

**HUBUNGAN YANG DIBENTUK FAKTOR IKLIM, DESAIN BANGUNAN,
PSIKOLOGIS DAN FISIK FISILOGIS TERHADAP KINERJA TERMAL
BANGUNAN DI WILAYAH BERIKLIM TROPIS KERING DI KABUPATEN
SIKKA, NUSA TENGGARA TIMUR**

***CORRELATION FORMED BY CLIMATE, BUILDING DESIGN, PSYCHOLOGICAL AND
PHYSIOLOGY FACTORS TO THE BUILDING THERMAL PERFORMANCE IN A DRY
TROPICAL CLIMATE REGION IN SIKKA REGENCY, EAST NUSA TENGGARA***

Cornelia Hildegardis¹⁾, Febriyanti Alwisye Wara²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Arsitektur, Universitas Nusa Nipa

²⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Nusa Nipa

Jln. Kesehatan No.03, Maumere, Nusa Tenggara Timur

¹⁾e-mail: childegardis4@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengulas hubungan yang dibentuk oleh beberapa faktor terhadap kinerja termal yang terjadi pada bangunan di wilayah beriklim tropis kering di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur. Penelitian dilakukan pada Gereja St. Ignatius Loyola Sikka atau yang lebih dikenal dengan Gereja Tua Sikka. Terdapat beberapa model yang digunakan dalam penelitian yakni model statis menggunakan Predicted Mean Vote, model adaptasi dan model simulasi menggunakan Computational Fluid Dynamics untuk memprediksi kecepatan dan pergerakan udara yang terjadi di dalam gereja. Hasil penelitian setelah dijalankannya ketiga model, menunjukkan bahwa rendahnya kecepatan angin yang masuk ke dalam bangunan dapat menyebabkan tingginya nilai suhu dan menyebabkan kondisi menjadi hangat nyaman menuju hangat. Sehingga zona duduk yang berdekatan dengan jendela ataupun pintu mampu memberikan kesan nyaman dibandingkan zona duduk lainnya karena mampu mempertahankan temperatur pada kondisi yang sama dengan lingkungan.

Kata Kunci: Kenyamanan Termal, PMV, SPSS dan Computational Fluid Dynamics

ABSTRACT

This study reviews the relationship formed by several factors on the thermal performance of buildings in a dry tropical climate in Sikka Regency, East Nusa Tenggara. The research was conducted at the Church of St. Ignatius Loyola Sikka or better known as the Old Church of Sikka. There are several models used in this research, namely a static model using Predicted Mean Vote, an adaptation model using SPSS, and a simulation model using Computational Fluid Dynamics to predict the speed and air movement that occurs in the church. The results of the study after the implementation of the three models showed that the low wind speed that entered the building could cause high-temperature values and cause conditions to become warm and comfortable to warm. So that the sitting zone adjacent to the window or door is able to give a comfortable impression compared to other sitting zones because it is able to maintain the temperature at the same conditions as the environment.

Keywords: Thermal Comfort, PMV, SPSS and Computational Fluid Dynamics

PENDAHULUAN

Kenyamanan merupakan bagian terpenting dalam sebuah perancangan bangunan.

Kenyamanan tidak hanya secara visual namun juga kenyamanan termal. menurut (Koenigsberger, 1975) kenyamanan termal merupakan penunjang perasaan akan kepuasan diri dari keadaan suatu lingkungan termal yang ditempati. Terdapat 6 (enam) faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal yakni suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, suhu radiasi (keempat faktor ini masuk dalam faktor iklim) dan jenis pakaian serta jenis aktivitas yang masuk ke dalam faktor fisik fisiologis.

Dalam hubungannya dengan faktor iklim, maka dapat diketahui bahwa suatu lokasi yang memiliki iklim dan jenis bangunan yang berbeda maka akan berbeda pula kenyamanan termal yang dirasakan penghuni di dalam ataupun di luar bangunannya (Hildegardis et al., 2019). Salah satu wilayah di Indonesia yang beriklim sabana tropis adalah Kabupaten Sikka di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kabupaten Sikka terletak di sebelah timur pulau Flores dengan temperatur rata-rata maksimum antara 24,5°C–31,7°C dengan rata-rata 27,6°C (Hildegardis et al., 2020). Suhu maksimum terendah terjadi pada bulan Desember–Januari dan tertinggi pada bulan Agustus–September (Neno, 2018).

