

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Limbah

Ervianto (2012) menjelaskan bahwa limbah dihasilkan dari berbagai aktivitas yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia, dan salah satunya dihasilkan pada sektor industri konstruksi. Tchobanoglous dkk (1993) mendefinisikan *solid waste* / limbah padat adalah semua limbah yang timbul dari aktivitas manusia dan hewan yang biasanya berbentuk padat yang dibuang sebagai hal yang tidak berguna atau tidak diinginkan. Pada masa awal kehidupan manusia, pembuangan dari limbah manusia dan lainnya tidak menjadi masalah yang signifikan karena populasi yang kecil dan lahan untuk pembuangan masih luas. Peningkatan masalah akibat pembuangan limbah meningkat drastis pada awal dari Revolusi Industri di Eropa.

Sutrisna (2012) mendefinisikan limbah konstruksi sebagai perbedaan antara nilai dari material yang didatangkan dan digunakan secara tepat dengan material yang dialihkan ke tempat lain akibat kerusakan, pemesanan berlebih, dan permasalahan seperti perubahan desain. Limbah tersebut dibagi menjadi tiga kategori, yaitu: material, tenaga kerja, dan peralatan. Material yang menjadi limbah konstruksi umumnya adalah material yang tidak dapat diperbaharui atau didaur ulang. Sedangkan menurut Napier (2008), limbah konstruksi didefinisikan sebagai limbah yang dihasilkan akibat aktivitas konstruksi, seperti : material yang

rusak atau tercecer, material konstruksi sementara, bahan kemasan material, dan limbah yang dihasilkan akibat kesalahan pekerja.

2.2. Manajemen Limbah

Menurut Hwang dan Yeo (2011), manajemen limbah meliputi : pengumpulan, pengangkutan, penyimpanan, perawatan, pemulihan dan pembuangan limbah. Didefinisikan sebagai pendekatan sistem yang komprehensif, terintegrasi, dan rasional terhadap pencapaian dan pemeliharaan kualitas lingkungan yang dapat diterima dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Manajemen limbah sebagai sarana untuk mengendalikan biaya pembuangan, serta memfasilitasi metode alternatif lain seperti daur ulang dan penggunaan kembali untuk mengurangi jumlah limbah. Perencanaan manajemen limbah didefinisikan sebagai dokumen strategi yang disusun untuk mencapai tujuan pengelolaan dan pencegahan limbah, menambahkan pembatasan dampak lingkungan dari limbah terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

Ada lima langkah utama dalam manajemen limbah, yaitu: *reduce* / mengurangi, *reuse* / penggunaan kembali, *recycle* / daur ulang, *recover* / memulihkan, dan *disposal* / pembuangan. Kelimanya merupakan strategi yang diterapkan dengan tujuan untuk mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hwang dan Yeo (2011), penerapan manajemen limbah pada proyek konstruksi bermanfaat sebagai berikut:

1. Penghematan biaya dan maksimalkan keuntungan

Pengurangan volume limbah, penggunaan kembali, dan daur ulang akan menghasilkan penghematan biaya. Pembelian material konstruksi yang tidak

diperlukan dapat disubstitusi dengan penggunaan kembali atau daur ulang sehingga tidak menimbulkan tambahan biaya. Semakin sedikit limbah yang dihasilkan dari proyek konstruksi akan mengurangi biaya pembuangan ke tempat pembuangan akhir (TPA), sehingga berdampak pada pengurangan biaya proyek. Pada tahap perencanaan, jenis material yang akan digunakan juga harus diperiksa ketersediaannya di pasaran supaya tidak menghambat proses konstruksi dan menyebabkan pembengkakan biaya proyek.

2. Mengurangi permintaan akan tempat pembuangan

Meminimalkan jumlah limbah yang dikirim ke tempat pembuangan akhir membuat kebutuhan akan lahan pembuangan berkurang, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan seperti suara berisik dan polusi akibat emisi dari insenerator. Manfaat ini perlu diperhatikan karena setiap harinya lahan yang digunakan untuk tempat pembuangan akan semakin berkurang. Daur ulang dan penggunaan kembali dapat dilakukan untuk mengurangi volume limbah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir.

3. Peningkatan manajemen sumber daya

Manajemen limbah melibatkan perencanaan dan kontrol akan sumber daya yang akan digunakan pada proyek dengan tujuan untuk mengontrol jumlah limbah yang dihasilkan. Karena itu, kontrol sumber daya yang lebih baik akan dicapai dengan pengurangan limbah seperti halnya dengan peningkatan dari keseluruhan performa manajemen sumber daya.

