

Mitigasi Waste Material Konstruksi Gedung Kampus Universitas Jambi

Hanif Fauzi Nur¹, Nasfryzal Carlo¹, Dwifitra Y Jumas¹

¹Teknik Sipil Universitas Bung Hatta
Email : carlo@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Mitigasi Waste material konstruksi menjadi isu penting dalam pembangunan gedung kampus Universitas Jambi. Pertumbuhan pesat infrastruktur memicu peningkatan produksi waste material konstruksi, yang dapat berdampak negatif pada lingkungan dan keseimbangan ekologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis, faktor penyebab waste material, dan menerapkan strategi mitigasi yang efektif dalam mengelola waste material konstruksi di lingkungan kampus serta menyajikan landasan bagi pengambilan keputusan berkelanjutan dalam pengelolaan waste material konstruksi di lingkungan kampus Universitas Jambi. Metode penelitian melibatkan analisis data melalui observasi lapangan dalam menentukan jenis waste material konstruksi yang dihasilkan selama proyek pembangunan dan penyebaran kuisioner terhadap 65 responden untuk mengidentifikasi sumber penyebab waste material. Selanjutnya menerapkan analisis SWOT sebagai alat evaluasi dalam merancang strategi mitigasi. Studi ini mengidentifikasi kekuatan (strengths), kelemahan (weaknesses), peluang (opportunities), dan ancaman (threats) yang berkaitan dengan pengelolaan limbah material konstruksi, dengan tujuan mengoptimalkan praktik berkelanjutan. Hasil studi menunjukkan bahwa jenis waste material yang dominan adalah Hebel/Bata Ringan (4,78). Sedangkan Faktor penyebab yang dominan adalah Tempat material yang tidak tepat (4,32). Selanjutnya dengan memanfaatkan hasil analisis SWOT strategi mitigasi waste material konstruksi yang efektif dapat dihasilkan. Yakni dengan menerapkan pendekatan terintegrasi, hal ini melibatkan penguatan kerjasama lintas-sektor, serta pengembangan kebijakan internal untuk mendukung prinsip-prinsip berkelanjutan. Penelitian ini menyajikan pandangan komprehensif tentang faktor internal dan eksternal yang memengaruhi mitigasi waste material konstruksi, memberikan dasar bagi kebijakan dan tindakan yang berkelanjutan di lingkungan kampus Universitas Jambi.

Kata Kunci — Mitigasi; Konstruksi Gedung; Waste Material.

ABSTRACT

Mitigation of construction material waste is an important issue in the construction of Jambi University campus buildings. The rapid growth of infrastructure triggers an increase in the production of construction material waste, which can have a negative impact on the environment and ecological balance. This research aims to identify and implement effective mitigation strategies for managing construction material waste in the campus environment and provide a basis for sustainable decision-making in managing construction material waste in the Jambi University campus environment. The research method involves data analysis through field observations to determine the type of construction material waste produced during development projects and distributing questionnaires to 65 respondents to identify the sources causing material waste. Next, apply SWOT analysis as an evaluation tool in designing mitigation strategies. This study identifies strengths, weaknesses, opportunities, and threats related to the management of construction material waste, with the aim of optimizing sustainable practices. The study results show that the dominant type of waste material is Hebel/Light Brick (4.78). Meanwhile, the dominant causal factor is inappropriate material location (4.32). Furthermore, by utilizing the results of the SWOT analysis, an effective construction material waste mitigation strategy can be produced. Specifically, by implementing an integrated approach, this involves strengthening cross-sector collaboration, investing in recycling infrastructure, and developing internal policies to support sustainable principles. This research presents a comprehensive view of the internal and external factors that influence the mitigation of construction material waste, providing a basis for sustainable policies and actions in the Jambi University campus environment.

Keywords – Mitigation; Building construction; Waste material.

1. Pendahuluan

Pemborosan material secara signifikan memberikan kontribusi biaya tambahan terhadap keseluruhan konstruksi (Chee Hung & Syazwanie Kamaludin, 2017). Umumnya sistem konstruksinya adalah model input-output. Sistem ini berisi masukan komponen-komponen yang diperlukan untuk memulai tahap transformasi agar dapat mencapai produk konstruksi pada akhir dengan memperhatikan tenggat waktu, biaya proyek dan meminimalkan semua jenis pemborosan (Bajjou, M.S.; Chafi, 2018). Selain itu, penundaan merupakan salah

satu pemborosan konstruksi dan sering terjadi di lokasi (Nagapan et al., 2011).