Bangunan gereja merupakan bangunan yang terpilih sebagai bangunan yang akan dijadikan sebagai lokasi penelitian karena bagi masyarakat di Kabupaten Sikka pada khususnya dan Nusa Tenggara Timur pada umumnya, gereja mempunyai peranan penting dari sekedar melakukan ibadah. Gereja dianggap sebagai pusat komunitas, kebanggaan masyarakat dan juga sebagai landmark (Thomas, 1994). Demikian halnya dengan Gereja Katolik St. Ignatius Loyola, Sikka, Nusa Tenggara Timur. Gereja St. Ignatius Loyola lebih dikenal dengan sebutan Gereja Tua Sikka.

Sebagai bangunan peribadatan, gereja tua Sikka dituntut menghadirkan kenyamanan secara visual, audial dan termal. Adanya kegiatan atau aktivitas ibadah yang dilakukan di dalam gereja seperti duduk, berdiri, berlutut dan berjalan menuntut bangunan agar dapat memberikan kenyamanan dari ketiga aspek tersebut terutama secara termal terhadap penghuni didalamnya. Dimana secara termal tidak hanya dilihat dari suhu, kelembaban udara, kecepatan angin maupun radiasi matahari namun juga aktivitas maupun pakaian yang dikenakan.

Karakter kenyamanan termal untuk umat dalam mencapai kondisi nyaman pun menjadi salah satu tujuan dari penelitian ini karena kenyamanan termal menjadi suatu hal yang sangat berpengaruh terhadap tingkat fokus umat dalam melaksanakan ibadah (Ketaren, 2016). Menurut Tamura (2016) dan Carera et al. (2016) model pakaian, zona keberadaan, waktu dan aktivitas yang terjadi mampu memberikan sensasi kenyamanan termal terhadap penghuni yang berada di dalam bangunan. Sehingga diperlukannya

persepsi umat akan kenyamanan termal yang dirasakan ketika berada di dalam Gereja St. Ignatius Loyola Sikka.

Memperhatikan hal tersebut di atas, maka diambilah judul “Hubungan Yang Dibentuk Faktor Iklim, Desain Bangunan, Psikologis Dan Fisik Fisiologis Terhadap Kinerja Termal Bangunan Di Wilayah Beriklim Tropis Kering Di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur” untuk menemukan korelasi antara keempat faktor yang umumnya berpengaruh terhadap kinerja termal pada bangunan menggunakan beberapa model dalam penelitian.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Terkait dengan metode pengumpulan data, instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian. Jenis instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data, adalah:

- a. Kuisisioner
- b. Elitech RC_4HC data logger
Mengukur dan merekam data temperatur udara dan kelembaban udara. Pengukuran menggunakan Elitech RC_4HC data logger dilakukan selama kegiatan ibadah berlangsung
- c. Benetech GM8902 Digital Air Flow
Mengukur dan merekam data kecepatan angin dilakukan secara digital selama kegiatan ibadah berlangsung. Pengukuran menggunakan Benetech GM8902 Digital Air Flow dilakukan selama kegiatan ibadah berlangsung.
- d. Kamera
- e. Laptop/komputer untuk menjalankan program yang akan digunakan, antara lain Microsoft Word 2007, Microsoft Excel 2007, SPSS dan CFD

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari tahapan penelitian sebagai berikut.:

- a. Rancangan Penelitian
Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan dua metode yang berbeda. Metode pertama adalah metode deskriptif-eksploratif dengan mengamati gejala yang timbul di lapangan serta mengamati dan mengevaluasi data-data yang ada berdasarkan hasil pengukuran dan untuk selanjutnya diuraikan deskripsi permasalahannya yang

didasari pada kajian teoritis yang berlaku. Metode kedua yang digunakan adalah metode eksperimen. Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Penelusuran literatur

Penelusuran literatur meliputi pengertian kenyamanan termal, faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal, standar kenyamanan termal pada daerah beriklim tropis di Indonesia, pengertian gereja katolik, tata ruang gereja katolik, tata cara dan urutan dalam perayaan di gereja.

2. Pendekatan lapangan

• Pengukuran dengan alat

Mengukur kenyamanan termal di dalam gereja dilakukan dengan mengukur suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin. Penentuan titik ukur dilakukan pada setiap titik yang telah ditentukan di dalam dan luar gereja.

• Pengukuran persepsi pemakai gedung menggunakan kuisisioner

Pengedaran kuisisioner dilakukan secara acak kepada para responden yakni umat. Untuk mengetahui titik atau zona tempat duduk yang dianggap paling nyaman dari setiap titik ukur yang telah ditentukan.

Data yang diperoleh dari hasil pendekatan lapangan maupun penelusuran literatur digunakan sebagai acuan dalam menganalisis kondisi kenyamanan termal pada gereja.

