

STUDI SISA MATERIAL PADA PROYEK GEDUNG DAN PERUMAHAN

Eko Setyanto¹, Peter F. Kaming², dan Maria Dwi Ferdiana³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
Email: ekosetyanto@yahoo.com

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
Email: kaming@mail.uajy.ac.id

³AlumniProgram Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
Email: dkadmus@yahoo.com

ABSTRAK

Biaya material merupakan komponen biaya terbesar dalam pembangunan proyek gedung dan perumahan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi biaya konstruksi perlu dilakukan pengendalian material. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan meneliti sisa material pada proyek gedung dan perumahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber dan penyebab sisa material, prosentase sisa material untuk berbagai jenis material, dan bagaimana cara meminimalkan sisa material. Responden penelitian adalah manajer proyek, manajer lapangan, pelaksana dan pengawas lapangan, serta bagian logistik. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai mean, deviasi standar, dan uji T. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber utama sisa material pada proyek gedung termasuk dalam kategori pengadaan material (kesalahan pemesanan, kelebihan atau kekurangan volume material yang dipesan), sedangkan pada proyek perumahan adalah perubahan desain pada kategori desain. Prosentase jenis sisa material yang paling tinggi pada proyek gedung adalah bata, sedangkan pada proyek perumahan adalah papan kayu bekisting. Cara meminimalkan sisa material menurut proyek gedung dan perumahan pada peringkat rata-rata tertinggi adalah sama yaitu perencanaan yang matang sebelum pelaksanaan proyek. Hasil analisis dari Uji F dan Uji T menunjukkan bahwa 4 dari 6 kategori memiliki rata-rata yang tidak berbeda secara signifikan berkaitan dengan sumber penyebab sisa material pada tiap kategori berdasarkan kedua jenis proyek.

Kata kunci: kontraktor, gedung, perumahan, material, minimalisasi.

1. PENDAHULUAN

Biaya material adalah salah satu komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya proyek karena mempunyai kontribusi sebesar 40-60% dari biaya total proyek (Intan et. al, 2005). Bahkan beberapa penelitian menyatakan bahwa biaya material menyerap 50-70% dari biaya proyek.

Pada proses konstruksi, penggunaan material oleh pekerja di lapangan dapat menimbulkan sisa material yang cukup tinggi. Beberapa penelitian di Brazil menunjukkan sisa material konstruksi dapat mencapai 20-30% dari material di lokasi (Intan, et al., 2005). Sisa material konstruksi dapat mencapai 15-30% dari sampah kota, sehingga upaya minimalisasi sisa material sangat penting untuk diterapkan oleh para pelaku konstruksi (Formoso et al, 2002).

Menurut Al-Moghany (2006) manajer konstruksi sering gagal dalam mengidentifikasi sumber penyebab terjadinya sisa material pada proses konstruksi. Selain itu, perlu diketahui tentang cara meminimalisasi sisa material untuk mendukung perencanaan dan pengendalian tiap-tiap jenis material. Jenis material yang digunakan pada proyek bangunan hunian gedung dan perumahan rata-rata sama namun belum tentu sumber penyebab terjadinya dan prosentase sisa material sama. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian pada proyek gedung dan perumahan.

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan. Apakah sumber dan penyebab sisa material yang dominan pada proyek konstruksi gedung dan perumahan? Apakah jenis sisa material yang dominan pada kedua jenis proyek? Bagaimana cara meminimalisasi sisa material pada proyek konstruksi gedung dan perumahan? Apakah terdapat perbedaan pendapat yang signifikan tentang sumber dan penyebab sisa material tiap kategori berdasarkan persepsi responden kedua jenis proyek?

Penelitian dilakukan dengan beberapa pembatasan, yaitu dilakukan pada proyek konstruksi gedung dan perumahan; responden terdiri dari Manajer Proyek, Manajer Lapangan, Logistik, Pelaksana, dan Pengawas Lapangan (sesuai