Untuk dapat mendongkrak bisnis berbagai industri, pembangunan infrastruktur merupakan salah satu kegiatan penting yang dapat meningkatkan produk domestik bruto sebuah negara (Suthar, 2017), pembangunan ekonomi (Tafesse et al., 2022), sehingga dalam output nasional melampaui andilnya (Arshad et al., 2017). Kegiatan konstruksi di negara berkembang, menyumbang 80% dari total aset modal, dan lebih dari 50% kekayaan yang diinvestasikan dalam aset tetap serta 10% dari PDB mereka (Ogunlana & Promkuntong,

1996). Dalam suatu proyek konstruksi penyedia jasa yang terlibat pada umumnya sangat mengharapkan proyek berjalan sesuai dengan rencana (Syafri et al., 2004). Namun karena pesatnya perkembangan industri konstruksi semakin meningkat jumlah limbah konstruksi yang dihasilkan (Chee Hung & Syazwanie Kamaludin, 2017). Meskipun tantangannya waste material bagi dunia industri konstruksi sejatinya membahayakan lingkungan serta pembangunan berkelanjutan (Nawaz et al., 2023).

Berdasarkan kajian studi pustaka ditemukan delapan variabel jenis waste material yang terdiri atas Hebel/Bata ringan (Callister & Rethwisch, 2015), Tiang Pancang (Kelly & Dowd, 2017), (Widhiawati et al., 2019), besi (Al-Otaibi et al., 2022), kayu bekisting (Luangcharoenrat et al., 2019), semen (Bhogal et al., 2022), kerikil (Nitivattananon & Borongan, 2007), beton (Mahfuth et al., 2022), dan pasir (Al-Otaibi et al., 2022). Sementara itu faktor penyebab waste material dominan dalam literatur ditemukan tujuh belas variabel, yang terdiri atas; F1. Ketika konstruksi sudah berjalan owner melakukan perubahan desain (Eze, 2020), F2. Perencana Kurang Kompeten (Eze, 2020), F3. Terjadi Miskomunikasi didalam perencanaan desain (Kofoworola & Gheewala, 2010), F4. Tempat material yang tidak tepat (Huang et al., 2018), F5. Residual (Material sisa karena proses pemakaian) (Umar et al., 2018), (Formoso et al., 2002) F6. Material terbuang / tercecer saat transportasi (Umar et al., 2018), F7. Material terbuang karena vandalisme atau pencurian (Estrada et al., 2023), F8. Sering terjadi pergantian pekerja (Lu et al., 2011), F9. Pekerja Kurang Pelatihan (Soharu & Sil, 2022), F10. Skill staff manajemen pengadaan kurang baik (Luangcharoenrat et al., 2019), F11. Suplier tidak mengirimkan material sesuai spesifikasi (Soharu & Sil, 2022), F12. Pesanan material tidak sesuai seperti kelebihan, Kekurangan dsb (Yadeta & Eshetie, 2019). F13. Perhitungan kurang akurat menyebabkan salah hitung volume (Janani & Lalithambigai, 2020), F14. Miskomunikasi antara bagian dalam pengadaan (Luangcharoenrat et al., 2019), F15. Kurangnya Pengelolaan Limbah Konstruksi (Al-hajj, 2015), F16. Tidak ada regulasi yang mengatur pengelolaan limbah (Kofoworola & Gheewala, 2010), F17. Kurangnya pengontrolan material di proyek (Luangcharoenrat et al., 2019).

Agar dapat meminimalisir waste material perlu ada mitigasi yang tepat. Untuk itu maka perlu dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui jenis, faktor apa saja yang menyebabkan waste material dan bagaimana strategi mitigasi yang tepat untuk mengurangi waste material di lingkungan konstruksi bangunan gedung Kampus Universitas Jambi.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian melibatkan analisis data melalui observasi lapangan dalam menentukan jenis waste material konstruksi yang dihasilkan selama proyek pembangunan dan penyebaran kuisioner terhadap 65 responden untuk mengidentifikasi sumber penyebab

waste material. Selanjutnya menerapkan analisis SWOT sebagai alat evaluasi dalam merancang strategi mitigasi. Studi ini mengidentifikasi kelemahan (weaknesses), kekuatan (strengths), ancaman (threats) dan peluang (opportunities), yang berkaitan dengan pengelolaan limbah material konstruksi, dengan tujuan mengoptimalkan praktik berkelanjutan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Jenis Waste Material

Hasil studi pustaka dan observasi lapangan ditemukan 8 (delapan) variabel jenis waste material konstruksi, yang terdiri atas *hebel*/bata ringan, tiang pancang, besi, kayu bekisting, semen, kerikil, beton, dan pasir. Maka urutan jenis waste terbanyak berdasarkan hasil observasi dan kuisioner dapat dilihat dalam tabel.1. berikut:

