

**KINERJA TERMAL PADA RUMAH TRADISIONAL SAO RIA DI DESA NGALUPOLO
DAN NGGELA PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR (NTT)
Thermal Performance of Sao Ria Traditional Houses
In Ngalupolo and Nggela Village, East Nusa Tenggara Province**

¹I Ketut Suwantara, ²Desak Putu Damayanti

Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar
Pusat Litbang Permukiman, Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum
Jl. Danau Tamblingan No. 49, Sanur, Denpasar, Bali.

¹ E-mail : tara_iwan@yahoo.com

² E-mail : damabalaipu@gmail.com

Diterima : 10 Oktober 2012; Disetujui : 15 Juli 2013

Abstrak

Tulisan ini mengkaji mengenai kinerja termal bangunan tradisional Sao Ria di Desa Ngalupolo dan Desa Nggela, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kajian-kajian terdahulu masih sebatas pada kajian bentuk, ruang, dan makna bangunan. Keunggulan bangunan sebagai wadah aktifitas yang nyaman pada kondisi iklim setempat, masih sangat jarang diangkat. Sebagai suatu evaluator research, maka kajian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kinerja bangunan pada musim kemarau dan hujan. Data untuk pengukuran statis berupa karakteristik Sao Ria, suhu (t), kelembapan (RH), dan kecepatan angin (V), diperoleh dari hasil pengukuran survei lapangan selama 1x24 jam. Alat yang digunakan adalah Hioki Loger, Questem-34, dan Thermohigrometer Kanomax. Analisis yang dilakukan adalah dengan membandingkan perbedaan suhu yang terjadi sebagai indikator kenyamanan ruang dalam yang terbentuk. Hasilnya dikomparasi dengan pengukuran respon termal penghuni terhadap kondisi ruang yang terjadi. Ditemukan bahwa meskipun kondisi kelembapan setempat $> 80\%$, dengan kecepatan angin $0,1$ s/d 1 m², namun kinerja kedua Sao Ria menunjukkan bahwa suhu ruang dalam mampu lebih hangat pada musim hujan dan juga sebaliknya. Hal ini menunjukkan termal statis sebanding dengan respon termal. Temuan ini dapat menjadi dasar pembelajaran dalam hal pengembangan disain bangunan masa kini, dengan mengadopsi sistem kinerja bangunan Sao Ria tersebut.

Kata Kunci : Sao Ria, kinerja termal, bangunan tradisional, termal statis, respon termal

Abstract

This paper examines about thermal performance of Sao Ria dwellings at Ngalupolo and Nggela District, East Nusa Tenggara Province. Previous studies were still limited to study of form, space, and the building interpretation. Building excellence as a container 's activity comfortable in the local climate condition still very rare appointed. As a elevator research, the study aims to determine the extent to which the performance of buildings during the dry and rainy season. Data for the measurement of static characteristic Sao Ria, temperature (t), humidity (RH), wind speed (V), obtained from the measurement results field surveys over the past 24 hours. The tools used are Questem Hioki Loger, -34, and Thermohigrometer the Kanomax. The analysis is done by comparing the difference in temperature that occurs as an indicator the comfort room in that form. The result compare with measurement response thermal inhabitant of about the condition of space occured. It was found that although the local humidity conditions $> 80\%$, with a wind speed of 0.1 to 1 m², but the performance of both Sao Ria indicates that the temperature in the room was able to be warmer in the rainy season and vice versa. This shows a static response is proportional to the thermal thermal station. This finding can be the basis of learning in terms of the development of building design today, to adopt system performance building sao ria.

Keywords : Sao Ria, thermal performance, tradisional building, static thermal, response thermal

PENDAHULUAN

Sao Ria merupakan rumah tradisional masyarakat Suku Lio yang terdapat di Desa Ngalupolo dan Nggela, Kabupaten Ende, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sao Ria dalam bahasa setempat berarti "Rumah Kebesaran" yang dulunya dihuni oleh keturunan raja Suku Lio. Lokasi permukiman

masyarakat Suku Lio ini adalah daerah pesisir pantai dengan iklim tropis lembab pada wilayah timur Indonesia. Sebagai hunian yang merupakan warisan leluhur, Suku Lio tetap mempertahankan bentuk asli dan material rumah. Sebagai bangunan tradisional, Sao Ria tergolong sebagai *bioclimatic architecture/low energy architecture*^[1]. Hal ini

dikarenakan disain bangunan tradisional pada umumnya menggunakan pendekatan disain pasif dan minimum energi dengan memanfaatkan energi alam iklim setempat, untuk menciptakan kondisi nyaman bagi penghuninya. Namun kajian mengenai kondisi termal bangunan tradisional masih jarang dilakukan, dan umumnya hanya terbatas pada aspek identifikasi eksisting bangunan.

Fokus tulisan ini adalah mengkaji kinerja termal bangunan, dengan mengukur aspek-aspek termal ruang dan respon termal ruang tersebut sebagai indikasi kenyamanan termal. Rumusan permasalahannya adalah belum diketahui kinerja termal Sao Ria baik pada musim hujan maupun kemarau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja termal bangunan dari aspek termal statis, bahan, dan respon termal penghuninya.

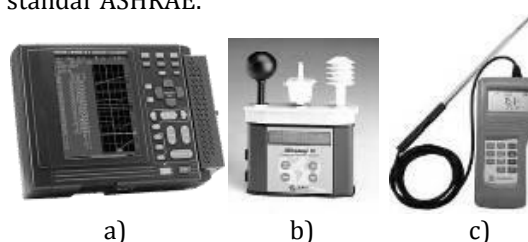
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada kajian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan mengukur variabel statis (suhu, kelembaban, dan kecepatan angin). Ruang lingkup substansial kegiatan ini adalah pengkajian kenyamanan termal statis pada musim hujan (bulan April, tahun 2011) dan kemarau (bulan Juli, tahun 2011), yang dilakukan selama 1x24 jam pada rumah tradisional Sao Ria di Ngalupolo dan Nggela, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Respon termal responden diperoleh melalui wawancara langsung terhadap penghuni pada parameter kenyamanan personal dengan menggunakan kuesioner standar ASHRAE 55. Data primer tersebut diperoleh dengan observasi dan pengukuran langsung lapangan.

