

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waste (Limbah)

Menurut Environmental Protection Agency United States (2007), *Waste* (limbah) merupakan suatu benda rusak, cacat, dibuang, tidak diinginkan, ataupun benda yang berlebihan yang memungkinkan untuk dijual maupun didaur ulang dalam proses terpisah. Craven et al (1994) menyatakan bahwa kegiatan konstruksi menghasilkan limbah sebesar kurang lebih 20% sampai dengan 30% dari keseluruhan limbah di Australia.

Rogoff dan Williams (1994) mengatakan bahwa 29% limbah padat di Amerika Serikat berasal dari limbah konstruksi. Ferguson et al. (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.

Menurut Al-Moghany (2006), *waste* dapat diartikan sebagai segala macam kehilangan pada material, waktu dan hasil moneter dari sebuah kegiatan tetapi tidak menambah nilai atau proses untuk produk. Koskela (1992) menyatakan bahwa *waste* termasuk dalam kedua masalah dari kehilangan material dan eksekusi dari

pekerjaan yang tidak perlu, dimana menghasilkan biaya tambahan tetapi tidak menambah nilai suatu produk.

Waste juga dapat digambarkan sebagai segala aktifitas manusia yang menyerap sumber daya dalam jumlah tertentu tetapi tidak menghasilkan nilai tambah, seperti kesalahan yang membutuhkan pembetulan, hasil produksi yang tidak diinginkan oleh pengguna, proses atau pengolahan yang tidak perlu, pergerakan tenaga kerja yang tidak berguna dan menunggu hasil akhir dari kegiatan-kegiatan sebelumnya (Womack and Jones, 1996 & Formoso et al. 2002).

2.2 Waste Pada Proyek Konstruksi

Construction Waste dapat dibagi dalam tiga kelompok dasar, yaitu tenaga kerja, material, dan peralatan/*mechinery*. Dalam penelitiannya mengenai *waste* Alwi et al (2002) membagi *waste* dalam lima kelompok yaitu pekerjaan perbaikan (*repair*), waktu tunggu, material, sumber daya manusia, dan pelaksanaan/*operations*. Pemborosan pada konstruksi tidak hanya selalu terfokus pada banyaknya pemborosan dari material di proyek, tetapi juga terkait dengan pemborosan waktu (Al-Moghany, 2006). *Waste* pada konstruksi juga terkait setiap aktivitas seperti kelebihan produksi, waktu menunggu, penanganan material, proses, penyimpanan dan penempatan pekerja (Formoso et al, 1999).

Menurut Alwi et al (2002), *construction waste* dapat berupa *Non Value-Adding Activity*, dan *Physical Construction Waste* dan terjadi pada seluruh industri konstruksi terlepas dari :

1. ukuran organisasi proyek,
2. besar dan durasi kontrak,

3. jenis bangunan,
4. keadaan bangunan (pembangunan bangunan baru maupun bangunan yang direnovasi atau dalam perawatan).

2.3 Pengertian Sisa Material Konstruksi

Sisa material konstruksi dihasilkan dalam setiap proyek konstruksi, baik itu proyek pembangunan maupun proyek pembongkaran (*Construction and Demolition*). Sisa material yang berasal dari perobohan atau penghancuran bangunan digolongkan dalam *demolition waste*, sedangkan sisa material yang berasal dari pembangunan perubahan bentuk (*remodeling*), perbaikan baik itu rumah atau bangunan komersial, digolongkan ke dalam *construction waste*. Komposisi dari sisa material konstruksi berupa batu, beton, batu bata, plester, barang yang tak berharga, bahan atap, bahan *plumning*, bahan instalasi listrik (Tchobanoglous et al, 1997)

Sisa material secara umum didefinisikan sebagai substansi atau suatu objek dimana pemilik punya keinginan untuk membuang, sedangkan sisa material konstruksi didefinisikan sebagai material yang sudah tidak digunakan yang dihasilkan dari proses konstruksi, perbaikan, atau perubahan (Franklin Associates, 1998) atau barang apapun yang di produksi dari suatu proses ataupun suatu ketidaksengajaan yang tidak dapat langsung dipergunakan pada tempat tersebut tanpa adanya suatu perlakuan lagi (Eichweld, 2000).

Dalam literatur lain sisa material didefinisikan sebagai limbah berupa sampah atau kotoran dari hasil penanganan limbah, fasilitas pengendalian polusi dan lain-lain yang mencemari lingkungan. Limbah merupakan juga material yang dibuang,

yang termasuk padat, *liquid*, *semi-solid*, atau berisi material berupa gas, yang merupakan hasil industri, komersil, menambang, aktivitas agrikultur, dan aktifitas masyarakat.

