

Ventilasi Alami sebagai Bagian dari Perwujudan Kenyamanan Termal

Hermawan^{1*}, Dandy Fiantoro², Annisa Nabila Arrizqi³

^{1,2}Program Studi Arsitektur, Universitas Sains Al-Qur'an, Wonosobo, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Email: ^{1*}hermawanarsit@gmail.com, ²dandyars@gmail.com, ³nabilaibil1104@gmail.com

Email Corresponding Author: hermawanarsit@gmail.com

Abstrak–Pemborosan energi yang dihasilkan oleh rumah tinggal diakibatkan oleh adanya perancangan bangunan yang kurang tepat. Pemborosan energi berkaitan dengan ketidaknyamanan termal dari penghuni. Kinerja termal dari bangunan penting untuk diteliti agar ditemukan bangunan yang mampu menciptakan kenyamanan termal bagi penghuninya. Salah satu kinerja termal dipengaruhi oleh keberadaan ventilasi bangunan. Tujuan penelitian adalah menginvestigasi kinerja ventilasi dari rumah tinggal di dataran tinggi. Penelitian dilakukan dengan metode pengukuran variabel di lapangan disertai dengan observasi kondisi elemen bangunan. Pengukuran variabel dilakukan pada ruang di dalam bangunan selama satu hari. Variabel yang diukur yaitu variabel suhu udara, kelembaban, suhu globe dan CO₂. Observasi tentang ukuran ruang dan ventilasi juga ditampilkan. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ukuran, bentuk dan jenis ventilasi mempengaruhi kondisi termal pada masing-masing ruang.

Kata Kunci: Ventilasi, Variabel Iklim, Rumah Tinggal, Kinerja Termal, Selubung Bangunan

Abstract– Waste of energy produced by residential homes is caused by inappropriate building design. Energy waste is related to the thermal discomfort of the occupants. The thermal performance of buildings is important to research in order to find buildings that are able to create thermal comfort for their occupants. One of the thermal performance is influenced by the presence of building ventilation. The aim of the research is to investigate the ventilation performance of residential houses in the highlands. The research was carried out using the method of measuring variables in the field accompanied by observing the condition of building elements. Variable measurements were carried out in rooms inside the building for one day. The variables measured are air temperature, humidity, globe temperature and CO₂. Observations regarding room size and ventilation are also presented. The research results show that the size, shape and type of ventilation influence the thermal conditions in each room.

Keywords: Ventilation, Climate Variables, Residential House, Thermal Performance, Building Envelope

1. PENDAHULUAN

Pemborosan energi menjadi isu global yang belum ada solusi terakhirnya. Isu pemborosan energi juga melanda bangunan yang seringkali menggunakan penghawaan dan pencahayaan buatan yang berlebihan [1]. Pemborosan energi tercipta saat bangunan tidak bisa memberikan kenyamanan termal bagi penghuninya. Penghuni membutuhkan penghawaan buatan agar bisa tercipta kenyamanan termal [2]. Pembahasan termal atau panas dalam bangunan terkait dengan kinerja termal dan kenyamanan termal penghuni. Kinerja termal terkait dengan kondisi termal pada bangunan [3]. Kenyamanan termal terkait dengan kondisi penghuni dalam bangunan. Penghuni akan merasakan termal dan bereaksi terhadap termal yang ada di dalam ruangan. Penghuni akan menolak termal saat termal tidak sesuai dengan suhu nyaman penghuni [4]. Kinerja termal dan kenyamanan termal erat kaitannya dengan elemen bangunan. Faktor yang sangat mempengaruhi termal bangunan adalah selubung bangunan [5]. Selubung bangunan terdiri dari atap, dinding dan lantai. Faktor selubung bangunan bisa mempengaruhi dari bentuk, jenis maupun material pembentuknya. Material mempunyai karakteristik yang berbeda-beda dalam menyikapi panas yang diterima. Pengolahan material dengan phase change material (PCM) bisa meningkatkan kinerja termal bangunan [6]. Selain material, lubang pada selubung bangunan juga mempengaruhi kondisi termal di dalam bangunan. Lubang bisa diletakkan di atap dan dinding bahkan di lantai untuk bangunan panggung. Rumah tradisional yang berbentuk panggung mempunyai lubang pada lantai bangunan [7]. Ventilasi yang tepat bagi bangunan akan membuat penghematan energi pada bangunan. Tujuan penelitian adalah menginvestigasi ventilasi bangunan dalam mewujudkan kinerja termal bangunan.