Tabel 1. Jenis Waste Material Konstruksi dengan SPSS Ver.22

No	Jenis Material	N	Std. Deviation	Sum	Mean	Rank
1	Hebel/Bata Ringan	65	.414	311	4.78	1
2	Tiang Pancang	65	.348	269	4.14	2
3	Kayu Bekisting	65	.458	241	3.71	3
4	Besi	65	.502	225	3.46	4
5	Semen	65	.499	167	2.57	5
6	Kerikil	65	.465	150	2.31	6
7	Beton	65	.434	146	2.25	7
8	Pasir	65	.378	141	2.17	8
	Valid N (listwise)	65				

Sumber: Hasil analisis

Tabel 1 menunjukkan bahwa jawaban dari informan menunjukkan jenis waste material konstruksi terbanyak adalah *Hebel*/Bata ringan, selanjutnya Tiang Pancang, besi, kayu bekisting, semen, kerikil, beton, dan Pasir.

Bata ringan berada di urutan pertama jenis waste material yang paling banyak, yang juga dikenal sebagai bata beton ringan, adalah salah satu material yang umum digunakan dalam industri konstruksi untuk membangun dinding, partisi, dan struktur lainnya (Callister & Rethwisch, 2015). Hebel / bata ringan dalam penelitian

ini menempati urutan pertama dengan nilai 4,78 hal ini disebabkan oleh faktor kesalahan dalam penanganan material karena peneliti menemukan dilapangan penempatan material Hebel/Bata ringan tidak menggunakan alas serta diletakkan di daerah terbuka, sehingga material hebel tidak tahan terhadap cuaca yang berakibat rusaknya material tersebut.

Peringkat ke dua ada Tiang Pancang dengan jumlah nilai 4,14 hadirnya sebagai waste material disebabkan oleh Perencana Kurang Kompeten, karena dalam perencanaan awal 33 m, namun realisasinya hanya berkisar 12 - 20 m. Tiang pancang adalah komponen krusial dalam proyek konstruksi yang digunakan untuk memindahkan beban struktural dari bangunan ke lapisan tanah yang lebih kokoh. Meskipun memiliki peran penting dalam keamanan dan kestabilan bangunan, tiang pancang seringkali berakhir sebagai limbah konstruksi. Ketika tiang pancang yang telah dipasang tidak lagi sesuai dengan rencana, mereka seringkali dianggap tidak berguna dan dihapus, berkontribusi pada penumpukan limbah konstruksi (Kelly & Dowd, 2017).

Peringkat ke tiga ada kayu bekisting dengan jumlah nilai 3,71 dimana Kayu bekisting adalah jenis kayu yang digunakan dalam konstruksi sebagai cetakan sementara untuk membentuk struktur beton saat masih dalam proses pengecoran. Bekisting membantu beton agar dapat mengeras dan membentuk bentuk yang diinginkan. Namun, setelah proses pengecoran selesai, bekisting tersebut tidak lagi memiliki nilai fungsional dalam konstruksi dan beberapa alasan, termasuk degradasi, kurangnya pemahaman tentang penggunaan ulang, penggunaan bahan bekisting alternatif, dan keterbatasan teknologi pengolahan limbah kayu (Luangcharoenrat et al., 2019).

3.2 Faktor Penyebab Waste Material

Hasil studi pustaka penulis mengidentifikasi 17 variabel faktor yang bersumber dari literatur. Seluruh faktor ini disertakan dalam kuisioner dan disebar kepada 65 responden dan dengan SPSS ver.22 di urutkan faktor penyebab paling dominan maka sepuluh besar faktor dimaksud, di muat dalam Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Rank Faktor Penyebab Waste Material Konstruksi

Faktor penyebab terjadinya waste material dominan berdasarkan studi literatur dan hasil wawancara di urut

berdasarkan ranking dalam gambar 1 diatas, dengan urutan pertama yakni;