3. Perangkat lunak

- Pemanfaatan perangkat lunak yakni Computational Fluid Dynamic, dilakukan setelah adanya pengukuran data di lapangan dan hasil pengolahan data dari kuisisioner yang didapatkan. Dimana CFD dimanfaatkan untuk mengetahui pengaruh desain bangunan terhadap persepsi kenyamanan termal yang dirasakan penghuni/umat di dalam bangunan. Eksperimen yang dilakukan menggunakan CFD ini terdiri dari delapan tahap yang bertujuan mereproduksi fenomena dunia nyata (membangun pergerakan udara dan kinerja termal) dengan program komputer (Satwiko, 2008).
- Selain itu digunakan juga CBE Thermal Comfort Tool for ASHRAE 55-2017 untuk mengetahui batas wilayah kenyamanan termal yang dirasakan berdasarkan ASHRAE-55

Subyek pada penelitian ini adalah sejumlah umat yang beribadat di gereja tua Sikka

dengan beberapa batasan yang ditentukan antara lain :

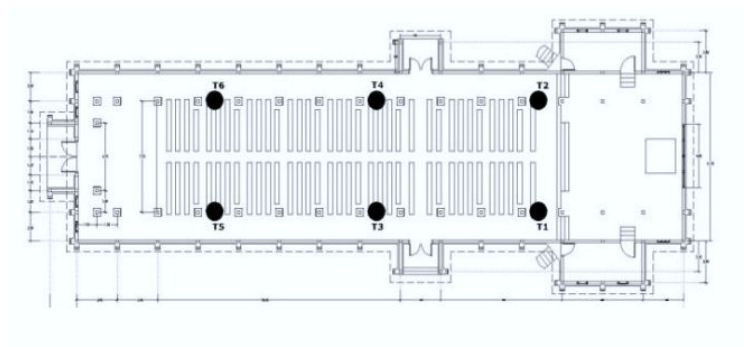
- Berumur 15 tahun (pelajar SMU) atau lebih.
Hal ini menjadi pertimbangan dalam penelitian, karena menurut (Sugini, 2004), usia dan tingkat pendidikan mampu mempengaruhi tingkat pemahaman dalam istilah-istilah yang akan digunakan dalam kuisisioner.
- Dapat berbahasa Indonesia, membaca dan menulis agar memudahkan pemahaman dalam pengisian kuisisioner
- Mengikuti ibadah di dalam gereja secara keseluruhan. Hal ini untuk memastikan bahwa peserta telah terlibat dengan kegiatan ibadah dan telah menyesuaikan diri dengan kondisi iklim dalam ruangan.
- Umat yang beribadah dapat berasal dari dalam maupun luar daerah
- Pakaian yang dikenakan adalah pakaian formal beribadah.

Pada prinsipnya terdapat 2 (dua) metode yang digunakan dalam menganalisis hasil yang ada, yakni metode kuantitatif dan metode kualitatif. Metode kualitatif digunakan untuk menggambarkan dan membandingkan data berdasarkan klasifikasi iklim koppen hingga pada tindakan/perilaku yang dilakukan. Metode kuantitatif menekankan pada penggunaan alat maupun perangkat lunak dalam mengevaluasi dan menafsirkan hubungan antara persepsi, data lingkungan dan bangunan untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

Analisis data yang dikumpulkan untuk memberikan informasi mengenai kondisi kenyamanan termal di dalam gereja St. Ignatius Loyola. Terdapat beberapa tujuan yang direncanakan akan dicapai dengan analisis. Tujuannya adalah, menemukan hubungan yang dibentuk oleh faktor iklim, faktor desain bangunan, faktor psikologis dan faktor fisiologis terhadap kinerja termal di Gereja St. Ignatius Loyola.

Analisis dilakukan dengan langkah- langkah sebagai berikut :

- Menemukan persepsi kenyamanan dari setiap variabel yang telah dianalisis. Hasil tersebut disesuaikan dengan metode analisis (PMV) dari setiap titik ukur yang telah ditentukan (lihat gambar 1)



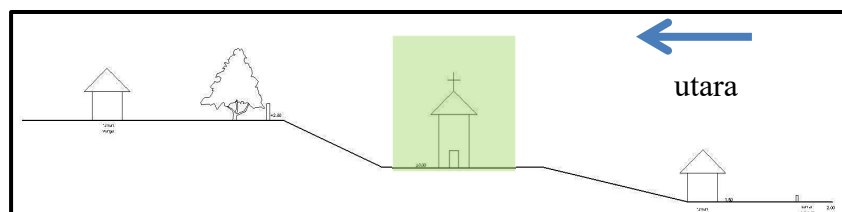
Gambar 1. Penentuan letak alat ukur di dalam bangunan Gereja Tua Sikka

