

PEMANFAATAN BOTOL PLASTIK BEKAS MENJADI TEKNOLOGI ECOBREEZE UNTUK MENCIPTAKAN KENYAMANAN TERMAL DALAM RUANG

(Studi Kasus : Ruang Indoor Smoking, Mahliga Coffe & Space)

Adrian Abimanyu Nur Biadi¹, Sugini², Ilham Bakti³

¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

Surel : 22512074@students.uui.ac.id

ABSTRAK: Krisis energi global dan meningkatnya konsumsi listrik, terutama pada sistem pendingin udara mekanis, telah mendorong kebutuhan akan solusi arsitektur berkelanjutan. Penelitian ini mengembangkan teknologi EcoBreeze dengan memanfaatkan botol plastik bekas sebagai fasad bangunan untuk meningkatkan sirkulasi udara alami dan mengurangi ketergantungan pada AC. Studi kasus dilakukan pada ruang indoor smoking Mahliga Coffee & Space di Sleman, Yogyakarta, yang tidak memiliki penghawaan alami dan bergantung pada AC 24 jam. Teknologi EcoBreeze dirancang untuk mengoptimalkan kecepatan angin dengan memanfaatkan prinsip termodinamika, dilengkapi wiremesh sebagai penyaring debu dan serangga. Simulasi menggunakan Autodesk CFD menunjukkan bahwa penerapan EcoBreeze meningkatkan kecepatan angin rata-rata dalam ruangan menjadi 0,129 m/s pada ketinggian 1 meter dan 0,325 m/s pada ketinggian 2 meter, memenuhi standar SNI 03-6572-2001. Teknologi ini mampu menciptakan kenyamanan termal, meningkatkan kualitas udara, dan mengurangi konsumsi energi listrik. Hasil penelitian membuktikan bahwa EcoBreeze dapat menjadi solusi inovatif dalam penerapan penghawaan alami yang efisien dan berkelanjutan, sekaligus mendukung pencapaian SDGs 3 dan 7.

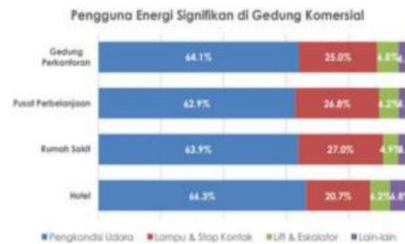
Kata kunci: arsitektur berkelanjutan, ecobreeze, penghawaan alami

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tantangan energi melanda dunia untuk pertama kalinya, dipicu oleh keterbatasan pasokan gas alam dan pengurangan produksi minyak bumi, sementara permintaan energi terus meningkat. Situasi ini memperparah keadaan, terutama karena banyak negara juga menghadapi ancaman resesi ekonomi (Firdaus, 2023). Penggunaan energi untuk pembangkit listrik saat ini masih didominasi oleh batu bara diikuti dengan gas dan minyak bumi (Imawan & Yasir, 2024). Listrik adalah salah satu sumber energi yang digunakan di hampir semua aspek kehidupan dan memiliki peran penting dalam mendukung keberlangsungan hidup manusia (Tjokrorahardjo, 2024). Saat ini, energi listrik telah menjadi kebutuhan utama yang digunakan di berbagai sektor, seperti perkantoran, hotel, rumah sakit, dan pusat perbelanjaan. Dengan perkembangan teknologi, konsumsi energi listrik terus mengalami peningkatan yang signifikan, sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan kemajuan teknologi (Kholiq, 2015).

Berdasarkan laporan *Benchmarking Specific Energy Consumption* pada bangunan komersial yang diterbitkan oleh Balai Besar Teknologi Konversi Energi (B2TKE-BPPT), dijelaskan bahwa penggunaan energi listrik terbesar pada bangunan komersial berasal dari sistem pengkondisian udara, diikuti oleh konsumsi energi untuk pencahayaan dan perangkat yang terhubung melalui stop kontak (Purba dkk., 2020).



Gambar 1 Grafik Konsumsi Listrik di Gedung Komersial
Sumber : Radhiah, 2022

Konsumsi energi listrik menunjukkan tren peningkatan yang terus berlanjut dari waktu ke waktu. Berdasarkan data, rata-rata pertumbuhan konsumsi energi listrik pada tahun 2012 tercatat sebesar 2,3–2,5% per tahun. Diperkirakan, hingga akhir tahun 2030, kebutuhan energi listrik akan meningkat hingga dua kali lipat, mencapai sekitar 16.000 TWh per tahun (Radhiah, 2022). Salah satu contoh upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalkan konsumsi energi listrik adalah menerapkan pembangunan yang berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan merupakan prinsip dasar dalam perencanaan pembangunan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pembangunan manusia sekaligus menjaga kemampuan sistem alam dalam menyediakan sumber daya dan layanan ekosistem yang menjadi fondasi bagi keberlanjutan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat (Judijanto & Al-Amin, 2024). Tujuan utama yang ingin dicapai adalah terciptanya kondisi masyarakat di mana kualitas kehidupan dan pemanfaatan sumber daya dapat terus mendukung pemenuhan kebutuhan manusia tanpa mengganggu keutuhan maupun stabilitas sistem alam. Pembangunan berkelanjutan didefinisikan sebagai upaya pembangunan yang mampu memenuhi kebutuhan generasi masa kini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka (Sugini, 2024).

Arsitektur berkelanjutan merupakan pendekatan desain yang bertujuan untuk mengatasi tantangan kebutuhan saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan mereka di masa depan (Røstvik, 2021). Kebutuhan yang beragam antara satu komunitas dengan komunitas lainnya bervariasi, dimulai dari satu wilayah ke wilayah lain, dan idealnya ditentukan langsung oleh masyarakat yang bersangkutan. Salah satu contoh penerapan Pembangunan berkelanjutan adalah dengan mengoptimalkan penghawaan alami untuk mengurangi penggunaan alat mekanis pengkondisi udara, meningkatkan kualitas udara yang baik, mengurangi biaya hidup bangunan, serta meningkatkan produktifitas pengguna (M dkk., 2020).

