

Lantai Panggung untuk Efisiensi Energi pada Rumah Deret di Tropis Lembap

Mufidah¹, Farida Murti², Khilda Elzim Khosyati³,
Camelia Putri Agustin⁴, Aiko Rainaning Putri Ainur Rofiq⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya 60118, Indonesia

ARTICLE INFO

Article History:

Received: December 19, 2022

Received in revised form: May 25, 2023

Accepted on: May 24, 2023

Available Online: June 2023

Keywords: *stilt floor, row house, energy efficiency, humid tropics (lantai panggung, rumah deret, efisiensi energi, tropis lembap)*

Corresponding Author:

Mufidah

Program Studi Arsitektur,
Fakultas Teknik, Universitas
17 Agustus 1945 Surabaya
mufidah@untag-sby.ac.id
ORCID ID: 0000-0002-8611-2964

ABSTRACT

The application of stilt floors in row houses can increase the flow of wind under the pit. This study uses the literature review method to map research on the performance of stilt floors, study energy efficiency in row houses, and study the research gap that connects stilt floors, row houses, and energy efficiency. Materials for research are papers from the last ten years. To analyze research gaps using VOSViewer software, while analyzing research variables that have been used by researchers using Atlas.ti software. The results of the study indicate that more measurable research on building performance is still needed regarding the application of stilt floors to help energy efficiency. Energy efficiency in row houses is difficult to obtain due to limited land and the arrangement of row houses.

Penerapan lantai panggung pada rumah deret dapat memperbanyak aliran angin di bawah kolong. Penelitian ini menggunakan metode *literature review* untuk memetakan penelitian tentang kinerja bangunan berlantai panggung, mempelajari efisiensi energi pada rumah deret, dan mempelajari *gap* penelitian yang menghubungkan antara lantai panggung, rumah deret dan efisiensi energi. Bahan untuk penelitian adalah paper sepuluh tahun terakhir. Untuk menganalisis gap penelitian menggunakan *software* VOSViewer, sedangkan untuk menganalisis variabel penelitian yang sudah digunakan oleh para peneliti menggunakan *software* Atlas.ti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masih diperlukan penelitian kinerja bangunan yang lebih terukur tentang penerapan lantai panggung untuk membantu efisiensi energi. Efisiensi energi pada rumah deret sulit didapatkan karena keterbatasan lahan dan pola susunan rumah deret.

1. Pendahuluan

Rumah panggung merupakan model bangunan dengan lantai pertama melayang di permukaan tanah. Model ini banyak digunakan pada rumah tradisional (Fitri et al., 2016; Guo, 2015; Sato, 2014). Rumah panggung di daratan bertujuan untuk mengamankan penghuni dari serangan hewan buas, melindungi dari banjir, mengurangi kelembapan udara serta memperbesar aliran angin yang melintas di bawah kolong bangunan (Ara & Rashid, 2018; Biswas et al., 2015; Naing, 2021; Pebriyanti, 2016). Kolong rumah panggung di daratan dimanfaatkan untuk beraktifitas, memelihara hewan, serta menyimpan barang. Tinggi kolong rumah panggung untuk beraktifitas dan memelihara hewan dapat

mencapai tiga meter (Angkasa, 2017). Rumah panggung di daerah tertentu memiliki kolong yang tidak terlalu tinggi, sehingga tidak bisa digunakan untuk beraktifitas.

Berbagai penelitian mengenai rumah panggung menunjukkan hal positif terkait pengkondisian ruang di dalam bangunan. Kolong lantai panggung berfungsi untuk mengurangi kelembapan udara (Amri & Syukur, 2014). Apabila terdapat tangga vertikal di tengah bangunan, lubang tersebut dapat menciptakan aliran angin di bawah bangunan serta menambah pencahayaan ke dalam bangunan (Soni et al., 2021). Penghuni rumah tradisional memiliki tingkat beradaptasi lebih baik dibandingkan penghuni perkotaan, dengan menggunakan penghawaan alami (Jin & Zhang, 2021). Pada saat yang sama, kelembapan di rumah dapat mencapai tingkat yang memuaskan dalam waktu 24 jam, kecuali pada pagi hari.

Keberadaan lantai panggung dapat diterapkan untuk memperbaiki kinerja fisik rumah deret. Tipologi susunan rumah deret yang berhimpit dengan unit sebelahnya, menyebabkan kinerja bangunan rendah (Wright & Venskunas, 2022). Dengan tatanan berhimpit maka rumah deret hanya memiliki fasad depan dan atap saja yang berhubungan dengan lingkungan luar. Ventilasi dan pencahayaan pada rumah deret terbatas pada fasad depan rumah deret dan atap saja. Dengan mengangkat lantai bangunan, diharapkan dapat menambah penghawaan dan pencahayaan alami dari bagian bawah bangunan. Rumah tropis Nusantara kontemporer sebaiknya memiliki kekhasan prinsip dengan tampilan kontemporer (Nugroho, 2019).

