Jurnal Arsitektur Zonasi

p-ISSN 2621-1610
e-ISSN 2620-9934

http://ejournal.upi.edu/index.php/jaz - e-mail: jurnal_zonasi@upi.edu
doi.org/10.17509/jaz.v4i3.37202

KEARIFAN TROPIS PADA RUMAH TRADISIONAL MADURA STUDI KASUS RUMAH BANGSAL BUDAGGAN

Article History:
First draft received:
31 Juli 2020
Revised:
5 September 2021
Accepted:
17 September 2021

First online:
1 November 2021

Final proof received:
Print:
29 Oktober 2021

Online
1 November 2021

Jurnal Arsitektur ***ZONASI*** *is indexed and listed in several databases:*
SINTA 4 (Arjuna)
GARUDA (Garda Rujukan Digital)
Google Scholar
Dimensions
oneSearch
BASE

Member:
Crossref
RJI
APTARI
FJA (Forum Jurna Arsitektur)
IAI
AJPKM

Agung Murti Nugroho
Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
Jl. MT Haryono No 167 Malang
Email: agungmurti@ub.ac.id

Abstract: *Tropical architecture is a responsive design to the hot and humid tropical climate through natural shading, cold and cooling strategies, and it is commonly founded in traditional buildings. The purpose of this paper is to evaluate the tropical wisdom design of the traditional Madurese houses to formulate passive design knowledge with visual observation techniques and measurement of the thermal environment. Visual observation method is used to find the level of suitability of climate response design. The measurement technique of air temperature and humidity are used to evaluate the thermal environmental comfort in the case study of the Bangsal Budaggan House, Pamekasan, Madura. The result of tropical wisdom design elements that exist in the appropriate Bangsal Budaggan house are the orientation of the building mass and openings; placement and form of single residential space without insulation; number, size and type of windows; also roof shape. The residential room has a higher cooling performance than other rooms, which is indicated by the average comfort air temperature; decreasing air temperature and a longer comfortable time span. The development of a climate-responsive design for the Bangsal Budaggan house could be taken by improving the shade, materials, transition spaces, colors and floor elevations.*

Keywords: tropical wisdom, climate responsive design, Bangsal Budaggan House

Abstrak: Arsitektur tropis merupakan desain yang tanggap terhadap iklim tropis yang panas dan lembap melalui strategi peneduhan, pendinginan dan penyejukan alami terutama pada bangunan tradisional. Tujuan makalah ini adalah menemu-kenali kearifan tropis pada Rumah Tradisonal Madura untuk merumuskan pengetahuan desain pasif dengan teknik pengamatan visual dan pengukuran lingkungan termal. Metode observasi visual digunakan untuk menemukan tingkat kesesuaian desain tanggap iklim. Teknik pengukuran suhu dan kelembapan udara di luar dan dalam bangunan untuk mengevaluasi kenyamanan lingkungan termal pada studi kasus Rumah Bangsal Budaggan, Pamekasan, Madura. Hasil kearifan elemen desain tropis yang ada pada Rumah Bangsal Budaggan yang sudah sesuai adalah orientasi masa bangunan dan bukaan; penempatan dan bentuk ruang hunian tunggal tanpa penyekat; jumlah, ukuran dan tipe jendela; ruang atap yang besar. Ruang hunian mempunyai kinerja pendinginan yang lebih tinggi dibanding ruang yang lain ditandai dengan rerata suhu udara nyaman; penurunan suhu udara serta rentang waktu nyaman yang lebih panjang. Pengembangan desain tanggap iklim pada rumah Bangsal Budaggan adalah dengan perbaikan pada apek peneduh, material, ruang transisi, warna serta peninggian lantai.

Kata Kunci: kearifan tropis; desain tanggap iklim; Rumah Bangsal Budaggan

1. Pendahuluan

Iklim di daerah tropis ditandai dengan kondisi panas dan lembap serta intensitas radiasi matahari yang besar. Kondisi tersebut seharusnya tidak dianggap sebagai sebagai permasalahan dalam bertempat tinggal di daerah tropis. Kenyamanan tinggal di daerah tropis dapat dicapai apabila nilai-nilai desain tanggap iklim dapat

Copyright © 2021, **Nugroho**
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

diterapkan secara optimal. Arsitektur tropis merupakan pengetahuan arsitektur yang didasarkan prinsip sains bangunan khususnya di daerah tropis dengan fokus pada elemen tanggap iklim. Tradisi tanggap iklim tropis pada arsitektur vernakular merupakan proses dan teknik uji coba dalam waktu yang panjang. Proses terus menerus dan berkelanjutan tersebut seiring dengan perubahan lingkungan alami dan manusiawinya. Tradisi alih pengetahuan dan budaya bertempat tinggal pada akhirnya mewujud dalam bentuk rumah tradisional. Arsitektur tradisional dan vernakular merupakan sumber pengetahuan yang sepatutnya tidak hanya dijaga kelestariannya tetapi terus dikembangkan sesuai kondisi lingkungan dan perubahan gaya hidup penghuninya. Pengembangan arsitektur tradisional tidak hanya melalui aspek bentuk tetapi juga pada aspek sistem lingkungan alami bangunan (Gou dkk, 2015). Kearifan tanggap iklim tropis merupakan salah satu pengetahuan sistem lingkungan alami bangunan untuk tercapainya kenyamanan alami penghuni.

