

ANALISIS *WASTE MATERIAL* PROYEK PADA PEKERJAAN ARSITEKTUR MENGGUNAKAN METODE PARETO DAN *FAULT TREE ANALYSIS*

I Kadek Dwi Kusuma Ambara Putra¹, I Wayan Suparta², Fransiska Moi³

¹Mahasiswa Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

Email korespondensi: dwikajuss@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the dominant waste materials in the architectural work of the Villa Elio Batu Bolong Canggu project using the Pareto and Fault Tree Analysis (FTA) methods. The primary objective is to identify the types of waste material and the causes contributing to material waste during construction. The research also compares the company's material coefficients with the national standards (SNI) to evaluate efficiency. The findings indicate that the significant waste cost was due to the overuse of certain materials, particularly lightweight bricks. Additionally, the research identifies various factors, including poor planning, inaccurate measurements, and inefficiencies in material handling, as major contributors to material waste. It is concluded that effective material management, better planning, and accurate measurements can reduce waste and improve project efficiency. These findings contribute to the understanding of material waste in construction and offer recommendations for minimizing waste in future projects

Keywords: Waste Material, Pareto Analysis, Fault Tree Analysis, Material Efficiency, Construction Project

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis material sisa yang dominan pada pekerjaan arsitektur proyek Villa Elio Batu Bolong Canggu dengan menggunakan metode Pareto dan Fault Tree Analysis (FTA). Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis material sisa dan faktor penyebab pemborosan material selama pelaksanaan proyek. Penelitian ini juga membandingkan koefisien material perusahaan dengan standar nasional (SNI) untuk menilai efisiensi penggunaan material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya sisa material terbesar disebabkan oleh penggunaan material yang berlebihan, terutama pada material bata ringan. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi berbagai faktor seperti perencanaan yang kurang tepat, pengukuran yang tidak akurat, dan ketidakefisienan dalam penanganan material sebagai penyebab utama pemborosan material. Disimpulkan bahwa manajemen material yang efektif, perencanaan yang lebih baik, dan pengukuran yang akurat dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proyek. Temuan ini memberikan kontribusi untuk pemahaman mengenai pemborosan material dalam konstruksi serta memberikan rekomendasi untuk meminimalkan pemborosan pada proyek-proyek mendatang.

Kata Kunci: Material Sisa, Analisis Pareto, Fault Tree Analysis, Efisiensi Material, Proyek Konstruksi

PENDAHULUAN

Permintaan akan pembangunan infrastruktur terus meningkat, dan khususnya dalam proyek konstruksi, perencanaan dan pengelolaan yang baik sangat penting [1]. Salah satu aspek yang paling penting dalam proyek-proyek ini adalah penggunaan material, karena material memiliki kontribusi besar terhadap biaya keseluruhan proyek dan memainkan peran penting dalam keberhasilannya. Material merupakan komponen utama dalam setiap proyek konstruksi karena membentuk struktur bangunan [2]. Pada proyek pembangunan Villa Elio Batu Bolong Canggu Badung, banyak ditemukan *waste material* selama pelaksanaan konstruksi. Penyimpanan yang buruk dan penanganan material yang tidak tepat dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar [3]. *Waste material* dalam konstruksi mengacu pada material yang berlebih dan tidak dapat memberikan nilai tambah terhadap pekerjaan. Hal ini didefinisikan sebagai material yang lebih dari yang direncanakan dan tidak dapat digunakan lagi [4].

