

PENANGANAN WASTE MATERIAL PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT

I Gusti Putu Adi Suartika Putra, G A. P. Candra Dharmayanti dan A. A. Diah Parami Dewi

*Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Udayana
Email : agoenk_adhy@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Upaya pengelolaan terhadap material pada proyek konstruksi dapat menghindarkan pemborosan material dan timbunan *waste* atau sisa material di areal proyek yang dapat mempengaruhi kinerja sebuah proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis sisa material yang sering terjadi dan bentuk penanganan yang sudah dilakukan saat ini oleh pihak proyek serta untuk menganalisis upaya yang dilakukan untuk meminimalkan dan menangani sisa material tersebut. Pengumpulan data dilakukan melalui survei menggunakan kuesioner dan wawancara kepada *Project Manager* di sejumlah proyek konstruksi gedung bertingkat di Kota Denpasar dan Badung. Analisis data dilakukan dengan perbandingan berdasarkan persentase bobot dari masing-masing jenis material sisa dan upaya yang dilakukan untuk meminimalkan dan menangani sisa material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis sisa material yang paling sering dihasilkan adalah kayu bekisting, besi tulangan, cat, keramik, *gypsum board/kalsiboard*, bata/batako, semen, koral serta pasir. Bentuk penanganan yang sudah dilakukan saat ini oleh pihak proyek adalah menjual sisa material yang masih bernilai kepada *salvage company* atau memanfaatkannya untuk keperluan proyek mendatang, atau membuang sisa material yang berupa limbah ke tempat pembuangan akhir (TPA). Upaya untuk meminimalkan sisa material dilakukan dengan tindakan pencegahan yang mencakup optimalisasi penggunaan material, penerapan metode konstruksi yang efektif dan efisien, serta peningkatan akurasi estimasi dan pemesanan. Hal ini dapat diterapkan secara efektif dan berkesinambungan bila didukung komitmen dari kontraktor pelaksana yaitu dengan menambahkan divisi khusus yang bertugas merencanakan, melaksanakan dan mengontrol upaya pengelolaan sisa material.

Kata kunci: *waste, material, proyek konstruksi, gedung bertingkat*

WASTE MATERIAL HANDLING IN BUILDING CONSTRUCTION PROJECTS

ABSTRACT

Effort on managing construction wastes in a project is important to minimize construction wastes in the project area which can influence the performance of a project. This study aims to determine the type of material waste that frequently found and to identify the handling method that currently conducted and to analyze the efforts that need to be developed to minimize and to manage the residual materials. Data collection was conducted through a survey using questionnaires and interviews with Project Managers who are experienced in handling high rise building projects in Denpasar and Badung. Data analysis was performed by ranking the type of waste material and the related efforts made based on their values. The results showed that the most common types of residual materials covered wood formwork, reinforcement, paint, ceramics, gypsum board/kalsiboard, bricks cement, coral and sand. The current handling methods that implemented by the project party (contractor) was by selling the remaining valuable material to the salvage company, or using it for future project, or disposing the residual waste materials into the landfill. The research suggested the efforts for minimizing waste materials included optimizing the use of materials, selecting the effective and efficient construction methods, as well as improving the accuracy of estimation and ordering. This can be implemented effectively and sustainably if it is supported by the contractor commitment that is by adding a division that specifically handling the planning, implementing and controlling of the remaining material of a project.

Keywords: *waste material, construction project, multi-story building*

1 PENDAHULUAN

Berbagai permasalahan pada proyek konstruksi dapat mengakibatkan terjadinya pemborosan material dalam pekerjaan di lokasi proyek dan menyebabkan keterlambatan pada pelaksanaan proyek. Beberapa permasalahan yang terjadi karena adanya perubahan desain pada tahap pelaksanaan, tenaga kerja yang kurang ahli, koordinasi yang kurang baik antara pihak-pihak yang terlibat, kesalahan pemilihan metode konstruksi yang digunakan serta lemahnya perencanaan dan pengendalian proyek tersebut.

Pembangunan berbagai infrastruktur haruslah berdasarkan teknologi bangunan yang dipilih dan tuntutan ekologis alam. Pemilihan bahan bangunan, pengolahan, transportasi, pembangunan, pemeliharaan hingga akhirnya menjadi sampah harus diperhatikan sehingga dapat meminimalkan buangan dalam bentuk limbah. Dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable construction*) totalitas dari tim proyek sangat diperlukan, salah satunya dengan penerapan manajemen sisa material pada tahap konstruksi.

Pencegahan maupun penanganan sisa material bangunan sangat penting diperhatikan oleh pelaksana pembangunan, yaitu pihak kontraktor, dimulai dari tahap perencanaan dan estimasi hingga pelaksanaan di lapangan. Tahapan pelaksanaan ini harus dilakukan agar material sisa yang dihasilkan dapat seminimal mungkin sehingga tidak terjadi penumpukan sisa material di lokasi proyek dan tentunya dapat menghemat biaya.

Penelitian terkait upaya penanganan sisa material pada proyek konstruksi sendiri masih terbatas di Provinsi Bali, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis sisa material yang sering ditimbulkan dari proses pelaksanaan proyek konstruksi gedung bertingkat, menganalisis bentuk penanganannya yang sudah dilakukan saat ini oleh pihak proyek, dan merumuskan upaya untuk meminimalkan dan menangani sisa material pada proyek konstruksi gedung bertingkat di Bali, khususnya di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar karena pada kedua wilayah ini paling banyak ditemukan proyek konstruksi gedung. Dengan mengetahui upaya yang dilakukan untuk meminimalkan dan menangani sisa material pada proyek konstruksi gedung bertingkat, maka pihak-pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi dapat meningkatkan pengelolaan sisa material dengan lebih efektif dan efisien.

