

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran, perhitungan nilai OTTV, analisis elemen selubung bangunan dan pengendalian tapak bangunan Bandung Creative Hub, serta analisis terhadap upaya membatasi dan mengurangi perolehan energi panas pada selubung bangunan barat laut dan barat daya, diperoleh jawaban dari pertanyaan penelitian yang akan disimpulkan dibawah ini.

5.1 Pengaruh Elemen Selubung Bangunan dan Pengendalian Tapak Bandung Creative Hub terhadap Penanggulangan Panas

Hasil analisis pada bab 4 menunjukkan pengaruh tiap elemen selubung dan pengendalian tapak terhadap transfer panas pada selubung barat laut dan barat daya. Hasil analisis disimpulkan dalam tabel perbandingan pengaruh elemen selubung dan tapak terhadap selubung barat laut dan barat daya.

Tabel 5.1 Pengaruh Elemen Selubung Bangunan dan Pengendalian Tapak Bandung Creative Hub

	Barat Laut	Barat Daya
Dinding – Konduksi ($\alpha[U_w \times (1-WWR)] \times T_{dek}$)		
Material Permukaan	Dominan menggunakan material bata plaster dengan nilai absorbtansi yang tinggi ($\alpha_w = 0,89$). Hal ini menyebabkan nilai konduksi dinding tinggi, namun karena WWR 25% relatif kecil dibanding dinding masif barat daya maka nilai konduksi barat laut tidak berbeda jauh dengan nilai konduksi barat daya.	Dominan menggunakan material <i>aluminium composite panel</i> (ACP), dengan nilai absorbtansi yang rendah ($\alpha_w = 0,21$). Luas dinding barat daya lebih luas dibanding dinding barat laut, sehingga nilai konduksi barat daya lebih tinggi dibanding selubung barat laut.
Lapisan Dinding	Terdapat lapisan bata plaster dengan nilai resistansi yang kecil. Resistansi yang kecil menyebabkan nilai transmitansi barat laut besar yaitu $U_w = 2,86$	Material ACP memiliki nilai konduktivitas yang tinggi ($K=211 \text{ W/m}^2.K$), sehingga menyerap panas lebih besar.

	W/m ² .K. Nilai ini lebih besar 5 kali lipat dibanding nilai transmitansi selubung barat daya.	<p>Nilai konduksi barat daya tidak terlalu berbeda jauh dengan barat laut karena terdapat 4 lapisan dinding yang menyebabkan nilai resistansi tinggi dan nilai transmitansi yang rendah ($U_w = 0,43 \text{ W/m}^2.\text{K}$).</p> <p>Material ACP tidak menempel langsung pada lapisan dinding (terdapat rongga udara) sehingga panas yang ditransfer tidak terlalu besar.</p>
Warna Dinding	Dominan warna putih sehingga nilai absorbtansi warna sudah paling kecil.	Terdapat warna biru, hijau, kuning, dan orange, namun hanya sedikit sebagai elemen dekoratif. Selubung dominan warna putih sehingga nilai absorbtansi sudah paling kecil.
Tekstur Dinding	Tekstur selubung bata plaster memiliki permukaan yang halus sehingga nilai resistansi termal material kecil. Semakin kecil nilai resistansi termal ($r = 0,31 \text{ m}^2.\text{K/W}$) maka semakin besar nilai konduksi dinding.	Tekstur selubung ACP memiliki permukaan yang halus sehingga nilai resistansi termal material kecil. Semakin kecil nilai resistansi termal ($r = 0,122 \text{ m}^2.\text{K/W}$) maka semakin besar nilai konduksi dinding.
Jendela – Konduksi ($U_f \times WWR \times \Delta T$) dan Radiasi ($SC \times WWR \times SF$)		
Penempatan Bukaan dan WWR	Nilai WWR barat laut besar ($77\% = 374,2 \text{ m}^2$) sehingga nilai radiasi dan konduksi jendela besar dibanding selubung jendela barat daya.	Nilai WWR barat daya relatif kecil dibanding selubung barat laut ($25\% = 229,7 \text{ m}^2$) sehingga nilai radiasi dan konduksi jendela kecil dibanding selubung jendela barat laut.
Material Kaca	Jendela barat laut menggunakan material <i>reflective glass</i> yang memiliki nilai koefisien peneduh kaca paling kecil (0,35) sehingga material kaca bukan penyebab nilai radiasi dan konduksi jendela barat laut tinggi.	Jendela barat daya menggunakan material <i>clear glass</i> 8 mm yang memiliki nilai koefisien peneduh kaca paling besar (0,94) sehingga nilai radiasi jendela besar.

