

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sisa Material

Menurut *Construction Waste Management Guide*, sisa material adalah benda yang tidak berbahaya berwujud yang berasal dari aktivitas pembangunan, penghancuran dan pembersihan dan dapat diberdayakan, digunakan atau diolah kembali (*Resource Venture*, 2005).

Dasar perhitungan sisa material berasal dari perbandingan antara perencanaan material sebelum memulai pekerjaan dan sisa material saat menyelesaikan pekerjaan (Budiadi, 2008).

Mengingat bahwa sisa material merupakan masalah yang penting pada industri konstruksi, sisa material didefinisikan sebagai kehilangan akibat dari 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 (Formoso, 2002).

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 maupun antar lokasi konstruksi berbagai kemungkinan yang dapat timbul antara lain kerusakan, kelebihan, tidak terpakai, tidak sesuai dengan spesifikasi atau hasil dari proses konstruksi.

Menurut Garas et. al., (2001) 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.

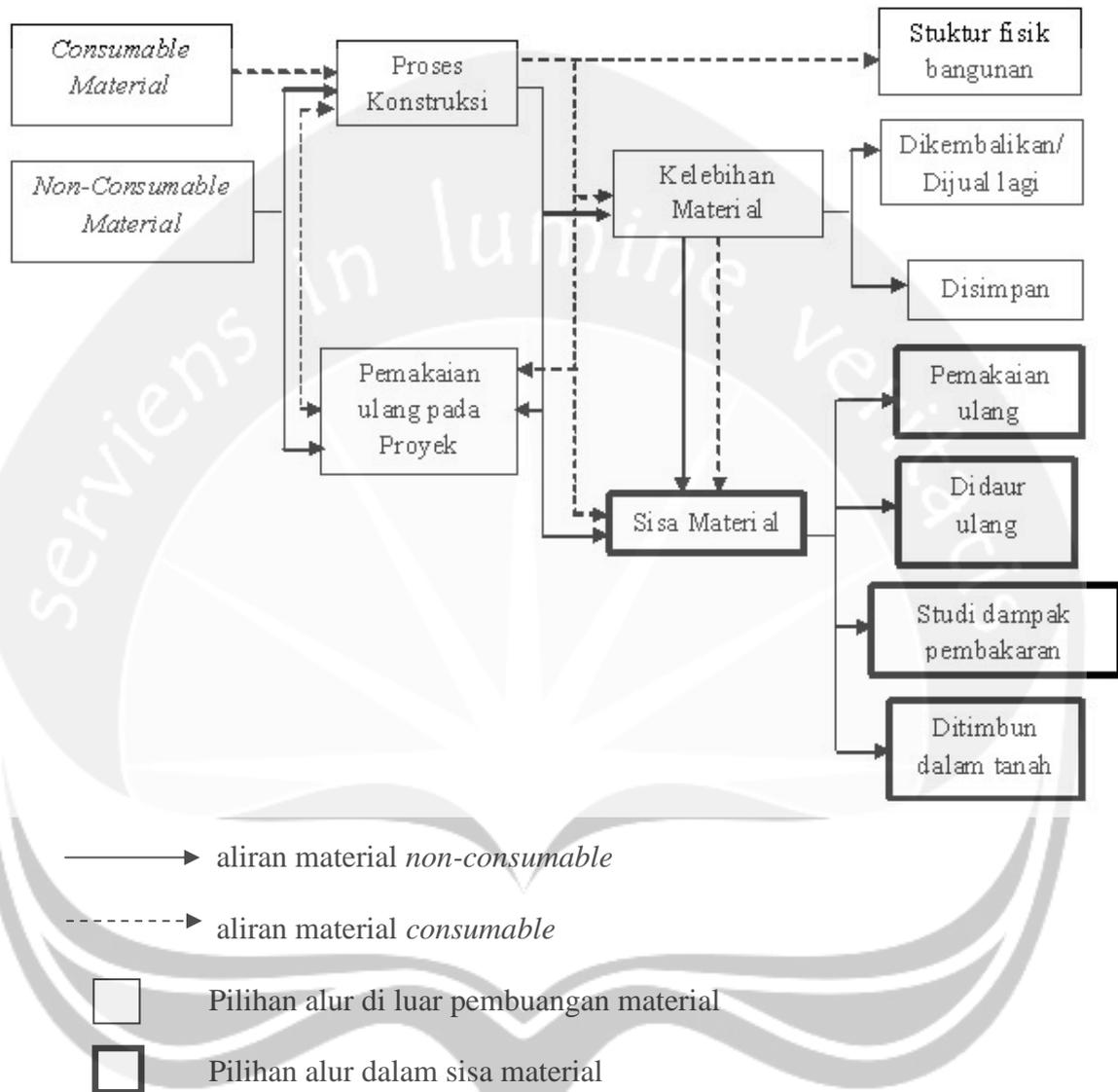
Kegagalan menggunakan dan menjaga sistem manajemen yang sesuai untuk material konstruksi akan berakibat buruk bagi kemajuan dan segi finansial pelaksanaan pekerjaan antara lain mencakup : (1) tidak tersedianya bahan pada saat diperlukan, (2) material yang digunakan rusak, (3) material yang tersedia tidak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

