

ANALISIS DAMPAK PENGGUNAAN RUMAH VENTILASI ATAP DAN RUMAH TIDAK ADA VENTILASI TERHADAP KENYAMANAN TERMIS PADA PERUMAHAN MANADO

Arviro Ermakk Eman ⁽¹⁾, Jeffrey J.Kindangen ⁽²⁾, Aristotulus E, Tungka ⁽³⁾

⁽¹⁾ Mahasiswa Pasca Sarjana Teknik Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi, arviroeman@gmail.com

^(2,3) Dosen Pasca Sarjana, Universitas Sam Ratulangi

Abstrak

Bangunan perumahan yang hadir dengan ukuran bentuk serta luas bangunan kecil tidak mempertimbangkan dengan kondisi iklim tropis lembab di Kota Manado. Penggunaan bahan material pada atap yang memiliki nilai radiasi yang tinggi dengan tidak menerapkan standart ventilasi dalam ruang dan ventilasi pada atap bangunan dapat menimbulkan suhu dalam ruangan menjadi tidak nyaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak kenyamanan termis untuk bangunan rumah yang tidak memiliki ventilasi atap dan bangunan yang memiliki ventilasi atap dengan luasan kecil serta mempertimbangkan penggunaan material pada atap. Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif pada setiap bangunan rumah pada 3 perumahan yang tidak memiliki ventilasi atap yaitu, bangunan rumah di perumahan Citraland, Golden Spring, dan Griya Paniki Indah. Sedangkan bangunan rumah yang memiliki ventilasi atap di 3 perumahan yaitu Perumahan Dolog Permai dan Taman Asri. Dari hasil uji pengukuran untuk waktu 11.00 – 15.00 dihasilkan kesimpulan untuk skala kenyamanan PMV dari rumah yang tidak memiliki ventilasi atap seperti: rumah citraland nilai Pmv 2.62 – 2.96 (panas) atap geteng, rumah Golden Spring nilai Pmv 2.41 – 2.97 (panas) atap genteng, dan rumah Griya Paniki Indah nilai Pmv 2.82 – 3.23 (panas-sangat panas) atap seng. Bangunan rumah yang menggunakan ventilasi atap seperti : rumah Dolog Permai nilai Pmv 2.36 – 2.76 (panas) atap seng dan rumah Taman Asri nilai Pmv 2.36 – 2.67 (panas) atap spandek.

Analisa

Kata Kunci : Perumahan Iklim Tropis, Ventilasi Atap, Kota Manado

Abstract

The Residential buildings come in a small size and shape do not take into consideration the humid tropical climate conditions in Manado City. Using materials on roofs that come with the high radiation value and by not applying standard ventilation in the room and ventilation on the roof of the building can cause the indoor temperature and raise the level of uncomfortableness. This study aims to determine the impact of thermal comfort of the houses without proper roof ventilation and buildings with roof ventilation in such as small area should consider the use of materials on the roof. This study applies quantitative methods to each house building in 3 housing estates that comes without proper roof ventilation, such as houses in Citraland, Golden Spring, and Griya Paniki Indah housing estates. Houses that have roof ventilation in 3 housing estates are Dolog Permai and Taman Asri. Results of the measurement test for the time 11.00 – 15.00, conclusions implicate for the PMV comfort scale from houses that do not have roof ventilation, such as: Citraland houses with Pmv values of 2.62 – 2.96 (hot) tiled roofs, Golden Spring houses with Pmv values of 2.41 – 2.97 (hot) tiled roofs. and the house Griya Paniki Indah Pmv 2.82 – 3.23 (hot-boiling) tin roof. House buildings that use roof ventilation, such as: Dolog Permai house with a Pmv value of 2.36 – 2.76 (hot) with a zinc roof and Taman Asri house with a Pmv value of 2.36 – 2.67 (hot) with a spandek roof.

Keywords : Tropical Climate Housing, Roof Ventilation, Manado City

PENDAHULUAN

Bangunan Perumahan dengan iklim tropis lembab sekarang ini hadir dengan menggunakan konsep minimalis, konsep bangunan minimalis menerapkan konsep ekonomis dengan menampilkan bangunan yang berestetika, sehingga konsep tersebut semakin diminati oleh masyarakat. Bentuk bangunan minimalis yang hadir menerapkan konsep tata ruang yang sederhana, polos dan efisien yang memiliki bentuk sederhana dengan luasan bangunan yang kecil, sehingga konsep bangunan yang hadir seringkali kurang mempertimbangkan dengan faktor iklim tropis lembab. Selain iklim sub tropis dan tropis lembab yang menjadi faktor pertimbangan, Urban Heat Island juga mendorong terciptanya iklim makro dimana perkerasan dan penggunaan material metal atau material lain sejenisnya yang bersifat reflektif terhadap radiasi matahari pada selubung bangunan (Sangkertadi, 2013).

Bangunan minimalis yang hadir menggunakan bahan material yang murah menjadi faktor utama, seperti penggunaan atap seng, atap spandek dan atap metal yang menjadi pilihan untuk material atap. Bangunan yang hadir dengan luasan kecil serta menggunakan atap yang bila terpapar sinar matahari akan menghasilkan panas sehingga ventilasi udara dalam ruangan merupakan jalan keluar untuk proses pendinginan atau mengandalkan pendinginan buatan seperti penggunaan AC atau kipas angin agar kenyamanan termis terpenuhi.