2. KERANGKA TEORI

Lubang di dinding dikenal dengan jendela. Ventilasi pada jendela termasuk ventilasi yang selalu pada setiap bangunan. Pembahasan ventilasi pada bangunan belum pada titik terakhir. Ventilasi perlu dirancang agar mampu membuat optimal kinerja termal bangunan [8]. Kajian tentang ventilasi yang dikaitkan dengan variabel kondisi termal dan kualitas udara merupakan hal penting yang perlu dilakukan [9].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan paradigma deduktif yang membuktikan teori bahwa ventilasi mempengaruhi kinerja termal bangunan. Metode yang digunakan adalah metode pengukuran variabel termal di lapangan. Pengukuran dilakukan pada beberapa ruang di dalam rumah tinggal [10]. Variabel termal yang diukur yaitu suhu udara, suhu globe, kelembaban udara dan CO₂ serta intensitas cahaya matahari. Pengukuran dilakukan pada rumah tinggal berdinding bata plaster dengan atap genteng. Lantai bangunan merupakan lantai keramik.

Pengukuran variabel termal dengan menggunakan alat pengukur termal dibarengi dengan observasi terhadap ventilasi yang ada pada setiap ruang. Ukuran, jenis dan bentuk didokumentasikan dengan fotografi dan dideskripsikan. Ruang yang diukur yaitu ruang tamu, keluarga, kamar dan dapur. Data yang didapat dipresentasikan dalam bentuk grafik dan diagram. Interpretasi data yang ada dikaitkan antar variabel sehingga dapat disimpulkan kinerja termal masing-masing ventilasi ruang.

4. HASIL

Rumah tinggal mempunyai ukuran 11x8m² dengan lahan 12x15m². Bangunan berdiri dengan selubung bangunan bagian dinding terbuat dari material bata merah yang telah diplaster dan atap menggunakan material genteng tanah. Ketinggian bangunan tersebut 3,5m. Bangunan terletak di desa Banaran-Kalierang kec. Selomerto kab. Wonosobo. Tampak depan dan tampak samping kiri (barat) bangunan. Untuk samping kanan bangunan (timur), saya tidak dapat memfotonya karena berbatasan langsung dengan dinding rumah tetangga. Bangunan rumah tinggal ini menghadap ke selatan (Gambar 1).



Gambar 1. Tampak Depan dan Belakang Bangunan

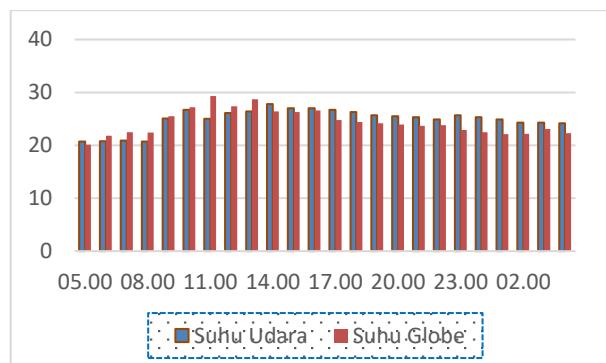
Ruang tamu mempunyai ukuran 3,5x3,5m². Ventilasi ruang tamu berukuran 1,63x2,25m². Ventilasi yang terletak pada seluruh selubung dinding. Dengan bahan kayu dan material kaca Riben 3mm, dan menghadap selatan. Sinar matahari mengarah dari sebelah kanan bangunan (timur) ke sebelah kiri (barat) sedangkan ventilasi tersebut menghadap ke selatan yang dalam artian tidak menyinari ventilasi tersebut dengan baik. Ruangan hanya mendapat pantulan cahaya dari luar. Namun dengan ukuran yang demikian rupa, ventilasi tersebut dapat memasukan cahaya yang cukup kedalam ruang tamu (Gambar 2).