1. Faktor tempat material yang tidak tepat, dengan nilai rata-rata 4,32. Material yang tidak dilindungi dengan baik saat disimpan di area konstruksi sering terpapar kondisi cuaca dan lingkungan yang keras. Hujan, sinar matahari, angin, dan suhu ekstrem dapat menyebabkan kerusakan fisik pada material, seperti retakan, korosi, atau perubahan bentuk. Kerusakan semacam ini dapat membuat material menjadi tidak layak digunakan, menghasilkan limbah material (Guyen, 2005). Kurangnya kesadaran dan pemahaman tentang pentingnya perlindungan terhadap material konstruksi. Banyak pekerja konstruksi yang tidak memiliki pengetahuan yang cukup tentang cara melindungi material konstruksi. Material yang tidak dilindungi dengan benar juga rentan terhadap kontaminasi oleh zat-zat berbahaya atau material lain yang dapat merusak kualitasnya. Misalnya, pencemaran oleh bahan kimia, air, atau bahan-bahan organik dapat mengubah sifat dan kualitas material. Hasilnya, material tersebut mungkin tidak lagi memenuhi standar atau persyaratan proyek, sehingga harus dibuang (Marzouk & El-Rasas, 2014).
2. Sedangkan diposisi kedua yakni faktor Kurangnya Pengawasan material di lokasi Proyek, dimana faktor ini merupakan faktor yang signifikan dalam pembentukan limbah material. Ketika material tidak dipantau dengan baik selama proses penerimaan, material yang diterima mungkin tidak diperiksa dengan cermat. Hal ini bisa mengakibatkan penerimaan bahan cacat atau bahan yang tidak sesuai standar kualitas, yang pada akhirnya harus dibuang atau diganti. Kurangnya pengawasan dapat mengarah pada penggunaan bahan yang berlebihan. Pekerja mungkin mengambil lebih banyak material dari yang diperlukan, menyebabkan pemborosan dan limbah. Tanpa pengawasan yang memadai, material dapat mengalami kerusakan selama proses pemasangan atau penggunaan (Poon et al., 2001).
3. Faktor yang menempati urutan ketiga yakni perencanaan yang kurang kompeten dengan nilai 4,12. Salah satu penyebab utama terjadinya waste material konstruksi adalah perencanaan yang kurang kompeten. Ketika perencanaan tidak dilakukan dengan baik, kemungkinan terjadinya kesalahan dalam estimasi kebutuhan material sangat tinggi. Hal ini dapat mengakibatkan pembelian material yang berlebihan, sehingga sisa material yang tidak terpakai menjadi limbah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kamaruddin et al (Zaelani, 2015), perencanaan yang tidak efisien dapat menyebabkan pemborosan material hingga 20%.

