

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

Studi Kasus : Proyek Pembangunan Alpha Villa Nyang-Nyang
Badung



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :
I KADEK DWI KUSUMA AMBARA PUTRA
2115124079

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI S.Tr. MANAJEMEN PROYEK
KONSTRUKSI
2025

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

¹Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung

^{2,3}Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung

¹E-mail: dwikajuss@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis material sisa yang dominan pada pekerjaan arsitektur proyek Villa Elio Batu Bolong Cangu 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

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

¹Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung

^{2,3}Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung

¹E-mail: 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

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR.....	3
DAFTAR TABEL	4
DAFTAR RUMUS	4
BAB I PENDAHULUAN	7
1.1. Latar Belakang	7
1.2. Rumusan Masalah.....	9
1.3. Tujuan Penelitian	9
1.4. Manfaat Penelitian	9
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1. Proyek Konstruksi	12
2.2. Manajemen Proyek	13
2.3. Manajemen Material.....	14
2.4. Material Konstruksi	15
2.5. Sisa Material Konstruksi.....	16
2.6. Klasifikasi Material dan Sisa Material Konstruksi	18
2.7. Sumber dan Penyebab <i>Waste</i> Material Konstruksi.....	20
2.8. Diagram Pareto	24
2.9. Fault Tree Analysis (FTA).....	25
2.10. Penelitian Terdahulu.....	28
2.11. Keaslian Penelitian	30
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1. Rancangan Penelitian.....	32
3.2. Lokasi dan Waktu.....	32
3.2.1. <i>Lokasi Penelitian</i>	32
3.2.2. <i>Waktu Penelitian</i>	33
3.3. Penentuan Sumber Data.....	33

3.4. Pengumpulan Data.....	34
3.5. Variabel Penelitian.....	36
3.5.1. <i>Variabel Terikat</i>	36
3.5.2. <i>Variabel Bebas</i>	36
3.6. Instrumen Penelitian	36
3.7. Analisis Data.....	37
3.7.1. <i>Menghitung Volume Material</i>	37
3.7.2. <i>Menghitung Pengadaan Material</i>	37
3.7.3. <i>Menghitung Waste Material Dominan</i>	37
3.7.4. <i>Menghitung waste level</i>	38
3.7.5. <i>Analisis Reuse Waste Material</i>	38
3.8. Bagan Alir Penelitian.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Gambaran Umum Proyek	40
4.2 Identifikasi Material Berpengaruh Terhadap <i>Waste Cost</i>	41
4.2.1 <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i>	41
4.2.2 <i>Kriteria Material Terpilih</i>	42
4.2.3 <i>Identifikasi Material</i>	42
4.3 Analisis <i>Waste Material</i>	42
4.3.1 <i>Material Terpasang</i>	43
4.3.2 <i>Menghitung Waste Material</i>	43
4.3.3 <i>Diagram Pareto Waste Material</i>	45
4.3.4 <i>Waste Level</i>	49
4.3.5 <i>Waste Cost</i>	51
4.3.6 <i>Reuse Waste Material</i>	52
4.4 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	66
4.5 <i>Fault Tree Analysis Waste Material Dominan</i>	69
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Simpulan.....	71
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Pareto	25
Gambar 2.2 Fault Tree Analysis Waste Material Dominan	27
Gambar 3.1 Lokasi Proyek	33
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	39
Gambar 4.1 Diagram Pareto	47
Gambar 4.2 Grafik Waste Material	51
Gambar 4.3 Kategori FTA: Waste Material	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sumber dan Penyebab Sisa Material	21
Tabel 2.2 Sumber dan Penyebab Sisa Material dalam Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Berdasarkan Tahapan Pekerjaan Konstruksi	22
Tabel 2.3 Simbol Dalam FTA	26
Tabel 2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	30
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	33
Tabel 3.2 Pertanyaan wawancara	35
Tabel 4.1 Perhitungan Volum Waste Material	44
Tabel 4.2 Rangkuman Waste Material Berdasarkan Nama Bahan.....	45
Tabel 4.3 Perangkingan Jenis Material Waste.....	47
Tabel 4.4 Material Berpotensi Menghasilkan Waste.....	49
Tabel 4.5 Perhitungan Waste Cost	52
Tabel 4.6 Perhitungan Waste Material	53
Tabel 4.7 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Smooth Finish ex. MU (Versi Proyek).....	55
Tabel 4.8 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Smooth Finish ex. MU (Versi SNI NI 7394:2008 & pembaruan)	56
Tabel 4.9 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Cement Mortar Rendered Plester (Versi Proyek)	58
Tabel 4.10 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Cement Mortar Rendered Plester (Versi SNI NI 7394:2008 & pembaruan).....	59
Tabel 4.11 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Analisis AHSP Clear Glass 8 mm (Versi Proyek)	60
Tabel 4.12 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Analisis AHSP Clear Glass 8 mm (Versi SNI NI 7394:2008 & pembaruan).....	61
Tabel 4.13 Analisis AHSP Gypsum Board Ceiling (Versi Proyek)	63
Tabel 4.14 Analisis AHSP Gypsum Board Ceiling (Versi SNI NI 7394:2008 & pembaruan).....	64

