

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Sisa Material Konstruksi**

Sisa material dapat diartikan sebagai segala jenis material yang berasal dari bagian alam di bumi yang dipindahkan, diolah ke suatu tempat untuk kemudian digunakan pada proses konstruksi baik pada suatu lokasi atau antar dengan berbagai kemungkinan yang dapat timbul antara lain kerusakan, kelebihan, tidak terpakai, tidak sesuai dengan spesifikasi atau hasil dari proses konstruksi (Al Moghany,2006)

Mengingat bahwa sisa material merupakan masalah yang penting pada industri konstruksi, sisa material didefinisikan sebagai kehilangan akibat berbagai sumber seperti material, waktu (tenaga kerja dan peralatan), dan produktifitas yang menghasilkan biaya direct dan indirect tetapi tidak menambahkan nilai yang menjadi sudut pandang konsumen (Farmoso,2002).

Kegagalan menggunakan dan menjaga sistem manajemen yang sesuai untuk material konstruksi akan berakibat buruk bagi kemajuan dan segi finansial pelaksanaan pekerjaan lain yang mencakup : (1) tidak tersedianya bahan pada saat diperlukan, (2) material yang digunakan rusak, (3) material yang tersedia tidak memenuhi persyaratan sesuai dengan spesifikasi (Ervianto,2004)

## B. Jenis Penggunaan dan Sisa Material

Material yang digunakan dalam konstruksi dapat digolongkan dalam dua bagian besar (Gavilan dan Bemold, 1994), yaitu:

1. *Consumable material*, merupakan material yang pada akhirnya akan menjadi bagian dari struktur fisik bangunan, misalnya: semen, pasir, kerikil, batu bata, besi tulangan, baja, dan lain-lain.
2. *Non-consumable material*, merupakan material penunjang dalam proses konstruksi, dan bukan merupakan bagian fisik dari bangunan setelah bangunan tersebut selesai, misalnya: perancah, bekisting, dan dinding penahan sementara.

Alur penggunaan *Consumable material* mulai sejak pengiriman dilokasi, proses konstruksi sampai pada posisinya yang terakhir akan berakhir pada salah satu dari keempat posisi yaitu struktur fisik, kelebihan material, pemakaian ulang pada proyek yang lain, sisa material. Kelebihan material sangat sering terjadi, bagaimanapun juga berakhir menjadi sisa, oleh karena dua pilihan lain yaitu dijual lagi atau disimpan, sehingga bukan hal yang dipertimbangkan. Selain itu pemasok material kebanyakan tidak akan membeli balik material tersebut bila kondisi barang sudah dalam keadaan rusak. Antara jenis *consumable material* dan *non-consumable material*, keduanya dapat menuju ke sisa setelah proses konstruksi selesai. Kesimpulannya, penjelasan tersebut menunjukkan contoh gambaran dasar tentang aliran material, namun tidak disebutkan alasan material menjurus ke bagian sisa.

Menurut Tchobanoglous *et al*, 1976, sisa material konstruksi 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* dapat digolongkan ke dalam dua kategori berdasarkan tipenya yaitu: *direct waste* dan *indirect waste*. *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek karena rusak dan tidak dapat digunakan lagi yang terdiri dari:
  - a. *Transport and delivery waste* (sisa transportasi & pengiriman)

Semua sisa material yang terjadi pada saat melakukan transport 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 penyimpanan)

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 perubahan bentuk)

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

d. *Fixing waste* (sisa pemasangan)

Material yang tercecer, rusak atau terbuang selama pemakaian di lapangan seperti pasir, semen, batu bala, dsb.