Penghawaan alami merupakan upaya sirkulasi udara di dalam bangunan yang mengandalkan pergerakan udara alami di sekitar, tanpa memerlukan alat mekanis seperti kipas angin atau AC. Dalam konteks arsitektur tropis, penghawaan alami menjadi pilihan utama untuk menjaga kenyamanan termal, mengurangi konsumsi energi, dan menekan dampak lingkungan. Namun, realitasnya, banyak bangunan masih bergantung pada sistem pendingin udara konvensional demi menciptakan kenyamanan. Penggunaan AC yang berlebihan tidak hanya menyebabkan lonjakan konsumsi listrik tetapi juga meningkatkan polusi termal dan emisi karbon.

Dengan demikian permasalahan tersebut tidak sejalan dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) 3 dan 7. SDGs 3 menekankan mengenai menjamin kehidupan yang sehat dan meningkatkan kesejahteraan bagi semua orang di segala usia. Ini mencakup berbagai aspek kesehatan, mulai dari pencegahan penyakit hingga akses terhadap layanan kesehatan berkualitas. Kemudian SDGs 7 yaitu memastikan akses semua orang terhadap energi yang terjangkau, andal, berkelanjutan, dan modern, serta meningkatkan porsi energi terbarukan dalam bauran energi global. Oleh karena itu, diperlukan teknologi seperti Roster,

EcoBreeze, Cross-Ventilation untuk pemanfaatan penghawaan alami guna menciptakan ruang yang sehat, nyaman, dan mampu meningkatkan efisiensi energi.

Studi kasus pada penelitian ini adalah Mahliga Coffee & Space yang beralamat di Tj. Sari, Umbulmartani, Kec. Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Mahliga Coffee and Space ini beroperasi setiap hari dan buka 24 jam, berada di area kampus Universitas Islam Indonesia. Mahliga menjadi tempat bagi mahasiswa dan Masyarakat setempat untuk berkumpul, berdiskusi, bahkan sering dimanfaatkan menjadi *Co-working space*. Karena Mahliga beroperasi 24 jam, mahasiswa sering memanfaatkan Mahliga sebagai tempat mengerjakan tugas.

Karena mayoritas penggunanya menggunakan Mahliga sebagai *Co-working Space*. Maka kenyamanan pengguna menjadi sebuah prioritas agar pengguna dapat produktif dan beraktivitas dengan lancar. Ruang Indoor Mahliga Coffee & Space tidak memiliki bukaan sebagai penghawaan alami, tetapi menggunakan alat mekanis berupa AC (Air Conditioner) yang aktif selama 24 jam. Dengan demikian ruang indoor yang tidak memiliki sirkulasi udara alami, polutan seperti debu, asap rokok, bahan kimia dari produk pembersih, gas berbahaya (seperti karbon dioksida), dan senyawa organik yang mudah menguap (VOCs) akan terperangkap di dalam ruangan. AC hanya mengedarkan udara yang ada, sehingga tanpa ventilasi, kualitas udara cenderung menurun. Dan Manusia mengeluarkan karbon dioksida (CO₂) ketika bernapas, dan tanpa aliran udara segar dari luar, CO₂ akan terakumulasi. Kadar CO₂ yang tinggi dalam ruangan dapat menyebabkan sakit kepala, kelelahan, dan gangguan konsentrasi. Sehingga diperlukan sebuah rancangan sistem penghawaan yang optimal terhadap coffee shop yang beroperasi dengan AC 24 jam, dengan mengutamakan kenyamanan dan kesehatan pengunjung dan efisiensi energi. Dengan demikian penggunaan AC dapat dikurangi atau dapat diberhentikan, hal tersebut dapat menciptakan ruang yang sehat, nyaman, dan mampu meningkatkan efisiensi energi.

Pertanyaan Penelitian

Apakah desain fasad bangunan dengan memanfaatkan botol plastik sebagai teknologi *EcoBreeze* dapat mengurangi penggunaan AC pada Mahliga Coffee & Space ?

Tujuan dan Sasaran

Mengembangkan desain fasad bangunan dari botol plastik bekas sebagai teknologi *EcoBreeze* untuk mengurangi penggunaan AC pada Mahliga Coffee & Space.

Batasan

Kasus ini berfokus pada ruang smoking indoor di Mahliga Coffee & Space yang memiliki ruang masif. Ruang ini dipilih karena memiliki intensitas penggunaan yang tinggi. Sehingga penting untuk diperhatikan dalam perencanaan guna memastikan kenyamanan, fungsionalitas, atau efisiensinya. Fokusnya adalah pada kinerja teknologi sebagai penghawaan alami berdasarkan kecepatan angin yang sesuai dengan SNI.

KAJIAN PUSTAKA DAN PRESEDEN

Sustainable Development

Pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*) merupakan proses pembangunan yang bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam dan sumber daya manusia melalui upaya harmonisasi antara keduanya dalam pelaksanaan pembangunan. (Suardi, 2014). Pembangunan berkelanjutan memiliki keterkaitan yang kuat dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs), karena SDGs merupakan implementasi dari konsep pembangunan berkelanjutan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. SDGs, yang ditetapkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), adalah serangkaian tujuan global yang terdiri dari 17 tujuan dan 169 target, yang bertujuan untuk mewujudkan masa depan yang lebih baik bagi semua orang di dunia. Tujuan-tujuan ini mencakup berbagai bidang, seperti

pengentasan kemiskinan, kesehatan, pendidikan, kesetaraan gender, hingga penanganan perubahan iklim dan pelestarian lingkungan.

Sustainability Architecture

Arsitektur berkelanjutan (*sustainable architecture*) merupakan pendekatan desain yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, dengan menyeimbangkan pemanfaatan material, energi, serta perbaikan ruang dan aspek lingkungan lainnya secara lebih luas. (Supriyanta, 2024). Arsitektur berkelanjutan yang dapat dipertahankan melibatkan pendekatan yang bijaksana dalam mengelola perlindungan energi dan aspek biologis dalam desain lingkungan binaan, dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip ilmiah dan gaya struktur bangunan yang direncanakan dan dibangun tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem (Dwi Harda & Kridarso, 2022).

