

IDENTIFIKASI CONSTRUCTION MATERIAL WASTE PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG (STUDI KASUS : RUMAH JABATAN REKTOR UNTAN PONTIANAK)

Arasy Satya Perdana¹⁾, Muhammad Indrayadi²⁾, Riyanny Pratiwi²⁾
arasy.satyaperdana@gmail.com

Abstrak

Sisa material merupakan salah satu masalah yang serius pada konstruksi bangunan. Usaha minimalisasi sisa material konstruksi akan membantu kontraktor untuk meningkatkan keuntungan dan mengurangi dampak lingkungan. Pada proyek Pembangunan Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak, banyak dijumpai sisa material proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui material yang berpotensi menjadi waste, mengidentifikasi penyebab waste menggunakan fishbone diagram sehingga dapat disusun strategi meminimalkan waste, agar waste serupa tidak muncul lagi pada proyek selanjutnya. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana cara penanganan waste yang tepat untuk setiap sisa material yang ada dengan menggunakan metode waste hierarchy. Dari hasil analisa Pareto, maka material yang berpotensi menjadi waste dan memiliki waste cost terbesar yaitu : papan triplek (lantai, kolom, balok) dengan total waste cost sebesar Rp 323.937.789,03, dengan volume waste sebesar 2532 m³ dan waste level sebesar 78,051%. Faktor penyebab terjadinya waste material pada Pembangunan rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak adalah faktor man, measure, dan management yang dilaksanakan kurang baik. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk meminimalkan waste antara lain, yaitu : Melakukan pengawasan dan pembimbingan/arahan kepada pekerja, koordinasi tim lapangan, tim teknik dan procurement harus intens dilaksanakan, bekerja sama dengan proyek lain untuk mengalihkan material yang tidak terpakai.

Kata kunci : Waste Material, Fishbone Diagram, Waste Hierarchy.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada masa sekarang ini telah kita rasakan bersama perkembangan dalam bidang konstruksi, baik itu perumahan, perkantoran, jembatan, jalan raya, bendungan, pelabuhan, dan sebagainya. Hal ini tidak terlepas dari material bahan konstruksi. Material sebagai salah satu komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek dan mempunyai kontribusi sebesar 40-60 % dari biaya proyek, sehingga secara tidak langsung memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan proyek.

Pelaksanaan sebuah proyek konstruksi bangunan, tidak akan dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi atau biasa disebut *construction waste*. Sisa material konstruksi tidak hanya penting dari sudut pandang efisiensi, tetapi juga berpengaruh pada lingkungan. Apabila faktor-faktor penyebabnya

dapat diidentifikasi maka pemborosan (*waste*) yang terjadi selama berlangsungnya proyek konstruksi dapat dikurangi, sehingga tujuan dari sebuah proyek konstruksi, yaitu kesuksesan yang memenuhi kriteria waktu, biaya, dan mutu dapat tercapai dengan baik.

Pada proyek Pembangunan Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak banyak dijumpai sisa material proyek. Salah satu penyebabnya adalah proses bongkar muat yang tidak sempurna sehingga menyebabkan penumpukan material yang dapat menimbulkan kerusakan atau tidak dapat digunakan kembali. Sisa material ini bila tidak direncanakan pengendalian atau pemanfaatannya akan merugikan proyek dan kelestarian lingkungan di sekitarnya. Oleh karena itu penelitian ini mengambil proyek tersebut sebagai studi kasus untuk mengidentifikasi material yang berpotensi

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT. UNTAN
2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT. UNTAN

memberikan kontribusi terbesar terhadap *waste material*.

1.2. Perumusan Masalah

Pada proyek Pembangunan Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak, banyak dijumpai sisa material proyek. Salah satu penyebabnya adalah proses bongkar muat yang tidak sempurna sehingga menyebabkan kerusakan atau tidak dapat digunakannya kembali material tersebut. Selain itu, luas areal proyek gedung yang terbatas menyebabkan kontraktor kesulitan dalam penyimpanan material yang akan dipakai, sehingga menyebabkan penumpukan material yang dapat menimbulkan kerusakan atau tidak dapat digunakan kembali. Itu artinya material tersebut akan menjadi *construction waste*. Usaha penanggulangan maupun pengurangan sisamaterial konstruksi dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, yaitu daur ulang(*recycling*) sisa material, penggunaan kembali (*reuse*), dan mencari cara mengurangi (*reduce*) selama proses konstruksi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengidentifikasi material yang berpotensi memberikan kontribusi *waste* terbesar pada proyek ini, mengetahui faktor-faktor yang sering menjadi penyebab terjadinya *construction material waste* pada proyek ini, mengetahui cara mengurangi *construction material waste* pada proyek ini, menghitung nilai persentase *construction material waste* yang terjadi pada proyek ini.