2 MANAJEMEN MATERIAL PADA PROYEK KONSTRUKSI

Material merupakan salah satu unsur utama dalam mendirikan suatu bangunan yaitu memiliki pengaruh terhadap kualitas bangunan yang dihasilkan, terletak pada kekuatan dan daya tahan konstruksi tersebut.

Menurut Ervianto (2004) jenis material dapat dibedakan menjadi tiga kategori:

1. *Engineered materials*, yaitu produk yang dibuat khusus berdasarkan perencanaan dan perhitungan teknis. Material ini dijelaskan secara khusus pada gambar yang digunakan selama pelaksanaan proyek tersebut. Jika terjadi penundaan akan dapat mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek.
2. *Bulk materials*, yaitu produk yang dibuat berdasarkan standar industri tertentu. Karena beraneka macam jenisnya, material jenis ini seringkali sulit diperkirakan seperti kabel dan pipa.
3. *Fabricated materials*, yaitu produk yang dirakit di luar lokasi proyek seperti kusen dan rangka baja.

Sebuah proyek konstruksi mengalami pemborosan jika gagal dalam menjalankan sebuah proses manajemen material. Adapun proses dalam manajemen bahan (Ervianto, 2004) adalah sebagai berikut:

1. **Pemilihan Bahan**
Pemilihan bahan permanen dalam suatu proyek sangat ditentukan oleh rincian yang tertera dalam gambar kerja dan spesifikasi.
2. **Pemilihan Pemasok Bahan**
Pemilihan pemasok bahan bagi kontraktor berdasarkan harga terendah.
3. **Pembelian Bahan**
Dengan pembangunan organisasi yang terlibat dalam sejumlah proyek dengan lokasi yang berbeda-beda, pembelian bahan dilakukan baik dengan basis terpusat dan basis lokal.
4. **Pengiriman Bahan**
Pada saat menerima gandaan surat permintaan pembelian, petugas bagian pengiriman mengambil semua tindakan yang diperlukan untuk menjamin bahwa bahan yang benar dapat dikirim pada tempat yang tepat dalam waktu yang diminta.
5. **Penerimaan Bahan**
Bahan-bahan yang dipasok pada kontraktor sebagai suatu hasil dari surat permintaan pembelian harus diperiksa pada saat diserahkan.
6. **Penyimpanan Bahan**
Petugas gudang bertanggung jawab menjaga penyimpanan semua bahan-bahan antara waktu diserahkan kepada pihak proyek sampai dengan bahan dikeluarkan dari gudang untuk digunakan dalam proyek.
7. **Pengeluaran Bahan**
Bagi yang memerlukan bahan pertama kali harus melengkapi berita acara yang dikeluarkan bagian gudang.

Kegagalan dalam pengelolaan material dapat menimbulkan volume *waste* material yang besar yang dapat mempengaruhi kinerja dari sebuah proyek konstruksi. 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.

Ada dua jenis utama dari material *waste* pada proyek konstruksi (Skoyles, 1987) yaitu:

1. *Waste* dari pekerjaan struktur. Misalnya: Semen, koral, pasir, reruntuhan beton, besi tulangan, bekisting kayu, dll.
2. *Waste* dari pekerjaan finishing. Misalnya: material-material yang pecah atau rusak pada keramik, cat, dan material plesteran karena tenaga kerja yang tidak hati-hati.

Ada beberapa jenis material konstruksi yang sering menimbulkan *waste* atau sisa yaitu batu bata, pasir, kayu, besi, keramik dan semen (Devia et al, 2010), besi beton, semen, pasir, batu pecah, batu bata dan keramik (Intan et al, 2005), kayu bekisting, besi tulangan, batu bata, keramik dan gypsum/kalsiboard (Hastuti et al, 2015), semen, kayu bekisting, keramik dan gypsum board (Suprpto dan Wulandari 2009).

Terjadinya sisa material konstruksi dapat disebabkan oleh satu atau kombinasi dari beberapa sumber dan penyebab. (Gavilan dan Bernold, 1994), membedakan sumber-sumber sisa material konstruksi atas enam kategori: (1) desain; (2) pengadaan material; (3) penanganan material; (4) pelaksanaan; (5) residual; (6) lain-lain. Hasil penelitian (Bossink dan Browers, 1996) di Belanda, menyimpulkan sumber dan penyebab terjadinya sisa material konstruksi berdasarkan kategori yang telah dibuat oleh (Gavilan dan Bernold, 1994).

Construction Waste Management

Construction Waste adalah sampah yang berupa sisa material konstruksi dan sampah lainnya yang berasal dari aktivitas selama pelaksanaan konstruksi, pembongkaran dan pembersihan lahan pada awal pelaksanaan proyek. *Construction Waste Management* adalah suatu upaya pengelolaan limbah konstruksi yang bertujuan untuk mengurangi pemanfaatan berbagai sumber material bangunan, memakai kembali dan mendaur ulang (Erviyanto, 2010). *Construction waste* dapat digolongkan ke dalam dua kategori berdasarkan penyebabnya yaitu *indirect waste* dan *direct waste*. *Indirect waste* adalah sisa material yang terjadi dalam bentuk pemborosan (*moneter loss*) akibat kelebihan pemakaian volume material dari yang direncanakan dan tidak terlihat sebagai sampah di lapangan. *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek karena rusak dan tidak dapat diperbaiki dan digunakan kembali selama proses konstruksi (Skoyles, 1976).