2.2 Jenis Penggunaan dan Sisa Material

2.2.1 Jenis penggunaan material

Menurut Gavilan and Bernold (1994) Penggunaan material dalam proses konstruksi digolongkan dalam dua bagian besar

1. *Consumable material*, merupakan material konstruksi yang pada akhirnya akan menjadi bagian dari struktur fisik bangunan, misalnya semen, pasir, batu pecah, batu bata, baja tulangan, keramik, cat dan lain-lain.
2. *Non-consumable material*, merupakan material penunjang dalam proses konstruksi, bukan merupakan bagian dari fisik bangunan, biasanya material ini bisa dipakai ulang dan pada proyek yang akan menjadi sisa material juga, misalnya perancah, bekisting dan dinding penahan sementara.



Sumber : Gavilan and Bernold, 1994, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol 120, No.3, pp 536-552

Gambar 2.1 Gambaran Umum Proses Material Konstruksi di Lapangan

Alur penggunaan *consumable material* mulai sejak pengiriman ke lokasi, proses konstruksi sampai pada posisinya yang terakhir akan berakhir pada salah satu dari keempat posisi yaitu (1) struktur fisik, (2) kelebihan material,

(3) pemakaian ulang pada proyek yang lain, (4) sisa material. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, kelebihan sangat sering terjadi, bagaimanapun juga berakhir menjadi sisa, oleh karena dua pilihan lain yaitu dijual lagi atau disimpan, sehingga bukan hal yang kurang dipertimbangkan. Selain itu pemasok material kebanyakan tidak akan membeli balik material tersebut bila kondisi barang sudah dalam keadaan rusak. Menurut Gambar 2.1, antara jenis *consumable* dan *non-consumable* material, keduanya dapat menuju ke sisa setelah proses konstruksi selesai. Kesimpulannya, bagan tersebut menunjukkan contoh gambaran dasar tentang aliran material, namun tidak disebutkan alasan material menjurus ke bagian sisa. Hal inilah yang disebut sumber penyebab. Pengenalan sumber penyebab, merupakan langkah pertama dalam mengurangi jumlah sisa material yang dihasilkan dari proses konstruksi (Gavilan and Bernold, 1994).

2.2.2 Jenis sisa material

Keberadaan sisa material konstruksi, menurut Intan et al., (2005), terus terjadi sejalan dengan proses pembangunan yang dilaksanakan. Jenis sisa material dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu:

1. *Demolition waste* adalah sisa material yang timbul dari hasil pembongkaran proses renovasi atau penghancuran bangunan lama
2. *Construction waste* adalah sisa material konstruksi yang berasal dari proses pembangunan atau renovasi bangunan. Sisa material tersebut tidak dapat dipakai lagi sesuai dengan fungsi semula. Sisa material ini bisa terdiri dari beton, batu bata, plesteran, kayu, pipa dan lain-lain

Sisa material dalam industri 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 Formoso 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*).