Peneduh	Sirip penangkal sinar matahari atau peneduh minim sehingga selubung barat laut terkena sinar matahari sekitar 70-90% sepanjang tahun.	Sirip penangkal sinar matahari atau peneduh relatif lebar (3,3 meter) sehingga selubung barat daya terkena pembayangan sekitar 80% hingga 90% hampir sepanjang tahun. Peneduh selubung barat daya telah efektif dan efisien dalam mereduksi radiasi panas matahari.
Tapak		
Bentuk Tapak dan Bentuk Bangunan	Bentuk massa bangunan dipengaruhi oleh bentuk tapak yang berbentuk persegi panjang dan memanjang ke arah barat laut dan tenggara. Bentuk persegi panjang merupakan bentuk paling efektif mereduksi transfer panas dengan syarat sisi terpanjang berorientasi utara dan selatan. Akan tetapi, sisi terpanjang bangunan Bandung Creative Hub berorientasi ke timur laut dan barat daya sehingga nilai transfer panas lebih besar.	
Orientasi Bangunan dan <i>Solar Factor</i>	Orientasi barat laut memiliki nilai <i>solar factor</i> (149,67 W/m ²) paling tinggi dibanding selubung sisi lainnya. Nilai <i>solar factor</i> menyebabkan selubung barat laut memiliki nilai radiasi jendela dan OTTV tinggi.	Orientasi barat daya memiliki nilai <i>solar factor</i> (122,83 W/m ²) kedua paling tinggi dibanding selubung sisi lainnya. Nilai <i>solar factor</i> menyebabkan selubung barat daya memiliki nilai radiasi jendela dan OTTV tinggi.
Pemilihan Material disekitar Tapak	Rumput dominan digunakan sebagai material permukaan tapak. Rumput mampu menyerap panas hingga 80% sehingga transfer panas tidak besar.	Area barat daya menggunakan kombinasi material yang memantulkan dan menyerap panas matahari seperti kombinasi keramik, batu andesit, elemen air, dan perdu. Penggunaan material reflektif hanya sedikit sehingga transfer panas kecil.
Vegetasi	Minim pepohonan sehingga suhu disekitar tapak tinggi.	Minim vegetasi dan pepohonan sehingga suhu disekitar tapak tinggi.

■ = Menyebabkan permasalahan panas

Berdasarkan hasil analisis, nilai transfer panas yang tinggi pada selubung barat laut dipengaruhi oleh material dinding bata plaster yang menyebabkan nilai konduksi dinding tinggi. Nilai *WWR* yang besar, dan kurangnya peneduh menyebabkan nilai radiasi dan

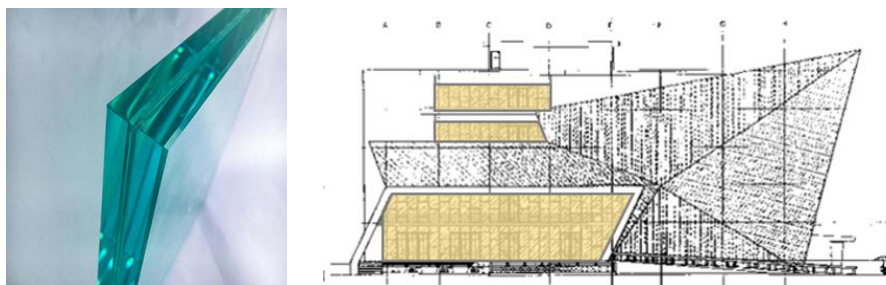
konduksi jendela besar. Nilai transfer panas yang tinggi pada selubung barat daya dipengaruhi oleh material dinding ACP yang memiliki konduktivitas panas yang tinggi dan tekstur yang halus menyebabkan nilai resistansi tinggi, sehingga nilai konduksi dinding tinggi. Jenis material kaca menjadi faktor utama penyebab tingginya nilai radiasi dan konduksi jendela selubung barat daya.

Orientasi massa memanjang ke arah barat daya – timur laut berpengaruh terhadap luas permukaan yang terkena radiasi panas matahari dan *solar factor*. Hal ini menyebabkan nilai OTTV selubung barat laut dan barat daya tinggi dibanding selubung sisi lain. Pepohonan disekitar tapak yang minim menyebabkan pembayangan pada tapak kurang dan suhu di sekitar tapak tinggi.

