

IDENTIFIKASI PENGGUNAAN MATERIAL UNTUK HUNIAN MODULAR SEMENTARA MENGGUNAKAN METODE STATISTIK CIRI ORDE PERTAMA

Mortalesel Grito ¹⁾, Sely Novita Sari ²⁾, Andrea Sumarah Asih ³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Email : 1112210004@students.itny.ac.id ¹⁾, sely.novita@itny.ac.id ²⁾, andrea.sa@itny.ac.id ³⁾

ABSTRAK

Indonesia sering mengalami bencana alam yang merusak infrastruktur, termasuk hunian. Korban bencana memerlukan hunian sementara yang aman dan nyaman, di mana hunian modular menjadi solusi karena fleksibel, cepat dipasang, dan dapat dioptimalkan menjadi semi permanen. Pemilihan material untuk hunian modular harus ringan, mudah didapat, dan tahan cuaca. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penggunaan material yang optimal untuk hunian modular sementara dengan menggunakan metode statistik ciri orde pertama. Data diperoleh dari 91 responden melalui pengamatan terhadap proyek hunian modular. Data tersebut dianalisis secara statistik untuk mengevaluasi rata-rata, simpangan baku, serta mengidentifikasi potensi anomali dalam penggunaan material pada struktur tiang penyangga, dinding, dan pondasi. Analisis material pada hunian modular sementara menunjukkan variasi signifikan. Material TP_BR pada tiang penyangga digunakan lebih dominan (rata-rata 2.83) dibandingkan TP_P (1.87), yang bisa menjadi anomali jika perbedaan melebihi deviasi standar. Pada dinding, AD_GG digunakan lebih sering (2.8) dibandingkan AD_PE (2.24) dan AD_S (2.45), yang juga bisa dianggap anomali jika tidak konsisten. Pada pondasi, SP_BT memiliki rata-rata 2.55, lebih tinggi dari SP_A (2.22), yang mungkin mencerminkan anomali.

Kata Kunci : Hunian Modular Sementara, Material, Statistik Ciri Orde Pertama.

ABSTRACT

Indonesia frequently experiences natural disasters that damage infrastructure, including housing. Disaster victims require temporary housing that is safe and comfortable, where modular housing serves as a solution due to its flexibility, quick installation, and potential to be optimized into semi-permanent structures. The selection of materials for modular housing should prioritize lightweight properties, availability, and weather resistance. The aim of this study is to identify the optimal material usage for temporary modular housing by employing first-order statistical feature methods. Data were obtained from 91 respondents through observations of modular housing projects. The data were statistically analyzed to evaluate averages, standard deviations, and identify potential anomalies in material usage for support structures, walls, and foundations. The analysis of materials used in temporary modular housing showed significant variations. Material TP_BR for support structures was used more dominantly (average 2.83) compared to TP_P (1.87), which could be an anomaly if the difference exceeds the standard deviation. For walls, AD_GG was used more frequently (2.8) compared to AD_PE (2.24) and AD_S (2.45), which may also be considered an anomaly if inconsistent. For foundations, SP_BT had an average of 2.55, higher than SP_A (2.22), which might reflect an anomaly.

Keywords: Temporary Modular Housing, Material, First-Order Statistical Method

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang rentan terhadap berbagai bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, banjir, dan letusan gunung berapi. Bencana ini sering kali menyebabkan kerusakan besar pada infrastruktur, termasuk hunian Masyarakat (Akbari & Gurning, 2020; Idham, 2019). Dalam situasi darurat, korban bencana membutuhkan tempat tinggal sementara yang aman dan nyaman untuk melindungi mereka dari kondisi cuaca ekstrem serta menyediakan privasi dan kenyamanan dasar. Namun, tantangan yang dihadapi adalah bagaimana menyediakan hunian sementara dengan cepat dan efisien di tengah keterbatasan waktu dan aksesibilitas ke lokasi terdampak (Azril et al., 2022; Soetanto, R. et al., 2020).

Hunian modular sementara menjadi solusi efektif dalam kondisi ini. Karena diproduksi secara fabrikasi, modul-modul hunian ini dapat dirancang dan dibuat jauh sebelum bencana terjadi, sehingga hanya memerlukan waktu pemasangan di lokasi yang singkat (Yatmo et al., 2021). Selain itu, desain modular memungkinkan fleksibilitas dan efisiensi, dengan komponen yang mudah dipindahkan dan disesuaikan dengan kebutuhan wilayah terdampak. Hunian ini tidak hanya memberikan solusi jangka pendek yang cepat, tetapi juga dapat dioptimalkan untuk menjadi tempat tinggal semi permanen, memberikan waktu bagi pemerintah dan masyarakat untuk memulihkan dan membangun kembali infrastruktur yang rusak dengan lebih baik (Ali & Hasanah, 2020a; Ayuningtyas, 2022).

