

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. **Pengertian Sisa Material**

Material konstruksi adalah bahan bangunan yang digunakan untuk proyek konstruksi. Sumber material konstruksi dapat diperoleh dari sekitar lokasi proyek (material alam) atau diangkut dari luar lingkungan proyek, yang dapat berupa (1) hasil produksi industri, atau (2) material alam yang tidak tersedia di sekitar proyek. (Andi Asnudin, 2010)

Sisa material dapat didefinisikan sebagai sisa material konstruksi yang tidak digunakan karena berlebih ataupun rusak sehingga tidak dapat digunakan kembali. Material tersebut bisa berupa beton, tulangan, instalasi listrik, kayu dan lain sebagainya. Sisa material konstruksi biasanya dihasilkan dari konstruksi, renovasi, pembongkaran, pembersihan lahan dan lain sebagainya. Sisa material konstruksi yang dihasilkan dalam jumlah besar dapat berpengaruh negatif pada lingkungan sekitar.

Menurut Illingworth, J.R., (1998) bahwa:

Sisa material konstruksi dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang sifatnya berlebih dari yang disyaratkan baik itu berupa hasil pekerjaan maupun material konstruksi yang tersisa / tercecer /rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya.

Menurut Fermoso, (2002) bahwa:

Sisa material dapat didefinisikan sebagai kehilangan akibat dari sebgayaan 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.

Menurut Resource Venture, (2005) pada *Construction Waste Management Guide*:

Sisa material adalah benda berwujud yang tidak berbahaya, yang berasal dari aktivitas pembangunan, penghancuran dan pembersihan dan dapat diberdayakan, digunakan, atau diolah kembali.

Menurut Garas et. al., (2001) bahwa:

Sisa material adalah sesuatu yang tidak terpakai/terbuang/tidak efisien hasil atau akibat dari peralatan, material, tenaga kerja, atau biaya dalam jumlah cukup besar yang dipertimbangkan dalam proses pembangunan.

Pandangan sisa material menurut Al-Moghany

Al-Moghany (2006) menekankan bahwa 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 lokasi dengan berbagai kemungkinan yang dapat timbul antara lain kerusakan, kelebihan, tidak terpakai, tidak sesuai dengan spesifikasi atau hasil dari proses konstruksi.

Waste material adalah kelebihan kuantitas material yang digunakan/didatangkan, tetapi tidak menambah nilai pekerjaan. (Asiyanto, 2005). Tujuan dari pengalokasian sumber daya proyek adalah dalam rangka menekan/mengendalikan biaya proyek, yang pada intinya adalah pengendalian produktivitas dari sumber daya alat, tenaga dan pengendalian tingkat waste bagi material, serta pengendalian cost of money dari sumber daya uang.

2.2 Penggolongan Sisa Material

Limbah konstruksi dapat digolongkan menjadi dua kategori berdasarkan tipenya (Farmoso et. al., 2002), yaitu:

1. *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek karena rusak, hilang dan tidak dapat digunakan lagi. Beberapa tentang *Direct waste* adalah :

- Sisa Material akibat Transportasi dan Pengiriman (Transport and delivery waste)
- Sisa Material akibat Tempat Penyimpanan (Site storage waste)
- Sisa Material akibat Pengubahan (Conversion waste)
- Fixing waste Material yang tercecer, rusak atau terbuang selama pemakaian di lapangan
- Sisa Material akibat Pemotongan (Cutting waste)
- Sisa Material akibat Pelaksanaan dan Sisa tertinggal (Application and residue waste)
- Sisa Material akibat Tindakan Kriminal (Criminal waste)
- Sisa Material akibat kesalahan penggunaan material (Wrong use waste)
- Sisa Material akibat Manajemen (Management waste)

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 tetapi mempengaruhi biaya secara tersembunyi (*hidden cost*). Beberapa tentang *Direct waste* adalah :

- Substitution waste (sisa material yang terjadi karena penggunaannya menyimpang dari tujuan semula)
- Production waste (sisa material yang disebabkan karena pemakaian material yang berlebihan)
- Negligence waste (Sisa material yang terjadi karena kesalahan di lokasi)

Sisa material konstruksi yang timbul selama pelaksanaan konstruksi dapat dikategorikan menjadi dua bagian (Tchobanoglous et. al., 1976), 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.

Material yang digunakan dalam konstruksi dapat digolongkan dalam dua bagian besar (Gavilan dan Bermold, 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.

2.3 Konsep Pengendalian Material sisa

Material merupakan salah satu sumber daya yang penting. Beberapa peneliti mengemukakan, biaya kebutuhan material dalam proyek konstruksi menyerap biaya hingga 50% sampai 70% dari harga penawaran (Evrianto, 2005).