Dalam proyek konstruksi, *waste material* memiliki berbagai dampak negatif, terutama terhadap biaya proyek. Sebagian besar anggaran proyek dialokasikan untuk pembelian material, sehingga adanya *waste material* akan meningkatkan biaya karena perlu dibersihkan dan dibuang, yang pada gilirannya menambah beban finansial proyek [5]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Analisis Pareto merupakan metode yang efektif untuk mengidentifikasi material yang menyebabkan *waste*, dengan membandingkan biaya material yang direncanakan dengan yang direalisasikan. Sebagai contoh, bahan bata ringan menjadi penyumbang biaya *waste* terbesar dalam suatu proyek, dengan total sebesar Rp. 41.587.835,21. Selain itu, Fault Tree Analysis (FTA) adalah metode lain yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dalam konstruksi. FTA mengidentifikasi risiko yang muncul akibat kondisi kerja yang tidak aman atau kesalahan manusia [6]. Penelitian menggunakan FTA menunjukkan bahwa kecelakaan pekerja sering terjadi karena kurangnya pengetahuan tentang teknik pengangkatan manual yang aman.

Oleh karena itu, pengendalian *waste material* sangat penting untuk mengontrol biaya proyek dan meminimalkan kerusakan lingkungan. Hukum Pareto digunakan untuk mengidentifikasi material *waste* yang dominan, sementara Fault Tree Analysis digunakan untuk menggali penyebab mendalam dari *waste* tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan pemahaman bagi seluruh pelaksana dan pekerja proyek konstruksi, serta memberikan gambaran tentang dampak signifikan *waste material* terhadap biaya proyek [7].

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis *waste* material pada proyek pembangunan Villa Elio Canggü dengan menggunakan metode Pareto dan Fault Tree Analysis (FTA). Analisis Pareto digunakan untuk mengidentifikasi material yang paling banyak menyebabkan *waste*, sementara FTA digunakan untuk mengetahui penyebab dari *waste* material tersebut. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk membandingkan koefisien bahan yang digunakan oleh perusahaan dengan standar SNI untuk pekerjaan arsitektur.

Penelitian ini memiliki kebaruan dibandingkan dengan penelitian terdahulu, karena fokus pada proyek pembangunan Villa Elio Batu Bolong Canggü, yang merupakan studi kasus spesifik pada pekerjaan arsitektur. Metode yang digunakan juga mengkombinasikan dua analisis, yaitu Pareto dan Fault Tree Analysis, yang belum banyak diterapkan dalam penelitian sejenis sebelumnya

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif untuk menganalisis *waste* material pada proyek konstruksi. Data yang digunakan terdiri dari data primer yang diperoleh melalui observasi dan wawancara langsung dengan pelaksana proyek untuk mengidentifikasi jenis material sisa dan penyebabnya, serta data sekunder yang mencakup dokumen seperti RAB, shop drawing, dan nota pembelian material. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan pelaksana proyek. Setelah data terkumpul, analisis dilakukan dengan menggunakan metode Analisis Pareto dan Fault Tree Analysis (FTA). Analisis Pareto digunakan untuk menemukan material yang paling banyak menyebabkan *waste* [8]. sedangkan FTA digunakan untuk menggali lebih dalam faktor-faktor penyebab *waste* [9]. Setelah analisis, data diolah untuk menghasilkan diagram Pareto yang menunjukkan jenis material penyebab *waste* yang paling dominan. FTA digunakan untuk menemukan akar penyebab dari *waste* yang teridentifikasi, yang akan memberikan wawasan mendalam mengenai faktor-faktor penyebab *waste* material dan solusi untuk mengurangi pemborosan pada proyek berikutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