Ventilasi udara pada ruangan begitu penting untuk pola sirkulasi udara/ pertukaran udara antara ruang dalam dan ruang luar yang dijumpai penggunaan ventilasi jendela atau pintu pada bangunan rumah tinggal dengan konsep minimalis, sehingga melihat konsep bangunan arsitektur tradisional dan arsitektur kolonial Belanda dan perumahan yang berumur diatas 20 tahun yang ditemukan oleh penulis terdapat ventilasi pada atap dengan posisi ventilasi atap pada tampak depan atau tampak samping atau salah satu dari tampilan fasade bangunan rumah pada iklim sub tropis dan tropis lembab. Bangunan rumah pada perumahan yang sudah berumur diatas 15 sampai 20 tahun dengan luasan kecil seing menggunakan material seng gelombang dengan ventilasi pada atap rumah . Fungsi ventilasi atap yang mempunyai tujuan dalam meningkatkan kenyamanan panas untuk semua musim, melindungi kerusakan material dan struktur atap yang

disebabkan oleh pertumbuhan fungi (jamur) berujung pada percepatan proses pembusukan kayu pada rangka atap (J.Kindangen 2019).

Melihat fenomena yang ada diatas dengan melihat kondisi masyarakat di Indonesia dalam menghadapi pandemic Covid19, kegiatan yang terjadi banyak dilakukan dirumah sehingga diperlukan penelitian ***studi keberadaan ventilasi atap terhadap kenyamanan termis pada bangunan perumahan di manado*** untuk melihat dampak penggunaan ventilasi atap dan bangunan yang tidak menggunakan ventilasi atap dengan mempertimbangkan penggunaan material pada atap bangunan rumah tinggal.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan kajian yang akan diteliti mengenai penggunaan bahan material pada atap dan kenyamanan termal penghuni, maka penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pengukuran di lapangan, formulasi rumus serta menggunakan simulasi menggunakan aplikasi autodesk ecotect dengan pendekatan positivisme.

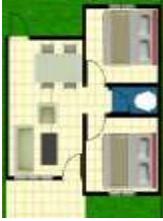
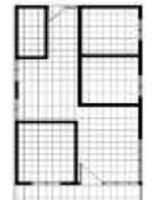
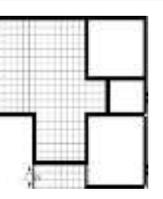
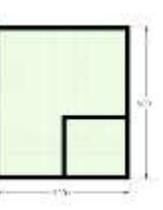
Penelitian ini menggunakan pendekatan positivisme dimana memandang realitas/ gejala / fenomena agar dapat diklasifikasikan,relative tetap, terukur, konkrit teramati dan hubungan gejala sebab akibat. Salah satu klasifikasi diterapkan dalam penelitian dengan metode positivisme mengenai studi kasus dengan menganalisis kecenderungan dan korelasi (Nyoman Dantes,2012). Dalam studi kasus, peneliti melakukan secara intensif mengenai objek (bisa merujuk pada tempat, orang ataupun kondisi/peristiwa) dengan mengamati semua objek dan melakukan eksperimen pada objek penelitian. Keuntungan dari studi ini peneliti dapat mempelajari subjek dengan mendalam hingga memperoleh informasi secara lengkap mengenai subjek tersebut dalam respon dengan lingkungannya.

Dari hasil pengukuran yang dilakukan oleh peneliti secara langsung untuk mendapatkan temperature suhu bola bola basah, temperature suhu bola hitam , kelembaban, temperature suhu udara ,temperature suhu bola basah dan titik embun serta kecepatan angin, sehingga dari data – data tersebut akan dianalisis untuk mengetahui material pada atap terhadap temperature suhu dalam ruang dan indeks kenyamanan PMV.

OBJEK PENELITIAN, POPULASI DAN SAMPEL

Lokasi penelitian berlokasi di 4 perumahan di kota manado dengan kriteria bangunan rumah memiliki ventilasi atap dan tidak memiliki ventilasi atap dengan luasan tipe 36 - 45 m², serta melihat standart sesuai dengan spesifikasi penyediaan jasa perumahan dengan menggunakan metode purposive sampling.

Tabel 1 Lokasi Penelitian

Rumah Tidak Memiliki Ventilasi Atap		
		
Perumahan Griya Paniki Indah (Sampel A)		
		
Perumahan Golden Spring (Sampel B)		
Rumah memiliki Ventilasi Atap		
		
Perumahan Dolog Permai (Sampel C)		
		
Perumahan Taman Asri (Sampel D)		
		
Simulasi Ecotect		

Sumber : peneliti, googlemap, pengelolah, 2021

METODE ANALISIS DATA

Data yang telah diperoleh dilapangan kemudian disusun serta dikelompokan agar mudah di olah dan dipelajari serta dipahami, dari hasil pengukuran itu di hasilkan data kuantitatif yang berupa data bahan material pada atap, temperature suhu udara (TA) dalam ruangan, kelembaban (RH, Wet Bulb Globe

Temperature (WBGT), temperature suhu bola hitam (TG), Temperature suhu bola basah (WET), titik embun (DEW) serta kecepatan angin. Data tersebut diolah menggunakan perhitungan yang akan menghasilkan satuan skala kenyamanan termis yaitu PMV dalam mengukur kenyamanan termis yang akan dibandingkan dengan rumah tidak memiliki ventilasi atap, rumah memiliki

ventilasi atap dan hasil simulasi menggunakan autodesk ecotect. Tujuan penelitian pengukuran dibandingkan dengan hasil eksperimen untuk menghasilkan apakah suatu treatment mempengaruhi hasil sebuah penelitian. Pengaruh tersebut dinilai

dengan cara menerapkan treatment tertentu pada suatu objek dan tidak menerapkan hal tersebut kepada objek lain, kemudian menentukan bagaimana dua objek tersebut mendapatkan hasil akhir (J.W Creswel,2014).