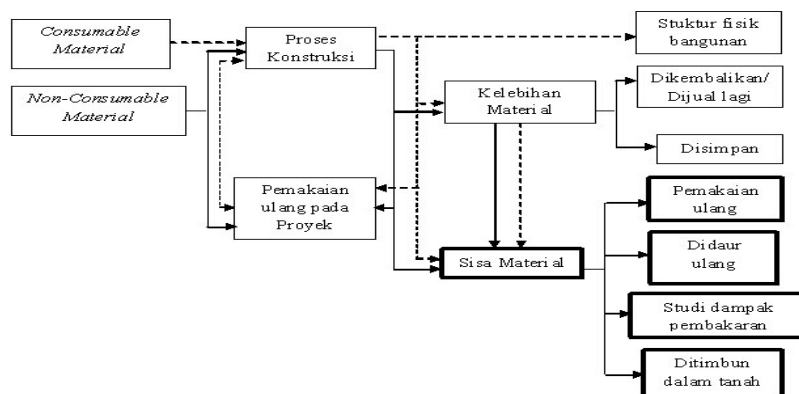
jenis proyek); sisa material adalah *construction waste* atau sisa material dari proses pembangunan; proyek gedung yang diteliti minimum 2 lantai, dengan fungsi sebagai hunian, perkantoran, pusat perbelanjaan, dan pendidikan; proyek perumahan yang diteliti adalah perumahan menengah ke atas dengan nilai proyek sekitar 500 juta/unit.

2. TINJAUAN PUSTAKA

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

Menurut Gavilan and Bernold (1994), penggunaan material dalam proses konstruksi digolongkan dalam dua bagian besar, yaitu: *Consumable material* dan *Non-consumable material*.



Keterangan:

- Aliran material *non-consumable*
- > Aliran material *consumable*

- Pilihan alur di luar pembuangan material
- ▣ Pilihan alur dalam sisa material

Sumber : Gavilan and Bernold (1994), *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol 120, No.3, pp 55-60

Gambar 1. Proses Penggunaan 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 1, kelebihan sangat sering terjadi, bagaimanapun juga berakhir menjadi sisa oleh karena dua pilihan lain yaitu dijual lagi atau disimpan bukan merupakan hal yang kurang dipertimbangkan. Pada Gambar 1, antara jenis *consumable* dan *non-consumable* material, keduanya dapat menuju ke sisa setelah proses konstruksi selesai. Bagan tersebut menunjukkan contoh gambaran dasar tentang aliran material, namun tidak menyebutkan alasan material menjerus ke bagian sisa. Hal inilah yang disebut sumber dan penyebab. Pengenalan sumber dan penyebab, merupakan langkah pertama dalam mengurangi jumlah sisa material yang dihasilkan dari proses konstruksi (Gavilan and Bernold, 1994).

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: *Demolition waste* (sisa material yang timbul dari hasil pembongkaran proses renovasi atau penghancuran bangunan lama) dan *Construction*

waste (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).

Tabel 1. Sumber dan penyebab terjadi 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
Pengadaan	<ul style="list-style-type: none"> - 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
Penanganan	<ul style="list-style-type: none"> - Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi - Kemasan yang kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan - Penyimpanan material yang tidak benar menyebabkan kerusakan - Kerusakan material akibat transportasi ke atau di lokasi proyek
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
Pelaksanaan	<ul style="list-style-type: none"> - Informasi tipe dan ukuran material yang akan digunakan terlambat disampaikan kepada kontraktor - Kecelakaan dalam mencampur mengolah dan kesalahan dalam penggunaan material sehingga perlu diganti - Pengukuran di lapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume
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
Residual	<ul style="list-style-type: none"> - Kemasannya - Sisa material karena proses pemakaian
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
Lain-Lain	<ul style="list-style-type: none"> - Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material - Kehilangan akibat pencurian

Sumber : Intan, S., et al. (2005). “Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi : Sumber Penyebab, Kuantitas, dan Biaya”. *Civil Engineering Dimension*, Vol .7, No.1, pp 36-45

Tabel 2. Prosentase sisa material pada 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*

Penyebab terjadinya sisa material (Garas et al., 2001) 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 1.

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 (Erviyanto, 2004) adalah sebagai berikut (1) pemilihan bahan; (2) pemilihan pemasok bahan; (3) pembelian bahan; (4) pengiriman bahan; (5) penerimaan bahan; (6) penyimpanan bahan; (7) pengeluaran bahan; dan (8) menjaga tingkat pesediaan.

