

OPTIMALISASI SIRKULASI UDARA PADA RESTORAN CHICKEN CRUSH MELALUI PENERAPAN TEKNOLOGI PANEL DARI MATERIAL DAUR ULANG

(Studi Kasus : Chicken Crush, Kaliurang)

M Wahyu Ikhsanul A¹, Sugini², Ilham Bakti³
¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia
Surel: 22512062@students.uii.ac.id

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sirkulasi udara pada Restoran Chicken Crush di Yogyakarta melalui penerapan teknologi panel berbahan daur ulang. Masalah utama yang dihadapi adalah kurangnya ventilasi alami, yang menyebabkan ketidaknyamanan termal bagi pengunjung dan karyawan, terutama pada jam operasional dengan tingkat okupansi tinggi. Kondisi ini dapat menurunkan kualitas pengalaman pelanggan serta produktivitas karyawan. Metode penelitian melibatkan pengukuran kondisi udara eksisting, simulasi aliran udara menggunakan perangkat lunak Computational Fluid Dynamics (CFD), serta evaluasi penerapan teknologi folding panel, louvre panel, dan secondary skin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan louvre panel berbahan daur ulang secara signifikan meningkatkan kecepatan aliran udara hingga mencapai standar kenyamanan termal menurut SNI. Implementasi ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan termal, tetapi juga mendukung keberlanjutan melalui pengurangan konsumsi energi dan pemanfaatan material limbah plastik. Selain itu, desain yang fleksibel memungkinkan adaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan. Kesimpulan dari penelitian ini menggarisbawahi pentingnya inovasi desain arsitektur yang mempertimbangkan efisiensi energi dan kesehatan penghuni. Rekomendasi diberikan untuk mengadopsi teknologi ini pada bangunan komersial serupa, terutama di daerah tropis yang rentan terhadap peningkatan suhu akibat perubahan iklim.

Kata Kunci: Keberlanjutan, louvre panel, material daur ulang, sirkulasi udara, ventilasi alami.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Restoran cepat saji menjadi salah satu fasilitas komersial yang berkembang pesat di kawasan tropis seperti Yogyakarta. Namun, desain bangunan restoran sering kali mengabaikan aspek kenyamanan termal, yang berujung pada ketergantungan tinggi terhadap sistem pendingin udara (AC). Ketergantungan ini tidak hanya berdampak pada tingginya konsumsi energi tetapi juga berkontribusi pada emisi gas rumah kaca yang merusak lingkungan (United Nations, 2020).

Kondisi ini bertentangan dengan tujuan Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDG 3 (*Good Health and Well-being*) yang berfokus pada kesehatan dan kesejahteraan manusia, serta SDG 7 (*Affordable and Clean Energy*), yang menekankan pentingnya akses energi bersih dan terjangkau (United Nations, 2015). Ketidaknyamanan termal di restoran dapat memengaruhi pengalaman pelanggan dan kesehatan karyawan, meningkatkan risiko stres dan kelelahan akibat suhu ruangan yang tidak ideal (Wulandari dan Zulfikri, 2024). Tidak hanya berfokus pada kenyamanan di dalam bangunan, aspek efisiensi energi juga menjadi perhatian utama. Indonesia memiliki sumber daya energi terbarukan yang melimpah dan beragam, namun pemanfaatannya hingga kini masih belum maksimal (Maghzya, 2024).



Gambar 1.SDGs 3 dan 7
Sumber:Google Image

Solusi berbasis arsitektur hijau menjadi penting untuk mengatasi masalah ini. Penerapan teknologi panel berbahan daur ulang, seperti folding panel, louvre panel, dan secondary skin, dapat memaksimalkan ventilasi alami, mengurangi ketergantungan pada AC, dan mendukung efisiensi energi. Pendekatan ini juga sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang mengutamakan efisiensi sumber daya dan pelestarian lingkungan (Esquivias, 2024). Dengan tercapainya tujuan SDGs, diharapkan kesejahteraan bagi seluruh masyarakat dapat tercipta tanpa mengorbankan kelestarian planet, sehingga generasi masa depan tetap dapat memanfaatkan sumber daya yang tersedia (Sugini, 2024). Perancangan juga turut berperan dalam mendukung keberlanjutan dan menciptakan masa depan yang lebih ramah lingkungan bagi generasi yang akan datang. Memanfaatkan material bekas serta plastik daur ulang merupakan langkah cerdas dan bertanggung jawab yang dapat mendorong perubahan dalam cara kita merancang dan membangun (Prihatmaji, 2022)

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan teknologi panel dari material daur ulang guna meningkatkan kenyamanan termal dan efisiensi energi pada Restoran Chicken Crush di Yogyakarta. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi model bagi bangunan komersial lain dalam mendukung SDGs dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

B. Pertanyaan Penelitian

Bagaimanakah inovasi teknologi panel dari material daur ulang untuk dapat mengoptimalkan sirkulasi udara pada bangunan?

C. Tujuan dan Sasaran

Mengembangkan inovasi teknologi panel dari material daur ulang dapat mengoptimalkan sirkulasi udara pada bangunan.