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 4.1 Waste Material	42
Persamaan 4.2 Persentase Item.....	46
Persamaan 4.3 Waste Level.....	49
Persamaan 4.4 waste cost	52
Persamaan 4.5 Reuse Value.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur semakin penting. Perencanaan dan manajemen sangat penting dalam pembangunan infrastruktur, terutama dalam proyek konstruksi. Penggunaan material proyek merupakan area yang sangat relevan. Dengan kata lain, material sangat penting karena memengaruhi biaya dan keberhasilan proyek.

Material memainkan peran krusial dalam setiap proyek konstruksi. Konstruksi bangunan bergantung pada material, yang merupakan komponen fundamental. Sejumlah besar material limbah dihasilkan selama pembangunan Villa Elio Batu Bolong Canggu Badung. Material limbah ini dapat berdampak buruk bagi ekologi setempat jika tidak disimpan dan dibuang dengan benar. Puing konstruksi sering disebut sebagai material limbah. Proyek konstruksi seringkali sangat terdampak oleh material limbah, terutama dari segi harga. Karena material merupakan bagian dari hampir seluruh anggaran proyek, kelebihan penggunaan material di area ini akan menyebabkan kerugian finansial. Yang kita sebut "limbah" adalah material yang telah habis digunakan tetapi tidak memberikan kontribusi apa pun yang bermanfaat bagi proyek. Istilah "material limbah" mengacu pada kelebihan penggunaan material yang tidak direncanakan, baik itu bahan bangunan yang tidak dapat digunakan maupun pekerjaan yang telah selesai. Sampah sebenarnya memiliki dampak negatif yang besar terhadap lokasi konstruksi. Limbah di lokasi kerja merupakan konsekuensi tak terelakkan dari pengeluaran material. Kebutuhan untuk membersihkan atau membuang limbah di luar lokasi kerja menambah waktu dan biaya operasional konstruksi.

Penelitian sebelumnya menemukan bahwa dengan

menggunakan analisis Pareto, material yang tidak diperlukan dapat dihilangkan. Proyeksi dan biaya material aktual dapat ditentukan dengan menggunakan analisis Pareto. Bata ringan menyumbang Rp41.587.835,21, biaya limbah tertinggi di seluruh proyek, menurut penelitian ini. Sebagai pendekatan alternatif untuk mengungkap akar permasalahan, Analisis Pohon Kesalahan (FTA) telah menjadi subjek penelitian sebelumnya. Kondisi kerja yang buruk dan kecerobohan atau kurangnya pelatihan karyawan merupakan kontributor utama risiko yang terjadi di tempat kerja. Hasil analisis penyebab kecelakaan berbasis FTA mengungkapkan bahwa berbagai tugas di tempat kerja menimbulkan bahaya yang unik. Ketidaktahuan pekerja tentang prosedur pengangkatan manual yang aman merupakan salah satu elemen kesalahan manusia yang berkontribusi terhadap kecelakaan di tempat kerja. Oleh karena itu, pengelolaan limbah material diharapkan dapat mengendalikan biaya proyek dan meminimalkan dampak lingkungan. Pendekatan Pareto, yang didasarkan pada premis hukum Pareto, dapat digunakan untuk menganalisis jenis material penyebab limbah dan mengidentifikasi material yang bertanggung jawab atas limbah tersebut. Penjelasan rinci tentang penyebab masalah dapat diperoleh melalui Analisis Pohon Kesalahan (Fault Tree Analysis), sehingga digunakan untuk menjelaskan variabel-variabel yang menghasilkan limbah.