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Skala indeks kenyamanan menggunakan model PMV Ashrae & Fanger, Untuk empat variable iklim yang dimaksud adalah suhu udara (t_a), suhu radiasi (t_{mrt}), kelembaban (R_h) dan pergerakan angin (v) dengan indeks skala 3 (sangat panas), 2 (panas), 1 (agak panas), 0 (netral/nyaman), -1 (agak dingin), -2 (dingin), -3 (sangat dingin). Dalam penelitian ini menguji kenyamanan termis pada jam 11.00 – 15.00 untuk bangunan rumah tinggal yang memiliki ventilasi atap meliputi Perumahan dolog dantaman asri. Sedangkan bangunan yang tidak memiliki ventilasi atap meliputi perumahan citraland, golden spring dan griya paniki indah sehingga dapat dibuatkan kajian perbandingan PMV terhadap bangunan yang tidak memiliki ventilasi atap. Berikut merupakan tabel hasil dan pengukuran dan perhitungan PMV.

Tabel 2 Perbandingan Pengukuran Suhu

SAMPSEL	SAMPSEL/ LUAS m^2	Ventilasi		WGBT (C^0)	TA (C^0)	RH (%)	TG (C^0)	WET (C^0)	DEW (C^0)	V (m/s)	TEX (C^0)	Waktu
		Atap										
		Ada	Tidak Ada									
Golden Spring	46	0		28.7	31.1	0.592	31.3	26.1	26.3	0.01	31	11:00:00 AM
				28.1	31.3	0.761	31.4	28.1	26.3	0.01	31	12:00:00 PM
				28.5	31.6	0.761	31.6	28.1	27.3	0.01	32	1:00:00 PM
				29.1	31.8	0.777	31.4	28.1	26.3	0.01	32	2:00:00 PM
				28.7	31.1	0.761	31.2	28.1	26.3	0.01	32	3:00:00 PM
Griya Paniki Indah	46	0		29.3	32.1	0.741	33.5	28.1	26.2	0.01	31	11:00:00 AM
				29.4	32.5	0.747	33.5	28.1	26.2	0.01	31	12:00:00 PM
				29.6	32.6	0.757	33.5	28.9	27.2	0.01	32	1:00:00 PM
				28.8	32.1	0.743	33.8	28.5	26.3	0.01	32	2:00:00 PM
				29.1	32.5	0.757	31.5	28.3	26.8	0.01	32	3:00:00 PM
Perumahan Dolog	46	1		27.8	30.5	0.743	31	26.8	25.7	0.01	30	11:00:00 AM
				28.5	31.2	0.749	31.7	27.5	26.3	0.01	31	12:00:00 PM
				29	31.5	0.741	32.1	27.8	26.6	0.01	32	1:00:00 PM
				29.5	32.3	0.698	31	26.8	25.7	0.01	32	2:00:00 PM
				28.4	31.3	0.748	31.5	27.9	26.4	0.01	32	3:00:00 PM
Perumahan Taman Asri	46	1		27	30.5	0.743	30.2	26.8	27.1	0.01	30	11:00:00 AM
				27.4	30.8	0.749	30.8	26.8	26.7	0.01	31	12:00:00 PM
				27.7	31.2	0.741	31.5	27.2	26.3	0.01	32	1:00:00 PM
				28.2	31.4	0.77	31.8	26.8	25.7	0.01	32	2:00:00 PM
				28.7	31	0.652	31.4	27	25.8	0.01	32	3:00:00 PM

Sumber: Penulis

Untuk kondisi pengukuran Sampel A (Golden Spring) pada jam 13.00 - 14.00 merupakan suhu tertinggi untuk WGBT 28,5 - 29.1 0C , TA 31,1 – 31,8 0C untuk kecepatan angin dalam ruang 0.01 m/s tanpa ventilasi diganti dengan

penggunaan kaca pada bagian atas jendela dan pintu. Sampel B (GPI) suhu udara naik pada jam 11.00 – 15.00 dengan stabil bertahan pada TA 32,1 0C – 32,6 0C dengan nilai WGBT 29,3 0C – 29,6 0C hampir menyentuh angka 30 0C , sehingga sampel A,B

dan C jauh dalam ukuran kenyamanan yaitu $24^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban 70%. Data ukur untuk 3 sampel rumah diatas merupakan rumah yang tidak menggunakan ventilasi atap, sehingga dapat di bandingkan dengan hasil pegukuran rumah yang menerapkan penggunaan ventilasi atap yaitu sampel C (Dolog) dilakukan pada jam 11.00 sampai jam 15.00 dengan ukuran untuk temperature udara (TA) $30,3$ sampai $31,5^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban (RH) $69\% - 74,95\%$, suhu tekanan panas langsung dari atas atau suhu bola bola basah (WBGT) $27,8 - 29,5^{\circ}\text{C}$, suhu bola hitam atau suhu bola kering (TG) $31 - 32,1^{\circ}\text{C}$ sedangkan untuk suhu bola basah (WET)

$26,8 - 27,9^{\circ}\text{C}$ dan titik embun (DEW) $25,7 - 26,4^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran untuk sampel D (Taman Asri) dimana terdapat ventilasi atap, dilakukan pengukuran pada jam 11.00 sampai dengan 15.00 dengan kondisi cuaca cerah, hal ini dapat terlihat suhu WBGT $27 - 28,7$ untuk temperatur udara tekanan langsung atau suhu bola bola basah, TA $30,5 - 31,4^{\circ}\text{C}$ untuk temperature udara dalam ruangan, sedangkan untuk kondisi kelembaban dalam ruangan $65 - 77\%$, TG $30,2 - 31,5^{\circ}\text{C}$ untuk suhu bola kering, WET $26,8 - 27,2^{\circ}\text{C}$ untuk suhu bola basah, dan titik embun DEW $25,8 - 27,1^{\circ}\text{C}$ dengan kecepatan angin dalam ruangan $0,01$ m/s.