2.3 Sumber dan Penyebab Sisa Material

Menurut Garas et al., (2001) Penyebab terjadinya sisa material digolongkan menjadi dua komponen yaitu pemborosan waktu dan sisa material. Sisa material diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu (1) kelebihan pesanan (2) kelebihan produksi, (3) kesalahan dalam penanganan, (4) kesalahan dalam metode penyimpanan material, (5) kerusakan atau cacat dari pabrik, (6) pencurian dan perusakan oknum luar proyek.

Hasil penelitian Bossink dan Brouwers dalam Intan et al., (2005) menyimpulkan sumber dan faktor penyebab berdasarkan kategori yang telah dibuat oleh Gavilan dan Bernold dapat ditunjukkan pada Tabel 2. 1

Tabel 2.1. Sumber dan Penyebab Terjadinya Sisa Material Konstruksi

Sumber	Penyebab
Desain	<ul style="list-style-type: none"> - 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 koordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengalaman mengenai konstruksi
Pengadaan	<ul style="list-style-type: none"> - Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dsb - Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil - Pemasok mengirim barang tidak sesuai dengan spesifikasi - Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi - Kemasan yang kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan
Penanganan	<ul style="list-style-type: none"> - Material tidak dikemas dengan baik - Material yang terkirim dalam keadaan tidak padat/kurang - Membuang/melempar material - Penanganan material yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran untuk dimasukkan dalam gudang - Penyimpanan material yang tidak benar menyebabkan kerusakan - Kerusakan material akibat transportasi ke atau di lokasi proyek
Pelaksanaan	<ul style="list-style-type: none"> - Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja - Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik - Cuaca yang buruk - Kecelakaan pekerja di lapangan - 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	<ul style="list-style-type: none"> - Sisa pemotongan material tidak dapat dipakai lagi - Kesalahan pada saat memotong material - Kesalahan pemesanan barang karena tidak sesuai spesifikasi - Kemasan - Sisa material karena proses pemakaian
Lain-Lain	<ul style="list-style-type: none"> - Kehilangan akibat pencurian - Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material

Sumber : *Civil Engineering Dimension*, Maret 2005

Al-Moghany (2006), menyatakan bahwa penyebab utama sisa material pada proses konstruksi di Indonesia dengan Australia dapat dijelaskan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Penyebab Sisa Material di Indonesia dan Australia

Indonesia	Australia
Perubahan desain	Perubahan desain
Kurangnya kemampuan dan ketrampilan	Buruknya perencanaan
Pengambilan keputusan yang lambat	Buruknya pengelolaan lapangan
Kurangnya koordinasi antara pihak yang terlibat dalam proyek	Lambatnya perbaikan gambar
Buruknya perencanaan dan penjadwalan proyek	Ketidakjelasan dalam penyampaian informasi gambar lokasi
Keterlambatan pengiriman material ke lokasi	Spesifikasi yang tidak jelas
Pemilihan metode konstruksi yang kurang tepat	Cuaca

Sumber : Al-Moghany, 2006, *A Thesis for the Degree of Master of Science in Construction Management*

Tabel 2.3 Sumber Sisa Material Pada Lokasi Pembangunan Menurut Penelitian di Daerah Barat Daya Nigeria

Sumber	Respon	%Respon
Salah penggunaan	6	8
Tidak adanya manajemen material	8	11
Dari pembongkaran dan renovasi gedung (<i>demolition waste</i>)	10	14
<i>Conversion waste</i>	14	20
Pencurian	15	21
Kecerobohan	16	23
Penyimpangan	17	24
Kesalahan spesifikasi	21	30
Pengangkutan di lokasi	22	31
Pengangkutan dan pengiriman ke lokasi	27	38
Penyimpanan di lokasi	29	40