- Kedua analisa yang dilakukan untuk mengetahui perbandingan dari persepsi Hangat-nyaman yang dirasakan dan nilai PMV yang didapatkan dari CBE Thermal Comfort. Hal ini merupakan analisa untuk mengetahui hubungan antara ketiga faktor yakni iklim, fisik fisiologis dan juga psikologi.
- Analisa ketiga faktor bila dihubungkan dengan desain bangunan, dapat dilihat dari simulasi CFD yang mencoba menganalisis variabel dari desain bangunan yang berpengaruh terhadap kenyamanan yang didapatkan dari ketiga faktor tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

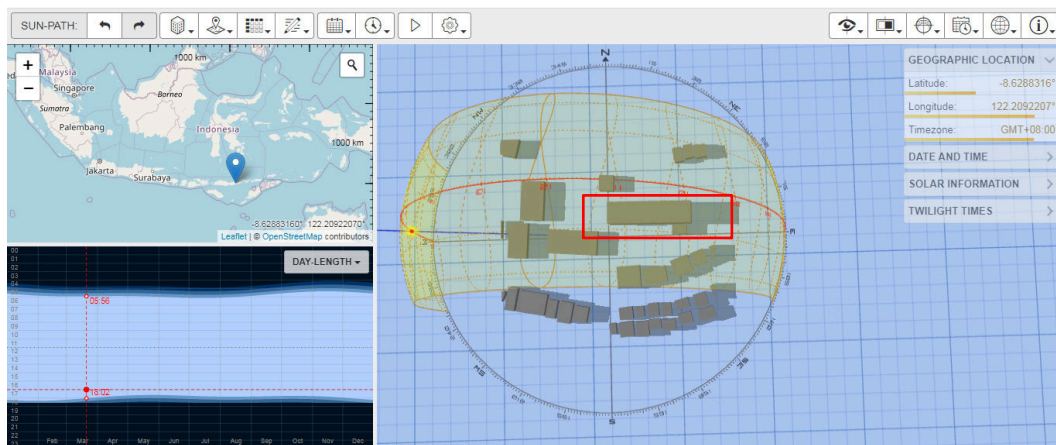
Kondisi Site

Bangunan terletak di bagian selatan Kabupaten Sikka, dengan orientasi timur-barat dan bukaan menghadap ke selatan dan utara. Bangunan berada di lahan berkontur (tengah) diapit bangunan bangunan/hunian warga (semakin ke selatan kontur semakin rendah).



Gambar 2. Letak bangunan gereja di lahan berkontur

Bangunan Gereja St. Ignatius Loyola merupakan bangunan tertinggi bila dibandingkan dengan bangunan sekitarnya. Tinggi bangunan gereja ini tidak mempengaruhi pembayangan pada bangunan sekitarnya. Hal ini dapat dilihat dari gambar 3 yang menampilkan pembayangan yang terjadi pada site, yang tidak memberikan pengaruh dari satu bangunan ke bangunan lainnya.

