

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Konstruksi

Dalam jurnal Manajemen Limbah Dalam Proyek Konstruksi (Ervianto, 2013) menyatakan bahwa limbah merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam sebuah proses konstruksi, sebagaimana dinyatakan dalam berbagai hasil penelitian di banyak negara. Craven dkk. (1994) menyatakan bahwa kegiatan konstruksi menghasilkan limbah sebesar kurang lebih 20% sampai dengan 30% dari keseluruhan limbah di Australia. Rogoff dan Williams (1994) menyatakan bahwa 29% limbah padat di Amerika Serikat berasal dari limbah konstruksi. Ferguson dkk. (1995) menyatakan lebih dari 50% dari seluruh limbah di United Kingdom berasal dari limbah konstruksi. Anink (1996) menyebutkan bahwa sektor konstruksi yang terdiri dari tahap pengambilan material, pengangkutan material ke lokasi proyek konstruksi, proses konstruksi, operasional gedung, pemeliharaan gedung sampai tahap pembongkaran gedung mengkonsumsi 50% dari seluruh pengambilan material alam dan mengeluarkan limbah sebesar 50% dari seluruh limbah.

Dalam jurnal Karakteristik dan Komposisi Limbah pada Pembangunan Proyek Konstruksi (Firmawan, 2006), disebutkan bahwa limbah konstruksi memiliki definisi yang berbeda-beda tergantung pada jenis konstruksi dan praktek dimana *sampling* dilakukan. Khairulzan Yahya, dan A. Halim Boussabaine (2004) menyatakan bahwa limbah material konstruksi mengacu pada bahan-bahan dari lokasi konstruksi yang tidak dapat digunakan untuk tujuan konstruksi dan harus

dibuang karena alasan apapun. Limbah konstruksi didefinisikan sebagai suatu bahan yang tidak digunakan dan merupakan hasil dari proses konstruksi yang berjumlah besar sehingga menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar. Bahan tersebut dapat berupa batu, beton, batu bara, atap, instalasi listrik dan sebagainya. Limbah material konstruksi dihasilkan dalam setiap proyek konstruksim baik itu proyek pembangunan maupun proyek pembongkaran (*construction and demolition*).

2.2 Komposisi Limbah Konstruksi

Sumber limbah konstruksi bisa dalam bentuk padat, cair, gas, atau kombinasi dari semua bentuk tersebut. Komponen dari limbah konstruksi yang dihasilkan dari lokasi konstruksi termasuk kayu, beton, logam, batu bata, atap, dan lain-lain (US EPA 1998, Tang & Larsen, 2004). HH Lau & A. Whyte (2007) menyatakan bahwa limbah konstruksi terdiri dari beton, kayu, logam, bata, dinding, atap, bahan kemasan, plastik, kardus, kertas, dan lainnya. Sedangkan Wang, JY et al, (2008.) mengatakan bahwa kegiatan konstruksi yang menghasilkan berbagai jenis limbah konstruksi, termasuk tanah, lumpur (kelebihan bahan dan meninggalkan bahan), baja dan kayu.

Dilihat dari komposisinya, menurut Nabil Kartam dkk (2004), material dari limbah konstruksi dapat dibagi menjadi beberapa kelompok seperti yang dijelaskan di bawah ini:

1. Material galian baik yang terkontaminasi atau tidak terkontaminasi.
2. Puing-puing konstruksi jalan.

3. Limbah konstruksi bangunan, yang mencakup semua bahan dari konstruksi bangunan, renovasi atau pembongkaran (termasuk beton, kayu, plastik, kertas, logam, dan lain-lain).
4. Produksi bahan bangunan, misalnya, semen, beton jadi, baja, kayu, jendela, pintu, dan lain-lain.

2.3 Sumber dan Penyebab Limbah Konstruksi

Hasil penelitian Bossink dan Browers (1996) di Belanda, menyimpulkan sumber dan penyebab terjadinya sisa material konstruksi berdasarkan kategori yang telah dibuat oleh Gavilan dan Bemold (1994) adalah seperti tercantum pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Sumber dan Penyebab terjadinya Limbah Konstruksi

Sumber	Penyebab
Desain	Kesalahan dalam dokumen kontrak
	Ketidaklengkapan dokumen kontrak
	Perubahan desain
	Memilih spesifikasi produk
	Memilih produk yang berkualitas rendah
	Kurang memperhatikan ukuran dari produk yang digunakan
	Desainer tidak mengenal dengan baik jenis-jenis produk yang lain