Arsitektur berkelanjutan perlu mengatasi berbagai permasalahan manusia terkait dengan kenyamanan fisik dan mental, kesejahteraan, serta nilai estetika dalam desainnya (Hadibroto, 2024). Arsitektur berkelanjutan harus dipandang sebagai desain yang diterapkan berdasarkan prinsip-prinsip pembangunan ramah lingkungan dan standar yang telah ditetapkan, dengan mempertimbangkan berbagai aspek terkait, seperti integrasi antara lingkungan dan iklim, efisiensi energi, pengelolaan air dan limbah, produktivitas material, manajemen bahan baku, preferensi lokal, serta penyediaan ruang yang nyaman dan berkualitas (Kamionka, 2019). Keberlanjutan dapat dicapai dalam banyak aspek, salah satunya aspek termal yang merupakan salah satu nilai unsur fisiologis manusia: kenyamanan, rasa, kesejahteraan, kesehatan, produktivitas terpengaruh dan tentunya ketergantungan. Strategi rekayasa termal mempengaruhi efisiensi energi. Strategi penerapan teknik termal dibagi menjadi tiga bidang: tingkat dasar (desain arsitektur dasar), tingkat menengah (sistem pasif), dan tingkat tinggi (peralatan mekanis). Ketika suatu strategi diprioritaskan, konsumsi energi akan berkurang, sehingga strategi yang lebih mendasar akan diprioritaskan (Mufida, 2024).

Sustainable Material

Material berkelanjutan (*sustainable material*) merujuk pada material yang diproduksi sesuai dengan kebutuhan dan dapat diperbarui tanpa menghabiskan atau merusak sumber daya alam (Prihatmaji, 2022). Material berkelanjutan, atau yang dikenal sebagai sustainable material, adalah material yang diproduksi dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan, tanpa menguras sumber daya yang tidak dapat diperbaharui dan tanpa merusak keseimbangan lingkungan serta sistem sumber daya alam utama (Surya, 2023).

EcoBreeze Adaptasi Eco-Cooler

Arsitektur berkelanjutan dipandang sebagai pendekatan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan yang ditimbulkan oleh bangunan, melalui peningkatan efisiensi dan selektivitas dalam penggunaan material, energi, serta ruang lingkup secara keseluruhan (Hidayatulloh & Anisa, 2022). Salah satu inovasi material yang menerapkan konsep daur ulang adalah Eco-Cooler, yang terbuat dari botol plastik bekas dan dikembangkan oleh Ashis Paul. Eco-Cooler terdiri dari botol bekas yang dipotong menjadi dua bagian, dengan mulut botol dimasukkan ke dalam lembaran karton. Perangkat ini dipasang di jendela yang terpapar aliran udara maksimal, dengan ujung botol yang lebih lebar menghadap ke luar. Udara yang masuk melalui botol akan terkompresi saat melewati leher botol, dan setelah keluar dari mulut botol, udara yang terkompresi akan mengembang dengan cepat, menghasilkan udara dingin. Secara prinsip, Eco-Cooler berfungsi berdasarkan hukum termodinamika I (Pratiwi & Arifin, 2021). Prinsip dasar kontinuitas telah diterapkan pada teknologi penghawaan alami sederhana yang menggunakan botol plastik bekas, yaitu Eco-Cooler, yang dikembangkan oleh Ashis Paul. Teknologi ini telah dianalisis secara khusus

menggunakan Computational Fluid Dynamics (CFD) dan terbukti efektif dalam menurunkan suhu ruangan (Kasantikul, 2020).

Eco-Cooler masih memiliki beberapa kekurangan salah satunya tidak adanya penyaring debu atau serangga pada teknologi tersebut. Sehingga dirancanglah sebuah teknologi yang dapat menyaring debu atau serangga akan tetapi aliran udara tetap berfungsi seperti teknologi *eco-cooler* yaitu teknologi *EcoBreeze* dengan menggunakan botol plastic sebagai material utama dan dilakukan penambahan material berupa *wiremesh* sebagai alat penyaring debu atau serangga tersebut.

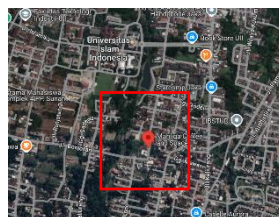
Penghawaan Alami

Penghawaan alami dapat diartikan sebagai proses pertukaran udara dalam bangunan yang terjadi melalui elemen-elemen terbuka pada struktur bangunan. Penerapan penghawaan alami memungkinkan tercapainya kenyamanan termal di dalam ruang, karena aliran udara yang masuk dapat mempercepat proses penguapan pada permukaan kulit, memberikan sensasi kesejukan bagi penghuninya (Syafira dkk., 2022). Berdasarkan SNI 03-0572-2001, ventilasi adalah proses memasukkan udara segar ke dalam bangunan. Ventilasi alami terjadi akibat perbedaan tekanan udara luar yang menyebabkan perbedaan suhu, sehingga udara panas naik ke bagian atap bangunan. Oleh karena itu, ventilasi alami perlu diatur secara permanen dengan menyediakan elemen-elemen terbuka seperti jendela, pintu, atau bukaan lainnya yang memungkinkan aliran udara. SNI 03-6572-2001 menyebutkan bahwa kecepatan angin ideal dalam suatu ruangan adalah antara 0,15 m/s hingga 0,25 m/s. Lippsmeier (1997) juga mengemukakan standar kecepatan angin yang nyaman, antara lain:

- 0,25 m/s nyaman tanpa gerakan udara
- 0,25-0,5 m/s nyaman dengan gerakan angin
- 1-1,5 m/s terjadi aliran udara ringan hingga tidak menyenangkan dan >1,5 m/s tidak nyaman.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif, dengan metode pengumpulan data berupa observasi langsung dan pengukuran kecepatan angin yang masuk ke bangunan. Metode analisis data dengan mengukur menggunakan alat anemometer untuk mengetahui kecepatan angin yang masuk ke dalam bangunan dengan satuan m/s.



Gambar 2 Lokasi Mahliga Coffee & Space

Sumber : Google Maps diakses pada September 2024

Lokasi bangunan berada di Umbulmartani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. bangunan berada di area kampus Universitas Islam Indonesia.



