



EFEKTIFITAS PENURUNAN TEMPERATUR DAN INTENSITAS CAHAYA MATERIAL BOTOL KACA BEKAS SEBAGAI DINDING BANGUNAN

Erlangga Putra Dyarie¹, Intan Findanavy Ridzqo² (*)

^{1,2}Program Studi Arsitektur, Institut Teknologi Indonesia

Abstract

The deteriorating condition of the earth certainly cannot be separated from garbage and used goods. In this independent research, the focus is on the reuse of used glass bottle materials. This aims to avoid the use of new materials or goods and at the same time become an option to reduce the excessive use of natural resources. The aim of this research is to analyze the effectiveness of reducing temperature and lighting intensity by using used glass bottles as building wall material. The results of this study indicate that the highest thermal decrease is 33% and the highest light intensity decrease is 69%. Not all used glass bottle formations on building wall enclosures are able to reduce temperature and light intensity effectively.

Kata Kunci: Botol kaca, Barang bekas, Kenyamanan termal, Intensitas pencahayaan, Dinding bangunan

Juli - Desember 2022, Vol 2 (2) : hlm 53-63

©2022 Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan.

All rights reserved.

(*) Korespondensi: intan.findanavy@iti.ac.id (Intan FIndanavy Ridzqo)

PENDAHULUAN

Keadaan bumi yang memburuk tentunya tidak terlepas dari sampah. Sampah adalah sisa material buangan dari suatu produk atau barang yang sudah tidak digunakan lagi. Bagi sebagian orang, sampah masih mempunyai nilai lebih dan dapat dimanfaatkan kembali sesuai dengan kebutuhannya. Konsep pengelolaan sampah 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) berorientasi pada pencegahan timbunan sampah, minimalisasi limbah dengan mendorong barang yang dapat digunakan lagi, dan barang yang dapat di komposisi secara biologi (*biodegradable*) dan penerapan pembuangan limbah yang ramah lingkungan. Penelitian mandiri ini, difokuskan kepada penggunaan kembali (*reuse*) dari material botol kaca bekas. Hal ini bertujuan untuk menghindari penggunaan barang baru dan menjadi opsi untuk mengurangi (*reduce*) penggunaan secara berlebih terhadap sumber daya alam.

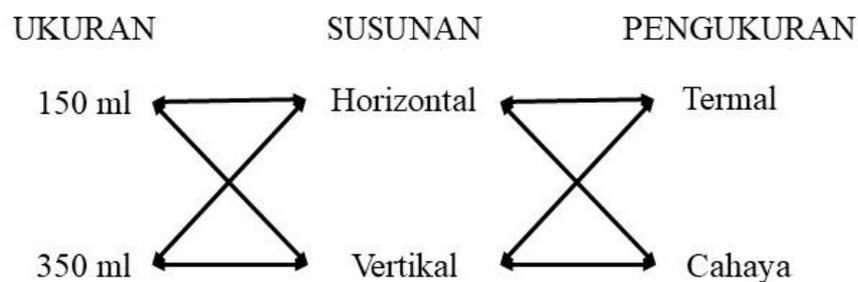
Botol kaca bekas merupakan barang bekas yang memiliki banyak macam pilihan untuk digunakan kembali. Salah satunya adalah dimanfaatkan sebagai material dinding pada suatu bangunan. Rumah botol kaca Ridwan Kamil merupakan salah satu contoh bangunan yang memanfaatkan material botol kaca bekas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Indraguna (2014) dan Khanif (2015) pada rumah botol kaca milik Ridwan Kamil. Botol kaca bekas ternyata dapat mereduksi panas dan intensitas cahaya berlebih dari cahaya matahari diluar bangunan. Hasil temuan dari penelitian ini tentunya akan menarik jika dikaitkan dengan penelitian yang akan saya lakukan dengan menganalisis efektifitas penurunan temperatur dan intensitas cahaya dari segi susunan formasi dan ukuran material botol kaca bekas pada dinding bangunan.