Gambar 2. Ruang Tamu

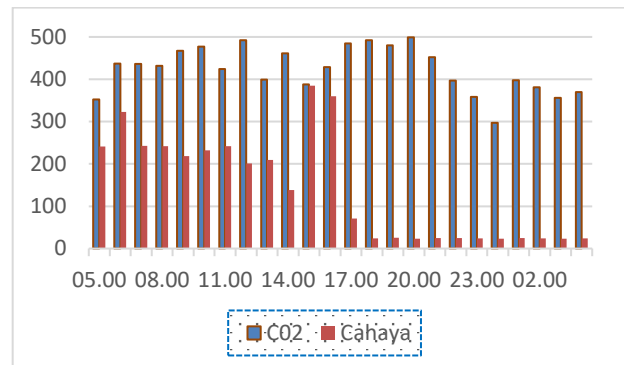
Berdasarkan perasaan sensasi termal, suhu pada ruang tamu cukup sejuk setiap saat dikarenakan ventilasi yang menghadap ke selatan dan berukuran besar mampu menangkap udara yang mayoritas berasal dari arah selatan menuju utara. Dan material kaca riben yang berfungsi mengurangi panas pada cahaya di luar ruangan dengan efektif selain untuk berfungsi juga untuk menjaga privasi pada ruangan. Dan bangunan yang cukup tinggi juga berpengaruh terhadap kesejukan pada ruangan. Dengan dukungan atap genteng tanah liat pun berpotensi besar menjaga kesejukan suhu pada ruangan di bawahnya.

Suhu udara tertinggi terjadi pada pukul 14:00 yaitu 27,8°C, suhu udara terendah terjadi pukul 5:00 dan 8:00 yaitu 20,7°C. Rata-rata suhu udara di ruang tamu : 24,8°C. Suhu globe tertinggi pada pukul 11:00 yaitu 29,3°C, suhu globe terendah pada pukul 5:00 yaitu 20,7°C dan rata-rata suhu globe di ruang tamu 24,33°C (Gambar 3).



Gambar 3. Suhu Udara dan Suhu Globe di Ruang Tamu

CO₂ tertinggi pada pukul 20:00 yaitu 499, CO₂ terendah pada pukul 0:00 yaitu 297 dan rata rata CO₂ pada ruang tamu yaitu 423.2. Cahaya tertinggi pada pukul 15:00 yaitu 384.5, Cahaya terendah pada pukul 20:00 dan 03:00 yaitu 23.1 dan rata-rata cahaya pada ruang tamu sebesar 140.4 (Gambar 4).



Gambar 4. CO₂ dan Cahaya di Ruang Tamu

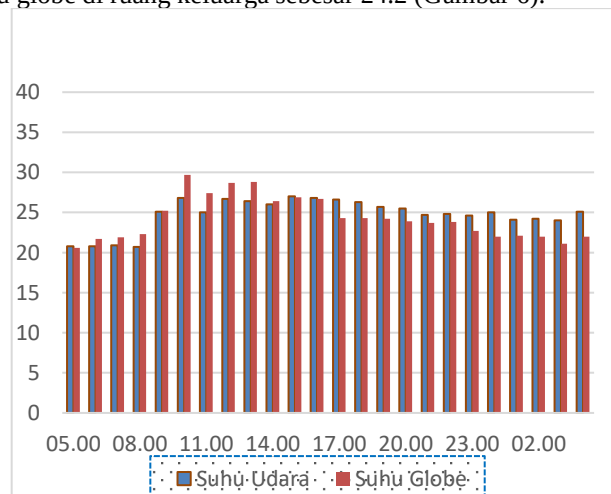
Ventilasi Ruang keluarga berukuran 1,83x163m² terletak pada selubung bagian belakang bangunan dan di tengah dinding. Masih menggunakan bahan yang sama (kayu) dan perantara cahaya dengan kaca berjenis riben dengan ketebalan 3mm. Menghadap ke utara. Ukuran ruang keluarga adalah 6x3m² (Gambar 5).