Gambar 3 Mahliga Coffee & Space

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada September 2024

Mahliga Coffee & Space merupakan sebuah Coffee Shop yang beroperasi 24 jam dengan fasilitas yang cukup memadai, sehingga Coffee Shop ini menjadi tujuan mahasiswa dan berbagai kalangan lainnya untuk berkumpul, bekerja, mengerjakan tugas kuliah, dan berdiskusi. Akan tetapi, Coffee Shop ini memiliki masalah terkait penghawaan alami pada ruangan indoor. Coffee Shop ini menggunakan alat mekanis berupa AC (*Air Conditioner*) pada ruangan indoor yang aktif selama 24 jam. Sehingga kualitas udara pada ruangan tersebut menurun. Permasalahan ini terjadi karena tidak adanya bukaan alami sebagai sirkulasi udara. Hal ini menjadi alasan dan upaya untuk mengurangi penggunaan alat mekanis dan menciptakan ruang yang sehat, dan nyaman.



Gambar 4 Ruang Smoking Indoor

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada September 2024

Ruang yang menjadi objek kajian adalah Ruang *Smoking Indoor* di Mahliga Coffee & Space. Ruangan ini digunakan pengunjung untuk berdiskusi, belajar, bekerja bahkan hanya sekedar mengobrol. Ruangan ini tidak memiliki bukaan alami sehingga menggunakan 2 AC untuk ruangan 7m x 4m ini.

Tabel 1 Variabel, Parameter, dan Indikator

Variabel Independent	Parameter	Indikator
Bukaan pada fasad bangunan dengan material yang ramah lingkungan	Bentuk, material, dan ukuran bukaan	Angin masuk secara optimal
Variabel Dependen	Parameter	Indikator
Kenyamanan termal di dalam ruangan	Kecepatan angin yang masuk	SNI 03-6572-2001 yaitu minimal 0,25 m/s sampai maksimal 0,5 m/s. Lewat dari angka tersebut dapat dikategorikan tidak nyaman.
Variabel Kontrol	Parameter	Indikator
Arah hadap bukaan dan ruang uji yang sama	Bukaan menghadap timur dan diuji di ruang <i>indoor smoking</i> Mahliga Coffee & Space	Merespon angin terbesar dari arah tenggara dan mengurangi penggunaan AC serta memasukkan angin pada ruang

Sumber: Penulis 2024

Tahapan Desain dan Evaluasi

Design Thinking Process



Gambar 5 Lima Tahap Design Thinking

Sumber: eduparx.id, 2024

Empathize

Metode yang digunakan adalah Metode kualitatif dengan melakukan obserbasi langsung pada Lokasi Mahliga Coffee & Space. Fokus observasi adalah pengukuran aspek kecepatan angin (m/s) yang masuk ke dalam bangunan dan bagaimana pengaruhnya terhadap kenyamanan termal. Pengukuran kecepatan angin dilakukan dengan alat Anemometer untuk mengetahui seberapa banyak angin yang masuk ke dalam bangunan.

Define

Berdasarkan data yang didapat dari hasil observasi dan pengukuran, ditemukan permasalahan kurangnya angin yang masuk ke dalam bangunan, karena tidak adanya bukaan alami. Sehingga penggunaan alat mekanis berupa AC diaktifkan selama 24 jam yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas udara pada ruangan.

Ideate

Dari permasalahan yang diperoleh, upaya untuk mengatasi kurangnya angin yang terdapat pada bangunan dan mengurangi penggunaan AC yang aktif selama 24 Jam adalah dengan menerapkan teknologi *Eco-Cooler* pada fasad bangunan. *Eco-Cooler* berfungsi sebagai penangkap dan masuknya angin ke dalam bangunan, sehingga penggunaan AC dapat dikurangi dan kualitas udara pada ruangan diharapkan dapat meningkat.

Prototype

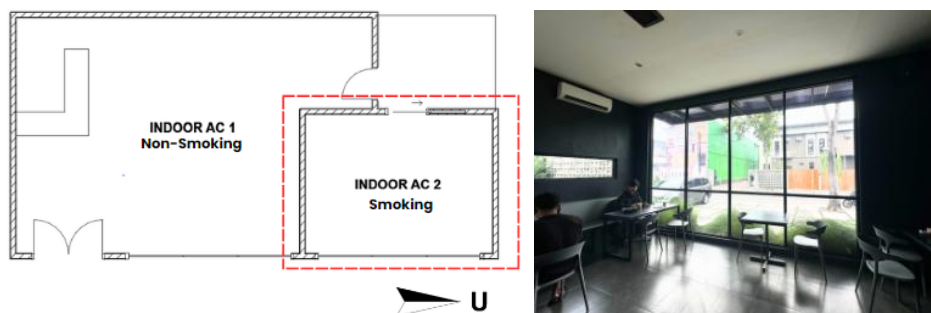
Membuat model 3D bangunan Mahliga Coffee & Space menggunakan software ArchiCAD. Model tersebut akan digunakan untuk simulasi penerapan teknologi *Eco-Cooler* pada bangunan Mahliga Coffee & Space.

Test

Dari pembuatan 3D model bangunan Mahliga Coffee & Space dengan teknologi *Eco-Cooler*, dilakukan metode evaluasi yang melibatkan aplikasi CFD Autodesk untuk mensimulasikan aliran udara di dalam ruangan dan kecepatannya. Simulasi juga dilakukan untuk menganalisis aliran udara yang masuk setelah penerapan teknologi *Eco-Cooler* pada bangunan Mahliga Coffee & Space.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Secara Umum

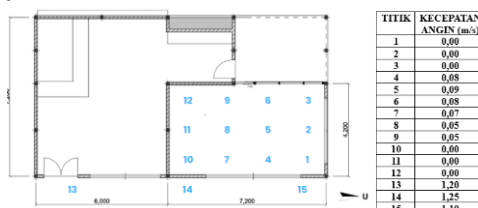


Gambar 6 Permasalahan Mahliga Coffee & Space

Sumber: Dokumentasi Penulis diakses pada September 2024

Bangunan yang menjadi studi kasus adalah Mahliga Coffee & Space. Bangunan ini menggunakan kaca masif dan dinding sebagai fasad bangunan. Muka bangunan ini menghadap ke arah timur dan tidak memiliki bukaan alami. Pada ruangan menggunakan alat mekanis berupa AC yang aktif selama 24 jam, sehingga kualitas udara yang dimiliki buruk serta penggunaan energi yang tidak efisien.

