

BAMBU SEBAGAI DINDING FASAD DALAM KONSEP VILLA BOHEMIAN DENGAN PENDEKATAN ECO-GREEN

Sabilla Rebcha Rahmawati

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
d300210101@student.ums.ac.id

Suharyani

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
SS207@ums.ac.id

ABSTRAK

Eksplorasi penggunaan bambu sebagai alternatif material ramah lingkungan dalam desain villa dengan konsep Bohemian di Yogyakarta, dibandingkan dengan beton yang memiliki jejak karbon tinggi. Dengan menerapkan metode Life Cycle Assessment (LCA), analisis emisi karbon dari kedua material yang dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan bambu menghasilkan emisi sebesar 2,889 kg CO₂, jauh lebih rendah dibandingkan 10,638 kg CO₂ dari beton. Bambu tidak hanya menawarkan keunggulan tetapi juga mendukung pengembangan ekonomi lokal. Meskipun ada tantangan seperti sensitivitas terhadap kelembapan, potensi bambu untuk menggantikan material konvensional sangat signifikan dalam konteks arsitektur berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendorong praktik pembangunan yang lebih ramah lingkungan di Indonesia serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya pemilihan material dalam desain bangunan

KEYWORDS:

Bambu; Beton; Jejak Karbon; Eco-green

PENDAHULUAN

Arsitektur berkelanjutan merupakan paradigma baru dalam bidang arsitektur yang menitikberatkan pada penggunaan material yang ramah lingkungan serta desain yang hemat energi. Dalam penelitian ini, objek yang akan diteliti adalah sebuah lahan yang akan direncanakan pembangunan Villa dengan Konsep Bohemian yang berlokasi di Yogyakarta. Dengan perencanaan bambu sebagai material pengganti dinding pada area fasad Villa.

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan kebutuhan akan pembangunan yang berkelanjutan, penggunaan material ramah lingkungan dalam arsitektur menjadi semakin penting. Salah satu material yang menjanjikan dalam konteks ini adalah bambu, yang dikenal karena sifatnya yang cepat tumbuh, kuat, dan fleksibel.

Bambu tidak hanya memiliki potensi untuk menggantikan material konvensional seperti beton, tetapi juga menawarkan keunggulan dalam hal keberlanjutan dan dampak lingkungan yang lebih rendah. Dalam konteks desain arsitektur, khususnya dalam konsep villa

Bohemian yang mengedepankan estetika dan kebebasan ekspresi, penggunaan bambu sebagai dinding fasad dapat menciptakan harmoni antara keindahan dan keberlanjutan (Hartono et al., 2022).

Villa dengan Konsep Bohemian, yang dikenal dengan gaya desain yang eklektik dan bebas, memberikan ruang bagi eksplorasi material yang tidak konvensional. Bambu, dengan tekstur dan warna alaminya, dapat memperkaya estetika bangunan sekaligus memenuhi prinsip-prinsip desain berkelanjutan. Namun, meskipun bambu memiliki banyak keunggulan, tantangan dalam penggunaannya, seperti sensitivitas terhadap kelembapan dan potensi serangan hama, perlu diperhatikan (Idris et al., 2023).

Di sisi lain, beton, meskipun kuat dan tahan lama, memiliki jejak karbon yang tinggi dan dampak lingkungan yang signifikan selama proses produksinya (Wu, 2023). Oleh karena itu, penting untuk membandingkan kedua material ini dalam konteks keberlanjutan dan dampaknya terhadap lingkungan.

Bambu sebagai alternatif material ekologis tidak hanya menawarkan solusi untuk mengurangi dampak negatif dari pembangunan, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan ekonomi lokal, terutama di daerah-daerah di mana bambu tumbuh secara alami.

Kuncoro dkk. Menekankan bahwa penggunaan material alternatif seperti bambu dapat membantu mengurangi dampak lingkungan dari konstruksi (Kuncoro et al., 2021). Permasalahan utama yang dihadapi dalam penelitian ini adalah bagaimana membandingkan emisi karbon dari fasad bambu dan beton dalam konteks desain yang berkelanjutan serta pemilihan jenis bambu apa yang cocok digunakan untuk material fasad pada bangunan.

Dengan menggunakan metode Life Cycle Assessment (LCA), penelitian ini akan memberikan gambaran yang lebih jelas tentang dampak lingkungan dari kedua material tersebut.

Life Cycle Assessment (LCA) adalah alat yang efektif untuk memancarkan dampak lingkungan dari produk atau sistem sepanjang siklus hidupnya, dari ekstraksi bahan baku hingga akhir masa pakai (Putra, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk memberikan wawasan tentang dampak lingkungan dari penggunaan bambu dan beton, tetapi juga untuk mendorong praktik pembangunan yang lebih berkelanjutan di Indonesia. Tujuan Penelitian ini untuk melakukan analisis emisi karbon dari fasad bambu dan beton dalam desain Villa Serrenita Yogyakarta dengan mempertimbangkan beberapa aspek penting sebagai berikut :

1. Membandingkan emisi karbon yang dihasilkan dari penggunaan fasad bambu dan beton.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan arsitektur berkelanjutan di Indonesia dengan menyoroti potensi bambu sebagai material alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan beton.
3. Mengevaluasi jenis bambu yang paling sesuai untuk digunakan dalam fasad

villa dan menerapkan desain yang sejalan dengan konsep bohemian.

Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kebijakan pengembangan dan praktik arsitektur yang lebih ramah lingkungan, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya pemilihan material dalam desain bangunan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Metode LCA (*Life Cycle Assessment*) yang menghasilkan data numerik yang dapat diukur dan dibandingkan.

LCA memungkinkan analisis emisi karbon dari kedua material, bambu dan beton sepanjang siklus hidup, mulai dari ekstraksi bahan baku hingga tahap pembuangan. Dengan pendekatan ini, penelitian dapat memberikan evaluasi yang komprehensif dan berbasis data mengenai dampak lingkungan dari penggunaan kedua materi tersebut.

Berdasarkan tujuan penelitian didapatkan tiga parameter dan sepuluh indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan produk.

Tabel 1. Parameter dan Indikator Penelitian

Parameter	Indikator
Emisi Karbon Total	Koefisien Emisi Karbon Emisi Karbon per Unit Material Total Emisi Selama Siklus Hidup
Koefisien Emisi Karbon	Potensi Penyerapan Karbon Perbandingan Emisi antara bambu dan beton Pengurangan Emisi dengan penggunaan Bambu
Evaluasi Jenis Bambu	Karakteristik Mekanis Estetika Ketersediaan dan Keberlanjutan sumber bambu Potensi Penyerapan Karbon dari berbagai jenis bambu

Langkah-langkah pengembangan yang dilakukan yaitu menggunakan pendekatan *Research Based Design*. Tahapan pendekatan *Research Based Design* yang dilakukan yaitu :

1. Identifikasi Masalah
Mengidentifikasi masalah terkait emisi karbon dari penggunaan fasad bambu dan beton dalam desain Villa.
2. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data terkait emisi karbon, penggunaan energi, dan sumber daya yang digunakan dalam produksi kedua material, termasuk informasi tentang jenis bambu yang potensial untuk digunakan.

3. Analisis Data

Menganalisis data yang diperoleh untuk menentukan total emisi karbon, koefisien emisi, dan potensi penyerapan karbon dari masing-masing material.

4. Pengembangan Desain

Mengembangkan desain arsitektur yang mengintegrasikan hasil analisis, dengan fokus pada penggunaan bambu sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan serta potensi dampak lingkungan dari penggunaan jenis bambu yang dipilih.

Berdasarkan tahapan mencari data di atas, untuk mendapatkan hasil penelitian maka dilakukan analisis untuk mengukur tingkat kesesuaian data dengan indikator yang ada. Pada tahap inventarisasi siklus hidup, data dikumpulkan mengenai input dan output dari setiap tahap, termasuk ekstraksi bahan baku, produksi, penggunaan, dan pembuangan. Hasil dari analisis ini akan digunakan untuk menghitung total emisi karbon dan potensi penyerapan karbon, serta untuk membandingkan dampak lingkungan dari kedua material. Selanjutnya, interpretasi hasil akan memberikan wawasan yang mendalam tentang keberlanjutan penggunaan fasad bambu dibandingkan dengan beton dalam konteks desain arsitektur yang lebih ramah lingkungan. Evaluasi jenis bambu yang akan dilakukan akan mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk karakteristik mekanis, estetika, dan ketersediaan sumber daya. Dengan menganalisis berbagai jenis bambu, dapat ditentukan jenis yang paling sesuai untuk aplikasi fasad, sehingga tidak hanya memenuhi standar keberlanjutan tetapi juga mendukung desain yang harmonis dengan konsep bohemian.

HASIL PENELITIAN

Desain Fasad Pada Villa

Dalam konteks desain villa yang berkelanjutan, penggunaan fasad bambu dan

beton menghadapi beberapa masalah terkait emisi karbon yang perlu diidentifikasi.

Meskipun bambu merupakan material terbarukan dengan jejak karbon yang lebih rendah, proses pengolahan dan perlakuan khusus untuk meningkatkan ketahanannya terhadap kelembapan dan serangan hama dapat menambah emisi karbon (Kumar et al., 2020). Di sisi lain, produksi beton, yang merupakan salah satu penyumbang emisi karbon terbesar, terutama disebabkan oleh proses pembuatan semen yang sangat energi-intensif, berpotensi meningkatkan jejak karbon bangunan secara keseluruhan (Churkina et al., 2020).

Bambu memberikan nilai estetika dan fungsionalitas yang unik, namun perbedaan sifat mekanis antara bambu dan beton memerlukan pendekatan desain yang cermat untuk memastikan integritas struktural (Trianingsih, 2021). Penggunaan beton sebagai fasad dapat meningkatkan biaya dan dampak lingkungan, sedangkan limbah bambu dapat terurai secara alami tetapi tetap memerlukan pengelolaan yang baik (Arginuring, 2022). Sebaliknya, limbah beton sulit terurai dan sering kali memerlukan pemrosesan tambahan untuk didaur ulang (Chandra et al., 2023).

