

KAJIAN PENGELOLAAN LIMBAH KONSTRUKSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DI BALI

Ida Ayu Rai Widhiawati, Nyoman Yudha Astana, dan Ni Luh Ayu Indrayani

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana

E-mail: dayurai@civil.unud.ac.id

Abstrak: Kegiatan pada proyek konstruksi akan menimbulkan limbah, baik itu berupa limbah padat, cair, ataupun gas. Banyak faktor yang dapat menyebabkan timbulnya limbah konstruksi. Apabila limbah yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik, maka akan mengganggu kegiatan pada proyek konstruksi itu sendiri serta lingkungan di sekitar proyek. Berdasarkan masalah tersebut, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor apa yang menjadi penyebab timbulnya limbah konstruksi di suatu proyek serta bagaimana pengelolaannya yang dilakukan pada proyek konstruksi di Bali. Penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada pelaksana proyek yang sedang atau pernah menangani proyek konstruksi di Bali periode 2014–2018. Data hasil penyebaran kuesioner kemudian ditabulasi dan dianalisis dengan menggunakan Analisis Faktor untuk mencari faktor penyebab timbulnya limbah konstruksi dengan bantuan program SPSS dan metode Penilaian/Skoring untuk mengetahui kegiatan pengelolaannya. Dari hasil analisis didapatkan faktor dominan yang menyebabkan timbulnya limbah konstruksi yaitu faktor: pengetahuan dan keterampilan yang kurang, penanganan material yang buruk, kualitas material yang kurang baik, metode kerja yang tidak sesuai. Untuk kegiatan pengelolaan limbah konstruksi yang paling banyak dilakukan di proyek yang ada di Bali termasuk dalam kategori reduksi adalah: melakukan pengawasan secara ketat dan berkala kepada pekerja untuk meminimalkan terjadinya kesalahan, memiliki prosedur penanganan material dan prosedur penyimpanan material yang jelas, penggunaan komponen modular untuk desain yang memungkinkan, penyimpanan material yang terhindar dari gangguan cuaca dan mudah dijangkau, mengestimasi material yang diperlukan dengan teliti dan cermat sehingga menghindari *over estimate*.

Kata kunci: limbah konstruksi, reduksi, proyek.

STUDY ON CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT IN BUILDING CONSTRUCTION PROJECT IN BALI

Abstract: *Activities on construction projects will cause waste, whether it is solid, liquid or gas waste. Many factors can cause construction waste. If the waste produced is not managed properly, it will disrupt the activities of the construction project itself and the environment around the project. Based on these problems, the research is carried out which aims to determine what factors are the cause of the emergence of construction waste on a project and how it is carried out on construction projects in Bali. This research was conducted by distributing questionnaires to project implementers who were or had handled construction projects in Bali for the period 2014-2018. The results of the questionnaire distribution are then tabulated and analyzed using Factor Analysis to find out the factors that cause the emergence of construction waste with the help of the SPSS program and the Assessment / Scoring method to find out the management activities. From the results of the analysis it was found that the dominant factors that caused the emergence of construction waste were factors: lack of knowledge and skills, poor material handling, poor quality materials, inappropriate work methods. The most widely carried out construction waste management activities in projects in Bali included in the reduction category are: strict and periodic supervision of workers to minimize errors, have clear material handling procedures and material storage procedures, use of modular components to possible design, storage of material that avoids weather disruptions and is easy to reach, estimates the material needed carefully and carefully so as to avoid over estimate.*

Keywords: *Construction Waste, reduction, project.*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia pada tahun 2017 menjadi prioritas kedua setelah pendidikan. Berdasarkan data yang dirilis oleh Kementerian Keuangan Republik Indonesia mengenai kebijakan belanja negara, anggaran infrastruktur dalam APBN 2017 meningkat signifikan hingga mencapai 123,4 % dibanding dengan tahun 2016. Hal ini membuktikan bahwa proyek konstruksi diprediksi kedepan akan terus bertambah seiring dengan perkembangan pembangunan di Indonesia. Pada pelaksanaan proyek konstruksi kan selalu memberikan dampak baik positif maupun negatif, salah satu dampak negatif yang muncul adalah dihasilkannya limbah proyek konstruksi (*construction waste*). Peningkatan jumlah proyek konstruksi secara langsung akan berpengaruh terhadap peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan selama proses pembangunan proyek konstruksi. Menurut Yahya dan Boussabaine (2004), limbah konstruksi didefinisikan sebagai suatu bahan yang tidak digunakan dan merupakan hasil dari proses konstruksi.