Maraknya penggunaan bahan bekas sebagai selubung bangunan, namun penelitian terkait efektifitas penggunaannya terhadap kontribusi penurunan temperatur dan intensitas cahaya masih belum banyak diteliti. Penelitian oleh Hambali et. al. (2022) mendeskripsikan beberapa karya arsitektur yang menggunakan bahan bekas, di antaranya botol kaca pada rumah karya Ridwan Kamil dan Akanoma. Selain itu, Agnesia dan Lianto (2022) mengusulkan pemrosesan limbah untuk bahan bangunan.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui formasi susunan botol seperti apa yang mampu menurunkan serapan termal dan serapan cahaya, lalu untuk mengetahui seberapa besar efektifitas atau kinerja dari formasi susunan botol tersebut untuk menurunkan serapan termal dan serapan cahaya. Penelitian ini juga diharapkan dapat mengenalkan produk barang bekas berupa botol kaca bekas sebagai sampah yang dapat dimanfaatkan kembali untuk diimplementasikan pada dinding bangunan yang dapat mereduksi panas dan intensitas cahaya berlebih dari cahaya matahari dan sekaligus menambah nilai dari segi estetika dan visual dan Memberikan informasi dan menambah wawasan terhadap masyarakat luas tentang pemanfaatan material botol kaca bekas yang dapat digunakan sebagai material alternatif untuk di implementasikan pada dinding bangunan.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan eksperimen yang dilakukan di laboratorium luar ruangan. Variabel pengujian dalam penelitian ini, yaitu pengukuran temperatur dan intensitas cahaya. Terdapat dua buah material yang akan diuji dengan dua jenis formasi susunan material seperti pada penelitian terdahulu oleh Ridzqo (2021). Formasi susunan ini dibuat dengan tujuan untuk mengetahui kemungkinan perbedaan efektifitas karena dimensi ketebalan dinding menjadi lebih tebal apabila botol disusun secara horizontal dan lebih tipis apabila botol disusun secara vertikal. Perbedaan ketebalan dinding ini diharapkan termal dapat ditahan lebih banyak karena tebal kaca dan adanya ruang udara di dalamnya (Siola, 2018). Dengan demikian terdapat 4 buah obyek yang masing-masing akan diukur termal dan intensitas cahaya (Gambar 1).



Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

Gambar 1. Variabel penelitian

Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol kaca bekas. Dalam menentukan ukuran objek botol kaca bekas, ada kriteria yang harus terpenuhi. Yaitu, botol kaca bekas ini harus memiliki warna dan material yang sama walaupun ada perbedaan ukuran. Ada 2 jenis botol berwarna coklat yang digunakan untuk objek penelitian, yaitu botol kaca berukuran 150 ml dan 350 ml (Tabel 1). Botol kaca diperoleh dari pengepul botol kaca bekas yang berada di Jalan Merpati 4 no. 109-110, Depok Jaya, Pancoran Mas, Kota Depok, Jawa Barat.

Tabel 1. Spesifikasi material botol

Jenis Botol	Foto Botol	Spesifikasi
Botol kecil		Bahan : Kaca Warna : Coklat Diameter alas : 4.5 cm Tinggi botol : 16 cm Volume : 150 ml

Botol besar

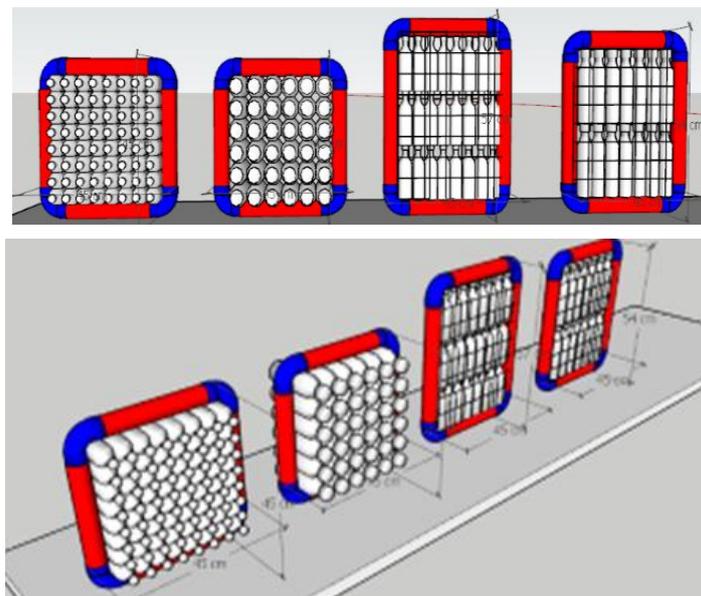


Bahan : Kaca
Warna : Coklat
Diameter alas : 6 cm
Tinggi botol : 22 cm
Volume : 350 ml

Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

Formasi Penyusunan Botol

Formasi penyusunan botol yang digunakan adalah horizontal dan vertikal. Tujuan dari pemilihan formasi susunan botol seperti ini adalah untuk mengetahui formasi mana yang lebih baik untuk mengurangi termal yang masuk kedalam ruangan dan yang baik untuk menghantarkan cahaya matahari yang cukup kedalam ruangan. Masing-masing ukuran botol disusun secara horizontal dan vertikal, saling direkatkan dengan lem dan diikat dalam bingkai dengan bahan pipa PVC. Dengan demikian, dalam penelitian ini didapatkan empat jenis susunan seperti pada gambar 2.

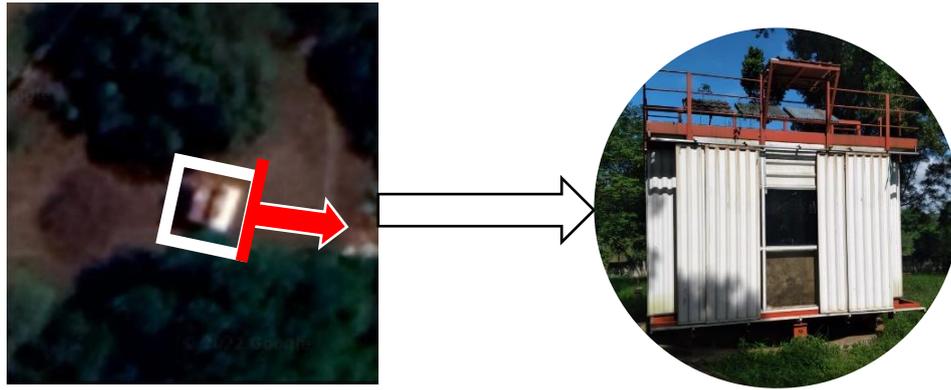


Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

Gambar 2. Susunan botol-botol 150 ml horizontal, 350 ml horizontal, 150 ml vertikal, 350 ml vertikal.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Putar yang berada di Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Indonesia yang terletak pada posisi lintang $6^{\circ}20'35.0''$ LS $106^{\circ}40'29.7''$ BT.



Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

Gambar 3. Foto satelit posisi Laboratorium Putar

Prototipe kemudian diletakkan di sisi pintu depan laboratorium putar dan menghadap langsung ke sumber cahaya matahari yaitu ke arah timur. Balok kayu digunakan untuk menahan prototipe agar dapat berdiri dengan kemiringan antara 80° sampai 90° . Setelah prototipe sudah berada pada tempatnya, tahap selanjutnya adalah melakukan pengaturan alat-alat penelitian. Adapun alat-alat penelitian yang digunakan adalah termometer dan lux meter. Karena peneliti membutuhkan 2 data yaitu sisi depan dan sisi belakang prototipe, maka peneliti menggunakan 2 buah dari masing-masing alat penelitian tersebut. Pada sisi depan prototipe terdapat 1 termometer dan 1 lux meter untuk mengukur termal dan intensitas cahaya pada sisi depan (Hariyono & Mediastika, 2018). Lalu pada sisi belakang prototipe terdapat 1 termometer dan 1 lux meter juga untuk mengukur termal dan intensitas cahaya pada sisi belakang. Untuk lux meter, skala yang digunakan adalah 0 – 3000 lux.



Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

Gambar 4. Peletakan prototipe pada lokasi penelitian

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 4 – 7 Januari 2022. Waktu penelitian dibagi menjadi 4 hari karena ada 4 prototipe yang harus diteliti di jam yang sama, yaitu pukul 09:30 s/d 09:45 WIB. Tiap prototipe diteliti selama 15 menit dengan interval waktu pengambilan data tiap 1 menit. Eksperimen dimulai pada pukul 09:30

untuk mendapatkan sudut datang sinar rendah atau miring yang tepat dari pancaran arah jatuh sinar matahari yang berada di laboratorium putar. Interval waktu penelitian ditetapkan selama 15 menit dan pencatatan data tiap 1 menit untuk mendapatkan 15 data pada setiap variabelnya.