1.4. Pembatasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil analisa yang lebih mengarah, maka permasalahan di dalam tulisan ini dibatasi pada hal-hal berikut : Mengidentifikasi material yang berpotensi memberikan kontribusi *waste* terbesar, mengetahui faktor-faktor yang sering menjadi penyebab terjadinya *waste*, mengetahui cara mengurangi *construction material waste*, menghitung nilai *construction material waste* yang terjadi pada proyek Pembangunan Rumah Jabatan Rektor Untan.

1.5. Hipotesis Penelitian

Terjadinya sisa material konstruksi dapat disebabkan oleh satu atau kombinasi dari beberapa sumber dan penyebabnya. 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.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Secara umum menurut Alarcon (1994), Koskela (1992), dan Love, dkk. (1997), *waste* didefinisikan sebagai semua aktifitas yang memerlukan biaya, secara langsung maupun tidak langsung, dan memerlukan waktu, sumber daya atau membutuhkan persediaan yang tidak memberikan nilai tambah pada produk akhir. *Waste* dapat juga digambarkan sebagai segala aktifitas manusia yang menyerap sumber daya dalam jumlah tertentu tetapi tidak menghasilkan nilai tambah, seperti kesalahan yang membutuhkan pembetulan, hasil produksi yang tidak diinginkan oleh pengguna, proses atau pengolahan yang tidak perlu, pergerakan tenaga kerja yang tidak berguna dan menunggu hasil akhir dari kegiatan-kegiatan sebelumnya. (Womack and Jones, 1996).

2.2. Waste Cost

(Branz, 2002 dalam Gatu, 2011), memberikan metode pendekatan *waste cost*, dengan rumus :

$$\text{Waste Cost} = \text{Waste Level} \times \% \text{ Bobot Pekerjaan} \times \text{Total Nilai kontrak}$$

2.3. Waste Level

Waste level ini dihitung untuk mengetahui volume waste dari masing-masing item material yang diteliti. *Waste level* ini dihitung menggunakan metode pendekatan dengan rumus umum :

$$\text{Volume Waste} = \text{Volume Material Terpakai} - \text{Volume Material Terpasang}$$

2.4. Waste Hierarchy

Pada setiap proyek jenis material yang digunakan bermacam-macam. Dan hal itu berpengaruh pada sisa material yang dihasilkan. Adapun cara-cara penanganan terhadap sisa material konstruksi salah satunya dengan *waste hierarchy*. *Waste hierarchy* mengarah pada konsep 3R yaitu *reduce* (mengurangi), *reuse* (penggunaan ulang), *recycle* (daur ulang).

a. Reduce

Reduce (pengurangan) material konstruksi dalam hal ini dibagi menjadi 2 cara, yaitu : *Prevention* (pencegahan) dan *Minimalization* (minimalisasi).

b. Reuse

Reuse (penggunaan ulang) merupakan proses penggunaan ulang dari sisa material konstruksi yang masih bisa digunakan. Untuk mempermudah kontraktor dalam penggunaan ulang berdasarkan tujuannya perlu dilakukan melakukan pemisahan sisa material konstruksi berdasarkan jenis pekerjaannya.

c. Recycle

Recycle (daur ulang) merupakan proses pengelolaan sisa material konstruksi menjadi material konstruksi yang memiliki kualitas yang hampir samadengan material yang baru.

Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui kuantitas sisa material yang terjadi di lapangan baik dalam bentuk *direct waste* maupun *indirect waste*, faktor-faktor penyebab timbulnya sisa material yang bersumber dari disain, pengadaan, penanganan material, pelaksanaan, residual (sisa), dan lain-lain serta pengambilan dokumentasi sebagai data aktual di lapangan.