4. Faktor keempat ialah pesanan material tidak sesuai (kelebihan, kekurangan dsb). Faktor ini meraih nilai 4,11 dari 65 responden, hal ini terjadi karena Jika material yang dipesan tidak sesuai dengan kebutuhan proyek atau spesifikasi yang telah ditetapkan, hal ini dapat mengakibatkan pemborosan, penggunaan yang tidak efisien, atau bahkan pembuangan material yang seharusnya tidak perlu (Daoud et al., 2021). Jika material yang dipesan memiliki perbedaan signifikan dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, material tersebut mungkin tidak dapat digunakan dengan efektif dalam proyek tersebut. Ini dapat menyebabkan material harus dibuang atau diganti dengan material yang sesuai. Pesanan material yang berlebihan dapat terjadi jika estimasi kebutuhan tidak akurat. Jika material dipesan dalam jumlah yang lebih banyak dari yang sebenarnya dibutuhkan, hal ini dapat mengakibatkan pemborosan dan akhirnya limbah material yang tidak perlu. Pesanan material yang tidak sesuai dengan kualitas yang diharapkan atau yang tidak sesuai dengan standar yang diperlukan dapat menyebabkan material harus dibuang atau tidak digunakan dalam proyek. Keterlambatan dalam pengiriman material juga dapat menyebabkan proyek harus terhenti atau terganggu. Hal ini dapat mengakibatkan material yang sudah dipesan menjadi tidak relevan atau tidak sesuai dengan tahap proyek yang sedang berlangsung.
5. Faktor penyebab waste material konstruksi yang menempati urutan ke lima yakni terjadi Miskomunikasi didalam perencanaan desain. Komunikasi yang baik menghasilkan kinerja yang optimal, kesenjangan komunikasi antar pelaksana dan perencana berdampak buruk pada proses jalannya konstruksi, temuan peneliti terkait miskomunikasi ini berdampak besar pada pengadaan material, jumlah material serta penanganan material, dan menjadi salah satu faktor yang menyebabkan waste. Ketika tidak ada koordinasi yang baik antara pemilik proyek, kontraktor, dan pemasok material, dalam penanganan material kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pengadaan, penggunaan serta penanganan material sangat tinggi (Doloi et al., 2012)
6. Faktor keenam penyebab waste material konstruksi, yakni kurangnya pengelolaan limbah konstruksi dengan nilai rata-rata 3,78. Faktor ini menjadi penting karena di kondisi material rusak, dan tidak dapat digunakan, menjadikannya limbah konstruksi dan ketika tidak dikelola dengan baik, sisa material yang seharusnya dapat didaur ulang atau digunakan kembali akan menjadi limbah yang tidak berguna. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Tischer et al., 2013), kurangnya pengelolaan limbah konstruksi dapat menyebabkan peningkatan volume limbah hingga 30%. ternyata memang temuan peneliti pengelolaan limbahnya masih kurang pengawasan, mengakibatkan waste yang bertumpuk di lokasi konstruksi, selain mengganggu proses konstruksi hal ini menyebabkan kerugian kontraktor juga meningkat.
7. Faktor ketujuh dengan nilai hasil 3,34 yakni faktor Perhitungan kurang akurat menyebabkan salah hitung volume. Hal ini disebabkan oleh ketidak tepatan perhitungan, hasil temuan penulis yang dimana pada saat penerimaan maupun kebutuhan yang dilaporkan tidak sinkron, menyebabkan berbagai hal terjadi seperti halnya pemesanan kebutuhan yang melebihi rentang pekerjaan di selesaikan, misal batu dalam jumlah besar dihitung namun realisasinya di lapangan tidak sampai demikian seharusnya. Ketidacocokan spesifikasi, kurangnya informasi, ketidakjelasan penjadwalan, dan kurangnya koordinasi antar departemen bisa mengakibatkan pemborosan material. Untuk itu penting bagi berbagai pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi untuk meningkatkan koordinasi, dan pemahaman tentang kebutuhan material (Yadeta & Eshetie, 2019).
8. Urutan ke delapan faktor penyebab waste material ini ada Residual (Material sisa karena proses pemakaian) Salah satu alasan utama terjadinya residual adalah pengukuran dan pemotongan material yang tidak tepat. Kesalahan dalam mengukur atau memotong material dapat menghasilkan potongan-potongan yang tidak sesuai ukuran atau bentuk yang diperlukan. Potongan-potongan yang tidak sesuai ini mungkin tidak dapat digunakan dalam proyek dan akhirnya akan menjadi limbah (Tahir et al., 2022). Residual, atau sisa-sisa material, dapat menjadi faktor penyebab terjadinya limbah dalam konstruksi bangunan. Kesalahan dalam pengukuran, kelebihan material yang tidak diperlukan, perubahan desain, dan kurangnya penggunaan material sekunder merupakan beberapa alasan mengapa residual dapat menghasilkan limbah material. Dengan perencanaan yang lebih baik, pemilihan material yang tepat, dan praktik penggunaan ulang yang lebih efektif, industri konstruksi dapat mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan akibat residual.
9. Posisi ke sembilan dengan jumlah nilai 2,69 yakni material terbuang karena vandalisme atau pencurian. Di Jambi khususnya tingkat kriminalitas pencurian cukup tinggi, karena juga termasuk wilayah padat penduduk, proyek konstruksi acap kali menjadi target berbagai oknum untuk memanfaatkan peluang. Namun karena sebagian pekerja berasal dari wilayah terdekat maka hal itu tidak menjadi faktor yang

memiliki nilai tinggi. Material yang tidak dijaga atau dilindungi dengan baik juga dapat menjadi target pencurian atau hilang. Ketika material mudah diakses dan tidak dijaga, mereka bisa hilang secara misterius dari area konstruksi. Pencurian atau kehilangan material dapat mengakibatkan kerugian finansial dan peningkatan kebutuhan untuk membeli material baru, menghasilkan pemborosan (Tahir et al., 2022).

10. Diposisi terakhir dalam list faktor dominan penyebab waste material dalam penelitian ini ialah Pekerja Kurang Pelatihan. Pekerja yang tidak memiliki pemahaman yang memadai tentang teknik konstruksi yang benar, penanganan material yang tepat, dan praktik-praktik berkelanjutan, dapat mengakibatkan pemborosan bahan dan kerusakan yang tidak perlu. Kurangnya pemahaman tentang bagaimana cara menangani dan memindahkan material dengan benar dapat mengakibatkan kerusakan material

3.3 Mitigasi Waste Material

Analisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) adalah pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi keberhasilan suatu strategi atau inisiatif. Dalam konteks mitigasi waste material konstruksi gedung dengan kekuatan perusahaan memiliki Standard Operating Procedure (SOP) terkait penanganan material, berikut adalah analisis SWOT yang menggambarkan posisi perusahaan dalam menghadapi tantangan dan peluang dalam mengurangi limbah material.