Selain memberikan wawasan bermanfaat tentang limbah material konstruksi yang memiliki pengaruh substansial terhadap biaya proyek studi ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran di antara semua individu yang terlibat dalam implementasi dan pelaksanaan proyek konstruksi.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Material apa yang menimbulkan *waste* paling dominan pada pekerjaan arsitektur proyek Alpha Villa dengan metode pareto?
2. Faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab *waste material* pada pekerjaan arsitektur proyek Villa Alpha Villa dengan metode *fault tree analysis*?
3. Berapakah perbandingan nilai koefisien bahan perusahaan dengan SNI pada pekerjaan arsitektur proyek Alpha Villa?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan adalah :

1. Untuk mengetahui *material waste* yang paling dominan pada pekerjaan arsitektur proyek Alpha Villa dengan metode pareto.
2. Untuk Mengetahui faktor-faktor penyebab *waste material* pada pekerjaan arsitektur proyek Alpha Villa dengan metode *fault tree analysis*.
3. Untuk mengetahui dan menganalisis perbandingan nilai koefisien bahan perusahaan dengan SNI pada pekerjaan arsitektur di proyek Alpha Villa.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Mahasiswa

Pentingnya perencanaan dan pelaksanaan pengelolaan limbah diungkap, dan pengetahuan baru dapat digunakan untuk pelaksanaan operasional. Prinsip-prinsip pengelolaan

material limbah yang berkaitan dengan bangunan juga dapat dijabarkan dengan cara ini. Secara khusus, penelitian ini menjelaskan bagaimana analisis Pareto dan Fault Tree dapat digunakan untuk mempelajari puing-puing bangunan dan unsur-unsur yang berkontribusi terhadapnya.

2. Bagi Kontraktor

Perusahaan, terutama yang menyediakan jasa konstruksi, dapat menggunakannya untuk mengelola dan mengendalikan sampah mereka dengan lebih baik.

3. Bagi Akademisi

Bagi mereka yang tertarik untuk mempelajari dan mengembangkan material limbah di berbagai industri bangunan, atau bagi mereka yang ingin menulis artikel ilmiah di masa mendatang tentang topik ini, penelitian ini dapat menjadi sumber yang bermanfaat.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Sesuai dengan tujuan awal makalah ini dan untuk memperjelas cakupan permasalahan, tesis ini akan dikembangkan untuk memastikan penelitian ini tidak melampaui batasan yang dimaksudkan. Berikut beberapa kendala permasalahan.

1. Penelitian ini dilakukan pada proyek Pembangunan Alpha Villa.
2. Penelitian ini dilakukan menggunakan data Rencana Anggaran Biaya (RAB), Nota pembelian material, *as built drawing*, *shop drawing*, harga material. Dan untuk data primer berupa jawaban material apa saja yang terdapat *waste* dan penyebabnya melalui observasi dan wawancara kepada pelaksana proyek di lapangan.
3. Ruang lingkup penelitian ini terbatas pada pekerjaan arsitektur, mengingat pada saat pengumpulan data, proyek telah berada pada tahap penyelesaian akhir (*finishing*).
4. Proyek menghasilkan daftar harga material dan koefisien harga satuan.
5. Elemen-elemen dari proyek pembangunan Alpha Villa dimasukkan dalam sampel studi, yang meliputi semen MU, gipsum, keramik, mortar, dan sudut.
6. Proyek pembangunan Alpha Villa dianalisis menggunakan pendekatan FTA untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang paling umum dan alasan yang berkontribusi terhadap akumulasinya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi material dengan tingkat pemborosan paling dominan, menganalisis faktor-faktor penyebab pemborosan material, serta mengevaluasi peluang minimalisasi limbah pada proyek pembangunan Villa Elio Batu Bolong Canggü dengan pendekatan *Pareto Analysis* dan *Fault Tree Analysis (FTA)*. Berdasarkan hasil analisis BAB sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Pareto pada proyek Pembangunan Villa Elio Batu Bolong Canggü, ditemukan bahwa material *Smooth Finish ex. MU* adalah material yang paling dominan menyebabkan waste, dengan kontribusi sebesar 35,2% dari total waste cost. Hal ini menunjukkan bahwa sekitar 80% dari total waste cost proyek ini disebabkan oleh hanya beberapa jenis material, sesuai dengan prinsip Pareto (80/20). Material lainnya yang juga berkontribusi signifikan adalah *Cement Mortar Rendered Plaster* dan *Clear Glass 8mm*, yang masing-masing menyumbang 21% dan 19,3% dari total waste. Berdasarkan temuan ini, langkah-langkah pengurangan waste harus difokuskan pada material tersebut, misalnya dengan memperbaiki perencanaan pembelian material, teknik pemasangan, serta meningkatkan kontrol terhadap material yang ada di lapangan.
2. Berdasarkan analisis menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA) serta perbandingan koefisien bahan dengan standar SNI, pemborosan material pada proyek ini terutama disebabkan oleh perencanaan volume yang kurang tepat sehingga terjadi kelebihan pembelian, teknik pemasangan dan pemotongan yang tidak efisien, serta penyimpanan material yang tidak sesuai standar. Selain itu, meskipun penggunaan material perusahaan sedikit lebih tinggi dari SNI dan masih dalam batas toleransi, hal ini tetap menunjukkan perlunya peningkatan akurasi perencanaan, pelatihan pekerja, serta koordinasi yang lebih baik antara perencanaan dan pelaksanaan untuk meminimalkan waste material.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, saran dalam penelitian ini adalah :