Sumber : *American Journal of Applied Sciences* 2, 2005

Tabel 2.4 Prosentase Sisa Material Proyek Perumahan

Pekerjaan	Material	Sisa (%)
Pembetonan	Beton	3-5
Cetakan/bekisting	Papan kayu	5
Pembesian	Tulangan	3-5
Pasangan bata	Batu bata	6
Dinding dibangun tanpa mortar	Agregat halus	5
Acian dinding	Semen	7
Acian lantai	Semen	1
Plesteran dinding	Adukan plesteran	2
Plesteran langit-langit	Adukan plesteran	2
Pemasangan penutup lantai	Ubin/keramik	6
Pemasangan penutup dinding	Ubin/keramik	8
Pemasangan perabot kamar mandi	Perlengkapan sanitair	2
Pemasangan perlengkapan dapur	Perlengkapan dapur	1

Sumber : Al-Moghany, 2006, *A Thesis for the Degree of Master of Science in Construction Management*

Tabel 2.5 Prosentase Sisa Material Proyek Gedung

Pekerjaan	Material	Sisa (%)
Pembetonan	Beton	4-5
Cetakan/bekisting	Papan kayu	15
Pembesian	Tulangan	1-8
Pasangan bata	Batu bata	4-8
Dinding dibangun tanpa mortar	Agregat halus	6-10
Acian dinding	Semen	4-20
Acian lantai	Semen	4-20
Plesteran dinding	Adukan plesteran	4-20
Plesteran langit-langit	Adukan plesteran	4-20
Pemasangan penutup lantai	Ubin/keramik	4-10
Pemasangan penutup dinding	Ubin/keramik	4-10

Sumber : Al-Moghany, 2006, *A Thesis for the Degree of Master of Science in Construction Management*

2.4 Cara Meminimalisasi Sisa Material Konstruksi

Usaha penanggulangan maupun pengurangan sisa material konstruksi dapat dilakukan dengan berbagai metode. Beberapa negara maju mulai melakukan penelitian cara penanggulangan dengan metode daur ulang (*recycling*), studi dampak dari pembakaran (*incineration*), penggunaan kembali (*reuse*) (Intan et al., 2005).

Menghindari pemborosan material maksudnya yaitu berupa tindakan atau proses seleksi atau pemilihan material yang tepat sesuai kebutuhan dalam upaya mengurangi pemborosan. Pemakaian ulang dan daur ulang dimaksudkan agar dapat mengurangi volume sisa material terbuang dan dapat berdampak bagi lingkungan (Al-Moghany, 2006).

Menurut Intan et al., (2005) cara penanggulangan sisa material yang mungkin dilakukan di Indonesia adalah melalui manajemen material untuk meminimalisasi sisa material yang terjadi, hal ini karena pertimbangan segi biaya, teknologi yang masih sederhana, dan juga sekaligus wawasan ramah lingkungan.

Manajemen material didefinisikan sebagai suatu pendekatan organisasional untuk menyelesaikan permasalahan material yang memerlukan kombinasi kemampuan manajerial dan teknis (Ervianto, 2004).

Untuk menjamin manajemen bahan yang benar, setiap proses berikut ini harus benar-benar dilaksanakan secara efektif. Kegagalan dalam menjalankan satu proses atau lebih akan menyebabkan kegagalan menyeluruh dari manajemen material dan akan menghasilkan sebuah proyek konstruksi yang mahal. Adapun proses dalam manajemen bahan adalah sebagai berikut (Ervianto, 2004)

1. Pemilihan bahan
2. Pemilihan pemasok bahan
3. Pembelian bahan
4. Pengiriman bahan
5. Penerimaan bahan
6. Penyimpanan bahan
7. Pengeluaran bahan
8. Menjaga tingkat persediaan