Gambar 5. Ruang Keluarga

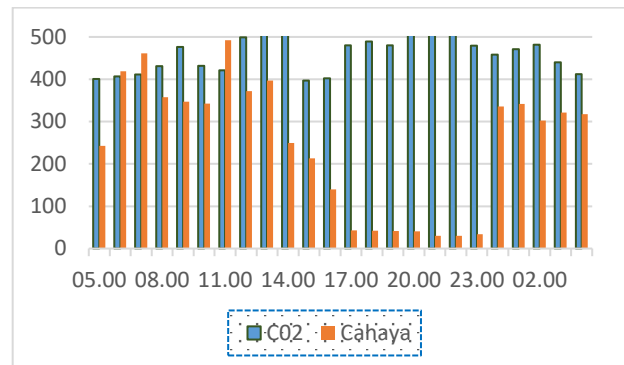
Ventilasi ruang keluarga mendapatkan cahaya sekitar 10% pada siang hari karena matahari yang berada di sebelah utara sedikit dari letak ventilasi tersebut, yang mempotensikan ventilasi tersebut terkena matahari pada siang hari, namun sebaliknya dengan pagi dan sore hari yang tidak mendapat sinar matahari karena tertutup pepohonan pada sore hari dan dinding dapur pada pagi hari. Suhu pada ruangan tersebut berdasarkan perasaan saya sejuk karena terdapat cross ventilation dengan ventilasi pada ruang tamu yang berada di sebrang. Meskipun tertutup tembok penyekat, namun udara sangat efektif masuk dari ruang tamu ke ruang keluarga melalui pintu yang posisinya berhadapan dengan ventilasi dan pintu masuk pada ruang tamu.

Suhu udara tertinggi pada pukul 15:00 yaitu 27°C, suhu udara terendah pada pukul 8:00 yaitu 20.7°C, rata-rata suhu udara di ruang keluarga yaitu 24.73. Suhu globe tertinggi pada pukul 10:00 yaitu 29.7°C, suhu globe terendah pada pukul 5:00 yaitu 20.6°C dan rata-rata suhu globe di ruang keluarga sebesar 24.2 (Gambar 6).



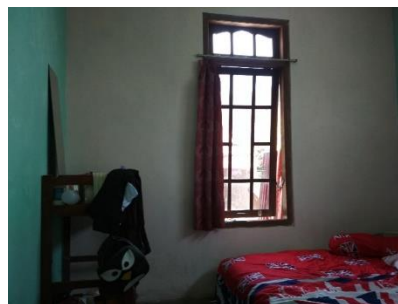
Gambar 6. Suhu Udara dan Suhu Globe Ruang Keluarga

CO₂ tertinggi pada pukul 14:00 yaitu 922, CO₂ terendah pada pukul 15:00 yaitu 397, rata-rata CO₂ pada ruang keluarga sebesar 477.5. Cahaya tertinggi pada pukul 11:00 yaitu 491.9, cahaya terendah pada pukul 21:00 yaitu 30.2 dan rata-rata cahaya pada ruang keluarga yaitu 246.3 (Gambar 7).