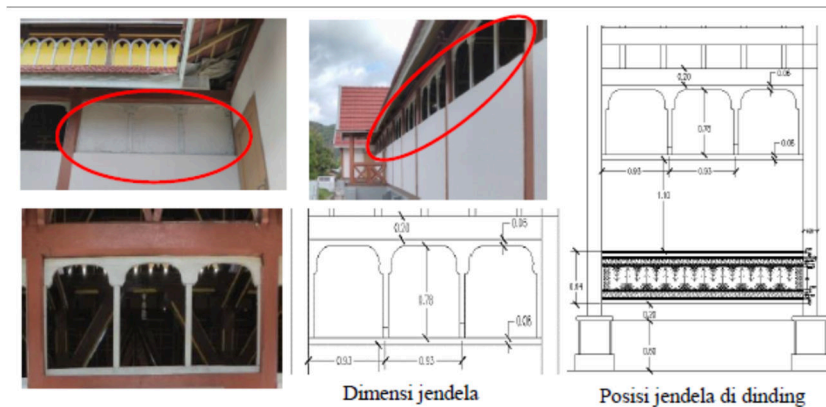


Gambar 3. Letak bangunan gereja di lahan berkontur

Gereja Tua Sikka

Gereja memiliki panjang 47m dan lebar 12 m, memiliki sayap kiri dan kanan (Sakristi) dan menara. Tiang-tiang kolom utama berdiri di atas pondasi dengan tinggi 1m. Ketebalan dinding 20 cm. Struktur kolom yang terdapat pada gereja berbahan kayu jati, menyambung secara langsung dengan struktur atap sehingga menyerupai bentang lebar dengan jarak bentangan kolom sebesar 7,30m sejumlah 32 kolom dan tersusun secara simetris dan linier. Tinggi kolom mencapai 7,13 m. Terdapat bukaan berupa jendela yang terbagi menjadi 2 (dua) bagian yakni jendela pada sisi kiri dan kanan gereja (setinggi 2,5m dari lantai). Jendela pada dinding sisi kiri dan kanan

berada dalam kondisi terbuka. Tiap jarak 3,00 m atau jarak antar kolom dinding terdapat 3 jendela.



Gambar 4. Posisi jendela pada gereja

Terdapat beberapa vegetasi yang terdapat di sekitar bangunan Gereja St. Ignatius Loyola. Berdasarkan pengamatan, vegetasi bersifat sebagai pembatas dan penghias taman dalam gereja. Jarak vegetasi ke bangunan mencapai 1,5 m – 7m



Gambar 5. Vegetasi yang berada di sekitar Gereja Tua Sikka

Suhu, Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin

Berdasarkan data iklim yang diperoleh secara keseluruhan di Kabupaten Sikka, diketahui bahwa suhu rata-rata berkisar 24-38°C dengan kelembaban di atas 70%.

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

WEATHER DATA SUMMARY		LOCATION: Maumere Seda AP, NU, IDN											
		Latitude/Longitude: 8 641' South, 122 237' East, Time Zone from Greenwich 8											
		Data Source: ISD-TMYx 973000 WMO Station Number, Elevation 3 m											
MONTHLY MEANS													
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	443	461	459	487	472	466	472	528	577	579	548	469	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	232	261	275	383	426	497	486	534	554	520	438	296	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	1005	1047	1026	989	906	847	885	952	1034	1078	1061	1041	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	725	780	863	826	848	834	836	842	868	882	892	828	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Max Hourly)	591	513	584	489	408	294	377	393	470	481	495	515	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	5517	5673	5533	5755	5478	5366	5462	6200	6901	7077	6794	5862	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	2890	3209	3305	4518	4946	5726	5620	6272	6623	6348	5429	3705	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	3233	3115	2903	2391	2027	1528	1647	1719	1884	2152	2545	3001	Wh/sq.m
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	50536	52990	53050	56786	55058	55153	55803	63116	68936	68781	63971	53869	lux
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	15244	16672	16660	21979	23566	27078	28306	30762	32389	30618	25087	18204	lux
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	27	27	27	28	28	27	26	26	27	28	29	28	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	24	24	24	23	23	22	20	19	20	22	24	24	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	84	84	84	78	77	73	72	67	67	69	76	81	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	20	20	0	200	240	200	200	230	230	240	240	200	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	1	1	0	1	3	3	1	3	2	2	2	2	m/s
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	27	28	28	28	28	27	26	26	26	26	27	27	degrees C

Gambar 6. Rata-rata suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin selama satu tahun di Kabupaten Sikka (Climate Consultan 6.0)

Pengukuran di lapangan berdasarkan suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin, yang dilakukan di luar Gereja St. Ignatius Loyola Sikka dari bulan Agustus- November (lihat Tabel 1, sedangkan pada bagian dalam gereja langsung tertuang dalam tabel pengukuran PMV.

Tabel 1. Pengukuran rata-rata di luar Gereja Tua Sikka

Parameter	Rata-rata		Minimum		Maksimum	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Suhu	29.45	34.74	26.9	31.6	31.3	37.3
Kelembaban udara	72.83	62.725	68.4	55.5	77.3	71.8
Kecepatan Angin	0.84	1.03	0.163	0.107	1.139	1.519

Persepsi dan PMV

Perhitungan PMV menggunakan nilai Clo menggunakan baju lengan pendek dan celana panjang (nilai CLo 0,57). Dari hasil diketahui nilai PMV pada setiap zona yang telah ditentukan berada di batas ambang kenyamanan ASHRAE 55. Sedangkan hasil yang ditunjukkan pada persepsi dari umat yang berada di gereja menunjukkan bahwa, kenyamanan masih bisa dirasakan pada gereja (lihat gambar 7)

Pengukuran PMV yang dilakukan, ditentukan pada aktivitas duduk, karena disesuaikan dengan ketinggian dari alat ukur yang diletakkan di dalam gereja. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil pengukuran PMV