Data Pengukuran Objektif

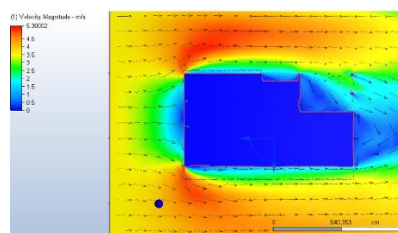


Gambar 7 Data kecepatan angin Mahliga Coffee & Space

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan Anemometer, diperoleh rata-rata nilai sebesar 0,03 m/s. Nilai tersebut kurang dari standar kenyamanan ruang yang ditetapkan yaitu 0,25 m/s – 0,5 m/s (SNI 03-6572-2001).

SIMULASI EKSISTING



Gambar 8 Simulasi Software Autodesk CFD pada Mahliga Coffee & Space

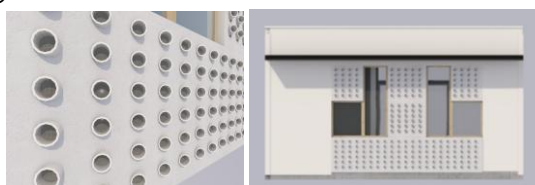
Sumber: Hasil Simulasi Penulis, 2024

Simulasi dilakukan menggunakan software Autodesk CFD. Perangkat lunak ini menghasilkan analisis penghawaan sebuah ruangan. Simulasi ini mendapati hasil yang cukup selaras dengan hasil survey site langsung. Simulasi menghasilkan rata-rata penghawaan ruang di 0,00 m/s, sedangkan menurut SNI 03-6572-2001, kecepatan angin yang ideal dalam sebuah ruangan adalah antara 0,15 m/s sampai 0,25 m/s. Sehingga diperlukan sebuah rancangan untuk memanfaatkan penghawaan alami pada Mahliga Coffee & Space agar tercipta penghawaan alami yang optimal dan mampu menghemat energi.

Alternatif Desain

Terdapat 3 alternatif desain berdasarkan studi preseden yaitu *EcoBreeze*, Roster, dan *Louvre Windows*. Dari ketiga alternatif tersebut menggunakan material yang ramah lingkungan.

Alternatif 1 *EcoBreeze*



Gambar 9 Eksplorasi Desain *EcoBreeze*

Sumber : Penulis, 2024

EcoBreeze adalah pendinginan ruangan tanpa Listrik yang menggunakan material botol plastik bekas dengan memotong bagian atas dan bawah botol sebagai aliran udara. Kemudian pada desain ini dikembangkan dengan memberikan *Wiremesh* yang berfungsi untuk menyaring debu ataupun serangga ke dalam botol. Pada rancangan tersebut, botol bekas di miringkan 30° agar menangkap angin dari arah tenggara. Karena pada bangunan mahliga orientasi bangunan menghadap ke timur, sedangkan menurut data windrose di Yogyakarta, angin dominan berasal Utara, Barat daya dan Tenggara. Karena yang paling memungkinkan adalah menangkap udara dari tenggara sehingga rancangan merespon hal

tersebut. *EcoBreeze* diaplikasikan saat proses pembuatan dinding yaitu ketika sedang pemasangan batu bata, jadi bata mengikuti bentuk dari botol plastic tersebut.

Alternatif 2 Roster



Gambar 10 Ekplorasi Desain Roster

Sumber : Penulis, 2024

Roster adalah sebuah sistem ventilasi yang digunakan dalam bangunan-bangunan tertentu untuk memungkinkan aliran udara masuk dan keluar dari bangunan dengan tepat. Dengan menggunakan Bata Plastik yang merupakan daur ulang dari sampah plastik, sehingga mampu menciptakan roster yang sustainable. Model Roster ini merespon angin dari arah Tenggara, dengan dua partisi yang dimiringkan untuk menangkap angin dari arah Tenggara. Proses pemasangan roster yaitu menyiapkan semen murni kemudian memasang roster dari salah satu sudut bawah, kemudian menyusunnya mengikuti pola.

Alternatif 3 Louvre Windows



Gambar 11 Ekplorasi Desain Louvre Windows

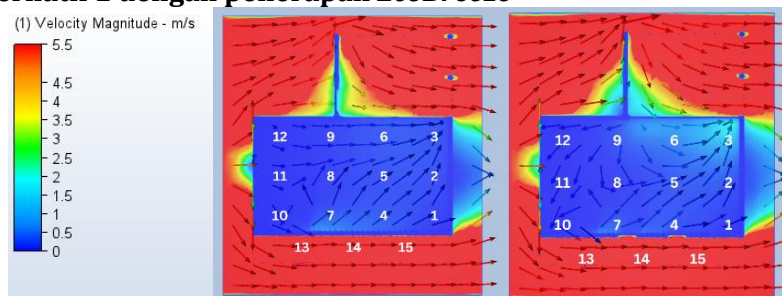
Sumber : Penulis, 2024

Jendela louvre atau jendela kisi-kisi adalah jendela yang memiliki bilah-bilah horizontal yang miring untuk memasukkan udara dan cahaya, tetapi menahan hujan dan sinar matahari langsung. WPC adalah material komposit yang terbuat dari campuran serbuk kayu dan plastik daur ulang. Ini memberikan kekuatan dan daya tahan yang lebih tinggi daripada kayu biasa, namun tetap memiliki tampilan alami. Proses kontruksinya menggunakan baut atau sekrup pada tiap panel yang dipasangkan ke dinding ataupun ke antar panel.