Bangunan vernakular dapat diterapkan pada bangunan modern dengan olahan desain dan konstruksi yang mendukung (Suprayitno, 2018). Penerapan prinsip bangunan panggung di lahan sempit perkotaan dapat melindungi dari banjir, memaksimalkan pandangan, memperluas ventilasi, estetika, menerapkan prinsip keberlanjutan, sehingga meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental (Angkasa, 2017). Rumah ini menawarkan taman bermain, parkir, dan tanaman hijau terbuka. Kolong panggung dapat digunakan sebagai area terbuka dan parkir kendaraan (Alfiah & Said, 2018). Keberadaan ruang luar yang nyaman di bawah lantai panggung bahkan dapat mengurangi penggunaan energi listrik di dalam bangunan (Yuxue et al., 2017). Penelitian ini bertujuan untuk menyusun peta penelitian tentang lantai panggung, rumah deret dan efisiensi energi sebagai dasar untuk mendapatkan *novelty* bagi penelitian lanjutannya.

2. Bahan dan Metode

Metode penelitian ini adalah *literature review* untuk mendapatkan hubungan antara lantai panggung, rumah deret dan efisiensi energi. Tahap pertama menyusun peta penelitian mengenai lantai panggung dalam memperbaiki kinerja bangunan. Tahap kedua mengkaji efisiensi energi pada rumah deret, dan ketiga mencari hubungan atau peta penelitian lantai panggung pada rumah deret.

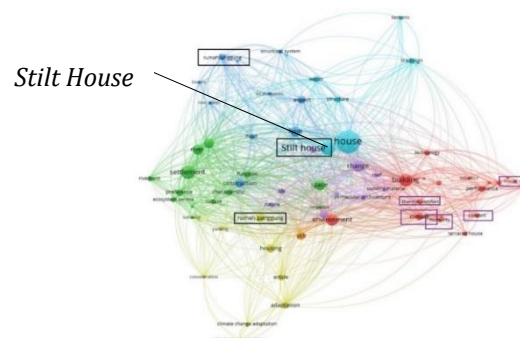
Data yang digunakan adalah artikel jurnal penelitian sepuluh tahun terakhir. Artikel jurnal dikumpulkan menggunakan aplikasi *Publish or Perish* dengan kata kunci rumah panggung, kinerja bangunan, *stilt house*, dan *building performance* sebagai

kelompok satu. Sedangkan kata kunci rumah deret, kinerja bangunan, *row house*, dan *building performance* sebagai kelompok dua. Artikel yang terkumpul sebanyak 100 artikel, selanjutnya dipilah agar sesuai topik penelitian, dan dimasukkan kelompok satu dan dua. Pemilahan artikel menggunakan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis*). Dari identifikasi judul paper, didapatkan 76 artikel yang sesuai dengan topik; 60 artikel di kelompok satu dan 16 artikel di kelompok dua. Penyaringan dilakukan dengan dengan membaca abstrak, sehingga didapatkan 46 artikel di kelompok satu dan 12 artikel di kelompok dua. Dari kelompok paper tersebut dianalisis menggunakan *software* VOSViewer sehingga diketahui hubungan atau pemetaan penelitian antara rumah panggung, kinerja bangunan dan rumah deret, dan diketahui artikel mana saja yang menganalisis kinerja bangunan pada rumah panggung. Analisis berikutnya menggunakan Atlas.ti 9 untuk mengetahui kinerja bangunan apa saja yang sudah diteliti. Penelitian ini menggunakan *software* Atlas-Ti 9 yang mampu menganalisis *full text*. Dari analisis ini dapat diketahui efisiensi energi akibat peningkatan kenyamanan termal dan visual (pencahayaan) di rumah deret. Bahan yang digunakan adalah artikel di kelompok kedua. Pada tahap ketiga dilakukan analisis kritis yang menggabungkan hasil analisis kelompok pertama dan kelompok kedua.