Proyek konstruksi merupakan penghasil limbah padat yang sangat besar. Bossink dan Brouwer (1996) memperkirakan bahwa 15 hingga 30% limbah padat yang dibuang ke *landfill* merupakan limbah konstruksi. Limbah ini berasal dari konstruksi bangunan baru maupun perubahan bangunan tua. Survei oleh Wilson (2001) menunjukkan bahwa lebih dari separuh limbah padat yang dikelola pada 11 kota besar di Eropa merupakan limbah konstruksi. Hal serupa juga dikemukakan oleh Ekayanake (2000) dalam penelitiannya bahwa jumlah limbah padat yang dihasilkan pada pembangunan proyek konstruksi di Belanda sekitar 10% dari total jumlah limbah.

Penanganan dari limbah konstruksi di Indonesia masih sangat minim, hal tersebut terjadi karena para pihak yang terkait beranggapan bahwa limbah konstruksi yang terjadi akan menjadi sampah yang tidak berguna sehingga terkadang diabaikan tanpa adanya tindakan penanganan untuk memanfaatkan atau mengurangi volume material yang tak terpakai dengan cara-cara tertentu. Karena pada dasarnya limbah konstruksi haruslah melewati tahapan *reduce*, *reuse*, dan *recycle* terlebih dahulu sebelum

akhirnya limbah konstruksi dapat dibuang pada tempat pembuangan akhir (disposal).

Penelitian mengenai limbah konstruksi sebelumnya sudah pernah dilakukan di Jakarta, sedangkan pada penelitian ini difokuskan pada kajian tentang pengelolaan limbah konstruksi di proyek pembangunan gedung yang ada di Bali. Proyek yang dipilih adalah seluruh proyek baik pemerintah ataupun swasta yang pernah atau sedang dikerjakan dalam periode 2014-2018. Berdasarkan observasi awal yang dilakukan terhadap beberapa proyek yang ada di Bali, hampir seluruh proyek tersebut belum memberikan perhatian khusus terkait pengelolaan limbah konstruksi. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian untuk meninjau sejauh mana pengelolaan limbah konstruksi yang sudah dilakukan serta faktor apa yang menyebabkan timbulnya limbah konstruksi yang ada pada proyek pembangunan gedung di Bali.

TINJAUAN PUSTAKA

Proyek konstruksi diartikan sebagai suatu kegiatan yang meliputi kegiatan perencanaan, pelaksanaan, serta pengawasan yang mencakup pekerjaan sipil, arsitektural, mekanikal, dan tata lingkungan yang bersifat kompleks. Sumber daya material di proyek berpengaruh besar terhadap lingkungan, baik itu pengaruh yang positif maupun negatif. Aktivitas dalam pelaksanaan proyek konstruksi menimbulkan dampak negatif pada lingkungan yang kurang mendapat perhatian dari para pelaku jasa konstruksi. Pada setiap pelaksanaan sebuah proyek konstruksi tidak dapat dihindari munculnya limbah konstruksi, baik yang masih bisa didaur ulang ataupun yang sudah tidak dapat diolah kembali, sehingga dapat dikatakan proyek konstruksi sangat erat kaitannya dengan limbah konstruksi yang dihasilkan.

Timbulnya limbah dalam pelaksanaan proyek konstruksi sebenarnya tidak diinginkan, akan tetapi setiap kegiatan yang dilakukan pasti akan menghasilkan limbah, dalam jumlah yang sedikit ataupun yang besar. Muncul berbagai pertanyaan terkait apa sebenarnya yang menyebabkan terjadinya limbah pada proyek konstruksi, walaupun semua kegiatannya sudah direncanakan secara matang. Menurut Suryanto (2005), Andiani (2011), dan Waluyo (2017) penyebab limbah konstruksi pada pelaksanaan konstruksi adalah sebagai berikut:

1. Sisa pemotongan/kelebihan material.
2. Tidak ada perencanaan pemotongan material.
3. Kualitas material yang digunakan kurang baik sehingga mudah mengalami kerusakan.
4. Perilaku pekerja dilapangan yang keberatan memakai potongan-potongan sisa material.
5. Kesalahan/kecerobohan pekerja pada saat pelaksanaan di lapangan.
6. Material yang rusak/patah/tercecer.
7. Tidak adanya sistem manajemen limbah yang diterapkan pada proyek.
8. Alat yang digunakan tidak berfungsi.
9. Ketidaccakapan kontraktor dalam mengelola material yang tersedia.
10. Metode kerja yang kurang baik akibat pengetahuan yang dimiliki sangat minim.
11. Kemampuan tenaga kerja yang kurang dalam mengoperasikan alat.
12. Tidak ada tempat penyimpanan material.
13. Tenaga kerja yang kurang terampil dan ahli.
14. Tenaga kerja yang tidak berpengalaman.
15. Kesalahan dalam pencampuran material.
16. Kerusakan material konstruksi akibat disengaja.
17. Ketidaksesuaian antara material dengan metode penyimpanannya.
18. Pindahan material dari gudang ke lokasi proyek yang kurang baik.
19. Kurangnya pengawasan yang ketat dan berkala.
20. Perbedaan ukuran material yang disiapkan dengan ukuran material yang dibutuhkan.
21. Kondisi cuaca yang buruk.
22. Kedatangan material yang tidak dikoordinasikan dengan baik.
23. Kondisi gudang yang lembab sehingga mengakibatkan material lebih cepat rusak.

Dampak yang diberikan oleh limbah konstruksi terhadap lingkungan, membuat perlu adanya suatu pengelolaan limbah guna mengurangi dan meminimalisasi dampak yang dihasilkan tersebut. Adapun hierarki pengelolaan limbah menurut Chun-li Peng (1994) dalam Suprpto dan Wulandari (2009), terdapat empat hal penting yang harus dilakukan dalam manajemen limbah konstruksi, diantaranya:

1. *Reduction* artinya meminimalisasi pemakaian material-material yang akan menghasilkan limbah atau dapat juga menggunakan material secara efisien, sehingga secara langsung akan mengurangi limbah yang dihasilkan. Contohnya adalah

- perencanaan dimensi ruang serta bangunan yang memperhatikan dimensi material yang akan dipakai, misalnya pada pekerjaan lantai, plafond, dan struktur bangunan lainnya.
2. *Reuse* artinya bahwa pada pelaksanaan proyek konstruksi material-material yang masih dapat digunakan agar digunakan kembali selama kondisinya masih memungkinkan. Contohnya penggunaan bekisting yang digunakan lebih dari sekali.
3. *Recycling* adalah menggunakan kembali sisa material yang ada dengan mengolahnya menjadi suatu barang yang dapat digunakan kembali. Contohnya penggunaan kayu dan triplek sisa sebagai bahan untuk membuat bekisting.
4. *Landfilling* adalah pilihan terakhir yang dilakukan dalam pengelolaan limbah yakni pembuangan limbah tersebut ketempat pembuangan akhir. Landfilling dilakukan apabila alternatif lain sudah tidak dapat dilakukan.

Analisis Faktor

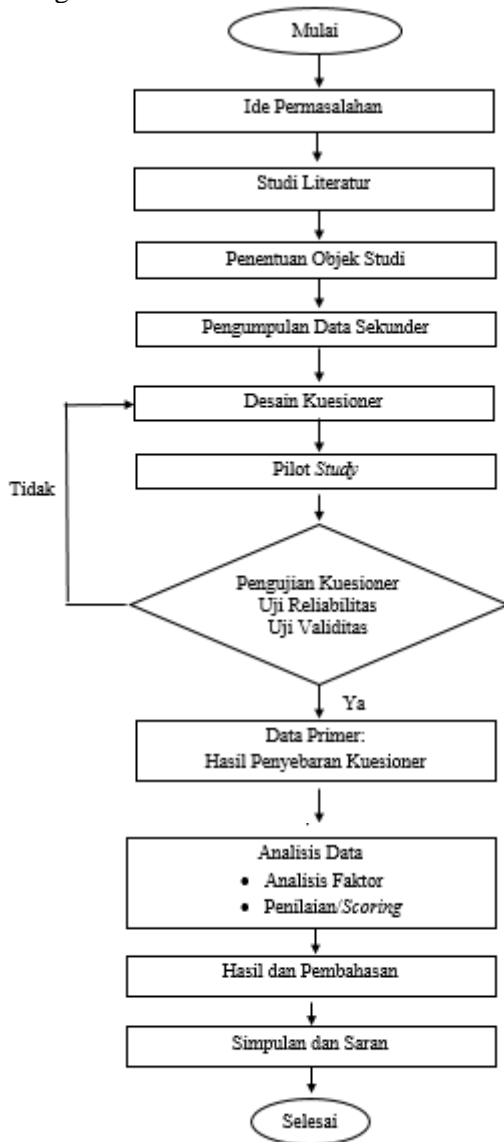
Analisis faktor adalah suatu analisis data untuk mengetahui faktor-faktor yang dominan dalam menjelaskan suatu masalah. Tujuan utama teknik ini adalah untuk membuat ringkasan informasi yang terkandung dalam sejumlah besar variabel kedalam suatu kelompok faktor yang lebih kecil. Teknik ini bermanfaat untuk mengurangi jumlah data dalam rangka mengidentifikasi sebagian kecil faktor.