Kekuatan (Strengths):

- Kontraktor memiliki SOP terkait penanganan material karena SOP yang terstruktur dan terstandarisasi dapat memastikan bahwa penanganan material dilakukan dengan benar dan efisien. Hal ini dapat mengurangi pemborosan dan pembuangan waste yang tidak perlu.
- Kontraktor memiliki finansial yang cukup baik. Maka kondisi finansial yang baik memberikan fleksibilitas untuk pengadaan material dalam jumlah besar, sehingga kontraktor bisa mendapatkan harga material yang lebih murah.
- Komitmen pencegahan terhadap pencemaran lingkungan dengan mematuhi semua peraturan lingkungan yang berlaku, serta mengalokasikan sebagian keuntungan perusahaan atau CSR untuk pelestarian lingkungan hidup.

Peluang (Opportunities):

- Mengirim Pekerja untuk melaksanakan Pelatihan dan Sertifikasi agar dapat meningkatkan kompetensi dan meningkatkan kualitas pekerjaan. Pekerja yang terlatih akan lebih efisien dalam mengelola material dan mengurangi pemborosan.

- Bekerja Sama dengan Pihak Ketiga dalam hal Material Handling, dengan berkolaborasi dengan pihak ketiga yang memiliki keahlian dalam material handling dapat membantu mengoptimalkan proses penanganan material. Ini dapat mengurangi risiko penumpukan dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

- Inovasi Teknologi dan Material yang Ramah Lingkungan dapat memungkinkan penggunaan bahan yang lebih efisien dan berkelanjutan, mengurangi waste yang tidak perlu serta menggunakan material ramah lingkungan yang bisa di daur ulang.

Kelemahan (Weaknesses):

- Rendahnya Disiplin dan SDM Pekerja: Rendahnya disiplin dan kompetensi pekerja dapat mengarah pada pelanggaran SOP, praktik kerja yang tidak efisien, dan kurangnya pemahaman terhadap praktik berkelanjutan.
- Penumpukan Material dalam Waktu yang lama serta tidak terorganisir dan tidak terkelola dengan baik dapat mengakibatkan pemborosan dan risiko pencemaran lingkungan.
- Keterbatasan Sumberdaya karena keterbatasan tenaga kerja, peralatan, dan bahan dapat menghambat kemampuan untuk mengelola material dan limbah dengan efisien.

Ancaman (Threats):

- Ketidakmampuan Memenuhi Standar Kualifikasi dan Sertifikasi maka dengan mengirim pekerja untuk pelatihan dan sertifikasi adalah upaya yang baik, tetapi jika masih ada rendahnya disiplin dan kualifikasi pekerja, investasi ini mungkin tidak memberikan hasil yang diharapkan.
- Membutuhkan Tambahan Biaya: Kerjasama dengan pihak ketiga terkait handling material tentu akan membutuhkan biaya lebih untuk margin keuntungan pihak ketiga tersebut.
- Adanya Regulasi yang Mengatur tentang Pengelolaan Limbah Konstruksi:

Regulasi yang mengatur tentang pencemaran lingkungan dan pengelolaan limbah konstruksi dapat mengharuskan kontraktor mengeluarkan sumberdaya yang lebih baik dari segi biaya, tenaga dan waktu.

Dalam menghadapi ancaman ini, kontraktor perlu mengidentifikasi peluang yang ada dan merancang strategi yang tepat untuk memaksimalkan manfaat dan mengurangi risiko.

Analisis terhadap mitigasi waste material berdasar hasil analisis pada matriks SWOT maka didapatkan strategi dengan menggabungkan peluang yang ada dengan upaya untuk mengatasi kelemahan yang ditemukan, kontraktor dapat merancang dan mengimplementasikan strategi yang efektif dalam mengurangi limbah material dan bergerak menuju praktik berkelanjutan dalam industri konstruksi. Memaksimalkan penerapan SOP yang terstruktur dan terstandarisasi sehingga dapat dipastikan bahwa penanganan material dilakukan dengan benar dan efisien.

Menggunakan keuangan dengan bijak karena kondisi finansial yang baik memberikan fleksibilitas untuk pengadaan material dalam jumlah besar, sehingga kontraktor bisa mendapatkan harga material yang lebih murah. Mewujudkan komitmen mencegah pencemaran lingkungan dengan mematuhi semua peraturan lingkungan yang berlaku, serta mengalokasikan CSR atau sebagian keuntungan perusahaan untuk pelestarian lingkungan hidup.