Besaran termal statis yang diukur adalah suhu udara kering (T_{db}) dengan alat Logger (Gambar 2a.). Alat dilengkapi dengan sensor termokopel tipe T yang dipasang setinggi 1 m di atas lantai untuk mengukur suhu udara dalam dan luar ruangan, ditempel pada selubung atap dan dinding untuk mengukur suhu permukaan selubung bangunan (dalam dan luar). Mengukur kelembaban udara (RH) dalam dan luar dengan menggunakan Questem 34 (Gambar 2b). Alat diletakkan pada bidang datar dan dalam beberapa saat alat akan mendeteksi tingkat kelembaban udara sekitar. Kecepatan angin (V_a) dengan menggunakan Thermohigrometer Kanomax (Gambar 2c) untuk mengukur kecepatan angin rata-rata.

Analisis data dilakukan dengan mendeskripsikan data-data primer yang terkumpul, yang utama adalah membandingkan suhu dalam dengan luar ruangan sehingga diketahui selisih suhu yang

terjadi (Δ_t). Kondisi ideal bangunan pada kajian terdahulu menunjukkan bahwa suhu ruang mampu berkebalikan dengan suhu luar. Selain itu *time lag* diperoleh dengan melihat berapa lama waktu yang untuk pencapaian suhu yang sama antara bagian luar bangunan ke bagian dalam bangunan. Rentang *time lag* menunjukkan sejauh mana bahan bangunan, khususnya selubung bangunan mampu menunda penyerapan panas dari luar bangunan ke dalam ruang. Hasil pengukuran statis tersebut divalidasi dengan membandingkan hasil analisis respon termal dari penghuni. Data pengisian kuesioner mengenai respon termal dianalisis dengan regresi linier, untuk mencari hubungan antara suhu operatif (T_{op}) dengan rata-rata kesan termal sesuai kondisi tubuh (*actual mean vote*) standar ASHRAE.



Gambar 1 Alat Pengukuran a) *Memory Logger 8422-51* dari HIOKI; b) *Questemp-34*; c) *Thermohigrometer Kanomax A031*

Kajian Terdahulu yang Terkait Kinerja Termal Bangunan Tradisional

Dapat dikatakan bahwa bangunan tradisional masuk dalam kategori bangunan dengan sistem produktif. Hal ini karena bangunan tradisional memaksimalkan energi potensial di alam. Sehingga arsitektur tradisional yang sudah mencirikan karakteristik suatu daerah tertentu dapat dipakai sebagai pembelajaran untuk menjadi acuan dalam pencarian bentuk arsitektur yang berkelanjutan^[2]. Kajian mengenai keunggulan hunian tradisional Toraja dan Minangkabau menunjukkan bahwa bentuk dan atap kedua bangunan tersebut mampu menerima dan menahan panas > 60% total panas yang diterima bangunan. Sehingga bangunan tradisional umumnya tidak membutuhkan bukaan yang banyak untuk pergantian udara, karena sirkulasi udara telah dihasilkan dari kinerja atap bangunan^[3].

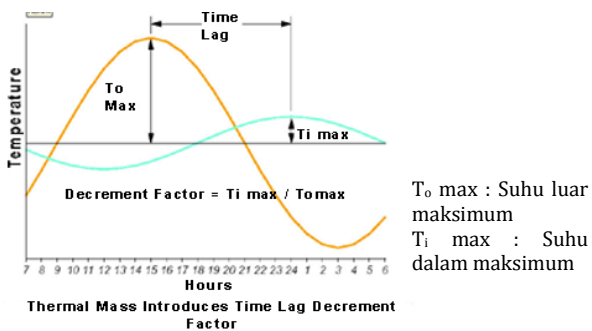
Rentang Kenyamanan Termal

Hasil riset penelitian terkait kenyamanan termal lainnya menyatakan bahwa batas nyaman optimal bagi pribumi Indonesia adalah 28 °C, dengan kelembaban udara relatif 70% atau 25,8 °C temperatur efektif dan batas bawah adalah 24 °C dan kelembaban udara relatif 80% atau 22,8 °C temperatur efektif. Sehingga dapat dikatakan rentang kenyamanan optimal berkisar antara 24 °C -28 °C^[4]. Rentang kenyamanan termal tersebut

selanjutnya dijadikan sebagai acuan untuk melihat seberapa banyak panas yang dihilangkan dari sistem pendinginan pasif bangunan (*passive cooling*).

Indikator Kenyamanan Termal Ruang

Dari studi di atas, maka terlihat bahwa indikator dalam menilai nyaman tidaknya suatu ruang dalam bangunan dapat dinilai dari suhu ruang yang tercipta di dalamnya. Terciptanya suhu ruang yang kondusif pada bangunan tradisional, merupakan kontribusi dari disain ruang, bentuk, serta bahan bangunan yang digunakan. Bahan bangunan yang digunakan, umumnya merupakan bahan organik dari lingkungan sekitar. Kinerja termal bangunan yang dipengaruhi oleh karakteristik bahan dapat dilihat dari rentang *time lag* yang ada. Dimana *time lag* waktu tunda transformasi panas yang dikarenakan pengaruh dari massa suatu bahan. Semakin tebal dan resistif suatu bahan maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk merambatkan panas/kalor. Untuk mengetahui *time lag* bahan selubung bangunan menggunakan pendekatan selisih antara suhu maksimum permukaan luar bahan dengan suhu maksimum permukaan dalam dengan pendekatan fungsi *sinusoida* seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1[5].