Setelah data setiap waktunya dicatat, pengukuran tingkat efektivitas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = ((V_2 - V_1) / V_1) \times 100\%$$

yaitu, E adalah nilai efektifitas prototipe dapat mereduksi termal atau cahaya, serta V1 dan V2 adalah nilai awal (sisi depan prototipe) dan nilai akhir (sisi belakang prototipe). Jika semakin kecil angka efektifitas, maka semakin besar termal atau intensitas cahaya yang dikurangi oleh prototipe susunan botol kaca bekas ini, yang berarti semakin efektif susunan botol kaca bekas ini untuk digunakan sebagai dinding pelindung pada bangunan.

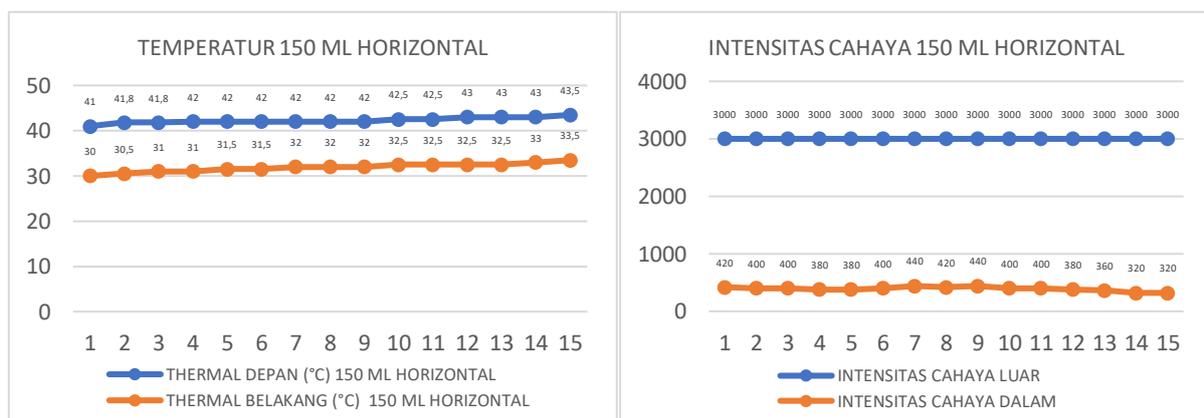
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran

Pemaparan hasil data eksperimen ini dibagi menjadi beberapa model prototipenya. Variabel yang diteliti adalah termal dan intensitas cahaya.

a. Prototipe 150 ml horizontal

Terdapat perubahan suhu yang tidak terlalu tinggi yakni hanya sebesar 2.2 °C selama 15 menit. Memiliki rata-rata suhu di depan 42.2 °C dan suhu dibelakang 31.8 °C. dan untuk selisih suhu di depan dan belakang prototipe memiliki rata-rata sebesar 10.4 °C. Pada pengujian prototipe ini, sisi depan prototipe memiliki intensitas cahaya > 3000 lux dan pada sisi belakang prototipe memiliki rata-rata intensitas cahaya sebesar 390 lux.

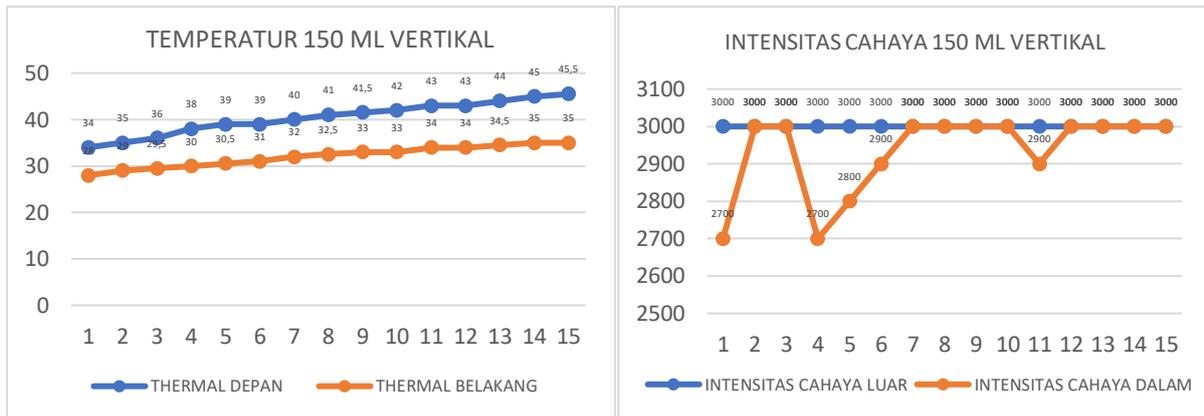


Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

Gambar 5. Grafik pengukuran temperatur (kiri) dan intensitas cahaya (kanan) pada susunan horizontal botol 150 ml