Tabel 3 Tabel hasil perhitungan PMV

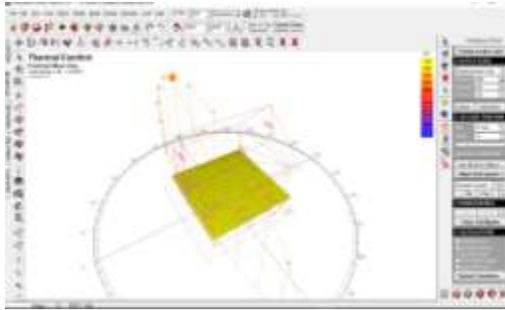
NAMA PERUMAHAN	SAMPEL/L UAS m^2	adu	Icl	Top ($^{\circ}\text{C}$)	Ta ($^{\circ}\text{C}$)	Trm ($^{\circ}\text{C}$)	RH (%)	V (m/s)	PMV	Sensasi	Waktu
Golden Spring	39	1.828	0.5	32.13	31.1	31.36	0.592	0.01	2.41	Panas	11:00:00 AM
		1.828	0.5	32.34	31.3	31.43	0.761	0.01	2.7	Panas	12:00:00 PM
		1.828	0.5	32.65	31.6	31.60	0.761	0.01	2.87	Panas	1:00:00 PM
		1.828	0.5	32.86	31.8	31.29	0.777	0.01	2.97	Panas	2:00:00 PM
		1.828	0.5	32.13	31.1	31.23	0.761	0.01	2.62	Panas	3:00:00 PM
Griya Paniki Indah	36	1.847	0.5	33.17	32.1	33.89	0.741	0.01	3.05	Panas	11:00:00 AM
		1.847	0.5	33.58	32.5	33.78	0.747	0.01	3.22	Panas	12:00:00 PM
		1.847	0.5	33.68	32.6	33.75	0.757	0.01	3.23	Panas	1:00:00 PM
		1.847	0.5	33.17	32.1	34.28	0.743	0.01	3.05	sangat panas	2:00:00 PM
		1.847	0.5	33.58	32.5	31.22	0.757	0.01	2.82	Panas	3:00:00 PM
Perumahan Dolog	45	1.847	0.5	31.51	30.5	31.14	0.743	0.01	2.36	Panas	11:00:00 AM
		1.847	0.5	32.24	31.2	31.84	0.749	0.01	2.65	Panas	12:00:00 PM
		1.847	0.5	32.55	31.5	32.27	0.741	0.01	2.76	Panas	1:00:00 PM
		1.847	0.5	33.37	32.3	30.64	0.698	0.01	2.61	Panas	2:00:00 PM
		1.847	0.5	32.34	31.3	31.56	0.748	0.01	2.69	Panas	3:00:00 PM
Perumahan Taman Asri	45	1.847	0.5	31.51	30.5	30.12	0.743	0.01	2.35	Panas	11:00:00 AM
		1.847	0.5	31.82	30.8	30.80	0.749	0.01	2.48	Panas	12:00:00 PM
		1.847	0.5	32.24	31.2	31.58	0.741	0.01	2.47	Panas	1:00:00 PM
		1.847	0.5	32.44	32.445	31.91	0.77	0.01	2.67	panas	2:00:00 PM
		1.847	0.5	32.03	31	31.51	0.652	0.01	2.44	panas	3:00:00 PM
SIMULASI	36	1.8	0.5	29.85	28.8	29.06	0.8	0.01	1.77	agak panas	11:00:00 AM
		1.8	0.5	30.05	29	29.26	0.8	0.01	1.85	agak panas	12:00:00 PM
		1.8	0.5	32.05	31	31.26	0.8	0.01	2.94	Panas	1:00:00 PM
		1.8	0.5	31.55	30.5	30.76	0.8	0.01	2.67	Panas	2:00:00 PM
		1.8	0.5	31.05	30	30.26	0.8	0.01	2.26	Panas	3:00:00 PM

Sumber : peneliti, googlemap, pengelola, 2021

1. Perbandingan nilai PMV

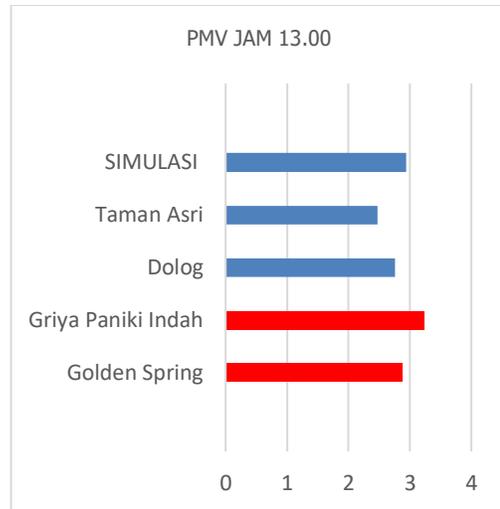
Berdasarkan hasil analisa dari sampel penelitian bangunan rumah yang tidak menggunakan ventilasi dan menggunakan ventilasi Serta menggunakan Simulasi Autodesk Ecotect, ditemukan perbedaan nilai PMV pada setiap sampel, dapat

terlihat dari hasil perbandingan nilai PMV yang mengunakan ventilasi atap dan tidak mengunakan ventilasi atap. Bangunan yang menggunakan ventilasi atap pada grafik berwarna biru sedangkan bangunan yang tidak menggunakan ventilasi atap berwarna.