Gambar 7. CO₂ dan Cahaya di Ruang Keluarga

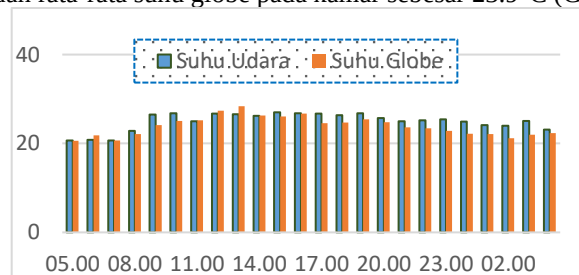
Pada kamar 1 terdapat ventilasi dengan ukuran 1,83x0,80m². Kamar 1 mempunyai ukuran ruangan 3x3,5m². Ventilasi terletak di tengah dinding, menghadap ke selatan. Posisi kamar 1 berada di sebelah kiri ruang tamu dan sebelah selatan ruang keluarga. Pada kamar 1 pencahayaan cukup baik meskipun sama dengan ruang tamu yang hanya bisa memasukan cahaya dari luar dan ventilasi tidak biasa memasukan sinar matahari karena berada di sebelah selatan bangunan (Gambar 8).



Gambar 8. Kamar 1

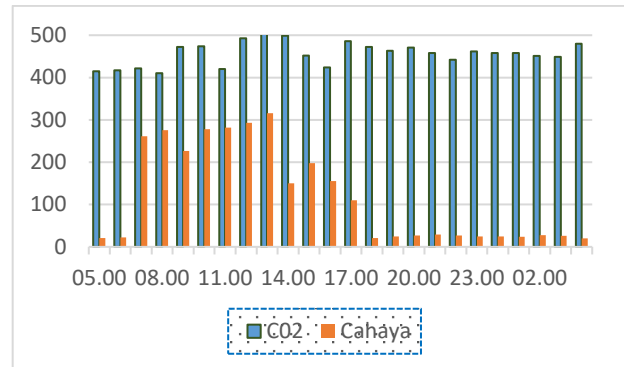
Pada kamar 1 suhu didalam ruangan agak panas karena pengaruh tembok pada sebelah barat yang terkena sinar dan panas matahari pada sore hari. Namun pada pagi hari suhu ruangan terasa dingin, dan pada siang hari dengan pengaruh ventilasi yang menghadap ke selatan berpotensi besar memasukan udara yang sebagian besar berasal dari arah selatan. Namun pada sore hari ventilasi ini bisa memasukan cahaya sekitar 5% untuk menyinari ruangan. Namun Bagi saya sinar matahari yang baik dan sehat adalah sinar matahari pada pagi hari. Crossventilation juga terjadi pada hubungan ruang kamar dan ruang keluarga yang berada pada sisi utara nya.

Suhu udara tertinggi pada pukul 15:00 yaitu 27°C, suhu udara terendah pada pukul 05:00 dan 08:00 yaitu 20.7°C. Rata-rata suhu udara pada kamar sebesar 24.9°C. Suhu globe tertinggi pada pukul 13:00 yaitu 28.4°C, suhu globe terendah pada pukul 05:00 yaitu 20.6°C dan rata-rata suhu globe pada kamar sebesar 23.9°C (Gambar 9).



Gambar 9. Suhu Udara dan Globe di Kamar 1

CO₂ tertinggi pada pukul 15:00 yaitu 553, CO₂ terendah pada pukul 08:00 yaitu 410, rata-rata CO₂ pada kamar sebesar 458.3. Cahaya tertinggi pada pukul 13:00 yaitu 315.7, cahaya terendah pada pukul 04:00 yaitu 20.1 dan rata-rata cahaya pada kamar sebesar 119.2 (Gambar 10).



Gambar 10. CO2 dan Cahaya di Kamar 1

Pada kamar 2 terdapat ventilasi yang berukuran kecil, dengan ukuran 1,83x0,50m². Ukuran ruangan sebesar 3x2m². Dengan bahan kayu sama seperti kamar 1 dengan perantara cahaya/ sinar yaitu kaca berjenis riben dengan tebal 3 mm. yang menghadap ke utara. Dan letak kamar ini berada di sebelah barat ruang keluarga dan sebelah utara kamar 1 (Gambar 10).