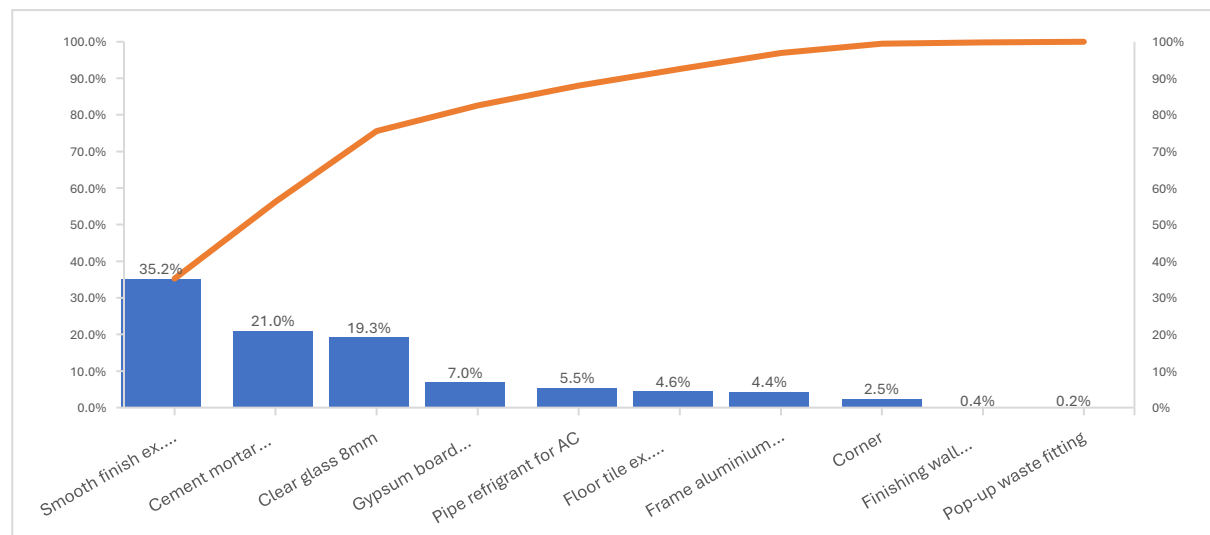
Tabel 1 berikut menunjukkan perhitungan volume material yang didatangkan, terpasang, dan *waste* untuk beberapa jenis material yang digunakan pada proyek Pembangunan Villa Elio Batu Bolong Canggü. Hasil ini memberikan gambaran mengenai besarnya *waste*

material yang terjadi selama pelaksanaan proyek.

Tabel 1. Perhitungan *Waste Material*

No	Nama Bahan	Satuan	Volume Didatangkan	Volume Terpasang	Volume Waste	Harga Satuan	Waste Cost (Rp)
1	Smooth Finish ex. MU	sq.m	1197.8	1033.32	164.48	58,000	9,539,840
2	Cement Mortar Rendered Plaster	ls	5	4.29	0.71	8,000,000	675,000
3	Clear Glass 8mm	sq.m	35.75	30.2	5.55	943,368.46	5,235,694.95
4	Gypsum Board Ceiling	sq.m	181.4	163.3	18.1	104,500	1,891,450

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diagram Pareto berikut ini menggambarkan persentase kontribusi setiap jenis material terhadap total *waste cost* proyek. Diagram ini menunjukkan bahwa sekitar 80% dari total biaya *waste* disebabkan oleh 20% jenis material yang digunakan dalam proyek, dengan *Smooth Finish ex. MU* menjadi penyumbang utama.