SIMULASI ALTERNATIF DESAIN

Simulasi alternatif desain dilakukan pada tiga alternatif yang diterapkan pada bangunan eksisting. Hasil simulasi menunjukkan tingkat kecepatan angin yang masuk ke bangunan, dengan sebaran angin berwarna biru, hijau, hingga merah, yang diperoleh melalui aplikasi Autodesk CFD.

Simulasi Alternatif 1 dengan penerapan *EcoBreeze*



Gambar 12 Simulasi EcoBreeze pada ketinggian 1 meter dan 2 meter.

Sumber : Autodesk CFD diakses pada 2024

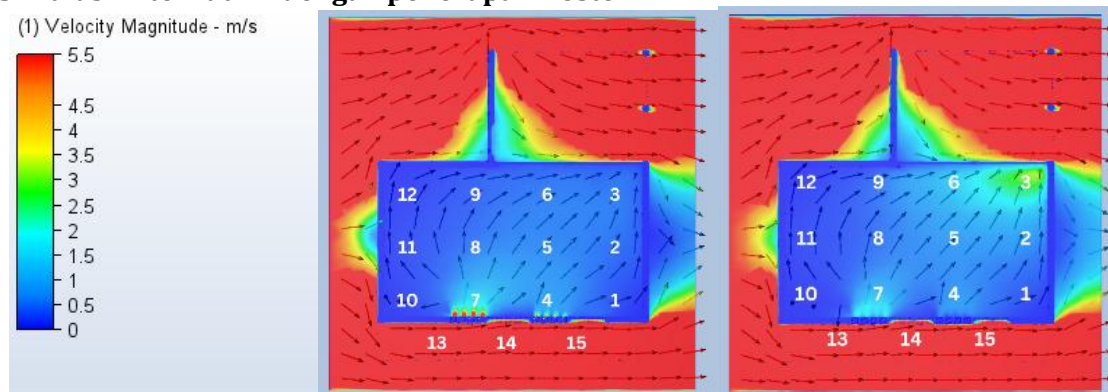
Tabel 4. Data Simulasi *EcoBreeze* pada ketinggian 1 meter dan 2 meter.

TITIK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	RAT A- RAT A
Kecepatan Angin (m/s)	0,06	0,16	0,18	0,25	0,16	0,19	0,4	0,06	0,07	0,09	0,05	0,06	0,129
	0,09	0,3	1,7	0,16	0,25	0,75	0,4	0,03	0,19	0,06	0,08	0,01	0,325

Sumber : Hasil Simulasi Penulis, 2024

Simulasi dilakukan dengan rancangan teknologi *EcoBreeze* menggunakan software Autodesk CFD. Teknologi ini menggunakan material botol plastik bekas yang disusun dengan kemiringan 30° untuk merespon udara dari arah tenggara. Dengan penambahan *Wiremesh* untuk memfilter debu ataupun serangga agar tidak masuk ke dalam bangunan. Adanya *EcoBreeze* ditambah dengan cross ventilation diharapkan menghasilkan penghawaan yang optimal. Simulasi menunjukkan kecepatan angin pada ruangan di 0,005-1,7 m/s dengan rata-rata pada ketinggian 1 meter yaitu 0,129 m/s sedangkan pada ketinggian 2 meter yaitu 0,325 m/s, sudah memenuhi SNI, akan tetapi ada beberapa titik yang kurang dan melebihi SNI.

Simulasi Alternatif 2 dengan penerapan Roster



Gambar 13 Simulasi Roster pada ketinggian 1 meter dan 2 meter.

Sumber : Autodesk CFD diakses pada 2024

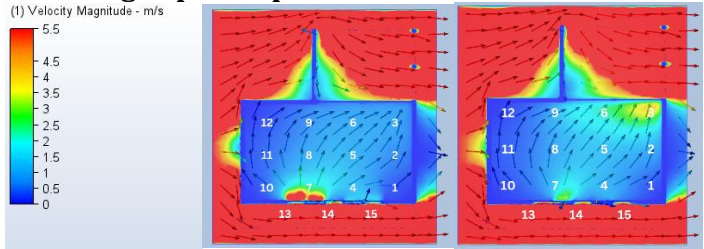
Tabel 5. Data Simulasi Roster pada ketinggian 1 meter dan 2 meter.

TITIK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	RATA - RATA
Kecepatan Angin (m/s)	0,27	0,48	0,5	0,84	0,6	0,53	1,39	0,49	0,28	0,15	0,17	0,06	0,48
	0,27	0,7	3,1	0,75	0,7	1,2	1,2	0,37	0,34	0,08	0,15	0,07	0,74

Sumber : Hasil Simulasi Penulis, 2024

Simulasi dilakukan dengan rancangan teknologi Roster menggunakan software Autodesk CFD. Teknologi ini menggunakan material Bata Plastik Daur Ulang yang disusun secara linear akan tetapi partisi dari roster tersebut memiliki kemiringan 45° untuk merespon udara dari arah tenggara. Adanya Roster ditambah dengan cross ventilation diharapkan menghasilkan penghawaan yang optimal. Simulasi menghasilkan kecepatan angin pada ruangan di 0,06-0,17 m/s dengan rata-rata pada ketinggian 1 meter yaitu 0,48 m/s sedangkan pada ketinggian 2 meter yaitu 0,74 m/s, banyak titik yang melebihi SNI yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan pada ruangan.

Simulasi Alternatif 3 dengan penerapan Louvre Windows



Gambar 14 Simulasi Louvre Windows pada ketinggian 1 meter dan 2 meter.
Sumber : Autodesk CFD diakses pada 2024

Tabel 6. Data Simulasi Roster pada ketinggian 1 meter dan 2 meter.

TITIK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	RATA-RATA
Kecepatan Angin (m/s)	0,26	0,61	0,8	1,15	0,87	0,85	4,1	0,73	0,51	0,28	0,3	0,11	0,88
	0,27	0,92	3,77	1	1,1	1,9	1,9	0,77	0,77	0,19	0,27	0,13	1,08

Sumber : Hasil Simulasi Penulis, 2024

Simulasi dilakukan dengan rancangan teknologi Louvre Windows menggunakan software Autodesk CFD. Teknologi ini menggunakan material Wood Plastic Composite yang disusun secara linear. Adanya Louvre Windows ditambah dengan cross ventilation diharapkan menghasilkan penghawaan yang optimal. Simulasi menghasilkan kecepatan angin pada ruangan di 0,11-4,1 m/s dengan rata-rata pada ketinggian 1 meter yaitu 0,88 m/s sedangkan pada ketinggian 2 meter adalah 1,08 m/s , belum memenuhi SNI, karena melebihi standar kenyamanan dalam ruang menurut SNI.