Pengelolaan limbah konstruksi dapat dilakukan dengan menerapkan langkah-langkah *Reduce*, *Reuse*, *Recycle*, maupun *Salvage* terhadap limbah itu sendiri. Langkah-langkah *Reduce* yang dapat diambil dalam mengembangkan program *Construction Waste Minimization* adalah sebagai berikut:

- a. Merencanakan metode konstruksi yang tepat dan mengoptimalkan penggunaan material.
- b. Merencanakan tindakan pencegahan material dengan membuat tempat penyimpanan material yang tahan terhadap cuaca dan melakukan perbaikan-perbaikan jika diperlukan, serta menentukan letak material di dalam tempat penyimpanan untuk mencegah kerusakan material.
- c. Mencegah sisa material di lokasi proyek pada saat pelaksanaan.
- d. Membeli material konstruksi yang tidak menghasilkan sampah konstruksi.
- e. Membuat catatan hasil penghematan dan biaya pencegahan sisa material.

Reuse adalah suatu tindakan menggunakan material konstruksi dalam bentuk yang sama di lokasi proyek. Contohnya menggunakan sisa material batu bata untuk dijadikan urugan tanah. Tindakan yang diambil dalam menggunakan kembali sisa material konstruksi yaitu:

- a. Mengidentifikasi sisa material yang masih baru dan material konstruksi yang dapat dipindahkan atau dipisahkan tanpa terjadi kerusakan, untuk digunakan kembali.
- b. Merencanakan untuk perlindungan, penanganan, penyimpanan, atau memindahkan material-material yang *reusable*.
- c. Mendiskusikan ide-ide untuk melakukan reuse kepada kontraktor, pemilik atau desainer.
- d. Meminta subkontraktor untuk menggunakan kembali sisa material konstruksi.

Recycle adalah suatu proses daur ulang sisa material/sampah dari lokasi proyek ke pabrik, sehingga menjadi suatu produk baru yang berguna dan bernilai jual. Tindakan untuk mendaur ulang sisa material konstruksi yaitu:

- a. Menentukan target minimal yang dicapai dalam mendaur ulang sisa material bangunan. Target tersebut didasarkan dari berat atau volume material sisa.

- b. Pada saat prakualifikasi, memasukkan persyaratan mengenai pengalaman kontraktor dalam mengurangi sisa material. Kemudian menentukan kontraktor berdasarkan suatu *track record* dari prestasi terakhir yang terlihat dalam perencanaan pengelolaan sisa material dan dokumentasi dari tingkat recycle pada proyek sebelumnya.
- c. Mengidentifikasi dan mendaftarkan material konstruksi yang dapat didaur ulang/*recycleable*.
- d. Merencanakan tata cara atau teknik untuk perlindungan, penanganan, penyimpanan, atau pemindahan material-material yang *recycleable*.
- e. Menjadwal untuk mendaur ulang sisa material konstruksi.
- f. Memilih sisa material yang bernilai jual kembali yang tinggi seperti kawat tembaga dan material berbahan logam lainnya.

Salvage adalah suatu tindakan memindahkan sampah dan sisa material konstruksi dari lokasi proyek untuk dibuang ke TPA, dijual atau disumbangkan kepada pihak ketiga. Tindakan yang dapat diambil secara umum dalam membuang atau menjual sisa material konstruksi yaitu:

- a. Mengidentifikasi material-material konstruksi untuk dibuang ke TPA, baik dijual maupun disumbangkan.
- b. Merencanakan untuk perlindungan, penanganan, penyimpanan atau pemindahan material-material yang *salvageable*.
- c. Menjadwal untuk membuang sampah sisa material konstruksi.
- d. Menghubungi perusahaan yang menangani *salvage* dan organisasi amal untuk datang ke lokasi proyek untuk memindahkan sisa material konstruksi yang masih bermanfaat.
- e. Mengizinkan para pekerja untuk mengambil sisa material konstruksi yang *salvageable* untuk digunakan sendiri.

3 METODE

Penelitian ini dilakukan dengan cara survei yang menggunakan kuesioner dan juga wawancara secara langsung. Responden yang menjadi sasaran dalam penyebaran kuesioner adalah para *Project Manager* dan *Site Manager* dengan pengalaman kerja minimal 3 tahun, dari sejumlah kontraktor skala besar yang menangani proyek senilai tidak kurang dari Rp. 5.000.000.000,- di Kabupaten Badung dan Kota Denpasar. Jumlah responden pada penelitian ini adalah sebanyak 30 sampel. Penelitian ini dilakukan pada sisa material dalam proyek konstruksi gedung bertingkat yang menyangkut jenis waste yang paling sering terjadi, bentuk penanganan yang dilakukan saat ini oleh pihak proyek serta upaya yang dilakukan untuk meminimalkan dan menangani sisa material tersebut. Analisis data dilakukan dengan menghitung bobot nilai pada masing-masing alternatif jawaban pilihan responden berdasarkan rumus sebagai berikut (Sugiono, 2012) :

$$p = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

p : Persentase

f : Frekuensi dari setiap jawaban (jumlah responden pemilih dikali nilai skala item jawaban)

n : Jumlah skor tertinggi (jumlah total responden dikali nilai tertinggi item jawaban)

Setelah melakukan penghitungan di atas, dilakukan analisis terhadap hasil pengisian kuesioner oleh responden dan juga hasil wawancara yang dilakukan secara langsung pada responden mengenai bentuk penanganan yang sudah dilakukan saat ini oleh pihak proyek serta opini dari para responden mengenai penambahan divisi khusus terkait upaya pengelolaan sisa material.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Jenis Material Sisa yang Paling Sering Terjadi dan Bentuk Penanganan yang Dilakukan Saat Ini

Pada analisis mengenai jenis sisa material yang paling sering terjadi diperoleh hasil dapat terlihat pada. Penilaian pada sisa material yang paling sering terjadi dilakukan berdasarkan nilai persentase bobot dari masing-masing jenis material sisa. Dilakukan perankingan berdasarkan nilai persentase bobot tertinggi.