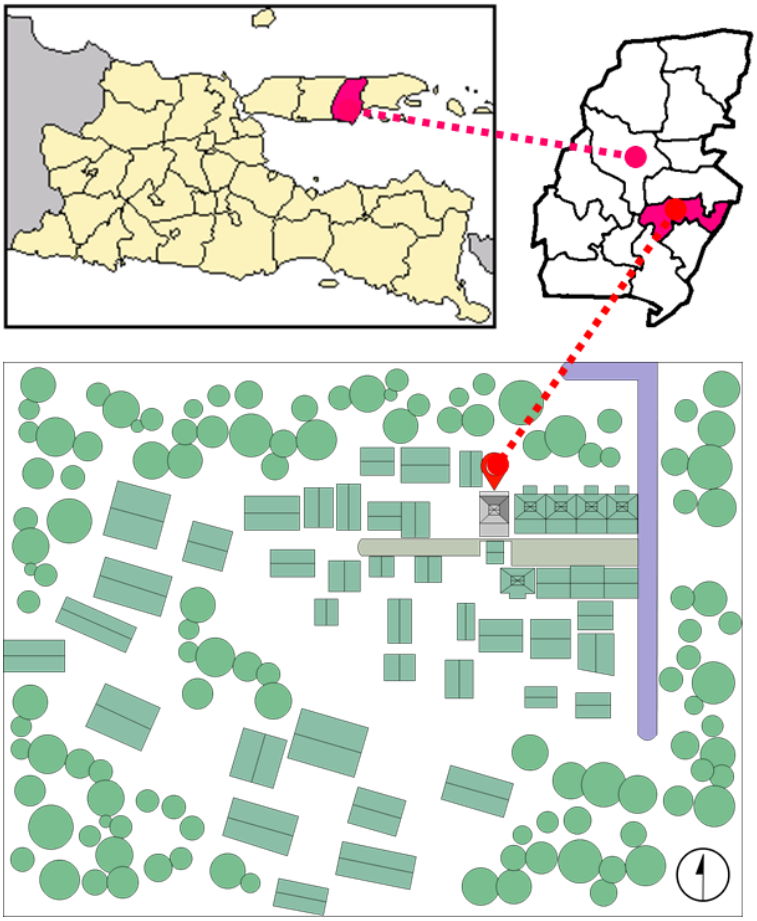
Kajian kearifan tropis pada obyek bangunan tradisional dan vernakular khususnya di daerah beriklim panas dan lembap dilakukan oleh Nguyen dkk (2019), Nugroho (2018), Zhang dkk (2018), dan Zune dkk (2020) dengan beberapa kriteria dan parameter desain tanggap iklim. Kriteria dan parameter desain antara lain: pertama, orientasi dan bentuk bangunan dengan parameter arah hadap ke selatan dan menghindari arah barat dan timur; orientasi bukaan ke arah angin; ruang hunian utama terlindungi. Kedua, elemen peneduh dengan paramater keberadaannya menaungi jendela; lebarnya sesuai ukuran jendela; pohon peneduh di sisi barat. Ketiga, elemen pengondisian alami dengan parameter ruang atap, pemakaian langit-langit atap, ruang tanpa penyekat dinding, penggunaan warna cerah pada selubung bangunan, ketebalan dinding, keberadaan ruang transisi serta teknologi pendinginanan kebumian. Keempat, elemen pengawalembapan dengan parameter material penyerap kelembapan dan perbedaan lantai atau panggung. Kelima, elemen penghawaan alami dengan parameter keberadaan bukaan ventilasi pada setiap sisi bangunan; bukaan ventilasi berukuran lebar; tipe bukaan berkisi atau berpori. Keenam, elemen lainnya dengan parameter ketercukupan pencahayaan alami, konstruksi yang kuat terhadap angin kencang, peninggian lantai untuk penanggulan banjir, kemiringan atap untuk air hujan.

Kearifan tropis yang berupa kriteria dan parameter desain tanggap iklim tersebut membantu secara visual mengenali elemen bangunan yang berpengaruh terhadap kenyamanan tinggal di daerah tropis. Hasil pengamatan visual tersebut apabila dihubungkan dengan kajian pengukuran lingkungan termal dapat memperkuat pemahaman, pengembangan dan penemuan baru desain tanggap iklim di masa depan. Kajian pengamatan visual dan pengukuran lapangan elemen tanggap iklim merupakan langkah awal untuk mengetahui kearifan tropis terutama pada bangunan yang sudah melewati kurun waktu yang panjang, sebagai contoh adalah rumah tradisional. Ragam rumah tradisional di Indonesia yang sebagian besar berada pada iklim tropis yang panas dan lembab mewujud dalam tradisi tanggap iklim yang menonjol yaitu prinsip desain alami (Nugroho, 2019). Prinsip peneduhan alami digunakan untuk menangkal paparan radiasi matahari masuk dalam bangunan. Apabila kondisi kurang tercapai maka di lanjutkan dengan prinsip pendinginan alami yang terkait dengan upaya menurunkan suhu udara di dalam bangunan. Pada beberapa kondisi, upaya menjaga suhu udara sesuai batas kenyamanan termal diikuti dengan peningkatan kelembapan udara sehingga prinsip pengawalembapan perlu dilakukan terutama terkait dengan elemen penyerap kandungan air dalam udara. Apabila ketiga prinsip tersebut sudah dijalankan secara maksimal dan masih belum tercapai kondisi ideal maka prinsip terakhir adalah penyejukan alami melalui pemanfaatan angin dalam memberikan sensasi sejuk pada tubuh manusia. Permasalahannya adalah belum banyak kajian terkait tingkat kesesuaian kriteria dan parameter desain tanggap iklim yang dihubungkan dengan tingkat kinerja lingkungan termal alami pada bangunan tradisional.

Kearifan tropis pada rumah Tradisional di Indonesia diduga memuat empat prinsip desain tanggap iklim seperti di atas sesuai dengan perkembangan teknologinya. Sehingga kajian tentang kearifan tropis pada kasus rumah tradisional mempunyai tingkat kepentingan yang tinggi dengan dua tujuan utama. Tujuan pertama adalah memahami kesesuaian elemen desain tanggap iklim melalui kajian visual. Tujuan kedua adalah mengevaluasi kinerja lingkungan termal melalui teknik pengukuran lapangan. Obyek studi rumah tradisional yang ada di Indonesia sangat banyak sehingga kajian studi kasus menjadi strategi yang tepat dalam melakukan kajian kearifan tropis sesuai dengan keterbatasan waktu penelitian. Batasan dan lingkup penelitian menjadi dasar kesemestaan dan kesetempatan temuan. Terdapat hal-hal yang bersifat semesta atau dapat berlaku umum di lingkungan iklim tropis namun juga terdapat temuan yang bersifat setempat atau spesifik pada studi kasus terpilih saja. Obyek studi yang dipilih pada kajian ini adalah Rumah Bangsal di Desa Budaggan 1, Kecamatan Larangan Luar, Kabupaten Pemekasan, Jawa Timur yang selanjutnya disebut sebagai Rumah Bangsal Budaggan. Rumah Bangsal Budaggan termasuk salah satu jenis rumah tradisional di Pulau Madura selain Rumah Jadrih dan Rumah Trompesan. Rumah Bangsal banyak ditemukan di Kabupaten Pamekasan dan Kabupaten Sumenep. Bentuk Rumah Bangsal mirip dengan rumah Joglo di Jawa dengan karakter bentuk dan keaslian bangunan yang tetap terjaga.