Lanjutan Tabel 2.1 Sumber dan Penyebab terjadinya Limbah Konstruksi

Sumber	Penyebab
Desain	Pendetailan gambar yang rumit
	Informasi gambar yang kurang
	Kurang berkoordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengetahuan
Pengadaan	Kesalahan pemesanan, kelebihan, dan kekurangan
	Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil
	Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi
	Pemasok mengirim barang tidak sesuai dengan spesifikasi
	Kemasan kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan
Penanganan	Material yang tidak dikemas dengan baik
	Material yang terkirim dalam keadaan tidak padat/ kurang
	Membuang atau melempar material
	Penanganan material yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran untuk dimasukkan ke dalam gudang
	Penyimpanan material yang tidak benar menyebabkan kerusakan
	Kerusakan material akibat transportasi ke/di lokasi proyek

Lanjutan Tabel 2.1 Sumber dan Penyebab terjadinya Limbah Konstruksi

Sumber	Penyebab
Pelaksanaan	Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja
	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik
	Cuaca yang buruk
	Kecelakaan pekerja di lapangan
	Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti
	Metode untuk menempatkan pondasi
	Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan yang tidak sempurna
	Informasi tipe dan ukuran material yang akan digunakan terlambat disampaikan kepada kontraktor
	Kecerobohan dalam mencampur, mengolah dan kesalahan dalam penggunaan material sehingga perlu diganti
	Pengukuran di lapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume
Residual	Sisa pemotongan material tidak dapat dipakai lagi
	Kesalahan pada saat memotong material
	Kesalahan pesanan barang, karena tidak menguasai spesifikasi
	Kemasan
	Sisa material karena proses pemakaian

Lanjutan Tabel 2.1 Sumber dan Penyebab terjadinya Limbah Konstruksi

Sumber	Penyebab
Lain-lain	Kehilangan akibat pencurian
	Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material

Sumber : Bossink dan Browsers, 1996

Dalam jurnal Kajian Pengelolaan Limbah Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gedung di Bali (Ida Ayu Rai Widhiawati, dkk, 2019) menyatakan bahwa timbulnya limbah dalam pelaksanaan proyek konstruksi sebenarnya tidak diinginkan, akan tetapi setiap kegiatan yang dilakukan pasti akan menghasilkan limbah baik dalam jumlah yang sedikit ataupun jumlah yang besar. 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. Ketidakesesuaian antara material dengan metode penyimpanannya.
18. Pemindahan 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.

2.4 Manajemen Pengelolaan Limbah Konstruksi

Dalam jurnal spektran yang diterbitkan oleh Program Studi Magister (S2) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, *Construction Waste Management* adalah suatu upaya pengelolaan limbah konstruksi yang bertujuan untuk mengurangi pemanfaatan berbagai sumber material bangunan, memakai

kembali dan mendaur ulang (Ervianto, 2010). *Construction waste* dapat digolongkan ke dalam dua kategori berdasarkan penyebabnya yaitu *indirect waste* dan *direct waste*. *Indirect waste* adalah sisa material yang terjadi dalam bentuk pemborosan (*moneter loss*) akibat kelebihan pemakaian volume material dari yang direncanakan dan tidak terlihat sebagai sampah di lapangan. *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek karena rusak dan tidak dapat diperbaiki dan digunakan kembali selama proses konstruksi (Skoyles, 1976). Pengelolaan limbah konstruksi dapat dilakukan dengan menerapkan langkah-langkah *Reduce, Reuse, Recycle*, maupun *Salvage* terhadap limbah itu sendiri.

Langkah-langkah *reduce* yang dapat diambil dalam mengembangkan program *Construction Waste Minimization* adalah sebagai berikut:

- a. Merencanakan metode konstruksi yang tepat dan mengoptimalkan penggunaan material.
- b. Merencanakan tindakan pencegahan material dengan membuat tempat penyimpanan material yang tahan terhadap cuaca dan melakukan perbaikan-perbaikan jika diperlukan, serta menentukan letak material di dalam tempat penyimpanan untuk mencegah kerusakan material.
- c. Mencegah sisa material di lokasi proyek pada saat pelaksanaan.
- d. Membuat catatan hasil penghematan dan biaya pencegahan sisa material .

Reuse adalah suatu tindakan menggunakan material konstruksi dalam bentuk yang sama di lokasi proyek. Contohnya menggunakan sisa material batu bata untuk dijadikan urugan tanah. Tindakan yang diambil dalam menggunakan kembali sisa material konstruksi yaitu:

- a. Mengidentifikasi sisa material yang masih baru dan material konstruksi yang dapat dipindahkan atau dipisahkan tanpa terjadi kerusakan, untuk digunakan kembali.
- b. Merencanakan untuk perlindungan, penanganan, penyimpanan, atau memindahkan material-material yang *reusable*.
- c. Mendiskusikan ide-ide untuk melakukan *reuse* kepada kontraktor, pemilik atau desainer.
- d. Meminta subkontraktor untuk menggunakan kembali sisa material konstruksi.

