

ANALISIS KENYAMANAN TERMAL PADA RUMAH DIATAS PANTAI TROPIS LEMBAB

“Studi Kasus Rumah Atas Pantai Desa Kima Bajo, Kabupaten Minahasa Utara”

Arlan Kaharu
Jefrey I. Kindangen
Judy O. Waani

INTISARI

Pemukiman di atas pantai memiliki suhu, kelembaban udara serta kecepatan angin yang cukup tinggi pada siang hari. Masalah klimatis tersebut membuat penghuni merasa tidak nyaman walaupun harus tetap melaksanakan aktifitas pada kondisi tersebut. Terdapat indeks perhitungan untuk menyeragamkan tingkat kenyamanan termal manusia yang disebut PMV (Predicted Mean Vote). Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kondisi kenyamanan termal penghuni yang bermukim di atas pantai sesuai dengan indeks PMV. Penelitian dilakukan pada pemukiman atas pantai desa Kimabajo selama 12 jam. Hasil penelitian ditemukan tingkat kenyamanan termal berada pada kondisi agak panas dan panas selama siang hari pada ruang tamu dan kamar tidur. Kecepatan angin memiliki pengaruh yang signifikan dalam menurunkan nilai PMV.

Kata Kunci : *Kenyamanan Termal, PMV (Predicted Mean Vote)*

ABSTRACT

Settlement on the coast has a temperature, humidity and wind speed is high enough during the day. The climatic problems, make the occupants feel uncomfortable, although it must still carry out activities in these conditions. There is an index calculation to homogenize the human thermal comfort levels called PMV (Predicted Mean Vote). The aim of this study was to evaluate the thermal comfort conditions of the inhabitants who lived on the coast according to the index PMV. The study was conducted at the settlement on the coast of the KimaBajo village for 12 hours. The results of this study found the level of thermal comfort in the condition rather hot and hot during the day in the living room and bedroom. Wind speed has a significant effect in lowering the value of PMV.

Kata Kunci : *Thermal Comfort, PMV (Predicted Mean Vote)*

PENDAHULUAN

Terdapat banyak kawasan pemukiman ditepi pantai Indonesia mulai dari kota besar hingga desa salah satunya adalah Desa kimabajo yang terletak dikecamatan Wori, kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara dengan suhu berkisar antara 23°C-32°C dan kelembaban 55%-96%.Pemukiman desa Kimabajo berada disepanjang garis pantai bahkan ada yang membangun rumah di atas pantai. Sebagian besar penduduk Kimabajo memiliki pekerjaan sebagai nelayan yang melaut pada malam hari sehingga pada siang hari melakukan aktifitas dirumah atau sekitar rumah mereka.

Pada umumnya, masalah klimatis dipemukiman pesisir pantai adalah kecepatan angin, suhu dan kelembaban udara rata-rata yang tergolong tinggi sepanjang hari sehingga menimbulkan rasa tidak nyaman dalam beraktifitas. Angin pada dasarnya memiliki peran yang cukup besar dalam menciptakan kenyamanan termal penghuni tetapi jika kecepatan angin terlalu tinggi akan mengakibatkan bergesernya rasa nyaman penghuni. Ditinjau dari aspek kenyamanan penghuni, secara psikis seseorang merasa nyaman dalam hunian ketika mereka merasa puas dengan lingkungan termal disekitarnya. Jika manusia berada didalam rumah dengan lingkungan termal yang buruk dapat menyebabkan pengaruh negatif terhadap kenyamanan dan kesehatan penghuni.

Menurut ASHRAE (*Guide for building hot & humid climate*) rasa nyaman untuk daerah tropis lembab berkisar diantara 23,3⁰C–26,1⁰C dengan kelembaban 50% – 60%, Sedangkan menurut SNI 03 – 6572 – 2001 rasa nyaman didapatkan pada suhu 20,5⁰C–27,1⁰C dengan kelembaban relatif berkisar 40%-60%. Dengan melihat standard tersebut dan membandingkan dengan kondisi lingkungan saat ini, terlihat bahwa pemukiman di indonesia khususnya pemukiman di tepi pantai sangat sulit untuk memperoleh rasa nyaman khususnya pada kenyamanan termal penghuni.

