

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Aplikasi PCM dapat digunakan sebagai strategi untuk meningkatkan kenyamanan termal ruang dalam bangunan karena kemampuannya mengurangi suhu siang hari dan meningkatkan suhu di malam hari, terlihat dari perubahan kondisi termal yang terjadi. Pada tabel 5.1. terlihat perbedaan temperatur antara ruang dengan penggunaan insulasi dan PCM dimana ruang dengan PCM cenderung lebih baik. Temperatur minimum cenderung naik dan temperatur maksimum cenderung turun, sehingga membuat kinerjanya lebih baik pada kondisi dingin maupun panas sebesar 2,68%. Kondisi termal ruang dalam bangunan setelah aplikasi PCM cenderung stabil sepanjang tahun pada suhu berkisar 28,61°C pada percobaan tahap I dan II dan berkisar 27,95°C pada percobaan tahap III. Kondisi rata-rata temperatur ini masih belum tergolong dalam kenyamanan optimal yang berada pada kisaran 22,8°C-25,8°C dengan ambang batas 28°C (SNI-T-14-1993-03).

Tabel 5.1. Perbandingan Kondisi Aplikasi Alternatif

	DSF non-PCM	Insulasi	Tahap II	Tahap III
Temperatur udara (min) (°C)	20.31	19.46	19.71	19.49
Temperatur udara (max) (°C)	38.39	37.38	36.01	37.24
Temperatur udara (mean) (°C)	29.53	28.72	27.95	28.61
Temperatur radiasi (min) (°C)	19.04	17.96	18,23	18.03
Temperatur radiasi (max) (°C)	36.64	35.63	34.14	35.45
Temperatur radiasi (mean) (°C)	29.27	27.78	26.54	27.71
Temperatur Operatif (min) (°C)	19.67	18.71	18.97	18.75
Temperatur Operatif (max) (°C)	36.01	35.22	34.03	35.07
Temperatur Operatif (mean) (°C)	29.40	28.25	27.24	28.19

Setidaknya terdapat 2 alternatif terbaik dari setiap tahap penelitian aplikasi PCM pada DSF pada penelitian ini seperti pada tabel 5.2. Setiap alternatif rancangan aplikasi PCM menunjukkan perubahan kondisi ruang dibandingkan dengan kondisi sebelum penggunaan PCM. Alternatif II memiliki pengaruh yang optimal dengan meletakkan PCM dilapisan dalam DSF yang berhubungan langsung dengan ruang dalam bangunan dengan perubahan temperatur operatif rata-rata sebesar 7,34% dari kondisi ruangan tanpa menggunakan DSF PCM. Alternatif tahap III memiliki pengaruh yang efektif dengan mengaplikasikan fasad kaca untuk mengoptimalkan potensi visual dengan perubahan temperatur operatif rata-rata sebesar 4,11% dibandingkan ruangan tanpa penggunaan DSF PCM. Kondisi termal ruangan pasca penggunaan PCM cenderung lebih baik namun perubahan yang terjadi belum mampu membuat kondisi ruang dalam berada pada temperatur yang nyaman optimal. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan aplikasi PCM dapat menjadi strategi untuk meningkatkan kenyamanan termal ruang dalam bangunan, kinerja DSF PCM cenderung lebih efektif dibandingkan DSF dengan insulasi *double-glazed*, dan aplikasi PCM yang optimum yaitu pada bagian dalam lapisan DSF serta alternatif aplikasi PCM pada fasad dapat dilakukan dengan mengkombinasikan antara fasad PCM dengan kaca seperti pada alternatif III dengan tetap memiliki dampak terhadap kondisi ruang dalam.

Tabel 5.2. Alternatif Aplikasi PCM

DSF non-PCM	Alternatif Tahap II Alt. II	Alternatif Tahap III Alt. II
		

5.2. Saran

Rancangan aplikasi PCM pada *double skin facade* dapat dikembangkan dengan berbagai alternatif bentuk yang lebih variatif. Kondisi lingkungan yang berbeda juga dapat menghasilkan ragam alternatif yang berbeda pula. Penelitian menggunakan eksperimen langsung juga bisa dilakukan untuk mendapatkan pertimbangan hasil, atau sebagai pembandingan dengan percobaan yang dilakukan menggunakan simulasi digital. Pengembangan penelitian aplikasi PCM pada elemen-elemen bangunan lain juga harus dikembangkan khususnya dalam hal varian desain menyangkut aspek arsitektural.