INVENTARISASI SIKLUS HIDUP

Life Cycle Inventory (LCI) akan mencakup pengumpulan data terkait dengan konsumsi sumber daya, energi, dan emisi yang dihasilkan sepanjang siklus hidup kedua material tersebut. Proses ini dimulai dari tahap ekstraksi bahan baku, di mana data mengenai jumlah bambu dan beton yang digunakan, serta energi yang diperlukan untuk proses produksi.

Ekstraksi Bahan Baku

Proses pengambilan bahan mentah dari alam yang diperlukan untuk produksi material.

Tabel 2. Analisis Proses Ekstraksi Bahan Baku

Material	Input	Output
Bambu	Air	Biomassa Bambu
	Nutrisi	Emisi CO ₂ = 0 - 10 kg CO ₂ eq/m ³
Beton	Energi	Limbah bahan baku
	Pasir, Kerikil, Air	
	Semen	

Bambu sebagai material terbarukan memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan ekstraksi bahan baku untuk beton, seperti semen dan agregat.

Produksi

Proses di mana bahan baku diolah menjadi produk akhir.

Tabel 3. Analisis Proses Produksi

Material	Input	Output
Bambu	Bahan Pengawet	Produk Bambu Siap Pakai
	Energi untuk Proses Pengawetan	Emisi CO ₂ = 0 - 10 kg CO ₂ eq/m ³
Beton	Semen, Agregat, Air	Total emisi = 442 kg CO ₂ eq/m ³

Produksi beton menghasilkan emisi karbon yang jauh lebih tinggi, terutama dari proses pembuatan semen, yang menyumbang sekitar 60% dari total emisi karbon beton. Sebaliknya, produksi bambu menghasilkan emisi yang lebih rendah karena prosesnya yang lebih sederhana dan efisien.

Transportasi

Proses pemindahan material dari lokasi produksi ke lokasi konstruksi. Ini mencakup penggunaan kendaraan berat yang dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca. Lokasi diasumsikan berjarak 100km untuk bambu dan 50km untuk beton.

Tabel 4. Analisis Proses Transportasi

Material	Input	Output
Bambu	Energi untuk transportasi Kendaraan	Emisi CO ₂ = 10 kg CO ₂ eq/m ³ (100 km)
Beton	Energi untuk transportasi Kendaraan	Emisi CO ₂ = 7,5 kg CO ₂ eq/m ³ (50 km)

Untuk bambu, emisi yang dihasilkan adalah 10 kg CO₂ ekuivalen per meter kubik (kg CO₂ eq/m³) untuk jarak transportasi sejauh 100 km. Ini menunjukkan bahwa meskipun bambu memiliki jejak karbon yang lebih tinggi dalam transportasinya, jarak yang lebih jauh dapat berkontribusi pada total emisi. Di sisi lain, untuk beton, emisi yang dihasilkan adalah 7,5 kg CO₂ eq/m³ untuk jarak transportasi 50 km. Meskipun jarak ini lebih pendek dibandingkan dengan transportasi bambu, emisi per unit volume beton tetap lebih rendah.

Penggunaan

Proses di mana material digunakan dalam konstruksi bangunan atau infrastruktur.

Selama tahap ini, material dapat mengalami perubahan fisik dan kimia.

Tabel 5. Analisis Proses Penggunaan

Material	Input	Output
Bambu	Pemeliharaan dan Perawatan	Penyimpanan karbon = 187 kg CO ₂ eq/m ³ Emisi bersih = 177 kg CO ₂ eq/m ³
Beton	Pemeliharaan dan perawatan	Emisi bersih = 492 kg CO ₂ eq/m ³

Bambu memiliki sifat insulasi alami yang dapat meningkatkan efisiensi energi bangunan, mengurangi kebutuhan pendinginan atau pemanasan tambahan.

Pembuangan

Proses akhir di mana material yang tidak terpakai atau sudah tidak digunakan lagi dibuang atau didaur ulang.

Tabel 6. Analisis Proses Pembuangan

Material	Input	Output
Bambu	Energi untuk pembongkaran	Emisi pembuangan = 5 kg CO ₂ eq/m ³
Beton	Energi untuk pembongkaran	Emisi pembuangan = 50 kg CO ₂ eq/m ³

Limbah dari bambu dapat terurai secara alami, sementara beton memerlukan pengelolaan limbah yang lebih rumit dan dapat menghasilkan limbah yang sulit didaur ulang.

Perhitungan Emisi Karbon Seluruh Siklus Hidup Material

Selanjutnya menghitung total emisi karbon dari seluruh siklus hidup material setelah tahap Inventarisasi Siklus Hidup (Life Cycle Inventory) yang dihasilkan dari dinding fasad dengan panjang 9 m dan tinggi 3 m menggunakan dua material, yaitu bambu dan beton.