Pengelolaan sisa material berkelanjutan (*Sustainable waste management*) dapat digolongkan dalam 6 bagian yaitu :

1. Pencegahan

Pencegahan sisa material merupakan salah satu upaya yang baik didalam menghindari terjadinya sisa material dengan cara ini merupakan tingkat kebutuhan tertinggi didalam pengelolaan sisa material agar dapat keberlanjutan. Perancang harus mempertimbangkan detail teknis selama tahap perancangan desain , agar dapat menghindari limbah didalam proses konstruksi. Kurangnya komunikasi dan diskusi dapat menyebabkan

kesalahpahaman dan menghasilkan lebih banyak material yang sisa. Metode perbaikan yang berbeda harus sering diadopsi untuk mendapatkan manfaat dari pendekatan terbaik dalam pengelolaan menuju keberlanjutan didalam terjadinya sisa material konstruksi.

2. Meminimalisir

Meminimalisir atau pengurangan menempati urutan berikutnya dalam cara yang lebih disukai dalam mengelola sisa material konstruksi. Jadi, meminimalkan faktor timbulnya sisa material dapat membantu dalam proses konstruksi berlangsung. Minimalisasi dari awal pekerjaan akan mengurangi penggunaan sumber daya dan juga pengurangan pekerjaan transportasi. Kontraktor perlu mendukung dan memiliki peran maksimal untuk peningkatan langkah berkelanjutan ini.

3. Penggunaan Kembali

Pendekatan didalam mengurangi sisa material konstruksi di lokasi. Sebelumnya pembuangan sisa material ke tempat pembuangan biasa digunakan di sebagian negara. Ada banyak jenis teknik penggunaan kembali didalam proses konstruksi. Misalnya, Kontraktor memanfaatkan pecahan batu bata dan batu sebagai sub-grade akses jalan ke lokasi konstruksi. Mereka juga menggunakan bahan bangunan seperti kayu dan triplek untuk membangun gudang sementara mereka di lokasi.

4. Pendaaur Ulang

Daur ulang sisa material menempati urutan keempat dalam hierarki pengelolaan sisa material. Setelah menjalani semua tindakan untuk mencegah pemborosan dalam menyelamatkan dan menggunakan kembali bahan, langkah selanjutnya adalah mendaur ulang sebanyak mungkin puing-puing yang tersisa sebanyak mungkin. Dan daur ulang dapat menghemat biaya dengan meminimalkan biaya pembuangan.

5. Pemulihan dan Pemeliharaan

Pemulihan didefinisikan sebagai pemindahan bahan atau komponen dari sisa material yang ada dengan cara mempertahankan

bentuk aslinya untuk digunakan kembali dalam bentuk yang sama seperti saat diproduksi. Dengan pemulihan, volume sisa material yang berada di tempat pembuangan dapat dikurangi. Teknologi insinerasi telah membantu pemulihan limbah logam yang dapat memecahkan masalah didalam tempat penyimpanan limbah logam yang sudah dibuat. Kemudian gas yang dihasilkan selama proses penanganan digunakan untuk menghasilkan listrik. Langkah-langkah pemulihan ini telah dipraktikkan di banyak negara.

6. Pembuangan

Pembuangan adalah pilihan terakhir dan dapat diberi label sebagai kriteria terendah untuk mencapai keberlanjutan dalam pengelolaan sisa material. Namun metode pembuangan bukanlah pilihan yang baik, karena peran pengelolaan sisa material berkelanjutan adalah tujuannya untuk mengurangi jumlah sisa material yang dibuang ke lingkungan.

Banyak faktor yang menyebabkan sisa material antara lain desain, pengadaan material, penanganan material, residu dan lain-lainnya misal pencurian (Gavilan dan Bemold 1994). Pengendalian material sisa (waste material) dalam pembangunan rumah tinggal sangat bermanfaat antara lain, yaitu:

1. menghemat biaya konstruksi
2. proses finishing dan pekerjaan lebih mudah
3. mendukung pembangunan yang ramah lingkungan.

Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan untuk mengendalikan material sisa pada pembangunan rumah tinggal, yaitu:

- (1) perencanaan desain tapak dan denah.
- (2) alokasi material.
- (3) penggunaan jenis material.
- (4) tempat penyimpanan.
- (5) kemampuan tenaga kerja

Perencanaan Desain Tapak dan Denah merupakan beberapa hal yang perlu menjadi perhatian dalam melakukan perencanaan pembangunan rumah dalam rangka mengendalikan terjadinya material sisa, seperti:

- penentuan luasan/modul setiap ruang yang disesuaikan dengan jenis dan ukuran material yang akan digunakan. Hal ini, sangat membantu dalam mengurangi pemotongan material yang tidak dapat digunakan lagi,
- hubungan antara ruang (zoning) disesuaikan dengan jenis material, penggunaan jenis dan ukuran material yang sama untuk setiap zona akan mengurangi terjadinya sisa material,
- meminimalkan perubahan desain/lingkup pekerjaan, karena perubahan desain dapat menyebabkan permasalahan
- dilengkapi dengan gambar detail untuk setiap pekerjaan, untuk menghindari kesalahan yang dapat terjadi akibat kekeliruan pekerja dalam membaca gambar.