Tabel 3. Prosentase sisa material pada 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*

Metode untuk meminimalisasi sisa material di lokasi proyek di Barat Daya Nigeria (*American Journal of Applied Sciences 2*, 2005) dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 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 sesuai spesifikasi & detil gambar pada faktur pemesanan
- Pengubahan penggunaan sisa material untuk manfaat lainnya
- Memberikan semangat bagi para pekerja agar lebih giat bekerja
- Penyediaan fasilitas penyimpanan material/gudang yang baik dan memadai

Adapun metode untuk meminimalisasi sisa material dengan penyimpanan dan penanganan material di Barat Daya Nigeria (*American Journal of Applied Sciences 2*, 2005) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 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 goncangan
- 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

3. METODOLOGI PENELITIAN

Objek penelitian adalah proyek konstruksi bangunan gedung dan perumahan. Responden pada penelitian ini adalah manajer proyek, *site manager*, logistik proyek, pelaksana dan pengawas lapangan. Instrumen yang digunakan pada pengambilan data adalah kuesioner dan pengolahan data menggunakan software SPSS v. 16.

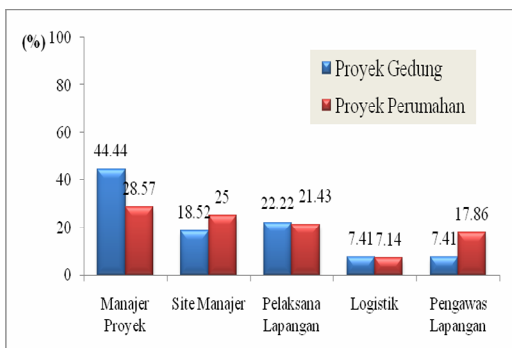
Penilaian/skoring kuisioner menggunakan skala *Likert* dengan 5 derajat/bobot yang dilambangkan dengan angka 1 sampai 5 dengan 2 kriteria antara derajat pengaruh dengan derajat persetujuan : (1) untuk Sangat Tidak Setuju / Tidak Berpengaruh sampai (5) untuk Sangat Setuju / Sangat Berpengaruh.

Untuk mengetahui apakah variabel tersebut berpengaruh atau disetujui, maka penilaian dalam kuisioner untuk sumber dan penyebab sisa material di lokasi didasarkan nilai mean. Untuk menentukan ranking dari suatu variable, digunakan mean dan deviasi standar. Untuk menguji apakah terdapat perbedaan pendapat tentang sumber dan penyebab sisa material antara responden gedung dan perumahan, digunakan F-test dan T-tes.

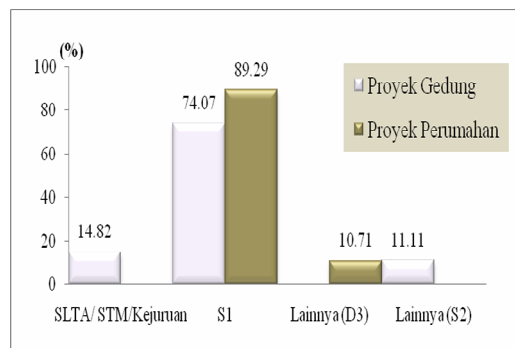
4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Data Responden

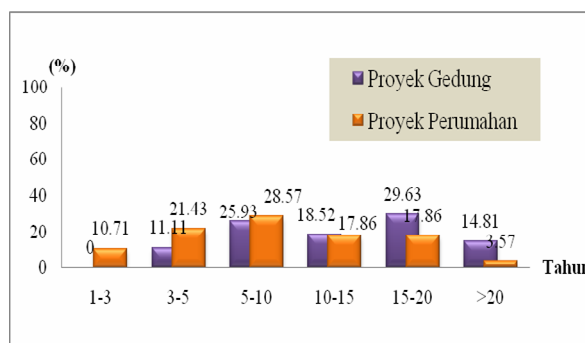
Dari 65 kuisioner penelitian yang disebar, tercatat 55 kuisioner yang kembali, dengan jumlah responden untuk proyek gedung 27 responden, dan perumahan 28 responden. Profil responden dapat dirangkum sebagai berikut: mayoritas berlatar belakang pendidikan S1; jabatan sebagai manajer proyek (Gambar 2), manajer lapangan dan pelaksana lapangan (Gambar 3); dan lama pengalaman kerja bervariasi (Gambar 4).



Gambar 2. Jabatan Responden



Gambar 3. Latar belakang pendidikan



Gambar 4. Pengalaman kerja

Sumber dan penyebab sisa material

Analisis sumber dan penyebab dianalisis per kategori yang dibedakan atas proyek gedung dan proyek perumahan. Analisis sumber dan penyebab menggunakan rank berdasarkan mean skala *likert* dan deviasi standar (Tabel 4) .