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian dapat dilihat dalam diagram alir kerangka analisis pada gambar 1.

Dalam penelitian ini, yang dijadikan objek penelitian adalah proyek pembangunan gedung yang pernah atau sedang dilaksanakan dalam periode tahun 2014–2018 dengan kualifikasi nilai proyek dari kecil hingga besar yang berada di Bali. Data primer didapatkan dengan cara penyebaran kuesioner kepada responden yang sedang atau pernah mengerjakan proyek konstruksi di Bali. Sampel dipilih dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, dimana responden pada penelitian ini menduduki jabatan yang dianggap *expert* yaitu *Site Manager*, Pelaksana Lapangan, dan Petugas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

Pada penelitian ini *pilot study* dilakukan pada 20 responden yang merupakan bagian dari responden total penelitian. Digunakan 20 responden karena jumlah tersebut telah dianggap mampu menjelaskan bagaimana pemahaman responden terhadap kuesioner yang disebar. Setelah mengumpulkan data maka selanjutnya dianalisis dengan Analisis Faktor untuk mengetahui faktor penyebab timbulnya limbah konstruksi dengan bantuan program SPSS, serta dengan menggunakan Metode Skoring untuk mengetahui pengelolaan yang sering dilakukan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 78 responden yang mewakili kontraktor yang berdomisili di Bali serta telah memenuhi target jumlah responden yang dibutuhkan berdasarkan jumlah minimum sampel pada analisis faktor yaitu 78 responden. Data umum pada penelitian ini diantaranya adalah:

1. Jabatan responden yang paling mendominasi pada penelitian ini adalah Pelaksana Lapangan sebesar 50%.
2. Pengalaman kerja yang mendominasi pada penelitian ini adalah responden dengan pengalaman 6-9 tahun sebesar 44%.
3. Tingkat pendidikan responden yang mendominasi adalah Strata 1 (S1) dengan total 48%.
4. Nilai proyek yang mendominasi pada penelitian adalah proyek dengan nilai 25 Milyar - 200 Milyar sebesar 70%

Pilot Study/Uji Pendahuluan

Pilot study dilakukan dengan menyebarkan sebanyak 20 kuesioner dan direspon kembali dengan jumlah yang sama untuk data primer tahap I. Hasil jawaban 20 responden selanjutnya ditabulasikan dan dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas dengan bantuan program SPSS. Berdasarkan pengujian tersebut didapatkan data valid dan reliabel, sehingga dapat digunakan untuk analisa selanjutnya.

Analisis Faktor

Analisis faktor bertujuan untuk mereduksi/meringkas sejumlah variabel menjadi beberapa faktor. Beberapa hal yang perlu dilihat pada analisis faktor yaitu nilai *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO), *Significance Probability*, dan nilai *Loading factor* (Utama, 2011). Analisis dengan menggunakan program SPSS dilakukan sampai seluruh hasil memenuhi nilai minimum.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa nilai statistik KMO sebesar 0,825 memenuhi syarat minimal 0,5, nilai Sig (P-Value) dari uji Bartlett sebesar 0,000 memenuhi syarat < 0,05, nilai *loading factor* yang ditentukan minimal 0,5 dapat diambil pernyataan bahwa data hasil penelitian layak digunakan untuk analisis faktor.

