di dalam lebih dingin (kinerja termal baik) begitu pula sebaliknya apabila hasil (-) negatif.

Dalam konteks ini, pemahaman yang baik mengenai sifat termal bangunan dan bagaimana faktor-faktor tersebut berinteraksi dengan lingkungan eksternal sangat penting dalam merancang bangunan yang memberikan kenyamanan termal yang optimal bagi penghuninya. Kontribusi radiasi matahari dan sifat termal material bangunan harus dipertimbangkan secara holistik untuk menciptakan lingkungan dalam yang nyaman dan berkinerja baik secara termal.

METODOLOGI

Gambaran Umum Lokasi dan Objek

Penelitian dilakukan di Kota Jepara dengan titik koordinat $110^{\circ}9'48,02''$ sampai $110^{\circ}58'37,40''$ Bujur Timur dan $5^{\circ}43'20,67''$ sampai $6^{\circ}47'25,83''$ Lintang Selatan tepatnya di Desa Slagi. Memiliki dua musim dengan musim hujan pada bulan November-Mei dan musim kemarau pada bulan Mei-Oktober. Suhu udaranya berkisar antara 21° – 34°C dengan rata-rata kelembapan 81% (wikipedia 2023).



Gambar 1. Peta lokasi Desa Slagi
Sumber: Googl Maps diakses tanggal 03 Oktober 2023

Objek merupakan rumah vernakular joglo dengan material kayu secara keseluruhan. Usianya diperkirakan telah lebih dari 100 tahun terlihat dari pemilik sekarang yang merupakan generasi ketiga. Meskipun demikian, materialnya masih sama seperti pada awal dibangun tanpa perubahan yang signifikan. Rumah yang dipilih secara acak memiliki bentuk yang sama dengan sebagian besar rumah vernakular di Desa Slagi sehingga nantinya hasil penelitian dapat digeneralisir.

Ketahanan material kayu dalam rumah vernakular joglo yang masih utuh setelah sekian lama tanpa perubahan signifikan mencerminkan kualitas material yang dipilih secara bijaksana dan kemampuan pembangunan tradisional dalam merancang struktur yang kokoh dan tahan lama. Selain itu, juga menyoroti keterampilan generasi sebelumnya dalam merawat dan memperbaiki bangunan untuk menjaga keutuhan dan keaslian arsitektur vernakular ini.



Gambar 2. Fasad objek penelitian
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2023

Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan alat data logger untuk mencatat suhu dan kelembapan serta meteran untuk mengukur objek



Gambar 3. Data logger
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2023



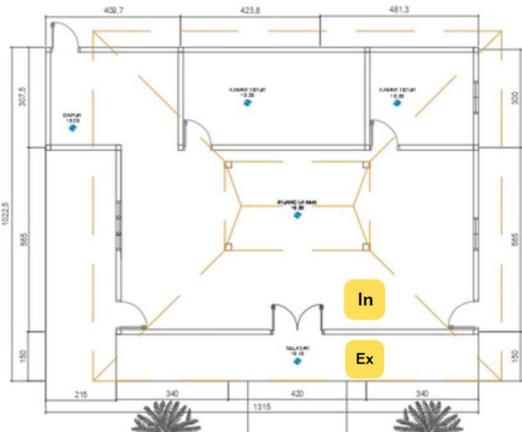
Gambar 4. Meteran
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2023

Menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan terjun langsung ke lapangan untuk mengumpulkan data suhu dan kelembapan udara menggunakan data logger. Dinding kayu pada fasad akan di teliti dengan cara sebagai berikut :

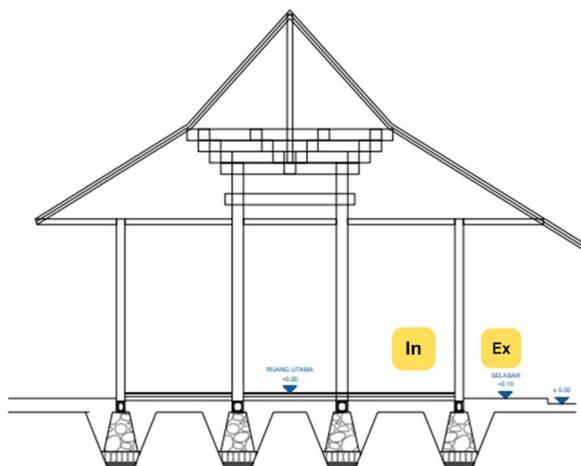
- Mensterilkan objek dari variabel yang dapat mempengaruhi kinerja termal dengan cara mengosongkan dari aktivitas, menutup bukaan, dan mematikan lampu serta kipas angin.
- Memasukkan data logger pertama ke dalam ruangan dan data logger kedua pada luar bangunan selama 3x24 jam dengan rentang pengukuran selama 15 menit. Pengukuran selama 3x24 jam dilakukan untuk mendapat hasil yang akurat karena cuaca yang tidak stabil (Prianto 2022).