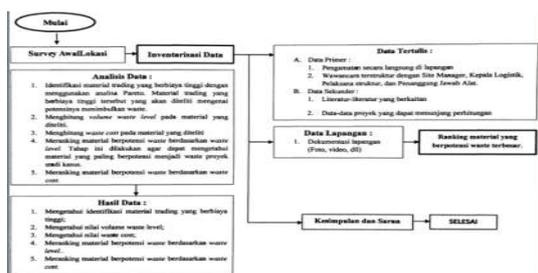
3.3 Data Primer

Berupa wawancara terstruktur dengan Site Manager, Kepala Logistik, Pelaksana struktur, penanggung jawab alat dan data-data proyek yang dapat menunjang perhitungan. Data primer adalah data-data proyek yang dapat menunjang perhitungan seperti:

- Laporan bulanan dari logistik dimana tercantum jumlah material yang masuk, jumlah material yang terpakai, dan harga material pada bulan tersebut untuk menghitung *volume* material terpakai selama masa penelitian pada proyek pembangunan Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak
- Data spesifikasi proyek, berupa luas area dapat diperoleh dari data spesifikasi proyek, sedangkan untuk total nilai kontrak bisa diketahui dari RAB pada proyek pembangunan Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak. Total nilai kontrak diperlukan untuk mengetahui *waste cost* yang disebabkan dari kerugian pada harga pembelian yang terjadi diproyek pembangunan Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Satuan Harga Standar Dasar material diperlukan untuk melakukan analisa Pareto.
- *Bill Of Quantity* diperoleh dari dokumen *bill of quantity* proyek tersebut untuk mengidentifikasi material-material trading.
- *As Built Drawing* diperoleh dari *drafter* yang ada pada proyek

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pengamatan secara langsung dari bulan Juli 2017 sampai dengan bulan Desember 2017 pada proyek pembangunan Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak di Jl. Daya Nasional Pontianak.

pembangunan Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak, diperlukan untuk menghitung volume material terpasang pada proyek ini.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Material yang berbiaya Besar dan Berpotensi Menimbulkan Waste

Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui material potensial *waste* dan untuk menentukan material yang akan diteliti pada penelitian ini. Untuk material potensial *waste* dipilih material *trading*, yaitu merupakan material yang dibeli kemudian dapat secara langsung dipakai tanpa harus mencampur dengan material lain. Setelah material *trading* sudah terpilih, maka volume material tersebut dikalikan dengan harga satuan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui total harga dari setiap material *trading* tersebut. kemudian dilakukan analisa Pareto untuk mengetahui material yang berbiaya tinggi, sehingga penelitian hanya menganalisa material yang signifikan saja (volume dan harga satuannya yang besar), karena memiliki potensial kontribusi besar terhadap *waste cost*.

Untuk volume material terpakai dapat diketahui melalui laporan bulanan logistik. Sedangkan volume material terpasang dihitung pada gambar As Built Drawing. Berdasarkan tabel 3 di bawah, maka dapat diketahui dari total biaya terdapat pada material :

- Besi Beton Ulir D16 mm
- Besi Beton Ulir D10 mm
- Besi Beton Polos Ø8 mm
- Papan Triplek (Lantai, Balok, dan Kolom)
- Batako Press

Volume Waste = Volume Material Terpakai – Volume Material Terpasang.

Dari kedua volume ini dapat dicari volume waste untuk material yang dianalisa. Setelah volume waste diketahui, maka akan mudah untuk mengetahui wastage level, yaitu dengan membandingkan volume waste dengan volume terpasangnya dan kemudian hasil dari perbandingan tersebut dikalikan dengan 100 % untuk mengetahui persentase

wastage level dari setiap item material yang dianalisa. Hasil perhitungan wastage level dan rangkingnya dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini :

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa material yang memiliki presentase *waste level* terbesar adalah papan triplek dengan volume *waste* sebesar $2532m^3$ dan *waste level* sebesar 78,051%. Sedangkan material yang memiliki presentase *waste level* terkecil adalah ulir D10 mm dengan volume *waste* sebesar $63 m^3$ dan *waste level* sebesar 90%. Dari tabel juga dapat dilihat bahwa material yang memiliki volume *waste* tinggi tidak selalu memiliki *waste level* yang tinggi juga karena *waste level* dipengaruhi bukan hanya oleh volume *waste* tetapi *rasio* volume *waste* dengan kedatangan logistik.