D. Batasan

Batasan penelitian ini mencakup ruang indoor restoran cepat saji, khususnya pada area makan dan pemesanan. Fokus penelitian hanya akan menganalisis permasalahan terkait aliran udara yang dihasilkan akibat kurangnya sirkulasi udara. Penelitian ini juga akan mengevaluasi penerapan beberapa alternatif teknologi, seperti folding panel, louvre panel, dan secondary skin, untuk memaksimalkan aliran udara dalam ruangan.

KAJIAN PUSTAKA

A. Desain Ventilasi Alami

Desain ventilasi alami adalah pendekatan arsitektur yang memanfaatkan aliran udara alami untuk meningkatkan sirkulasi udara di dalam bangunan tanpa memerlukan sistem mekanis seperti kipas atau AC. Tujuan dari desain ini adalah untuk menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan sehat dengan memaksimalkan penggunaan sumber daya alam, seperti angin dan perbedaan suhu (Heryuntia, 2019). Desain ventilasi alami mengandalkan bukaan strategis, seperti jendela dan ventilasi, yang ditempatkan secara tepat untuk memungkinkan udara segar masuk dan udara panas keluar. Ventilasi silang memungkinkan

aliran udara yang efisien di dalam bangunan, meningkatkan kenyamanan termal dan kualitas udara, terutama di iklim tropis (ArchDaily, 2020). Salah satu prinsip ventilasi alami yang efektif adalah efek cerobong, di mana udara panas yang lebih ringan naik ke atas, digantikan oleh udara dingin yang masuk dari bawah, menciptakan aliran sirkulasi alami yang membantu pendinginan bangunan tanpa perlu menggunakan energi tambahan. Ini membantu meningkatkan kenyamanan termal sambil mengurangi penggunaan energi buatan (Pereira, 2020).

Pendekatan ventilasi alami dapat mengurangi ketergantungan pada sistem pendingin mekanis, memperbaiki kualitas udara dalam ruangan, dan meningkatkan kenyamanan termal sambil berkontribusi pada keberlanjutan bangunan (Díaz, 2022). Dengan memaksimalkan aliran udara melalui prinsip desain yang tepat, ventilasi alami mendukung kenyamanan termal serta kualitas udara dalam ruangan yang lebih baik (Septarini, 2024).

B. Kecepatan Angin

Kenyamanan penghawaan dalam ruangan sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin yang mengalir di dalamnya. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 1727-2013) tentang tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan, kecepatan angin harus dikelola dengan baik untuk menciptakan lingkungan yang nyaman bagi penghuni.

Pada ruangan yang menggunakan pendingin udara (AC), kecepatan angin yang ideal adalah antara 0,15 hingga 0,25 meter per detik (m/s). Kecepatan ini memungkinkan adanya pergerakan udara yang cukup untuk menjaga kenyamanan tanpa membuat ruangan terasa terlalu berangin. Sedangkan pada ruangan yang menggunakan ventilasi alami, kecepatan angin yang dianggap nyaman lebih tinggi, yaitu antara 0,25 hingga 0,5 m/s. Hal ini membantu sirkulasi udara lebih efektif dan memberikan efek pendinginan alami pada tubuh penghuni.

Namun, agar penghuni tetap merasa nyaman, kecepatan angin di dalam ruangan tidak boleh melebihi 0,8 m/s. Jika melebihi batas ini, hembusan angin yang terlalu kuat dapat menimbulkan rasa dingin berlebihan atau mengganggu aktivitas penghuni. Oleh karena itu, batas ini ditetapkan untuk memastikan keseimbangan antara kenyamanan dan pengendalian aliran udara.

Pengaturan kecepatan angin yang baik, terutama di lingkungan ber-AC maupun ventilasi alami, sangat penting dalam menciptakan suasana nyaman sesuai dengan kebutuhan penghuni, sekaligus mengurangi potensi ketidaknyamanan yang diakibatkan oleh aliran udara yang terlalu kuat (SNI 1727-2013).

Kecepatan angin bergerak	Pengaruh atas kenyamanan	efek penyegaran (pada suhu 30°C)
< 0,25 m/detik	tidak dapat dirasakan	0°C
0,25–0,5 m/detik	paling nyaman	0,5–0,7°C
0,5–1 m/detik	masih nyaman, tetapi gerakan udara dapat dirasakan	1,0–1,2°C
1–1,5 m/detik	kecepatan maksimal	1,7–2,2°C
1,5–2 m/detik	kurang nyaman, berangin	2,0–3,3°C
>2 m/detik	kesehatan penghuni terpengaruh oleh kecepatan angin yang tinggi	2,3–4,2°C

Gambar 2. Standar Kecepatan Angin Menurut (SNI 1727-2013)

Sumber: Ilmu Fisika Bangunan, Heinz Frick (Hendarto, 2010: 4)

C. Sustainability Architecture

Arsitektur berkelanjutan adalah pendekatan desain bangunan yang bertujuan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, meningkatkan efisiensi energi, serta

memperhitungkan keberlanjutan dalam penggunaan sumber daya alam. Konsep ini melibatkan penerapan prinsip-prinsip ramah lingkungan pada setiap tahap desain dan konstruksi bangunan, mulai dari penggunaan material yang lebih sedikit hingga memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin (Ciputra University, 2024). Dalam arsitektur berkelanjutan, elemen-elemen seperti efisiensi air, kualitas udara dalam ruangan, serta kesejahteraan penghuni juga menjadi perhatian utama, yang berkontribusi pada keseimbangan antara kebutuhan manusia dan pelestarian lingkungan (Febrisky & Rochana, 2024). Ventilasi alami berperan penting dalam mendukung arsitektur berkelanjutan, dengan memberikan efisiensi energi dan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, yang pada gilirannya berkontribusi pada keberlanjutan dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan ramah lingkungan (Sudarwani, 2020).