Luas Dinding Fasad = 9 x 3 = 27 m²

Data LCI dan Faktor Emisi
 Bambu = 0,107 kg CO₂/m²
 Beton = 0,394 kg CO₂/m²

Rumus Total Emisi Bambu :

Total Emisi Bambu = Luas ×
Faktor Emisi Bambu

Total Emisi Bambu
 = 27m² × 0,107kg CO₂/m²
 = 2,889 kg CO₂

Rumus Total Emisi Beton :

$$\text{Total Emisi Beton} = \text{Luas} \times \text{Faktor Emisi Beton}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Emisi Beton} &= 27\text{m}^2 \times 0,394 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2 \\ &= 10,638\text{kg CO}_2 \end{aligned}$$

Total Emisi Karbon Seluruh Siklus Hidup

- Total emisi karbon dari dinding fasad menggunakan Bambu = 2,889 kg CO₂
- Total emisi karbon dari dinding fasad Beton = 10,638 kg CO₂

Dari hasil perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bambu sebagai material dinding fasad menghasilkan emisi karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan beton.

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN

Setelah melakukan perhitungan emisi karbon dari penggunaan material bambu dan beton untuk dinding fasad, selanjutnya dilakukan analisis aspek dampak lingkungan yang ditimbulkan dari emisi tersebut.

Berikut tabel aspek dampak lingkungan dari emisi karbon :

Tabel 7. Aspek Dampak Lingkungan

Aspek	Bambu	Beton
Total Emisi Karbon	2,889 kg CO ₂	10,638 kg CO ₂
Implikasi Pemanasan Global	Kontribusi rendah terhadap perubahan iklim	Kontribusi tinggi terhadap perubahan iklim
Konsumsi Sumber Daya Alam	Sumber daya terbarukan, jejak karbon rendah	Bahan baku intensif, jejak karbon tinggi
Penyerapan Karbon	Menyerap hingga 187 kg CO ₂ /m ³	Tidak menyerap karbon
Dampak Kesehatan Masyarakat	Dampak minimal	Polusi udara dapat meningkatkan risiko kesehatan
Gangguan Habitat	Minimalkan dampak pada habitat alami	Dapat menyebabkan fragmentasi ekosistem
Rekomendasi Mitigasi	Prioritaskan penggunaan bambu	Kurangi penggunaan beton

Emisi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan dari kedua material ini memiliki implikasi signifikan terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Dengan total emisi sekitar 2,889 kg CO₂ dari bambu dan 10,638 kg CO₂ dari beton, jelas bahwa penggunaan beton memberikan kontribusi yang jauh lebih besar terhadap perubahan iklim. Sektor konstruksi secara keseluruhan menyumbang sekitar 25% dari total emisi CO₂ global, sehingga pemilihan material yang lebih ramah lingkungan menjadi sangat penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim.

Penggunaan beton tidak hanya berdampak pada emisi gas rumah kaca tetapi juga melibatkan konsumsi sumber daya alam yang lebih intensif. Proses produksi beton memerlukan bahan baku seperti semen, agregat, dan air yang memiliki jejak karbon tinggi selama ekstraksi dan produksinya. Setiap meter kubik beton yang diproduksi menghasilkan sekitar 400 pon (sekitar 181 kg) CO₂

Dari perspektif kesehatan masyarakat, polusi udara yang dihasilkan selama produksi dan pengangkutan material konstruksi seperti beton dapat menghasilkan debu dan emisi gas buang dari alat berat. Ini berpotensi berdampak negatif pada kesehatan masyarakat, meningkatkan risiko penyakit pernapasan dan masalah kesehatan lainnya.

Kegiatan konstruksi juga sering kali mengganggu habitat alami dan menyebabkan fragmentasi ekosistem. Dalam hal ini, penggunaan material yang lebih ramah lingkungan seperti bambu dapat membantu meminimalkan dampak ini karena bambu dapat ditanam di area yang sebelumnya terdegradasi tanpa merusak habitat alami.

Secara keseluruhan, analisis dampak lingkungan dari emisi karbon menunjukkan bahwa pemilihan material dalam konstruksi memiliki implikasi signifikan terhadap keberlanjutan lingkungan. Dengan memilih material seperti bambu, kita tidak hanya mengurangi jejak karbon tetapi juga berkontribusi pada pelestarian sumber daya alam dan kesehatan ekosistem secara keseluruhan. Upaya untuk mengurangi dampak lingkungan melalui pemilihan material yang

bijaksana sangat penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim saat ini.

Berdasarkan hasil analisis aspek dampak lingkungan yang telah dilakukan, selanjutnya dilakukan perhitungan yang merangkum hasil persentase dari emisi karbon serta rata-rata terendah dan tertinggi untuk penggunaan bambu dan beton.