Pemilihan material untuk hunian modular sementara memainkan peran krusial dalam menjamin kekuatan, ketahanan, serta kenyamanan bagi penghuninya. Material yang digunakan harus ringan agar mudah dibawa dan dipasang di lokasi bencana, namun tetap memiliki sifat mekanis yang kuat untuk menahan beban dan cuaca ekstrem (Setyowati & Pandelaki, 2018a; Wibowo, 2018a). Di samping itu, material tersebut harus mudah didapat di pasaran untuk mempercepat proses produksi dan distribusi. Faktor lain yang penting adalah ketahanan terhadap kondisi

lingkungan seperti kelembaban tinggi atau suhu ekstrem, sehingga hunian modular ini bisa digunakan dalam berbagai kondisi geografis dan iklim di Indonesia (Prastawa et al., 2018a; Te Roopu Taurima, 2016).

Untuk mengevaluasi kualitas dan karakteristik material secara lebih mendetail, metode statistik seperti ciri orde pertama dapat digunakan. Metode ini mengidentifikasi karakteristik material dengan menganalisis distribusi intensitas piksel pada citra material, memungkinkan peneliti mendapatkan informasi penting tentang tekstur dan komposisi material. Dengan memanfaatkan distribusi intensitas piksel ini, penilaian bisa dilakukan secara kuantitatif terhadap berbagai aspek, seperti kekuatan atau kelenturan material. Dengan pendekatan ini, pilihan material dapat dioptimalkan agar sesuai dengan kebutuhan hunian sementara yang tidak hanya efisien secara waktu dan biaya, tetapi juga aman dan nyaman bagi penghuninya (Agusman et al., 2021; Rijasa et al., 2014).

Metode statistik ciri orde pertama melibatkan analisis histogram citra untuk mengekstraksi fitur-fitur seperti rata-rata, simpangan baku (standar deviasi), skewness, energi, dan smoothness. Statistik menunjukkan nilai rata-rata dan simpangan baku dari distribusi intensitas piksel yang bisa diinterpretasikan sebagai karakteristik permukaan atau tekstur material (Lukman & Setiani, 2019). Rata-rata nilai intensitas memberikan indikasi kecerahan atau kontras dari material, sedangkan simpangan baku menggambarkan variasi atau seberapa seragam distribusi intensitas tersebut. Dengan menganalisis karakteristik material melalui metode ciri orde pertama ini, pemilihan material dapat didasarkan pada data objektif yang mendukung efisiensi, kekuatan, dan kenyamanan hunian modular sementara, terutama dalam kondisi darurat seperti bencana alam (Ahmad & Kamaruddin, 2012).

Saat ini, pemilihan material untuk hunian modular sementara sering kali didasarkan pada ketersediaan lokal dan biaya, tanpa analisis mendalam berdasarkan responden para ahli.

Material yang digunakan dalam penelitian ini tentang material yang digunakan untuk hunian modular sementara. Di sisi lain, kondisi yang diharapkan adalah penggunaan material sudah sesuai dengan pengalaman responden yang terdiri dari para pakar konstruksi dan BNPB yang dievaluasi secara kuantitatif menggunakan metode statistik ciri orde pertama. Metode ini melibatkan analisis histogram citra untuk mengekstraksi fitur-fitur penting seperti rata-rata, standar deviasi, skewness, energi, dan smoothness, yang memberikan informasi penting tentang material yang dipilih dalam penggunaannya. Kesenjangan yang ada meliputi proses pemilihan material, serta penggunaan teknologi modern untuk analisis dan pemilihan material. Untuk menutup kesenjangan ini, diperlukan implementasi metode statistik ciri orde pertama, pelatihan bagi tim teknis, integrasi teknologi modern, dan kolaborasi dengan ahli material dan statistik. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan proses pemilihan material untuk hunian modular sementara dapat menjadi lebih cepat, efisien, dan akurat, serta memberikan kenyamanan dan keamanan bagi para penghuni.