4. Peningkatan citra perusahaan

Mengimplementasikan manajemen limbah sebagai salah satu kebijakan perusahaan dapat meningkatkan citra perusahaan sebagai perusahaan ramah lingkungan. Hal ini dapat meningkatkan minat klien terhadap perusahaan tersebut, sehingga perusahaan memiliki nilai tambah dan daya saing yang lebih baik.

5. Peningkatan produktivitas dan kualitas

Produktivitas dapat ditingkatkan dengan menghindari *delay* / penundaan yang disebabkan akibat pemesanan / pembelian kembali material yang telah rusak, terbuang, dan terpakai. Pemilihan material yang berkualitas dan durabilitas yang baik akan mengurangi jumlah limbah yang diakibatkan oleh penggantian barang yang bermutu rendah. Selain itu, metode pengerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja perlu diperhatikan supaya tidak terjadi kesalahan pekerjaan yang menyebabkan diperlukan adanya perbaikan.

Napier (2008) menjelaskan bahwa kontraktor bertanggung jawab untuk melakukan berbagai tindakan dan perencanaan untuk menekan jumlah limbah konstruksi. Berikut beberapa jenis tindakan yang dapat diterapkan:

1. Memahami dan memperhatikan fungsi dan nilai suatu material. Lebih baik menggunakan material yang dapat digunakan untuk beberapa pekerjaan dibandingkan dengan menggunakan beberapa material hanya untuk menyelesaikan satu pekerjaan.
2. Efisien. Jika sedikit material yang diperlukan, makin sedikit pula limbah yang dihasilkan.

3. Memahami standar dimensi dari material dan produk yang akan digunakan. Carilah material yang sesuai dengan desain yang digunakan, jika dimungkinkan maka hal ini dapat mengurangi pekerjaan pemotongan yang dapat mengakibatkan limbah.
4. Jika mungkin, pilihlah sistem konstruksi yang tidak memerlukan bangunan atau dukungan sementara.
5. Jika mungkin, pilihlah material yang tidak bergantung pada bahan perekat. Kemasan bahan perekat menjadi salah satu limbah yang dihasilkan pada proyek konstruksi. Selain itu, bahan perekat juga menghambat proses daur ulang dari komponen tertentu.
6. Jika mungkin, kurangi kebutuhan untuk material finishing, pelapis, perekat, dan kemasan.
7. Jika mungkin, hindari penggunaan material yang sensitif akan kerusakan, mudah terkontaminasi, rentan terhadap cuaca dan lingkungan, mudah tercecer, dan material lain yang dapat meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan.

Ling dan Nguyen (2013) menjelaskan bahwa strategi manajemen limbah dapat dikategorikan menjadi lima kelompok, yaitu:

1. Pengadaan

Pemilihan barang dan jasa harus memperhatikan dampaknya terhadap lingkungan, bukan hanya memperhatikan harganya saja. Pemilihan peralatan yang lebih tahan lama dapat berkontribusi dalam mengurangi limbah yang terjadi.

2. Manajemen subkontraktor dan pekerja

Memilih subkontraktor dan pekerja harus dengan tepat, jika perlu gunakan jasa subkontraktor dan tenaga kerja yang sudah memiliki catatan kerja yang baik.

3. Pelatihan dan pengawasan

Pelatihan pada bidang pekerjaan tertentu dan pengawasan pada manajemen limbah penting dilakukan karena banyaknya pekerja yang masih belum berpengalaman.

4. Penanganan dan pengendalian material

Limbah dari material konstruksi pada area proyek dapat diakibatkan karena rusak dan tercecer, terkontaminasi, kadaluarsa, kelebihan suplai, diluar spesifikasi, pencurian, dan perusakan. Penanganan dan pengendalian material yang baik akan meningkatkan kualitas material yang digunakan.

5. Komunikasi dan dokumentasi

Komunikasi yang kurang baik dan kurangnya data dapat berdampak pada manajemen limbah. Kebingungan sering terjadi akibat pembuatan spesifikasi yang tidak lengkap dan dokumentasi kontrak yang tidak memadai dapat menyebabkan delay atau kesalahan dalam memesan material, dan selebihnya terjadi pemborosan di lapangan.

Efektivitas dari manajemen limbah pada proyek konstruksi dapat dipastikan dengan: jumlah material yang dipakai dalam proyek, jumlah limbah yang dipakai kembali atau didaur ulang, performa dari material yang digunakan kembali atau

didaur ulang, seberapa dampak yang timbul akibat limbah yang dihasilkan, dan tingkat keberhasilan dari manajemen proyek.