3. Hasil dan Diskusi

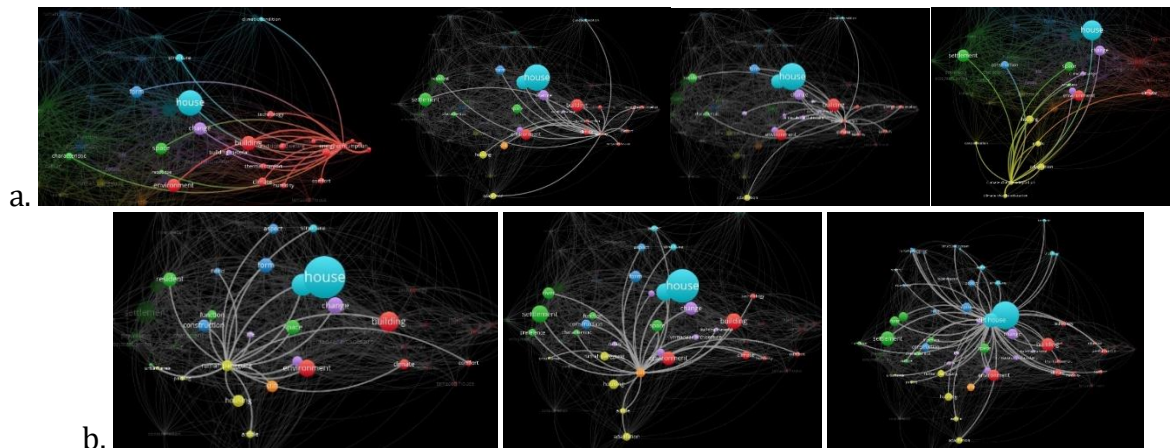
3.1. Review Penelitian Lantai Panggung untuk Kinerja Bangunan

Rumah panggung mempunyai adaptasi cukup tinggi terhadap iklim dan lingkungan sekitar (Jin & Zhang, 2021). Namun saat ini rumah panggung banyak ditinggalkan dengan mengubah fungsi kolong menjadi ruangan tertutup (B. Wicaksono et al., 2019). Hasil analisis menggunakan *software* VOSViewer pada Gambar 1 menghasilkan jejaring yang menunjukkan bahwa penelitian *stilt house* dan rumah panggung sudah banyak dilakukan (kotak warna putih). Penelitian yang berhubungan dengan kinerja bangunan seperti *thermal comfort*, *climate*, *humidity*, *comfort* dan *energy use* masih sedikit (dimensi lingkaran berukuran kecil). Hasil ini menunjukkan bahwa masih diperlukan penelitian lebih lanjut tentang rumah panggung dengan lebih menfokuskan pada kinerja termal bangunan.



Gambar 1. Hasil *Network Visualisation* menggunakan *software* VOSViewer
(Sumber: Analisis Peneliti)

Gambar 2a menunjukkan hasil analisis pada kata yang berhubungan dengan kinerja bangunan dan rumah panggung. Kata “*consumption*” dan “*climate change adaptation*”, berhubungan dengan “*house*”, sedangkan kata “*humidity*” dan “*thermal comfort*” menggunakan “*house*” dan “*stilt house*”. Hasil analisis menunjukkan bahwa penelitian yang berhubungan dengan kinerja bangunan pada “*stilt house*” masih sangat sedikit (dimensi lingkaran sangat kecil).



Gambar 2. (a) *Network Visualisation* tentang Kinerja Bangunan dan (b) *Network Visualisation* tentang Rumah Panggung menggunakan *Software VosViewer*
(Sumber: Analisis Peneliti)

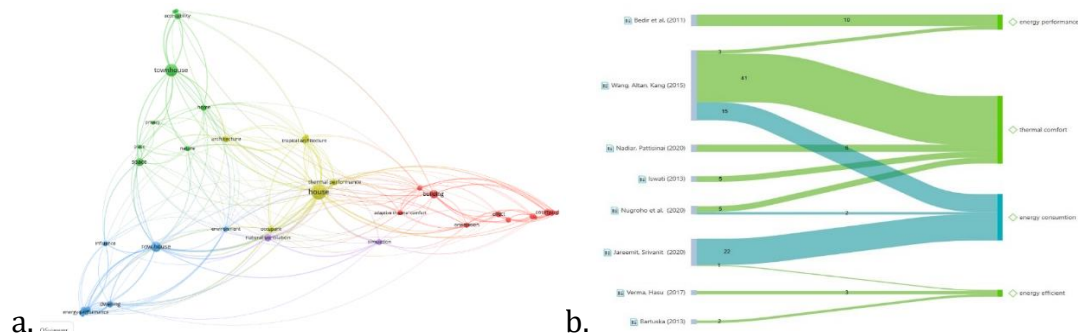
Gambar 2b merupakan jejaring dari kata “*stilt house*”, “*stilt*” dan “rumah panggung”. Jejaring tersebut mempertegas temuan bahwa sudah ada penelitian tentang rumah panggung dan kinerja bangunan, namun jumlahnya masih sedikit. Permasalahan kecocokan desain rumah panggung untuk lingkungan kota saat ini sangat diperlukan. Banyak rumah panggung yang menutup rongga kolong dengan material dinding. Pembangunan rumah panggung memerlukan biaya lebih banyak, namun biaya operasionalnya dapat lebih murah. Jika bangunan mampu menghasilkan kenyamanan termal dan visual alami, maka penggunaan energi listrik berkurang sehingga biaya operasional lebih murah. Diperlukan penelitian lanjut untuk menghitung efisiensi energi dari rumah panggung. Beberapa penelitian menjelaskan manfaat rumah panggung di perkotaan, antara lain untuk kegiatan di luar ruangan, taman, area parkir, utilitas, dan resapan air (Angkasa, 2017; Angkasa & Anwar, 2019).