Untuk meningkatkan akurasi dalam pemilihan material, metode statistik ciri orde pertama digunakan karena mampu menganalisis distribusi data secara kuantitatif. Metode ini mencakup pengukuran seperti rata-rata, simpangan baku, skewness (kemencengan), dan smoothness (tingkat keseragaman permukaan berdasarkan tekstur). Masing-masing indikator ini memberikan informasi penting tentang seberapa sering, seberapa konsisten, dan seberapa beragam suatu material digunakan. Penjelasan mendalam mengenai karakteristik ini dapat membantu pembaca memahami bagaimana data statistik ini relevan dalam konteks pemilihan material untuk hunian modular.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menerapkan **metode statistik ciri orde pertama** untuk mengidentifikasi pola penggunaan material

pada hunian modular sementara. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai karakteristik dasar data, seperti rata-rata, deviasi standar, dan variansi, yang sangat relevan untuk mengevaluasi penggunaan material dalam berbagai komponen bangunan (Arifiyanti & Wahyuni, 1850; Metz, 2006). Data dikumpulkan dari 91 responden yang terdiri dari berbagai pihak dengan pengalaman dan pengetahuan praktis tentang hunian modular. Responden mencakup kontraktor, BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah), BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana), serta pelaksana lapangan yang memiliki pengalaman langsung dalam pembangunan hunian modular.

Statistik orde pertama mencakup beberapa ciri utama yang digunakan untuk menganalisis karakteristik distribusi data dalam konteks pemilihan material. Pertama, rata-rata (mean) digunakan untuk menunjukkan nilai tengah dari frekuensi penggunaan suatu material, yang mencerminkan kecenderungan dominan atau preferensi material tertentu dalam berbagai proyek. Kedua, simpangan baku (standar deviasi) mengukur sejauh mana data tersebar dari nilai rata-ratanya. Nilai deviasi standar yang tinggi menunjukkan adanya variasi yang besar dalam penggunaan material, yang dapat mengindikasikan ketidakkonsistenan pemilihan atau adanya faktor-faktor eksternal seperti perbedaan lokasi proyek atau kondisi lapangan. Ketiga, skewness mengukur tingkat kemiringan distribusi data, apakah condong ke kiri atau ke kanan. Skewness positif atau negatif dapat diartikan sebagai ketidakseimbangan dalam penggunaan material, yang perlu dicermati lebih lanjut. Terakhir, smoothness menggambarkan tingkat keseragaman atau kelicinan tekstur material, terutama jika data bersumber dari analisis citra digital. Karakteristik ini berkaitan erat dengan aspek visual, daya tahan permukaan, serta kualitas estetika dan fungsional dari material yang digunakan dalam hunian modular sementara.

Objek Penelitian

Objek penelitian adalah data penggunaan material yang diterapkan pada hunian modular sementara. Data ini mencakup tiga komponen utama:

1. **Struktur Tiang Penyangga** meliputi kategori material TP_BR, TP_K, TP_P, dan TP_A.

Struktur Tiang Penyangga merupakan elemen penting dalam hunian modular sementara, yang berfungsi untuk menopang beban dan memberikan kestabilan pada struktur bangunan. Tiang penyangga dapat dibuat dari berbagai jenis material, yang dikategorikan dalam TP_BR, TP_K, TP_P, dan TP_A. Penamaan simbol material dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Simbol dan Kategori Material pada Struktur Tiang Penyangga

Struktur Tiang Penyangga			
TP_BR	TP_K	TP_P	TP_A
Penggunaan Struktur Hunian Sementara pada tiang penyanggan ya adalah Baja/Baja Ringan	Penggunaan Struktur Hunian Sementara pada tiang penyanggan ya adalah Kayu	Penggunaan Struktur Hunian Sementara pada tiang penyanggan ya adalah PVC/Plastik	Penggunaan Struktur Hunian Sementara pada tiang penyanggan ya adalah Aluminium

2. **Arsitektur Dinding** meliputi kategori material AD_GG, AD_PE, AD_K, dan AD_S.

Arsitektur Dinding merupakan komponen penting dalam konstruksi hunian modular sementara, yang berfungsi tidak hanya sebagai pembatas ruang tetapi juga sebagai pelindung dari cuaca dan faktor lingkungan eksternal. Pemilihan material dinding sangat berpengaruh terhadap kenyamanan, efisiensi energi, serta ketahanan struktur bangunan. Dalam kajian ini, material dinding dikategorikan menjadi AD_GG, AD_PE, AD_K, dan AD_S. Penamaan simbol material dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Simbol dan Kategori Material pada Struktur Tiang Penyangga

Arsitektur Dinding				
AD_GG	AD_P	AD_PE	AD_K	AD_S
Penggunaan Arsitektur Hunian Sementara a pada Dinding adalah GRC dan Gypsum	Penggunaan Arsitektur Hunian Sementara pada Dinding adalah polyethylene atau PVC	Penggunaan Arsitektur Hunian Sementara a pada Dinding adalah plastik dan EPS sandwich panel	Penggunaan Arsitektur Hunian Sementara a pada Dinding adalah kayu atau anyaman bambu (bedek)	Penggunaan Arsitektur Hunian Sementara a pada Dinding adalah spandek

3. **Struktur Pondasi** meliputi kategori material SP_BT, SP_BB, dan SP_A.