Tabel 2.6 Metode Meminimalisasi Sisa Material Di Lokasi Proyek Menurut Penelitian di Barat Daya Nigeria

Meminimalisasi Sisa Material di Lokasi Proyek

- Pemantauan terhadap material yang diterima dan mencegah kerusakan
 - Pengawasan dan pemantauan yang ketat oleh pihak ahli
 - Peningkatan keamanan pada pagi dan malam hari
 - Perencanaan yang matang sebelum pelaksanaan proyek
 - Material dikirim berdasarkan spesifikasi dan detail gambar yang ada pada faktur pemesanan
 - Perubahan penggunaan sisa material untuk manfaat lainnya
 - Memberikan semangat bagi para pekerja agar lebih giat bekerja
 - Penyediaan fasilitas penyimpanan material/gudang yang baik dan memadai
-

Sumber : *American Journal of Applied Sciences* 2, 2005

Tabel 2.7 Metode Meminimalisasi Sisa Material dengan Penyimpanan dan Penanganan Material Menurut Penelitian di Barat Daya Nigeria

Meminimalisasi Sisa Material dengan Penyimpanan dan Penanganan Material
➤ Material yang rentan seharusnya disimpan secara terpisah
➤ Pengawasan dan penanganan material dilakukan oleh pihak yang ahli/berpengalaman
➤ Material ditumpuk pada tempat datar dengan sedikit atau tanpa jalan lewat
➤ Menaruh/menumpuk material diantara penahan/peredam guncangan
➤ Menurunkan muatan material secara hati-hati
➤ Material di simpan/dimasukkan dalam kemasan khusus selama pengangkutan untuk mencegah kerusakan barang
➤ Material disarankan jauh dari jalur yang ramai, orang lewat, dan pekerja
➤ Mengikuti petunjuk/pedoman penggunaan dari pabrik
➤ Hanya mengizinkan penanganan tunggal
➤ Material di simpan pada pusat penyimpanan/gudang dan diangkut langsung ke lokasi bila diperlukan

Sumber : *American Journal of Applied Sciences* 2, 2005

2.5 Manfaat Meminimalisasi Sisa Material Konstruksi

2.5.1 Manfaat dari segi biaya

Manfaat/keuntungan dari segi biaya adalah (Al-Moghany, 2006)

1. Mengurangi biaya pengangkutan untuk sisa material. Hal ini termasuk pengangkutan dari dan ke lokasi terhadap tempat pembuangan.
2. Mengurangi biaya sisa material.
3. Mengurangi biaya pembelian material baru ketika mempertimbangkan untuk menggunakan ulang dan daur ulang sisa material.
4. Tingkat pengembalian dapat tercapai dengan menjual material sisa untuk pemakaian ulang dan daur ulang.

5. Manfaat dalam jangka panjang melalui optimasi perencanaan/konsep bangunan, yaitu dengan menghindari terjadinya pengeluaran berlebihan dari kerusakan dan pembuatan bangunan baru.

2.5.2 Manfaat bagi lingkungan

Al-Moghany (2006), menjelaskan bahwa meminimalisasi sisa material dapat bermanfaat bagi lingkungan antara lain :

1. Mengurangi jumlah sisa material
2. Pemberdayaan sisa material tepat guna
3. Pengurangan jumlah sisa material yang ditimbun dalam tanah
4. Mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan akibat pembuangan, polusi.
5. Mengurangi penggunaan kendaraan pengangkut sisa material (polusi akibat asap kendaraan, penggunaan energi yang berlebihan dan kebisingan)

2.5.3 Manfaat Lainnya

Keuntungan atau manfaat lainnya dari minimalisasi sisa material menurut Al-Moghany (2006), adalah

1. Meningkatkan kenyamanan di lokasi
2. Meningkatkan efisiensi pekerjaan
3. Menambah citra baik bagi perusahaan/pelaku konstruksi