Sumber : [4]

Gambar 3 Grafik untuk Mengukur *Time Lag* Bahan

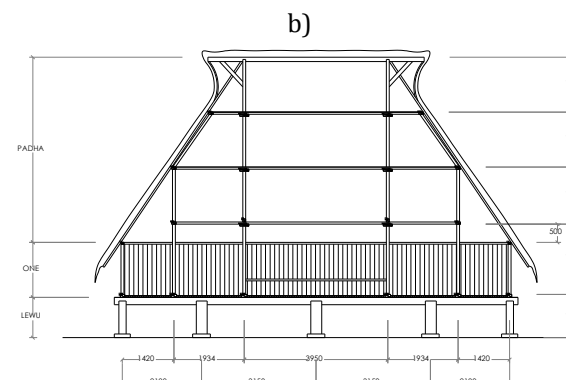
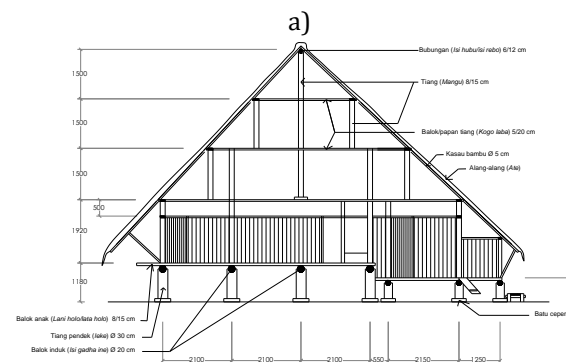
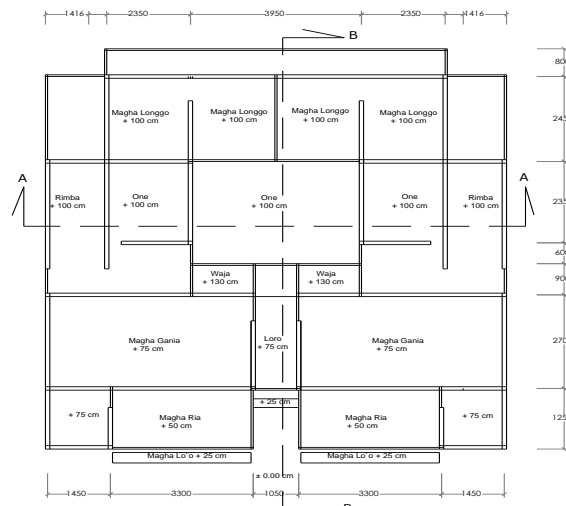
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bangunan Sao Ria

Rumah adat Sao Ria berfungsi sebagai rumah adat dengan pembagian ruang yang hanya dibatasi oleh sekat dan tidak terlihat perbedaannya secara jelas. Kapasitas ruang rumah tradisional Sao Ria adalah 10 orang dengan luas 103,58 m² (Tabel 1) sehingga ruang gerak per orangnya adalah 10,358 m² lebih besar dari standar luas ruang gerak yaitu 9 m² untuk rumah tinggal[6].

Tabel 1 Tabel Luas Ruang pada Rumah Sao Ria

No.	Nama Ruang	Ngalupolo (m ²)	Nggela (m ²)
1	Magha Ria	8,25	22,66
2	Gudang	3,63	5,22
3	Magha Gania	25,65	-
4	Loro	3,78	0,81
5	Waja	1,31	2,24
6	Rimba	11,17	-
7	One	29,75	27,94
8	Magha Longgo	18,74	18,62
9	Tangga	1,31	1,31
		103,58	78,78



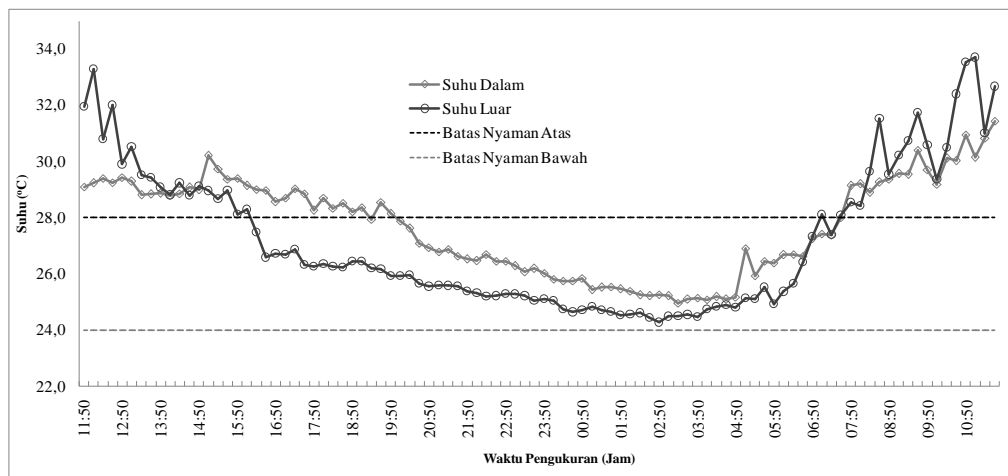
Gambar 4. Karakteristik Sao Ria di Ngalupolo : a) Denah; b) Potongan memendek; c) Potongan memanjang

**Kinerja Termal Bangunan Sao Ria di Ngalupolo
Musim Hujan**

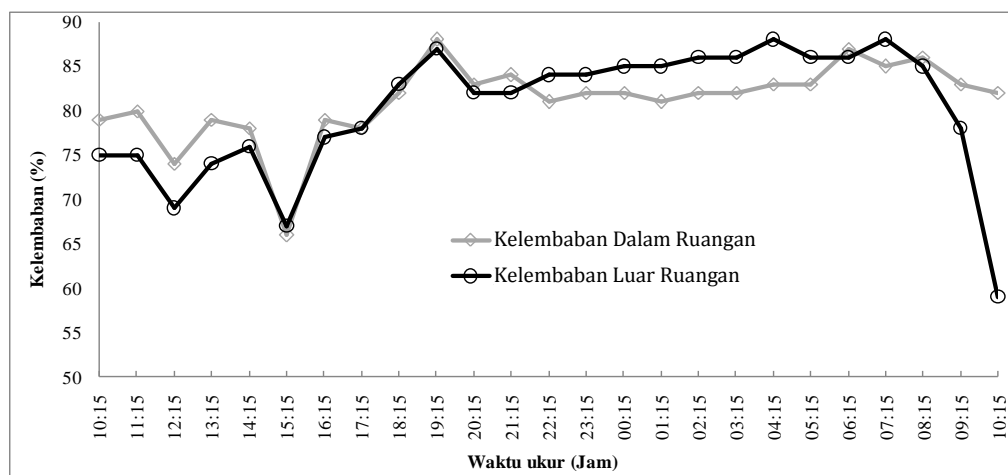
Suhu udara rata-rata dalam ruangan lebih besar 0,5 °C dibandingkan suhu udara rata-rata luar ruangan sebesar. Hal ini dipengaruhi oleh musim hujan yang cenderung berawan. Perbedaan suhu dalam dan luar ruangan tidak berbeda signifikan. Suhu dalam ruangan cenderung lebih tinggi pada sore (14:50 WITA) hingga pagi hari (06:50 WITA), sedangkan siang hari cenderung lebih rendah dibandingkan suhu di luar ruangan (Gambar 5a). Rentang suhu nyaman dalam ruangan berada pada 24 °C - 28 °C. Kelembaban rata-rata dalam ruangan cukup tinggi yaitu rata-rata sebesar 81% dan lebih