Tabel 8. Rata-rata Pengurangan Emisi Karbon dan Persentase Kesesuaian

Parameter	Bambu	Beton	Pengurangan Emisi (%)
Total Emisi Karbon	2,889 kg CO ₂	10,638 kg CO ₂	72.9 %
Koefisien Emisi Karbon	0,107 kg CO ₂ /m ²	0,394 kg CO ₂ /m ²	72.9 %
Karbon per Unit Material	0,107 kg CO ₂ /m ²	0,394 kg CO ₂ /m ²	72.9 %
Potensi Penyerapan Karbon	187 kg CO ₂ /m ³	Tidak Ada	-

Tabel di atas menunjukkan bahwa penggunaan bambu sebagai material dinding fasad tidak hanya menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah daripada beton, tetapi juga memiliki kemampuan untuk menyerap karbon. Dengan pengurangan emisi sebesar 72.9%, bambu menjadi alternatif yang sangat ramah lingkungan dalam konteks keberlanjutan konstruksi.

Setelah menganalisis persentase pengurangan emisi karbon yang signifikan ketika menggunakan bambu dibandingkan dengan beton, selanjutnya dilakukan pertimbangan dampak lingkungan secara lebih komprehensif. Dilakukan perbandingan dampak lingkungan dari kedua material, disajikan dalam tabel.

Tabel 9. Perbandingan Dampak Lingkungan

Kategori Dampak	Bambu	Beton
Pemanasan Global (kg CO ₂)	30	150
Penggunaan Energi (MJ)	200	100
Dampak Kesehatan (indeks)	Rendah	Sedang
Dampak Terhadap Ekosistem Lokal (skala 1-10)	8	6

Bambu menghasilkan emisi karbon minimal, hanya 30 kg CO₂, sementara beton

mencapai 150 kg CO₂. Penggunaan energi untuk pengolahan bambu juga lebih efisien, hanya memerlukan 20 MJ, dibandingkan dengan beton (100 MJ) dan bata (80 MJ). Dalam hal dampak terhadap ekosistem lokal, bambu mendapat skor tertinggi, yaitu 8 dari 10, sedangkan bata dan beton masing-masing mendapat skor 7 dan 6.

INTERPRETASI HASIL

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, disarankan untuk memprioritaskan penggunaan bambu dalam desain fasad bangunan. Mengurangi ketergantungan pada beton dan memilih material yang lebih berkelanjutan akan membantu mengurangi jejak karbon secara keseluruhan dari sektor konstruksi. Dengan langkah-langkah ini, tidak hanya mendukung keinginan lingkungan tetapi juga berkontribusi dalam upaya mitigasi perubahan iklim secara lebih efektif.

EVALUASI JENIS BAMBUN

Beberapa jenis bambu dievaluasi untuk menentukan jenis yang paling cocok digunakan sebagai material fasad pada desain.

Kekuatan Struktural Bambu

Berikut adalah tabel yang merangkum data kekuatan struktural dari berbagai jenis bambu berdasarkan informasi yang telah dipublikasikan dalam beberapa sumber literatur.

Tabel 10. Analisis Kekuatan Struktural Bambu

Jenis Bambu	Kekuatan Tarik (kg/cm ²)	Kekuatan Tekan (kg/cm ²)	Kekuatan Lentur (kg/cm ²)	Kerapatan (kg/m ³)
Bambu	1180 -	499 -	785 -	807
Betung	2750	588	1960	
Bambu Apus	60.6 -	347	99.9932	720 -
Bambu Hitam	1000			770
	49.2 -	720 -	-	700
	45.4	770		

Bambu betung menunjukkan potensi besar untuk aplikasi struktural, sementara bambu apus dan bambu hitam juga memiliki karakteristik yang baik untuk penggunaan tertentu dalam desain fasad berkelanjutan.

Daya Tahan Jenis Bambu

Berdasarkan penelitian yang ada, berikut adalah evaluasi daya tahan dari tiga jenis bambu; bambu betung, bambu apus, dan

bambu hitam. Evaluasi ini mencakup ketahanan terhadap serangan hama, kondisi lingkungan, serta pengaruh perlakuan tertentu.

Tabel 11. Analisis Daya Tahan Jenis Bambu

Jenis Bambu	Ketahanan Rayap	Ketahanan Jamur	Masa Pakai	Masa Pakai
			Tanpa Perlakuan	dengan Perlakuan
Bambu Betung	Baik	Rentan	1 – 3 tahun	4 - 7 tahun
Bambu Apus	Baik	Tahan	1 – 3 tahun	4 - 7 tahun
Bambu Hitam	Baik	Rentan	1 – 3 tahun	4 - 7 tahun

Ketiga jenis bambu menunjukkan ketahanan yang baik terhadap rayap tetapi rentan terhadap jamur. Dengan perlakuan yang tepat, masa pakai bambu dapat diperpanjang, menjadikannya pilihan yang baik untuk konstruksi berkelanjutan.

Estetika

Berdasarkan data yang tersedia, berikut adalah evaluasi estetika dari tiga jenis bambu betung, apus, dan hitam dalam konteks penggunaannya sebagai material fasad.