Prinsip dari kenyamanan termal adalah terciptanya keseimbangan antara suhu tubuh manusia dengan suhu disekitarnya. Rasa nyaman secara termal dapat di ungkapkan secara empirik dengan menggunakan beberapa variable yang terkait dengan perhitungan, akan tetapi perasaan nyaman juga bersifat psikis dan sering berbeda hasilnya bagi setiap orang walaupun di tempatkan pada satu lingkungan termal yang sama. Karena itu dalam mengevaluasi kenyamanan termal dengan kondisi

faktor alam tertentu diperlukan suatu indeks atau formula yang dapat menyeragamkan perhitungan tingkat kenyamanan termal manusia.

PMV (*predicted Mean Vote*) merupakan salah satu persamaan empirik yang ditemukan oleh Fanger (1970) untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal manusia pada lingkungan tertentu. Formulasi PMV berdasarkan 4 variabel klimatis (suhu, kelembaban, angin, suhu radiasi) dan 2 variabel fisiologis (pakaian dan aktivitas).

Dengan melihat permasalahan diatas maka sangat penting untuk membuktikan kondisi kenyamanan termal pada rumah tepi pantai di Desa Kimabajo menggunakan metode PMV dalam menciptakan kondisi termal yang diinginkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Ada beberapa faktor klimatis dan faktor fisiologis yang mempengaruhi kenyamanan termal penghuni yaitu:

1. Suhu Udara

Dalam konteks kenyamanan termis, umumnya manusia merasa nyaman pada kondisi suhu udara sekitar 25°C, namun faktanya pada sekitar siang hari suhu udara bisa mencapai 34°C dan terasa panas atau tidak nyaman. Kenyataannya pada situasi suhu tersebut, manusia tetap harus hidup bahkan melakukan kegiatan.

2. Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah kandungan uap air dalam udara. Pada umumnya kelembaban akan memberikan kondisi nyaman pada 30%-70%. Kelembaban yang tinggi mengakibatkan sulit terjadinya penguapan dipermukaan kulit sehingga mekanisme pelepasan panas bisa terganggu.

3. Suhu radiasi rata-rata (Mean Radiant Temperatur)

Temperatur radiasi (T_{mrt}) adalah temperatur yang disebabkan oleh panas yang ditimbulkan oleh radiasi. Meskipun besarnya suhu radiasi rata-rata dapat diasumsikan sama dengan besarnya suhu udara tetapi untuk keakuratan nilai T_{mrt} perlu adanya perhitungan yang lebih mendetail mengingat besar dari nilai suhu radiasi rata-rata merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan indeks kenyamanan termal PMV.

4. Angin

Angin adalah udara yang bergerak dan sangat diperlukan untuk mengurangi tingkat kelembaban dalam ruangan. Pada daerah tropis lembab diperlukan sirkulasi udara yang menerus untuk membantu sirkulasi pertukaran udara didalam bangunan akan tetapi faktor angin harus menjadi perhatian lebih pada bangunan ditepi pantai. Angin memiliki pengaruh yang sangat signifikan dalam menentukan indeks kenyamanan termal.

5. Aktifitas Manusia

Kenyamanan termal dilandasi oleh tercapainya keseimbangan panas badan. Badan akan memelihara panas badan dalam kondisi $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan demikian produksi panas dan pelepasan panas harus seimbang. Dalam tubuh manusia selalu terjadi proses biologis yang menghasilkan kalor. Proses ini selanjutnya akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jenis aktifitas yang dilakukan manusia. Semakin besar dan cepat metabolisme semakin besar produksi panas badan internal.