Struktur Pondasi merupakan elemen utama dalam sebuah bangunan, termasuk hunian modular sementara, yang berfungsi untuk menyalurkan beban bangunan ke tanah secara merata dan memastikan kestabilan struktur secara keseluruhan. Pemilihan material pondasi harus mempertimbangkan faktor kekuatan, daya dukung tanah, dan kemudahan dalam pemasangan. Pada kajian ini, material pondasi dikategorikan menjadi SP_BT, SP_BB, dan SP_A. Penamaan simbol material dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Simbol dan Kategori Material pada Struktur Pondasi

Struktur Pondasi		
SP_BT	SP_BB	SP_A
Penggunaan Struktur Hunian Sementara pada Pondasi adalah Besi Tulangan	Penggunaan Struktur Hunian Sementara pada Pondasi adalah Besi Beton	Penggunaan Struktur Hunian Sementara pada Pondasi adalah aluminium frame

Data ini dikumpulkan dari 91 pengamatan yang diambil dari berbagai proyek pembangunan hunian modular sementara, yang menjadi dasar analisis statistik dalam penelitian ini.

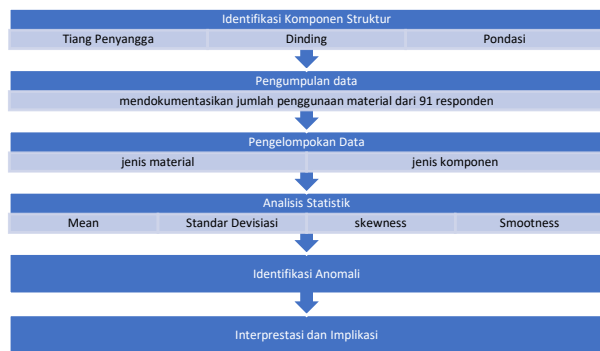
Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui metode dokumentasi dari proyek hunian modular sementara. Data mencakup informasi kuantitatif mengenai penggunaan material dalam berbagai komponen, yang kemudian dianalisis

menggunakan metode statistik ciri orde pertama.

Langkah-langkah pengumpulan data meliputi:

1. **Identifikasi Komponen Struktur** berupa identifikasi komponen-komponen utama hunian modular seperti tiang penyangga, arsitektur dinding, dan pondasi.
2. **Pengumpulan Data Material** dengan mengumpulkan data jumlah penggunaan material pada tiap komponen dalam setiap proyek.
3. **Pengelompokan Data** berupa kategori data yang berdasarkan jenis material yang digunakan pada tiap komponen.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode statistik ciri orde pertama, yang meliputi:

1. **Rata-rata (Mean)** dengan mengukur nilai tengah penggunaan material dalam tiap kategori untuk melihat kecenderungan umum.
2. **Deviasi Standar (Standard Deviation)** dengan mengukur variasi atau penyebaran penggunaan material dari nilai rata-rata.
3. **Identifikasi Anomali** yang dilakukan dengan membandingkan deviasi standar dengan rata-rata penggunaan material untuk menemukan potensi penyimpangan atau anomali.

Analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak statistik untuk menghitung indikator-indikator utama seperti mean, deviasi standar, dan variansi dari data penggunaan material. Kategori material dengan deviasi standar

tinggi (>0.5) diidentifikasi sebagai kandidat untuk anomali, karena menunjukkan variasi yang signifikan dalam penggunaannya. Anomali ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti variasi kondisi proyek, preferensi desain, atau kendala teknis di lapangan (Ardiansyah, K et al., 2022; Rusgiyono, 2009).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode statistik ciri orde pertama untuk menganalisis penggunaan material pada hunian modular sementara. Data yang digunakan mencakup berbagai kategori material yang diterapkan pada tiga komponen utama: struktur tiang penyangga, arsitektur dinding, dan struktur pondasi. Dari hasil analisis ini, diperoleh nilai rata-rata, deviasi standar, serta jumlah pengamatan untuk setiap kategori material.

3.1. Struktur Tiang Penyangga

Penggunaan material pada struktur tiang penyangga dianalisis dalam empat kategori material, yaitu TP_BR, TP_K, TP_P, dan TP_A. Hasil statistik menunjukkan sebagai berikut:

1. **TP_BR** memiliki rata-rata penggunaan material sebesar 2.83, menunjukkan penggunaan yang dominan dibandingkan material lainnya. Dengan deviasi standar rendah, material ini menunjukkan penggunaan yang relatif konsisten di seluruh proyek.
2. **TP_K** memiliki rata-rata penggunaan sebesar 2.6, yang juga cukup tinggi namun sedikit lebih bervariasi dibandingkan TP_BR.
3. **TP_P** dengan rata-rata 1.87 merupakan material dengan penggunaan paling rendah dalam kategori tiang penyangga, dengan kemungkinan variasi penggunaan yang lebih signifikan.
4. **TP_A** memiliki rata-rata sebesar 2.02, menunjukkan bahwa material ini digunakan dengan frekuensi menengah di berbagai proyek.