D. Sustainable Technology

Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology) merujuk pada penerapan inovasi yang dirancang untuk mendukung keberlanjutan lingkungan dan sosial. Teknologi ini berfokus pada penggunaan energi terbarukan, pengurangan emisi karbon, serta optimalisasi sumber daya alam. Contoh dari teknologi berkelanjutan meliputi panel surya, sistem pengolahan air limbah yang efisien, teknologi bangunan hijau, dan kendaraan listrik. Teknologi berkelanjutan juga sering kali memanfaatkan sistem pintar untuk mengelola energi secara efisien, sehingga membantu menurunkan konsumsi energi dan limbah. Penerapan teknologi ini memungkinkan masyarakat modern untuk tetap berkembang tanpa merusak keseimbangan ekosistem bumi. Teknologi berkelanjutan yang melibatkan inovasi dalam penggunaan energi terbarukan dan pengurangan emisi karbon merupakan kunci dalam mendukung keberlanjutan lingkungan, sesuai dengan upaya global untuk mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem (Esquivias, 2024)

E. Material Daur Ulang dari Limbah Plastik

Material Daur Ulang dari Limbah Plastik merupakan solusi inovatif untuk mengurangi volume sampah plastik yang mencemari lingkungan. Plastik daur ulang digunakan kembali sebagai material dalam konstruksi, seperti paving block, bahan insulasi, hingga komponen interior bangunan. Dengan memanfaatkan limbah plastik, kita tidak hanya mengurangi penumpukan sampah di tempat pembuangan akhir, tetapi juga mengurangi kebutuhan akan material baru yang berbasis bahan baku alami, seperti pasir atau beton. Material daur ulang dari limbah plastik yang digunakan dalam konstruksi tidak hanya mengurangi limbah plastik, tetapi juga berkontribusi pada penerapan ekonomi sirkular yang lebih ramah lingkungan, dengan menciptakan produk yang lebih tahan lama dan efisien (Wulandari, 2024). Penggunaannya tidak hanya membantu dalam mengatasi masalah polusi plastik, tetapi juga mengarah pada ekonomi sirkular, di mana bahan baku dapat terus digunakan tanpa menghasilkan limbah yang berlebihan.

F. Sustainable Development

Bangunan berkelanjutan adalah konstruksi yang dirancang dengan pendekatan ramah lingkungan serta memanfaatkan material yang mendukung kelestarian lingkungan, keberlanjutan ekonomi, dan manfaat sosial. Konsep ini diwujudkan melalui proses perencanaan, operasional, pemeliharaan, hingga pembongkaran bangunan di lokasi pembangunannya (Supriyanta, 2024). Pembangunan berkelanjutan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan generasi mendatang, dengan memperhatikan keseimbangan antara aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan (Akhmad, 2020). Prinsip ini mencakup keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan sosial, dan kelestarian lingkungan. Bangunan dirancang oleh individu untuk digunakan sebagai tempat tinggal dan bekerja dengan kenyamanan, efisiensi, serta keamanan, sambil meminimalkan konsumsi energi demi mendukung keberlanjutan

lingkungan (Mufida , 2024). Dalam pembangunan berkelanjutan, perencanaan dan pelaksanaan proyek harus memperhatikan penggunaan sumber daya yang efisien, melestarikan lingkungan hidup, dan mendukung keadilan sosial. Pembangunan ini tidak hanya mengedepankan pertumbuhan fisik dan ekonomi, tetapi juga mempertimbangkan dampaknya terhadap masyarakat dan lingkungan secara menyeluruh. Ini termasuk dalam bagaimana kita merancang infrastruktur, mengelola kota, serta mengembangkan sumber daya alam dengan cara yang berkelanjutan dan bertanggung jawab.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif, dengan pengumpulan data melalui observasi langsung dan pengukuran kecepatan angin yang masuk ke dalam bangunan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan alat anemometer untuk mengetahui kecepatan angin dalam satuan meter per detik (m/s). Pengukuran kecepatan angin dalam bangunan dapat dilakukan dengan menggunakan anemometer untuk memperoleh data yang akurat (Wahyutomo, 2019).



Gambar 3. Lokasi Restoran Chicken Crush
Sumber: Google Maps

Lokasi dari bangunan yang dijadikan studi kasus berada di Jl. Kaliurang No.14,5, Tj. Manding, Umbulmartani, Kec. Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55584.