Pada kategori desain, peringkat teratas pada proyek gedung adalah informasi gambar yang kurang lengkap atau detail, menyebabkan kontraktor mengestimasi ukuran material yang belum tentu sesuai dengan ukuran perencana atau keinginan pihak pengembang/pemilik, sedangkan penyebab utama sisa material kategori desain menurut responden proyek perumahan adalah perubahan desain. Adanya perubahan desain karena kurangnya baiknya perencanaan dari pengembang dan adanya perubahan desain dari pembeli sesuai dengan selera dan penggunaannya merupakan faktor atau penyebab utama yang berdampak pada pengadaan material dan pelaksanaan di lapangan.

Untuk kategori pengadaan material, peringkat teratas dari pada proyek gedung adalah kesalahan pemesanan akibat material yang dibutuhkan melebihi kebutuhan karena kesalahan estimasi dan kalkulasi oleh kontraktor. Berbeda

halnya dengan jawaban responden proyek perumahan. Peringkat teratas adalah pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi oleh karena kurang teliti/ceroboh sehingga terjadi perbaikan atau pembongkaran.

Tabel 4. Sumber dan penyebab sisa material pada proyek gedung dan perumahan

No	Penyebab	Kategori	Rank Gedung	Rank Perumahan
1	Kesalahan dalam dokumen kontrak	Desain	4	8
2	Ketidaklengkapan dokumen kontrak		8	6
3	Perubahan desain		6	1
4	Memilih spesifikasi produk		10	9
5	Memilih produk yang berkualitas rendah		7	4
6	Kurang memperhatikan ukuran dari produk yang digunakan		3	7
7	Desainer tidak mengenal dengan baik jenis-jenis produk yang lain		9	5
8	Pendetailan gambar yang rumit		4	10
9	Informasi gambar yang kurang		1	3
10	Kurangnya koordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengalaman mengenai konstruksi		2	2
11	Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dsb	Pengadaan Material	1	2
12	Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil		5	5
13	Pemasok mengirim barang tidak sesuai dengan spesifikasi		4	3
14	Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi		2	1
15	Kemasan yang kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan		3	4
16	Material tidak dikemas dengan baik	Penanganan Material	4	5
17	Material yang terkirim dalam keadaan tidak padat/kurang		5	2
18	Melempar material		2	1
19	Penanganan material yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran untuk dimasukkan dalam gudang		3	4
20	Penyimpanan material yang tidak benar menyebabkan kerusakan		1	3
21	Kerusakan material akibat transportasi ke atau di lokasi proyek	Pelaksanaan di Lapangan	6	6
22	Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja		2	4
23	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik		5	5
24	Cuaca yang buruk		6	6
25	Kecelakaan pekerja di lapangan		7	7
26	Metode untuk menempatkan pondasi		8	8
27	Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan yang tidak sempurna		3	2
28	Informasi tipe dan ukuran material yang akan digunakan terlambat disampaikan kepada kontraktor		4	3
29	Kecerobohan dalam mencampur mengolah dan kesalahan dalam penggunaan material sehingga perlu diganti		1	1
30	Sisa pemotongan material tidak dapat dipakai lagi	Residual	3	3
31	Kesalahan pada saat memotong material		2	1
32	Kesalahan pemesanan barang karena tidak sesuai spesifikasi		1	2
33	Kehilangan akibat pencurian	Lainnya	2	2
34	Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material		1	1

Pada kategori penanganan material, pada proyek gedung peringkat teratas adalah oleh karena penyimpanan material yang tidak benar/tidak pada tempatnya menyebabkan kerusakan seperti material bata ditaruh pada jalur lalu aktivitas pekerja proyek yang dapat berakibat bata tersaduk atau terkena peralatan proyek lainnya. Sedangkan untuk proyek perumahan adalah tindakan kasar seperti melempar/membuang material dari alat angkut material atau dari tempat penumpukan ke tempat pelaksanaan yang kadang dilakukan para pekerja dengan tujuan mempermudah pekerjaan menyebabkan material rusak dan tidak dapat digunakan.

Pada kategori pelaksanaan di lapangan, peringkat pertama untuk proyek gedung adalah kecerobohan dan kesalahan pekerja di lapangan menyebabkan terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan sehingga perlu pembongkaran atau perbaikan. Kurangnya perencanaan dalam pemotongan material menyebabkan terjadinya sisa-sisa potongan yang tidak efisien. Jawaban responden proyek perumahan pada peringkat pertama sama dengan jawaban responden gedung.