6. Pakaian

Menurut sugini (2003), pelepasan panas badan ke lingkungan melalui pakaian terjadi proses evaporasi, radiasi, konduksi dan konveksi yang ditentukan oleh resistensi pakaian tersebut.

Setiap jenis pakaian memiliki angka karakteristik resistensi yang dihubungkan dengan persentase penutupan atau pelapisan pada kulit tubuh manusia terhadap lingkungan udara luar.

Fanger (1970) mendefinisikan kenyamanan termis sebagai suatu kondisi atau rasa puas dari seseorang menghadapi lingkungan termisnya. Untuk menyeragamkan perhitungan skala kenyamanan termis serta persepsi tentang tingkat kenyamanan termis yang dirasakan seseorang, diperlukan suatu satuan pengukur (indeks Kenyamanan Termis). Indeks ini didasarkan pada kondisi keseimbangan termal yang dirasakan oleh seseorang dan yang terjadi antara yang bersangkutan dengan lingkungannya.

Formulasi PMV (*Predicted Mean Vote*) menghubungkan antara persepsi termal dengan kombinasi dua variabel personal dan empat variabel iklim. Dua variabel personal yang dimaksud adalah tingkat metabolisme yang dilihat dari aktifitas dan tingkat insulasi yang dilihat dari cara berpakaian. Sedangkan empat variabel iklim yang dimaksud adalah suhu udara (t_a), suhu radiasi (t_{mrt}), kelembaban (R_h) dan pergerakan angin (v).

Indeks skala PMV ini telah mendapat rekomendasi dari ISO (*International Standard Organization*), sebagai standard universal tingkat kenyamanan termis.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan kajian yang akan diteliti mengenai kenyamanan termal penghuni, maka penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan positivisme. Pendekatan Positivisme dimana memandang fenomena secara nyata sehingga dapat diklasifikasikan, relatif tetap, konkrit teramati, dan terukur.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Kimabajo Kecamatan wori Provinsi Sulawesi Utara dengan objek penelitian berupa rumah-rumah semi permanen yang dibangun diatas pantai. Sampel rumah dipilih menggunakan metode *purposif sampling* dengan syarat sampel yaitu rumah semi permanen yang dibangun diatas pantai dengan minimal penghuni sebanyak 4 anggota keluarga. Rumah harus memiliki ruangan selayaknya rumah hunian yang terdiri dari ruang tamu, kamar tidur, dapur, wc dan teras.



Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah thermohyrometer (mengukur suhu dan kelembaban) dan anemometer (mengukur kecepatan angin) dengan waktu pengukuran dilakukan selama 12 jam mulai dari pukul 07.00-18.00 WITA pada 2 ruangan berbeda (Ruang tamu dan Kamar) masing-masing rumah.

Data hasil pengukuran selanjutnya dianalisis menggunakan formulasi indeks kenyamanan termal PMV secara manual dengan bantuan spreadsheet Excel dan divisualisasikan kedalam grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

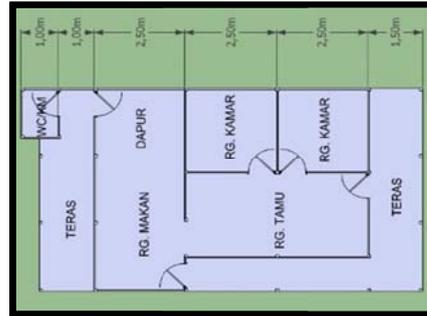
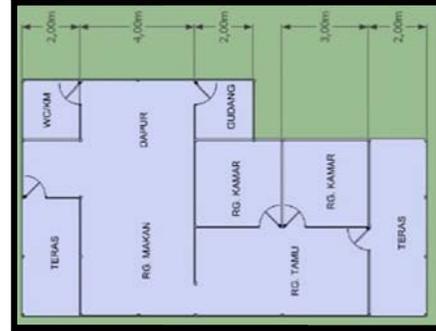
1. Eksisting Sampel

a. Rumah Panggung A (Pak Amran)