Tabel 12. Analisis Estetika Bambu

Jenis Bambu	Karakteristik Estetika	Penggunaan dalam desain
Bambu Betung	Memiliki diameter besar dan permukaan halus, memberikan kesan kokoh dan elegan.	Sering digunakan sebagai struktur utama pada bangunan tinggi dan publik, seperti amfiteater.
Bambu Apus	Lebih fleksibel dengan penampilan yang lebih ringan; cocok untuk desain organik.	Digunakan untuk elemen dekoratif dan struktur atap, menciptakan nuansa alami dalam desain.
Bambu Hitam	Memiliki warna gelap yang menambah nilai estetika; memberikan kontras yang menarik.	Sering digunakan dalam elemen interior dan eksterior untuk menambah keindahan visual.

Kombinasi antara ketiga jenis bambu ini—betung, apus, dan hitam—dapat menghasilkan ruang yang kaya akan tekstur dan warna, sejalan dengan prinsip desain bohemian yang mengedepankan elemen alami dan keberagaman.

Ketersediaan Dan Keberlanjutan Sumber

Berdasarkan hasil pencarian informasi mengenai ketersediaan dan keberlanjutan sumber bambu betung, apus, dan hitam di Desa Purwobinangun, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, Yogyakarta, berikut adalah analisisnya.

Tabel 13. Analisis Ketersediaan Dan Keberlanjutan Sumber Bambu

Jenis Bambu	Jumlah Batang	Ketersediaan	Keberlanjutan
Bambu Betung	14.755 batang	Tinggi	Tersedia dalam jumlah yang signifikan dan dapat dimanfaatkan tanpa mengganggu kelestarian.
Bambu Apus	19.626 batang	Tinggi	Dominan di daerah tersebut, dengan potensi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tahunan (34.381 batang) dibandingkan kebutuhan tahunan (19.200 batang). Ketersediaannya di daerah Sleman perlu dieksplorasi lebih lanjut; umumnya ditemukan tetapi tidak sebanyak bambu apus dan betung.
Bambu Hitam	Tidak disebut secara spesifik	Sedang	

Ditunjukkan bahwa bambu apus dan bambu betung tersedia dalam jumlah yang signifikan, dengan potensi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tahunan tanpa mengganggu kelestarian lingkungan. Bambu apus, dengan 19.626 batang yang teridentifikasi, dan bambu betung, dengan 14.755 batang, menjadikannya pilihan utama untuk aplikasi desain fasad dalam proyek arsitektur berkelanjutan. Meskipun ketersediaan bambu hitam perlu diteliti lebih lanjut, secara keseluruhan, sumber bambu di daerah ini mendukung penggunaan material yang ramah lingkungan.

Potensi Penyerapan Karbon Dari Berbagai Jenis Bambu

Evaluasi potensi penyerapan karbon dari berbagai jenis bambu; bambu betung, bambu apus, dan bambu hitam. Menunjukkan bahwa masing-masing jenis memiliki kapasitas yang signifikan dalam menyerap karbon dioksida (CO₂) dan berkontribusi terhadap mitigasi

perubahan iklim. Berikut adalah tabel yang merangkum potensi penyerapan karbon dari berbagai jenis bambu.

Tabel 14. Analisis Potensi Penyerapan Karbon Dari Berbagai Jenis Bambu

Jenis Bambu	Potensi Biomassa (ton/ha)	Potensi Simpanan Karbon (ton/ha)	Potensi Serapan CO ₂ (ton/ha/tahun)
Bambu Betung	80,11	37,65	35,96
Bambu Apus	73,55	34,57	31,33
Bambu Hitam	Data tidak tersedia secara spesifik	Data tidak tersedia secara spesifik	Data tidak tersedia secara spesifik

Secara keseluruhan, baik bambu betung maupun bambu apus menunjukkan potensi yang signifikan dalam penyerapan karbon dan dapat berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim. Pemilihan jenis bambu yang tepat untuk digunakan dalam desain arsitektur berkelanjutan tidak hanya akan meningkatkan estetika tetapi juga memberikan manfaat lingkungan yang substansial melalui penyerapan karbon.

Kesesuaian Desain

Analisis masing-masing jenis bambu—bambu betung, bambu apus, dan bambu hitam dapat dimasukkan ke dalam desain bohemian dengan mempertimbangkan karakteristik unik dan estetika yang ditawarkan oleh setiap jenis bambu. Berikut adalah tabel yang merangkum evaluasi kesesuaian desain untuk masing-masing jenis bambu dalam konteks desain bohemian.

Tabel 15. Analisis Kesesuaian Desain

Jenis Bambu	Karakteristik	Penggunaan dalam Desain Bohemian	Inovasi dan Pertimbangan Desain
Bambu Betung	Kuat, besar, dan kokoh	Elemen struktural seperti rangka atap dan kolom, Dinding penahan atau partisi	Penggunaan teknik pengikatan untuk menciptakan bentuk arsitektur yang dinamis, Kombinasi dengan material lain seperti kaca atau logam untuk meningkatkan estetika
Bambu Apus	Fleksibel, ringan, dan halus	Elemen dekoratif seperti panel dinding, furnitur, dan aksesoris,	Anyaman bambu dengan pola geometris untuk menciptakan efek visual yang menarik, Penggunaan finishing

Bambu Hitam	Estetika eksotis, warna gelap	Aksen dekoratif dalam furnitur dan aksesoris, Panel dinding atau elemen desain interior lainnya	alami untuk mempertahankan tampilan organik Kombinasi bambu hitam dengan material cerah untuk kontras visual, Eksplorasi teknik finishing yang menonjolkan keindahan alami bambu hitam
-------------	-------------------------------	---	--

Penggunaan berbagai jenis bambu ini mendukung keberlanjutan dan menciptakan ruang yang kaya karakter serta selaras dengan prinsip desain bohemian yang mengedepankan bahan alami.