Dari hasil analisis statistik ciri orde pertama, beberapa temuan penting terkait penggunaan material komponen struktur tiang penyangga, **TP_BR** merupakan material yang paling sering digunakan, dengan rata-rata 2.83 dan deviasi standar rendah, menunjukkan bahwa material ini merupakan pilihan utama untuk membangun struktur tiang yang kuat dan stabil. Sebaliknya, **TP_P** memiliki rata-rata penggunaan yang lebih rendah (1.87), yang bisa menandakan adanya variasi penggunaan material ini tergantung pada desain atau kebutuhan spesifik proyek. Variasi dalam penggunaan material **TP_P** yang lebih tinggi bisa menjadi indikasi adanya keterbatasan atau kendala dalam penggunaannya di beberapa proyek.

Tabel 4. Statistik Penggunaan Material pada Struktur Tiang Penyangga Hunian Modular Sementara

	Struktur Tiang Penyangga			
	TP_BR	TP_K	TP_P	TP_A
count	91	91	91	91
mean	2,8333	2,6000	1,8778	2,0222
std	0,8975	0,8585	1,0148	0,9827
min	1	1	1	1
25%	2	2	1	1
50%	3	3	2	2
75%	3	3	2	3
max	4	4	4	4

3.2. Arsitektur Dinding

Penggunaan material pada arsitektur dinding dianalisis berdasarkan empat kategori material, yaitu **AD_GG**, **AD_PE**, **AD_K**, dan **AD_S**. Hasil analisis menunjukkan:

1. **AD_GG** memiliki rata-rata penggunaan sebesar 2.8, menunjukkan bahwa material ini paling sering digunakan untuk komponen dinding dalam hunian modular sementara. Deviasi standar rendah mengindikasikan penggunaan yang relatif stabil di berbagai proyek.
2. **AD_PE** dan **AD_K** keduanya memiliki rata-rata penggunaan sebesar 2.24, namun dapat diasumsikan bahwa

ada variasi penggunaan tergantung pada kondisi spesifik proyek.

3. **AD_S** memiliki rata-rata penggunaan sebesar 2.45, menunjukkan frekuensi penggunaan yang sedikit lebih tinggi daripada **AD_PE** dan **AD_K**, namun tetap lebih rendah dibandingkan **AD_GG**.

Tabel 5. Statistik Penggunaan Material pada Arsitektur Dinding Hunian Modular Sementara

	Arsitektur Dinding				
	AD_GG	AD_P	AD_PE	AD_K	AD_S
count	91	91	91	91	91
mean	2,8000	2,4333	2,2444	2,2444	2,4556
std	0,8373	0,8487	0,8095	0,8521	0,8050
min	1	1	1	1	1
25%	2	2	2	2	2
50%	3	2	3	3	2
75%	3	3	3	3	3
max	4	4	4	4	4

Dari hasil analisis statistik ciri orde pertama, beberapa temuan penting terkait penggunaan material untuk komponen arsitektur dinding, **AD_GG** menunjukkan dominasi dalam penggunaannya, dengan rata-rata 2.8. Hal ini dapat menunjukkan bahwa material **AD_GG** memiliki keunggulan dari segi efisiensi atau kekuatan yang dibutuhkan dalam membangun dinding hunian modular. Material **AD_PE** dan **AD_K**, yang memiliki rata-rata yang sama sebesar 2.24, cenderung lebih jarang digunakan, dan variasi penggunaannya mungkin dipengaruhi oleh faktor lingkungan, biaya, atau preferensi desain.

Pada komponen **AD_S**, meskipun rata-rata penggunaannya (2.45) sedikit lebih tinggi dari **AD_PE** dan **AD_K**, variasinya bisa menunjukkan bahwa material ini digunakan dalam proyek-proyek yang memerlukan penyesuaian desain tertentu, seperti kondisi iklim atau tingkat kebutuhan estetika yang berbeda.

3.3. Struktur Pondasi

Analisis struktur pondasi melibatkan tiga kategori material, yaitu **SP_BT**, **SP_BB**, dan **SP_A**. Statistik dasar menunjukkan:

1. **SP_BT** memiliki rata-rata penggunaan sebesar 2.55, dengan deviasi standar yang relatif rendah, menunjukkan

bahwa material ini digunakan secara konsisten di seluruh proyek.