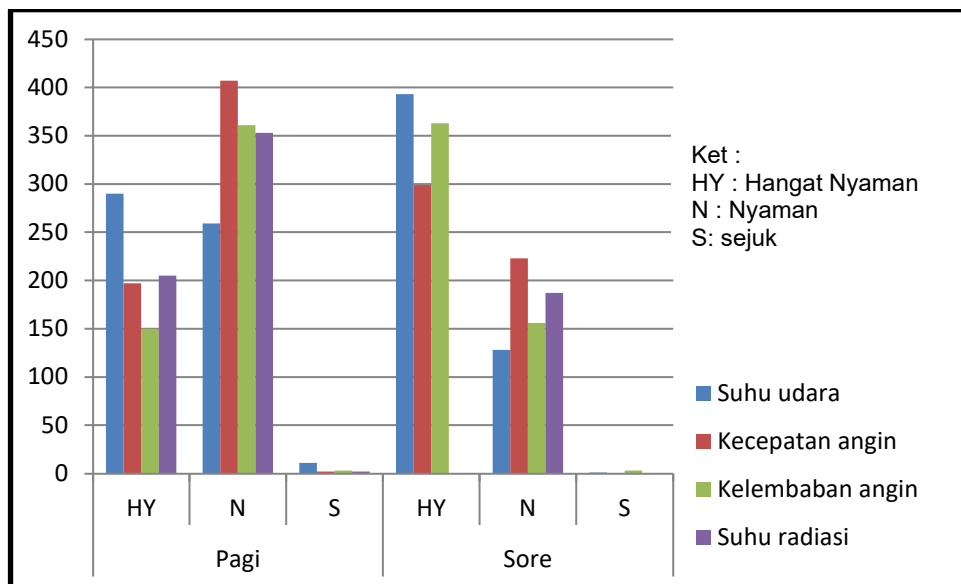
Waktu	Titik Ukur	Suhu	MRT	Kelembaban udara	Kec. angin	Clo	Met	PMV	PPD	Keterangan
Pagi	T1	26.675	26.725	73.11	0.1	0.57	1	0.57	12%	Agak Hangat

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNIK FST UNDANA (SAINSTEK)

Kupang, 02 November 2021

Waktu	Titik Ukur	Suhu	MRT	Kelembaban udara	Kec. angin	Clo	Met	PMV	PPD	Keterangan
Waktu	T2	26.725	26.8	72.75	0.1	0.57	1	0.59	12%	Agak Hangat
	T3	26.725	26.575	73.125	0.1	0.57	1	0.56	12%	Agak Hangat
	T4	26.825	26.7	73.525	0.1	0.57	1	0.6	13%	Agak Hangat
	T5	26.8	27	73.5	0.1	0.57	1	0.65	14%	Agak Hangat
	T6	26.875	27.05	72.6	0.1	0.57	1	0.66	14%	Agak Hangat
	Sore	T1	28.9	29	72.1	0.1	0.57	1	1.4	46%
T2		29.025	29.05	71.3	0.1	0.57	1	1.43	46%	Agak Hangat
T3		28.55	28.65	72.5	0.1	0.57	1	1.27	39%	Agak Hangat
T4		28.75	28.75	72.15	0.1	0.57	1	1.33	42%	Agak Hangat
T5		28.55	28.65	72.7	0.1	0.57	1	1.28	39%	Agak Hangat
T6		28.725	28.7	72.325	0.1	0.57	1	1.32	41%	Agak Hangat