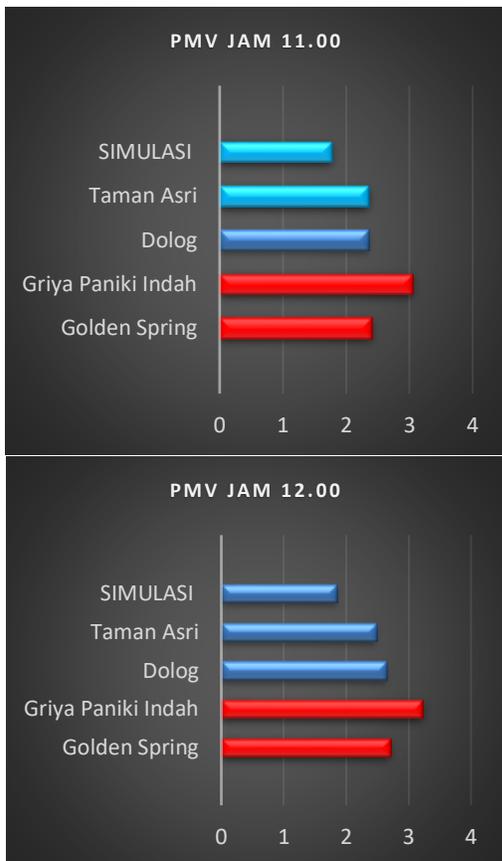
Gambar 1 Analisa PMV Ecotect
Sumber : Dokumentasi Peneliti

Pada pukul 11.00 – 12.00 nilai PMV tertinggi 3.05 – 3.22 (sangat panas) pada rumah GPI rumah yang tidak menggunakan ventilasi atap dan nilai PMV terendah 2.35 – 2.48 (panas) pada sampel Taman Asri untuk rumah yang menggunakan ventilasi atap pada 1 sisi bangunan, sedangkan untuk Simulasi Ecotect nilai PMV 1.77 – 1.85 (agak panas) dengan ventilasi atap pada 2 sisi bangunan.

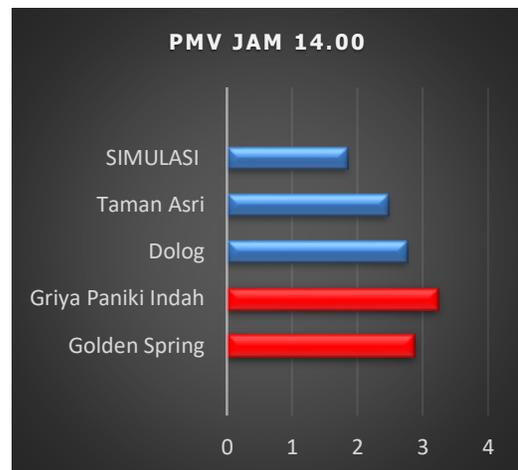


Gambar 3 Grafik nilai PMV 13.00
Sumber : Dokumentasi Peneliti

Nilai PMV tertinggi pada rumah yang menggunakan ventilasi atap yaitu dolog indah dengan nilai PMV 2.76 (panas) pada pukul 13.00 sedangkan rumah tidak menggunakan ventilasi pada atap menghasilkan nilai PMV tertinggi 2.97 (panas) yaitu pada rumah golden spring terjadi pada pukul 14.00. Dari hasil perbandingan bangunan yang menggunakan ventilasi atap dengan tidak menggunakan ventilasi atap terlihat dari nilai PMV yang naik sehingga kondisi dalam ruangan menjadi tidak nyaman.

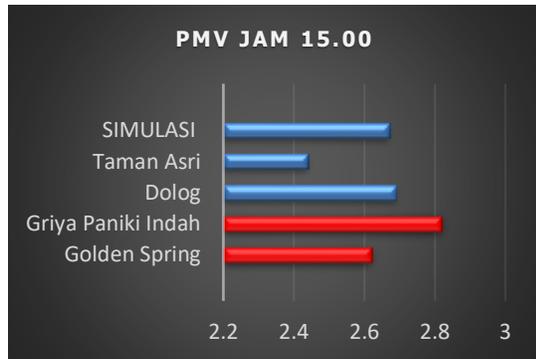


Gambar 3 Grafik nilai PMV 11.00 – 12.00
Sumber : Dokumentasi Peneliti



Gambar 4 Grafik nilai PMV jam 14.00
Sumber : Dokumentasi Peneliti

Kondisi 15.00 pada semua sampel terjadi penurunan suhu udara yang berdampak pada PMV dimana dapat terlihat jelas pada perumahan taman asri menggunakan ventilasi atap dengan nilai PMV 2.44 (agak panas) sedangkan pada rumah yang tidak menerapkan ventilasi atap yaitu rumah griya paniki indah mempunyai PMV tertinggi 2.82 (panas) dan hasil Simulasi dengan nilai PMV 2.26 (panas) .