2. Metode Penelitian

Desain penelitian terbagi atas dua bagian yaitu: pengamatan lapangan elemen tanggal iklim dan pengukuran lapangan suhu udara dan kelembapan udara. Bagian pertama untuk menjawab pertanyaan penelitian tentang tingkat kesesuaian elemen desain tanggap iklim, sedangkan bagian kedua menjawab pertanyaan tentang kinerja lingkungan termal. Studi kasus bertempat di Desa Budaggan 1, Kecamatan Larangan Luar, Kabupaten Pamekasan, Jawa Timur tepatnya pada koordinat 7°06'12.7" lintang selatan 113°34'06.2" lintang timur. Kondisi iklim lokasi studi termasuk iklim tropis dengan suhu udara rata-rata harian sebesar 26,9℃ serta kelembapan udara rata-rata adalah 80,6%.



Gambar 1. Posisi Obyek Studi Kasus di Desa Budaggan 1 Kecamatan Larangan Luar Kabupaten Pamekasan
Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki dan analisis, 2021

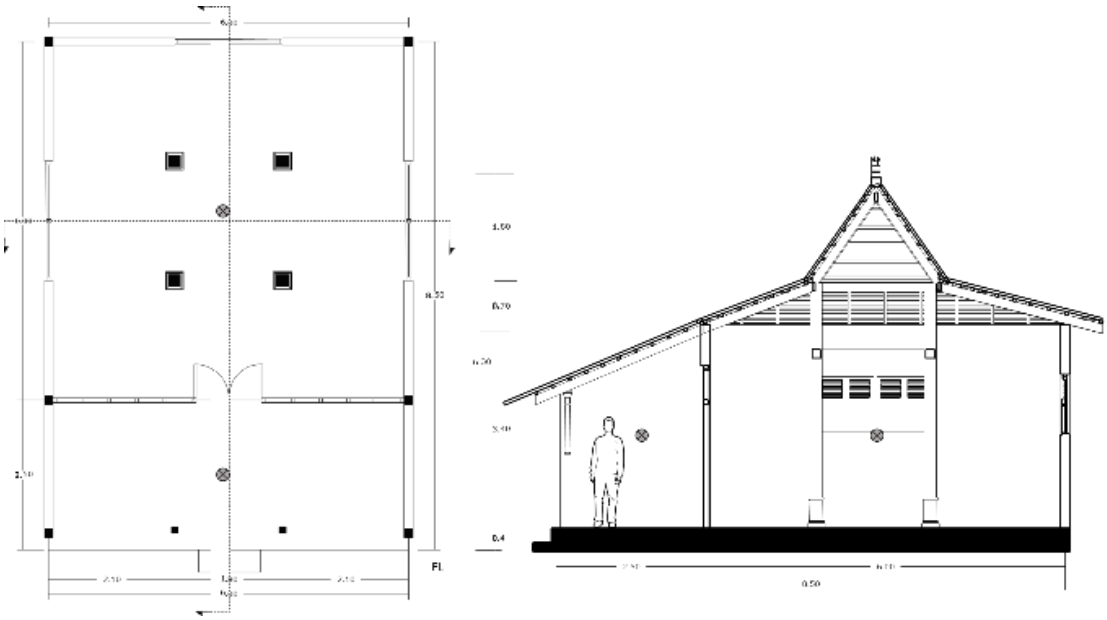
Obyek Rumah Bangsal Budaggan berbeda dengan rumah di sekitarnya karena terdiri atas ruang teras dan ruang hunian yang berbentuk kotak dan bentuk atap seperti Joglo. Data elemen bangunan digunakan sebagai unit amatan kajian visual serta dikelompokkan berdasarkan tingkat kesesuaian penerapan parameter desain tanggap iklim. Titik pengukuran terletak pada tiga tempat di dalam dan satu tempat di luar rumah dengan alat Data Logger. Titik letak alat berada di tengah ruang kecuali pada ruang atap di letakkan di ketinggian 3 meter. Pengukuran dilakukan secara otomatis setiap jam mulai dari tanggal 14 Desember 2019 hingga 13 Januari 2020. Hasil dari elemen desain dan kinerja tanggap iklim dibahas keterhubungannya dan disandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Penilaian kinerja suhu udara nyaman didasarkan pada nilai suhu netral lokasi dimana obyek berada. Obyek studi berada di Kabupaten Pamekasan, Jawa Timur. Berdasarkan rata-rata data iklim Kabupaten Pamekasan diperoleh hasil suhu netral adalah 25,9°C dengan rentang suhu nyaman antara 23,4°C-28,4°C.

Copyright © 2021, **Nugroho**
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License



Gambar 2. Rumah Bangsal Budaggan, Pamekasan, Madura sebagai Obyek Studi

Sumber: survey, 2019



Gambar 3. Titik Pengukuran Alat Data Logger pada Denah dan Potongan [⊗]

Sumber: survey, 2019

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Elemen Desain Tanggap Iklim pada Rumah Bansal Budaggan

Penilaian kesesuian kearifan tropis menggunakan parameter desain tanggap iklim yang dikembangkan oleh peneliti sebelumnya (Nguyen et al., 2019; Nugroho, 2018; Zhang et al., 2018; Zune et al., 2020). Terdapat dua puluh dua parameter desain tanggap iklim yang delapan belas diantaranya berhubungan dengan peneduhan alami dan pengondisian alami. Berdasarkan kajian pengamatan visual pada Rumah Bangsal Budaggan diperoleh hasil terdapat sebelas parameter yang sudah sesuai, antara lain orientasi masa bangunan, orientasi bukaan, pengaturan ruang hunian utama, jumlah bukaan jendela yang cukup, ukuran bukaan yang lebar, tipe bukaan yang berpori, pencahayaan alami dalam ruang yang optimal, ruang atap yang besar, konstruksi atap yang berat, perbedaan lantai untuk antisipasi banjir serta tidak adanya dinding penyekat ruang. Orientasi masa bangunan Rumah Bangsal Budaggan menghadap selatan dengan gubahan masa ruang utama berbentuk kotak serta orientasi bukaan jendela sesuai arah angin setempat yaitu dari barat dan barat daya. Penempatan ruang hunian terlindung dengan adanya atap dan teritisan.