b. Prototipe 150 ml vertikal

Terdapat perubahan suhu yang cukup tinggi yakni sebesar 11.5 °C selama 15 menit. Memiliki rata-rata suhu di depan 40.4 °C dan suhu di belakang 32 °C. dan untuk selisih suhu di depan dan belakang prototipe memiliki rata-rata sebesar 8.4 °C. Sisi depan prototipe memiliki intensitas cahaya > 3000 lux dan pada sisi belakang prototipe memiliki rata-rata intensitas cahaya sebesar 2933 lux.

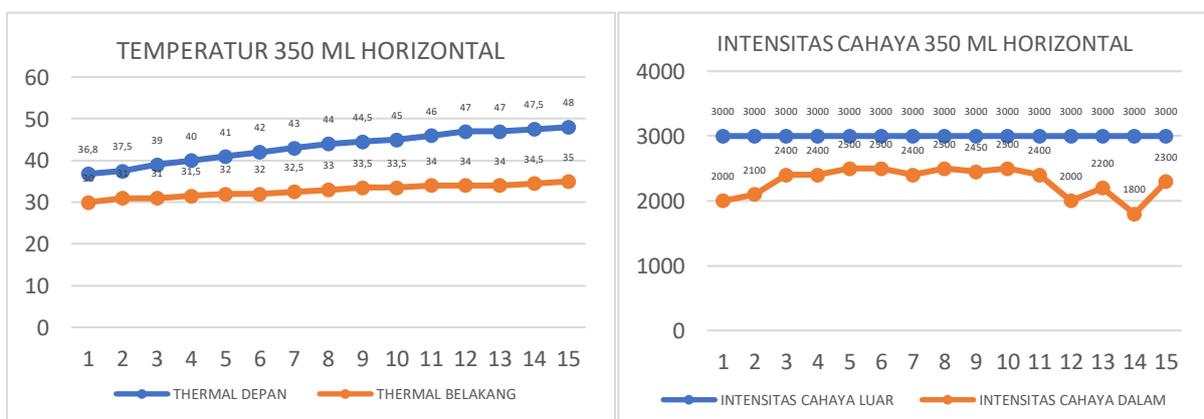


Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

Gambar 6. Grafik pengukuran temperatur (kiri) dan intensitas cahaya (kanan) pada susunan vertikal botol 150 ml

c. Prototipe 350 ml horizontal

Terdapat perubahan suhu yang cukup tinggi yakni sebesar 11.2 °C selama 15 menit. Memiliki rata-rata suhu di depan 43.2 °C dan suhu di belakang 32.7 °C. dan untuk selisih suhu di depan dan belakang prototipe memiliki rata-rata sebesar 10.5 °C. Sisi depan prototipe memiliki intensitas cahaya > 3000 lux dan pada sisi belakang prototipe memiliki rata-rata intensitas cahaya sebesar 2290 lux.