3.2. Efisiensi Energi pada Rumah Deret

Peningkatan penggunaan energi berbanding lurus dengan semakin tingginya pemanasan di permukaan bumi (Djalante, 2019; IPCC, 2019). Dampaknya adalah pada semakin tingginya permukaan air laut sehingga sering terjadi banjir, polusi udara, pemanasan lingkungan bangunan, dan bencana alam lainnya. Penggunaan energi terbesar berasal dari rumah tinggal (Indonesia, 2019), yakni untuk tata udara sebesar 45–70% dan untuk pencahayaan sebesar 10–20% (Ariestadi et al., 2014). Oleh karena itu dibutuhkan strategi desain bangunan yang dapat menurunkan kebutuhan energi listrik dan biaya

operasional bangunan. Kebutuhan tata udara dan pencahayaan alami dapat terpenuhi dengan pendekatan desain adaptif, yaitu pendekatan desain bangunan dengan mengoptimalkan iklim setempat. Di daerah tropis lembap suhu udara dan kelembapan udara cenderung tinggi dan kecepatan angin rendah. Desain bangunan harus dapat menghalau termal agar tidak banyak masuk ke bangunan, menurunkan kelembapan, dan menarik angin melintas ke dalam bangunan. Hal itu dapat dilakukan dengan cara memperbesar aliran angin di dalam bangunan dan memasukkan cahaya matahari ke dalam bangunan. Strategi pendinginan pasif dapat dioptimalkan dengan mengolah elemen arsitektural bangunan / desain pasif (Dewi et al., 2018; Dewi & Bakhtiar, 2017).

Strategi desain dengan memanfaatkan potensi iklim relatif sulit diterapkan pada rumah deret. Rumah deret merupakan model hunian yang disusun berderet dengan unit tetangga yang banyak ditemukan di kota besar. Sayangnya rumah deret kurang maksimal dalam memasukkan pencahayaan alami dan angin ke dalam bangunan, karena bagian yang terhubung dengan ruang luar hanya pada fasad depan dan atap bangunan (Iswati, 2013a). Penelitian tentang kinerja fisik pada rumah deret menunjukkan hasil lebih panas dibandingkan rumah berdiri sendiri, sehingga diperlukan lubang-lubang ventilasi (Wright & Venskunas, 2022). Penghuni menggunakan energi buatan (listrik) untuk memenuhi kenyamanan pencahayaan dan termal sehingga menyebabkan pemborosan energi dan biaya.



Gambar 3. (a) *Network Visualisation* tentang *Row House* menggunakan *Software VOSViewer* dan (b) peta dokumen penelitian yang menghubungkan kenyamanan termal dan energi dengan *software Atlas.ti 9*
(Sumber: Analisis Peneliti)

Gambar 3a menunjukkan jejaring penelitian yang menghubungkan “row house” dan “energy” serta kinerja termal bangunan. Dalam analisis tersebut nampak bahwa sudah ada penelitian yang menghubungkan *row house* dengan *energy performance*, walaupun lingkarannya lebih kecil daripada penelitian yang menghubungkan *house* dengan *thermal performance*, dan *natural ventilation* terkait kinerja bangunan, sehingga penelitian tentang rumah deret yang berhubungan dengan efisiensi energi masih diperlukan. Tahap berikutnya dilakukan analisis menggunakan *software Atlas.ti 9*, dengan kata “energi”, “objek” yang dipakai dalam penelitian serta “topik” yang menjadi permasalahan utama dalam penelitian tersebut. Gambar 3b menunjukkan komposisi penelitian dengan topik kajian energi dan kenyamanan termal. Sebagian besar penelitian

berfokus pada upaya meningkatkan efisiensi energi menggunakan desain pasif. Tabel 1 merupakan luaran dari *software* Atlas.ti 9, yang menguraikan kajian energi tersebut pada “objek” apa dan “topik” apa. Objek arsitektur yang digunakan merupakan rumah tinggal di kota, dengan istilah yang berbeda-beda namun termasuk dalam *landed house*.