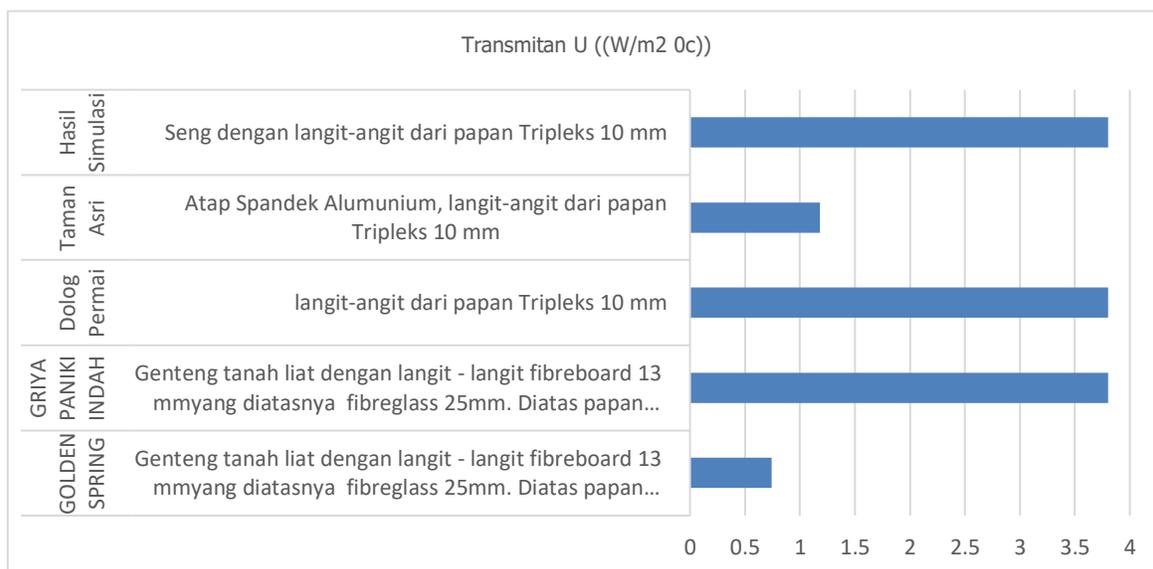


Gambar 5 Grafik nilai PMV jam 15.00
Sumber : Dokumentasi Peneliti

Dapat terlihat dari sampel diatas terjadi kenaikan pada rumah dolog nilai pmv 2.61 menjadi 2.67 , dimana kedua sampel ini menggunakan ventilasi pada atap tetapi rumah taman asri masih tetap stabil turun dengan nilai PMV 2.67 menjadi 2.44. Berbeda dengan rumah yang tidak menggunakan ventilasi atap yang mengalami penurunan nilai PMV meskipun nilai PMV yang dihasilkan dan penurunan yang terjadi berkisaran di nilai PMV 0.15. Bila di dibandingkan dengan Simulasi menggunakan Ecotect nilai PMV terendah pada jam 11.00 – 12.00 1.77 - 1.88 (agak panas) tertinggi pada jam 13.00 dengan nilai PMV 2.94 (Panas) kemudian turun menjadi 2.67 – 2.26 (panas) pada jam 14.00 - 15.00 dipengaruhi penggunaan ventilasi pada atap yang memakai 2 ventilasi sehingga sirkulasi udara dalam atap berjalan baik.

2. Faktor yang mempengaruhi PMV

Faktor yang mempengaruhi nilai PMV yaitu penggunaan material pada atap, penggunaan material pada atap dapat dilakukan perbandingan yaitu melalui nilai transmittan U seperti garfik dibawah ini



Gambar 6 Grafik nilai material transmittan U

Penerapan perhitungan indeks kenyamanan termal di daerah beriklim tropis lembab dengan menggunakan persamaan PMV Fanger menghasilkan bias yang cukup signifikan. Penyebab terjadinya bias PMV disebabkan perbedaan dari variable kondisi iklim di dalamnya terdapat suhu, kelembaban serta kecepatan angin antar pengujian fanger dengan kondisi pada objek sampel rumah ventilasi atap. Fanger menerapkan kombinasi temperature udara 21.1 -27.8 °C, kelembaban 30 -70% dan kecepatan angin m/s dengan kombinasi variable iklim di tropis lembab temperature udara pada ruangan 29 – 33 °C, dengan kelembaban 65 – 76 % dan kecepatan angin 0.01 m/s. sehingga angin memiliki peran dalam pengaruh menurunkan nilai PMV untuk daerah beriklim 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 pada ruangan tertentu (J.I.Kindangan,2013).

Sementara dilapangan PMV mengalami bias yang signifikan pada kondisi dalam ruang dengan suhu diatas 27 °C dengan kecepatan angin diatas 0.2 m/s kelembaban diatas 60% (Humprey dan Nicol.2002). Variabel - variable lain yang mempengaruhi PMV seperti kecepatan angin, kelembaban udara, polusi udara atau dikenal dengan istilah thermal ruang seperti kesejukan, udara mati, kesegaran dan pengap harus dilakukan penelitian yang mempunyai ikatan dengan variable iklim ruang suhu udara, suhu radiasi, kelembaban dan kecepatan angin serta polusi udara (Sugini.2004)

Sumber : Dokumentasi Peneliti

Berdasarkan gambar diatas analisa untuk bahan material menjadi faktor utama dalam menghasilkan temperature suhu dalam ruang sehingga mempengaruhi nilai dari PMV selain 4 faktor klimatiss (TA,RH, V, dan Tmr) dan 2 faktor fisiologis yaitu insuli pakaian (Icl) serta metabolisme (Met). Penggunaan material juga berdampak

terjadinya perbedaan nilai PMV pada rumah yang menggunakan ventilasi atap dan tidak menggunakan ventilasi atap seperti yang terlihat pada gambar 60 nilai PMV jam 15.00. Pada grafik tergambar material pada spesifikasi tabel mengenai kondisi eksisting dari sampel.

Tabel 2 Tabel perbandingan material

Elemen Bangunan	Material	Nilai Transmitan U w/m ² 0C	Ventilasi	Warna	
Lantai	Keramik/Tegel	1.33		Putih	
Dinding	Batu Bata lapis Cat Tembok	1.08		Cream	
Plafon	Gypsum	0.62		Putih	
Atap	Genteng		Tidak ada	Coklat	
Pintu & Jendela	Kayu	0.160	Tidak ada	Putih	
Orientasi	Timur Laut				
Lantai	Keramik/Tegel	1.33		Putih	
Dinding	Batako lapis Cat Tembok	1.19		Putih	
Plafon	Tripleks	1.38		Putih	
Atap	Seng Gelombang		Tidak ada	Biru	
Pintu & Jendela	Kayu		Tidak ada	Putih	
Orientasi	Barat				
Lantai	Keramik/Tegel	1.33		Putih	
Dinding	Batako lapis Cat Tembok	1.19		Putih	
Plafon	Gypsum/tripleks	3.18		Putih	
Atap	Seng Gelombang		Tidak ada	Silver	
Pintu & Jendela	Kayu		Tidak ada	Putih	
Orientasi	Barat				
Lantai	Keramik/Tegel	1.33		Putih	
Dinding	Batu Bata lapis Cat Tembok	1.19		Putih	
Plafon	Gypsum/tripleks	1.30		Putih	
Atap	Spandek/aluminium		Tidak ada	Silver	
Pintu & Jendela	Kayu		Tidak ada	Putih	
Orientasi	Barat				