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (2013). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Standard 55-2013. American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, USA.
- Auliciems, A. and Szokolay, S. (2007) *Thermal Comfort. 2nd Revised Edition, Brisbane, PLEA: Passive and Low Energy Architecture International in association with Department of Architecture, The University of Queensland*.
- de Dear, R.J. and Brager, G.S. (1998) *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference*. ASHRAE Transactions, 104, 145-167.
- Eslamirad, N. Sanei, A., (2016). *Double Skin Facades in Use, A Study of Configuration and Performance of Double Skin Façade, Case Studies some Office Buildings*. Jurnal International Conference on Research in Science and Technology Istanbul-Turkey 2016.
- Faggal, A. A., (2014). *Double Skin Façade Effect on Thermal Comfort and Energy Consumption in Office Buildings*. Departemen of Architecture, Ain Shams University
- Fanger, P.O. (1970). *Thermal Comfort. Danish Technical Press*. Copenhagen.
- Fanger, P.O. (1982). *Thermal Comfort*. Florida: Robert E. Krieger Publishing Company
- Fanger, P.O. (1986). *Thermal Comfort – Human Requirements*. Denmark : Technical University of Denmark
- Fraenkel, Jack R. & Wallen, N.E. (2009). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York. McGraw-Hill Companies.
- Givoni, B. (1998). *Climate Considerations in Buildings and Urban Design*. Van Nostrand Reinhold, the USA.
- Hoppe, P. (2002). Different Aspects of Assessing of Indoor & Outdoor Thermal Comfort, *Journal: Energy and Buildings 34, Elsevier Science*, www.elsevier.com/locate/enbuild
- Kasiram, M. (2008). *Metodologi Penelitian*. Malang: UIN-Malang Pers.
- Kumar N., Banerjee D. (2018). Phase Change Materials. In: Kulacki F. (eds) *Handbook of Thermal Science and Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26695-4_53
- Kurnia, R., Effendy, S., Tursilowati, L., (2010). Identifikasi Kenyamanan Termal Bangunan (Studi Kasus: Ruang Kuliah Kampus Ipb Baranangsiang Dan Darmaga Bogor). *Jurnal Agromet 24 (I) : 14-22, 2010*.
- Kushelieva, D., (2014). Double Skin Facades. <https://issuu.com/desikushelieva/docs/doubleskinfacades>. Diakses pada 11 Juni 2021.

- Kosny, J., Shukla, N., Fallahi, A., (2013). Cost Analysis of Simple Phase Change Material-Enhanced Building Envelopes in Southern US Climates. *National Renewable Energy Lab. (NREL)*, Golden, CO (United State), Januari 2013.
- Lakitan., B. (1994). *Dasar-dasar Klimatologi*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Lim, Y., Ismail, M. R., (2018). Efficacy of Double Skin Façade on Energy Consumption in Office Buildings in Phnom Penh City. *International Transaction journal of Engineering, Management, & Applied Science & Technologies* 2018.
- Lippsmeier, Georg. (1994), *Bangunan Tropis*. (diterjemahkan oleh Syahmir N.), Jakarta: Erlangga.
- Nieuwolt S. (1977). *Tropical climatology*. London: Wiley;
- Parsons, K.C. (1993), *Human Thermal Environments*, Taylor & Francis, London, UK.
- Poirazis, H., (2004). *Double Skin Facades for Office Buildings*. Department of Construction and Architecture, Lund Institute of Technology, Lund University
- Riansyaputra, D., (2020). *Penggunaan Material Fasa Berubah pada Partisi untuk Aplikasi Ruang Sejuk*. Disertasi tidak diterbitkan. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Sharma,A., Tyagi,V.V., Chen,C.R. dan Buddhi,D. (2009). Review on thermal energy storage with phase change material and applications. *Renewable and sustainable energy reviews*, 13, 318-345.
- Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung (SNI 03-6572-2001)*. Badan Standardisasi Nasional, 2001.
- Streicher W, Heimrath R, Hengsberger H, et al. (2006). State of the Art of Double Skin Facades in Europe: The results of WP1 of the BESTFAC, *ADE Project. AIVC 27th Conference - Lyon, France, 20-22 November 2006*.
- Talarosha, B., (2005). Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 6(3).
- Widya Arisya Putri, I. M. Sutjahja, D. Kurnia, S. Wonorahardjo. (2015). Potensi Minyak Kelapa sebagai Media Penyimpan Kalor Laten (Studi Kasus: Analisa Lepas Kalor pada Proses Solidifikasi). *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)* 8 dan 9 Juni 2015, Bandung, Indonesia.
- Zhang T., Tan Y., Yang H. Zhang x., (2016). The application of air layers in building envelopes: A review. *Applied Energy*, 165, 707-734. Diakses tanggal 30 juni 2021 dari <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.108>