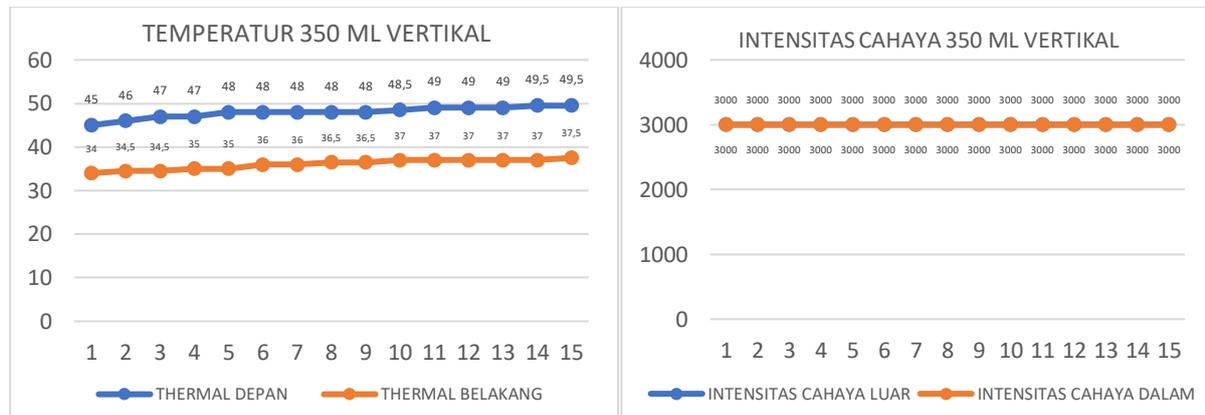


Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

Gambar 7. Grafik pengukuran temperatur (kiri) dan intensitas cahaya (kanan) pada susunan horizontal botol 350 ml

d. Prototipe 350 ml vertikal

Terdapat perubahan suhu yang cukup tinggi yakni sebesar 4.5 °C selama 15 menit. Memiliki rata-rata suhu di depan 47.9 °C dan suhu dibelakang 36 °C. dan untuk selisih suhu di depan dan belakang prototipe memiliki rata-rata sebesar 11.9 °C. Sisi depan prototipe memiliki intensitas cahaya > 3000 lux dan pada sisi belakang prototipe memiliki rata-rata intensitas cahaya sebesar > 3000 lux.



Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

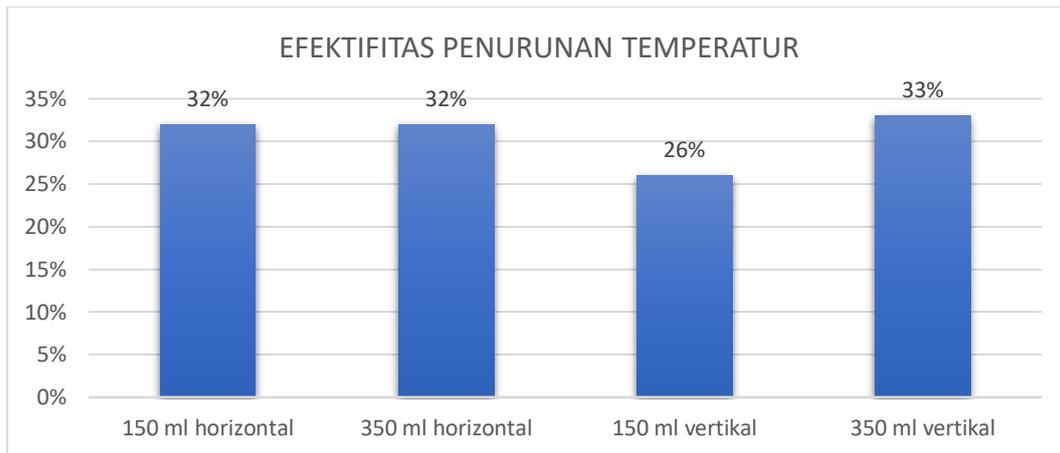
Gambar 8. Grafik pengukuran temperatur (kiri) dan intensitas cahaya (kanan) pada susunan vertikal botol 350 ml

Pembahasan Hasil Pengukuran

a. Penurunan Temperatur

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan terhadap 4 prototipe, dapat dilihat bahwa material botol kaca bekas mampu menurunkan temperatur yang melaluinya. Tetapi berdasarkan kriteria suhu nyaman diatas, semua prototipe ini tidak mampu mencapai temperatur yang nyaman, semua prototipe memiliki suhu rata-rata lebih dari 31°C.

Prototipe botol kaca bekas yang dapat menurunkan suhu dari luar ruangan kedalam ruangan adalah prototipe botol 350 ml vertikal dengan penurunan suhu sebesar 33% dan memiliki rata-rata selisih penurunan suhu mencapai 11.9 °C (Gambar 9). Prototipe botol 350 ml horizontal dengan penurunan suhu sebesar 32% dan memiliki rata-rata selisih penurunan suhu 10.5 °C. Prototipe 150 ml horizontal dengan penurunan suhu 32% yang tidak jauh berbeda dengan prototipe botol 350 ml horizontal dengan rata-rata selisih yaitu 10.4 °C. Prototipe botol 150 ml vertikal dengan penurunan suhu hanya sebesar 26% dengan rata-rata selisih penurunan suhu 8.4 °C.



Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

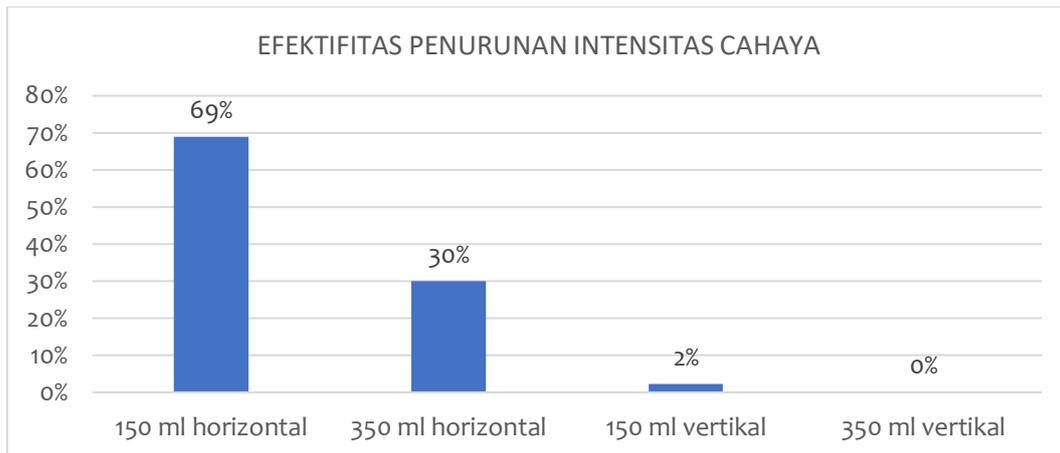
Gambar 9. Grafik efektifitas penurunan temperatur

Ada beberapa faktor yang memungkinkan terjadinya penurunan suhu yang cukup besar pada prototipe botol 350 ml vertikal dengan penurunan suhu mencapai 33%. yang pertama adalah penurunan suhu dapat saja dapat dipengaruhi oleh dimensi botol yang besar sehingga terdapat ruang udara yang cukup untuk terjadinya proses insulasi dalam botol sehingga radiasi hawa panas terperangkap dalam botol dan menurunkan suhu di sisi belakang prototipe. Kedua, karena pada prototipe botol 350 ml terdapat lubang yang besar pada sisi leher botol. Hal ini memungkinkan untuk penyaluran angin dari luar yang lebih banyak sehingga terjadi penurunan suhu yang signifikan dengan bantuan dari angin yang berhembus ke arah dalam.

b. Intensitas Cahaya

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan terhadap 4 prototipe ini dapat dilihat bahwa beberapa material botol kaca bekas mampu menurunkan intensitas cahaya dari sisi depan ke sisi belakang prototipe.

Prototipe botol 150 ml horizontal memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menurunkan intensitas cahaya dari luar. Pada bagian dalam, rata-rata intensitas cahaya yang tercatat adalah 390 lx. Ini berarti prototipe 150 ml horizontal dapat menurunkan intensitas cahaya sebesar 69%. Menurut data dari JIS, Intensitas cahaya yang dihasilkan dari prototipe botol 150 ml horizontal ini dapat digunakan di area kantor, ruang computer, ruang pertemuan, ruang kelas, perpustakaan, gymnasium yang menghadap langsung ke arah timur. Namun pada ketiga prototipe lainnya yang memiliki intensitas cahaya dalam lebih dari 1500 lx yaitu Prototipe botol 350 ml horizontal yang memiliki penurunan sebesar 30%, prototipe botol 150 ml vertikal yang memiliki penurunan sebesar 2%, dan prototipe botol 350 ml vertikal yang tidak memiliki penurunan intensitas cahaya. Intensitas cahaya yang dihasilkan dari ketiga prototipe ini dapat digunakan di ruangan yang digunakan untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan ketelitian dan presisi seperti ruang gambar, ruang pengepakan, pabrik, dll yang menghadap langsung ke arah timur.