Pada kategori residual, responden gedung menyatakan bahwa peringkat pertama adalah kesalahan pemesanan barang karena tidak sesuai spesifikasi mengakibatkan material tersebut tidak jadi terpakai/terbuang dan kontraktor harus memesan ulang material. Sedangkan responden perumahan karena kesalahan pada saat pemotongan material. Terkadang pekerja memotong material seperti keramik dengan bentuk yang kurang terukur atau asal-asalan dan juga sisa dari pemotongan material tulangan besi karena terlalu panjang.

Untuk kategori lainnya atau kategori tambahan, baik responden proyek gedung maupun responden perumahan menjawab penyebab terjadinya sisa material adalah buruknya pengontrolan material di proyek oleh karena kurangnya pengawasan dari mandor atau pengawas lapangan terhadap perilaku pekerja yang dianggap dapat memicu pemborosan atau kerusakan material serta kurang baiknya manajemen material yaitu penataan material di lapangan baik dari segi akses material, tata letak, dan pengangkutan.

Prosentase sisa material

Prosentase sisa material diperoleh berdasarkan estimasi dan pengalaman lapangan responden. Perhitungan prosentase sisa material dibedakan menjadi 12 jenis pekerjaan meliputi pekerjaan beton material beton mortar, pekerjaan pembuatan cetakan/bekisting material papan kayu, pekerjaan pembesian material tulangan, pekerjaan pasangan bata material bata, pekerjaan acian dinding dan lantai material adukan semen, pekerjaan plesteran dinding dan langit-langit material adukan plesteran, pekerjaan pemasangan penutup dinding dan lantai dengan material ubin/keramik, dan pekerjaan pemasangan perabot kamar mandi dan dapur. Interval prosentase sisa material adalah 0%-<5%, 5%-<10%, 10%-<15%, dan $\geq 15\%$.

Rata-rata untuk jenis sisa material mortar beton, tulangan, adukan semen pada pekerjaan acian, adukan plesteran pada pekerjaan plesteran, perlengkapan sanitair serta dapur prosentase sisa material berkisar antara 0%-5%. Untuk material papan kayu pada pekerjaan bekisting pada responden proyek perumahan mencapai 5%-10%. Menurut sebagian besar responden gedung, material bata pada pekerjaan pasangan bata dapat mengakibatkan sisa material 5%-10%.

Tabel 5. Jenis sisa material yang paling tinggi frekuensinya

Jenis Pekerjaan	Jenis Material	Proyek Gedung	Proyek Perumahan
Beton	Beton mortar	0%-<5%	0%-<5%
Bekisting	Papan kayu	0%-<5%, 5%-<10%	5%-<10%
Pembesian	Tulangan	0%-<5%	0%-<5%
Pasangan bata	Bata	5%-<10%	0%-<5%
Acian dinding	Adukan semen	0%-<5%	0%-<5%
Acian lantai	Adukan semen	0%-<5%	0%-<5%
Plesteran dinding	Adukan plesteran	0%-<5%	0%-<5%
Plesteran langit-langit	Adukan plesteran	0%-<5%	0%-<5%
Pemasangan penutup lantai	Ubin/keramik	0%-<5%	0%-<5%
Pemasangan penutup dinding	Ubin/keramik	0%-<5%	0%-<5%
Pemasangan perabot kamar mandi dan dapur	Perlengkapan sanitair	0%-<5%	0%-<5%
	Perlengkapan dapur	0%-<5%	0%-<5%

Cara meminimalisasi sisa material

Cara meminimalisasi sisa material dibedakan menjadi 2 kategori yaitu kategori (1) meminimalisasi sisa material di lokasi (2) penyimpanan dan penanganan material (Tabel 6).

Berdasarkan perbandingan ranking cara meminimalisasi sisa material di lapangan (Tabel 6), perencanaan yang matang sebelum pelaksanaan proyek adalah jawaban pada peringkat teratas baik responden proyek gedung maupun perumahan. Melalui perencanaan, kontraktor dapat mengkalkulasi, mengestimasi dan mengkoordinasikan dengan perencana tentang spesifikasi material terlebih dahulu bila dalam gambar kurang lengkap atau kurang detil sebelum dilakukan pengadaan material dan pelaksanaan di lapangan.