2.3. Karakteristik Proyek

Pada penelitian yang akan dilakukan, persepsi mengenai manfaat manajemen limbah konstruksi akan diteliti perbedaannya berdasarkan karakteristik proyeknya. Karakteristik proyek konstruksi diklasifikasikan ke dalam empat kategori yaitu:

1. Nilai Proyek

Nilai proyek adalah jumlah nominal biaya yang dikeluarkan untuk membiayai suatu proyek dan dianggap berpengaruh terhadap manfaat manajemen limbah konstruksi. Pada penelitian ini, proyek konstruksi dikategorikan menjadi empat kategori berdasarkan total biaya proyek (dalam rupiah), yaitu: dibawah 10 milyar, 10 milyar s/d 100 milyar, 100 milyar s/d 1 triliun, dan diatas 1 triliun.

2. Jenis Proyek

Pada penelitian ini, proyek dikelompokkan menjadi dua berdasarkan jenisnya yaitu: residensial dan komersial. Proyek perumahan dan hotel termasuk bangunan residensial, berfungsi sebagai tempat tinggal / hunian. Proyek komersial dapat berupa perkantoran, pusat perbelanjaan / mall, dan ruko. Proyek infrastruktur termasuk dalam salah satu jenis proyek, akan tetapi tidak dibahas pada penelitian ini.

3. Durasi Proyek

Durasi proyek merupakan salah satu karakteristik proyek yang diteliti. Durasi proyek dibagi menjadi tiga kategori yaitu: dibawah 6 bulan, 6 bulan s/d 1 tahun, dan diatas 1 tahun.

4. Material Utama Proyek

Baja dan beton adalah material utama yang sering digunakan pada proyek konstruksi. Baja dapat didaur berulang kali tanpa terjadi degradasi sifat atau kinerja dalam kualitas. Konstruksi baja juga menghasilkan limbah yang sangat sedikit. Lain halnya dengan baja, meskipun beton termasuk material yang dapat didaur ulang, terjadi kesulitan dalam memisahkan agregat penyusun beton untuk digunakan kembali dalam komponen beton struktural baru.

2.4. Klasifikasi Limbah

Penggunaan material bangunan dapat menghasilkan berbagai jenis limbah. Limbah yang dihasilkan akibat proses konstruksi sangat beragam jenisnya, yaitu: kayu, beton, batu alam, agregat, puing, logam, plastik, kaca, gypsum, asbes, debu, keramik, cat, zat yang berbahaya (pelarut, zat kimia, material berbau minyak tanah, limbah medis, dan material lain yang tercemar). Pada penelitian ini, diambil enam jenis utama material bangunan yaitu: beton, tulangan, bekisting, batu bata, keramik, dan cat untuk diteliti. Tabel 2.1 menjelaskan mengapa material bangunan dapat menjadi limbah / terbuang.

Tabel 2.1. Material Konstruksi dan Alasan Terjadinya Limbah

Material	Bagaimana limbah terjadi	Alasan terjadi limbah
Beton	Membeli / memesan terlalu banyak	Jumlah yang diperlukan tidak diketahui secara tepat akibat perencanaan yang kurang baik
	Kehilangan selama transportasi	<i>Settlement</i> beton akibat waktu perjalanan yang lama
	Terkikis / terbuang	Metode yang kurang tepat saat pengecoran berlangsung
Baja Tulangan	Pemotongan	Penggunaan yang tidak sesuai ukuran
Kayu Bekisting	Pemotongan	Penggunaan papan kayu yang tidak sesuai ukuran
Batu Bata	Pemotongan	Penggunaan produk yang tidak sesuai ukuran
	Rusak selama transportasi	Pembongkaran suplai
Keramik	Pemotongan	Ukuran yang tidak sesuai
	Retak selama masa transportasi	Kelalaian penanganan oleh suplier
Cat	Membeli terlalu banyak	Jumlah yang diperlukan tidak diketahui secara tepat akibat perencanaan yang kurang baik

Sumber : *Assessing the Level of Material Wastage Affected by Subcontracting Relationships and Projects Types wih Their Correlations*, Tam dkk (2007).

1. Beton

Beton adalah material yang sering digunakan untuk struktur bangunan. Limbah beton dapat terjadi akibat kelebihan jumlah dari pemesanan beton *ready mix* ataupun pengadukan secara *manual*. Adanya kesalahan dalam penghitungan dari jumlah beton yang diperlukan dikarenakan perencanaan yang kurang matang atau karena akibat komunikasi yang kurang baik, sehingga menghasilkan kelebihan pemesanan / *over – ordering*. Sebagian limbah juga terjadi akibat proses transportasi yang lama, menyebabkan

sebagian adukan beton mengendap. Bentuk cetakan / bekisting yang tidak tepat juga dapat menyebabkan pemborosan beton.