Rumah Panggung sampel A ditempati oleh Keluarga Pak Amran dengan sepasang suami istri dan 3 orang anak. Rumah panggung A berukuran 6 x 14 Meter² dan terdiri dari, teras depan, ruang tamu, 3 buah kamar tidur, kamar mandi, dapur, wc dan teras belakang. Rumah ini memiliki tinggi 4 meter, dengan tinggi lantai sampai plafon 2,5 meter. Orientasi rumah menghadap utara-selatan dan bagian depan rumah mengarah ke pantai.

b. Rumah Panggung B (Rumah Pak Ato')

Rumah Panggung sampel B adalah rumah panggung yang ditempati oleh Keluarga Pak Ato', Rumah tersebut ditempati 2 keluarga (keluarga pak ato' dan seorang anak dan istrinya yang tinggal serumah dengan pak ato') dan 3 orang anak (cucu pak ato'). Rumah panggung B berukuran 5 x 10 Meter² dan terdiri dari, teras depan, ruang tamu, 2 buah kamar tidur, kamar mandi, dapur, wc dan teras belakang. Rumah panggung B ini memiliki tinggi sekitar 3 meter dari tanah, dengan tinggi lantai sampai plafon sebesar 2,5 meter. Orientasi rumah menghadap Timur-Barat dan bagian depan rumah mengarah ke pantai.



2. Hasil Pengukuran Sampel

Pengukuran sampel dilakukan selama satu hari mulai dari pukul 07.00 Wita s/d 18.00 Wita, Pengukuran dilakukan pada hari Sabtu, Tanggal 12 Maret 2016 dengan kondisi cuaca cerah. Pengukuran dilakukan pada 3 (tiga) titik pengukuran yaitu pada teras depan, Ruang tamu dan kamar tidur. Dari setiap titik pengukuran diambil 3 (tiga) buah data yaitu suhu ruangan ($^{\circ}\text{C}$), Kelembaban (%) dan kecepatan angin (m/s). Berikut adalah hasil pengukuran dari kedua sampel yang dilakukan secara bersamaan.

A

waktu	Luar Rumah			Ruang Tamu			Kamar Tidur		
	Suhu	Kelembapan	Kecepatan Angin	Suhu	Kelembapan	Kecepatan Angin	Suhu	Kelembapan	Kecepatan Angin
07.00	30,1	61	1,2	31,4	62	0,1	31,7	62	<0,1
08.00	30,7	64	1,4	31,4	64	0,1	31,8	65	<0,1
09.00	31,1	68	2	31,2	71	0,8	31,3	73	<0,1
10.00	31,1	69	2,9	31,4	72	2,1	31,2	72	0,1
11.00	32,4	66	4,7	31,7	67	4,2	31,7	67	0,1
12.00	32,4	67	5,5	32,2	64	4	32,2	65	0,2
13.00	31	71	5,5	31,6	69	4,2	31,2	70	0,2
14.00	31	68	5	31,3	70	4	31,4	68	0,1
15.00	30,7	72	4,7	30,4	69	4,2	30,5	70	0,1
16.00	29,7	77	3,2	29,9	75	2,4	29,9	73	0,1
17.00	29,5	77	0,8	29,6	78	0,4	29,6	75	<0,1
18.00	29	74	0,1	29,2	74	<0,1	29,2	74	<0,1
Rata-Rata	30,73	69,50	3,08	30,94	69,58	2,21	30,98	69,50	0,08
Max	32,4	77	5,5	32,2	78	4,2	32,2	75	0,2
Min	29	61	0,1	29,2	62	<0,1	29,2	62	<0,1