Disamping itu, tidak kalah penting adalah dengan memadukan peluang yang ada dengan kekuatan kontraktor, mitigasi waste material dapat dilakukan secara efektif. Realisasi investasi dalam pelatihan, SOP yang terstandarisasi, kondisi finansial yang baik, kolaborasi dengan ahli, dan mewujudkan Komitmen mencegah pencemaran lingkungan dengan mengalokasikan CSR untuk pelestarian lingkungan hidup atau sebagian keuntungan perusahaan akan membantu mencapai tujuan mitigasi waste yang lebih baik.

4. Kesimpulan

Tiga faktor utama yang berkontribusi besar sebagai penyebab terjadinya waste material adalah tempat material yang tidak tepat, kurangnya pengawasan, dan perencana yang kurang kompeten. Mitigasi material yang paling efektif untuk meminimalkan jumlah waste material pada proyek konstruksi gedung kampus Universitas Jambi berdasarkan analisis SWOT adalah dengan mengoptimalkan kekuatan dan peluang serta menghadapi hambatan serta ancaman dengan strategi yang tepat, kontraktor dapat berhasil dalam mitigasi waste material yakni dengan memadukan kekuatan kontraktor dan peluang yang ada, mitigasi waste material dapat dilakukan secara efektif. Realisasi SOP yang terstandarisasi, investasi dalam pelatihan, kondisi finansial yang baik, dan mewujudkan Komitmen mencegah pencemaran lingkungan dengan mengalokasikan sebagian keuntungan perusahaan atau CSR untuk pelestarian lingkungan hidup akan membantu mencapai tujuan mitigasi waste yang lebih baik.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak Universitas Jambi yang menjadi lokasi penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Al-hajj, A. (2015). Reducing Waste Generation on the UAE Construction Sites. September.
- Al-Otaibi, A., Bowan, P. A., Abdel Daiem, M. M., Said, N., Ebohon, J. O., Alabdullatif, A., Al-Enazi, E., & Watts, G. (2022). Identifying the Barriers to Sustainable Management of Construction and Demolition Waste in Developed and Developing Countries. *Sustainability (Switzerland)*, 14(13), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su14137532>
- Arshad, H., Qasim, M., Thaheem, M. J., & Gabriel, H. F. (2017). Quantification of material wastage in construction industry of Pakistan: An analytical relationship between building types and waste generation. *Journal of Construction in Developing Countries*, 22(2), 19–34. <https://doi.org/10.21315/jcdc2017.22.2.2>
- Bajjou, M.S.; Chafi, A. (2018). A CONCEPTUAL MODEL OF LEAN CONSTRUCTION: A THEORETICAL FRAMEWORK Malaysian construction research journal (mcrj) subscription form. *Malaysian Construction Research Journal*, 26(3), 67. LC2
- Bhokal, S., Lalonde, D., & Baratz, M. (2022). Waste Mitigation: A Marriage of Cost Savings and Sustainability. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 32(4), 100996. <https://doi.org/10.1016/J.OTO.2022.100996>
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2015). *Materials Science and Engineering*.
- Chee Hung, F., & Syazwanie Kamaludin, N. (2017). PROFESSIONALS' VIEWS ON MATERIAL WASTAGE LEVEL AND CAUSES OF CONSTRUCTION WASTE GENERATION IN MALAYSIA. *MALAYSIAN CONSTRUCTION RESEARCH JOURNAL (MCRJ)*, 21(1).
- Daoud, A. O., Othman, A. A. E., Ebohon, O. J., & Bayyati, A. (2021). Quantifying materials waste in the Egyptian construction industry: A critical analysis of rates and factors. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(4), 4275–4289. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.02.039>
- Doloi, H., Sawhney, A., Iyer, K. C., & Rentala, S. (2012). Analysing factors affecting delays in Indian construction projects. *International Journal of Project Management*, 30(4), 479–489. <https://doi.org/10.1016/J.IJPROMAN.2011.10.004>
- Estrada, L. J. G., Nakatani, J., Hayashi, T., & Fujita, T. (2023). Life cycle assessment of construction and demolition waste management based on waste generation projections of residential buildings in Metro Manila, the Philippines. *Cleaner Waste Systems*, 4(January), 100076. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100076>
- Eze, E. C. (2020). Assessment of materials waste in the construction industry: A view of Construction Operatives , Tradesmen and Artisans in Nigeria Assessment of materials waste in the construction industry: A view of Construction Operatives , Tradesmen and Artisans in. April 2017. <https://doi.org/10.9790/1813-0604013247>
- Formoso, C. T., Asce, L. S. M., Cesare, C. De, & Isatto, E. L. (2002). Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. August, 316–326.
- Güven, I. (2005). The impact of Political Islam on education: “the revitalization of Islamic education in the Turkish educational setting.” *International Journal of Educational Development*, 25(3), 193–208. <https://doi.org/10.1016/J.IJEDUDEV.2004.08.001>
- Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R., & Ren, J. (2018). Construction and Demolition Waste Management in China through the 3R Principle. 129, 36–44.
- Janani, R., & Lalithambigai, N. (2020). A critical literature review on minimization of material wastes in construction projects. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 3061–3065. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.011>
- Kelly, M., & Dowd, D. (2017). A review of construction waste management practices on selected case studies in Ireland. In *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management (Vol. 170, Issue 2)*. <https://doi.org/10.1680/jwarm.17.00007>
- Kofoworola, O. F., & Gheewala, S. H. (2010). Estimation of construction waste generation and management in

