

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

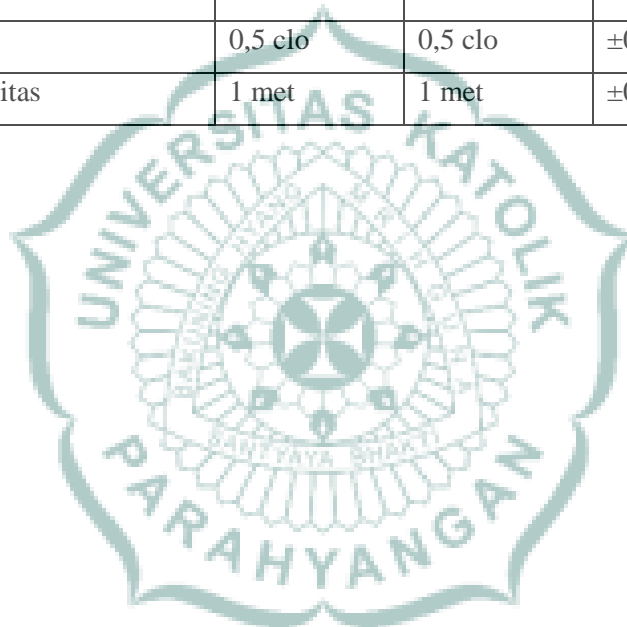
#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis kajian kenyamanan termal pada Aula SMK Kristen Immanuel Pontianak, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kondisi kenyamanan termal eksisting pada Aula SMK Kristen Immanuel masih belum optimal. Temperatur udara rerata pada Aula SMK Kristen Immanuel mencapai 32,5°. Temperatur paling tinggi terletak pada ruang MEP dan ruang persiapan yang terselubungi partisi. Temperatur *globe* juga memperlihatkan kenaikan pada ruang MEP yang memiliki jendela kaca besar pada satu sisinya serta pada area sekitar jendela. Rerata temperatur *globe* sendiri mencapai 31,6°C dan kelembapan rerata mencapai 67%. Terlihat kenaikan angka pada tengah ruangan dan juga ruang MEP yang tertutup. Grafik temperatur *wet bulb* juga memiliki pola yang mirip dengan temperatur udara dan kelembapan. Nilai grafik temperatur *wet bulb* naik pada ruang MEP dan juga area tengah ruangan. Selain itu, kecepatan udara ruangan adalah 0.2 m/s dengan nilai yang tinggi pada titik di samping jendela. Hasil data-data tersebut kemudian menghasilkan nilai PMV 2,37 sementara standar ASHRAE 55 untuk PMV adalah  $\pm 0,5$ . Di sisi lain, nilai PPD mencapai 90% sementara standar PPD ASHRAE 55 maksimal 20%. Akan tetapi, kondisi ruangan memiliki potensial karena memiliki celah di antara bidang atap dan dinding serta menggunakan turbin ventilator yang memungkinkan sirkulasi udara yang baik. Sementara itu dalam simulasi model eksisting, nilai PMV mencapai 2,18 dengan nilai PPD 84% dengan detail sebagai berikut:

Tabel 13 Hasil Data Lapangan dan Simulasi 3D

Parameter	Simulasi 3D	Lapangan	Margin Error
Temperatur Udara (°C)	32,02 °C	32,50 °C	±0,48°C
Temperatur <i>Globe</i> (°C)	34,86 °C	31,60 °C	±3,26 °C
Temperatur <i>Wet bulb</i> (°C)	26,8 °C	27,40 °C	±0,60 °C
Kelembapan (RH%)	66,90%	67,00%	±0,10%
Kecepatan Angin (m/s)	0,20 m/s	0,20 m/s	±0 m/s
<i>Predicted Mean Value</i>	2,18	2,37	±0,19
<i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i>	84%	90%	±6%
<i>Clothing Index</i>	0,5 clo	0,5 clo	±0 clo
Intensitas Aktivitas	1 met	1 met	±0 met



- b. Spesifikasi plafon yang paling optimal untuk kenyamanan termal adalah PVC 8 mm dengan nilai PMV 1,7 dan PPD 62%, diikuti oleh GRC 4 mm (PMV 1,75 dan PPD 65%), gypsum board 4 mm (PMV 1,86 dan PPD 70%) dan kemudian tripleks (PMV 1,88 dan PPD 71%). Kemudian, ketinggian plafon 5 m merupakan posisi hasil simulasi yang paling optimal dengan nilai PMV 1,86 dan PPD 70%, diikuti dengan hasil simulasi dengan ketinggian plafon 4 m dari lantai dengan nilai PMV 2,04 dan PPD 79% kemudian terakhir, model ketinggian plafon 3 m dari lantai dengan nilai PMV 2,13 dan nilai PPD 82%. Dari hasil simulasi, ditemukan bahwa plafon yang paling optimal untuk kenyamanan termal adalah plafon PVC 8 mm dengan ketinggian plafon 5 m dari lantai.