Gambar 4. Restoran Chicken Crush
Sumber: Google Maps

Bangunan Chicken Crush merupakan salah satu bangunan restoran cepat saji yang berada di area jalan Kaliurang Km 14. Restoran cepat saji ini menjadi restoran yang menarik perhatian diantara restoran cepat saji lain yang ada di deretan jalan Kaliurang karena restoran ini didominasi material kaca. Walaupun secara estetika terlihat menarik namun dikarenakan penggunaan material kaca bangunan ini juga memiliki kekurangan dalam aspek penghawaan. Bangunan ini memang di desain dengan kurangnya alur sirkulasi udara yang memungkinkan kurangnya kenyamanan penghawaan. Hal ini yang dikira menjadi

pertimbangan untuk memilih bangunan ini untuk di *re-design*, untuk menciptakan kenyamanan penghawaan pada bangunan.

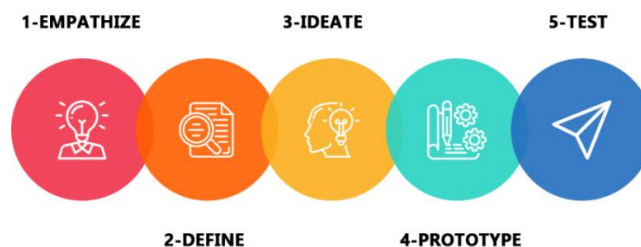


Gambar 5. Ruang makan Restoran Chicken Crush
Sumber: Google Maps

Ruang yang dijadikan objek kajian adalah ruang makan pada Restoran Chicken Crush.

Tabel 1. Variabel, Parameter dan Indikator

Variabel Independent: Bukaan ventilasi angin dengan material daur ulang atau alami.	Parameter: Bentuk, ukuran, luasan bukaan.	Indikator: Angin yang masuk kedalam bangunan secara optimal.
Variabel Dependent: Tingkat kenyamanan termal suatu ruang bangunan.	Parameter: Kecepatan angin yang masuk ruang.	Indikator: Kecepatan angin diukur sesuai dengan standar SNI(1727-2013), yang mengharuskan area indoor memiliki kecepatan angin minimal 0,25 m/s untuk mencapai tingkat kenyamanan termal.
Variabel Kontrol: Penggunaan material yang sama	Parameter : Material daur ulang plastik.	Indikator : Tingkat kemudahan material untuk didaur ulang dan potensi material untuk digunakan kembali setelah pemakaian pertama untuk mendukung keberlanjutan.



Gambar 6. Skema Metode

Sumber: <https://conference.upgris.ac.id/index.php/infest/article/download/5630/4363/17056>

Tahapan desain dilakukan dengan 5 tahapan *design thinking* . Pada tahap pertama, dilakukan identifikasi masalah di restoran Chicken Crush di Jl. Kaliurang Km 14. Observasi dan pengukuran kecepatan angin di area ruang makan dan pemesanan menunjukkan bahwa aliran udara yang tidak optimal menjadi keluhan utama pengunjung dan karyawan ,

suasana kafe yang nyaman, termasuk sirkulasi udara yang baik, dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan mendorong kunjungan ulang (Sihombing, 2024).

Setelah masalah teridentifikasi, tahap selanjutnya adalah pengumpulan data tambahan mengenai desain arsitektur restoran, posisi jendela, ventilasi, dan kondisi iklim lokal. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan alat enviro meter untuk menghasilkan data yang menjadi dasar bagi analisis lebih lanjut. Upaya pencegahan penurunan kualitas udara dalam ruangan dapat dilakukan dengan meningkatkan sirkulasi udara melalui penambahan ventilasi mekanik atau buatan (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2023).

Berdasarkan analisis tersebut, dikembangkan alternatif desain untuk memaksimalkan aliran udara di ruang restoran. Beberapa solusi yang dieksplorasi meliputi penggunaan *folding panel* yang dapat dibuka dan ditutup untuk meningkatkan sirkulasi udara, *louvre panel* yang mengarahkan aliran udara secara optimal tanpa menghalangi masuknya cahaya alami, serta *secondary skin*, yakni lapisan tambahan yang meningkatkan ventilasi alami. Prinsip arsitektur tropis menekankan pentingnya sirkulasi udara yang optimal melalui sistem ventilasi silang dan desain bangunan yang sesuai dengan iklim lokal.

Setelah alternatif desain dikembangkan, tahap berikutnya adalah pembuatan prototipe dalam bentuk model 3D menggunakan perangkat lunak Archicad. Model ini menggambarkan bagaimana teknologi panel yang diusulkan dapat diterapkan pada restoran untuk meningkatkan sirkulasi udara dengan lebih efektif. Dalam perancangan kafe dan ruang kerja, kualitas udara ruangan menjadi faktor penting yang memengaruhi kenyamanan dan produktivitas.