Tabel 1. Hasil Analisis Faktor

Faktor Terbentuk	Item Terbentuk		Loading Factor
	Kode Item	Nama Item	
Faktor 1	Q18	Pemindahan material dari gudang ke lokasi proyek yang kurang baik.	0,789
	Q17	Ketidaksesuaian antara material dengan metode penyimpanannya.	0,700
	Q9	Ketidcakapan kontraktor dalam mengelola material yang tersedia.	0,676
	Q19	Kurangnya pengawasan yang ketat dan berkala terhadap pekerja di lapangan.	0,657
	Q23	Kondisi gudang yang lembab sehingga mengakibatkan material menjadi lebih cepat rusak.	0,564
	Q14	Pengalaman kerja yang kurang/ tidak berpengalaman.	0,712
	Q16	Kerusakan material konstruksi akibat disengaja oleh pihak tertentu.	0,709
Faktor 2	Q13	Tenaga kerja yang kurang terampil dan ahli dalam bekerja sehingga banyak pekerjaan yang salah.	0,648
	Q11	Kemampuan tenaga kerja yang kurang dalam mengoperasikan	0,620
	Q21	Kondisi cuaca yang buruk.	0,617
	Q8	Alat yang digunakan tidak berfungsi dengan baik.	0,615
Faktor 3	Q2	Tidak ada perencanaan pemotongan material sebelum proyek konstruksi di mulai.	0,777
	Q3	Kualitas material yang digunakan kurang baik sehingga mudah mengalami kerusakan.	0,745
	Q5	Kesalahan/kecerobohan pekerja pada saat pelaksanaan di lapangan.	0,660
Faktor 4	Q10	Metode kerja yang kurang baik akibat pengetahuan yang dimiliki oleh pekerja atau pelaksana sangat minim.	0,786
	Q1	Sisa pemotongan atau kelebihan material pada akhir pekerjaan.	0,686
	Q20	Perbedaan ukuran material yang disiapkan dengan ukuran material yang dibutuhkan.	0,667
	Q7	Tidak adanya sistem manajemen limbah yang diterapkan pada proyek.	0,659

Penamaan Faktor Terbentuk

Penamaan faktor terbentuk tergantung pada nama-nama variabel yang membentuk faktor atau interpretasi analisis atau pertimbangan lainnya yang bersifat subjektif (Utama, 2011). Berikut penamaan faktor-faktor yang terbentuk dari penyebab timbulnya limbah konstruksi di proyek konstruksi berdasarkan analisis sebelumnya:

- Faktor 1 : Pengetahuan dan keterampilan yang kurang
- Faktor 2 : Penanganan material yang buruk
- Faktor 3 : Kualitas material yang kurang baik
- Faktor 4 : Metode kerja yang tidak sesuai

Penilaian/Skoring

Pengelolaan limbah konstruksi adalah segala kegiatan atau upaya yang dilakukan guna meminimalisasi serta mengelola limbah konstruksi yang dihasilkan pada suatu proyek konstruksi. Untuk mengetahui pengelolaan limbah konstruksi yang dilakukan di proyek konstruksi yang ada di Bali, digunakan metode penilaian/skoring. Jawaban kuesioner dari responden yang telah ditabulasikan selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Total skor kuesioner di lapangan}}{\text{Nilai Tertinggi}} \times 100\%$$

Skor setiap *item* kemudian diurutkan berdasarkan nilai tertinggi, agar dapat diketahui kegiatan pengelolaan yang paling sering dilakukan pada proyek konstruksi di Bali. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Penilaian/Skoring