besar 1% daripada kelembaban rata-rata luar ruangan, dan cenderung rata-rata kelembaban dalam ruangan lebih rendah pada rentang waktu malam hari, pukul 21 : 15 - 06 : 00 WIT (Gambar 5b).

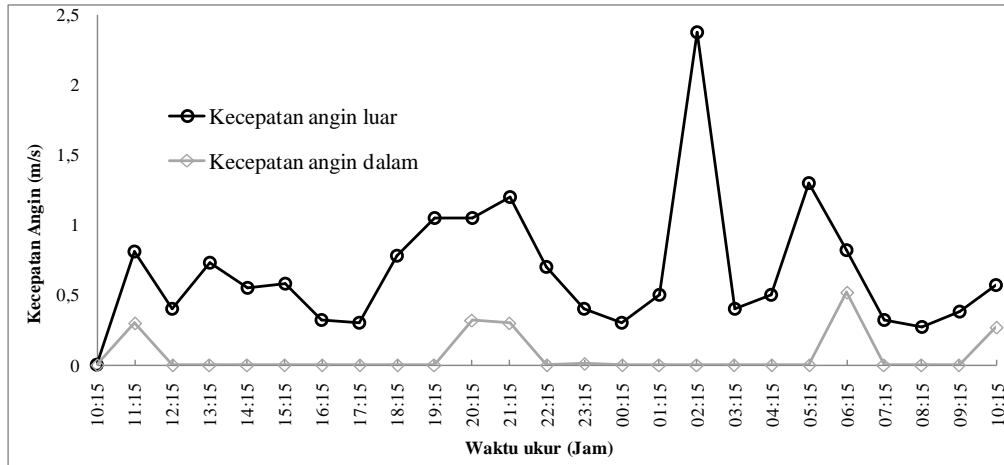
Hal ini mengindikasikan aliran udara yang masuk ke dalam ruangan kecil, bukan karena bukaan atau selubung dinding maupun atap melainkan karena kecepatan aliran udara luar ruangan cenderung kecil rata-rata kecepatan udara di luar ruangan sebesar 0,6 m/s, sehingga rata-rata kecepatan udara di dalam ruangan hanya sebesar 0,1 m/s (Gambar 5c).



a)



b)



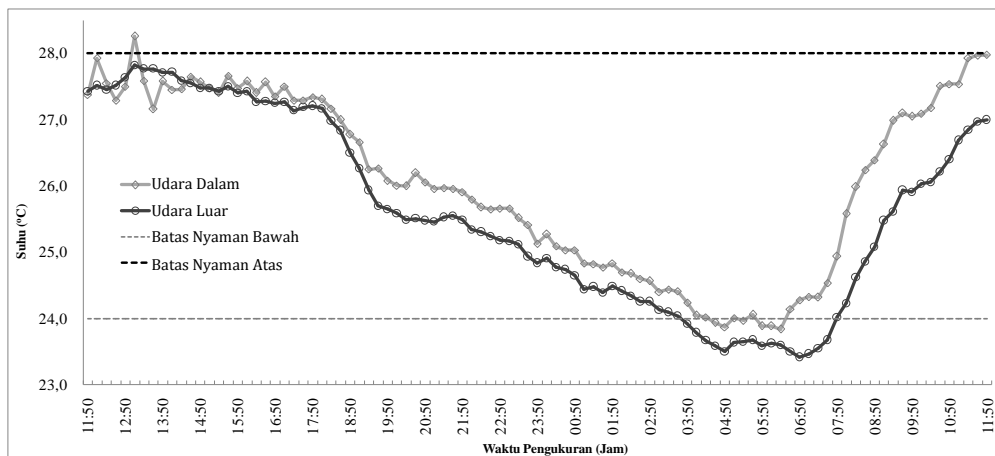
c)

Gambar 5 Hasil pengukuran *Sao Ria* di Ngalupolo musim hujan : a) Perbandingan suhu udara luar dan dalam; b) Fluktuatif kelembaban udara (RH); c) Fluktuatif kecepatan angin (V_a)

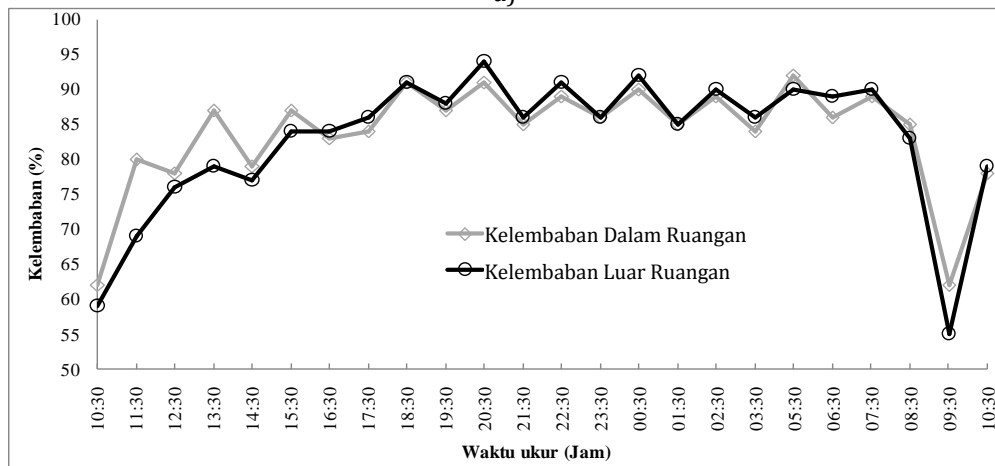
Musim Kemarau

Pada Gambar 6a, nilai rata-rata suhu udara dalam ruangan lebih tinggi 0,4 °C dibandingkan suhu rata-rata udara di luar ruangan. Walaupun demikian, suhu dalam ruangan masih berada pada rentang suhu nyaman ruangan (24-28 °C), pengaruh suhu luar yang lebih rendah tidak signifikan mempengaruhi suhu dalam ruangan. Suhu dalam