Elemen bukaan jendela secara keseluruhan sudah memenuhi parameter desain tanggap iklim dengan jumlah jendela yang merata di sisi barat, timur dan utara. Luas bukaan ventilasi pada sisi barat dan timur,

masing-masing sebesar 1,8 m2 sedangkan pada bagian depan seluas 1,7 m2 dan pada dinding utara seluas 0,4 m2 sehingga total seluas 5,7 m2. Apabila dibandingan dengan luas lantai ruang hunian sebesar 36 m2 maka prosentase 15,8% atau sudah memenuhi standar luasan bukaan yang berkisar antara 10-20%. Tipe bukaan dengan daun jendela dari anyaman bambu yang mempunyai sifat berpori sehingga aliran udara dapat masuk dan keluar secara perlahan.

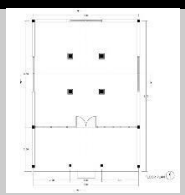
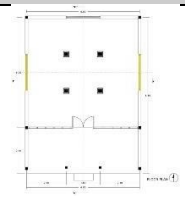
Elemen atap pada Rumah Bangsal Budaggan mempunyai ciri ruang atap yang besar sebagai salah satu strategi penanggulangan panas akibat radiasi matahari atau dapat berperan sebagai insulasi termal. Ruang hunian yang tanpa sekat atau terdiri atas ruang tunggal juga menjadi salah satu elemen desain tanggap iklim. Terdapat dua parameter yang tidak berhubungan dengan pendinginan alami namun terdapat pada rumah Bangsal yaitu konstruksi atap yang kuat terhadap antisipasi angn kencang serta peninggian lantai untuk antisipasi banjir.

Pada Rumah Bangsal Budaggan tercatat enam parameter yang kurang sesuai dengan desain tanggap iklim yaitu: kurang lebarnya peneduh bukaan jendela, lantai yang kurang menyerap kelembapan udara, dinding tebal namun tanpa koridor, penggunaan warna yang cerah hanya pada elemen dinding serta peninggian lantai yang kurang mencukupi untuk penanggulangan kelembapan udara. Bukaan jendela terdapat di setiap dinding rumah Bangsal tidak di lengkapi dengan elemen peneduh yang mempunyai lebar yang dapat melindungi dari radiasi matahari dan hujan. Lebar teritisan yang ada kurang dari 50 cm dari 100 cm yang seharusnya. Perbedaan ketinggian lantai berpengaruh terhadap pembuangan kelembapan udara namun tidak didukung oleh material penyerap kelembapan seperti batu bata kering. Dinding rumah Bangsal sudah menggunakan dinding batu bata dengan ketebalan lebih dari 20 cm namun tidak terlindungi oleh teritisan yang lebar disekeliling bangunan sehingga terdapat area tertentu yang terpapar radiasi matahari lebih besar. Penggunaan warna yang cerah hanya pada permukaan dinding sedangkan atap masih menggunakan warna gelap sehingga terdapat bagian bangunan yang menyerap radiasi matahari lebih banyak. Tinggi lantai Rumah Bangsal Budaggan sekitar 40 cm yang apabila dikaitkan fungsi untuk mengurangi kelembapan udara masih belum efektif dibandingkan tinggi minimal 75 cm menurut Nguyen dkk (2011).

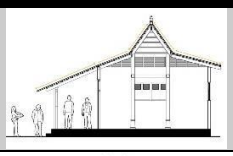
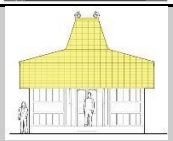
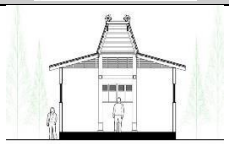
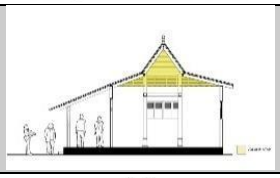
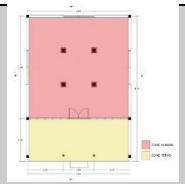
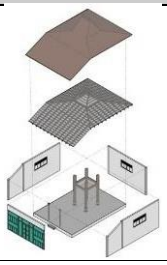
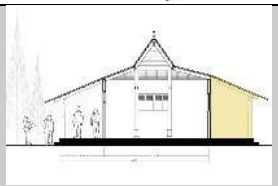
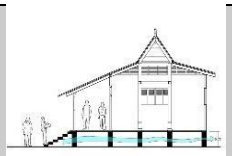
Parameter desain tanggap iklim yang tidak termasuk strategi pendinginan alami adalah pencahayaan alami serta penangulangan air hujan. Elemen jendela untuk pencahayaan alami masih kurang optimal karena minimnya penggunaan elemen transparan. Variasi kemiringan atap pada bangunan cukup sesuai untuk mengalirkan air hujan namun keberadaan teritisan untuk menanggulangi tampias air hujan masih perlu ditambahkan.