4.1.1 Temperatur

Perhitungan ini dilakukan karena ingin mengetahui apakah volume waste yang besar juga menghasilkan waste cost yang besar pula. Perhitungan dilakukan dengan rumus pendekatan sebagai berikut :

$$Waste Cost = Waste Level \times Bobot Pekerjaan \times Total\ nilai\ kontrak$$

Waste level = Volume waste pada perhitungan (%)

Bobot pekerjaan = Jumlah harga material dibandingkan total nilai kontrak

Total nilai kontrak = Rp 3.425.236.000,00

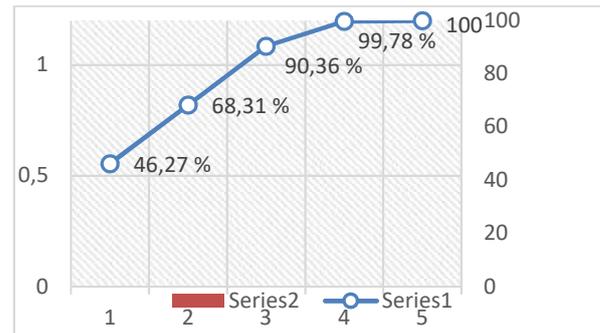
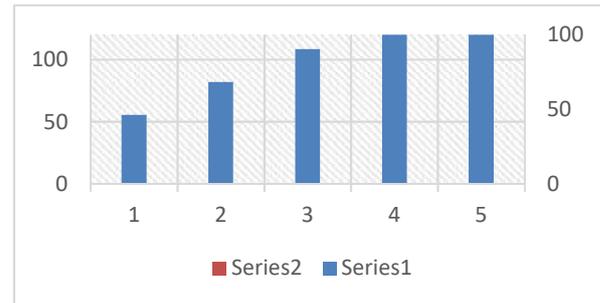
- Perhitungan untuk papan triplek (Lantai, balok, kolom):
 - Waste Level = 78,05 %
 - Bobot Pekerjaan = Rp 415.029.300,00 / Rp 3.425.236.000,00 = 0,121
 - Waste Cost = 0,7805 x 0,121 x Rp 3.425.236.000,00 = Rp 323.481.000,00
- Perhitungan untuk Besi Ulir D16 mm :
 - Waste Level = 17,23 %
 - Bobot Pekerjaan = Rp 197.740.872,00 / Rp 3.425.236.000,00 = 0,057
 - Waste Cost = 0,1723 x 0,057 x Rp 3.425.236.000,00 = Rp 33.639.585,00

- Perhitungan untuk Besi Ulir D10 mm :
Waste Level = 90 %
Bobot Pekerjaan = Rp 197.740.872,00 /
Rp 3.425.236.000,00 = 0,057
Waste Cost = 0,9 x 0,057 x Rp
3.425.236.000,00 = Rp 175.714.607,00
- Perhitungan untuk Besi Polos $\Phi 8$ mm :
Waste Level = 41,75 %
Bobot Pekerjaan = Rp
84.485.710,00 / Rp
3.425.236.000,00 = 0,024
Waste Cost = 0,4175 x 0,024 x
Rp 3.425.236.000,00 = Rp
34.320.864,00
- Perhitungan untuk Batako Press :
Waste Level = 24,50 %
Bobot Pekerjaan = Rp 1.922.298,00
/ Rp 3.425.236.000,00 = 0,0005
Waste Cost = 0,245 x 0,0005 x Rp
3.425.236.000,00 = Rp 419.591,00

Dari tabel diatas dapat terlihat bahwa material yang memiliki *waste cost* terbesar adalah papan triplek (lantai, kolom, balok) dengan total *waste cost* sebesar Rp. 323.937.789,03. Sedangkan pada tabel 4 yang menunjukkan ranking dari persentase *waste level* yang terbesar adalah material besi ulir D10 mm sebesar 90 %. Dengan demikian membuktikan bahwa material dengan persentase *waste level* yang besar tidak memiliki *waste cost* yang besar.