Berdasarkan hasil simulasi, ditemukan bahwa parameter desain yang optimal dari masing-masing spesifikasi dan ketinggian plafon dari lantai adalah kombinasi plafon berbahan PVC 8 mm yang dipasang 5 m dari lantai dengan nilai sebagai berikut:

Tabel 14 Tabel Perbandingan Hasil Simulasi Optimal

Parameter	Model Eksisting	Model Optimal (PVC 8mm: Ketinggian 5 m)	Perbedaan	Margin Error
Temperatur Udara (°C)	32,02 °C	30,81 °C	-1,21 °C	±0,48°C
Temperatur <i>Globe</i> (°C)	34,86 °C	33,53 °C	-1,33 °C	±3,26°C
Temperatur <i>Wet bulb</i> (°C)	26,80 °C	25,50 °C	-1,30 °C	±0,60°C
Kelembapan (RH%)	66,90%	67,10%	+0,20%	±0,10%
Kecepatan Angin (m/s)	0,20 m/s	0,17 m/s	-0,30 m/s	±0 m/s
<i>Predicted Mean Value</i>	2,18	1,70	-0,48	±0,19
<i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i>	84%	62%	-22%	±6%
<i>Clothing Index</i>	0,5 clo	0,5 clo	±0 clo	±0 clo
Intensitas Aktivitas	1 met	1 met	±0 met	±0 met

Ditemukan dengan penggunaan parameter desain plafon PVC 8 mm pada ketinggian 5 m dari lantai dapat mengurangi temperatur udara sebanyak 1,21°C, temperatur *globe*

sebanyak 1,33 °C dan juga temperatur *wet bulb* sebanyak 1,30 °C. Sementara itu, nilai kelembapan dan kecepatan angin tidak terlihat terlalu berbeda. Hasil tersebut kemudian berdampak pada nilai PMV dan PPD. Terdapat pengurangan 0,48 nilai PMV dan 22% nilai PPD. Walau belum mencapai kenyamanan ideal, ditemukan bahwa konfigurasi ini efektif untuk meningkatkan kenyamanan termal.

## 5.2. Saran

Dari hasil penelitian, terdapat beberapa hal yang dapat ditambahkan pada ruangan eksisting agar kenyamanan termal ruang dalam Aula SMK Kristen Immanuel dapat ditingkatkan, yakni:

- a. Penambahan plafon dengan spesifikasi plafon PVC 8 mm yang seluas bidang atas ruangan. Disarankan agar posisi plafon tidak terlalu rendah agar memungkinkan sirkulasi udara yang lebih baik berhubungan dengan fungsi aula yang menampung banyak orang. Selain itu, perletakan plafon yang rendah menyebabkan pengguna ruangan merasakan panas dari konduksi kalor pada plafon sehingga perlu diperhatikan. Dengan adanya pemasangan plafon, maka terbentuklah rongga udara pada bidang di bawah atap yang dapat menjadi insulator panas yang datang dari matahari. Celah di antara dinding dan bidang atap serta turbin ventilator juga dapat membantu proses pertukaran udara di ruang atap.
- b. Menambahkan material dengan nilai konduktivitas termal rendah atau emisivitas rendah seperti *aluminium foil* pada plafon sehingga panas dari atap lebih susah mencapai ruang aktivitas.
- c. Melakukan modifikasi pada selubung bangunan baik dengan merubah bukaan agar lebih efektif ataupun menambahkan peneduh untuk dinding bangunan. Selain itu, pendinginan dengan kipas ataupun AC juga direkomendasikan jika ingin mencapai standar PMV dan PPD yang ditetapkan oleh ASHRAE 55.