Pencahayaan pada kamar 2 untuk pagi hari saya rasa yang paling baik sekitar 10%, karena sinar matahari pagi dapat masuk dari pukul 06.00 sampai 10.00. Dan pada siang dan sore hari ventilasi ini tidak dapat memasukan sinar matahari, hanya mampu memantulkan cahaya dari luar.

Suhu pada kamar sedikit panas pada siang hingga sore hari apa bila jendela tidak dibuka. Namun pada saat jendela dibuka, ventilasi ini berkerja dengan baik meskipun menghadap ke utara yang dalam arti bertolak belakang dengan arah angin. Dengan model bukakan daun jendela yang mengarah ke samping seperti pintu bagi saya lebih efektif karena terbuka lebih besar yang berpotensi memasukan udara dari luar ke dalam meskipun tanpa bantuan cross ventilation dari ruangan lain.



Gambar 11. Kamar 2

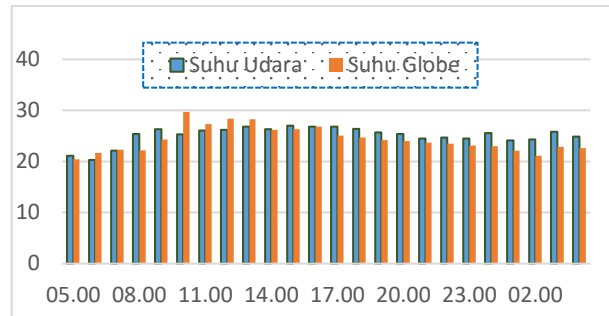
Ventilasi dapur berukuran 1,30x0,50m² sebanyak 2 ventilasi yang berdimensi cukup kecil. Dapur berukuran 3x7m² dan menghadap ke timur. Dapur terletak pada sebelah utara ruang tamu. Dapur terletak di bagian paling belakang bangunan (Gambar 12.).



Gambar 12. Dapur

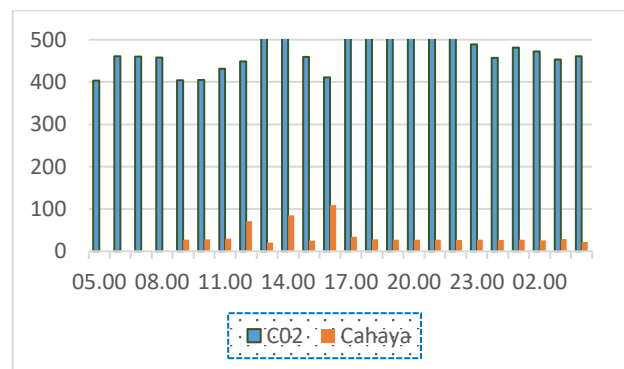
Pencahayaan pada ruang dapur sangat tidak baik dikarenakan ventilasi udara yang menghadap ke timur, dan tidak dapat efektif memasukan cahaya karena ukuran yang kecil dan jarak jendela yang agak jauh serta tidak ada penerangang bantuan lain selain lampu. Suhu pada ruang ini cukup panas karena minim nya udara yang masuk dan selubung atap yang digunakan berbahan seng, di sisi lain juga atap yang terlalu rendah dan belum adanya peredam seperti plafon.

Suhu udara tertinggi pada pukul 15:00 yaitu 27°C, suhu udara terendah pada pukul 06:00 yaitu 20.3°C, rata rata suhu udara pada dapur sebesar 25.1°C. Suhu globe tertinggi pada pukul 11:00 yaitu 29.7°C, suhu globe terendah pada pukul 05:00 yaitu 20.4°C, rata-rata suhu globe pada dapur sebesar 24.3°C (Gambar 13).