Sumber : Satwiko,2009

Terlihat nilai tranmitas dari satwiko perbedaan penggunaan material bangunan terjadi pada material atap dan penggunaan plafon sehingga efek transmitan U paling besar terasa pada bagian atap bangunan rumah dengan valome terpapar radiasi terbesar dari sinar matahari. Efek penggunaan material pada atap perlu menjadi pertimbangan untuk penggunaan materiang genteng dengan penggunaan gypsum atau tripleks nilai transmitan U 0.62 w/m²0C hal itu terlihat pada tampilan rumah citralan dan rumah golden spring. Sedangkan nilai transmitan U tertinggi terdapat pada rumah yang menggunakan material atap seng gelombang dan penggunaan plafon tripleks dengan nilai transmitan U 3.18 w/m²0C yaitu pada rumah Griya paniki indah dan rumah Dolog permai. Sedangkan rumah taman asri menggunakan atap alumunium / spandek dengan plafon tripleks mempunya nilai transmitan U 1.30 w/m²0C.

Sehingga jenis material pada bangunan mempengaruhi panas ari radiasi matahari yang mengalir kedalam bangunan yang dikenal dengan U-Value, maka perlu dilakukan pertimbangan untuk mengurangi radiasi matahari yang masuk kedalam ruang yang ada di plafon kemudian berakhir di dalam ruangan yang ada di dalam rumah dan berdampak pada nilai PMV.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis studi keberadaan ventilasi atap terhadap bangunan rumah tinggal pada iklim tropis lembab dengan menggunakan perhitungan indeks kenyamanan termal PMV serta dibantu dengan alat ukur Heat Stress TM 188 WBGT dan anemometer HP 886B untuk mengukur Suhu temperatur udara (TA) dan kecepatan angin (V) dengan suhu tekanan panas langsung dari plafon ke ruangan dibawahnya (WBGT) maka dapat dibuatkan kesimpulan :

1. Efek material atap pada bangunan rumah yang tidak menggunakan ventilasi atap di perumahan Citraland menggunakan material pada atap genteng tanah liat mempunyai nilai transmittan $U\ 0.62\ W/M^2\ ^\circ C$ dengan suhu dalam ruangan $31.1 - 31.8\ ^\circ C$ (panas), perumahan Golden spring Efek material atap pada bangunan rumah material atap genteng tanah liat mempunyai nilai transmittan $U\ 0.62\ W/M^2\ ^\circ C$ dengan suhu dalam ruangan $31.3 - 31.6\ ^\circ C$ (panas), yang ada di Kota Manado umumnya menggunakan material atap seng menghasilkan panas dengan nilai $3.18\ W/M^2\ ^\circ C$ dan pada bangunan rumah di perumahan GPI mempunyai suhu dalam ruangan $32.1 - 32.6\ ^\circ C$ dengan waktu pengukuran 11.00 - 15.00 menjadi lebih panas, sedangkan pada Perumahan Dolog Permai yang menggunakan material atap seng dengan nilai $3.18\ W/M^2\ ^\circ C$ menghasilkan suhu tempratur $30.5 - 32.3\ ^\circ C$ pada 11.00 - 15.00, perumahan taman asri yang menerapkan ventilasi atap dengan nilai material untuk transmittan $U\ 1.30\ W/M^2\ ^\circ C$ menghasilkan suhu dalam ruangan $30.2 - 31.8\ ^\circ C$ melihat dari hasil kajian 2 sampel bangunan rumah yang tidak menggunakan ventilasi atap dengan bangunan rumah yang memiliki ventilasi atap dapat terlihat terjadi perbendaan nilai suhu dalam ruangan $1 - 2\ ^\circ C$ lebih rendah untuk bangunan rumah yang memiliki ventilasi atap.

2. Dampak tingkat kenyamanan pada bangunan rumah di tentukan melalui skal kenyamanan PMV, bangunan rumah pada perumahan yang tidak menggunakan ventilasi pada atap seperti rumah di perumahan citraland memiliki nilai PMV $2.62 - 2.96$ (Panas), rumah di perumahan Golden Spring memiliki nilai PMV $2.41 - 2.97$ (panas), dan rumah di perumahan GPI memiliki nilai PMV $2.82 - 3.23$ (panas).

Untuk perumahan yang menerapkan ventilasi atap pada bangunan rumah seperti rumah di perumahan dolog permai mempunyai nilai PMV $2.36 - 2.76$ (panas), rumah di perumahan taman asri mempunyai nilai PMV $2.35 - 2.67$ (panas. Bila di bandingkan dengan Simulasi menggunakan Ecotect nilai PMV terendah pada jam 11.00 - 12.00 $1.77 -$

1.88 (agak panas) tertinggi pada jam 13.00 dengan nilai PMV 2.94 (Panas) kemudian turun menjadi $2.67 - 2.26$ (panas) pada jam 14.00 - 15.00 dipengaruhi penggunaan ventilasi pada atap yang memakai 2 ventilasi sehingga sirkulasi udara dalam atap berjalan baik.

Dari penggunaan ventilasi atap sebagai pengatur suhu terhadap kenyamanan pada bangunan perumahan yang tidak memiliki ventilasi atap terhadap kenyamanan termal dapat dikategorikan tidak nyaman, hal ini berdasarkan pengukuran dilakukan pada 6 sampel dan 1 simulasi perumahan berbeda serta perhitungan PMV dilakukan pada jam 11.00 - 15.00 atau dilakukan selama 5 jam dengan kondisi cuaca yang cerah tetapi indeks kenyamanan yang dihasilkan untuk perumahan yang memiliki ventilasi pada atap dengan satu sisi (pengukuran) dan/atau kedua sisi (hasil simulasi) lebih nyaman dibandingkan dengan tanpa menggunakan ventilasi pada atap.