Tabel 2 : Hasil Pengukuran Rumah Panggung sampel B

waktu	Luar Rumah			Ruang Tamu			Kamar Tidur		
	Suhu	Kelembapan	Kecepatan Angin	Suhu	Kelembapan	Kecepatan Angin	Suhu	Kelembapan	Kecepatan Angin
07.00	31,3	65	0,4	32,5	70	0,3	32,2	66	0,1
08.00	32,4	67	0,5	32,5	68	0,3	32,2	67	0,1
09.00	32,2	67	0,5	32,2	68	0,5	32,2	70	0,2
10.00	32,6	71	2,5	32,4	72	2,3	32,4	72	0,2
11.00	33,9	66	2,7	33	63	1,9	33	63	0,3
12.00	32,8	71	4,4	32,7	67	2,3	32,5	65	0,4
13.00	31,7	73	3,6	31,9	71	2	31,9	70	0,3
14.00	31,6	69	3,4	31,7	68	2,8	31,7	68	0,3
15.00	31,8	71	2	31,6	68	1,7	32	68	0,1
16.00	30,6	72	2	30,8	73	1,1	30,8	73	0,1
17.00	30,4	77	0,7	30,3	73	0,1	30,3	73	<0,1
18.00	29,2	75	<0,1	29,4	75	<0,1	29,4	76	<0,1
Rata-Rata	31,71	70,33	1,89	31,75	69,67	1,28	31,72	69,25	0,18
Max	33,9	77	4,4	33	75	2,8	33	76	0,4
Min	29,2	65	<0,1	29,4	63	<0,1	29,4	63	<0,1

Setelah mendapatkan data suhu, kelembapan dan kecepatan angin dari survey tiap sampel ruang (ruang tamu dan kamar) pada tiap rumah selama 1 hari dari pukul 07.00-18.00 WITA, selanjutnya dari data yang didapatkan akan dianalisis menggunakan perhitungan indeks PMV, sehingga dapat diketahui indeks kenyamanan termal pada rumah sampel yang akan diteliti.

Sebelum melakukan analisis PMV, terdapat satu variabel klimatis yang harus dicari yaitu suhu radiasi rata-rata (Tmrt). Nilai Tmrt diperoleh dengan cara perhitungan. Nilai Tmrt penting untuk diperoleh untuk mendapatkan hasil analisis PMV yang lebih akurat.

3. Analisis Suhu Radian Temperatur (Tmrt)

Nilai Tmrt dapat diasumsikan sama besar dengan suhu ruangan dengan catatan keadaan ruang harus terlindungi dengan baik. Melihat kondisi sampel ruangan tidak terlindungi dan mendapat pengaruh angin yang besar maka ditetapkan nilai Tmrt tidak bisa diasumsi sama dengan suhu ruangan. Hal ini juga demi keakuratan analisis perhitungan PMV karena perlu adanya kehati-hatian dalam memperoleh data untuk menganalisis PMV agar bias perhitungan dapat dikontrol dan tidak terlalu melebar.

Nilai Tmrt dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan yang melibatkan beberapa variabel. Nilai dari variabel-variabel tersebut diperoleh dari hasil pengukuran yang lebih jelas dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 3 : Variabel Analisis Tmrt

Variabel	Sampel Rumah							
	Rumah Pak Amran (A)				Rumah Pak Ato' (B)			
Nilai transmitansi material (material papan kayu sebagai selubung ruangan)	2,27 W/m ² °C							
Nilai resistensi lapisan udara	0,120 m ² °C/W							
Dimensi Ruang Tamu (P x L x T)	6 m x 3 m x 2,5 m				5 m x 2,5 m x 2,5 m			
Dimensi kamar tidur (P x L x T)	3 m x 3 m x 2,5 m				2,5 m x 2,5 m x 2,5 m			
Suhu Luar Ruangan	waktu	Luar Rumah	Ruang Tamu	Kamar Tidur	waktu	Luar Rumah	Ruang Tamu	Kamar Tidur
Suhu dalam ruangan (Ruang tamu)	07.00	30,1	31,4	31,7	07.00	31,3	32,5	32,2
	08.00	30,7	31,4	31,8	08.00	32,4	32,5	32,2
	09.00	31,1	31,2	31,3	09.00	32,2	32,2	32,2
	10.00	31,1	31,4	31,2	10.00	32,6	32,4	32,4
	11.00	32,4	31,7	31,7	11.00	33,9	33	33
	12.00	32,4	32,2	32,2	12.00	32,8	32,7	32,5