Berikut diuraikan perhitungan persentase bobot pada item material Kayu Bekisting.

1. Jumlah responden yang memilih dikalikan dengan nilai setiap item alternatif jawaban :
 - a. Tidak Pernah : $0 \times 1 = 0$
 - b. Jarang : $1 \times 2 = 2$
 - c. Kadang-kadang : $4 \times 3 = 12$
 - d. Sering : $7 \times 4 = 28$
 - e. Sangat Sering : $18 \times 5 = 90$
2. Perhitungan jumlah skor total (Nilai x) :
 $0 + 2 + 12 + 28 + 90 = 132$
3. Skala jawaban tertinggi dikalikan jumlah seluruh responden (Nilai y) :

$$5 \times 30 = 150$$

4. Perhitungan persentase bobot :

$$p = \frac{132}{150} \times 100\% = 88,00\%$$

Dari penilaian yang dilakukan, sisa material yang paling sering terjadi pada proyek konstruksi gedung bertingkat adalah kayu bekisting diikuti dengan besi tulangan dan cat.

Tabel 1. Jenis Sisa Material yang Paling Sering Terjadi

| No. | Jenis Material | Persentase Bobot Jawaban | Ranking |
|-----|----------------|--------------------------|---------|
| 1. | Kayu bekisting | 88,00% | 1 |
| 2. | Besi Tulangan | 85,33% | 2 |
| 3. | Cat | 56,67% | 3 |
| 4. | Keramik | 54,00% | 4 |
| 5. | Gypsum Board | 50,00% | 5 |
| 6. | Sement | 48,00% | 6 |
| 7. | Bata, Batako | 47,33% | 7 |
| 8. | Koral | 34,67% | 8 |
| 9. | Pasir | 24,67% | 9 |

Jenis sisa material yang paling sering terjadi adalah pada kayu bekisting. Pada pekerjaan bekisting limbah yang dihasilkan berupa kayu dan triplek. Responden menyatakan dalam hal penanganan pada sisa material bekisting yang telah dilakukan oleh pihak proyek adalah mencari beberapa pihak yang mau membeli limbah, namun penanganan yang paling sering dilakukan pada limbah bekisting adalah diangkat dan dibuang langsung oleh pihak proyek ke lokasi TPA.

Material selanjutnya yang juga banyak menghasilkan limbah adalah pada pekerjaan besi tulangan. Responden menyatakan dalam hal penanganan pada sisa material besi tulangan yang telah dilakukan oleh pihak proyek adalah mencari beberapa pihak yang mau membeli limbah yang ada lalu dilakukan pelelangan dan melepas pada pihak yang menawar dengan harga tertinggi. Pihak proyek mengaku tidak kesulitan dalam mencari pihak yang mau membeli sisa material besi tulangan, karena dipasaran sisa-sisa besi tulangan nilainya masih cukup tinggi.

Di urutan ke tiga jenis sisa material yang sering terjadi adalah pada material cat. Untuk bentuk penanganannya dalam hal ini pihak proyek mengaku tidak terlalu mempermasalahkan, karena selama ini sisa material dari cat masih bisa dimanfaatkan untuk proyek yang ditangani berikutnya.

Material sisa berikutnya yang sering terjadi secara berurutan adalah keramik, *gypsum board/kalsiboard* dan bata/batako. *Waste* pada material keramik, *gypsum board/kalsiboard* dan bata/batako, adalah terdiri dari sisa material yang berupa limbah dan sisa material yang masih bisa dimanfaatkan. Bentuk penanganan yang sudah dilakukan oleh pihak proyek terhadap *waste* material yang terjadi adalah sisa material dimanfaatkan untuk proyek mendatang, sedangkan *waste* yang berupa limbah diangkat/dibuang ke lokasi TPA.

Di urutan berikutnya adalah material semen, koral dan pasir, *waste* yang dimaksud pada material ini adalah sisa material yang masih bisa dimanfaatkan. Namun demikian, pada material semen, koral dan pasir merupakan material yang sangat jarang menimbulkan sisa material. Pihak proyek memaparkan bahwa pada material semen, koral dan pasir sangat jarang terjadi *waste* karena kedatangan material ke lokasi proyek dilakukan secara bertahap. Jika material yang tersedia di lokasi proyek mulai menipis maka akan dilakukan ceklis pada item pekerjaan dan dihitung kebutuhan bahannya, menurut pihak proyek hal inilah yang menyebabkan sangat jarang terjadi sisa material pada semen, koral dan pasir.