No.	Kode	Pernyataan	Persentase
1.	Q8	Melakukan pengawasan secara ketat dan berkala kepada pekerja untuk meminimalkan terjadinya kesalahan.	87%
2.	Q22	Memiliki prosedur penanganan material dan prosedur penyimpanan material yang jelas.	85%
3.	Q18	Penggunaan komponen modular untuk desain yang memungkinkan.	82%
4.	Q17	Penyimpanan material yang terhindar dari gangguan cuaca dan mudah dijangkau.	82%
5.	Q20	Mengestimasi material yang diperlukan dengan teliti dan cermat sehingga menghindari <i>over estimate</i> .	81%
6.	Q5	Memastikan bahwa alat-alat yang digunakan dapat berfungsi dengan baik.	79%
7.	Q19	Menggunakan material sesuai dengan ukuran standar material yang ada.	78%
8.	Q4	Memfokuskan penanganan pada material yang dihasilkan proyek pada lokasi pembuangan sementara.	76%
9.	Q9	Pemilahan limbah konstruksi berdasarkan kategori. (Organik, Anorganik, B3)	75%
10.	Q1	Menggunakan material konstruksi prefabrikasi bila dimungkinkan.	72%
11.	Q12	Kerja sama dengan pihak ketiga pengumpul sampah yang handal dalam menangani limbah konstruksi.	72%
12.	Q3	Menggunakan material dengan kualitas yang baik agar dapat mencegah terjadinya limbah konstruksi.	71%

Tabel 2. Lanjutan

No.	Kode	Pernyataan	Persentase
13.	Q10	Menggunakan kembali material untuk pekerjaan yang masih memungkinkan menggunakan sisa-	67%
14.	Q7	Memastikan tempat pembuangan sementara diberikan label secara	66%
15.	Q14	Mengidentifikasi dan mengkomunikasikan tanggung jawab untuk pengelolaan limbah konstruksi.	60%
16.	Q11	Mengkoordinasikan dengan baik waktu pengiriman material	58%
17.	Q16	Pelatihan manajemen limbah konstruksi kepada karyawan.	54%
18.	Q2	Adanya dokumentasi limbah konstruksi berupa data berat/volume	48%
19.	Q6	Pemantauan dan evaluasi manajemen limbah konstruksi secara rutin.	48%
20.	Q15	Mengidentifikasi material konstruksi yang memungkinkan untuk didaur ulang.	42%
21.	Q21	Memberikan <i>incentives</i> hasil kerja keras tim atas keberhasilan dari	37%
22.	Q13	Menetapkan waktu untuk proses daur ulang.	37%

Berdasarkan tabel diatas, maka kegiatan pengelolaan yang sering dilakukan di proyek konstruksi yang ada di Bali adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengawasan secara ketat dan berkala kepada pekerja untuk meminimalkan terjadinya kesalahan (87%).
2. Memiliki prosedur penanganan material dan prosedur penyimpanan material yang jelas (85%).
3. Penggunaan komponen modular untuk desain yang memungkinkan. (82%).
4. Penyimpanan material yang terhindar dari gangguan cuaca dan mudah dijangkau (82%).
5. Mengestimasi material yang diperlukan dengan teliti dan cermat sehingga menghindari *over estimate* (81%).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian mengenai faktor-faktor penyebab timbulnya limbah serta pengelolaan limbah konstruksi yang dilakukan di proyek pembangunan gedung di Bali, dapat disimpulkan bahwa:

1. Faktor paling dominan penyebab timbulnya limbah konstruksi pada proyek pembangunan gedung adalah sebagai berikut:

- a. Pengetahuan dan keterampilan yang kurang, diantaranya adalah:
 - Pemindahan material dari gudang ke lokasi proyek yang kurang baik.
 - Ketidaksesuaian antara material dengan metode penyimpanannya.
 - Ketidaccakapan kontraktor dalam mengelola material yang tersedia.
 - Kurangnya pengawasan yang ketat dan berkala terhadap pekerja di lapangan.
 - Kondisi gudang yang lembab sehingga mengakibatkan material menjadi lebih cepat rusak. Penanganan material yang buruk, diantaranya adalah:
 - b. Penanganan material yang buruk, diantaranya adalah:
 - Pengalaman kerja yang kurang/ tidak berpengalaman.
 - Kerusakan material konstruksi akibat disengaja oleh pihak tertentu.
 - Tenaga kerja yang kurang terampil dan ahli dalam bekerja sehingga banyak pekerjaan yang salah.
 - Kemampuan tenaga kerja yang kurang dalam mengoperasikan alat.
 - Kondisi cuaca yang buruk.
 - Alat yang digunakan tidak berfungsi dengan baik.
 - c. Kualitas material yang kurang baik, diantaranya adalah:
 - Tidak ada perencanaan pemotongan material sebelum proyek konstruksi di mulai.
 - Kualitas material yang digunakan kurang baik sehingga mudah mengalami kerusakan.
 - Kesalahan/kecerobohan pekerja pada saat pelaksanaan di lapangan.
 - d. Metode kerja yang tidak sesuai, diantaranya adalah:
 - Metode kerja yang kurang baik akibat pengetahuan yang dimiliki oleh pekerja atau pelaksana sangat minim.
 - Sisa pemotongan atau kelebihan material pada akhir pekerjaan.
 - Perbedaan ukuran material yang disiapkan dengan ukuran material yang dibutuhkan.
 - Tidak adanya sistem manajemen limbah yang diterapkan pada proyek.
2. Pengelolaan limbah konstruksi yang paling banyak dilakukan pada proyek di Bali