Pada tahap terakhir, dilakukan uji coba dan validasi desain. Simulasi aliran udara menggunakan perangkat lunak memungkinkan evaluasi desain penghawaan secara lebih efisien dan akurat (Kamila, 2020). Ruang secara umum harus dilengkapi dengan ventilasi, minimal 10% luas lantai dengan sistem ventilasi silang, untuk memastikan kualitas udara yang baik (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Secara Umum



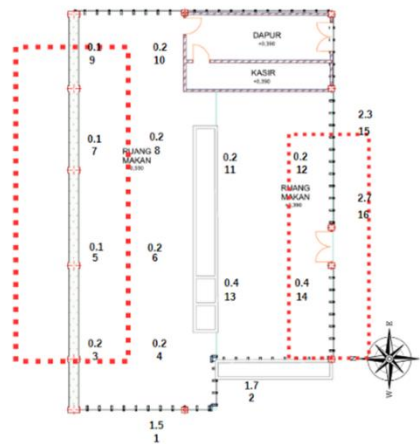
Gambar 7. Denah dan Bangunan

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Bangunan eksisting yang dipilih sebagai studi kasus menunjukkan bahwa interior ruangan mengalami kecepatan angin yang tidak nyaman akibat kurangnya akses angin. Untuk mengatasi masalah ini, direncanakan penerapan teknologi *secondary skin* berupa *folding panel* di sisi barat dan selatan restoran. Desain panel yang dapat dilipat ini memungkinkan penyesuaian berdasarkan posisi matahari dan waktu, serta terbuat dari komposit daur ulang sampah plastik, yang memberikan insulasi yang baik. Implementasi *folding panel* diharapkan dapat mengoptimalkan sirkulasi udara alami, meningkatkan kenyamanan, dan mengurangi ketergantungan pada sistem pendingin buatan.

Desain ini juga mendukung prinsip keberlanjutan, memanfaatkan angin sebagai sumber daya alami dan mengurangi konsumsi energi. Selain itu, keberadaan panel komposit dari plastik daur ulang tidak hanya meningkatkan kenyamanan tetapi juga berkontribusi positif terhadap lingkungan dengan mengubah limbah menjadi peluang. Alternatif lain yang dirancang adalah louvre panel, yang memiliki bilah yang dapat diatur sudutnya untuk mengontrol aliran udara dan cahaya, serta menggunakan material komposit daur ulang dan bambu, menciptakan solusi yang berkelanjutan dan efisien.

Data Pengukuran Objektif



Gambar 8. Analisa Ruang dan Titik Pengukuran Restoran Chicken Crush
Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

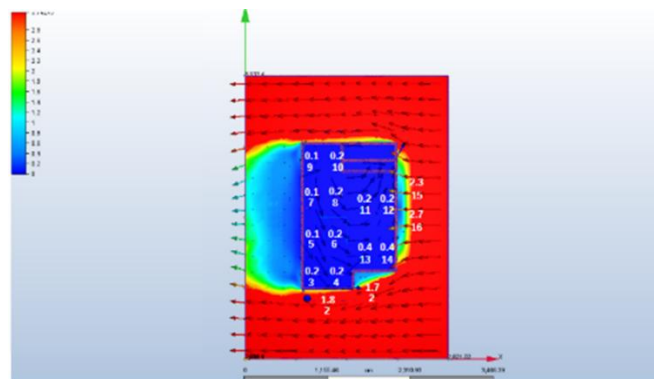
Tabel 2. Data Pengukuran Objektif

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.5	1.7	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	2.3	2.7

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Dari hasil pengukuran kecepatan angin pada ruang makan Restoran Chicken Crush Kaliurang, mengalami kecepatan angin yang kurang nyaman berdasarkan SNI 1727-2013 yaitu dengan rata-rata kecepatan angin 0.2 m/s, akibat kurangnya akses masuknya angin kedalam ruang. Berdasarkan data kenyamanan angin yang dikumpulkan mengindikasikan bahwa angin di bangunan ini dapat meningkat secara signifikan dan memberi ketidaknyamanan bagi pengunjung.

Simulasi Eksisting



Gambar 9. Hasil Simulasi Eksisting
Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Tabel 3. Data Simulasi Eksisting

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.8	1.7	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	2.3	2.7

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Dalam simulasi yang dilakukan dengan software cfd terhadap bangunan, hasil menunjukkan bahwa area masuk dan bagian depan bangunan mengalami sirkulasi udara yang kurang optimal dengan kecepatan angin 0.2 m/s, hasil simulasi menunjukkan kenyamanan yang kurang berdasarkan standar SNI. Hal ini menyebabkan akumulasi panas, membuat suhu di area tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan bagian lain bangunan. Untuk mengatasi masalah ini, teknologi akan dirancang untuk diterapkan pada bagian selatan dan utara bangunan. Dengan implementasi teknologi ini, diharapkan kenyamanan pengunjung dapat meningkat, serta meningkatkan efisiensi energi bangunan secara keseluruhan.

Alternatif Teknologi Desain

Terdapat beberapa pilihan desain yang berbeda, yang masing-masing diterapkan berdasarkan studi preseden yang telah dilakukan. Berikut adalah tiga pilihan teknologi desain yang digunakan pada bangunan eksisting.