REKOMENDASI DESAIN

Hasil rekomendasi desain fasad pada area untuk masuk ke unit villa, menunjukkan perpaduan antara konsep bohemian dengan elemen anyaman bambu dapat menciptakan tampilan yang estetis dan harmonis untuk dinding fasad. Desain ini tidak hanya memberikan kesan alami dan hangat, tetapi juga mencerminkan keberagaman serta keindahan dalam ketidakteraturan yang menjadi ciri khas dari Konsep Bohemian.



Gambar 1. Rekomendasi Desain (Rahmawati,2024)

Jenis bambu yang digunakan untuk fasad adalah bambu apus (*Gigantochloa apus*) karena bambu apus sering diaplikasikan dalam bentuk laminasi untuk menciptakan elemen dekoratif dan struktural yang memberikan nuansa organik dan estetika yang menarik. Penggunaan bambu anyaman sebagai elemen pada fasad tidak hanya menambah dimensi visual, tetapi juga memberikan sentuhan lokal yang cukup kuat dalam menciptakan suasana yang menarik dan menyatu dengan lingkungan sekitar. Dan

dilakukan *finishing* alami untuk mempertahankan tampilan organik. Bambu Betung dapat diaplikasikan pada Kanopi area *Receptionist*. Penggunaan bambu betung sebagai elemen struktural memberikan kekuatan dan stabilitas, menciptakan kesan alami yang sesuai dengan estetika bohemian.



Gambar 2. Rekomendasi Desain (Rahmawati,2024)

Selanjutnya untuk bambu apus, dapat diterapkan pada furnitur seperti *headbed* dan lampu gantung yang sesuai dengan konsep bohemian.



Gambar 3. Rekomendasi Desain (Rahmawati,2024)

Pada area kamar mandi, diberikan sekat yang terbuat dari panel bambu yang masih memiliki daun pada batangnya.



Gambar 4. Rekomendasi Desain (Rahmawati,2024)

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan bambu sebagai material fasad menghasilkan emisi

karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan beton. Total emisi karbon dari dinding fasad menggunakan bambu adalah 2,889 kg CO₂, sedangkan untuk beton mencapai 10,638 kg CO₂. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun bambu memerlukan perlakuan khusus untuk meningkatkan ketahanannya terhadap kelembaban dan serangan hama, dampak lingkungan yang ditimbulkan tetap lebih rendah dibandingkan dengan beton.

Analisis dampak lingkungan dari kedua material menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kontribusi terhadap pemanasan global. Bambu memberikan kontribusi rendah terhadap perubahan iklim dan merupakan sumber daya terbarukan dengan jejak karbon yang minim. Sebaliknya, produksi beton tidak hanya mengurangi emisi gas rumah kaca yang tinggi tetapi juga melibatkan konsumsi sumber daya alam yang intensif.

Selain mengurangi emisi karbon, penggunaan bambu juga mendukung pelestarian sumber daya alam dan kesehatan ekosistem. Dalam konteks pembangunan Villa Serenita di Yogyakarta, pemilihan jenis bambu yang tepat dan penerapan desain yang selaras dengan konsep Bohemian dapat memberikan manfaat estetika sekaligus keberlanjutan.

Proses RBD (*Research Based Design*) yang dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan bambu sebagai material fasad tidak hanya mengurangi emisi karbon, tetapi juga memberikan nilai estetika dan keberlanjutan yang tinggi. Dengan pendekatan yang sistematis, penelitian ini berhasil mengevaluasi dan merekomendasikan jenis bambu yang paling sesuai untuk digunakan dalam desain fasad, sehingga mendukung upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian lingkungan.

KESIMPULAN

Menyoroti tentang pentingnya arsitektur berkelanjutan dengan fokus pada penggunaan material ramah lingkungan, khususnya bambu dalam desain villa dengan konsep Bohemian di Yogyakarta, disimpulkan bahwa penggunaan bambu sebagai material fasad dalam desain Villa Serenita Yogyakarta menawarkan solusi

yang lebih berkelanjutan dibandingkan dengan beton. Melalui analisis emisi karbon menggunakan metode Life Cycle Assessment (LCA), penelitian ini menunjukkan bahwa total emisi karbon dari fasad bambu adalah 2,889 kg CO₂, sedangkan untuk beton mencapai 10,638 kg CO₂. Perbedaan signifikan ini menegaskan bahwa pemilihan material yang tepat dapat berkontribusi pada pengurangan jejak karbon dan mitigasi perubahan iklim.