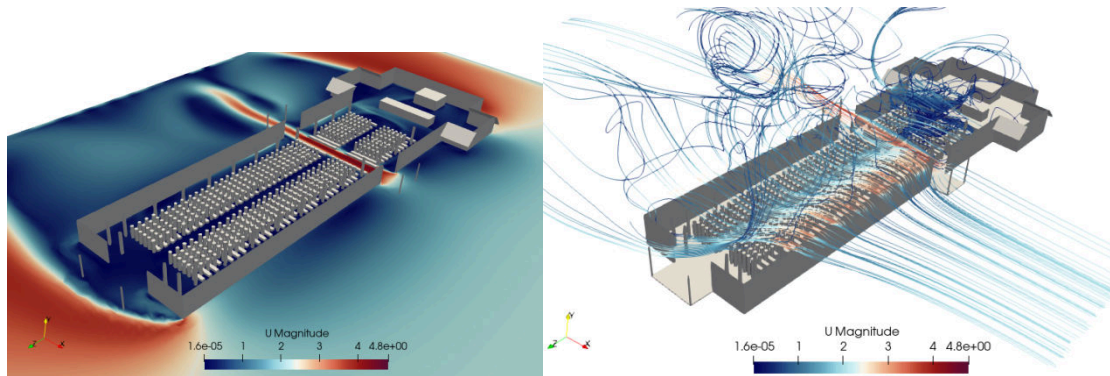
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa hasil yang diperoleh pada kuisioner dan PMV mendapatkan hasil yang berbanding terbalik. Hal ini serupa dengan pernyataan Karyono (1996), yang mengungkapkan bahwa semakin tinggi nilai T_a dan T_o maka semakin melebar perbedaan antara pendapat responden dan PMV. Dimana berdasarkan perbedaan waktu, umat yang beribadah pada sore hari lebih merasa hangat nyaman hingga hangat bila dibandingkan dengan yang beribadah pada pagi hari. Menurut Kaharu et al. (2017), perbedaan perhitungan antara PMV dan respon dari responden terhadap kenyamanan termal dapat dipengaruhi oleh waktu dan ruangan tempat pengukuran.



Gambar 7. Grafik persepsi kenyamananyang dirasakan dalam gereja

Pengaruh Bukaian Terhadap Aliran Udara

Untuk melihat pengaruh desain bangunan gereja St. Ignatius Loyola dalam memberikan kenyamanan terhadap penghuni/responden menggunakan simulasi Computational Fluid Dynamics. Dalam simulasi ini, digunakan model yang cukup mencakup beberapa kondisi yaitu pintu terbuka dan jendela yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Data yang diambil berupa (1) plot kontur kecepatan, (2) pola distribusi streamline di dalam bangunan dan (3) pola distribusi streamline di luar bangunan.



Gambar 8. Plot kontur kecepatan dan Pola Distribusi Streamline menggunakan CFD

Pada simulasi ini, digunakan input kecepatan dan temperatur seragam dari luar sebesar 1,545 m/s dan 29°C diambil dari rata-rata kecepatan angin di lapangan. Namun perubahan nilai ini tidak akan mempengaruhi pola aliran yang terjadi selama masih dalam rezim aliran yang sama.

Dari gambar 8, diketahui bahwa Angin dari arah selatan memiliki distribusi yang lebih merata dibandingkan arah lainnya. Hal ini dikarenakan adanya jendela pada bangunan gereja yang langsung menghadap dengan arah datangnya angin. Arah angin daritimur memiliki distribusi yang tidak merata karena angin langsung menabrak tembok bagian belakang gereja sehingga terjadi separasi dan sulitnya angin untuk dapat masuk ke ruangan baik dari pundi maupun jendela. Sedangkan angin dari arah barat, efeknya dapat dilihat dari pintu yang terbuka dimana hanya signifikan pada daerah lurus sepanjang pintu masuk.

Hubungan Setiap Faktor Terhadap Kinerja Termal

Dari PMV diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi nilai kenyamanan termal didasari oleh faktor iklim, jenis pakaian serta aktivitas manusia didalamnya. Pada faktor iklim (dilihat juga dari simulasi CFD), diketahui bahwa rendahnya kecepatan angin yang masuk ke dalam gereja/bangunan dapat menyebabkan tingginya nilai suhu dan menyebabkan kondisi menjadi hangat nyaman sampai hangat. Sehingga angin merupakan salah satu faktor iklim yang berpengaruh terhadap besar atau kecilnya nilai PMV.

Sedangkan berdasarkan letak bukaan, bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dari (Carera et al., 2016, Djumiko, 2011), dikatakan bahwa posisi bukaan/ventilasi bawah memberikan pengaruh terhadap sensasi atau rasa nyaman pemakai gedung di dalam gereja, hal ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian pada Gereja St. Ignatius Loyola. Dimana pemakai gedung gereja merasa nyaman apabila berada dekat/sejajar dengan bukaan namun tidak berada persis di bawah dari bukaan karena dapat merasakan aliran angin yang masuk ke dalam gereja. Hal ini menunjukkan bahwa jarak dan letak bukaan yang sejajar (tidak melebihi tinggi manusia) mampu memberikan sensasi terhadap kenyamanan pemakai gereja di dalam bangunan.