Suhu dalam ruangan (kamar tidur)	13.00	31	31,6	31,2	13.00	31,7	31,9	31,9
	14.00	31	31,3	31,4	14.00	31,6	31,7	31,7
	15.00	30,7	30,4	30,5	15.00	31,8	31,6	32
	16.00	29,7	29,9	29,9	16.00	30,6	30,8	30,8
	17.00	29,5	29,6	29,6	17.00	30,4	30,3	30,3
	18.00	29	29,2	29,2	18.00	29,2	29,4	29,4

Dari data diatas, selanjutnya dilakukan analisis perhitungan Tmrt. Dari hasil perhitungan tersebut maka diperoleh nilai Tmrt kedua ruangan dari masing-masing sampel sebagai berikut:

Tabel 4 : Analisis Tmrt

Hasil Analisis Tmrt									
Rumah Pak Amran (sampel A)					Rumah Pak Ato' (sampel B)				
waktu	Ruang Tamu		Kamar Tidur		waktu	Ruang Tamu		Kamar Tidur	
	Suhu	Tmrt	Suhu	Tmrt		Suhu	Tmrt	Suhu	Tmrt
07.00	31,4	31	31,7	31,3	07.00	32,5	32,2	32,2	32
08.00	31,4	31,2	31,8	31,5	08.00	32,5	32,5	32,2	32,3
09.00	31,2	31,2	31,3	31,2	09.00	32,2	32,2	32,2	32,2
10.00	31,4	31,3	31,2	31,2	10.00	32,4	32,5	32,4	32,5
11.00	31,7	31,9	31,7	31,9	11.00	33	33,2	33	33,2
12.00	32,2	32,3	32,2	32,3	12.00	32,7	32,7	32,5	32,8
13.00	31,6	31,3	31,2	31,1	13.00	31,9	31,8	31,9	31,8
14.00	31,3	31,2	31,4	31,4	14.00	31,7	31,7	31,7	31,7
15.00	30,4	30,5	30,5	30,6	15.00	31,6	31,7	32	31,9
16.00	29,9	29,8	29,9	29,8	16.00	30,8	30,7	30,8	30,7
17.00	29,6	29,6	29,6	29,6	17.00	30,3	30,3	30,3	30,3
18.00	29,2	29,2	29,2	29,1	18.00	29,4	29,3	29,4	29,3

4. Analisis PMV

Analisa PMV bertujuan untuk mengetahui indeks kenyamanan termal yang dirasakan seseorang pada satu ruangan dengan melihat beberapa variabel klimatis (T_a, RH, V, T_{mrt}) dan variabel fisiologis (M, clo) yang disusun sesuai dengan formulasi Fanger.

Setelah melakukan pengamatan dan pengukuran pada sampel untuk mencari suhu ruangan, kecepatan angin, kelembaban ruangan dan menghitung suhu radiasi rata-rata ruangan dengan melihat penghuni melakukan aktifitas ringan (1 met) dengan pakaian tropis ringan (0,4 clo) maka selanjutnya dilakukan analisis PMV dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 5 : Analisis PMV