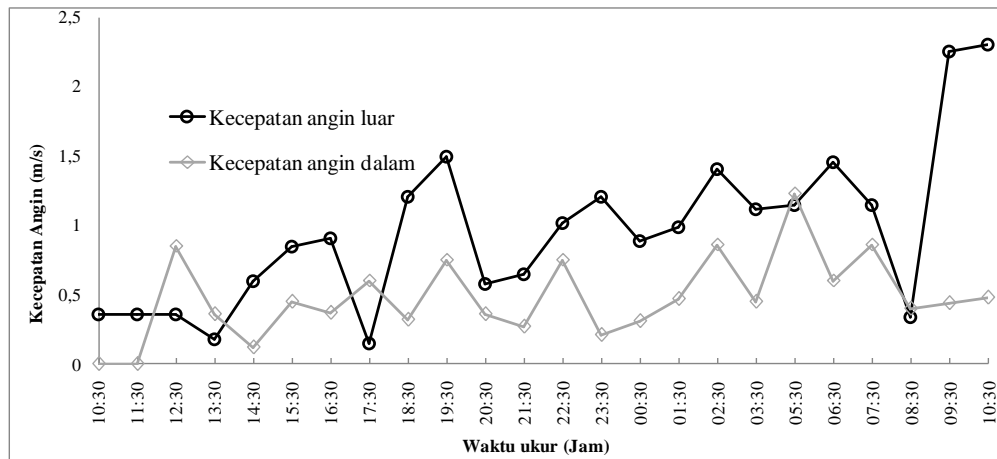
ruangan cenderung lebih nyaman pada musim kemarau dengan kelembaban relatif tinggi, yaitu sebesar 83% lebih tinggi 3% dari rentang kelembaban pada kondisi nyaman (Gambar 6b). Hal ini masih dipengaruhi kecepatan angin yang cenderung rendah di luar ruangan, hanya rata-rata sebesar 1^m/s (Gambar 6c).



a)



b)



c)

Gambar 6. Hasil pengukuran *Sao Ria* di Ngalupolo musim kemarau : a) Perbandingan suhu udara luar dan dalam; b) Fluktuatif kelembaban udara (RH); c) Fluktuatif kecepatan angin (V_a)

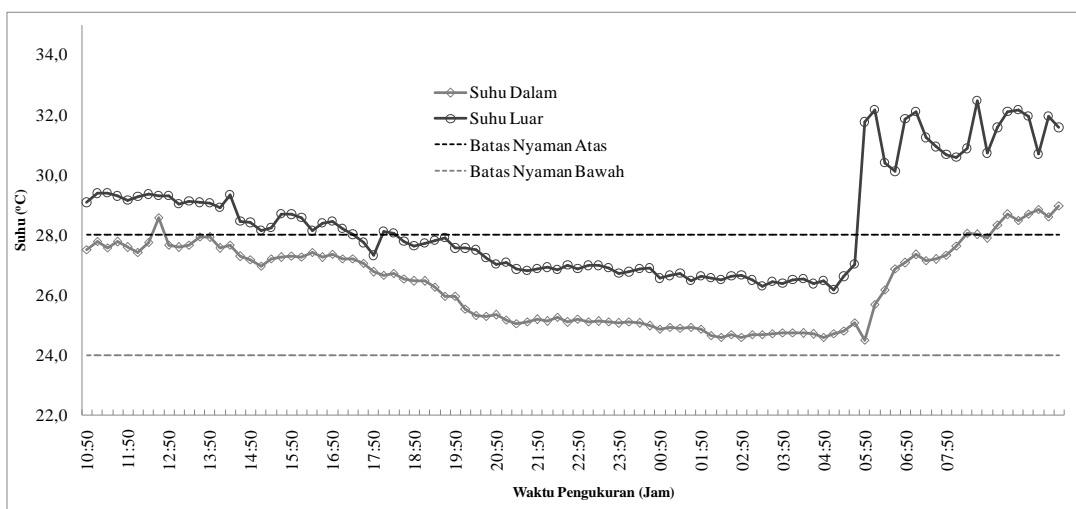
Kinerja Termal Bangunan *Sao Ria* di Nggela Musim Hujan

Suhu udara rata-rata dalam ruangan lebih rendah 2 °C dibandingkan suhu udara rata-rata luar ruangan. Hal ini dipengaruhi oleh musim hujan dengan penyinaran matahari total sepanjang hari (curah hujan kecil). Perbedaan suhu dalam dan luar ruangan berbeda signifikan. Suhu dalam ruangan selalu lebih rendah sepanjang hari dibandingkan suhu luar ruangan (Gambar 7a), pada rentang suhu 24 - 29 °C, melebihi batas rentang atas suhu nyaman pada wilayah tropis lembab. Kelembaban rata-rata harian pada musim hujan di dalam ruangan sebesar 77 %, masih masuk dalam rentang kelembaban kondisi nyaman di Indonesia (Gambar 7b). Hal ini menunjukkan bahwa pada musim hujan mampu memberi efek suhu dalam ruangan