5.2 Upaya Mereduksi Nilai Transfer Panas Melalui Selubung Bangunan

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan panas pada selubung bangunan Bandung Creative Hub adalah memodifikasi sirip penangkal sinar matahari selubung barat laut, mengganti jenis material kaca jendela barat daya dan memodifikasi elemen tapak. Upaya tersebut dipilih dengan mempertimbangkan faktor biaya, aktivitas dan operasional bangunan, serta waktu pengerjaan, sehingga upaya yang dipilih menjadi solusi paling efektif dan efisien dalam mengatasi permasalahan panas pada bangunan Bandung Creative Hub.

Permasalahan transfer panas pada selubung barat daya dapat diselesaikan dengan mengganti material kaca dari *clear glass* 8 mm menjadi *laminted glass* dengan demikian nilai OTTV berubah dari 41,02 watt/m² menjadi 22,86 watt/m². *Laminted glass* dipilih karena tidak mengganggu tampak bangunan.



Gambar 5.1 *Laminated Glass* pada Selubung Barat Daya

Permasalahan transfer panas pada selubung barat laut dapat diselesaikan dengan menambah peneduh. Penambahan peneduh pada selubung barat laut telah

mempertimbangkan sisi barat laut bukan tampak utama bangunan dan hanya terlihat oleh bangunan disebelahnya. Akan tetapi penambahan peneduh harus sesuai dengan konsep bangunan. Penambahan sirip harus memperhatikan kenyamanan visual baik dari dalam maupun luar bangunan. Berikut ini adalah kriteria peneduh yang tepat digunakan pada selubung barat laut.

Tabel 5.2 Kriteria Peneduh Selubung Barat Laut

Kriteria Peneduh	
Jenis Peneduh	Sirip kombinasi yang merupakan perpaduan sirip horizontal dan vertikal. Perlu diperhatikan sudut datang sinar matahari untuk menentukan jumlah sirip dan jenis yang ditambah (lihat tabel 4.6).
Nilai Koefisien	Untuk memenuhi standar OTTV maksimal 35 watt/m ² , maka: 1. Nilai koefisien peneduh (SC) = 0,18; 2. Nilai koefisien peneduh efektif alat peneduh (SC _{ef}) ≤ 0,52.
Jenis Material	Material yang memiliki nilai konduktivitas rendah seperti kayu (K= 0,138 W/m.K), dan beton ringan (K= 0,303 W/m.K). Material dengan konduktivitas rendah memiliki resistansi termal yang tinggi, sehingga dapat menahan panas masuk ke dalam bangunan.
	Tahan terhadap perubahan cuaca (hujan)
	Berwarna terang sehingga nilai absorbtansi material rendah
	Memiliki tekstur yang reflektif sehingga dapat memantulkan radiasi panas matahari
Visual	Penambahan sirip harus memperhatikan kenyamanan visual baik dari dalam maupun luar bangunan.
	Penambahhan peneduh harus sesuai konsep bangunan Bandung Creative Hub yaitu bangunan yang mampu membangkitkan kreativitas.

Upaya penurunan suhu pada tapak dapat dilakukan dengan mengganti material batu andesit menjadi *grass block* yang dapat menyerap radiasi panas, dan menyerap air saat hujan. Upaya penurunan suhu pada tapak juga dapat dilakukan dengan menambah vegetasi dan pepohonan serta mengganti material permukaan tapak. Penurunan suhu pada tapak sisi barat laut dapat dilakukan dengan menambah pepohonan. Penurunan suhu pada area tapak

barat daya dapat dilakukan dengan menambah pepohonan pada area *ramp* yang berdekatan dengan selubung dinding *aluminium composite panel*.

Jenis pohon yang dapat ditanam adalah pohon Ketapang, pohon Mahoni, atau pohon Kiara Payung. Jenis pohon tersebut merupakan jenis pohon yang dapat tumbuh tinggi sekitar 10 hingga 20 meter, dengan batang dan daun yang lebar sehingga dapat melindungi tapak dan bangunan disekitarnya dari radiasi panas matahari. Berikut ini adalah gambar dari jenis pohon yang dapat ditanam pada tapak.