4.2. Upaya yang Dilakukan untuk Meminimalkan dan Menangani Sisa Material

Sama halnya dengan analisis jenis sisa material yang paling sering terjadi, analisis pada upaya yang dilakukan untuk meminimalkan dan menangani sisa material dilakukan berdasarkan persentase nilai bobot pada masing-masing item pernyataan. Berikut diuraikan perhitungan persentase bobot pada item pernyataan optimalisasi penggunaan material :

1. Jumlah responden yang memilih dikalikan dengan nilai setiap item alternatif jawaban :
 - a. Sangat Tidak Setuju : $0 \times 1 = 0$
 - b. Tidak Setuju : $0 \times 2 = 0$
 - c. Kurang Setuju : $0 \times 3 = 0$
 - d. Setuju : $8 \times 4 = 32$

- e. Sangat Setuju : $22 \times 5 = 110$
2. Perhitungan jumlah skor total (Nilai x) :
 $0 + 0 + 0 + 32 + 110 = 142$
3. Skala jawaban tertinggi dikalikan jumlah seluruh responden (Nilai y) :
 $5 \times 30 = 150$
4. Perhitungan persentase bobot :
 $p = \frac{142}{150} \times 100\% = 94,67\%$

Untuk mengetahui upaya yang dilakukan untuk meminimalisasi dan menangani sisa material, dari keseluruhan pernyataan kuisioner dibuat analisis dalam bentuk tabel pada klasifikasi *reduce*, *reuse*, *recycle* dan *salvage* yang diranking berdasarkan nilai persentase bobot tertinggi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Upaya yang Dilakukan Untuk Meminimalkan dan Menangani Sisa Material

| No. | Pernyataan | Klasifikasi | Persentase Bobot Jawaban | Ranking |
|-----|---|----------------|--------------------------|---------|
| 1. | Optimalisasi penggunaan material | <i>Reduce</i> | 94,67% | 1 |
| 2. | Penerapan metoda konstruksi yang efisien. | <i>Reduce</i> | 93,33% | 2 |
| 3. | Peningkatan akurasi estimasi dan pemesanan. | <i>Reduce</i> | 92,67% | 3 |
| 4. | Komunikasi dalam rapat untuk usaha mengurangi sisa material. | <i>Reduce</i> | 92,00% | 4 |
| 5. | Estimasi tipe dan kuantitas sisa material yang akan dihasilkan. | <i>Reduce</i> | 91,33% | 5 |
| 6. | Pengontrolan ketepatan jumlah material yang dikirim ke proyek. | <i>Reduce</i> | 90,67% | 6 |
| 7. | Akurasi identifikasi material. | <i>Reduce</i> | 90,00% | 7 |
| 8. | Tempat penyimpanan material yang tahan terhadap cuaca. | <i>Reduce</i> | 89,33% | 8 |
| 9. | Pengaturan letak dan tumpukan material di tempat penyimpanan. | <i>Reduce</i> | 88,67% | 9 |
| 10. | Pelatihan kepada pekerja dalam penggunaan peralatan seefisien mungkin. | <i>Reduce</i> | 88,00% | 10 |
| 11. | Pencatatan material yang dapat digunakan kembali, dapat didaur ulang atau menjadi sisa sampah. | <i>Reduce</i> | 87,33% | 11 |
| 12. | Pengaturan jadwal pengiriman material. | <i>Reduce</i> | 85,33% | 12 |
| 13. | Penyediaan area pemotongan material. | <i>Reduce</i> | 84,67% | 13 |
| 14. | Pemanfaatan sisa material yang salvageable. | <i>Reuse</i> | 84,67% | 14 |
| 15. | Kerjasama dengan supplier untuk membeli kelebihan material. | <i>Reduce</i> | 84,00% | 15 |
| 16. | Upcycle, meningkatkan nilai jika dibandingkan dengan produksi sebelumnya | <i>Recycle</i> | 82,00% | 16 |
| 17. | Pemindahan sisa material yang bernilai oleh salvage company. (Dijual) | <i>Salvage</i> | 81,33% | 17 |
| 18. | Adanya referensi supplier dan pihak pendaur ulang. | <i>Reduce</i> | 80,00% | 18 |
| 19. | Pemanfaatan material dekonstruksi | <i>Reuse</i> | 80,00% | 19 |
| 20. | Jarak pemindahan/perjalanan dari raw material menuju lokasi proyek. | <i>Reduce</i> | 78,67% | 20 |
| 21. | Penggunaan alternatif bahan bakar ramah lingkungan sebagai pengganti diesel atau solar pada saat transportasi material. | <i>Reduce</i> | 78,00% | 21 |
| 22. | Recycle, bernilai sama jika dibandingkan dengan produksi sebelumnya | <i>Recycle</i> | 78,00% | 22 |
| 23. | Pengefisienan kemasan. | <i>Reduce</i> | 76,67% | 23 |
| 24. | Pengalokasian untuk proyek mendatang. | <i>Reuse</i> | 76,00% | 24 |
| 25. | Pemilihan material dengan kemasan minimal atau tanpa kemasan. | <i>Reduce</i> | 74,67% | 25 |

| No. | Pernyataan | Klasifikasi | Persentase Bobot Jawaban | Ranking |
|-----|---|----------------|--------------------------|---------|
| 26. | Downcycle, menurunkan nilai jika dibandingkan dengan produksi sebelumnya. | <i>Recycle</i> | 70,00% | 26 |
| 27. | Sisa material disumbangkan kepada organisasi amal. | <i>Salvage</i> | 66,67% | 27 |
| 28. | Pekerja diizinkan mengambil sisa material yang salvageable. | <i>Salvage</i> | 60,00% | 28 |