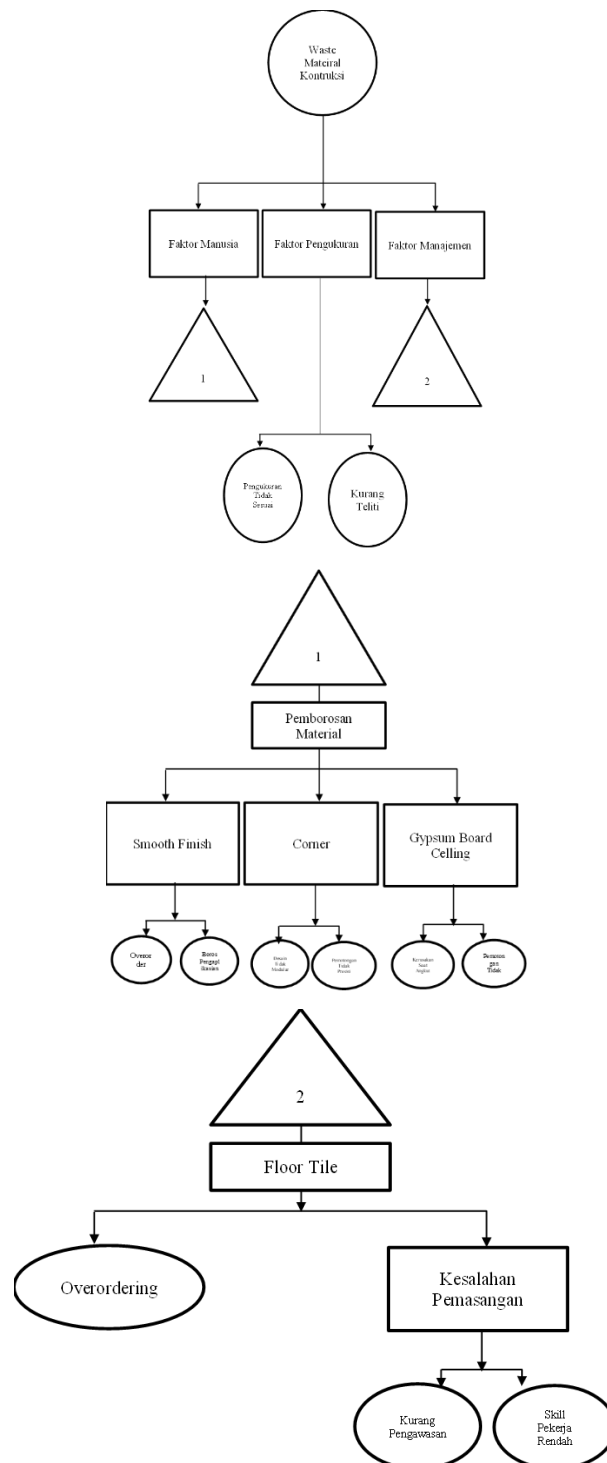


Gambar 1 Diagram Pareto *Waste Material*

Gambar 1 menunjukkan bahwa material *Smooth Finish ex. MU* mempengaruhi sekitar 35,2% dari total *waste*, sementara *Cement Mortar Rendered Plaster* dan *Clear Glass 8mm* masing-masing menyumbang 21% dan 19,3%.

Selain diagram Pareto, Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk menggali akar

penyebab pemborosan material. Gambar berikut menunjukkan penyebab utama *waste* material yang teridentifikasi melalui FTA. Proses ini membantu untuk memahami lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pemborosan material pada proyek ini.



Gambar 2: *Fault Tree Analysis Waste Material*

Dalam diagram FTA pada gambar 2, pemborosan material di proyek Villa Elio Batu Bolong Cangu dianalisis dari beberapa akar penyebab utama, yang digambarkan dengan simbol-simbol tertentu dalam diagram. Beberapa faktor penyebab utama yang diidentifikasi dalam diagram adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan Volume yang Tidak Akurat

Salah satu penyebab utama *waste* material adalah perencanaan volume material yang tidak akurat, baik pada tahap desain maupun pengadaan material. Hal ini menyebabkan perusahaan memesan material lebih banyak dari yang dibutuhkan, seperti yang terjadi pada material *Smooth Finish ex. MU*, yang didatangkan dalam jumlah yang lebih besar dari volume yang diperlukan untuk pemasangan.

2. Kesalahan Teknik Pemasangan

Teknik pemasangan yang tidak efisien juga berperan dalam pemborosan material. Beberapa material, seperti *Floor Tile ex. Roman dan Gypsum Board Ceiling*, mengalami pemborosan karena pemotongan yang tidak presisi dan penggunaan metode pemasangan yang tidak efisien. Teknik pemasangan yang buruk meningkatkan jumlah material yang terbuang selama pelaksanaan.

3. Penyimpanan Material yang Tidak Sesuai Standar

Penyimpanan material yang tidak sesuai standar turut menyumbang pada pemborosan. Beberapa material, seperti Cement Mortar Rendered Plaster, mengalami kerusakan karena penumpukan yang tidak hati-hati atau paparan cuaca buruk, yang menyebabkan material tersebut tidak dapat digunakan lagi.