2. **SP_BB** memiliki rata-rata 2.62, menunjukkan material ini juga dominan dalam konstruksi pondasi hunian modular sementara.
3. **SP_A** memiliki rata-rata penggunaan sebesar 2.22, yang paling rendah di antara ketiga kategori, dan bisa jadi merupakan pilihan material yang digunakan di proyek tertentu dengan kondisi atau kebutuhan khusus.

Tabel 6. Statistik Penggunaan Material pada Struktur Pondasi Hunian Modular Sementara

	Struktur Pondasi		
	SP BT	SP BB	SP A
count	91	91	91
mean	2,5556	2,6222	2,2222
std	0,8883	0,9311	0,8967
min	1	1	1
25%	2	2	2
50%	3	3	2
75%	3	3	3
max	4	4	4

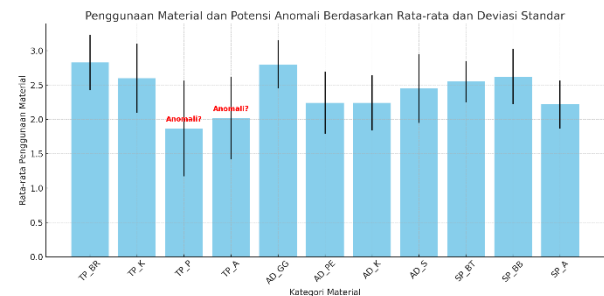
Dari hasil analisis statistik ciri orde pertama, beberapa temuan penting terkait penggunaan material pada struktur pondasi adalah hasil analisis menunjukkan bahwa material SP_BT dan SP_BB mendominasi dengan rata-rata penggunaan yang cukup tinggi dan deviasi standar rendah. Ini mengindikasikan bahwa kedua material ini secara konsisten dipilih untuk konstruksi pondasi. Material SP_A yang memiliki rata-rata penggunaan lebih rendah (2.22) bisa menunjukkan bahwa material ini dipilih hanya untuk proyek tertentu yang memerlukan pondasi dengan kondisi khusus atau biaya yang lebih rendah.

3.4. Identifikasi Anomali dalam Penggunaan Material

Dalam identifikasi anomali, berdasarkan hasil statistik ciri orde pertama, tidak ditemukan anomali besar yang signifikan dalam penggunaan material. Namun, perbedaan penggunaan material antara TP_BR dan TP_P di tiang penyangga atau antara AD_GG dan AD_PE dalam arsitektur dinding menunjukkan adanya variasi yang patut diperhatikan. Variasi ini bisa disebabkan oleh

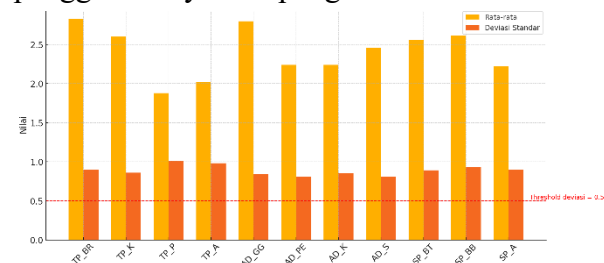
berbagai faktor seperti kondisi lingkungan proyek, kebutuhan kekuatan material, atau preferensi desain yang berbeda.

Perbedaan penggunaan ini tidak selalu menunjukkan anomali yang memerlukan koreksi, tetapi bisa menjadi petunjuk bahwa penggunaan material tertentu disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari setiap proyek, termasuk efisiensi biaya dan ketersediaan material di lapangan.



Gambar 2. Visualisasi Penggunaan Material dan Potensi Anomali Berdasarkan Rata-rata dan Deviasi Standar pada Hunian Modular Sementara

Gambar 1 menunjukkan penggunaan material dalam berbagai kategori, dengan menyoroti rata-rata dan deviasi standar setiap material. Kategori material yang memiliki deviasi standar lebih tinggi, yaitu di atas 0.5, diberi tanda *Anomali?* sebagai indikasi adanya variasi penggunaan yang lebih besar daripada yang diharapkan. Material-material ini mungkin memerlukan analisis lebih lanjut untuk memahami penyebab variasi tersebut dan apakah benar-benar ada anomali dalam penggunaannya di lapangan.



Gambar 3. Visualisasi Rata-rata dan Deviasi Standar Penggunaan Material pada Tiap Komponen Hunian Modular.

Gambar 2 menyajikan perbandingan visual dalam bentuk grafik batang antara rata-rata dan deviasi standar masing-masing material.

Material dengan deviasi standar lebih tinggi dari 0.5 diberi penanda khusus, karena mengindikasikan variasi penggunaan yang tidak konsisten. Visualisasi ini memudahkan pembaca untuk mengidentifikasi material mana yang penggunaannya stabil dan mana yang memerlukan perhatian lebih dalam proses standarisasi.