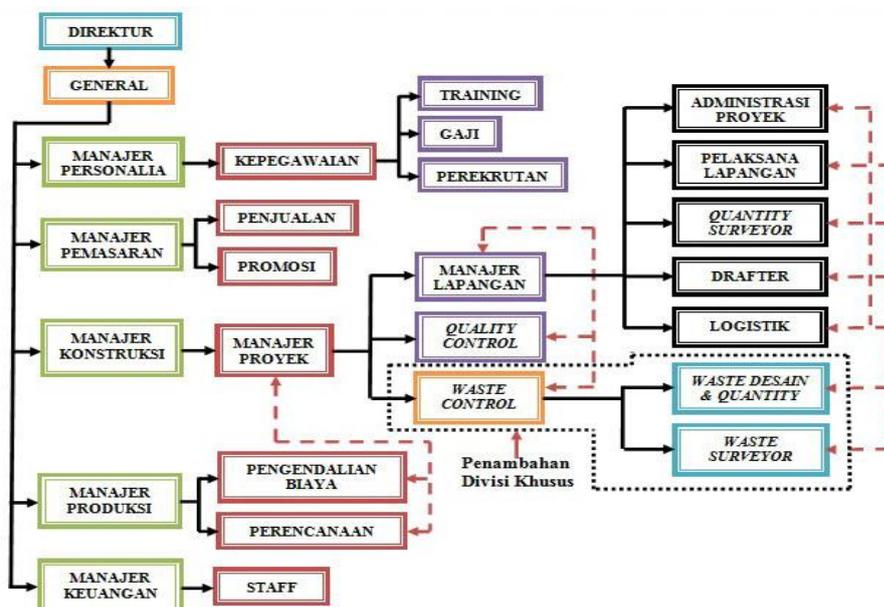
Tindakan yang dilakukan pihak proyek saat ini terhadap sisa material dilapangan belum efektif, karena hanya sebatas penanganan yang dilakukan setelah timbulnya sisa material. Sisa material yang masih bernilai dijual kepada *salvage company* atau dimanfaatkan untuk keperluan proyek mendatang dan membuang sisa material yang berupa limbah ke TPA. Selain kurangnya komitmen dari pihak proyek untuk mengatasi permasalahan sisa material juga disebabkan tidak adanya divisi khusus untuk fokus menangani permasalahan sisa material pada perusahaan kontraktor yang menangani proyek tersebut.

Upaya yang harus dilakukan oleh pihak proyek terhadap sisa material adalah tindakan pencegahan dan minimalisasi (*reduce*) mencakup tiga tindakan yang di ranking sebagai berikut:

1. Optimalisasi penggunaan material.
Optimalisasi penggunaan material dapat diwujudkan dengan melakukan perhitungan kebutuhan bahan seakurat mungkin berdasarkan perencanaan pelaksanaan dari kontraktor dan pengawasan yang instensif dan berkala saat pelaksanaan pekerjaan.
2. Pemilihan metode konstruksi yang efektif dan efisien.
Pemilihan metode konstruksi yang sesuai dengan jenis pekerjaan dapat meminimalisasi timbulnya sisa material dilapangan.
3. Peningkatan akurasi estimasi dan pemesanan.
Estimasi kebutuhan material dalam setiap jenis pekerjaan dan menentukan waktu yang tepat untuk melakukan *order* material akan dapat meminimalisasi timbulnya sisa material di lapangan.

Ketiga upaya diatas memerlukan dukungan komitmen dari pihak proyek yaitu kontraktor pelaksana dalam mewujudkan penerapannya secara efektif dan berkesinambungan. Salah satunya dengan membentuk divisi khusus untuk meminimalisasi maupun menangani sisa material dalam sebuah organisasi perusahaan kontraktor. Divisi khusus ini bertugas untuk mendesain dan merencanakan, melakukan estimasi atau menghitung kebutuhan material di setiap jenis pekerjaan dengan memperhitungkan sisa material yang akan timbul, melakukan pengontrolan atau pemantauan secara berkala terhadap material yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan serta melakukan tindakan penanganan yang efektif pada sisa material tersebut.

Model penambahan divisi pada struktur organisasi sebuah perusahaan kontraktor dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Struktur Organisasi Perusahaan Kontraktor dan Rancangan Penambahan Divisi *Waste Control*

Pada Gambar 1, kedudukan divisi *Waste Control* berada sejajar dengan Manajer Lapangan dan *Quality Control*. Ini bertujuan agar dalam melakukan tugas-tugasnya, *Waste Control* harus selalu berkoordinasi dengan Manajer Lapangan dan *Quality Control* sehingga apa yang dikerjakan divisi *Waste Control* tidak jauh menyimpang dari program kerja manajer lapangan dan *Quality Control*.

Divisi *Waste Control* merupakan penanggung jawab bidang perencanaan *Waste* material dan pengendalian operasionalnya, dimana tugasnya adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan materi penyusunan rencana dan desain kebutuhan material.
- b. Menyiapkan *schedule* mingguan dan bulanan untuk pemesanan dan penggunaan material berdasarkan *time schedule* kontrak kerja.
- c. Merencanakan metode kerja/sistem pelaksanaan bersama dengan Site Manajer.
- d. Mencari dan bekerja sama dengan *salvage company* untuk menangani sisa material.

Selanjutnya adalah uraian tugas dari *Waste Desain & Quantity* dan *Waste Surveyor* yang berkedudukan di bawah koordinasi *Waste Control*. Tugas dari *Waste Desain & Quantity* adalah sebagai berikut:

- a. Membuat detail desain, perencanaan dan estimasi kebutuhan material dari materi yang telah disiapkan *Waste Control*.
- b. Membuat rencana penanggulangan *waste* material berupa limbah yang ditimbulkan dari setiap pekerjaan.
- c. Membuat detail metode kerja untuk menerapkan desain maupun estimasi yang telah dibuat.
- d. Membuat *schedule* mingguan dan bulanan untuk pemesanan dan penggunaan material berdasarkan master *schedule* kontrak kerja.