- Setiap data termal interior dan eksterior akan diinput dalam bentuk tabel yang kemudian dimasukkan ke dalam rumus perhitungan termal agar diketahui suhu akhir (T_{akhir}) dan kelembapan akhir (H_{akhir}).
- Pembuatan grafik suhu akhir (T_{akhir}) dan kelembapan akhir (H_{akhir}).
- Analisis data yang mencakup 3 tahapan yaitu analisis termal makro Kota Jepara dan eksterior objek, analisis profil kinerja termal secara keseluruhan dan analisis profil kinerja termal spesifik.



Gambar 5. Perletakan alat ukur pada denah
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2023



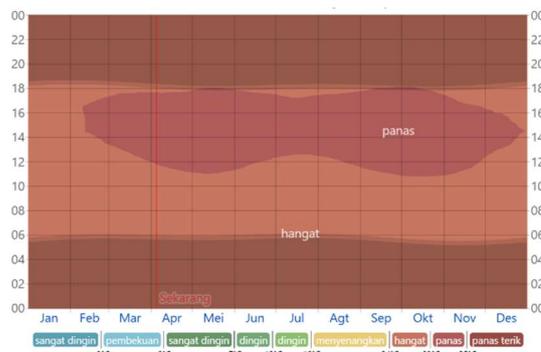
Gambar 6. Perletakan alat ukur pada potongan
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2023

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Kinerja Termal Makro

Kota Jepara merupakan kota yang berada di pesisir utara Pulau Jawa. Kondisi tersebut menyebabkan suhu dan kelembapan rata-ratanya cenderung lebih tinggi daripada daerah lain. Pada bulan Maret

atau pada saat pengukuran, memiliki suhu rata-rata 27°C dengan suhu tertinggi 31°C dan terendah 25°C, kelembapannya cenderung tinggi mencapai 100%.



Gambar 7. Suhu Kota Jepara pada bulan Maret

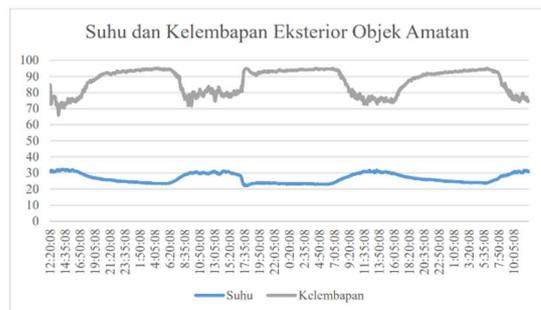
Sumber: Weather Spark diakses 04 April 2023 (Weatherspark 2023)



Gambar 8. Kelembapan Kota Jepara pada bulan Maret

Sumber: Weather Spark diakses 04 April 2023 (Weatherspark 2023)

Lingkungan pada objek amatan memiliki rata-rata suhu 27°C dan kelembapan 87% dengan suhu maksimal mencapai 32°C dan minimal 22.1°C sedangkan kelembapan maksimal mencapai 95.1% dan minimal 65.9%. Berdasarkan data tersebut, eksterior objek amatan memiliki suhu rata-rata sama seperti Kota Jepara tetapi kelembapannya di bawah kelembapan Kota Jepara.