*Indirect waste* adalah sisa material yang terjadi dalam bentuk sebagai suatu kehilangan biaya, terjadi kelebihan pemakaian volume material dan yang direncanakan, dan tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan.

a. *Substitution waste* (sisa hasil pergantian)

Sisa material yang terjadi karena penggunaannya menyimpang dari tujuan semula, sehingga menyebabkan terjadinya kehilangan biaya yang dapat disebabkan karena tiga alasan;

- a) Terlalu banyak material yang dibeli
- b) Material yang rusak
- c) Makin bertambahnya kebutuhan material tertentu

f. *Production waste* (sisa hasil produksi)

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.

g. *Negligence waste* (sisa karena kelalaian)

Sisa material yang terjadi karena kesalahan di lokasi (*site error*), sehingga kontraktor menggunakan material lebih dari yang ditentukan, misalnya: penggalian pondasi yang terlalu lebar atau dalam yang disebabkan

kesalahan/kecerobohan pekerja, sehingga mengakibatkan kelebihan pemakaian volume beton pada waktu pengecoran pondasi.

Terjadinya sisa material konstruksi dapat disebabkan oleh satu atau kombinasi dari beberapa sumber dan penyebab. Gavilan dan Bemold (1994), membedakan sumber-sumber sisa material konstruksi atas enam kategori:

- a) Desain
- b) Pengadaan Material
- c) Penanganan Material
- d) Residual
- e) Pelaksanaan
- f) Lain-lain

Sisa material konstruksi telah menjadi subjek penelitian seluruh dunia dalam tahun-tahun terakhir ini. Penelitian-penelitian tersebut difokuskan pada kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh sisa material (Al-Moghany, 2006).

Menurut Farnoso et al., (2002) *Construction waste* dapat digolongkan ke dalam dua kategori berdasarkan tipenya

1. *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek karena rusak, hilang dan tidak dapat digunakan lagi.
2. *Indirect waste* adalah sisa material yang terjadi di proyek karena volume pemakaian melebihi volume yang direncanakan, sehingga tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan dan mempengaruhi biaya secara tersembunyi (*hidden cost*).

### C. Pengelolaan Sisa Material

Pada setiap proyek jenis material yang digunakan bermacam-macam. Dan hal itu berpengaruh pada sisa material yang dihasilkan. Adapun cara-cara pengelolaan terhadap sisa material konstruksi salah satunya dengan *waste hierarchy*.

*Waste hierarchy* mengarah pada konsep 3R yaitu *reduce* (mengurangi), *reuse* (penggunaan ulang), *recycle* (daur ulang).

1. *Reduce* (pengurangan) material konstruksi dalam hal ini dibagi menjadi 2 cara, yaitu:
  - a) *Prevention* (pencegahan), usaha yang dilakukan untuk mencegah penggunaan material yang dapat menghasilkan sisa material konstruksi..
  - b) *Minimalization* (minimalisasi), usaha yang dilakukan untuk mengurangi sisa material konstruksi dengan cara mempersiapkan rencana penanganan sisa material konstruksi.
2. *Reuse* (penggunaan ulang) merupakan proses penggunaan ulang dari sisa material konstruksi yang masih bisa digunakan. Untuk mempermudah kontraktor dalam penggunaan ulang berdasarkan tujuannya perlu dilakukan melakukan pemisahan sisa material konstruksi berdasarkan jenis pekerjaannya. Seperti sisa kayu bekisting sisa pengecoran. Penggunaan ulang material tersebut dapat menghemat pemakaian material baru baik dalam proyek yang sama, maupun proyek yang akan datang atau pekerjaan selanjutnya.

3. *Recycle* (daur ulang) merupakan proses pengolahan sisa material konstruksi menjadi material konstruksi yang memiliki kualitas yang hampir sama dengan material yang baru.

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 kerusakan. 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.

#### **D. Definisi Efektivitas**

Menurut Ravianto (1989), pengertian efektivitas adalah seberapa baik pekerjaan yang dilakukan, sejauh mana orang menghasilkan keluaran sesuai dengan yang diharapkan. Ini berarti bahwa apabila suatu pekerjaan dapat diselesaikan dengan perencanaan, baik dalam waktu, biaya maupun mutunya, maka dapat dikatakan efektif. Ndraha (2005), efisiensi digunakan untuk mengukur proses, efektivitas guna mengukur keberhasilan mencapai tujuan”.