A. Folding Panel

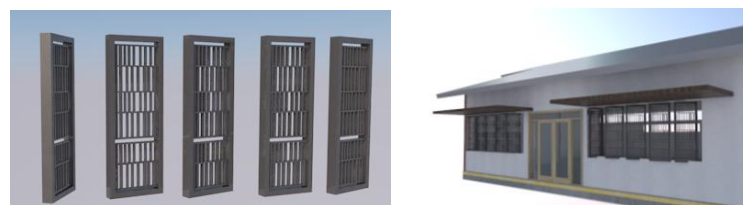


Gambar 10. 3D Folding Panel

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Folding panel merupakan inovasi desain yang dapat dilipat dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan, seperti posisi matahari dan kecepatan angin. Dengan pengaturan yang dinamis, panel ini memungkinkan pengendalian aliran udara yang masuk ke dalam ruangan, serta membantu mengurangi akumulasi panas. Material yang digunakan material komposit daur ulang, material ini juga mampu memantulkan radiasi panas, meningkatkan insulasi, dan secara signifikan menurunkan suhu di dalam bangunan.

B. Louvre Panel



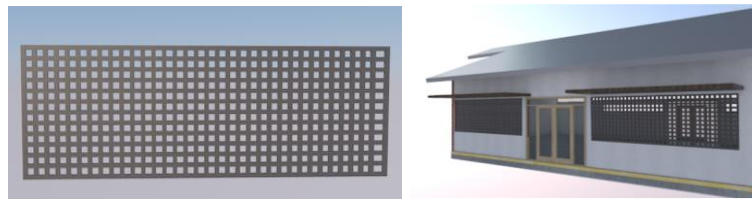
Gambar 11. 3D Louvre Panel

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Louvre panel berfungsi untuk mengatur aliran udara dan cahaya dengan bilah yang dapat diatur sudutnya. Teknologi ini memungkinkan udara segar masuk sambil melindungi ruangan dari hujan dan elemen eksternal lainnya. Penempatan *louvre panel* di luar bangunan dapat menciptakan jalur aliran udara yang efektif, mengurangi beban termal, dan

meningkatkan efisiensi energi, sehingga menciptakan suasana yang lebih nyaman bagi penghuni.

C. Secondary Skin Grid Panel



Gambar 12. 3D Grid Panel

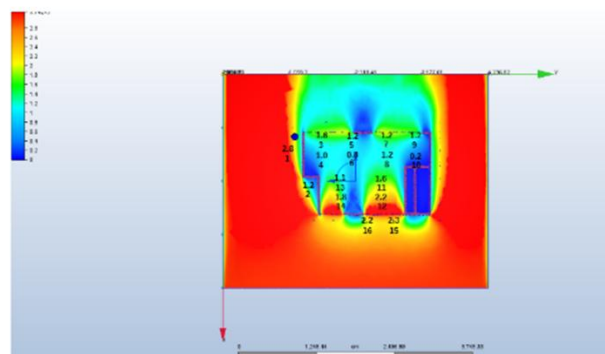
Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Secondary skin grid panel adalah elemen tambahan yang berfungsi sebagai lapisan luar bangunan untuk meningkatkan kinerja ventilasi. Dengan desain *grid* yang terbuka, *panel* ini memungkinkan udara mengalir bebas sambil mengurangi penetrasi sinar matahari langsung. Penerapan teknologi ini tidak hanya mendukung ventilasi alami tetapi juga meningkatkan daya tarik visual bangunan.

Simulasi Teknologi Desain

A. Simulasi Desain Folding Panel

Dalam simulasi yang dilakukan terhadap bangunan yang telah dirancang teknologi folding panel, hasil menunjukkan bahwa bangunan mengalami sirkulasi udara yang sudah cukup optimal, dengan kecepatan angin 1.2 m/s, hasil simulasi menunjukkan kenyamanan yang kurang dan kecepatan maksimal berdasarkan standar SNI. Teknologi ini membantu mengurangi suhu internal tanpa bergantung pada pendingin udara konvensional. Selain itu, integrasi material yang ramah terhadap udara luar dan pengaturan panel dapat mengalirkan udara segar dari luar sekaligus mengusir udara panas.



Gambar 13. Hasil Simulasi Folding Panel

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Tabel 4. Data Simulasi Folding Panel

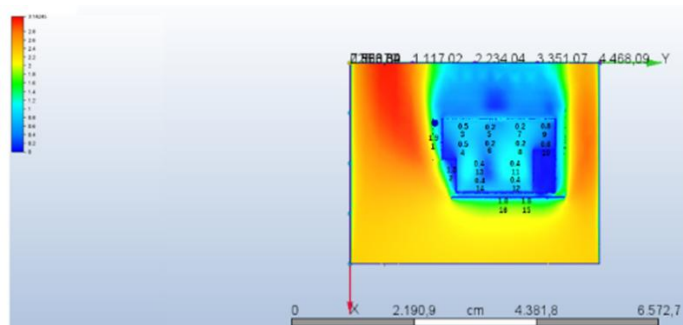
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2.8	1.2	1.6	1.0	1.2	0.8	1.2	1.2	1.2	0.2	1.6	2.2	1.1	1.8	2.3	2.2

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

B. Simulasi Desain Louvre Panel

Hasil simulasi penerapan louvre panel pada sebuah bangunan menunjukkan hasil dengan kecepatan angin 0.4 m/s, hasil simulasi menunjukkan kenyamanan yang paling nyaman berdasarkan standar SNI. Simulasi ini memfokuskan pada bagaimana teknologi ini

mempengaruhi sirkulasi udara, pengurangan beban panas, serta keseimbangan antara ventilasi dan perlindungan dari cuaca.