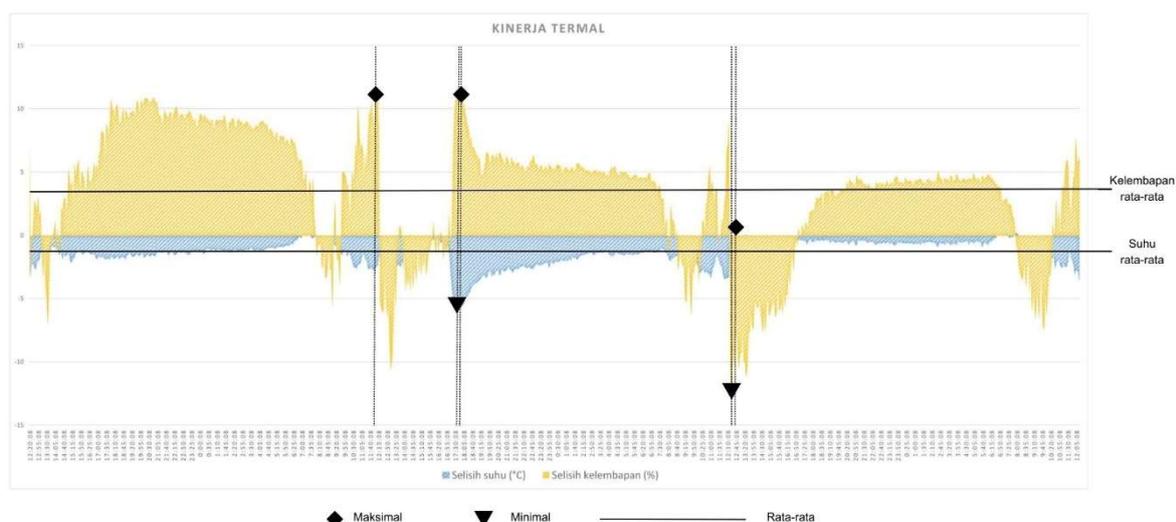
Gambar 9. Kelembapan Kota Jepara pada bulan Maret

Sumber: Analisis pribadi, 2023

Profil Kinerja Termal Makro

Pada gambar 9 terlihat nilai kinerja termal minimal pada suhu adalah -6.2°C sedangkan untuk kelembapan adalah -13.2% , nilai maksimal kinerja termal suhu adalah 0.5°C sedangkan untuk kelembapan adalah 11.3% dan nilai rata-rata kinerja termal suhu adalah -1.33°C sedangkan kelembapan 3.4% . Nilai rata-rata kinerja termal suhu menunjukkan bangunan kurang mampu merespon panas matahari yang

menyebabkan ruangan lebih panas sedangkan nilai rata-rata kinerja termal kelembapan menunjukkan kondisi kelembapan bangunan lebih kering daripada kelembapan luar bangunan. Nilai minimal kinerja termal suhu terjadi pada pukul 17:30 di hari kedua dan kelembapan pada pukul 12:20 di hari ketiga sedangkan nilai maksimal kinerja termal suhu terjadi pada pukul 12:45 di hari ketiga dan kelembapan pada pukul 12:00 hari pertama serta 17:45 hari kedua.



Gambar. 10 Analisis hasil pengukuran kinerja termal.
Sumber: analisis pribadi

Berdasarkan nilai rata-rata kinerja termal suhu yaitu -1.33°C dapat diambil kesimpulan bahwa fasad kayu bangunan vernakular tidak memiliki kinerja termal yang baik karena suhu di dalam bangunan lebih tinggi daripada di luar bangunan. Hal ini dapat terjadi karena material kayu dapat menyimpan dan menyerap panas (Ayuningtyas et al. 2016) diperparah dengan tidak adanya bukaan yang cukup pada fasad dan pintu utama yang sering ditutup padahal bukaan berfungsi sebagai jalur masuknya angin dimana seharusnya angin di dalam bangunan terus mengalir dan bertukar dengan udara luar agar menciptakan sistem penghawaan yang baik (Febrina dkk). Di sisi lain, bukaan juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja termal bangunan yang luasannya juga harus disesuaikan dengan luasan selubung bangunan (Arifin and Syarif Hidayat 2018).

Nilai rata-rata kinerja termal kelembapan sebesar 3.4% membuktikan bahwa fasad kayu bangunan vernakular memiliki kinerja termal kelembapan yang baik karena dapat menurunkan kelembapan di dalam bangunan. Diketahui bahwa material kayu dapat menurunkan kelembapan karena memiliki nilai konduktivitas yang dapat menyerap atau melepas air terlebih kayu dengan jenis yang lunak (Suwardiyono 2018). Namun, kayu yang digunakan pada fasad bangunan vernakular adalah kayu jati dengan tipe kayu keras sehingga penyerapan air yang kurang maksimal.