Sedangkan *Waste Surveyor* memiliki tugas sebagai berikut:

- a. Melaksanakan desain, perencanaan dan estimasi yang telah dirancang.
- b. Mengendalikan metode kerja sesuai dengan apa yang sudah direncanakan.
- c. Melakukan pengontrolan dan pengecekan secara berkala apa yang sudah diterapkan.
- d. Melakukan pengontrolan terhadap material yang tersimpan pada gudang penyimpanan.
- e. Melakukan pengontrolan terkait dengan pemesanan dan ketersediaan material.
- f. Menghitung kembali sisa material yang ditimbulkan setelah pelaksanaan pekerjaan dan memilah sisa material yang masih bisa dimanfaatkan dengan yang berupa limbah.

Untuk memaksimalkan penerapan tugas-tugas pada divisi *Waste Control* agar tidak jauh menyimpang dan sesuai dengan yang sudah di rancang, tentunya diperlukan koordinasi yang dilakukan selama jalannya pekerjaan. Garis koordinasi antar divisi dapat dilihat pada Gambar 1 struktur organisasi perusahaan kontraktor rancangan dengan penambahan divisi *Waste Control*. Bentuk koordinasi yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. *Waste Control* dan Manajer Lapangan bersama-sama menyusun metode kerja/sistem pelaksanaan pekerjaan yang efektif untuk meminimalisasi timbulnya *waste* material.
- b. *Waste Control* berkoordinasi dengan *Quality Control* selama pelaksanaan setiap pekerjaan, agar penerapan metode kerja yang sudah dirancang tidak menyimpang dan tidak mengurangi mutu bahan maupun pekerjaan.
- c. *Waste Control* selalu berkoordinasi dan memantau yang dilaksanakan *Waste Desain & Quantity* dan *Waste Surveyor* agar sesuai dengan konsep dan rancangan yang telah disusun.
- d. *Waste Desain & Quantity* dan *Quantity Surveyor* melakukan estimasi bersama terkait metode kerja dan kebutuhan bahan sesuai dengan yang dirancang *Waste Control* maupun Manajer Lapangan.
- e. Terkait gambar desain pelaksanaan *Waste Desain & Quantity* berkoordinasi dengan *Drafter*, sehingga yang direncanakan bisa dituangkan dalam sebuah *shop drawing* sebagai acuan bekerja di lapangan.
- f. Untuk kebutuhan bahan pada setiap pekerjaan, *Waste Surveyor* melakukan koordinasi selama jalannya pekerjaan dengan *Waste Desain & Quantity*, *Quantity Surveyor* maupun Pelaksana Lapangan.
- g. *Waste Surveyor* dan Pelaksana Lapangan melakukan pengontrolan dan pengendalian bersama di lapangan selama berlangsungnya proyek, sehingga rencana maupun estimasi terkait *waste* material bisa diterapkan dengan efisien dan efektif.
- h. Terkait pemesanan dan ketersediaan material di lapangan *Waste Surveyor* melakukan koordinasi dengan Logistik

Dari rancangan penambahan divisi khusus dalam upaya pengelolaan sisa material pada proyek konstruksi, dilanjutkan dengan melakukan ceklis dan wawancara terhadap lima orang *Project Manager* dari perusahaan kontraktor untuk mendapatkan opini tentang penambahan divisi khusus dalam upaya meminimalkan dan menangani *waste* material yang terjadi. Hasil *checklist* dan wawancara yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Semua *Project Manager* setuju dengan adanya penambahan divisi khusus dalam sebuah proyek konstruksi dalam upaya pengelolaan sisa material.