4.1.2 Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian. Urutannya mulai dari jumlah permasalahan yang paling banyak terjadi sampai yang paling sedikit terjadi. Dalam grafik, ditunjukkan dengan batang grafik tertinggi (paling kanan) hingga grafik terendah (paling kiri). Bermanfaat dalam menentukan dan mengidentifikasi prioritas permasalahan yang akan diselesaikan. Permasalahan yang paling banyak dan sering terjadi adalah prioritas utama kita untuk melakukan tindakan.

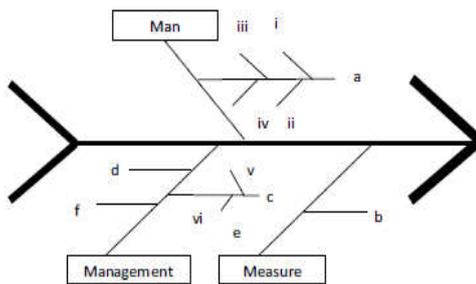


Gambar 2. Hasil Analisa Diagram Pareto

Berdasarkan hasil analisa Pareto maka material pada Proyek Gedung Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak yang berpotensi memberikan kontribusi terbesar terhadap *waste cost* yaitu papan triplek (lantai, balok, kolom) dengan *waste cost* sebesar = Rp 323.481.000,00.

4.2 Mengetahui faktor penyebab terjadinya *construction material waste*

Mengidentifikasi penyebab *waste* dalam penelitian ini menggunakan *fishbone diagram*, sehingga dapat diketahui akar permasalahan yang menjadikan material *waste* dan disusun strategi meminimalkan *waste*, agar *waste* serupa tidak muncul lagi pada proyek selanjutnya. Disusun strategi meminimalkan *waste*, agar *waste* serupa tidak muncul lagi pada proyek selanjutnya. Dalam proyek Pembangunan Gedung Rumah Jabatan Rektor UNTAN ada beberapa faktor yang mempengaruhi *waste material*, yaitu :



Gambar 3. Diagram Fishbone

a. Man

- Kurangnya pengetahuan dan pengalaman kerja
- Membuang atau melempar material
- Menangani material tidak hati-hati pada saat pembongkaran untuk dimasukkan ke dalam gudang
- Memasang material tidak sesuai gambar sehingga perlu diganti karena material tidak bisa dipakai lagi.
- Kesalahan pada pemotongan material yang mengakibatkan sisa potongan material tidak dapat dipakai lagi

b. Measure

- pengukuran dilapangan tidak tepat, jauh lebih besar dari pada apa yang dibutuhkan, sehingga menimbulkan waste .

c. Management

- Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil
- Kondisi penerimaan kurang baik :
 - Material tidak dikemas dengan baik
 - Kerusakan material akibat transportasi ke/di lokasi proyek
- Penyimpanan material yang tidak benar akhirnya menyebabkan kerusakan sehingga tidak bisa dipakai lagi;

Sedangkan hasil penelitian dengan menggunakan konsep Bossink dan Browsers [10], faktor penyebab waste, yaitu :

a. Disain

- Perubahan disain
- Memilih spesifikasi produk
- Kurangnya memperhatikan ukuran dari produk

b. Pengadaan

- Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan material
- Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil
- Kemasan kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan

c. Penanganan

- Membuang atau melempar material
- Penangan material yang tidak hati-hati
- Penyimpanan material yang tidak benar

d. Pelaksanaan

- Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja
- Cuaca yang kurang baik
- Penggunaan material yang salah dan perlu diganti

e. Residual

- Sisa pemotongan material tidak dapat dipakai lagi
- Kesalahan pada saat pemotongan material

f. Lain-lain

- Kehilangan akibat pencurian
- Kurangnya pengontrolan material di proyek

4.3 Mengetahui cara mengurangi *construction material waste* pada pada proyek ini

Dalam penelitian ini, untuk mengetahui langkah-langkah dalam mengatasi *waste* dilakukan tanya jawab dengan pelaku proyek, dalam hal ini pelaku proyek yang dimaksud adalah *site manager* proyek. Langkah-langkah yang dihasilkan yaitu bersifat opini pelaku proyek yang berasal dari pengalaman-pengalaman dilapangan dan pengalaman khususnya dari pelaksanaan proyek Pembangunan Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak. Secara

umum langkah-langkah meminimalkan *waste* berdasarkan materialnya adalah sebagai berikut:

a. *Man*

- Melakukan pengawasan dan pembimbingan/arahan kepada pekerja.
- Memilih mandor yang berintegritas

b. *Measure*

- Koordinasi tim lapangan, tim teknik dan *procurement* harus intens dilaksanakan.
- Pengecekan/ pengukuran ulang sebelum pendatangan material bila dirasa perlu.