2. Baja Tulangan

Untuk tulangan pada struktur beton, pada umumnya digunakan material berupa baja tulangan. Limbah baja tulangan dapat terjadi saat proses pemotongan. Kesalahan pemotongan dapat terjadi karena kesalahan tenaga kerja ataupun akibat perubahan desain. Kerusakan akibat karat dapat terjadi selama penyimpanan.

3. Kayu Bekisting

Bekisting berupa papan kayu yang sering digunakan sebagai cetakan struktur beton. Penyebab utama terjadinya limbah dapat diakibatkan karena kesalahan pemotongan maupun rusak setelah digunakan. Papan kayu yang masih baik seharusnya dapat digunakan kembali akan rusak jika tidak hati – hati saat proses pembongkarannya.

4. Batu Bata

Batu bata adalah material yang umumnya digunakan untuk dinding. Penyebab utama terjadinya limbah yaitu saat proses pemotongan. Pada kasus pembongkaran muatan, kerusakan terjadi karena material mudah pecah / rapuh. Bata yang tidak digunakan akan terbuang begitu saja dan menyebabkan timbulnya limbah dalam jumlah yang signifikan.

5. Keramik

Limbah keramik dapat terjadi karena kesalahan pemotongan dan ukuran yang tidak sesuai dengan desain, diakibatkan kurang baiknya koordinasi dan

komunikasi. Limbah juga terjadi akibat pecahnya keramik selama proses transportasi.

6. Cat

Cat adalah bahan yang digunakan untuk melindungi dan memberi warna pada permukaan dinding, plafon, kusen, maupun besi. Limbah cat dapat disebabkan akibat kelebihan pembelian dan kesalahan pemesanan. Kesalahan lain dapat ditimbulkan selama proses pekerjaan.

2.5. Jenis Kontrak antara Kontraktor Utama dengan Subkontraktor

Jenis kontrak antara kontraktor utama dengan subkontraktor diteliti perbedaannya dalam hal volume limbah material yang dihasilkan. Kontrak dibagi menjadi tiga jenis, yaitu: dikerjakan sendiri / tanpa subkontraktor, subkontraktor tenaga saja, dan subkontraktor tenaga & material.

Tabel 2.2. Jenis Kontrak dengan Subkontraktor dan Hubungannya dengan Limbah yang Dihasilkan

Jenis Kontrak	Tanggung Jawab dalam Limbah yang Dihasilkan
Dikerjakan Sendiri / Tanpa Subkontraktor	Kontraktor utama menyediakan tenaga kerja dan pembelian material. Kontraktor utama secara langsung mengontrol dan membayar untuk limbah yang terjadi.
Subkontraktor Tenaga Saja	Kontraktor utama membeli material dan subkontraktor menyediakan tenaga kerja. Kontraktor utama membayar untuk limbah yang terjadi.
Subkontraktor Tenaga dan Material	Subkontraktor membeli material dan menyediakan tenaga kerja. Kontraktor utama secara tidak langsung membayar untuk limbah yang dihasilkan melalui harga yang lebih mahal dikarenakan menggunakan jasa subkontraktor.

Sumber : *Assessing the Level of Material Wastage Affected by Subcontracting Relationships and Projects Types wih Their Correlations*, Tam dkk (2007).

Dari perbedaan ketiga jenis kontrak antara kontraktor utama dengan subkontraktornya, diharapkan ditemukan perbedaan yang signifikan dilihat dari jumlah volume limbah yang dihasilkan. Pada umumnya, proyek yang diawasi langsung dan dikerjakan tanpa subkontraktor menghasilkan limbah yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan menggunakan subkontraktor. Hal ini terjadi karena kontraktor utama belum tentu dapat melakukan pengawasan secara maksimal terhadap subkontraktor, terutama jika digunakan banyak subkontraktor pada proyek tersebut.

Subkontraktor tenaga saja umumnya menghasilkan limbah material yang lebih banyak jika dibandingkan dengan subkontraktor borongan (tenaga dan material). Pada jenis kontrak ini diperlukan pengawasan ketat supaya material yang menjadi milik kontraktor utama ataupun pemilik proyek digunakan secara efisien dan tepat sesuai desain yang ditetapkan. Untuk jenis kontrak subkontraktor tenaga dan material, baik upah tenaga dan biaya material menjadi tanggungan subkontraktor sehingga limbah material yang dihasilkan cenderung lebih sedikit dibanding dengan jenis kontrak subkontraktor tenaga saja.