Gambar 13. Suhu Udara dan Globe Dapur

CO₂ tertinggi pada pukul 21:00 yaitu 597, CO₂ terendah pada pukul 05:00 yaitu 403, rata rata CO₂ pada dapur sebesar 475.2. Cahaya tertinggi pada pukul 16:00 yaitu 108.6, cahaya terendah pada pukul 05:00 yaitu 0.01 dan rata-rata cahaya pada ruang tamu yaitu 30.24 (Gambar 14).



Gambar 14. CO₂ dan Cahaya di Dapur

Berdasarkan data yang didapat maka dapat terlihat bahwa rata-rata pengukuran didasarkan pada ventilasi yang ada pada masing-masing ruangan. Intensitas pembukaan ventilasi juga akan mempengaruhi nilai atau hasil pengukuran. Suhu udara rata-rata tertinggi terjadi pada kamar tidur. Suhu globe rata-rata tertinggi terjadi pada ruang tamu. Kelembaban tertinggi terjadi pada ruang keluarga (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata variabel

	R Tamu	R. Keluarga	Kamar
Suhu udara	24,8°C	24,73°C	24,9°C
Kelembaban	69,2%	69,8%	68,8%
Suhu globe	24,33°C	24,2°C	23,9°C

Suhu udara, kelembaban dan suhu globe merupakan tiga variabel kenyamanan termal yang sering digunakan untuk menilai kenyamanan termal pada bangunan [11]. Kenyamanan termal penghuni dipengaruhi oleh ventilasi pada suatu ruang. Ukuran, bentuk dan jenis ventilasi menentukan suhu udara dan kelembaban dalam suatu ruang [12]. Ventilasi berfungsi sebagai penghawaan alami dan masuknya pencahayaan alami. Penghawaan berkaitan juga dengan aliran udara yang masuk ke dalam ruang. Pencahayaan alami juga berkaitan erat dengan kondisi matahari pada suatu wilayah [13]. Kenyamanan termal penghuni saling berkait dengan kinerja termal bangunan. Selubung bangunan merupakan elemen yang sangat penting dalam mewujudkan kinerja termal bangunan [14]. Material bangunan yang berbeda akan menciptakan suhu udara pada suatu ruang yang berbeda pula. Suhu permukaan dinding menjadi salah satu elemen yang membuat perbedaan kinerja bangunan [15].

5. KESIMPULAN

Ruang keluarga adalah ruang yang mendapat sinar matahari cukup baik, serta pencahayaan yang baik dan suhu yang ideal karena adanya crossventilation dari ruang tamu. Ruang tamu dengan cahaya dan suhu cukup baik, meskipun tidak mendapat sinar matahari secara langsung. Kamar tidur 2 yang mendapat sinar matahari pada waktu-waktu yang baik. Dan suhunya juga ideal. Kamar tidur 1 yang hanya mendapat sinar matahari pada sore hari, dan dinding yang hangat pada siang menjelang sore hari, namun mendapat sirkulasi udara yang baik karena ventilasi menghadap ke selatan. Ruang dapur menjadi yang terakhir karena minim cahaya dan sinar matahari yang masuk, di karenakan ventilasi yang kecil