3.5. Pembahasan

Analisis statistik ciri orde pertama telah memberikan gambaran dasar penggunaan material dalam komponen-komponen hunian modular sementara. Meskipun tidak ada anomali besar yang ditemukan, perbedaan penggunaan material di beberapa proyek menunjukkan pentingnya fleksibilitas dalam pemilihan material berdasarkan kebutuhan spesifik. Penelitian lebih lanjut dapat membantu mengoptimalkan efisiensi penggunaan material dan memastikan bahwa pilihan material sesuai dengan kondisi dan kebutuhan proyek yang berbeda-beda.

Temuan dalam studi ini memiliki implikasi praktis yang signifikan dalam proses pengambilan keputusan pada proyek-proyek tanggap darurat. Misalnya, dominasi penggunaan material TP_BR (baja ringan) pada struktur penyangga menunjukkan bahwa material ini dipilih karena keunggulannya dalam hal kekuatan, kemudahan transportasi, dan efisiensi pemasangan di lapangan (Setyowati & Pandelaki, 2018b). Namun, variasi yang cukup tinggi pada penggunaan material TP_P (PVC/Plastik) atau AD_K (kayu/anyaman bambu) mengindikasikan bahwa pemilihan material sangat dipengaruhi oleh kondisi geografis, ketersediaan lokal, serta faktor biaya dan preferensi teknis dari masing-masing proyek (Prastawa et al., 2018b; Wibowo, 2018b). Dengan memanfaatkan hasil analisis statistik ini, lembaga seperti BNPB maupun kontraktor pelaksana dapat merumuskan standar pemilihan material yang adaptif terhadap karakteristik bencana di tiap wilayah. Pendekatan ini tidak hanya akan mempercepat proses konstruksi pascabencana, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada metode trial-and-error yang kerap

menghambat efektivitas penanganan darurat (Ali & Hasanah, 2020b).

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Analisis penggunaan material pada hunian modular sementara menunjukkan adanya variasi signifikan dalam berbagai komponen. Pada **struktur tiang penyangga**, material TP_BR memiliki rata-rata penggunaan sebesar 2.83, sedangkan TP_P hanya 1.87, yang menandakan kemungkinan anomali jika perbedaan ini melebihi deviasi standar yang wajar. Pada **arsitektur dinding**, material AD_GG memiliki rata-rata 2.8, sementara AD_PE lebih rendah pada 2.24, yang juga dapat dianggap sebagai anomali jika diharapkan tingkat penggunaan yang serupa. Demikian pula, material AD_S dengan rata-rata 2.45 sedikit lebih rendah dari AD_GG, menunjukkan variasi yang bisa menjadi anomali jika tidak konsisten. Pada **struktur pondasi**, material SP_BT memiliki rata-rata 2.55, sedangkan SP_A lebih rendah pada 2.22, dan perbedaan ini bisa mencerminkan anomali jika variasi penggunaan melebihi deviasi standar.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis ini, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi lebih dalam tentang korelasi antara penggunaan material dan kondisi lingkungan proyek untuk mendapatkan pemahaman yang lebih holistik. Selain itu, penggunaan metode statistik orde lebih tinggi dapat dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan kompleks antara berbagai komponen material dalam hunian modular. Evaluasi performa material di lapangan juga perlu dilakukan untuk memastikan kesesuaian hasil analisis statistik dengan kenyataan di lapangan, sehingga dapat lebih mendukung optimalisasi penggunaan material serta peningkatan efisiensi dan konsistensi dalam proyek-proyek selanjutnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

Agusman, A., Prasetya, H. B., & Purba, H. H. (2021). Tinjauan dan Analisis Risiko