Tabel 6. Cara meminimalisasi sisa material pada proyek gedung dan perumahan

No.	Cara Meminimalisasi	Kategori	Rank Gedung	Rank Perumahan
1	Pemantauan terhadap material yang diterima	Meminimalisasi Sisa Material di Lokasi	3	4
2	Pengawasan dan pemantauan yang ketat oleh pihak ahli		8	7
3	Peningkatan keamanan pada pagi dan malam hari		5	6
4	Perencanaan yang matang sebelum pelaksanaan proyek		1	1
5	Material dikirim berdasarkan spesifikasi dan detail gambar yang ada pada faktur pemesanan		4	2
6	Pengubahan penggunaan sisa material untuk manfaat lainnya		7	5
7	Memberikan motivasi bagi para pekerja agar lebih giat bekerja		6	8
8	Penyediaan fasilitas penyimpanan material/gudang yang baik dan memadai		2	3
9	Material yang rentan seharusnya disimpan secara terpisah	Penyimpanan dan Penanganan Material	1	1
10	Pengawasan dan penanganan material dilakukan oleh pihak yang ahli/berpengalaman		4	5
11	Material ditumpuk pada tempat datar dengan sedikit atau tanpa jalan lewat		9	10
12	Menaruh/menumpuk material diantara penahan/peredam goncangan		8	7
13	Menurunkan muatan material secara hati-hati		5	3
14	Material di simpan/dimasukkan dalam kemasan khusus selama pengangkutan untuk mencegah kerusakan barang		7	4
15	Material disarankan dijauhkan dari jalur yang ramai, orang lewat, dan pekerja		6	8
16	Mengikuti petunjuk/pedoman penggunaan dari pabrik		3	2
17	Hanya mengizinkan penanganan tunggal		10	9
18	Material di simpan pada pusat penyimpanan/gudang dan diangkut langsung ke lokasi bila diperlukan		2	6

Menurut responden proyek gedung, penyediaan fasilitas penyimpanan material/gudang yang baik dan memadai adalah cara yang dapat mengurangi sisa material. Penyediaan fasilitas penyimpanan bertujuan untuk menyimpan material yang sebelumnya diletakkan sembarangan di lokasi, dan rentan terhadap kerusakan akibat aktivitas proyek menjadi lebih tertata dan terlindungi dari benda yang dapat menyebabkan kerusakan. Menurut responden proyek perumahan, cara meminimalisasi sisa material berikutnya adalah material yang dikirim dan dipesan sesuai spesifikasi sesuai faktur. Kejelian kontraktor dalam memilih supplier tepat dan memilih material sesuai diharapkan dapat mengurangi/menghindarkan dari kesalahan pengiriman barang yang tidak berdasarkan spesifikasi dari gambar serta buku rencana kerja dan syarat-syarat.

Material yang rentan disimpan pada tempat khusus atau terpisah adalah jawaban dengan peringkat teratas pada kategori penyimpanan dan penanganan material tentang cara meminimalisasi menurut jawaban responden gedung maupun perumahan. Material di simpan pada pusat penyimpanan/gudang dan diangkut langsung ke lokasi bila diperlukan adalah jawaban rata-rata kedua untuk proyek gedung. Maksudnya, material jenis tertentu disimpan pada gudang dan hanya diangkut atau dikeluarkan langsung bila tiba waktunya untuk digunakan karena material yang diletakkan sembarangan di lokasi dapat mengganggu aktivitas proyek di samping juga dapat menyebabkan kerusakan, seperti penyimpanan material jenis semen yang memerlukan perlakuan khusus dalam menyimpannya.

Mengikuti petunjuk atau pedoman yang disarankan dari pabrik, adalah jawaban peringkat kedua menurut responden perumahan. Perlakuan khusus seperti material beton pracetak tiang pancang pada saat pengangkutan ke lokasi, penanganan material di lokasi serta proses pelaksanaan, semua hal tersebut harus sesuai dengan pedoman dari pabrik bagi kontraktor yang mensubkontrakkan pekerjaan beton pracetak kepada supplier.