## Daftar Pustaka

- ASHRAE. (1989). *Handbook of Fundamental Chapter 8 Physiological Principles*. Atlanta: ASHRAE.
- ASHRAE-55. (2010). *Thermal Enviromental Conditions for Human Occupancy*. Georgia: ASHRAE.
- Badan Pusat Statistik Pontianak. (2020). *Curah Hujan*. Diakses pada tanggal 5 Maret 2022, dari <https://pontianakkota.bps.go.id/indicator/151/122/1/curah-hujan.html>
- Badan Pusat Statistik Pontianak. (2020). *Suhu Udara (Derajat Celcius)*. Diakses pada tanggal 5 Maret 2022, dari <https://pontianakkota.bps.go.id/indicator/151/48/1/suhu-udara.html>
- Bhatia, A. (2014). *HVAC - Natural Ventilation Principles*. California: Createspace Independent Pub.
- Błazejczyk, K., 2017. *BioKlima - Universal Tool for Bioclimatic and Thermophysiological Studies*. Diakses pada tanggal 21 Juni 2022., dari <https://www.igipz.pan.pl/Bioklimazgik.html>.
- Cabanac, M. (1987). *Role of Motivation in Determining the Limits to Heat Tolerance*. New York: Elsevier Science Publishing.
- Carter, A. W., Zaitchik, B. F., Gohike, J. M., Wang, S., & Richardson, M. B. (2020). *Methods for Estimating Wet Bulb Globe Temperature From Remote and Low-Cost Data: A Comparative Study in Central Alabama*. New Haven: Geo Health.
- Ciampi, M., Leccese, F., & Tuoni, G. (2005). *Energy Analysis of Ventilated and Microventilated Roofs*. Pisa: University of Pisa.
- Guimaraes, R., Carvalho, M. C., & Santos. (2013). *The Influence of Ceiling Height in Thermal Comfort of Buildings: A Case Study in Belo Horizonte, Brazil*. Belo Horizonte: Federal Centre for technological Education of Minas Gerais.
- Hayhoub, M. S. (2019). *Interior Projects Working Drawing 2: Ceiling I*. Cairo: Al-Azhar University.
- Hocking, C. (2001). *Evaluation of Cognitive Performance in The Heat by functional brain imaging and Psychometric Testing*. Victoria: Swinburne University of Technology,.
- Janjic, R. e. (2016). *Impact of People in Microclimate Body of Motor Vehicles*. Kragujevac: University of Kragujevac.
- Koenigsberger, O. H. (1975). *Manual of Tropical House and Building*. Hyderabad: Orient Blackswan Pvt. Ltd.
- Koenigsberger, T. I., Mayhew, A., & Szokolay, S. (1973). *Manual of Tropical Housing and Building Part One: Climatic Design*. New Delhi: Orient Longman.
- Lechner, N. (2015). *Heating, Cooling, Lighting*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Lippsmeier, G. (1997). *Bangunan tropis*. Jakarta: Erlangga.
- Mangunwijaya, Y. (1980). *Pasal-Pasal pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Gramedia.
- Ming, Y., You, G., Xu, X., Wen, H., & Zhao, J. (2019). *Effect of Thickness on the Thermal Conductivity and Microstructure of Die-Cast AZ91D Magnesium Alloy*. Chongqing, China: Chongqing University.
- Muresan, F. (2021). *Exposed Ceilings VS Suspended Ceilings: How Do They Compare*. Diakses pada tanggal 4 April 2022, dari <https://www.ny-engineers.com/>
- National institute of Building Sciences. (2010). *National Clearinghouse for Educational Facilities*. Washington D.C.: U.S. Department of Education.
- Newton, I. (1952). *Opticks*. New York: Dover Publicitions, Inc.

- Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). *Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for the Building*. Oxford: Oxford Brookes University.
- Pilcher JJ, N. E. (2002). *Effects of Hot and Cold Temperature Exposure on Performance: A Meta-Analytic Review*. Clemson: University of Clemson.
- Satwiko, P. (2004). *Fisika Bangunan Edisi 1*. Yogyakarta: ANDI.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. (1977). *Controlled and Automatic Human Information Processing*. Berkeley: University of California.
- Seppanen, O., Fisk, W. J., & Lei, Q. H. (2006). *Room Temperature and Productivity in Office Work*. Berkeley: University of California.
- Sullivan, C., & Howitz-Bennett, B. (2013). *New Trends in Ceiling Designs and Material*. New York: AIA Continuing Education.
- Usvika, R. (2019). *Prospek Energi Surya dan Mini Hidro di Indoensia*. Diakses pada tanggal 4 April 2022, dari <https://www.pupuk-indonesia.com/artikel/prospek-energi-surya-dan-mini-hidro-di-indonesia#:~:text=Rata%2Drata%20intensitas%20harian%20radiasi,Indonesia%20sekitar%204.8%20kWh%2Fm2>.
- Wang, H., Liu, G., Hu, S., & Liu, C. (2018). *Experimental investigation about thermal effect of colour on thermal sensation and comfort*. Qingdao: Qingdao University of Technology.
- Yew, M. C. (2013). *Integration of Thermal Insulation Coating and Moving-air-cavity in a Cool Roof System for Attic Temperature Reduction*. Kuala Lumpur: University of Malaya.