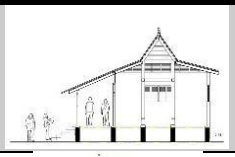
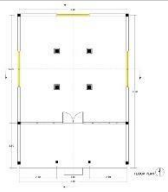
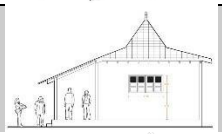
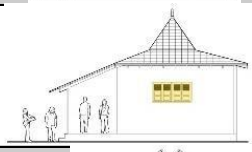
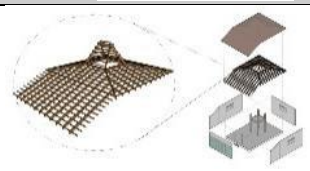
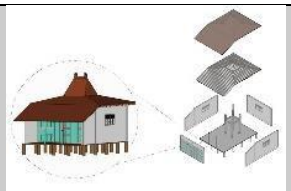
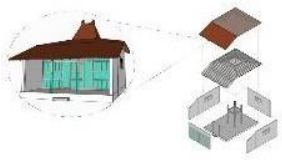
Empat parameter desain tanggap iklim yang tidak sesuai pada obyek studi adalah: lebar peneduh jendela, ketiadaan pohon peneduh, bahan atap yang menyerap kelembapan dan strategi pendinginan kebumian yang belum dikenal. Lebar peneduh jendela yang ideal adalah setinggi ukuran jendela. Pada obyek studi peneduh jendela menjadi satu bagian dengan teritisan atap dengan lebar kurang dari tinggi jendela. Tanaman peneduh tidak ditemukan pada halaman rumah Bangsal terutama di dinding bagian barat. Atap bangunan terbuat dari genteng tanah liat yang tingkat penyerapan kelembapan udara masih dibawah atap dengan material sirap atau rumbia. Strategi pendinginan kebumian dengan memanfaatkan saluran udara di bawah bangunan atau model lantai panggung tidak tidak dikenal di daerah ini.

Tabel1. Penilaian kesesuaian desain tanggap iklim

No	Parameter desain tanggap iklim dan hasil	Indikator visual
1	Bangunan menghadap selatan menghindari radiasi matahari dari arah barat dan timur. Pada obyek sudah sesuai	
2	Orientasi bukaan jendela pada arah angin dominan. Pada obyek jendela menghadap arah barat dan timur dimana merupakan arah angin yang dominan	

Copyright © 2021, **Nugroho**
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

No	Parameter desain tanggap iklim dan hasil	Indikator visual
3	Pengaturan ruang hunian utama terlindung serta fasade utama menghadap selatan. Hasilnya sudah sesuai	
4	Terdapat peneduh di sisi barat terutama di atas bukaan jendela. Pada obyek tidak terdapat peneduh jendela.	
5	Lebar peneduh minimal setinggi bukaan jendela. Pada obyek, lebar peneduh atap tidak sesuai.	
6	Terdapat pohon peneduh pada halaman di sebelah barat bangunan. Pada obyek tidak terdapat pohon peneduh.	
7	Penggunaan ruang atap yang besar, dinding ganda, ventilasi atap. Obyek mempunyai ruang atap yang cukup sesuai	
8	Penggunaan langit-langit atap. Pada obyek tidak terdapat langit-langit	
9	Tidak terdapat dinding penyekat dan berupa ruang tunggal. Obyek kajian merupakan ruang hunian tunggal tanpa sekat	
10	Penggunaan warna yang cerah pada atap, dinding dan lantai. Obyek studi menggunakan genteng tanah liat berwarna gelap.	
11	Dinding tebal untuk menahan radiasi matahari. Hal ini terdapat pada obyek kajian	
12	Terdapat koridor atau ruang transisi. Obyek tidak mempunyai koridor, teras sebagai transisi	
13	Penggunaan saluran udara dalam tanah. Obyek belum mengenal teknologi saluran udara dalam tanah	
14	Material atap, dinding dan lantai yang menyerap kelembapan. Pada obyek tidak terdapat material tersebut.	

No	Parameter desain tanggap iklim dan hasil	Indikator visual
15	Perbedaan tinggi lantai yang berfungsi menurunkan kelembaban. Pada obyek, peninggian lantai tidak dengan konstruksi panggung	
16	Bukaan jendela dalam jumlah banyak. Pada obyek jumlah bukaan ada di setiap sisi dinding bangunan	
17	Ukuran Bukaan jendela cukup besar. Pada obyek ukuran bukaan sesuai rasionya dengan luas lantai	
18	Tipe bukaan jendela berkisi/berpori. Pada obyek penutup jendela menggunakan anyaman bambu	
19	Terdapat pencahayaan dari dinding dan atap melalui jendela kaca. Pada obyek, pencahayaan alami hanya dari jendela	
20	Konstruksi atap yang berat. Pada obyek menggunakan material atap yang berat	
21	Peninggian lantai. Pada obyek peninggian lantai di lakukan untuk menghindari banjir	
22	Kemiringan atap lebih dari 25° dengan lebar teritisan 1 meter	

Sumber: Survei 2019

3.2 Kondisi Lingkungan Termal pada Rumah Bangsal Budaggan

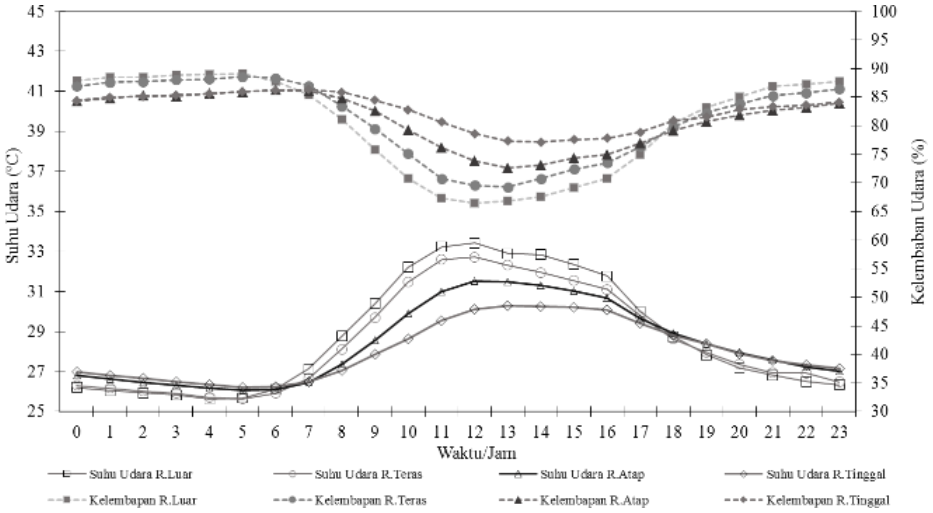
Kondisi lingkungan termal pada Rumah Bangsal Budaggan dipengaruhi lingkungan luar sekitarnya. Suhu udara luar rata-rata tercatat sebesar 28,9°C dan mencapai nilai tertinggi sebesar 33,4°C yang terjadi pada pukul 12.00 serta suhu udara minimal 25,6°C pada pukul 04.00 serta selisih nilai tertinggi dan terendah adalah 7,8°C. Rerata kelembapan udara luar adalah 80,3% dengan nilai tertinggi pada jam 05.00 sebesar 89,1% serta nilai terendah pada jam 12.00 sebesar 66,4%.