Berdasarkan analisa dari beberapa metode yang telah diterapkan diketahui bahwa, hasil yang didapatkan dari PMV, persepsi maupun CFD menemukan beberapa perbedaan maupun persamaan. Dari ketiga metode di atas diketahui bahwa

- Metode PMV yang digunakan merujuk kepada sensasi yang dirasakan responden/pemakai gedung di dalam gereja apabila menggunakan pakaian ataupun melakukan aktivitas tertentu. Dimana sensasi yang dirasakan di gereja umumnya adalah sensasi agak hangat ke hangat.
- Hasil yang diberikan dari metode PMV berbeda dengan persepsi yang dihasilkan oleh responden yang berada di dalam gereja.
- Persamaan yang dapat dilihat dari kedua metode ini adalah tinggi dan rendahnya respon/sensasi responden berdasarkan titik/zona ukur. Dimana pada titik T3, nilai PMV lebih rendah dibanding titik/zona ukur lainnya. Sama halnya juga dengan persepsi dimana umumnya pada titik ini responden umumnya merasa lebih nyaman ketika beraktivitas di dalam gereja.
- Persamaan pada kedua metode di atas, dihubungkan dengan metode CFD. Dari metode ini diketahui bahwa, pada titik/zona ukur T3 terdapat bukaan yang tetap dalam kondisi terbuka sehingga aliran udara yang masuk mampu memberikan sensasi yang lebih baik dibandingkan zona duduk lainnya.
- Sehingga dari ketiga metode di atas, diketahui bahwa perbedaan perlakuan pada bangunan (buka/tutup bukaan) dapat mempengaruhi sensasi termal pada setiap titik/zona ukur.

KESIMPULAN

Studi ini juga memberikan pemahaman akan perbedaan seseorang dalam beradaptasi ketika berada dalam sebuah situasi dan kondisi, seperti di dalam gereja bila

dibandingkan dengan bangunan umum lainnya. Berdasarkan analisa dan pembahasan yang dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan apabila didasarkan pada metode yang digunakan maka diketahui bahwa sensasi PMV berbeda dengan sensasi yang dihasilkan berdasarkan persepsi. Namun memiliki persamaan pada respon berdasarkan titik ukur. Dimana rendahnya nilai PMV pada titik ukur tertentu, berpengaruh terhadap tingginya respon kenyamanan yang dirasakan penghuni pada titik tersebut. Penggunaan simulasi CFD untuk menghubungkan kedua metode tersebut di atas menemukan bahwa, perbedaan perlakuan pada bangunan (buka/tutupnya bukaan) mempengaruhi sensasi termal pada setiap titik ukur pada sebuah bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Carera, A., Prianto, E. & Supriyadi, B. 2016. Zona Nyaman Beraktifitas Ibadah Di Kawasan Kota Lama Semarang. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Unsiq*, 3.
- Djumiko, D. 2011. Kondisi Ventilasi Alami Bangunan Gereja Blenduk Semarang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur* 9.
- Hildegardis, C., Saraswati, A. A. A. O. & Dewi, N. K. A. 2019. Review Of Thermal Comfort In Warm Humid Climate For Traditional Architecture In Indonesia. *Kne Social Sciences*, 151–167-151–167.
- Hildegardis, C., Saraswati, A. A. A. O., Gede, I. D., Putra, A. D. & Dewi, N. K. A. 2020. Comparison Of Thermal Comfort Based On Köppen Climate Classification In Churches In Indonesia.
- Kaharu, A., Kindangen, J. I. & Waani, J. O. 2017. *Analisis Kenyamanan Termal Pada Rumah Diatas Pantai Tropis Lembab “Studi Kasus Rumah Atas Pantai Desa Kima Bajo, Kabupaten Minahasa Utara”*. Sam Ratulangi University.
- Karyono, T. H. 1996. Thermal Comfort In The Tropical South East Asia Region. *Architectural Science Review*, 39, 135-139.
- Ketaren, J. M. K., Tri Harso 2016. Evaluasi Kenyamanan Termal Bangunan Gerejakristen Jawa (Gkj) Joglo, Jakarta Barat. *Vitruvian* 5.
- Koenigsberger, O. H. 1975. *Manual Of Tropical Housing & Building*, Orient Blackswan.
- Neno, J. A. 2018. Ntt Dibagi Dalam Tiga Tipe Iklim. *Nttonlinenow*.
- Satwiko, P. 2008. *Fisika Bangunan*, Yogyakarta, Andi.
- Tamura, T. 2016. Climate And Clothing. *Journal Of The Human-Environment System*, 19, 001-011.
- Thomas, J. A. 1994. *Theory, Meaning And Experience In Church Architecture : An Investigation Into The Influences Of Buildings Upon Worship And Spirituality And Their Implications For The Design And Ordering Of Churches*. Ph.D, University Of Sheffield.