Secara khusus sisa material pada sektor konstruksi juga biasa disebut sebagai *waste* yang merupakan kelebihan kuantitas material yang digunakan/didatangkan, yang tidak menambah nilai suatu pekerjaan (Asiyanto, 2005).

2.4 Jenis-Jenis Sisa Material Konstruksi

Terdapat 3 jenis sisa material yang ditemukan dalam konstruksi yaitu sisa material yang dapat di daur ulang (*recycleable*), sisa material berbahaya (*hazardous*), dan sisa material yang akan dibuang ketempat pembuangan akhir (*landfill material*) (Johnston & William, 1992). Komposisi sisa material konstruksi dikategorikan dengan berbagai cara, tergantung bagaimana cara memandang sisa material tersebut. Menurut ICF Incorporated (1995), ada 3 faktor utama untuk mengkategorikan sisa material, yaitu :

1. Tipe struktur (bangunan tempat tinggal, industri, dan komersil)
2. Ukuran struktur (*low rise*, *high rise*)
3. Aktivitas yang sedang dilakukan (konstruksi, renovasi, perbaikan, dan perubahan).

Faktor lain yang mempengaruhi banyaknya sisa material konstruksi adalah besarnya proyek yang dikerjakan keseluruhan, lokasi proyek (di laut, di darat, di gunung, di kota, pinggiran), material yang digunakan dalam konstruksi, metode yang digunakan, penjadwalan, dan metode penyimpanan material.

2.5 Klasifikasi Sisa Material Konstruksi

Menurut Skoyles (1987), sisa material konstruksi secara umum dikategorikan dalam 4 jenis, yaitu :

1. Sisa Material Alami (*Natural Waste*)

Sisa material alami adalah sisa material yang dalam pembentukannya tidak dapat dihindarkan, misalnya pemotongan kayu atau penyambungan atau cat yang menempel pada kalengnya saat pengecatan. Sisa material ini terbentuk secara alami dalam batas toleransi. Namun ada kalanya sisa material alami ini menimbulkan sisa material langsung yang cukup besar jika tidak dilakukan pengontrolan yang baik, misalnya pada waktu pembuatan spesi, penuangan semen kadang tercecer ke tanah, jika tidak dilakukan pengontrolan maka ceceran semen menjadi banyak.

2. Sisa Material Langsung

Sisa material langsung adalah sisa material yang terjadi pada setiap pembangunan. Biasanya sisa material ini terbentuk pada saat penyimpanan, pada saat material dipindahkan ke tempat kerja, atau pada saat proses pengerjaan tahapan pembangunan itu sendiri. Bila tidak dilakukan kontrol yang baik, sisa material ini akan menyebabkan kerugian yang cukup besar terutama dari segi biaya. Beberapa kategori sisa material langsung adalah akibat kegiatan sebagai berikut :

- a. Sisa material akibat adanya kegiatan pengiriman, yaitu kehilangan pada saat pengiriman ke lokasi, penurunan barang dan saat penempatan ke gudang. Atau pada waktu pengangkutan yang tidak efektif sehingga

kualitas barang menurun, dan barang tidak terpakai akhirnya menjadi sisa material.

- b. Penyimpanan di gudang dan penyimpanan sementara di sekitar bangunan adalah sisa material yang disebabkan oleh penyimpanan yang buruk.
 - c. Sisa material akibat proses perubahan bentuk material, adalah sisa material yang disebabkan oleh proses perubahan bentuk material dari aslinya.
 - d. Sisa material selama proses perbaikan, adalah sisa material yang dihasilkan selama proses perbaikan.
 - e. Sisa material selama proses perbaikan, adalah sisa material yang dihasilkan dari material kalengan, seperti cat dan bahan plester yang tersisa pada tempatnya dan tidak digunakan.
 - f. Penggunaan lahan yang tidak efektif, adalah lahan yang tidak digunakan secara optimal, sehingga menyebabkan tidak efisien. Manajemen yang kurang baik.
 - g. Sisa material akibat penggunaan yang salah.
 - h. Sisa material akibat spesifikasi material yang salah.
 - i. Sisa material yang ditimbulkan akibat kurang terampilnya pakerja.
3. Sisa Material Tidak Langsung.
 4. Sisa Material Konsekuensi (*consequential waste*).

Menurut Tchobanoglous et al (1976), sisa material yang timbul selama pelaksanaan konstruksi dapat dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu :

1. *Demolition Waste* adalah sisa material yang timbul dari hasil pembongkaran atau penghancuran bangunan lama.