Tabel Perbandingan 3 Alternatif

Dari hasil simulasi dan ekplorasi desain, berikut merupakan perbandingan antara 3 alternatif (*EcoBreeze*, Roster, Louvre Windows) dalam aspek Utilitas

Tabel 7. Tabel perbandingan alternatif desain setiap aspek.

Alternatif	Utilitas	Firmitas	Venustas
Alternatif <i>EcoBreeze</i>	Simulasi menunjukkan kecepatan angin pada ruangan di 0,005-1,7 m/s dengan rata-rata pada ketinggian 1 meter yaitu 0,129 m/s sedangkan pada ketinggian 2 meter yaitu 0,325 m/s, sudah memenuhi SNI, akan tetapi ada beberapa titik yang kurang dan melebihi SNI.	<i>Eco-Cooler</i> diaplikasikan saat proses pembuatan dinding yaitu ketika sedang pemasangan batu bata.	Terdapat nilai estetika pada desain <i>Eco-Cooler</i> dengan komposisi simetris dan bentuk botol yang bulat memunculkan hal yang tidak biasa dalam desain bangunan.
ALternatif Roster WPC	Simulasi menunjukkan kecepatan angin pada ruangan di 0,06-0,17 m/s dengan rata-rata pada ketinggian 1 meter yaitu 0,48 m/s sedangkan pada ketinggian 2 meter yaitu 0,74 m/s, banyak titik yang melebihi SNI yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan pada ruangan.	Proses pemasangan roster yaitu menyiapkan semen murni kemudian memasang roster dari salah satu sudut bawah, kemudian menyusunnya mengikuti pola.	Sama seperti roster pada umumnya, nilai estetika pada roster terbilang cukup karena masih memiliki kesan hiasan pada bangunan.

Alternatif <i>Louvre Windows</i>	Simulasi menunjukkan kecepatan angin pada ruangan di 0,11-4,1 m/s dengan rata-rata pada ketinggian 1 meter yaitu 0,88 m/s sedangkan pada ketinggian 2 meter adalah 1,08 m/s , belum memenuhi SNI, karena melebihi standar kenyamanan dalam ruang menurut SNI.	Proses kontruksinya menggunakan baut atau sekrup pada tiap panel yang dipasangkan ke dinding ataupun ke antar panel.	Memiliki estetika yang kurang baik karena hampir sama dengan ventilasi pada umumnya dan desain yang kurang variatif.
-------------------------------------	---	--	--

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan hasil perbandingan dari ketiga alternatif berdasarkan aspek utilitas, firmitas, dan venustas. Sehingga dari aspek-aspek tersebut dapat ditentukan alternatif yang terbaik dan sesuai dengan standar.

Tabel 8. Bobot teknologi penghawaan alami bangunan berdasarkan utilitas, Firmitas dan Venustas.

Kriteria	Bobot	Alt 1		Alt 2		Alt 3	
		Nilai	Nilai x Bobot	Nilai	Nilai x Bobot	Nilai	Nilai x Bobot
Utilitas	5	5	25	1	5	3	15
Firmitas	3	3	9	5	15	3	9
Venustas	1	5	5	3	3	1	1
Total			39		23		25

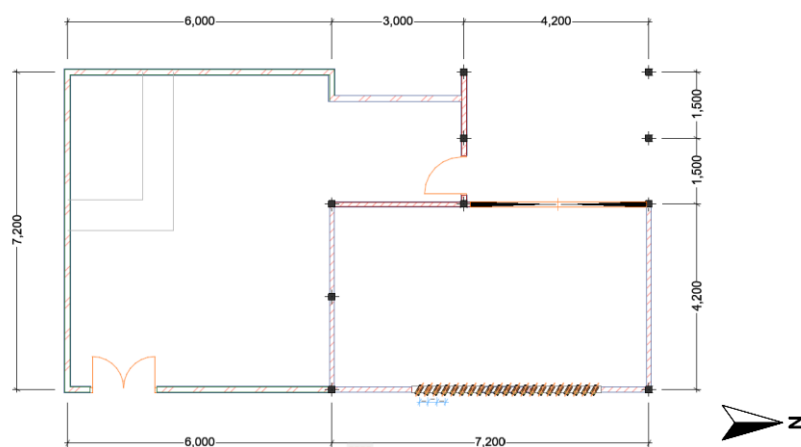
Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan hasil pembobotan dari ketiga alternatif berdasarkan aspek utilitas, firmitas, dan venustas. Alternatif 1 mendapatkan nilai 39, alternatif 2 mendapatkan nilai 23, dan alternatif 3 mendapatkan nilai 25. Sehingga diketahui alternatif 1 memiliki nilai yang tertinggi dan dapat menjadi solusi untuk penghawaan alami pada bangunan Mahliga Coffee & Space.

GAMBAR RANCANGAN DESAIN TERPILIH

Gambar Denah Rancangan *EcoBreeze* Terhadap Bangunan Eksisting

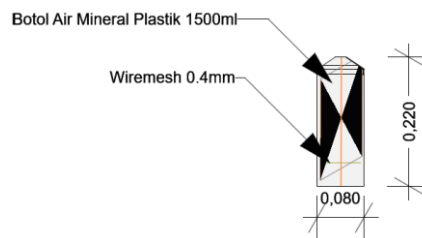
Rancangan *EcoBreeze* diaplikasikan pada sisi timur bangunan Mahliga Coffee & Space untuk merespon angin dari arah Tenggara. Pengaplikasian teknologi *EcoBreeze* dilakukan ketika proses pembuatan dinding dengan batu bata mengikuti bentuk dari material botol plastik mengikuti pola rancangan.