Tabel 1. Uraian Artikel Jurnal Penelitian Berdasarkan Objek dan Topik

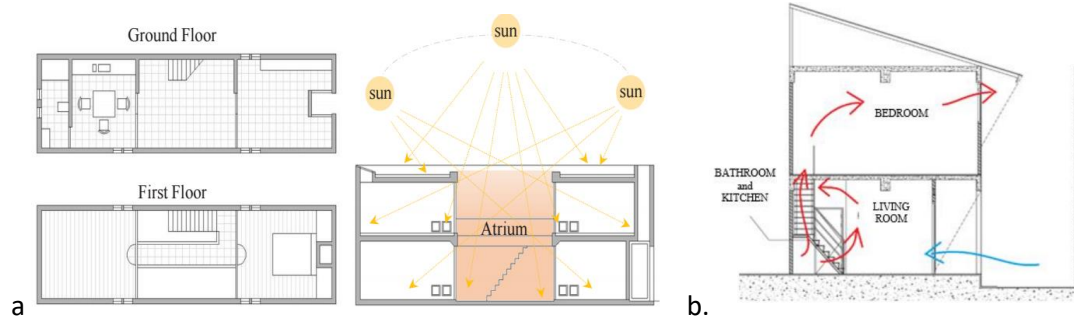
NO	PENULIS	JUDUL	SUMBER	OBJEK	TOPIK
1	(Bartuska, 2013)	<i>The evolution of the townhouse and its role in creating sustainable communities</i>	<i>International Journal of Design and Nature and Ecodynamics</i>	Townhouse	<i>Useful and sustainable design paradigm</i>
2	(Bedir & Harputlugil, 2011)	<i>Simulating Occupant Behaviour and Energy Performance of Dwellings: A Sensitivity Analysis of Presence Patterns in different Dwelling Types BEP-tr Version-2 Development Project by Turkish Ministry of Environment and Urbanisation View project SIMULATING O</i>	<i>Proceedings CISBAT, Lausanne, Switzerland</i>	Row house, Corner/Semi-detached, Free standing, and Flat	<i>Occupant behaviour and energy performance</i>
3	(Iswati, 2013b)	<i>Simulation of Natural Ventilation for "the two faces" House, the middle of row House, and the "the end of L intersection" house in Ambarukmo Rege</i>	<i>4 th International Conference on Sustainable Environment and Architecture 2013</i>	'hook' houses, 'tusuk sate' houses, and the middle row houses.	<i>Natural ventilation,</i>
4	(D. Jareemit & Srivanit, 2020)	<i>Sensitivity Analysis of Designs of Row House Planning Influencing on Local Microclimate and Building's Cooling Energy Consumption in A Tropical City</i>	<i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i>	Row House Planning	<i>Local Microclimate and Building's Cooling Energy Consumption</i>
5	(Nadiar & Pattisina, 2020)	<i>Modern Tropical House: Elevating Traditional Tropical House on Thermal Building Performance Due to Environmental Issue</i>	<i>Journal of Physics: Conference Series</i>	Modern Tropical House	<i>Thermal Building Performance</i>
6	(Nugroho et al., 2020)	<i>Courtyard as Tropical Hot Humid Passive Design Strategy: Case Study of Indonesian Contemporary Boarding Houses in Surabaya Indonesia</i>	<i>Journal of Design and Built Environment</i>	Contemporary Boarding Houses	<i>Courtyard as Tropical Hot Humid Passive Design Strategy</i>
7	(Alexander et al., 2015)	<i>Analisis Kebutuhan Konsumen Dan Rekomendasi Perancangan Perumahan dengan Luas Bangunan 36 - 70 M2</i>	<i>Jurnal Dimensi Utama Teknik Sipil</i>	Perumahan	<i>Kebutuhan konsumen dan rekomendasi desain</i>
8	(Verma & Hasu, 2017)	<i>A Townhouse for Life</i>	<i>Journal Architectural Research in Finland</i>	A Townhouse	<i>Energy Efficient Townhouse (EET).</i>
9	(Wang et al., 2015)	<i>Parametric study on the performance of green residential buildings in China</i>	<i>Journal Frontiers of Architectural Research</i>	Residential buildings	<i>Parametric study</i>
10	(R. Wicaksono et al., 2021)	<i>Rumah Deret Dan Kriteria Berkelanjutan Di Kota Surakarta</i>	<i>Jurnal Desa - Kota</i>	Rumah deret	<i>Prinsip-prinsip keberlanjutan.</i>
11	(Zuraida & Latiefa, 2013)	<i>Pengaruh Pola Penataan Ruang Rumah Deret Terhadap Pengoptimalan Angin</i>	<i>Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT) 2013</i>	Rumah deret	<i>Pola penataan ruang</i>
12	(Zuraida, 2015)	<i>Influence Of Pattern Spatial The Row House Againsts Pattern</i>	<i>Jurnal Light</i>	Row house	<i>Pattern spatial</i>