c. *Management*

- Bekerja sama dengan proyek lain untuk mengalihkan material yang tidak terpakai.
- Membuat kesepakatan akan kedatangan material antara supplier dan kontraktor . Contoh: bila bata ringan terjadi kerusakan 5 buah maka tanggu jawab kontraktor, tapi kalau 5 buah maka tanggung jawab supplier, supplier harus mengganti.
- Pembuatan program penyimpanan material yang baik. Sistem perencanaan penyimpanan material yang baik akan sangat berpengaruh terhadap meminimalisir *waste*.
- Menambah tim *QA/QC* dan pengawas di lapangan.

Pada setiap proyek jenis material yang digunakan bermacam-macam. Dan hal itu berpengaruh pada sisa material yang dihasilkan. Adapun cara-cara penanganan terhadap sisa material konstruksi salah satunya dengan *waste hierarchy*. *Waste hierarchy* mengaruh pad konsep 3R, yaitu : Reduce (mengurangi), Reuse (penggunaan ulang), dan Recycle (daur ulang).

a. Reduce

Reduce (pengurangan) material konstruksi dalam hal ini dibagi menjadi 2 cara, yaitu :

- *Prevention* (pencegahan), usaha yang dilakukan untuk mencegah penggunaan material yang dapat menghasilkan sisa material konstruksi.
- *Minimalization* (minimalisasi), usaha yang dilakukan untuk mengurangi sisa material konstruksi.

b. Reuse

Reuse (penggunaan ulang) merupakan proses penggunaan ulang dari sisa material konstruksi yang masih bisa digunakan. Untuk mempermudah kontraktor dalam penggunaan ulang berdasarkan tujuannya perlu dilakukan pemisahan sisa material konstruksi berdasarkan jenis pekerjaannya.

c. Recycle

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

4.4 Pengelolaan Sisa Material Konstruksi

a. Besi

- Digunakan pada pekerjaan pembesian selanjutnya.
- Dibuat sebagai penunjang pekerjaan lainnya
- Kebanyakan besi tersisa dengan panjang kecil dibuat ring balok, dudukan sloop dll.
- Dikirim ke proyek lain yang masih satu kontraktor ataupun dijual.

Material besi ini termasuk material “*good waste*” yang artinya dapat digunakan kembali pada pekerjaan. Selanjutnya dan ada yang dijual. Sisa material besi beton termasuk *direct waste* karena secara fisik sisa dari material ini terlihat dan mempengaruhi lingkungan. Namun pada proyek besar pengolahan pembesian dilakukan lebih profesional dengan tujuan efisiensi pemakaian, contohnya dengan alat pengolah besi beton yaitu *stirup bender*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap sisa material-material di lokasi proyek Pembangunan Gedung Rumah Jabatan Rektor Universitas Tanjungpura Pontianak yang dihasilkan dari identifikasi *construction material waste*, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Material yang berpotensi memberikan kontribusi besar terhadap waste cost adalah material :
 - Papan triplek dengan *waste cost* sebesar Rp 323.481.000,00
 - Besi ulir D10 mm dengan *waste cost* sebesar Rp 175.714.607,00
 - Besi polos $\phi 8$ mm dengan *waste cost* sebesar Rp 34.320.864,00
 - Besi ulir D16 mm dengan *waste cost* sebesar Rp 33.639.585,00
 - Batako press dengan *waste cost* sebesar Rp 419.519,00
- b. Berdasarkan kategori sisa material, prosentase *direct waste* lebih besar dari *indirect waste*, kecuali material pasir dan batu pecah dimana sebagian besar sisa material yang terjadi mempengaruhi biaya secara tersembunyi (*hiddencost*), sehingga kurang berpengaruh terhadap lingkungan.
- c. Sumber dan faktor penyebab utama yang mempengaruhi sisa material di lapangan adalah:

Man

- Memasang material tidak sesuai gambar sehingga perlu diganti karena material tidak bisa dipakai lagi.
- Kesalahan pada pemotongan material yang mengakibatkan sisa potongan material tidak dapat dipakai lagi