Nilai maksimal kinerja termal suhu yang terjadi pada pukul 12:45 di hari ketiga yang hanya mencapai 0.5°C semakin memperkuat bukti bahwa bangunan tidak memiliki kinerja yang baik karena nilai maksimalnya tidak lebih dari 1°C . Tetapi nilai kinerja termal maksimal bisa saja kurang dari 0.5°C jika orientasi bangunan menghadap ke arah pantai karena adanya radiasi permukaan laut pada siang hari serta angin



darat dan angin laut yang berhembus sepanjang hari (Setyowati and Trilisty 2013). Nilai kinerja termal dapat ditingkatkan apabila bangunan menerapkan bukaan yang optimal seperti menggunakan jendela dengan model jendela inlet dengan tipe jendela geser vertical dan bukaan jendela outlet dengan tipe nako (Jalousie) serta penggunaan nako pada ventilasi yang dapat menaikkan kecepatan angin hingga 0.8 m/s (Arifah, Adhitama, and Nugroho 2017).

Nilai maksimal kinerja termal kelembapan pada pukul 12:00 hari pertama serta 17:45 di hari kedua senilai 11.3%. terdapat keunikan karena pola kelembapan turun secara drastis kemudian naik kembali hingga mencapai titik maksimal, hal ini dikarenakan pada saat itu terjadi hujan yang lebat dari yang sebelumnya panas. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyebutkan terdapat hubungan antara hujan dan kelembapan (Al-Azkia et al. 2019).

Nilai minimal kinerja termal suhu terjadi pada pukul 17:30 di hari kedua sebesar -6.2°C sedangkan untuk kelembapan nilai minimal kelembapan pada pukul 12:20 di hari ketiga sebesar -13.2% .

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Fasad rumah vernakular dengan menggunakan material kayu menghadapi tantangan dalam kinerja termal suhu, dengan nilai kinerja termal rata-rata sebesar -1.33°C . Ini mengindikasikan bahwa ruang di dalam bangunan cenderung menjadi lebih hangat daripada suhu luar. Namun demikian, fasad kayu ini menunjukkan kinerja termal kelembapan yang baik, dengan nilai sebesar 3.4%, menunjukkan bahwa material kayu mampu merespons kelembapan dari lingkungan luar. Penemuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang mengungkap bahwa material kayu memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan panas. Akibatnya, suhu di dalam ruangan dapat meningkat, terutama pada kondisi cuaca yang hangat. Namun, sifat ini juga dapat membantu mengatur kelembapan dengan menyerap kelembapan dari udara luar, menghasilkan lingkungan yang nyaman di dalam ruangan.

Dengan demikian, penggunaan material kayu dalam fasad vernakular memperlihatkan keunikan dalam kinerja termal, yang mencakup keterbatasan dalam mengontrol suhu tetapi juga kelebihan dalam mengatur kelembapan, yang dapat

mempengaruhi kenyamanan termal dan kondisi udara di dalam ruangan.

Saran/Rekomendasi

Penelitian lanjutan pada kinerja termal dinding kayu pada bangunan vernakular dapat dilakukan dengan fokus pada pengukuran dan analisis kinerja termal dari tiga sisi lain bangunan yang menggunakan material kayu tersebut. Dalam penelitian ini, perhatian khusus diberikan pada perbedaan suhu antara bagian eksternal dan internal dinding, kemampuan isolasi termal dinding kayu, serta perpindahan panas melalui material kayu. Penggunaan alat pengukur suhu seperti termometer inframerah dan alat analisis termal dapat memberikan data yang detail dan akurat. Selain itu, penting untuk mengkaji kemampuan dinding kayu sebagai bahan isolator termal untuk mengetahui sejauh mana dinding mampu mempertahankan suhu interior rumah dalam berbagai kondisi eksternal. Studi kinerja termal juga dapat dilakukan sepanjang tahun, terutama pada musim panas atau dalam kondisi cuaca stabil, untuk memahami bagaimana dinding kayu bereaksi terhadap variasi suhu dan kelembapan dari waktu ke waktu. Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga untuk meningkatkan efisiensi termal bangunan vernakular dan memperkuat pengetahuan tentang pemanfaatan material kayu dalam arsitektur tradisional.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Azkia, Muhammad Wildan, Nurul Hitayuwana, Zulfa Aulia Khusna, and Edy Widodo. 2019. "Analisis Temperature Dan Kelembaban Terhadap Curah Hujan Di Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta." *Seminar Nasional Teknologi Creative and Innovative Education In The Industry 4.0: The Current Trends* 77–85.
- Arifah, Anisa Budiani, M. Satya Adhitama, and Agung Murti Nugroho. 2017. "Pengaruh Bukaan Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Hunian Rumah Susun Aparta Surabaya." *Jurnal Mahasiswa Arsitektur* 1–10.
- Arifin, Ikhwan Nur, and M. Syarif Hidayat. 2018. "Pengaruh Bukaan Terhadap Kinerja Termal Pada Masjid Jendral Sudirman." *Vitruvius* 7(2):67–76.
- Attar, Muhammad. 2020. "STUDY OF