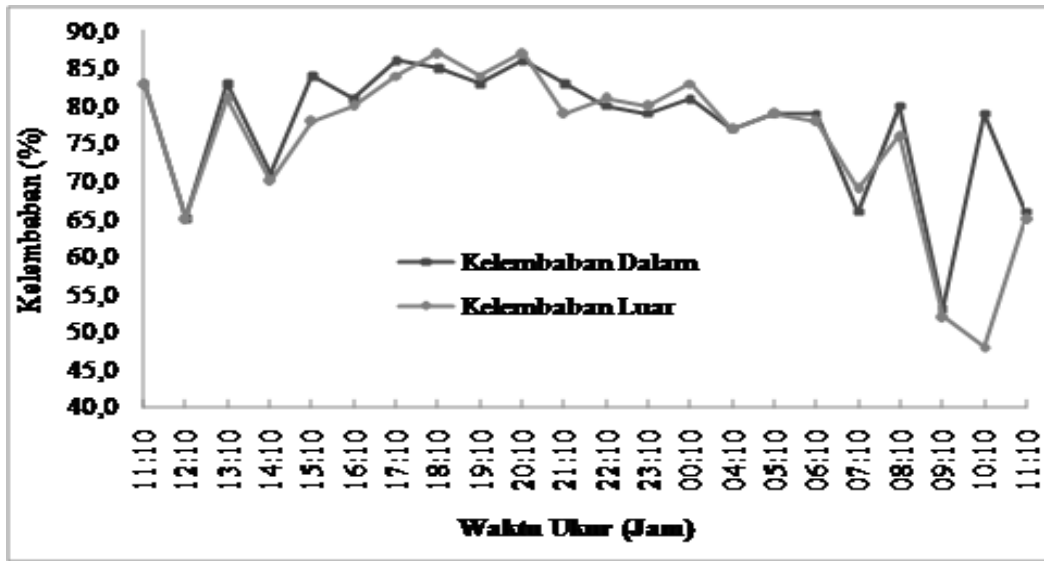
lebih rendah pada siang hari dan lebih tinggi di malam hari dengan kelembaban yang relatif rendah dibandingkan luar ruangan.

Musim Kemarau

Secara umum suhu rata-rata di dalam ruangan lebih rendah 0,7 °C dibandingkan di luar ruangan. Perbedaan suhu tertinggi terjadi di siang hari dimana selisihnya mencapai 0,4 °C, sedangkan selisih suhu pada malam hari hanya 0,1 °C (Gambar 8a). Kelembaban rata-rata harian pada musim kemarau di dalam ruangan sebesar 86,6 %, lebih tinggi 8,6 % dari kelembaban dalam rentang nyaman (Gambar 8b). Hal ini menunjukkan bahwa pada musim hujan mampu memberi efek suhu dalam ruangan lebih tinggi pada siang hari dan lebih rendah di malam hari dengan kelembaban yang relatif tinggi dibandingkan luar ruangan.

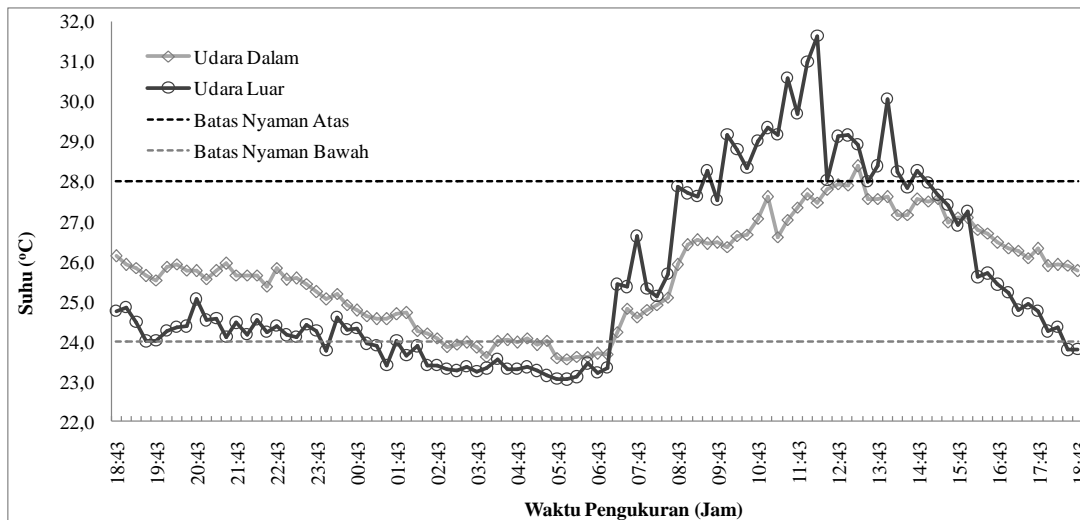


a)

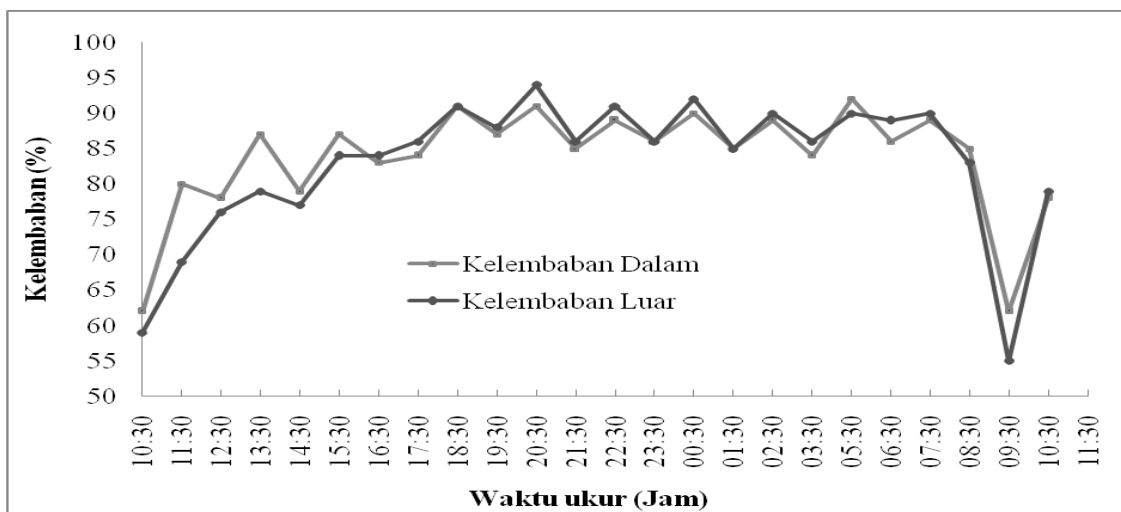


b)