Gambar 14. Hasil Simulasi *Louvre Panel*

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

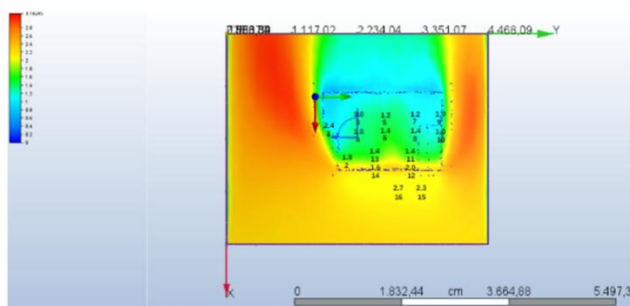
Tabel 5. Data Simulasi *Louvre Panel*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.9	1.3	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	1.8	1.8

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

C. Simulasi Desain *Secondary Skin Grid Panel*

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan teknologi secondary skin grid panel pada bangunan secara signifikan meningkatkan aliran angin alami yang cukup kencang ke dalam ruang-ruang internal, dengan kecepatan angin 1.3 m/s, hasil simulasi menunjukkan kenyamanan yang kurang dan kecepatan maksimal berdasarkan standar SNI. Louvre panel dirancang untuk memaksimalkan ventilasi silang dengan memungkinkan udara segar masuk, sementara tetap menghalangi radiasi matahari langsung.



Gambar 15. Hasil Simulasi *Grid Panel*

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Tabel 6. Data Simulasi *Grid Panel*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2.4	1.8	1.0	1.0	1.2	1.4	1.2	1.4	1.0	1.0	1.4	2.0	1.4	1.6	2.3	2.7

Sumber : Dokumentasi Penulis diakses pada Oktober 2024

Pembandingan 3 Alternatif Teknologi Desain

Dalam membandingkan tiga alternatif teknologi desain panel, yaitu Alternatif 1 (*Folding Panel*), Alternatif 2 (*Louvre Panel*), dan Alternatif 3 (*Secondary Skin Grid Panel*), beberapa aspek dapat dilihat dari sudut pandang estetika, fungsi, dan konstruksi.

Estetika pada masing-masing panel menunjukkan perbedaan yang mencolok. Alternatif 1 (*Folding Panel*) menawarkan desain dinamis yang memungkinkan perubahan fasad signifikan, menciptakan kesan modern dan futuristik, meskipun sedikit mengurangi kesan

minimalis. Sementara itu, Alternatif 2 (*Louvre Panel*) menciptakan tampilan elegan, rapi, dan fungsional dengan nuansa modern, memberikan kesan linier yang estetis dan dinamis, cocok untuk arsitektur minimalis hingga industrial. Sedangkan Alternatif 3 (*Secondary Skin Grid Panel*) menggunakan *grid panel* yang memiliki daya tarik geometris yang tegas dan simetris, cocok untuk visual yang berani, namun desainnya kurang dinamis jika dibandingkan dengan *folded* atau *louvre panel*.

Dari sisi fungsi, Alternatif 1 menawarkan fleksibilitas tinggi, dengan panel yang dapat dibuka atau ditutup sesuai kebutuhan, meskipun pengoperasiannya memerlukan pemeliharaan, baik manual maupun otomatis. Alternatif 2 lebih unggul dalam mengatur pencahayaan dan ventilasi, menjaga privasi, serta meningkatkan kenyamanan termal dengan meminimalkan panas dan memaksimalkan sirkulasi udara. Alternatif 3 memiliki keterbatasan dalam pengendalian lingkungan karena meskipun mengurangi sinar matahari langsung, efektivitasnya dalam ventilasi dan suhu kurang optimal, menjadikannya lebih sebagai elemen estetika daripada solusi termal.

Dalam hal konstruksi, Alternatif 1 memerlukan engsel atau rel berkualitas tinggi untuk memastikan keandalan dan daya tahan, dengan pemasangan yang lebih kompleks dan memerlukan keahlian teknis yang lebih tinggi. Alternatif 2 dirancang modular untuk kemudahan pemasangan, menggunakan material tahan lama serta membutuhkan perawatan minimal. Sudut panel yang dapat diatur menawarkan fleksibilitas tinggi tanpa menambah kompleksitas struktur. Alternatif 3 memiliki struktur sederhana dan relatif mudah dipasang, dengan bahan yang sering kali lebih ringan dan tidak memerlukan mekanisme kompleks, yang mengurangi biaya. Namun, kesederhanaannya membuat fungsionalitas adaptifnya terbatas.

Berikut perbandingan hasil dari setiap alternatif berdasarkan aspek utilitas, firmitas, dan venustas. Dari analisis aspek-aspek tersebut, dapat ditentukan alternatif terbaik yang tetap memenuhi standar yang berlaku.

KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi dengan aplikasi cfd diketahui keadaan ruang makan bangunan eksisting sebelum penggunaan teknologi adalah kurang nyaman karena kurangnya kecepatan angin yang masuk (ketinggian 1000 cm sebesar 0.2 m/s). Namun setelah disimulasikan dengan penggunaan inovasi teknologi *Louvre Panel* dari limbah plastik, angin yang masuk ke dalam bangunan dapat bertambah (ketinggian 1000 cm sebesar 0.4 m/s) sehingga membuat angin yang masuk nyaman bagi pengunjung dan tidak menimbulkan kenyamanan yang kurang lagi. Data yang dihasilkan kemudian dibandingkan dan divalidasi dengan aplikasi SPSS dan diketahui penggunaan *Louvre Panel* mempengaruhi angin yang masuk ke dalam ruangan sehingga inovasi *Louvre Panel* ini dapat menjadi solusi dalam menambah kecepatan angin sehingga menjadi nyaman yang cukup di dalam ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, A., "Pembangunan berkelanjutan: Konsep dan tantangan dalam pelaksanaannya," *Jurnal Ekonomi Berkelanjutan*, vol. 5, no. 2, pp. 1-10, 2020.
- ArchDaily, "*Back to Basics: Natural Ventilation and its Use in Different Contexts*," 2020.
- Ciputra University, "Arsitektur Berkelanjutan: Membangun Masa Depan yang Ramah Lingkungan," 2024.
- Díaz-López, C., Serrano-Jiménez, A., Verichev, K., & Barrios-Padura, A., "Strategi pendinginan alami untuk mengoptimalkan keberlanjutan dan ergonomi lingkungan di sekolah-sekolah Mediterania berdasarkan tinjauan kritis," *Build. Environ.*, vol. 221, p. 109297, 2022.

- Esquivias, M. A., "Menuju Energi Terbarukan: Tantangan Global dan Langkah-Langkah Keberlanjutan di Indonesia," Universitas Airlangga, 2024.
- Febrisky, I., & Rochana, P., "Kajian Prinsip Arsitektur Berkelanjutan pada Kantor Gerbang Tol Kartasura," *SIAR V 2024: Seminar Ilmiah Arsitektur*, 573-579, 2024.
- Hafez, F. S., et al., "Energy Efficiency in Sustainable Buildings: A systematic review with taxonomy, challenges, motivations, methodological aspects, recommendations, and pathways for future research," *Energy Strategy Reviews*, 2022.
- Heryuntia, A., Brigitta, B., Faiz, F., Putra, G. A., Iswati, T. Y., & Setyaningsih, W., "Ventilasi alami sebagai strategi arsitektur hijau pada bangunan tinggi studi kasus pada desain apartemen umum di kota Madiun," *Jurnal SenTHong*, vol. 2, no. 1, p. 253, 2019.
- Indonesian National Standard, "SNI 1727-2013: Thermal Comfort in Indoor Spaces," Jakarta: National Standardization Agency of Indonesia, 2013.
- Kamilia, F., "Preferensi Konsumen dalam Memilih Restoran *All You Can Eat* yang Ada di Kota Bandung (Studi Komparasi pada Restoran Jepang dan Korea)," Universitas Pendidikan Indonesia, 2020.
- Maghzaya, A. R., "ACOUSTIC DESIGN FOR A SUSTAINABLE BUILDING-SUSTAINABLE ACOUSTIC AND LIGHTING FOR BUILDING," 2024.
- Mufida, E., "Direct and Indirect linkages of thermal comfort with Sustainable Development Goals (SDG)," 2024.
- Pereira, M., "Cross Ventilation, the Chimney Effect and Other Concepts of Natural Ventilation," 2020.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kualitas Lingkungan Kerja," 2023.
- Perfect Pollucon Services, "Effects of Poor Ventilation," 2023.
- Prihatmaji, Y. P., "Sustainable Material in Building Sustainability Concept & Model," Sep. 2022.
- Septarini, B., "Membangun Masa Depan yang Berkelanjutan: Arsitektur Hemat Energi," 2024.
- Sihombing, P., "Pengaruh Cafe Atmosphere dan Variasi Menu Terhadap Revisit," Repository Universitas Medan Area, 2024.
- Sugini, "SUSTAINABLE IDEA SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE," 2024.
- Supriyanta, "Keterpaduan Struktur dan Desain Arsitektur yang Berkelanjutan," 2024.
- Sudarwani, M., "Penerapan *green architecture* dan *green building* sebagai upaya pencapaian *sustainable architecture*," 2020.
- United Nations, "Goal 7—Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy for All," 2020.
- United Nations, "Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development," United Nations General Assembly, 2015.

Wahyutomo, A., "Analisis Pengaruh Bukaian Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Kuliah di Gedung A Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang," Skripsi. Universitas Brawijaya, 2019.

Wulandari, R., & Zulfikri, "Analisa Penghawaan dan Pencahayaan terhadap Kenyamanan Termal pada Rindang Cafe and Eatery Palembang," 2024.

Wulandari, R., "Ekonomi Sirkular, Satu Langkah Menuju Ekonomi Ramah Lingkungan," 2024.