Measure

- Kesalahan pada pemotongan material yang mengakibatkan sisa potongan material tidak dapat dipakai lagi

Management

- Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil

- Kondisi penerimaan kurang baik :
 - Material tidak dikemas dengan baik
 - Kerusakan material akibat transportasi ke/di lokasi proyek
- Penyimpanan material yang tidak benar akhirnya menyebabkan kerusakan sehingga tidak bisa dipakai lagi;

- d. Cara mengurangi *construction material waste* yang terjadi pada proyek iniberdasarkan materialnya adalah sebagai berikut:

Man

- Melakukan pengawasan dan pembimbingan/arahan kepada pekerja.
 - Memilih mandor yang berintegritas
- #### *Measure*
- Koordinasi tim lapangan, tim teknik dan *procurement* harus intens dilaksanakan.
 - Pengecekan/ pengukuran ulang sebelum pendatangan material bila dirasa perlu.

Management

- Bekerja sama dengan proyek lain untuk mengalihkan material yang tidak terpakai.
- Pembuatan program penyimpanan material yang baik. Sistem perencanaan penyimpanan material yang baik akan sangat berpengaruh terhadap meminimalisir *waste*.

- e. Berdasarkan kategori sisa material, prosentase *direct waste* lebih besar dari *indirect waste*, kecuali material pasir dan batu pecah dimana sebagian besar sisa material yang terjadi mempengaruhi biaya secara tersembunyi (*hiddencost*), sehingga kurang berpengaruh terhadap lingkungan.

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat penulis berikan yang berhubungan dengan penulisan skripsi ini adalah:

- a. Meskipun *waste* tidak dapat sepenuhnya dihindari dalam pelaksanaan sebuah proyek konstruksi, usaha-usaha untuk mengurangi atau mengeliminasi terjadinya *waste* terutama pada *waste* yang sering terjadi harus dilakukan mengingat dampak yang diakibatkan terhadap pelaksanaan proyek konstruksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek konstruksi dalam usaha mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh *waste* yang terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi
- b. Perhitungan sisa material yang bisa dimanfaatkan kembali dengan pola 3R (*Reduce, Reuse* dan *Recycle*) dalam rangka meminimasi pemborosan serta mengurangi dampak *construction waste* terhadap lingkungan.
- c. Meskipun *waste* tidak dapat sepenuhnya dihindari dalam pelaksanaan sebuah proyek konstruksi, usaha-usaha untuk mengurangi atau mengeliminasi terjadinya *waste* terutama pada *waste* yang sering terjadi harus dilakukan mengingat dampak yang diakibatkan terhadap pelaksanaan proyek konstruksi.
- d. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek konstruksi dalam usaha mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh *waste* yang terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

Alwi, S, Hampson, K, Mohammed, S.2004.*Waste in The Indonesian Construction Projects*

- Bossink, B. A. G., and Brouwers, H. J. H., *Construction waste: Quantification and source evaluation*, *Journal of Construction Engineering and Management*, March 1996. pp. 55–60.
- Ervianto, W. I. (2004). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Farmoso, C.T., et al., *Material waste in building industry: Main causes and prevention*, *Journal of Construction Engineering and Management*, Agustus 2002, pp.316–325.
- Gavilan, R. M., and Bernold, L. E., *Source evaluation of solid waste in Building construction*, *Journal of Construction Engineering and Management*, September 1994. pp.536 – 552
- Hartono, W., Sugiyarto, & Purba, D. H. (2015). *Analisis dan Pengelolaan Sisa Material Konstruksi dan Faktor Penyebab 3 proyek Kelurahan Dintinjau Bagian Pondasi Menggunakan Root Cause Analysis (RCA)*.
- Illingworth, J.R. 1998. *Waste in the construction process*.
- Ismail. 2010. *Penyebab Waste Material Pada Saat Pelaksanaan Pembangunan Konstruksi Bangunan Gedung*.
- Ritz, George, *Total construction Project management*, McGraw-Hill Book Company. 1994.
- Skoyles, E.F., *Material wastage: A misuse of resources*, *Building Research and Practice*, July/April 1976, pp. 232–243.
- Santoso, R. (2004). *Tingkat Kepentingan dan Alokasi Risiko pada Proyek Konstruksi*.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (dari Konseptual sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.