menghadap ke barat, dan dinding sebelah timur yang berbatasan langsung dengan tetangga jadi tidak memungkinkan untuk dipasangkan ventilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Lai, S. Jia, Y. Qi, and J. Liu, "Window-opening behavior in Chinese residential buildings across different climate zones," *Build. Environ.*, vol. 142, no. March, pp. 234–243, 2018, doi: 10.1016/j.buildenv.2018.06.030.
- [2] H. Hermawan, E. Prianto, and E. Setyowati, "Indoor Temperature Prediction of the Houses With Exposed Stones in Tropical Mountain Regions During Four Periods of Different Seasons," *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 10, no. 5, pp. 604–612, 2019, [Online]. Available: <http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp604http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JType=IJCIET&VType=10&IType=5http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=10&IType=5http://www.iaeme.com/IJCIET/index.asp605>.
- [3] Y. Jiang, C. Wu, and M. Teng, "Impact of residential building layouts on microclimate in a high temperature and high humidity region," *Sustain.*, vol. 12, no. 3, 2020, doi: 10.3390/su12031046.
- [4] Hermawan, E. Prianto, E. Setyowati, and Sunaryo, "The thermal condition and comfort temperature of traditional residential houses located in mountainous tropical areas: An adaptive field study approach," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 9, no. 6, pp. 1833–1840, 2019, doi: 10.18517/ijaseit.9.6.3560.
- [5] F. C. Barbosa, V. P. de Freitas, and M. Almeida, "School building experimental characterization in Mediterranean climate regarding comfort, indoor air quality and energy consumption," *Energy Build.*, vol. 212, p. 109782, 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.109782.
- [6] M. Iten, S. Liu, and A. Shukla, "A review on the air-PCM-TES application for free cooling and heating in the buildings," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 61, pp. 175–186, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2016.03.007.
- [7] M. N. Z. M. Putri, "Pengaruh Arsitektur Nusantara Terhadap Konsep Desain Rumah Tinggal Modern Sebagai Bentuk Pelestarian Warisan Budaya Indonesia," pp. A009-A014, 2018, doi: 10.32315/sem.3.a009.
- [8] J. Pei, M. Qu, L. Sun, X. Wang, and Y. Yin, "The relationship between indoor air quality (IAQ) and perceived air quality (PAQ) – a review and case analysis of Chinese residential environment," *Energy Built Environ.*, pp. 0–39, 2022, doi: 10.1016/j.enbenv.2022.09.005.
- [9] B. Kozielska, A. Mainka, M. Żak, D. Kaleta, and W. Mucha, "Indoor air quality in residential buildings in Upper Silesia, Poland," *Build. Environ.*, vol. 177, no. 2, pp. 23–26, 2020, doi: 10.1016/j.buildenv.2020.106914.
- [10] H. Hermawan, "Studi lapangan variabel iklim rumah vernakular pantai dan gunung dalam menciptakan kenyamanan termal adaptif," *J. Arsit. Zo.*, vol. 1, no. 2, p. 96, 2018, doi: 10.17509/jaz.v1i2.12467.
- [11] A. D. D. Prasetya, H. Hermawan, A. S. Hendriani, N. Faqih, and A. N. Arrizqi, "Kondisi Termal Pada Rumah Modern Di Daerah Dingin (Studi Kasus Rumah Tinggal Di Kejajar, Wonosobo)," *J. Ilm. Arsit.*, vol. 12, no. 1, pp. 29–36, 2022, doi: 10.32699/jiars.v12i1.2808.
- [12] A. Ratnasari and I. S. Asharhani, "Aspek Kualitas Udara, Kenyamanan Termal Dan Ventilasi Sebagai Acuan Adaptasi Huniar
- [13] A. Sasmito, A. S. Praja, L. F. Muzayanah, and R. S. Sri Sudewi, "Pengaruh Deklinasi Matahari terhadap parameter cuaca wilayah malang dan sekitarnya," *Indones. J. Appl. Phys.*, vol. 11, no. 2, p. 164, 2021, doi: 10.13057/ijap.v11i2.44607.
- [14] H. Hermawan and J. Švajlenka, "The connection between architectural elements and adaptive thermal comfort of tropical vernacular houses in mountain and beach locations," *Energies*, vol. 14, no. 21, 2021, doi: 10.3390/en14217427.
- [15] H. Hermawan, E. Prianto, and E. Setyowati, "Analisa Perbandingan Suhu Permukaan Dinding Rumah Vernakular Pantai Dan Gunung," *J. Arsit. ARCADE*, vol. 2, no. 3, p. 149, 2018, doi: 10.31848/arcade.v2i3.77.