Sumber: Dokumentasi penulis, 2022

Gambar 10. Grafik efektifitas penurunan intensitas cahaya

Penurunan intensitas cahaya yang cukup signifikan yaitu sebesar 69% pada prototipe botol 150 ml horizontal ini dapat dipengaruhi oleh dimensi botol yang kecil sehingga warna coklat yang dimiliki oleh botol 150 ml ini terlihat lebih gelap dan pekat dibandingkan dengan botol yang berukuran 350 ml. Lalu karena prototipe ini memiliki susunan botol horizontal, botol yang memiliki dimensi Panjang 16 cm ini pun dapat menghambat intensitas cahaya dari luar yang akan masuk ke dalam. Keseluruhan botol yang tersusun secara horizontal ini terlihat lebih gelap setelah digabungkan.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan botol kaca bekas sebagai material dinding bangunan cukup berpengaruh untuk menurunkan suhu dalam ruangan yang mendapat paparan langsung dari matahari pagi menjelang siang hari pada sisi timur. Tetapi berdasarkan kriteria suhu nyaman, semua prototipe ini tidak mampu mencapai temperatur yang nyaman dan melebihi ambang batas. Susunan botol yang paling efektif dalam menurunkan temperatur adalah prototipe botol 350 ml vertikal dengan penurunan suhu sebesar 33%. Lalu posisi selanjutnya ditempati oleh prototipe botol 350 ml horizontal dan prototipe 150 ml horizontal dengan penurunan suhu sebesar 32%. dan di posisi terakhir ada prototipe botol 150 ml vertikal dengan penurunan suhu hanya sebesar 26%.

Terhadap aspek intensitas cahaya, hanya satu prototipe 150 ml horizontal saja yang mampu menurunkan intensitas cahaya sebesar 390 lux dengan penurunan sebesar 69%. Sedangkan intensitas cahaya bagian belakang pada prototipe lain memiliki penurunan kurang dari 30% dan memiliki intensitas cahaya lebih dari 2000 lux.

Saran

Adapun beberapa saran yang bisa bermanfaat sebagai acuan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

- Penelitian selanjutnya dapat melakukan eksperimen pada seluruh sisi bangunan untuk mengetahui efektifitas penurunan temperatur dan intensitas cahaya pada siang menjelang sore hari
- Waktu penelitian diperpanjang, yaitu pada musim kemarau dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi, yakni pada bulan Maret dan Desember (Amelia, 2013), dan jangka waktu yang lebih lama, yaitu sepanjang matahari terbit hingga tenggelam (Widiastuti et. al., 2014).
- Penyimpanan data dilakukan secara otomatis dengan menggunakan data logger agar data yang diperoleh lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnesia, H., & Lianto, F. (2022). Pengolahan Sampah Berbasis Energi Terbarukan dan Penerapan Sampah Daur Ulang Pada Material Bangunan di TPST Bantargebang. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 3(2), 2001-2014.
- Amelia, K. (2013). Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal Pada Perumahan Di Bandung. *Jurnal dari Universitas Katolik Parahyangan*.
- Hambali, N. I., Saputra, A. F., Hasiholan, B. F., Melino, E., & Laoli, B. D. F. (2022). Kritik Interpretatif: Efektifitas Penggunaan Material Reuse terhadap Bangunan. *Sinektika: Jurnal Arsitektur*, 19(1), 74-81.
- Hariyono, J. (2016). Pengaruh Desain Cladding terhadap Penurunan Suhu Ruang Kamar pada Apartemen di Kota Surabaya. *eDimensi Arsitektur Petra*, 4(2), 25-32.
- Khanif, Abdul, D. A.-Q. (2015). *Kajian Bangunan Iklim Tropis terhadap Aspek Perancangan dari Sisi Sains Arsitektur*. Surabaya.
- Mahesha Indraguna, L. C. (2014). *Kajian Manfaat Material Botol Bekas sebagai Elemen Dinding terhadap Kenyamanan Thermal & Visual Ditinjau dari aspek sustainable*. Reka Karsa, 6-9.
- Ridzqo, Intan Findanavy, E. R., & J. S.. (2021). Quantifying Window Effectiveness to Affect Wind Velocity by Experimental Study. *SINERGI Vol. 25*, 129.
- Siola, A. (2018). PENGARUH KETEBALAN DINDING TERHADAP TIME LAG MASJID JAMI'KOTA PALOPO. LOSARI: *Jurnal Arsitektur Kota dan Pemukiman*, 19-26.
- Widiastuti, R., Prianto, E., & Budi, W. S. (2014). Evaluasi Termal Dinding Bangunan dengan Vertikal Garden. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNSIQ*, 1(1), 1-12.