2. Dari hasil *checklist* mengenai tugas dari divisi *Waste Control*, *Waste Desain & Quantity* dan *Waste Surveyor* satu dari lima *Project Manager* yang dimintai keterangan menyatakan bahwa tugas-tugas dari *Waste Control* masih bisa ditangani oleh *Project Manager* bersama *Site Manager*. Pengelolaan sisa material cukup ditangani oleh *Waste Desain & Quantity* sebagai perencana dan *Waste Surveyor* sebagai pelaksana dan pengendali. Ini dikarenakan dari manajemen perusahaan belum ada pembahasan serius mengenai permasalahan *waste material* dan penambahan divisi dilakukan secara bertahap dan melalui evaluasi yang dilakukan secara rutin. Namun pendapat *Project Manager* lainnya menyatakan bahwa tugas-tugas dari *Waste Desain & Quantity* dan *Waste Surveyor* harus tetap dalam pengawasan atau kendali dari *Waste Control*. Hal ini dikarenakan divisi yang menangani sisa material diharapkan adalah sebuah divisi yang berdiri sendiri sehingga dapat fokus dalam upaya pengelolaan sisa material dan diharapkan dampak ataupun hasil dari apa yang telah dilakukan divisi ini menjadi optimal.
3. Mengenai bentuk koordinasi yang harus dilakukan oleh divisi ini secara garis besar para *Project Manager* yang dimintai pendapat setuju dengan apa yang sudah tertuang pada ceklis, namun beberapa *Project Manager* berpendapat bahwa perlu dilakukannya pertemuan atau rapat secara rutin bersama seluruh pihak yang terlibat di proyek untuk membahas perkembangan yang sudah dilakukan atau diterapkan mengenai upaya pengelolaan sisa material. Hal ini bertujuan untuk bisa tetap mengontrol jalannya pengelolaan sisa material agar sesuai dengan apa yang sudah dirancang.
4. *Project Manager* menganggap dengan adanya penambahan divisi khusus dapat memaksimalkan upaya pengelolaan sisa material dalam sebuah proyek konstruksi. Dengan adanya perencanaan dan estimasi terkait penggunaan material disetiap pekerjaan akan dapat mengoptimalkan penggunaan material. Selain itu pengontrolan yang dilakukan selama berlangsungnya pekerjaan juga menjadi langkah yang tepat untuk benar-benar dapat meminimalkan timbulnya sisa material disetiap pekerjaan. Selama ini upaya dalam meminimalkan sisa material sudah dilakukan pihak proyek dengan mengandalkan koordinasi antara Pelaksana, *Quantity Surveyor* dengan Logistik, namun *Project Manager* mengatakan koordinasi yang dilakukan tidak efektif. Hal ini dikarenakan upaya dalam meminimalkan sisa material yang disampaikan oleh *Project Manager* maupun *Site Manager* kepada Pelaksana, *Quantity Surveyor* dan Logistik hanya sebatas informasi dan himbauan agar penggunaan material dapat dioptimalkan untuk mengurangi sisa material yang terjadi. *Project Manager* juga menyampaikan bahwa selama ini yang direncanakan *Project Manager* bersama *Site Manager* hanya berfokus dalam menyusun metode kerja yang paling efisien dalam hal biaya dan waktu tanpa mempertimbangkan sisa material yang akan ditimbulkan setelah pekerjaan selesai dikerjakan. Maka dengan adanya divisi khusus ini akan sangat membantu semua pihak proyek dalam upaya pengelolaan sisa material.
5. Dengan adanya penambahan divisi khusus dalam upaya pengelolaan sisa material tentunya akan memberikan dampak yang lebih positif dalam pelaksanaan sebuah proyek konstruksi. Karena divisi khusus ini akan berfokus dalam upaya pengelolaan sisa material yang efektif, penggunaan material yang optimal akan berdampak baik pada biaya proyek dan sisa material yang dapat diminimalkan akan berdampak baik pada lingkungan. *Project Manager* juga beranggapan bahwa dengan adanya divisi khusus ini, wacana dan juga tren tentang *Green Construction* dapat benar-benar diterapkan di setiap proyek konstruksi.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data kuisioner dari 30 responden dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jenis sisa material yang paling sering terjadi pada proyek konstruksi gedung bertingkat diurut dari *ranking* tertinggi adalah: kayu bekisting, besi tulangan, cat, keramik, *gypsum board* dan *kalsiboard*, bata dan batako, semen, koral, serta pasir.
2. Bentuk penanganan yang sudah dilakukan saat ini oleh pihak proyek adalah menjual sisa material yang masih bernilai kepada *salvage company* atau memanfaatkannya untuk keperluan proyek mendatang dan membuang sisa material yang berupa limbah ke TPA.
3. Upaya untuk meminimalkan sisa material dilakukan dengan tindakan pencegahan yang mencakup optimalisasi penggunaan material, penerapan metode konstruksi yang efektif dan efisien serta peningkatan akurasi estimasi dan pemesanan. Hal ini dapat diwujudkan penerapannya secara efektif dan berkesinambungan bila didukung komitmen dari kontraktor pelaksana yaitu dengan penambahan divisi khusus untuk menanganinya.

6 DAFTAR PUSTAKA

Bossink, B.A.G., H.J.H Brouwers. 1996. *Construction waste : Quantification And Source Evaluation*. Journal of Construction Engineering and Management.

- Devia Y.P., Unas, S.E., Safrianto, R.W., Nariswari, W. 2010. *Identifikasi Sisa Material Konstruksi Dalam Upaya Memenuhi Bangunan Berkelanjutan (Construction Waste Identification For Complying Sustainable Building)*, Jurnal Rekayasa Sipil / Volume 4, No.3.
- Ervianto, W.I. 2010. *Implementasi Pembangunan Berkelanjutan Tinjauan Pada Tahap Konstruksi*, Denpasar : Seminar Konferensi Teknik Sipil IV-2010, Universitas Udayana Bali.
- Ervianto, W.I. 2010. *Studi Penerapan Konsep Green Building Pada Industri Jasa Konstruksi*, Surabaya : Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil VI-2010, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ervianto, W.I. 2004. *Teori - Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Gavilan, R.M., and Bernold, L.E. 1994. *Source Evaluation of Solid Waste in Building Construction*, *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Hastuti, S. P., Habsya, C., & Sucipto, T. L. 2015. *Waste Management pada Proyek Pembangunan Gedung Sebagai Bagian Dari Upaya Perwujudan Green Construction (Studi Kasus : Pembangunan Gedung-Gedung Di Universitas Sebelas Maret Surakarta)*.
- Intan, S., Alifen, S.R., Arijanto, L. 2005. *Analisa Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi: Sumber Penyebab, Kuantitas, Dan Biaya*, Jurnal Civil Engineering Dimension, Vol. 7, No. 1.
- Skoyles, E.F., Material wastage: A misuse of resources, *Building Research and Practice*, July/April 1976.
- Skoyles, E.R., Jr. 1987 *Waste Prevention on Site*. London: Mitchell
- Suprpto, H., Wulandari, S. 2009. *Studi Model Pengelolaan Limbah Konstruksi Dalam Pelaksanaan Pembangunan Proyek Konstruksi*, Universitas Gunadarma – Depok, Vol. 3 Oktober 2009
- Tchobanoglous G, et al, 1993, *Solid Waste Principle and Management Issues*, Mc Graw Hill, Tokyo.