Alokasi Material merupakan suatu proses perencanaan yang dibuat untuk memberikan jaminan terhadap semua kebutuhan dan pengiriman material ke lokasi pekerjaan dengan waktu yang tepat, dan jumlah yang cukup, serta sesuai kualitas yang ditentukan. Dalam melakukan perencanaan alokasi material untuk pengendalian material, beberapa hal perlu menjadi perhatian, yaitu

- sistem transportasi yang digunakan yang dapat menghindari terjadinya kerusakan,
- jadwal pengadaan yang memperhatikan progress kemajuan pekerjaan dan jumlah kebutuhan,
- melakukan proses bongkar muat yang mudah
- alokasi jumlah stok material yang dapat ditampung
- menghindari kesalahan dalam order material
- penggunaan material ready mix diperhitungkan dalam jumlah pesanan minimum

- perencanaan penggunaan kembali material perancah untuk digunakan pada pekerjaan plafon atau rangka atap.

2.4 Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya sisa material adalah pengawasan yang kurang, area kerja yang tidak mendukung, peralatan bantu yang kurang memadai, tidak adanya pengklasifikasian bidang pekerjaan, tidak efektifnya jumlah tenaga kerja dalam suatu area kerja, dan kurangnya pengalaman para tukang (Prasetyo dan Septian, 2010),

Pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi, tidak akan dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi. Lebih dari 75% yang dihasilkan oleh industri konstruksi merupakan sisa material yang memiliki nilai residu dan dapat didaur ulang, diselamatkan dan/ atau digunakan kembali. (Yeheyis.M dkk, 2012). Oleh karena itu, dibutuhkan mekanisme pengelolaan, teknologi, sistem penilaian dan pengelolaan sisa material yang komprehensif dan terpadu.

Rencana pengelolaan material dan sisa material yang baik dapat meningkatkan efisiensi dalam logistik konstruksi sekitar 9% serta dapat mengurangi dampak lingkungan (Tischer dkk, 2013).

Menurut Bossink dan Bouwers, (1996) limbah konstruksi timbul karena adanya perbedaan antara ukuran bahan yang dibeli dengan ukuran bahan yang dibutuhkan, ketidakcakapan kontraktor dan pengetahuan yang kurang dalam pelaksanaan pekerjaan sehingga mempengaruhi metode kerja yang digunakan.

Hasil penelitian Bossink dan Bouwers., (1996) di Belanda, menyimpulkan sumber dan penyebab terjadinya sisa material konstruksi berdasarkan kategori yang telah dibuat oleh Gavilan dan Bemold (1994) adalah seperti pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Sumber dan penyebab terjadinya sisa material 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 ▪ Pendetailan gambar yang rumit ▪ Informasi gambar yang kurang ▪ Kurang berkoordinasi dengan kontraktor & kurang berpengetahuan tentang konstruksi
Sumber	Penyebab
Pengadaan	▪ Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dsb. ▪ 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
-

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
-

Sumber	Penyebab
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
Lain-lain	▪ Kehilangan akibat pencurian ▪ Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material
Sumber : Bossink dan Bouwers, (1996)	

2.5 Mengurangi Sisa Material Konstruksi

Manajemen limbah konstruksi merupakan suatu bagian penting dalam proyek konstruksi, manajemen limbah konstruksi yang baik dapat mengurangi dampak dari penggunaan material yang berlebih terhadap lingkungan sekitar, dengan cara mereduksi jumlah pemakaian material (*reduce*), menggunakan kembali material yang dapat digunakan (*reuse*), atau mendaur ulang sisa material (*recycle*).

Manajemen limbah yang pada umumnya digunakan adalah *waste hierarchy*. Konsep yang digunakan pada *waste hierarchy* mengacu pada prinsip 3R yaitu *reduce* (mengurangi), *reuse* (penggunaan ulang), dan *recycle* (daur ulang), dimana klasifikasi prinsip tersebut berdampak pada lingkungan. Dengan menggunakan prinsip *waste hierarchy* maka dapat mengurangi dampak dari sisa material berlebih pada proyek konstruksi dan dapat mengurangi dampaknya terhadap lingkungan sekitar.

Dalam mengurangi penggunaan sisa material berlebih dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan pencegahan dan meminimalisasi. Pencegahan merupakan cara yang dilakukan untuk mencegah penggunaan material secara berlebih, misalnya dengan menggunakan fabrikasi beton bertulang dan memakai *halfslab* pada desain. Dan meminimalisasi merupakan cara untuk mengurangi sisa material berlebih dengan cara mempersiapkan manajemen limbah konstruksi, misalnya menjual sisa material berlebih.

2.6 Dampak Sisa Material Terhadap Lingkungan

Dengan maraknya pembangunan atau pembongkaran suatu konstruksi maka dapat menyebabkan masalah meningkatnya sisa material yang signifikan dan berdampak pada lingkungan.

Townsen et. al., (1998), mengungkapkan bahwa limbah pembangunan dan pembongkaran umumnya terdiri dari material *inert* yang tidak dapat menyaring secara alami ke dalam air tanah. Dengan demikian sisa material dapat berdampak lebih buruk lagi terhadap lingkungan jika pembangunan konstruksi terus bertambah dan manajemen limbah konstruksi tidak dilakukan dengan baik.