Gambar 7 Hasil pengukuran *Sao Ria* di Nggela musim hujan : a) Perbandingan suhu udara luar dan dalam; b) Fluktuatif kelembaban udara (RH)



a)



b)

Gambar 8 Hasil pengukuran *Sao Ria* di Nggela musim kemarau : a) Perbandingan suhu udara luar dan dalam; b) Fluktuatif kelembaban udara (RH)

Analisa Kinerja Selubung Rumah Tradisional Sao Ria di Nggela dan Ngalupolo

Selubung bangunan merupakan bagian dari rumah yang secara alami mampu meredam pengaruh iklim mikro, baik terhadap suhu maupun kelembaban udara. Pada rumah tradisional *Sao Ria*, atap dan dinding paling berpengaruh meredam variabel iklim tersebut. Pengaruhnya dapat dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan waktu peredaman suhu luar akibat

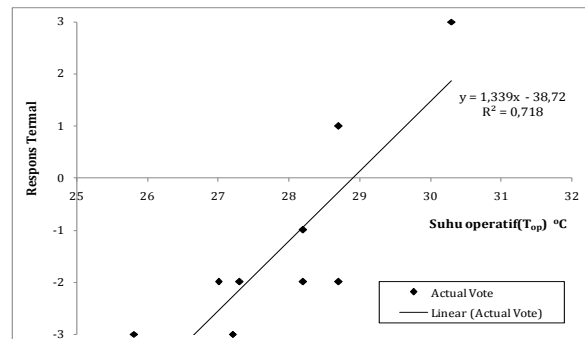
radiasi matahari yang mempengaruhi suhu dan kelembaban dalam ruangan. Atap berbahan alang-alang dengan ketebalan mencapai 10-15 cm mampu meredam kalor selama ± 3 jam, sedangkan dinding berbahan papan dan pelupuh bambu mampu meredam kalor selama ± 3-7 jam. Efek dari redaman kalor ini memberi pengaruh menurunkan suhu dalam ruangan, semakin lama waktu meredam kalor semakin baik efek yang ditimbulkan.

Tabel 2 Time Lag Selubung Atap dan Dinding Pengaruh Suhu di Musim Hujan dan Kemarau pada Rumah Tradisional Sao Ria di Ngalupolo dan Nggela

Uraian		Sao Ria di Ngalupolo								
		Musim Hujan			Musim Kemarau					
		Dalam	Luar	Selisih	Dalam	Luar	Selisih			
Atap timur	Suhu max (°C)	39,2	32,8	6,4	28,6	29,2	0,6			
	Waktu (jam)	12 : 00	09 : 25	03 : 15	11 : 00	10 : 50	00 : 50			
Atap barat	Suhu max (°C)	30,6	51,2	20,6		54,1				
	Waktu (jam)	10 : 50	11 : 15	01 : 05		12 : 50				
Dinding timur	Suhu max (°C)	29,9	31,3	1,4	27,9	42,9	15			
	Waktu (jam)	11 : 15	11 : 15	00 : 00	11 : 50	09 : 25	02 : 25			
Dinding barat	Suhu max (°C)	34,4	30,3	4,1	27,41					
	Waktu (jam)	07 : 50	11 : 15	04 : 05	16 : 15					
Sao Ria di Nggela										
Atap timur	Suhu max (°C)	30	45,5	15,5	37,3	29,7	7,6			
	Waktu (jam)	10 : 50	07 : 15	03 : 35	13 : 33	13 : 33	00 : 00			
Atap barat	Suhu max (°C)	29,6	34,7	5,1	28,1	29	0,9			
	Waktu (jam)	10 : 25	11 : 15	01 : 30	15 : 33	12 : 18	03 : 15			
Dinding timur	Suhu max (°C)	29	30	1	28	28,1	0,1			
	Waktu (jam)	17 : 00	10 : 50	06 : 50	13 : 63	13 : 63	00 : 00			
Dinding barat	Suhu max (°C)	29,3	29,4	0,1	28	27,9	0,1			
	Waktu (jam)	10 : 50	10 : 50	00 : 00	16 : 18	16 : 18	00 : 00			

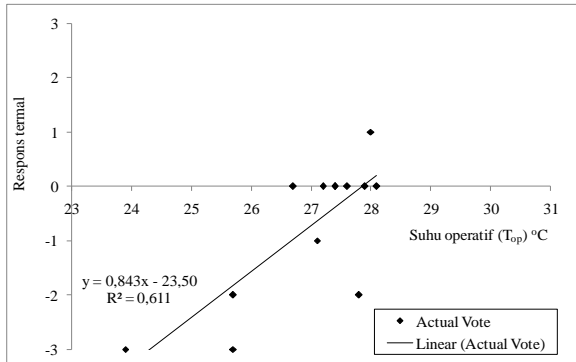
Respon Termal Penghuni

Kinerja termal statis yang telah dibahas pada bentuk dan penggunaan material bangunan hanya memberikan gambaran kenyamanan termal statis. Namun perlu diperbandingkan dengan respon termal penghuninya, karena nyaman atau tidaknya suatu hunian secara adaptasi akan direspon oleh kondisi tubuh penghuninya. Analisis regresi dari respon penghuni yang telah mendiami rumah Sao Ria selama lebih dari 15 tahun diperoleh persamaan regresi linier : $y = 1,339 x - 38,72$, dengan $R^2 = 0,718$ (Gambar 9). Hubungan antara suhu operatif (T_{op}) terhadap respon termal pada musim hujan, suhu netral diperoleh pada respon termal 0, yaitu sebesar 28,9 °C pada rentang nyaman respon termal antara -0,5 (nyaman batas bawah) – 0,5 (nyaman batas atas). Diperoleh suhu nyaman sebesar 28,5 – 29,3 °C. Pada rentang suhu ini penghuni rumah Sao Ria di Ngalupolo pada musim hujan merasa nyaman berada di dalam ruangan. Perbedaan rentang nyaman dalam ruangan mencapai 0,8 °C.