- Thailand. *Waste Management*, 29(2), 731–738. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.004>
- Lu, W., Yuan, H., Li, J., Hao, J. J. L., Mi, X., & Ding, Z. (2011). An empirical investigation of construction and demolition waste generation rates in Shenzhen city, South China. *Waste Management*, 31(4), 680–687. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.12.004>
- Luangcharoenrat, C., Intrachooto, S., & Peansupap, V. (2019). Factors Influencing Construction Waste Generation in Building Construction: Thailand's Perspective.
- Mahfuth, K., Loulizi, A., Tayeh, B. A., Al Hallaq, K., & Aisheh, Y. I. A. (2022). Using safety system during the design phase to minimize waste in construction projects. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 34(3), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.09.006>
- Marzouk, M. M., & El-Rasas, T. I. (2014). Analyzing delay causes in Egyptian construction projects. *Journal of Advanced Research*, 5(1), 49–55. <https://doi.org/10.1016/J.JARE.2012.11.005>
- Nagapan, S., Rahman, I. A., & Asmi, A. (2011). A Review of Construction Waste Cause Factors.
- Nawaz, A., Chen, J., & Su, X. (2023). Factors in critical management practices for construction projects waste predictors to C&DW minimization and maximization. *Journal of King Saud University - Science*, 35(2), 102512. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102512>
- Nitivattananon, V., & Borongan, G. (2007). Construction and Demolition Waste Management: Current Practices in Asia. *International Conference on Sustainable Solid Waste Management*, 5-7 September, 97–104.
- Ogunlana, S. O., & Promkuntong, K. (1996). Construction delays in a fast-growing economy: comparing Thailand with other economies. 14(1).
- Poon, C. S., Yu, A. T. W., & Ng, L. H. (2001). On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling*, 32(2), 157–172. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(01\)00052-0](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(01)00052-0)
- Soharu, A., & Sil, A. (2022). Construction waste – causes and solution: action research. September. <https://doi.org/10.1680/jwarm.21.00045>
- Suthar, S. (2017). A Critical Literature Review on a Study on Identification and Assessment of Risk Factors Affecting Real Estate Projects – Case Study of Central Gujarat. 5(4), 2756–2759.
- Syafri, R. H., Carlo, N., Studi, P., Sipil, T., & Husen, M. (2004). *Bangunan Untuk Mencegah Rework Pada Proyek*. 199–200.
- Tafesse, S., Girma, Y. E., & Dessalegn, E. (2022). Analysis of the socio-economic and environmental impacts of construction waste and management practices. *Heliyon*, 8(3), e09169. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09169>
- Tahir, F., Sbahieh, S., & Al-Ghamdi, S. G. (2022). Environmental impacts of using recycled plastics in concrete. *Materials Today: Proceedings*, 62, 4013–4017. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.04.593>
- Tischer, A., Besiou, M., & Graubner, C. A. (2013). Efficient waste management in construction logistics: A refurbishment case study. *Logistics Research*, 6(4), 159–171. <https://doi.org/10.1007/s12159-013-0105-5>
- Umar, U. A., Shafiq, N., & Isa, M. H. (2018). Investigation of construction wastes generated in the Malaysian residential sector. <https://doi.org/10.1177/0734242X18790359>
- Widhiawati, I. A. R., Astana, Y., & Indrayani, N. L. A. (2019). Kajian Pengelolaan Limbah Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gedung di Bali. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 55–61.
- Yadeta, A. E., & Eshetie, A. M. (2019). CAUSES OF MATERIALS WASTAGE IN BUILDING CONSTRUCTION PROJECTS. October.
- Zaelani, K. (2015). Philosophy of science actualization for Islamic science development. *Pacific Science Review B: Humanities and Social Sciences*, 1(3), 109–113. <https://doi.org/10.1016/j.psr.2016.06.004>