Waktu	PMV Ruang Tamu				PMV Kamar Tidur			
	Rumah A		Rumah B		Rumah A		Rumah B	
07.00	1,9	agak panas	2	Panas	2,4	panas	2,2	Panas
08.00	2	panas	2,1	Panas	2,4	panas	2,2	Panas
09.00	1,5	agak panas	1,9	agak panas	2,3	panas	2,1	Panas
10.00	1,3	agak panas	1,6	agak panas	1,9	agak panas	2,1	Panas
11.00	1,4	agak panas	1,8	agak panas	2,1	panas	2,3	Panas
12.00	1,5	agak panas	1,7	agak panas	2,1	panas	2,1	Panas
13.00	1,2	agak panas	1,4	agak panas	1,8	agak panas	1,9	agak panas
14.00	1	agak panas	1,3	agak panas	2	panas	1,9	agak panas
15.00	0,8	netral	1,4	agak panas	1,8	agak panas	2,1	Panas
16.00	0,7	netral	1,2	agak panas	1,6	agak panas	1,8	agak panas
17.00	1,1	agak panas	1,7	agak panas	2,1	panas	2,2	Panas
18.00	1,8	agak panas	2	Panas	2	panas	2	Panas
Rata-Rata	1,35		1,68		2,04		2,08	
Max	2		2,1		2,4		2,3	
Min	0,7		1,2		1,6		1,8	

Terlihat perbedaan hasil PMV pada kedua ruangan masing-masing sampel rumah, hal ini wajar terjadi karena melihat faktor variabel penentu untuk perhitungan PMV pada kedua ruangan memiliki perbedaan baik dari T_a, T_{mrt}, V dan RH . Yang menjadi menarik adalah adanya perbedaan nilai PMV sesuai hasil perhitungan dari rentang waktu pagi hingga sore hari. Kondisi agak panas dan panas terlihat pada pagi hari lalu turun pada siang dan naik pada sore hari.

Perbedaan hasil analisis PMV tersebut disebabkan adanya perbedaan pada kecepatan angin dari masing-masing kasus. Pada penelitian ini, terlihat tidak ada perbedaan yang signifikan dan masih

dalam batas wajar untuk kondisi Ta ($31 \pm 1,5^\circ\text{C}$) dan RH ($69 \pm 6\%$) tetapi terdapat kecepatan angin yang tinggi ($2 \pm 1,5$ m/s) sehingga dapat menurunkan nilai PMV.

5. Bias PMV

Hasil perhitungan PMV dibandingkan dengan persepsi rasa nyaman yang dirasakan oleh responden. Perbandingan hasil perhitungan dengan respon termal penghuni dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6: Perbandingan perhitungan PMV dengan respon penghuni

Waktu	Perhitungan PMV				Persepsi Responden	
	Rumah Panggung A		Rumah Panggung B			
	Ruang Tamu	Kamar Tidur	Ruang Tamu	Kamar Tidur	Ruang Tamu	Kamar Tidur
Pagi (06.00 – 10.00)	1,3 – 2 (agak panas)	1,9 – 2,4 (panas)	1,6 – 2,1 (agak panas)	2,1 – 2,2 (panas)	Agak panas	panas
Siang (11.00 – 14.00)	1 – 1,5 (agak panas)	1,8 – 2,1 (panas)	1,3 – 1,8 (agak panas)	1,9 – 2,3 (panas)	Panas	panas
Sore (15.00 – 18.00)	0,7 – 1,7 (netral)	1,6 – 2,1 (agak panas)	1,2 – 2 (agak panas)	1,8 – 2,2 (panas)	Netral	panas
Malam (19.00 – 22.00)	-	-	-	-	Netral	netral
Tengah malam (23.00 – 02.00)	-	-	-	-	Dingin	Agak dingin
Dini Hari (03.00 – 05.00)	-	-	-	-	Dingin	Agak dingin

Dari hasil perbandingan diatas terlihat adanya perbedaan / bias yang signifikan antara hasil perhitungan PMV dengan persepsi kenyamanan termal yang dirasakan oleh responden. Perhitungan bias ini diambil dari rata-rata nilai PMV pada waktu pagi, siang dan sore lalu membandingkan dengan persepsi termal yang dirasakan oleh responden dengan mengasumsi nilai netral responden sebesar 0 – 0,5 agak panas sebesar 1 dan panas sebesar 2.