(Sumber: analisis peneliti, 2022)

3.3. Penerapan Lantai Panggung pada Rumah Deret untuk Efisiensi energi

Diskusi pada bagian awal menyimpulkan bahwa “lantai panggung dapat memperbaiki kinerja bangunan” sedangkan “rumah deret tidak efisien dalam penggunaan energi listrik, karena kenyamanan fisik sulit didapatkan secara alami”. Pembahasan pada tahap kedua menunjukkan bahwa kenyamanan fisik pada rumah deret sulit dipenuhi (Wright & Venskunas, 2022). Fasad rumah deret cenderung sempit, sedangkan bagian atap cenderung mendapatkan radiasi matahari, sehingga lebih panas

dan lebih optimal direncanakan sebagai arah keluarnya angin (*outlet*). Untuk memperbesar aliran angin pada rumah deret, dengan mengalirkan angin dari bawah lantai ke sumur cahaya atau atrium bangunan (Leng et al., 2021; Sher et al., 2019).



Gambar 3. Sumur cahaya untuk distribusi pencahayaan bangunan bertingkat (a) dan ilustrasi aliran angin dari fasad, lantai dasar dan void tangga (b)
(Sumber: Sher et al., 2019 dan Daranee Jareemit & Canyookt, 2021)

Penerapan lubang inlet pada rumah deret akan lebih optimal jika sekaligus berfungsi sebagai lubang tangga, mengingat luasan lantai rumah deret tidak terlalu besar. Dampak positif lainnya dari penerapan lantai panggung dan lubang void tangga adalah menambahkan pencahayaan alami ke dalam bangunan. Ruang pada rumah deret yang berhimpit dengan dinding tetangga, seringkali sulit mendapatkan pencahayaan alami. Gambar 5a menunjukkan penerapan lubang void atau atrium pada rumah deret, sehingga cahaya dapat masuk dari atap ke dalam bangunan di lantai dasar (Sher et al., 2019).

Keberadaan sumur cahaya atau void dapat digunakan untuk jalur sirkulasi angin di dalam bangunan. Gambar 5b menunjukkan bahwa untuk menurunkan pemanasan dalam rumah deret dilakukan dengan merencanakan orientasi massa bangunan, bentuk geometri dan rasio jendela terhadap dinding (Daranee Jareemit & Canyookt, 2021). Semakin kecil rasio jendela terhadap dinding, maka pemanasan dalam bangunan juga menurun. Padahal jendela pada fasad depan ini berpotensi untuk digunakan sebagai *inlet* ventilasi. Oleh karena itu perlu dikembangkan penelitian tentang kenyamanan termal pada rumah deret dengan teknik memasukkan angin yang naik dari bawah bangunan ke atap. Kombinasi antara kolong, void, dan *outlet* ventilasi, merupakan alternatif solusi agar tercapai kenyamanan fisik pada rumah deret. Untuk itu penelitian mengenai simulasi penerapan ketiga elemen bangunan dengan menggunakan *software* kinerja bangunan, masih sangat diperlukan agar diperoleh komposisi yang paling optimal.

4. Simpulan

Sebagian besar penelitian kinerja fisik bangunan rumah panggung menyatakan bahwa rumah panggung cukup adaptif terhadap iklim dan lingkungannya. Sebaliknya penelitian tentang rumah deret menyatakan sulit mendapatkan kenyamanan fisik, padahal rumah deret merupakan salah satu model hunian kota yang hemat lahan. Penerapan lantai panggung pada rumah deret merupakan suatu upaya untuk memperbaiki kinerja fisik dalam bangunan, sehingga harapannya akan tercapai efisiensi

energi dari pengurangan penggunaan listrik. Berdasarkan analisis menggunakan VOSviewer, diketahui bahwa belum banyak penelitian yang menggabungkan kedua model bangunan tersebut. Peluang penelitian dengan topik tersebut masih terbuka. Penerapan desain lantai panggung pada rumah deret harus diperhitungkan secara optimal, karena luas bangunan rumah deret cenderung sempit. Desain rumah panggung di perkotaan dapat memperbaiki kinerja fisik bangunan. Penggunaan lantai panggung berpotensi meningkatkan kenyamanan fisik dalam bangunan akan tercapai.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM dan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya atas dukungan pendanaan melalui Hibah Perguruan Tinggi Reguler tahun 2022.