- dalam Proyek Konstruksi Bangunan: Studi Literatur. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 19(2), 95–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.52330/jtm.v19i2.29>
- Ahmad, R., & Kamaruddin, S. (2012). Application and comparison of three maintenance techniques for replacement decision making—a case study in the pulp manufacturing industry. *International Journal of Process Systems Engineering*, 2(2), 135–153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1504/ijpse.2012.051016>
- Akbari, D. R., & Gurning, R. O. S. (2020). Development of Risk Based Business Continuity Plan Using House of Risk Method on Container Terminal. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 557, No. 1, 012024. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1755-1315/557/1/012024>
- Ali, M., & Hasanah, S. (2020a). Implementasi Rehab-Rekon Perumahan Pasca Gempa Bumi Di Nusa Tenggara Barat. *Journal of Government and Politics (JGOP)*, 2(2), 127–140. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jgop.v2i2.2812>
- Ali, M., & Hasanah, S. (2020b). Implementasi Rehab-Rekon Perumahan Pasca Gempa Bumi Di Nusa Tenggara Barat. *Journal of Government and Politics (JGOP)*, 2(2), 127–140. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jgop.v2i2.2812>
- Ardiansyah, K, M., Irawan, S., & Purba, H, H. (2022). Identifikasi Faktor Risiko Keselamatan Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung di Indonesia dalam 10 Tahun Terakhir (2011-2021): Kajian Literatur. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 20(1), 45–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.52330/jtm.v20i1.46>
- Arifiyanti, A. A., & Wahyuni, E. D. (1850). SMOTE: Metode Penyeimbang Kelas pada Klasifikasi Data Mining. *SCAN- Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 15(1), 34–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.33005/sca.v15i1.1850>
- Ayuningtyas, F. J. (2022). Permintaan Rumah Siap Huni (Studi Kasus Perumahan Perumahan DIY). *Media Ekonomi*, 22(1), 33. <https://doi.org/https://doi.org/10.30595/medek.v22i1.12524>
- Azril, A., Irwansyah, M., & Idris, Y. (2022). No Title. *International Journal of Social Science, Educational, Economics, Agriculture Research and Technology*, 2(1), 947–956. <https://doi.org/https://doi.org/10.54443/ijset.v2i1.104>
- Idham, N. C. (2019). Indonesian architecture and earthquake vulnerability: the development of building safety through the civilization. *MATEC Web of Conferences*, Vol. 280, 01004. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/mateconf/201928001004>
- Lukman, H. S., & Setiani, A. (2019). Teaching materials design based on project learning to improve the students' mathematical understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1315, No. 1, 012026. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1742-6596/1315/1/012026>
- Metz, C. E. (2006). Receiver operating characteristic analysis: a tool for the quantitative evaluation of observer performance and imaging systems. *Journal of the American College of Radiology*, 3(6), 413–422. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jacr.2006.02.021>
- Prastawa, H., Hartini, S., Anshori, M., Hans, S., & Wimba, C. (2018a). Integration between green quality function deployment, modularity concept and life cycle assessment toward sustainable product design. *MATEC Web of Conferences*, Vol. 159, 02070. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/mateconf/201815902020>

- Prastawa, H., Hartini, S., Anshori, M., Hans, S., & Wimba, C. (2018b). Integration between green quality function deployment, modularity concept and life cycle assessment toward sustainable product design. *MATEC Web of Conferences*, Vol. 159, 02070. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/mateconf/201815902020>
- Rijasa, M. M., Sukrawa, M., & Nadiasa, M. (2014). Analisis Penilaian Bangunan Rumah Tinggal di Kota Denpasar. *Jurnal Spektran*, 2(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/spektran.2014.v02.i02.p05>
- Rusgiyono, A. (2009). No Title. *Media Statistika*, 2(1), 49–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/medstat.2.1.49-56>
- Setyowati, E., & Pandelaki, E. E. (2018a). The concept of sustainable prefab modular housing made of natural fiber reinforced polymer (NFRP). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 316, No. 1, 012004). <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1757-899x/316/1/012004>
- Setyowati, E., & Pandelaki, E. E. (2018b). The concept of sustainable prefab modular housing made of natural fiber reinforced polymer (NFRP). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 316, No. 1, 012004). <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1757-899x/316/1/012004>
- Soetanto, R., Hermawan, F., Milne, A., Hatmoko, J. U. D., As' ad, S., & He, C. (2020). Developing sustainable arrangements for “proactive” disaster risk financing in Java, Indonesia. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 11(3), 435–451. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/ijdrbe-01-2020-0006>
- Te Roopu Taurima, O. (2016). Development and efficiency of prefabricated building components. *International Journal of Smart Home*, 10(6), 85–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.14257/ijsh.2016.10.6.10>
- Wibowo, A. P. (2018a). Mengenal Jenis-Jenis Rumah Instan di Indonesia dan Kendala yang dihadapi dalam Memasarkannya. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 2(2), 454–463. <https://doi.org/https://doi.org/10.24912/jmstkik.v2i2.1613>
- Wibowo, A. P. (2018b). Mengenal Jenis-Jenis Rumah Instan di Indonesia dan Kendala yang dihadapi dalam Memasarkannya. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 2(2), 454–463. <https://doi.org/https://doi.org/10.24912/jmstkik.v2i2.1613>
- Yatmo, Y. A., Atmodiwirjo, P., Saginatar, D. P., & Harahap, M. M. Y. (2021). Development of modular school design as a permanent solution for post-disaster reconstruction in Indonesia. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 12(1), 101–113. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/ijdrbe-10-2019-0070>