Penerapan perhitungan indeks kenyamanan termal di daerah pesisir pantai tropis lembab dengan menggunakan persamaan PMV dari Fanger menghasilkan bias yang cukup signifikan. Penyebab terjadinya bias PMV karena ada perbedaan kondisi variabel iklim (suhu, kelembaban dan kecepatan angin) antara pengujian Fanger dengan kondisi pada objek sampel di rumah tepi pantai. Fanger yang menggunakan kombinasi temperatur udara sebesar $21,1 - 27,8^\circ\text{C}$, Kelembaban 30 -70% dan kecepatan angin 0,1 m/s dengan kondisi variabel iklim di kimabajo dengan temperatur udara sebesar $29 - 33^\circ\text{C}$, kelembaban 62 – 78% dan kecepatan angin 0 – 4,9 m/s. Fanger mengatakan bahwa PMV harus digunakan secara hati-hati bila digunakan pada kombinasi variabel klimatis yang menghasilkan PMV di luar kisaran -2 dan +2. Sementara Humphreys & Nicol (2002) mengatakan bahwa dilapangan PMV mengalami bias yang signifikan pada kondisi iklim ruang dengan suhu diatas 27°C , kecepatan angin diatas 0,2 m/s kelembaban diatas 60%.

Angin memiliki pengaruh yang cukup besar dalam menurunkan nilai PMV hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh J.I Kindangen (2013) bahwa hasil perhitungan PMV untuk daerah tropis lembab berada pada kondisi agak panas (1,6) pada siang hari dengan kecepatan angin rendah dan menjadi netral (0) pada kondisi memakai kipas angin. Telihat bahwa Perhitungan indek kenyamanan termal PMV sangat sensitif terhadap meningkatnya kecepatan angin. Tri Harso Karyono (1996) juga mengatakan bahwa terjadi perbedaan yang semakin melebar antara kenyamanan termal berdasarkan pendapat responden dengan PMV pada Ta dan To yang semakin tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis kenyamanan termal pada rumah diatas pantai tropis lembab dengan menggunakan perhitungan indeks kenyamanan termal PMV maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi termal sesuai perhitungan PMV selama 12 jam pada dua ruangan yang berbeda dirumah panggung atas pantai desa Kimabajo berada dalam kondisi agak panas dan panas. Di ruang tamu, kondisi termal agak panas terlihat pada pagi hari menjelang siang, dan menjadi netral pada saat

- menjelang sore hari. Sedangkan kondisi termal di kamar tidur didominasi oleh kondisi panas mulai dari pagi, siang dan sore hari.
2. Terdapat perbedaan atau bias antara hasil perhitungan PMV dengan respon termal yang dirasakan responden, bias yang terjadi sebesar -1,35 sampai +0,6 sesuai dengan waktu dan ruangan tempat pengukuran.
 3. Kecepatan angin merupakan faktor yang cukup signifikan dan sensitif dalam menciptakan bias pada perhitungan PMV.

DAFTAR PUSTAKA

- Auliciems A, Szokolay V, 2007, Thermal Comfort, Plea Notes Association with University of Queensland Dept of Architecture, Brisbane
- Frick H dan Arditanto A, Darmawan AMS, 2008. Ilmu Fisika Bangunan (Pengantar pemahaman cahaya, kalor, kelembapan, iklim, gempa bumi, dan kebakaran) cetakan ke I. Kanisius. Yogyakarta.
- Fanger P.O, 1970, Thermal Comfort. McGraw-Hill Book Company, United States
- Hariman Lewis. G. 2009. The ASHRAE Guide For Buildings In hot & Humid Climate. Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, inc. American.
- J.I Kindangen, 2013, May We Obtain Thermal Comfort With Passive And Low Energy Building? Study Of Thermal Comfort In Humid Tropical Classroom. Proceeding CLIMA 2013, Czech Republic.
- Karyono Tri, 2001, Kenyamanan Termal Dan Studi Energi Pada Bangunan Kantor Di Jakarta, Dimensi Teknik Arsitektur Jakarta
- Sugini, 2014, Kenyamanan Termal Ruang “ Konsep dan Penerapan Pada Desain”. Graha Ilmu, Yogyakarta