Gambar 5.2 Pohon Ketapang (Kiri); Pohon Mahoni (Tengah); Pohon Kiara Payung (Kanan)
Sumber: (*Jenis Pohon Peneduh*, <https://pohonpengetahuan.wordpress.com>, diakses 28 April 2018)

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Bradshaw, V. (2006). *The Building Environment: Active and Passive Control Systems*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Egan, M. (1975). *Concept in the Thermal Comfort*. New Jersey: Prentice Hall.
- International Finance Corporation (IFC). (2011). Jakarta Building Energy Efficiency Baseline and Saving Potential. *Sensitivity Analysis*, 10.
- Koenigsberger, O. (1975). *Manual of Tropical Housing and Building*. New Delhi: Orient Longman Ltd.
- Lechner, N. (1991). *Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architect*. Washington: John Wiley and Sons, Inc.
- Lynch, K. (1963). *Site Planning*. Cambridge: The M.I.T press
- Mangunwijaya, Y. (1998). *Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta : Djambatan.
- Neufert, E. (2012). *Architect's Data, 4th Edition*. New Jersey: Wiley-Blackwell.
- Soetiadji, S. (1986). *Anatomi Tampak*. Jakarta: Djambatan.

Standar dan Peraturan

- ASHRAE, (1980). *Standard on Energy Conservation in New Building Design*.
- Bandung, P. W. (2016). *Peraturan Walikota Bandung Nomor 1023 Tahun 2016 tentang Bangunan Gedung Hijau*. Bandung: Walikota Bandung.
- SNI. (2011). *SNI 03-6389-2000 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Jurnal

- Loekita, S. (2015). OTTV (SNI 03-6389-2011) and ETTV (BCA 2008) Calculation for Various Building's Shapes, Orientation, Envelope Building Materials: Comparison and Analysis. *Civil Engineering Dimension*, 108-116.
- Tubagus A. Dimas. (2016). *Perbandingan Perhitungan OTTV dan ETTV Gedung Komersial - Kantor*. Jakarta: PT. Asdi Swasatya.
- Vijayalaxmi. (2010). Concept of Thermal Transfer Value (OTTV) in Design of Building Envelope to Achieve Energy Efficiency. *International Journal of Thermal & Environmental Engineering*, 75-80.

Internet

- Australian Home Heating Association, Inc. (2017). *Building Envelope*. (Connection Magazines) Dipetik Februari 19, 2018, dari <http://www.build.com.au/whats-building-envelope>
- Classroom, The Physics. (1996). *Heat Transfer*. Dipetik April 14, 2018, dari <http://www.physicsclassroom.com/class/thermalP/Lesson-1/Methods-of-Heat-Transfer>
- Deutschland, PCE. (2018). *Measuring Instruments*. Dipetik Maret 23, 2018, dari www.pce-instruments.com/english/slot/2/artimg/large/pce-instruments
- Ilmugeografi. (2015). *Iklim Tropis: Pengertian, Ciri-ciri, dan Persebarannya*. Dipetik April 29, 2018, dari <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/pengertian-ciri-ciri-dan-daerah-sebaran-iklim-tropis>
- Koichi, I. (2015, September 14). *Human Body Exergy Balance: Numerical Analysis of an Indoor Thermal Environment of a Passive Wooden Room in Summer*. Dipetik March 15, 2018, dari Buildings MDPI: <http://www.mdpi.com/2075-5309/5/3/1055/htm>
- Lingkungan, A. (2015). *Pengaturan Penghawaan dan Pencahayaan pada Bangunan*. Dipetik April 27, 2018, dari Pencahayaan Bangunan: www.arsitekturandalingkungan.wg.ugm.ac.id/2015/11/20/pengaturan-penghawaan-dan-pencahayaan-pada-bangunan/
- Software, T. (2016). *Tutorial Pengaruh Orientasi Matahari*. Dipetik April 13, 2018, dari <http://duniatutorialsoftware.blogspot.co.id/2016/09/tutorial-pengaruh-orientasi-matahari.html>
- University of the West of England, B. (2009). *Energy Efficiency - Existing Housing*. Dipetik April 12, 2018, dari <https://fet.uwe.ac.uk/conweb/hi4web/radiation1.png>

Brosur

- PFG. (2014, Maret). *Glass Types*. Dipetik Februari 12, 2018, dari www.pf.co.za
- PT. Asahimas Flat Glass Tbk. (2012). *Karakteristik Teknik Kaca Lembaran Stopsol*. Dipetik Februari 13, 2018, dari <http://amfg.co.id/id/kaca-lembaran/exterior-kami/stopsol.html>