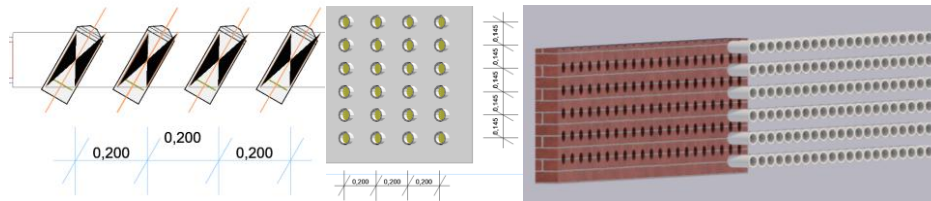
Gambar 32. Denah Bangunan Rancangan *EcoBreeze*

Sumber : Software ArchiCAD pada 1 Desember 2024

Gambar Detail Rancangan *EcoBreeze*



Gambar 33. Dimensi dan Penggunaan Material dari Teknologi *EcoBreeze*
Sumber : Software ArchiCAD pada 1 Desember 2024



Gambar 34. Detail Tampak dan Aksonometri teknologi *EcoBreeze*
Sumber : Software ArchiCAD pada 1 Desember 2024

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dengan *software* Autodesk CFD diketahui ruang *indoor smoking* pada bangunan eksisting sebelum penggunaan teknologi ventilasi tidak terdapat angin yang masuk ke dalam ruangan (0 m/s) karena tidak memiliki bukaan. Sehingga teknologi penghawaan alami dan menerapkan penggunaan *Cross Ventilation* pada ruangan tersebut. Teknologi *EcoBreeze* dari botol plastik dengan penambahan penggunaan *wiremesh* sebagai filter udara menunjukkan rata-rata kecepatan angin dalam ruang mencapai 0,129 m/s pada ketinggian 1 meter dan 0,325 m/s pada ketinggian 2 meter. Sehingga menciptakan kenyamanan thermal dalam ruang dan telah memenuhi SNI. Data yang dihasilkan dibandingkan dan divalidasi dengan *software* SPSS dan diketahui penggunaan *EcoBreeze* mempengaruhi angin yang masuk ke dalam ruangan sehingga teknologi *EcoBreeze* ini dapat menjadi solusi dalam memasukkan angin ke dalam ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwi Harda, I., & Kridarso, E. R. (2022). Teknologi Dan Kultur Dalam Peningkatan Kualitas Hidup Dan Peradaban.
- Firdaus, Z. (2023). Menaklik Ancaman Krisis Energi di Indonesia. detiknews.
- Hadibroto, Y. (2024). Peran Arsitektur dalam Meningkatkan Kesehatan dan Kesejahteraan Penghuni.
- Hidayatulloh, S., & Anisa. (2022). KAJIAN PRINSIP ARSITEKTUR BERKELANJUTAN PADA BANGUNAN PERKANTORAN (STUDI KASUS: GEDUNG UTAMA KEMENTERIAN PUPR). Cemp. Putih Tim., Kec. Cemp. Putih, 5. <https://doi.org/10.17509/jaz.v5i3.31467>
- Imawan, R., & Yasir, A. (2024). State's Right of Control: Concept and Its Corelation for Renewable Energy Use in Indonesia. Jurnal Konstitusi, 21(1), 153–168. <https://doi.org/10.31078/jk2119>
- Judijanto, L., & Al-Amin. (2024). PENERAPAN EKONOMI HIJAU DALAM PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN: ANALISIS LITERATUR TEORITIS DAN EMPIRIS.
- Kamionka, L. W. (2019). Forms of Architectural Detail in Sustainable Design. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 471(9). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/9/092080>

- Kasantikul, B. (2020). Eco-cooler Analysis for Room Temperature Reduction. Dalam MAHASARAKHAM INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING TECHNOLOGY (Vol. 6, Nomor 2).
- Kholiq, I. (2015). PEMANFAATAN ENERGI ALTERNATIF SEBAGAI ENERGI TERBARUKAN UNTUK MENDUKUNG SUBSTITUSI BBM.
- M, S., Marwati, M., & Nursyam, N. (2020). PENERAPAN KONSEP PENGHAWAAN ALAMI PADA DESAIN SANATORIUM DI KABUPATEN GOWA. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 7(1), 112. <https://doi.org/10.24252/nature.v7i1a9>
- Mufida, E. (2024). THERMAL ENVIRONMENTAL CONTROL & INDOOR HEALTH.
- Pratiwi, N., & Arifin, S. S. (2021). ANALISIS PERFORMA MODEL ECO-COOLER SEBAGAI ALTERNATIF BUKAAN ALAMI. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.24252/nature.v8i1a1>
- Prihatmaji, Y. P. (2022). Sustainable Material in Building Sustainability Concept & Model. Dalam *Portfolio on Sustainable Building Technology-Modul* (Vol. 2).
- Purba, E., Turinno, S., Sutrisno, B., & Kamil, B. (2020). BENCHMARKING SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION DI BANGUNAN KOMERSIAL. www.b2tke.bppt.go.id
- Røstvik, H. N. (2021). Sustainable Architecture—What's Next? *Encyclopedia*, 1(1), 293–313. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1010025>
- Suardi. (2014). Problematika Penerapan Prinsip Sustainable Development dalam... Suardi PROBLEMATIKA PENERAPAN PRINSIP SUSTAINABLE DEVELOPMENT DALAM PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PEMENUHAN HAM.
- Sugini. (2024). SUSTAINABLE IDEA SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE.
- Supriyanta. (2024). Keterpaduan Struktur dan Desain Arsitektur yang Berkelanjutan.
- Surya, M. R. (2023). ANALISA MATERIAL BERKELANJUTAN PADA PEMBANGUNAN PERUMAHAN DI SEMARANG.
- Syafira, F. H., Mufida, E., & Hady, M. (2022). PENGHAWAAN ALAMI UNTUK KENYAMANAN TERMAL PADA KASUS BANGUNAN GOR BAMBU RUNCING DI TEMANGGUNG.
- Tjokrorahardjo, A. J. (2024). Energy Efficiency and Conservation.