termasuk dalam kategori reduksi (*reduce*) diantaranya adalah:

- a. Melakukan pengawasan secara ketat dan berkala kepada pekerja untuk meminimalkan terjadinya kesalahan.
- b. Memiliki prosedur penanganan material dan prosedur penyimpanan material yang jelas.
- c. Penggunaan komponen modular untuk desain yang memungkinkan.
- d. Penyimpanan material yang terhindar dari gangguan cuaca dan mudah dijangkau.
- e. Mengestimasi material yang diperlukan dengan teliti dan cermat sehingga menghindari *over estimate*.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk mengurangi timbulnya limbah konstruksi pada pelaksanaan proyek konstruksi berdasarkan hasil penelitian adalah:

1. Pihak kontraktor sebaiknya memberikan sosialisasi atau pelatihan untuk para pekerja terkait dengan kegiatan konstruksi yang dapat menimbulkan limbah serta pengelolaan limbah, sehingga akan meningkatkan kemampuan dan keterampilan dari pekerja dan dapat meminimalisasi timbulnya limbah. Selain itu, pihak kontraktor sebaiknya mengurangi *turn over* tenaga kerja agar kegiatan sosialisasi dan pelatihan tersebut menjadi tidak sia-sia.
2. Pihak kontraktor sebaiknya meningkatkan pengelolaan limbah konstruksi terutama kegiatan *reduce*, *reuse*, dan *recycle* agar dapat diterapkan sebagai sistem manajemen limbah berkelanjutan, seperti dibuatkan SOP (*Standard Operating Procedure*) yang jelas untuk memastikan bahwa limbah konstruksi yang dihasilkan dapat terkontrol dengan baik, penggunaan material konstruksi menjadi lebih optimal, serta limbah konstruksi tidak mengganggu lingkungan di sekitar proyek.
3. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan lebih dari 78 sampel sehingga hasil penelitian yang didapatkan akan lebih kongkret dan dapat mewakili

wilayah yang diteliti, serta disarankan untuk mempertimbangkan faktor-faktor lain yang belum terdapat pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andiani, P. 2011. *Identifikasi Komposisi Limbah Konstruksi Pembangunan Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai Kota DKI Jakarta dan Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village)*. Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia.
- Bossink, B.A.G., Brouwers, H.J.H. 1996. *Construction waste: Quantification and Source Evaluation*. Journal of Construction Engineering and Management. PP 55-60.
- Ekayanake L.L. 2000. *Construction Material Waste Source Evaluation*. Proceedings: Strategies for a Sustainable Built Environment. Pretoria. 23-25 August.
- Suprpto, H. dan Wulandari S. 2009. *Studi Model Pengelolaan Limbah Konstruksi dalam Pelaksanaan Pembangunan proyek Konstruksi*. Proceeding PESAT Vol. 3.
- Suryanto, I. 2005. *Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi: Sumber Penyebab, Kuantitas, dan Biaya*. Proceeding Civil Engineering Dimension, Vol. 7.
- Utama, M. S. 2011. *Buku Ajar Aplikasi Analisis Kuantitatif*. Fakultas Ekonomi Universitas Udayana
- Waluyo, G. A. 2017. *Analisis Sisa Material Proyek Pembangunan Hotel Kawasan Marvell City*. Skripsi Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Institusi Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Wilson. (2001). *Euro-trash: searching Europe for a more sustainable approach to waste management*. Resources Conservation & Recycling.
- Yahya, K. and Boussabaine, A.H. 2004. *Eco-costs of Sustainable Construction Waste Management*. Proceedings of the 4th International Postgraduate Research Conference. Salford. pp. 142-150.