3. Rekomendasi buat pengembang dalam membangun rumah tinggal dengan luasan $36 - 50\ m^2$ dengan tinggi plafon dari permukaan lantai $2.8 - 3\ m$ dengan menggunakan bahan material atap seng gelombang dan atap aluminium, diperlukan ventilasi atap untuk menekan suhu udara panas di ruang plafon agar bisa dikeluarkan melalui ventilasi atap. Proses pendinginan dari ventilasi atap lebih cepat terasa / terlihat menggunakan alat ukur suhu temperature udara dibandingkan tidak menggunakan ventilasi pada atap, dampak perumahan yang bangunan rumah tinggal tidak memiliki ventilasi atap yaitu kondisi ruangan menjadi tidak nyaman pada jam 11.00 - 15.00 WITA. Rekomendasi untuk bangunan yang sudah terbangun tanpa menggunakan ventilasi atap dapat menggunakan bahan material pada atap yang dilapisi dengan aluminium foil, menggunakan Styrofoam panel atau bahan plastik pada bagian plafon yang berfungsi sebagai isolasi termal, penggunaan polyurethane foam yang disemprotkan pada bagian atap dapat membuat suhu udara dalam ruangan jadi lebih dingin.

DAFTAR PUSTAKA

Ashrae.2013. *Ashrae Thermal Enviromental Condition For Human OCcupany* : Ashrae, Usa

Andris Auliciems and Steven V.Szokolay.2007. *Thermal Comfort*.Second Revised Edition.PLEA.Australia.

- Badan Standardisasi Nasional. 2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung* (SNI 03-6572-2001), Standar Nasional Indonesia, Jakarta
- Creswel.J.W.2014. *Research Design qualitative, quantitative and mixed methods approaches*, fourth edition. SAGE Publication.London
- Croome, Derek Clements.2003. *Naturally Ventilation Buildings: Buildings for the senses, the economy and s0Ciety*.E&FN Spon.London
- David Littlefield.2008. *Metric Handbook Planning and Design Data Third Edition*.Elsevier.UK. Thermal Environment
- De Dear, R.J. and Brager,G.S.2002. *Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings*. Revision to ASHRAE Standart 55. Energy and Building
- Eddy Imam Santoso.2012. *Kenyamanan Termal Indoor Pada Bangunan di Daerah Beriklim Tropis Lembab*.Indonesia Green Technolgy Journal Nasional.Vol.01 No.01.Page 13-15
- Febrita Yuswinda.2011. *Ventilasi Solar Chimney Sebagai Alternatif Desain Pasive Cooling di Iklim Tropis Lembab*.Jurnal Ruang Vol 2 No1 2011.
- Kaharu Arlan.2017. *Analisi Kenyamanan Termal Pada Rumah Di Tepi Pantai Desa Kimabajo Kecamatan Wori Minahasa Utara*. Tesis Pasca sarjana Universitas Sam Ratulangi. Manado. Tidak dipublikasi
- Kindangen J.I. 2005. *Investivigasi Pola Aliran Udara Dalam Bangunan Bertingkat Akibat Pengaruh Penghalang Didepan dan Di Belakangnya*. Jurnal Nasional Dimensi Teknik Arsitektur. UK Petra,Surabaya.
- Kindangen, J.I 2017. *Pendinginan Pasif Untuk Arsitektur Tropis Lembab* Edisi Ke-1. Deepublish. Yogyakarta
- Kindangen ,J.I.2019.*Ventilasi Atap*. Edisi I. Deepublish Publisher.Yogyakarta.
- Lippsmeier, G. 1997. *Bangunan Tropis*, Erlangga. Jakarta
- Mohammad Imran,Novita Shamin, Prof. Dr.Sangkertadi dan Cythia Wuisang,Ph.D. 2019. *Analisis Kenaikan Suhu Lingkungan yang Diakibatkan Oleh Aktivitas Kendaraan Bermotor Di Kawasan Perdagangan dan Jasa Kota Manado*.Seminar Nasional.Ideas Publishing.Indonesia.
- Noeng Muhadjir. 2000. *Metodologi Penelitian Kualitatif* edisi IV. Rake Sarasin.Yogyakarta.
- Nugroho,M.A.2011.*A Preliminary Study of Thermal Enviroment in Malaysia's Terraced Houses*.Journal and Economic Engeneering
- Sangkertadi. 2013. *Kenyamanan Thermis di Luar Beriklim Tropis Lembab*, ALFABETA. Bandung.
- Satwiko,P.2009 *Fisika Bangunan*, ANDI.Yogyakarta
- Siti Halipah Ibrahim, Qairuniza Roslan, Rohaida Affandi, Abdul Wafi Razali, Yon Syafni Samat, Mohd Nasrun Mohd Nawi. 2018. *Study On The Optimum Roof Type With 30° Roof Angle To Enhance Natural Ventilation And Air Circulation Of A Passive Design*. International Journal of Tecnology.8:1692-1701 ISSN 2086-9614
- Steven V.Szokolay. 2004. *Introduction to Architecture Science: The Basis of Sustainable Design*.Firts Published.Architecture Press Elsevier.UK.
- Stathopoulos.T, Baniotopoulos Charalambo.C. 2007. *Wind Effects on Buildings and Design of Wind Sensitive Structure*.SpringerWien.NewYork
- Virgino S.Moniaga. 2019. *Kajian Kenyamanan Termal Pada Bangunan Sekolah Kabupaten Minahasa Selatan*, Tesis: Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia. Tidak dipublikasika