Daftar Pustaka

- Alexander, A., Wahjudi, D., & Budiman, J. (2015). Analisis Kebutuhan Konsumen Dan Rekomendasi Perancangan Perumahan Dengan Luas Bangunan 36 - 70 M². *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 2(1). <https://doi.org/10.9744/duts.2.1.8-15>
- Alfiah, & Said, R. (2018). RUMAH PANGGUNG Rumah Panggung sebagai Alternatif Pemecahan terhadap Bencana Banjir, Lahan Parkir, Area Bermain dan Bersosialisasi. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 5(1), 74–84. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/nucturenature/article/view/4405>
- Amri, S. B., & Syukur, L. O. A. (2014). Analisis Aliran Angin Pada Kolong Rumah Panggung. *Seminar Nasional, Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal*. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/snt2bkl/article/view/5273>
- Angkasa, Z. (2017). Penerapan Konsep Arsitektur Rumah Panggung di Lingkungan Perkotaan. *Jurnal Arsir*, 1(2), 175–183. <https://doi.org/10.32502/arsir.v1i2.880>
- Angkasa, Z., & Anwar, W. F. F. (2019). Adaptasi Arsitektural Rumah Panggung di Palembang. *Arsir*, 3(2).
- Ara, D. R., & Rashid, M. (2018). An Ethnic House Form at the Western Margins of Southeast Asia: The Elusive South Asian Stilt Architecture of the Chittagong Hill Tracts. *Asia Pacific Journal of Anthropology*, 19(1), 35–54. <https://doi.org/10.1080/14442213.2017.1400091>
- Ariestadi, D., Alfianto, I., & Sulton, M. (2014). Kriteria Kinerja Energi Untuk Kenyamanan Termal Pada Bangunan Fasilitas Pendidikan Tinggi Di Indonesia: Analisis dengan Metode Important Performance Analysis. In *RUAS Universitas Brawijaya* (Vol. 12, Issue 1).
- Aynsley, R. M. (1977). *Architectural Aerodynamics*. Applied Science Publishers.
- Bartuska, T. J. (2013). The evolution of the townhouse and its role in creating sustainable communities. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 8(4), 300–310. <https://doi.org/10.2495/DNE-V8-N4-300-310>
- Bedir, M., & Harputlugil, ; G Ulukavak. (2011). Simulating Occupant Behaviour and Energy Performance of Dwellings: A Simulating Occupant Behaviour And Energy Performance Of Dwellings: A Sensitivity Analysis Of Presence Patterns In Different Dwelling Types. *Proceedings CISBAT 2011, Lausanne, Awitzerland*. <https://www.researchgate.net/publication/236256664>
- Biswas, S., Hasan, M. A., & Islam, M. S. (2015). Stilt Housing Technology for Flood Disaster

- Reduction in the Rural Areas of Bangladesh. *International Journal of Research in Civil Engineering, Architecture & Design*, 3(1). www.iaster.com
- Dewi, C. P., & Bakhtiar, D. A. (2017). Efektifitas Kinerja Double Skin Fasade-Green Wall Terhadap Efisiensi Energi Pendinginan Bangunan. In *RUAS Universitas Brawijaya* (Vol. 15, Issue 2).
- Dewi, C. P., Utomo, J. B., & Choerotin, D. I. (2018). Optimalisasi Kinerja Solar Shading Sebagai Usaha Menurunkan Solar Gain pada Bangunan. *RUAS Universitas Brawijaya*, 16.
- Djalante, R. (2019). Key Assessments From The IPCC Special Report on Global Warming Of 1.5 °C And The Implications For The Sendai Framework For Disaster Risk Reduction. *Progress in Disaster Science*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.PDISAS.2019.100001>
- Fitri, M., Triyadi, S., & Harun, I. B. (2016). Understanding Resident's Preferences For More Sustainable Housing Development In Riparian Musi, Palembang. *Fourth International Conference on Sustainable Built Environment*.
- Guo, C. (2015). *Sustaining The Traditional Stilt House of Tujia Ethnicity in Southeast Chongqing, China*. The University of Queensland, School of Architecture.
- Indonesia. (2019). *PLN Statistic 2019* (Vol. 1). <https://web.pln.co.id/stakeholder/laporan-statistik>
- IPCC. (2019). Global warming of 1,5oC. In *Intergovermental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/291285a0>
- Iswati, T. Y. (2013a). Simulation of Natural Ventilation for "the two faces" House, the middle of row House, and the "the end of L intersection" house in Ambarukmo Rege. *4 Th International Conference on Sustainable Environment and Architecture 2013*.
- Iswati, T. Y. (2013b). Simulation of Natural Ventilation for "the two faces" House, the middle of row House, and the "the end of L intersection" house in Ambarukmo Regency I Yogyakarta. *4 Th International Conference on Sustainable Environment and Architecture 2013 C-07 Abstract Reference Number*.
- Jareemit, D., & Srivanit, M. (2020). Sensitivity Analysis of Designs of Row House Planning Influencing on Local Microclimate and Building's Cooling Energy Consumption in A Tropical City. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 910(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/910/1/012022>
- Jareemit, Daranee, & Canyookt, P. (2021). Residential cluster design and potential improvement for maximum energy performance and outdoor thermal comfort on a hot summer in Thailand. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 16(2), 592–603. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctaa091>
- Jin, Y., & Zhang, N. (2021). Comprehensive Assessment of Thermal Comfort and Indoor Environment of Traditional Historic Stilt House, a case of Dong Minority Dwelling, China. *Sustainability (Switzerland)*, 13(17), 9966. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/17/9966/htm>
- Leng, P. C., Hoh Teck Ling, G., Ahmad, M. H., Ossen, D. R., Aminudin, E., Chan, W. H., & Tawasil, D. N. (2021). Thermal performance of single-story air-welled terraced house in malaysia: A field measurement approach. *Sustainability (Switzerland)*, 13(1), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13010201>
- Nadiar, F., & Pattisnai, A. R. (2020). Modern Tropical House: Elevating Traditional Tropical House on Thermal Building Performance Due to Environmental Issue. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/4/042023>