4. Faktor Manusia dan Keterampilan Pekerja

Diagram FTA juga menunjukkan bahwa faktor manusia, seperti keterampilan pekerja yang tidak memadai, berkontribusi pada terjadinya *waste* material. Pekerja yang kurang terampil dalam memotong dan memasang material menyebabkan lebih banyak material yang terbuang akibat kesalahan dalam proses tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa *waste* material pada proyek pembangunan Villa Elio Batu Bolong Cangu disebabkan oleh beberapa faktor utama, seperti perencanaan pembelian material yang tidak akurat, teknik pemasangan yang kurang efisien, dan penyimpanan material yang tidak sesuai standar. Material seperti *Smooth Finish ex. MU*,

Cement Mortar Rendered Plaster, dan Clear Glass 8mm berkontribusi signifikan terhadap total *waste cost*, dengan Smooth Finish ex. MU sebagai penyumbang terbesar. Oleh karena itu, untuk mengurangi *waste material*, langkah-langkah pengurangan *waste* harus difokuskan pada material-material tersebut. Langkah-langkah tersebut antara lain dengan memperbaiki perencanaan pembelian material agar lebih akurat sesuai kebutuhan, meningkatkan teknik pemasangan agar lebih efisien, serta memperbaiki pengawasan dan penyimpanan material di lapangan. Selain itu, untuk mengatasi permasalahan dalam pemborosan material, perlu dilakukan koordinasi yang lebih baik antara tim perencana dan pelaksana proyek, serta peningkatan keterampilan pekerja melalui pelatihan ulang, terutama dalam teknik pemotongan dan pemasangan yang lebih presisi. Evaluasi terhadap penggunaan material yang lebih efisien dan sesuai dengan standar SNI juga harus dilakukan untuk meminimalkan kesalahan dalam pengukuran dan pemotongan material. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan pemborosan material dapat diminimalkan, biaya proyek lebih terkontrol, dan dampak negatif terhadap lingkungan dapat dikurangi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif, R., & Gunawan, A. Diagram Pareto dan Diagram Fishbone: Penyebab yang mempengaruhi Keterlambatan Pengadaan Barang di Perusahaan Industri Petrochemicals Cilegon Periode 2020-2022. *Jurnal Riset Bisnis Dan Manajemen Tirtayasa (JRBMT)*, 7(1), 1–10, 2023 <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JRBMT/article/view/23411%0Ahttps://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JRBMT>
- [2] Ayu, E. S. (2017). Faktor Penyebab Peningkatan Biaya Material Pada. *Rekayasa*, 07(02), 193–203. Ii, B. A. B., & Pustaka, T. *Landasan teori manajemen proyek*. 1–23, 2016.
- [3] Kartika, W. Y., Harsono, A., & Permata, G. Usulan Perbaikan Produk Cacat Menggunakan Metode Fault Mode and Effect Analysis dan Fault Tree Analysis Pada PT. Sygma Examedia Arkanleema. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(1), 345–356, 2016.
- [4] Kurnia, A., & Abduh, M. Issn 1411-660x. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1). *Reverensi Sisa material*. (n.d.), 2012.
- [5] Skoyles, E.R., & Skoyles, J.R. *Waste Prevention on Site*. London: Mitchell Publishing Company, 1987.
- [6] Ekanayake, L.L., & Ofori, G. *Construction Material Waste Source Evaluation*. *Proceedings of the 2nd Southern African Conference on Sustainable Development in the Built Environment*, Pretoria, South Africa, 2000.

- [7] Kartam, N., Al-Mutairi, N., Al-Ghusain, I., & Al-Humoud, J. Environmental management of construction and demolition *waste* in Kuwait. *Waste Management*, 24(10), 1049–1059, 2004.
- [8] Chini, A.R. Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy. Florida: University of Florida, 2007.
- [9] Tam, V.W.Y., Tam, C.M., & Le, K.N. *Waste* reduction through incentives: A case study. *Building and Environment*, 42(2), 770–777, 2007.