Perbandingan persepsi tentang sumber dan penyebab sisa material

Perbandingan persepsi antara responden proyek gedung dan perumahan tentang tingkat pengaruh sumber dan penyebab sisa material menggunakan analisis Uji F untuk menentukan apakah varian antara kedua kelompok responden sama atau berbeda. Selanjutnya, dilakukan pembacaan Uji T untuk membuat kesimpulan apakah ada perbedaan persepsi yang signifikan tentang tingkat pengaruh sumber dan penyebab sisa material antara responden gedung dan perumahan. Hasil analisis dapat dirangkum dalam Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan persepsi sumber dan penyebab sisa material

Kategori	Hasil Analisis
Desain	Terdapat perbedaan
Pengadaan Material	Tidak terdapat perbedaan
Penanganan Material	Tidak terdapat perbedaan
Pelaksanaan di Lapangan	Terdapat perbedaan
Residual	Tidak terdapat perbedaan
Lainnya	Tidak terdapat perbedaan

5. KESIMPULAN

Sumber dan penyebab utama sisa material pada proyek gedung adalah informasi gambar yang kurang/tidak jelas; kesalahan pemesanan (kelebihan); penyimpanan material yang tidak benar (menyebabkan kerusakan); kecerobohan dan kesalahan pekerja di lapangan; material tidak jadi terpakai/terbuang karena kesalahan pemesanan barang (tidak sesuai spesifikasi); dan buruknya pengontrolan material di proyek dan manajemen terhadap sisa material. Untuk proyek perumahan adalah perubahan desain; pembelian material tidak sesuai dengan spesifikasi karena ketidaktepatan kontraktor; tindakan kasar seperti melempar/membuang material dari alat angkut material atau dari tempat penumpukan ke tempat pelaksanaan; kecerobohan dan kesalahan pekerja di lapangan; kesalahan saat pemotongan material karena perilaku pekerja; dan buruknya pengontrolan material di proyek dan manajemen terhadap sisa material

Jenis sisa material yang dominan untuk proyek gedung adalah pasangan bata (5-10%), sedangkan untuk proyek perumahan adalah bekisting (5-10%). Untuk jenis material lainnya, memiliki jumlah sisa material yang sama, yaitu sekitar 0-5%.

Cara meminimalkan sisa material yang dominan pada proyek gedung dan perumahan adalah sama yaitu dengan melakukan perencanaan yang lebih matang sebelum pelaksanaan proyek dan menyimpan material yang rentan pada tempat khusus.

Perbandingan persepsi antara responden proyek gedung dan perumahan tentang tingkat pengaruh sumber dan penyebab sisa material menunjukkan bahwa untuk kategori pengadaan material, penanganan material, residual, dan faktor lainnya tidak terdapat perbedaan yang signifikan, sedangkan untuk kategori desain dan pelaksanaan di lapangan terdapat perbedaan pandangan yang signifikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Akinkulore, O. O., and Franklin, S. O. (2005). "Investigation into waste management on construction site in South Western Nigeria". *American Journal of Applied Sciences* 2, No. 5, pp 980-984.
- Al-Moghany, S. S. (2006). *Managing and Minimizing Construction Waste in Gaza Strip*. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Construction Management, The Islamic University of Gaza, Palestina.
- Bossink, B. A. G. and Brouwers, H. J. H. (1996). "Construction Waste :Quantification and Source Evaluation". *Journal of Construction Engineering*, Vol. 122, No. 1, pp 55-60
- Budiadi, Y. (2008). *Evaluasi Faktor Penyebab, Kuantitas, Akibat dan Tindakan dari Sisa Material pada Proyek Rumah Tinggal*. Thesis Program Pascasarjana MTS Manajemen Konstruksi, Petra, Surabaya
- Formoso, C. T., et al, (2002). "Material Waste in Building Industry : Main Causes and Prevention". *Journal of Construction Engineering*, Vol. 128, No. 4, pp 316-325
- Garas, G.L., Anis A. R., and El Gammal, A. (2001), "Materials Waste in the Egyptian Construction Industry". *Proceedings of the ninth Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC-9*, Singapore
- Gavilan, R. M., and Bernold, L. E. (1994). "Source Evaluation of Solid Waste in Bulding Construction". *Journal of Construction Engineering*, Vol. 120, No. 3, pp 55-60
- Intan, S., et al. (2005). "Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi : Sumber Penyebab, Kuantitas, dan Biaya". *Civil Engineering Dimension*, Vol .7, No.1, pp 36-45
- Resource Venture. (2005). "Construction Waste Management Guide : for Architect, Designer, Developers, Facility Manager, Owner, Property Manager and Specification Writers". www.resourceventure.org

KoNTekS 4, UNUD-UAJY-UPH
Sanur, 2-3 Juni 2010