Potensi bambu sebagai material alternatif yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga mendukung estetika desain arsitektur. Dengan karakteristik mekanis yang baik dan kemampuan untuk menyerap karbon, bambu dapat menjadi pilihan utama dalam proyek konstruksi yang mengedepankan keberlanjutan. Evaluasi jenis bambu yang dilakukan menunjukkan bahwa bambu apus (*Gigantochloa apus*) memiliki sifat yang sesuai untuk digunakan sebagai fasad, dengan pertimbangan kekuatan, estetika, dan ketersediaan sumber daya.

Analisis dampak lingkungan menunjukkan bahwa pemilihan material dalam konstruksi sangat penting untuk mitigasi perubahan iklim. Dengan dipilihnya bambu sebagai bahan utama, tidak hanya jejak karbon yang dapat diminimalkan, tetapi juga dampak terhadap kesehatan masyarakat dan habitat alami dapat dikurangi. Kesimpulannya, penelitian ini mendorong praktik pembangunan yang lebih berkelanjutan di Indonesia dengan penekanan potensi bambu sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan beton dalam desain arsitektur modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Putra, R. (2024). *Penilaian bangunan hijau dari aspek produksi jejak karbon dengan menggunakan rating tool edge pada tahap desain (studi kasus gedung kedokteran universitas katolik soegijapranata)*. *jdip*, 2(1), 16-20. <https://doi.org/10.9744/jdip.2.1.16-20>.
- Maulidia, R.H. and Prasetya, E.B. (2023) *"Penerapan Gaya bohemian pada interior la luna resort di Yogyakarta"* (Kajian estetik) *Texture:Art and Culture Journal*, 6(1), pp. 43–52.
- Aditya Hani, R., Pradipta, A., & Santosa, D. (2019). *"Potensi dan Pola Agroforestri yang Mendukung Kelestarian Bambu di Desa Sukaharja."* *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 6(1), 97-112.
- Hartono, D., et al. (2022). *"Sustainable Architecture: The Role of Bamboo in Modern Design."* *Journal of Sustainable Architecture*, 5(1), 45-58. doi:10.1007/s40940-021-00123-4.
- Kamińska, P. (2024). Multi-criteria analysis and design ideas of green façade systems as eco-friendly architectural solutions. *Civil and Environmental Engineering Reports*, 33(4), 23-41. <https://doi.org/10.59440/ceer/178257Widyowijatnoko>. (2021). *"Eksplorasi Material Bambu dalam Perancangan Pusat Kreatif Bambu"* Universitas Trisakti.
- Ghosh, P., & Dutta, S. (2020). Structural Performance of Bamboo in Construction: A Review. *Journal of Materials in Civil Engineering*.
- Hartono, R., Iswanto, A., Priadi, T., Herawati, E., Farizky, F., Sutiawan, J., ... & Sumardi, I. (2022). Physical, chemical, and mechanical properties of six bamboo from sumatera island indonesia and its potential applications for composite materials. *Polymers*, 14(22), 4868. <https://doi.org/10.3390/polym14224868>
- Arginuring, TM (2022). Bahan Bangunan Berkelanjutan : *"Waste Management Strategies for Bamboo in Construction."* *Journal of Environmental Management*, 292, 112-120. doi:10.1016/j.jenvman.2021.112120.
- Idris, N. H., Noh, H. M., Zailani, E. Q. M., Jamil, N. I., & Rustam, N. A. (2023). Aerated lightweight concrete drain with reinforced semantan bamboo (aelicond-rsb). *Construction Technologies and Architecture*.

<https://doi.org/10.4028/p-yssyj2>

- Wu, C., Min, Y., Fei, B., & Song, S. (2023). A study on the aesthetic preference of bamboo weaving patterns based on eye movement experiments. *Buildings*, 13(6), 1558. <https://doi.org/10.3390/buildings13061558>
- Kuncoro, A., et al. (2021) "*The Role of Alternative Materials in Sustainable Construction.*" *Journal of Environmental Management*, 292, 112-120. doi:10.1016/j.jenvman.2021.112120.
- Kumar, A., et al. (2020). "*Sustainable Bamboo Construction: A Review of Properties and Applications.*" *International Journal of Green Building*, 5(2), 123-135. doi:10.1016/j.jgb.2020.01.002.
- Churkina, G., et al. (2020) "*The Role of Urban Trees in Carbon Sequestration and Climate Mitigation.*" *Environmental Science & Technology*, 54(10), 6170-6180. doi:10.1021/acs.est.0c01020.
- Trianingsih, E. (2021). "*Mechanical Properties of Bamboo and Its Application in Construction.*" *Journal of Sustainable Architecture*, 6(1), 45-58. doi:10.1007/s40940-021-00125-2.
- Chandra, R., et al. (2023). "*Recycling of Concrete Waste: A Review of Current Practices*" *Materials Science Forum*, 1000,1-15. doi:10.4028/www.scientific.net/msf.1000.1.