Rerata suhu udara di Rumah Bangsal Budaggan selama pengukuran pada ruang hunian, atap, dan teras masing-masing sebesar 28,1°C; 28,4°C dan 28,6°C. Rerata suhu udara tertinggi pada setiap ruang adalah 30,3°C untuk ruang hunian, 31,5°C untuk atap dan 32,7°C untuk ruang teras. Waktu terjadinya suhu udara puncak pada atap dan ruang teras bersamaan dengan lingkungan luar yaitu di tengah hari, sedangkan pada ruang hunian pada pukul 13.00. Rerata suhu terendah pada ruang hunian sebesar 26,2°C lebih tinggi dari atap (26,1°C) dan ruang teras (25,6°C) pada waktu yang bersamaan, pada pukul 05.00. Rentang nilai terbesar dan terkecil pada ruang teras mempunyai angka yang lebih tinggi (7,1°C) dibanding ruang hunian (4,1°C) dan atap

Copyright © 2021, **Nugroho**
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

(5,1°C) meskipun lebih rendah dibanding ruang luar. Hal ini menunjukkan ruang hunian mempunyai kestabilan suhu udara dibanding ruang yang lain.

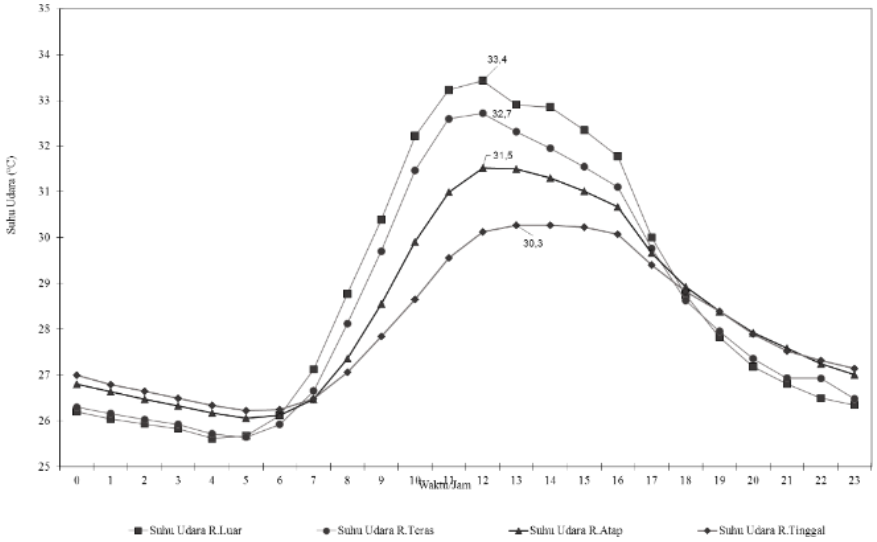
Nilai rata-rata kelembapan udara ruang dalam mempunyai nilai lebih tinggi dibanding ruang luar yaitu 81,6% berbanding 80,3%. Rerata kelembapan udara tertinggi terdapat di ruang hunian sebesar 82,6% diikuti ruang teras sebesar 81,1% dan atap sebesar 81%. Terdapat variasi waktu terjadinya rerata kelembapan udara puncak pada masing-masing ruang. Ruang teras terjadi pada pukul 05.00, sedangkan atap pada pukul 06.00 serta ruang hunian pada pukul 07.00 dengan nilai masing-masing adalah 88,6%, 86,3% dan 86,3%. Hal ini menunjukkan adanya aliran kelembapan udara dari luar ke ruang yang lebih dalam pada bangunan. Kondisi serupa terjadi pada rerata kelembapan terendah dengan ruang hunian mempunyai nilai paling kecil pada jeda waktu satu jam setelah ruang yang lain. Secara keseluruhan dengan melihat kinerja lingkungan termal Rumah Bangsal Budaggan terjadi rentang waktu nyaman dan penurunan suhu udara yang lebih besar pada ruang hunian.



Gambar 4. Profil suhu udara dan kelembapan udara pada Rumah Bangsal Budaggan

Sumber: analisis, 2021

Sebagaimana disebutkan pada perhitungan suhu netral bahwa rentang kondisi nyaman adalah 23,4°C-28,4°C. Berdasarkan batas tersebut maka rerata suhu udara lingkungan luar berada di luar rentang nyaman meskipun menurut Nguyen dkk (2011) masih dalam batas nyaman di daerah tropis (22,9°C-28,9°C). Suhu udara rata-rata di dalam bangunan rumah Bangsal Budaggan sebesar 28,4°C dan berada dalam batas nyaman dengan kinerja tertinggi pada ruang hunian (28,1°C); atap (28,4°C) dan ruang teras (28,6°C). Ruang teras sebagai ruang transisi lingkungan luar sedikit diatas batas suhu nyaman. Waktu tidak nyaman pada ruang hunian terjadi mulai jam 11.00 sampai dengan jam 18.00 (tujuh jam).