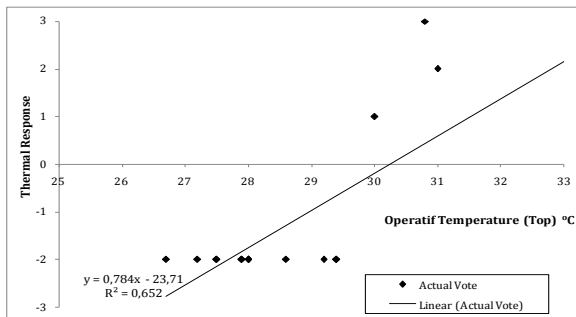
Gambar 9 Regresi linier hubungan suhu operatif (T_{op}) terhadap respon termal responden *Sao Ria* di Ngalupolo pada musim hujan

Pada musim kemarau, respon termal penghuni terhadap suhu netral dan rentang suhu nyaman lebih rendah dibandingkan dengan musim hujan. Hasil dari persamaan regresi linier pada musim kemarau : $y = 0,843 x - 23,5$; $R^2 = 0,611$; perbedaan rentang nyaman sebesar 1,2 °C (Gambar 10). Hal ini menunjukkan adanya pola adaptasi penghuni dimana pada musim hujan menginginkan suhu yang lebih tinggi sedangkan pada musim kemarau lebih rendah.



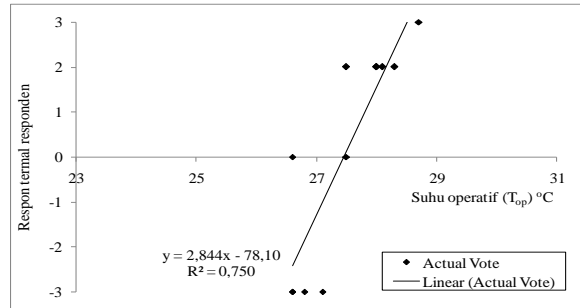
Gambar 10 Regresi linier hubungan suhu operatif (T_{op}) terhadap respon termal responden *Sao Ria* di Ngalupolo pada musim kemarau

Pada Gambar 11 diperoleh persamaan regresi linier : $y = 0,784 x - 23,71$; $R^2 = 0,652$, hubungan antara suhu operatif (T_{op}) terhadap respon termal pada musim hujan, suhu netral diperoleh pada respon termal 0, yaitu sebesar $30,2 \text{ }^\circ\text{C}$ pada rentang nyaman respon termal antara $-0,5$ (nyaman batas bawah) – $0,5$ (nyaman batas atas). Diperoleh suhu nyaman sebesar $29,6 - 32,8 \text{ }^\circ\text{C}$. pada rentang suhu ini penghuni rumah *Sao Ria* di Nggela pada musim hujan merasa nyaman berada di dalam ruangan. Perbedaan rentang nyaman dalam ruangan mencapai $3,2 \text{ }^\circ\text{C}$.



Gambar 11 Regresi linier hubungan suhu operatif (T_{op}) terhadap respon termal responden *Sao Ria* di Nggela pada musim hujan

Pada musim kemarau, respon termal penghuni terhadap suhu netral dan rentang suhu nyaman lebih rendah dibandingkan dengan musim hujan. Pada Gambar 19 ditunjukkan persamaan regresi linier pada musim kemarau : $y = 2,844 x - 78,1$; $R^2 = 0,750$; sehingga suhu netral sebesar $27,5 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan rentang nyaman pada suhu $27,3 - 27,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (beda rentang suhu sebesar $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$). Hal ini menunjukkan adanya pola adaptasi penghuni dimana pada musim hujan menginginkan suhu yang lebih tinggi sedangkan pada musim kemarau lebih rendah.



Gambar 19 Regresi linier hubungan suhu operatif (T_{op}) terhadap respon termal responden *Sao Ria* di Nggela pada musim kemarau

KESIMPULAN

Rumah tradisional *Sao Ria* lebih nyaman pada musim kemarau dengan rentang suhu nyaman $24 - 28 \text{ }^\circ\text{C}$, dengan *time lag* bahan selubung 3-7 jam. Rentang respon termal penghuni pada musim hujan cenderung lebih tinggi dibandingkan pada musim kemarau. Jika dibandingkan dengan termal statis, kecenderungan rentang suhu pada musim hujan lebih tinggi daripada musim kemarau. Hal ini menunjukkan termal statis sebanding dengan respon termal. Rentang kenyamanan termal statis yang lebih tinggi pada musim hujan, respon termal penghuni berada pada rentang suhu nyaman yang lebih tinggi, begitu juga sebaliknya pada musim kemarau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar - Pusat Litbang Permukiman, Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum yang telah membiayai penelitian ini dengan sumber dana dari APBN Tahun Anggaran 2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Brenda Robert, Vale (1996). *Green Architecture : Design for a sustainable future, Thames and Hudson*. London.
- Santosa, Mas. 1995. " Environmentally responsible architecture : The intelligent of traditional buildings in hot humid of Indonesia". The First International Symposium on Asia Pacific Architecture. The East West Encounter, 22-25 March. Honolulu The University of Hawaii at Manoa.
- Soegijanto. Maret 1999. *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan*, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung.

- Suwantara, I Ketut. 2011. Pengkajian Kenyamanan Termal Bangunan Tradisional di Provinsi Bali, NTB dan NTT : Laporan Akhir, Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar.
- Yeang, Ken. 2007. *The Green Skyscraper : The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*. Prestel Verlag. New York.
- [http : //learn.greenlux.org/packages/clear/thermal/buildings/building_fabric/properties/time_lag.html](http://learn.greenlux.org/packages/clear/thermal/buildings/building_fabric/properties/time_lag.html), diunduh 6 Februari 2012.