Recycle adalah suatu proses daur ulang sisa material/sampah dari lokasi proyek ke pabrik, sehingga menjadi suatu produk baru yang berguna dan bernilai jual. Tindakan untuk mendaur ulang sisa material konstruksi yaitu:

- a. Menentukan target minimal yang dicapai dalam mendaur ulang sisa material bangunan. Target tersebut didasarkan dari berat atau volume material sisa.
- b. Pada saat prakualifikasi, memasukkan persyaratan mengenai pengalaman kontraktor dalam mengurangi sisa material. Kemudian menentukan kontraktor berdasarkan suatu *track record* dari prestasi terakhir yang terlihat dalam perencanaan pengelolaan sisa material dan dokumentasi dari tingkat *recycle* pada proyek sebelumnya.
- c. Mengidentifikasi dan mendaftar material konstruksi yang dapat didaur ulang/*recycleable*.
- d. Merencanakan tata cara atau teknik untuk perlindungan, penanganan, penyimpanan, atau pemindahan material-material yang *recycleable*.
- e. Menjadwal untuk mendaur ulang sisa material konstruksi.

- f. Memilih sisa material yang bernilai jual kembali yang tinggi seperti kawat tembaga dan material berbahan logam lainnya.

Salvage adalah suatu tindakan memindahkan sampah dan sisa material konstruksi dari lokasi proyek untuk dibuang ke TPA, dijual atau disumbangkan kepada pihak ketiga. Tindakan yang dapat diambil secara umum dalam membuang atau menjual sisa material konstruksi yaitu:

- a. Mengidentifikasi material-material konstruksi untuk dibuang ke TPA, baik dijual maupun disumbangkan.
- b. Merencanakan untuk perlindungan, penanganan, penyimpanan atau pemindahan material-material yang *salvageable*.
- c. Menjadwal untuk membuang sampah sisa material konstruksi.
- d. Menghubungi perusahaan yang menangani *salvage* dan organisasi amal untuk datang ke lokasi proyek untuk memindahkan sisa material konstruksi yang masih bermanfaat.
- e. Mengizinkan para pekerja untuk mengambil sisa material konstruksi yang *salvageable* untuk digunakan sendiri.

2.5 Konsep Zero Waste

Konsep *zero waste* atau prinsip nol limbah merupakan konsep pengelolaan limbah/sampah yang didasarkan pada kegiatan daur ulang (*recycle*). Konsep ini pada dasarnya bukan merupakan pengelolaan hingga limbah tidak dihasilkan lagi,

namun konsep ini menekankan pada upaya pengurangan hingga jumlah limbah/sampah yang dibuang ke TPA nol. (Widiarti, 2012)

Penerapan konsep *zero waste* mencakup pencegahan limbah, perubahan kebiasaan untuk ramah lingkungan, serta daur ulang. (Liyanage, dkk., 2019). Penerapan strategi yang efektif untuk konsep *zero waste* atau pengelolaan nol limbah dengan memperhatikan tingkatan-tingkatan, yakni:

1. Desain

Pada tingkatan desain, metode analisis energi dan lingkungan dapat digunakan melalui desain ramah lingkungan, penilaian siklus hidup, penerapan teknologi baru, dan pengelolaan material.

2. Manufaktur

Pada tingkatan manufaktur, strategi dalam penggunaan alat atau mesin yang digunakan perlu diperhatikan, hal ini juga harus sudah dipersiapkan dalam tingkatan desain sehingga dapat meminimalkan terjadinya limbah dan memaksimalkan penggunaan material.

3. Aplikasi

Pada tingkatan aplikasi, strategi dalam pelabelan material ramah lingkungan, pemilihan material ramah lingkungan dan kesadaran akan ramah lingkungan harus diperhatikan supaya memenuhi kriteria bangunan ramah lingkungan.

4. Daur ulang

Di tingkat daur ulang, hal yang perlu dilakukan adalah pemantauan, pemilahan, penjadwalan, dan pelaksanaan. Dalam tingkat daur ulang diperlukan komitmen

tiap pelaku konstruksi akan ramah lingkungan yang baik dan fasilitas yang memadai untuk melaksanakan daur ulang.