2. *Construction Waste* adalah sisa material konstruksi yang berasal dari pembangunan atau renovasi bangunan milik pribadi, komersil dan struktur lainnya. Sisa material tersebut berupa sampah yang terdiri dari beton, batu bata, plesteran, kayu, sirap, pipa dan komponen listrik.

Construction Waste menurut Skoyles (1976) dapat digolongkan kedalam dua kategori berdasarkan tipenya yaitu *direct waste* dan *indirect waste*.

1. ***Direct Waste***

Direct waste adalah sisa material yang timbul diproyek karena rusak dan tidak digunakan lagi yang terdiri dari:

- a. *Transport & Delivery Waste*

Semua sisa yang terjadi pada saat melakukan transportasi material di dalam lokasi pekerjaan, termasuk pembongkaran dan penempatan pada tempat penyimpanan seperti membuang/melempar semen, keramik pada saat dipindahkan.

b. *Site Storage Waste*

Sisa material yang terjadi karena penumpukan/penyimpanan material pada tempat yang tidak aman terutama untuk material pasir dan batu pecah, atau pada tempat dalam kondisi yang lembab terutama untuk material semen.

c. *Conversion Waste*

Sisa material yang terjadi karena pemotongan bahan dengan bentuk yang tidak ekonomis seperti material besi, beton, keramik, dan sebagainya.

d. *Fixing Waste*

Material yang tercecer, rusak atau terbuang selama pemakaian dilapangan seperti pasir, semen, batu bata, dan sebagainya.

e. *Cutting Waste*

Sisa material yang dihasilkan karena pemotongan bahan seperti, tiang pancang, besi beton, batu bata, keramik, besi beton, dan sebagainya.

f. *Application & Residu Waste*

Sisa material yang terjadi seperti mortal yang jatuh/tercecer pada saat pelaksanaan atau mortar yang tertinggal dan telah mengeras pada akhir pekerjaan.

g. *Criminal Waste*

Sisa material yang terjadi karena pencurian atau tindakan perusakan (*vandalism*) di lokasi proyek.

h. *Wrong Use Waste*

Pemakaian tipe atau kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi dalam kontrak, maka pihak direksi akan memerintah kontraktor untuk

menggantikan material tersebut yang sesuai dengan kontrak, sehingga menyebabkan terjadinya sisa material di lapangan.

i. *Management Waste*

Terjadinya sisa material disebabkan karena pengambilan keputusan yang salah atau keragu-raguan dalam mengambil keputusan, hal ini terjadi karena organisasi proyek yang lemah, atau kurangnya pengawasan.

2. *Indirect Waste*

Indirect Waste adalah sisa material yang terjadi dalam bentuk sebagai suatu kehilangan biaya (*moneter lossi*), terjadi kelebihan pemakaian volume material dari yang direncanakan, dan tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan. *Indirect waste* ini dapat dibagi atas tiga jenis, yaitu :

a. *Substitution Waste*

Sisa material yang terjadi karena penggunaannya menyimpang dari tujuan semula, sehingga menyebabkan terjadinya kehilangan biaya yang dapat disebabkan karena tiga alasan yaitu terlalu banyak material yang dibeli, material yang rusak, dan makin bertambahnya kebutuhan material tertentu.

b. *Production Waste*

Sisa material yang disebabkan karena pemakaian material yang berlebihan dan kontraktor tidak berhak mengklaim atas kelebihan volume tersebut karena dasar pembayaran berdasarkan volume kontrak, contoh pasangan dinding bata tidak rata menyebabkan pemakaian mortar berlebihan karena plesteran menjadi tebal.

c. *Negligence Waste*

Sisa material yang terjadi karena dilokasi (*site error*), sehingga kontraktor menggunakan material lebih dari yang ditentukan, misalnya: penggalian pondasi yang terlalu lebar atau dalam yang disebabkan karena kesalahan/kecerobohan pekerja, sehingga mengakibatkan kelebihan pemakaian volume beton pada waktu pengecoran pondasi.

2.6 Kategori Penyebab Terjadinya Sisa Material Konstruksi

Banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadinya sisa material dilapangan, Terjadinya sisa material dapat disebabkan oleh satu atau kombinasi dari beberapa penyebab. Gavilan dan Bernold (1994), memberdakan sumber-sumber yang dapat menyebabkan terjadinya sisa material konstruksi atas enam kategori:

1. Desain
2. Pengadaan Material
3. Penanganan Material
4. Pelaksanaan
5. Residual
6. Lain-lain