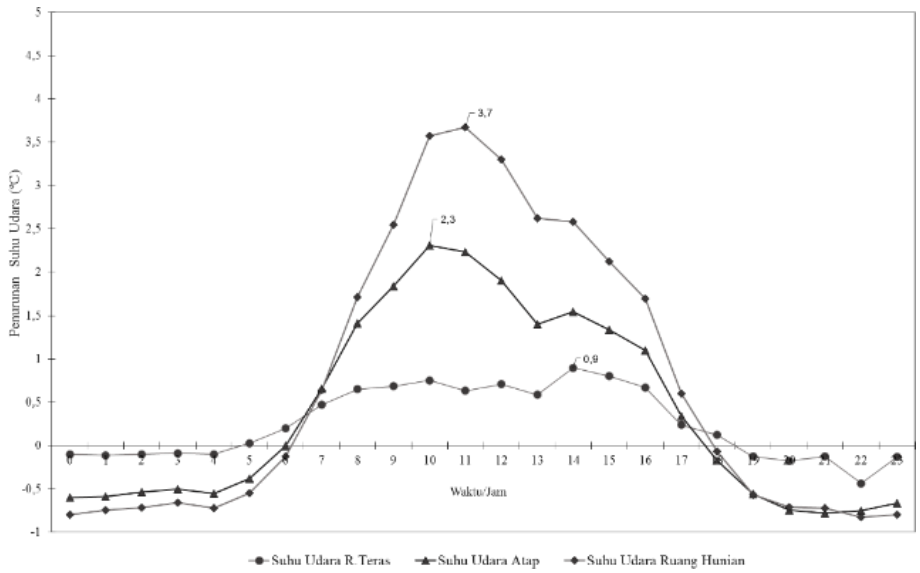


Gambar 5. Rerata Suhu Udara terhadap Suhu Udara Nyaman pada Rumah Bangsal Budaggan
Sumber: analisis, 2021

Perbandingan antara nilai suhu udara puncak lingkungan bangunan dan lingkungan luar dapat digunakan sebagai dasar perhitungan *time lag* elemen bangunan, sebagai contoh apabila tidak ada selisih atau nol maka nilai konduktifitas elemen bangunan rendah. Hal ini sebagai mana dijelaskan oleh Dili dkk (2011). Pada Rumah Bangsal Budaggan terlihat suhu udara puncak ruang luar terjadi pada pukul 12.00, hal yang sama juga terjadi pada ruang teras dan atap. Sedangkan suhu udara puncak pada ruang hunian satu jam lebih lambat. Hal ini memberi indikasi ruang teras dan atap mempunyai kondutifitas yang lebih rendah di banding ruang hunian. Selubung ruang hunian yang tersusun oleh dinding batu bata yang tebal berbeda dengan selubung ruang teras yang dominan terbuat dari kayu. Sebagaimana diketahui nilai konduktifitas dinding batu bata lebih besar dari dinding dari kayu.

3.3 Pengaruh Desain Tanggap Iklim terhadap Pendinginan Alami

Tingkat pendinginan alami bangunan dapat diketahui dengan menghitung perbedaan suhu udara luar dengan masing-masing suhu udara dalam ruang. Penurunan suhu udara rata-rata terbesar terdapat pada ruang hunian (0,7℃) diikuti atap (0,4°C) dan ruang teras (0,2°C). Penurunan suhu udara maksimal sebesar 3,7°C pada ruang hunian terdapat pada jam 11.00 sedangkan pada ruang atap sebesar 2,3°C terjadi satu jam lebih awal. Lama waktu pendinginan alami ruang hunian sebesar 11 jam sebesar 2,3℃ jauh lebih tinggi dibanding penurunan suhu udara oleh ruang teras sebesar 0,6℃. Waktu dan besaran selisih suhu ini berpengaruh terhadap lamanya waktu dan besaran udara nyaman, yaitu: mulai jam 18.00 sampai jam 10.00 dengan suhu udara rata-rata sebesar 27,2℃. Penambahan nilai suhu udara tertinggi pada ruang hunian sebesar 0,8°C pada pukul 12.00.



Gambar 6. Perbedaan suhu udara pada Rumah Bangsal Budaggan

Sumber: analisis, 2021

3.4 Pengaruh Elemen Desain Tanggap Iklim terhadap Kinerja Tanggap Iklim

Pengaruh elemen desain tanggap iklim terhadap kinerja tanggap iklim sebagai wujud kearifan tropis dapat dijelaskan melalui hubungan antara tingkat kesuaian desain tanggap iklim dengan tingkat kenyamanan suhu udara pada bangunan. Suhu udara nyaman terdapat pada ruang hunian dibanding ruang lainnya. Hal ini disebabkan pada ruang ini cukup banyak bukaan jendela di keempat sisinya dengan ratio luas bukaan dibanding luas lantai yang juga memenuhi standar. Faktor pendukung lainnya adalah tipe jendela menggunakan penutup anyaman bambu yang bersifat berpori sehingga pertukaran aliran udara terjadi sepanjang waktu, sebagaimana hasil penelitian Victoria dkk (2017).

Kinerja penurunan suhu terbesar terjadi pada ruang hunian yang dipengaruhi kesesuaian orientasi masa bangunan yang menghadap ke selatan serta penggunaan warna dinding yang memantulkan radiasi matahari. Kinerja tersebut bisa ditingkatkan apabila penggunaan warna yang cerah juga dilakukan pada bagian atap serta

Copyright © 2021, **Nugroho**
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

perlindungan radiasi matahari diterapkan seperti dijelaskan Daemei dkk (2019). Kinerja ini juga berkaitan dengan perbandingan suhu udara puncak pada masih-masing ruang dan dapat diketahui bahwa ruang hunian mempunyai selisih satu jam yang menunjukkan penggunaan dinding batu bata mampu meningkatkan *time lag*. Hal ini berbeda dengan ruang teras yang cenderung terbuka sehingga nilai konduktifitas material rendah.

Ruang hunian mempunyai perbedaan waktu terkait waktu tidak nyaman satu jam lebih lambat dari ruang yang lain. Elemen desain yang berpengaruh adalah ruang atap yang besar dan berfungsi sebagai insulasi termal. Kinerja ini dapat ditingkatkan apabila pengaturan bentuk ruang hunian lebih mengarah ke persegi panjang di banding berbentuk bujur sangkar seperti dinyatakan oleh Ramli dkk (2012). Durasi waktu nyaman pada ruang hunian terbukti dua jam lebih lama dari ruang lainnya. Terdapat dua elemen utama terkait kinerja hal tersebut yaitu: orientasi bukaan jendela yang sesuai arah angin serta tidak adanya dinding penyekat pada ruang hunian atau berupa ruang tunggal.