- Naing, N. (2021). Floating House Tectonics On Lake Tempe: Between Tradition And Resilience. *Architecture & Environment*, 20(2), 95–112.
- Nugroho, A. M. (2019). Tropical Nusantara's Contemporary House for Liveable Environment. *MATEC Web of Conferences*, 280, 03021. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201928003021>
- Nugroho, A. M., Citraningrum, A., Iyati, W., & Ahmad, H. (2020). Courtyard as Tropical Hot Humid Passive Design Strategy: Case Study of Indonesian Contemporary Boarding Houses in Surabaya Indonesia. *Journal of Design and Built Environment*, 20(2), 1–12.
- Pebriyanti, N. L. P. E. (2016). Adaptation Loloan Area Stilt House Design and Construction as Flood Prevention and Mitigation. *Procedia - ICCADE201500*.
- Sato, K. (2014). Menghuni Lumbung: Beberapa Pertimbangan Mengenai Asal-Usul Konstruksi Rumah Panggung di Kepulauan Pasifik. *Antropologi Indonesia*, 0(49). <https://doi.org/10.7454/ai.v0i49.3291>
- Sher, F., Kawai, A., Güleç, F., & Sadiq, H. (2019). Sustainable energy saving alternatives in small buildings. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 32, 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.02.003>
- Soni, P., Fetty, B., Salsabila, P., & Rahma, H. (2021). Natural Daylighting Performance at Stilt House in Jambi City. *Journal of Applied Science and Engineering*, 25(1), 223–229. [https://doi.org/10.6180/JASE.202202_25\(1\).0023](https://doi.org/10.6180/JASE.202202_25(1).0023)
- Standar Nasional Indonesia, B. S. N. (2001). SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung. *SNI 03-6575-2001 Tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung*, 1–32.
- Suprayitno. (2018). Konsep Arsitektur Tropis pada Rumah Panggung eks Kesultanan Deli. *Journal of Architecture and Urbanism Research*, 1(2), 1–9. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jaur>
- Verma, I., & Hasu, E. (2017). A Townhouse for Life. *Architectural Research in Finland*, 1(1).
- Wang, X., Altan, H., & Kang, J. (2015). Parametric study on the performance of green residential buildings in China. *Frontiers of Architectural Research*, 4(1), 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2014.06.007>
- Wicaksono, B., Siswanto, A., Kusdiwanggo, S., & Anwar, W. F. F. (2019). Functional Changes of Under Stilt House as an Effort of Adaptation and Adjustment in Settlement. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 3543–3551. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A2684.109119>
- Wicaksono, R., Hardiana, A., & Mukaromah, H. (2021). Rumah Deret Dan Kriteria Berkelanjutan Di Kota Surakarta. *Desa - Kota*, 3, 92–102. <http://jurnal.uns.ac.id/jdk>
- Wright, A., & Venskunas, E. (2022). Effects of Future Climate Change and Adaptation Measures on Summer Comfort of Modern Homes across the Regions of the UK. *Energies*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/en15020512>
- Yuxue, Z., Kondo, K., Chutchaipolrut, A., Arampongpan, S., & Kikusawa, I. (2017). Influence of Favorite Place in House—Outdoor or Indoor—On Energy Consumption and Happiness in Rural Thailand. *Sustainability*, 9(8), 1350. <https://doi.org/10.3390/SU9081350>
- Zuraida. (2015). Influence Of Pattern Spatial The Row House Againsts Pattern Circulation Space And The Arrangement Of Furniture. *Light*, 8(2).
- Zuraida, & Latiefa, U. (2013). Pengaruh Pola Penataan Ruang Rumah Deret Terhadap Pengoptimalan. *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)*.