1. Bagi Mahasiswa:

Mahasiswa diharapkan dapat lebih memahami dan mendalami konsep waste material dalam proyek konstruksi terutama dengan menggunakan metode analisis seperti Pareto dan Fault Tree Analysis. Pemahaman ini tidak hanya akan memperkaya pengetahuan teori tetapi juga dapat diterapkan dalam proyek atau penelitian di masa depan. Selain itu, mahasiswa perlu mempraktikkan penerapan metode analitis dalam mengidentifikasi material yang berisiko menyebabkan waste dominan, sehingga dapat memberikan solusi yang tepat dan aplikatif untuk mengurangi pemborosan material dalam proyek. Peningkatan kompetensi dalam perencanaan material dan desain yang lebih efisien akan sangat bermanfaat, karena perencanaan yang matang merupakan langkah awal mengurangi waste material dan memastikan keberhasilan proyek konstruksi.

2. Bagi Kontraktor:

Kontraktor diharapkan untuk meningkatkan akurasi dalam perencanaan pengadaan material dengan menggunakan data yang lebih relevan dan akurat. Penggunaan sistem manajemen material atau perangkat lunak untuk memantau kebutuhan material secara real-time akan membantu mengurangi kesalahan dalam estimasi dan menghindari pemborosan. Selain itu, memberikan pelatihan yang lebih baik kepada pekerja tentang teknik pemasangan yang efisien dan cara pengelolaan material yang optimal di lapangan sangat diperlukan untuk mengurangi waste. Pengawasan yang lebih ketat terhadap penyimpanan dan penggunaan material agar material tidak rusak atau terbuang sia-sia. Penerapan metode pengendalian waste yang berbasis pada analisis Pareto, di mana kontraktor dapat fokus pada material-material yang paling banyak menyebabkan waste, akan sangat membantu dalam meningkatkan efisiensi penggunaan material dan mengurangi pemborosan yang dapat merugikan proyek.

3. Bagi Akademisi:

Akademisi memiliki peran dalam pengembangan penelitian terkait pengelolaan waste material dalam proyek konstruksi. Penelitian yang lebih mendalam tentang faktor-faktor penyebab waste material dan solusi-solusi inovatif sangat diperlukan untuk menciptakan sistem pengelolaan waste yang lebih efisien dan aplikatif. Selain itu, kolaborasi yang lebih erat dengan industri konstruksi, khususnya kontraktor dan pengembang akan sangat membantu dalam mengembangkan dan menerapkan sistem pengelolaan waste yang lebih efektif. Penelitian yang dilakukan akan lebih praktis dan memberikan dampak langsung bagi pelaksanaan proyek di lapangan. Selain itu, akademisi juga dapat mengintegrasikan studi kasus mengenai waste material dalam proyek pembangunan ke dalam kurikulum pembelajaran. Hal ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam kepada mahasiswa dan keterampilan yang berguna untuk karir di industri konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif, R., & Gunawan, A. (2023). 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. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JRBM/article/view/23411> <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JRBM>
- [2] Ayu, E. S. (2017). Faktor Penyebab Peningkatan Biaya Material Pada. *Rekayasa*, 07(02), 193–203.
- [3] Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2016). *Landasan teori manajemen proyek*. 1–23.
- [4] Kartika, W. Y., Harsono, A., & Permata, G. (2016). 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.
- [5] Kurnia, A., & Abduh, M. (2012). Issn 1411-660x. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1). *Reverensi Sisa material*. (n.d.).
Skoyles, E.R., & Skoyles, J.R. (1987). *Waste Prevention on Site*. London: Mitchell Publishing Company.
- [6] Ekanayake, L.L., & Ofori, G. (2000). Construction Material Waste Source Evaluation. *Proceedings of the 2nd Southern African Conference on Sustainable Development in the Built Environment*, Pretoria, South Africa.
- [7] Kartam, N., Al-Mutairi, N., Al-Ghusain, I., & Al-Humoud, J. (2004). Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait. *Waste Management*, 24(10), 1049–1059.
- [8] Chini, A.R. (2007). *Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy*. Florida: University of Florida.
- [9] Tam, V.W.Y., Tam, C.M., & Le, K.N. (2007). Waste reduction through incentives: A case study. *Building and Environment*, 42(2), 770–777.