Meskipun suhu udara ruang hunian sudah nyaman namun pada siang hari terdapat kondisi di luar batas nyaman yaitu mulai pukul 11.00-18.00. Hal ini disebabkan kurang lebarnya elemen peneduh terutama di atas bukaan jendela serta tidak adanya pohon peneduh. Beccali dkk (2018) menyatakan pentingnya peneduhan pada bangunan tropis. Sistem pendinginan kebumian melalui saluran udara ataupun lantai berpori juga belum dikenal seperti hasil kajian Victoria dkk (2017). Permasalahan lainnya adalah kelembapan udara baik di ruang luar maupun ruang dalam masih di atas standar kesehatan yaitu di atas 80%. Elemen desain tanggap iklim yang berpengaruh terhadap hal tersebut adalah bahan material atap dan lantai yang kurang menyerap kelembapan udara sebagaimana hasil penelitian Hema dkk (2017). Aspek lain adalah peninggian lantai yang sesuai untuk meminimalkan kelembapan udara. Ketinggian minimal untuk meminimalkan kelembapan menurut Nguyen dkk (2011) adalah sebesar 75 cm sedangkan pada obyek studi hanya sebesar 40 cm.

4. Kesimpulan

Terdapat dua kesimpulan utama kajian kearifan tropis pada Rumah Tradisional Madura dengan studi kasus Rumah Bangsal Budaggan, yaitu: tingkat kesesuaian elemen tanggap iklim serta kinerja tanggap iklim. Elemen tanggap iklim yang sudah sesuai pada Rumah Bangsal Budaggan adalah orientasi masa bangunan dan bukaan; penempatan dan bentuk ruang hunian tunggal tanpa penyekat; jumlah, ukuran dan tipe jendela serta ruang atap yang besar. Elemen yang kurang sesuai adalah lebar peneduh bukaan jendela; material lantai penyerap kelembapan udara; koridor dinding; warna cerah pada keseluruhan selubung serta ketinggian lantai. Kinerja tanggap iklim yang menonjol adalah rerata suhu udara bulanan dalam batas nyaman serta pendinginan alami di siang hari. Sehingga secara keseluruhan ruang hunian mempunyai kinerja lingkungan termal yang lebih nyaman dibanding ruang yang lain. Meskipun demikian terdapat kinerja lingkungan termal yang belum tercapai yaitu masih tingginya rerata kelembapan udara. Pengembangan kearifan tropis pada Rumah Bangsal Budaggan di masa depan menyangkut aspek penyejukan alami atau mengoptimalkan penghawaan alami untuk membuang kelembapan dalam bangunan.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Universitas Brawijaya atas pendanaan Hibah Penelitian Unggulan 537.18.2/UN10.C10/PN/2021 serta Alfiah Zakiah Astutik sebagai asisten peneliti dalam pengukuran lapangan.

6. Referensi

Beccali, M., Strazzeri, V., Germanà, M. L., Melluso, V., & Galatioto, A. (2018). Vernacular and bioclimatic architecture and indoor thermal comfort implications in hot-humid climates: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *82*(June 2017), 1726–1736. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.062

Daemei, A. B., Eghbali, S. R., & Khotbehsara, E. M. (2019). Bioclimatic design strategies: A guideline to enhance human thermal comfort in Cfa climate zones. *Journal of Building Engineering*, *25*(June). https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100758

Dili, A. S., Naseer, M. A., & Zacharia Varghese, T. (2011). Passive control methods for a comfortable indoor environment: Comparative investigation of traditional and modern architecture of Kerala in summer. *Energy and Buildings*, *43*(2–3), 653–664. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.11.006

Gou, S., Li, Z., Zhao, Q., Nik, V. M., & Scartezzini, J. L. (2015). Climate responsive strategies of traditional dwellings located in an ancient village in hot summer and cold winter region of China. *Building and Environment*, *86*, 151–165. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.12.003

Hema, C. M., Moeseke, G. Van, Evrad, A., Courard, L., & Messan, A. (2017). ScienceDirect ScienceDirect

Vernacular housing practices in Burkina Faso : and representative models of construction in Ouagadougou hygrothermal Assessing the feasibility of using the and heat walls efficiency district heat demand forecast temperature fun. *Energy Procedia*, *122*, 535–540. http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.398

Nguyen, A. T., Tran, Q. B., Tran, D. Q., & Reiter, S. (2011). An investigation on climate responsive design strategies of vernacular housing in Vietnam. *Building and Environment*, *46*(10), 2088–2106. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.019

Nguyen, A. T., Truong, N. S. H., Rockwood, D., & Tran Le, A. D. (2019). Studies on sustainable features of vernacular architecture in different regions across the world: A comprehensive synthesis and evaluation. *Frontiers of Architectural Research*, *8*(4), 535–548. https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.07.006

Nugroho, A. M. (2018). *Arsitektur tropis Nusantara: rumah tropis Nusantara kontemporer*. UB Press, Malang.

Nugroho, A. M. (2019). *Rekayasa ventilasi alami untuk penyejukan bangunan sebagai wujud kecerdasan dasar arsitektur Nusantara*. UB Press, Malang.

Ramli, N. H. B., Kassim, N., Taib, M. Z. H. M., & Masri, M. H. (2012). Re-Adaptatio Of Malay Ver Acular Architecture Thermal Comfort Eleme Ts : Towards Sustai Able Desig I Malaysia . (A LITERATURE REVIEW). *International Conference on Innovation and Technology for Sustainable Built Environment*, 197–201.

Victoria, J., Mahayuddin, S. A., Zaharuddin, W. A. Z. W., Harun, S. N., & Ismail, B. (2017). Bioclimatic Design Approach in Dayak Traditional Longhouse. *Procedia Engineering*, *180*, 562–570. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.215

Zhang, Z., Zhang, Y., & Jin, L. (2018). Thermal comfort in interior and semi-open spaces of rural folk houses in hot-humid areas. *Building and Environment*, *128*(October 2017), 336–347. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.10.028

Zune, M., Rodrigues, L., & Gillott, M. (2020). Vernacular passive design in Myanmar housing for thermal comfort. *Sustainable Cities and Society*, *54*(November 2019), 101992. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101992

Copyright © 2021, **Nugroho**
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License