- VERNACULAR HOUSE ENDURANCE IN SOUTH SULAWESI TO EARTHQUAKE AS A RESULT OF QUALITY CHANGE IN STRUCTURE MATERIAL ”. 61–68.
- Ayuningtyas, Nurina Vidya, Autif Sayyed, and Jatmika Adi Suryabrata. 2016. “Analisis Material Dinding Yang Berpegaruh Terhadap Tingkat Kenyamanan Termal Bangunan.” *Pendopo* 9–16.
- Ekawati, and June. 2019. “Analisis Tipologi Rumah Tinggal Masyarakat Di Kabupaten Sukamara, Kalimantan Barat.” *YSCEJ: Yos Soedarso Civil Engineering Journal* 1 (1)(1):21–28.
- Harso Karyono, Tri. 2010. *Arsitektur Dan Kota Tropis Dunia Ketiga: Suatu Bahasan Tentang Indonesia*. Raja Grafindo.
- Hermawan, Nasyiin Faqih, and Annisa Nabila Arrizqi. 2022. “Kenyamanan Dan Kinerja Termal Rumah Vernakular Di Sayung Demak, Indonesia.” *Jurnal Arsitektur ZONASI* 5(1):82–93.
- Heryati, and Nurnaningsih Nico Abdul. 2014. “Kearifan Lokal Pada Arsitektur Vernakular Gorontalo: Tinjauan Pada Aspek Budaya Dan Nilai-Nilai Islam.” *El Harakah* 16(2):151–73.
- Idham, Noor Cholis. 2018. “Javanese Vernacular Architecture And Environmental Synchronization Based On The Regional Diversity Of Joglo And Limasan.” *Frontiers of Architectural Research* 7(3):317–33. doi: 10.1016/j.foar.2018.06.006.
- Janetius. 2020. “Environmental Psychology and House Designs.” *Architectural Psychology: Space, Psyche, Enigma & Symbol* 62–71.
- Mentayani, Ira. 2012. “Menggali Makna Arsitektur Vernakular.” *Lanting* 1(2):68–82.
- Prianto, Eddy. 2022. *Buku Ajar Fisika Bangunan 2*. Indonesia: Fakultas Teknik.
- Rahmat, Amat, Eddy Prianto, and Setia Budi Sasongko. 2017. “Studi Pengaruh Bahan Penutup Atap Terhadap Kondisi Termal Pada Ruang Atap.” *Arcade* 1(1):35–40.
- Rudofsky, Bernard. 1964. *Architecture Without Architects, An Introduction to Nonpedigreed Architecture*. New York: The Museum of Modern Art.
- Salman, Maha. 2018. *Sustainability and Vernacular Architecture: Rethinking What Identity Is*. IntechOpen.
- Setyowati, Erni, and Hendro Trilistyo. 2013. “Konsep Berkelanjutan Melalui OTTV Dan Model Hubungan Orientasi Bangunan Dengan Tingkat Kenyamanan Termal Pad Perumahan Kawasan Pantai.” *Modul* 13(1):9–15.
- Sukowiyono, Gaguk, and Debby Budi Susanti. 2018. “Fungsi Pawon Sebagai Desain Perolehan Panas Pada Hunian Di Daerah Dingin.” *Pawon* 1(2):37–48.
- Suwardiyono, Ulung Satria. 2018. “Optimasi Material Kayu Pada Selubung Bangunan Rumah Tinggal Terhadap Suhu Netral Dan Nilai Ottv (Studi Kasus Rumah Tinggal Di Desa Mojosari).” Universitas Brawijaya, Malang.
- Vazri Muharom, and Rifky. 2022. “Pengaruh Sifat Konduktivitas Termal Material Isolator (Kayu, Karet Dan Styrofoam) Terhadap Perpindahan Panas Dan Daya Keluaran Sistem Generator Thermoelectric.” *METALIK: Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik* 1(1):8–15. doi: 10.22236/metalik.v1i1.8464.
- Weatherspark. 2023. “Climate and Average Weather Year Round in Jepara.” *Weatherspark.Com*. Retrieved December 3, 2023 (<https://weatherspark.com/y/115789/Average-Weather-in-Jepara-Indonesia-Year-Round>).
- wikipedia. 2023. “Kabupaten Jepara.” *Id.Wikipedia.Org*. Retrieved November 25, 2023 (https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Jepara).