

**ANALISIS DAN EVALUASI SISA MATERIAL KONSTRUKSI
MENGUNAKAN METODE PARETO DAN *FISHBONE DIAGRAM*
(STUDI KASUS PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM MALANG)**

NASKAH PUBLIKASI

TEKNIK SIPIL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



NOVINDA ANNISA AULIA

NIM. 125060100111006

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

ANALISIS DAN EVALUASI SISA MATERIAL KONSTRUKSI MENGUNAKAN METODE PARETO DAN *FISHBONE DIAGRAM* (STUDI KASUS PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM MALANG)

Novinda Annisa Aulia, Harimurti, Kartika Puspa Negara

Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167, Malang, 65145, Indonesia- Telp. : (0341) 567710, 587711
E-mail: novindaaulia@yahoo.com

ABSTRAK

Sisa material konstruksi merupakan bagian material yang tidak menjadi komponen dari bangunan karena tidak terpakai dalam pelaksanaan konstruksi. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jenis-jenis material yang memiliki volume dan biaya sisa material yang besar/ dominan, serta faktor-faktor yang menjadi penyebab timbulnya sisa material pada proyek. Sampel penelitian adalah *consumable material* pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang. Metode yang digunakan dalam menganalisis dan menentukan jenis material yang memiliki biaya sisa material yang besar/ dominan adalah Metode Pareto. Sedangkan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor-faktor penyebab timbulnya sisa material adalah Metode *Fishbone Diagram*. Dari hasil analisis menggunakan Metode Pareto, jenis-jenis material yang dominan menimbulkan sisa pada proyek konstruksi yakni tiang pancang, tulangan D22, dan tulangan D16. Dengan total biaya sisa dari ketiga jenis material tersebut sebesar Rp 108.303.861,00. Berdasarkan analisis menggunakan *Fishbone Diagram*, faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material pada tiang pancang yakni karena kondisi tiang pancang yang diterima kurang baik, hal ini bisa terjadi karena proses loading unloading kurang hati-hati. Selain itu, tidak semua bagian tiang pancang masuk ke dalam tanah karena kondisi pada tiap titik pancang berbeda-beda. Untuk besi tulangan, sisa material yang timbul merupakan hasil sisa dari proses pemotongan.

Kata kunci : sisa material konstruksi, pareto, *fishbone diagram*.

ABSTRACT

Waste construction materials are part of material that doesn't become a component of the building because of unused construction. This study was conducted to determine the types of materials that have the large/ dominant volume and cost of waste material, also the factors which causing waste material on the construction project. Samples are consumable materials on a project of Postgraduate Building, Islamic University of Malang. The method used in analyzing and determining the type of materials that have dominant cost of waste is Pareto Method. While the method used to identify and evaluate the factors causing waste material is Fishbone Diagram. From the analysis using Pareto Method, the types of materials which dominantly causing waste are pile, steel reinforcement D22 and D16. With the total cost of the remainder of that three types of material in the amount of Rp 108.303.861,00. Based on using Fishbone Diagram analysis, the factors that cause the occurrence of residual material on the pile is due to the poor condition of the received pile. It can happen because of the less cautious of loading

unloading process. Moreover, not all parts of the pile get into the ground, because of varies ground conditions at each point of pile. For reinforcement, the cause of waste material that exist in the construction project is generally from the remainder of the cutting process.

Keywords: waste construction materials, pareto, fishbone diagram.

PENDAHULUAN

Pada setiap pekerjaan konstruksi bangunan, tidak akan terlepas dari salah satu komponen utamanya yakni material. Material merupakan bahan yang digunakan sebagai penyusun struktur bangunan. Ketersediaan material sebagai komponen penting pada suatu proyek konstruksi memiliki keterkaitan dengan anggaran biaya proyek. Sehingga secara tidak langsung memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan proyek. Namun pada setiap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan, kemunculan sisa material tidak akan bisa dihindari.

Sisa material konstruksi biasa disebut juga dengan *waste material*. Menurut (Asiyanto, 2010) *Waste* adalah kelebihan kuantitas material yang digunakan/didatangkan, tetapi tidak menambah nilai suatu pekerjaan.

Sisa material dapat memberikan dampak negatif bagi proyek, terutama pada sektor biaya. Sebagian besar dari biaya proyek dianggarkan untuk material, sehingga apabila terdapat sisa material pada pelaksanaan suatu proyek, maka akan menimbulkan kerugian. Untuk menghindari atau mengurangi kerugian tersebut, diperlukan studi analisis terhadap sisa material konstruksi.

Metode Pareto dengan prinsipnya yakni *Pareto's Law 20-80* dapat digunakan untuk menganalisis dan menentukan jenis-jenis material yang dominan menimbulkan *waste*. Sedangkan *Fishbone Diagram* dapat digunakan sebagai metode untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *waste* karena dapat menjabarkan penyebab suatu permasalahan secara lebih rinci.

TINJAUAN PUSTAKA

Material yang digunakan dalam konstruksi dapat diklasifikasikan dalam dua bagian besar (Gavilan dan Bernold, 1994), yaitu:

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

Sisa material konstruksi (*waste*) merupakan material yang terbuang sia-sia dan tidak dapat dipakai kembali karena berbagai faktor penyebab, seperti kerusakan, kesalahan pemotongan, kesalahan pemasangan, dan sebagainya. Sumber dan penyebab terjadinya sisa material konstruksi (*waste*) berdasarkan kategori yang telah dibuat oleh Gavilan dan Bernold tahun 1994 adalah seperti pada **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 1 Sumber dan penyebab *waste*

Sumber	Penyebab
Desain	Perubahan pada desain/ perencanaan
Pengadaan	Kelebihan, kekurangan, atau kesalahan dalam pemesanan/ pengiriman material
Penanganan	- Penanganan material yang kurang baik (meliputi : saat fabrikasi, pengemasan, pemuatan, atau pengiriman material) - Penyimpanan material kurang baik
Pelaksanaan	- Kesalahan yang dilakukan oleh tukang atau pekerja - Peralatan tidak berfungsi dengan baik - Kejadian yang tidak terduga pada saat pelaksanaan konstruksi, seperti bencana, kecelakaan kerja, atau cuaca yang buruk
Residual	- Sisa material yang tidak dapat digunakan kembali akibat pemotongan agar ukuran sesuai dengan desain - Sisa <i>non-consumable material</i> setelah proses pemakaian (contoh : bekisting)
Faktor lain	Kehilangan material

Sumber : Gavilan dan Bernold, 1994

Volume sisa material adalah kuantitas material yang telah menjadi sisa atau tidak digunakan dalam pelaksanaan konstruksi bangunan. Menurut (Kusuma, 2010) Besarnya volume sisa material didapatkan dari volume pembelian material dikurangi volume kebutuhan/terpasang berdasarkan *as built drawing*, kemudian dikurangi stok material di lapangan (jika ada).

Biaya sisa material konstruksi merupakan sejumlah biaya proyek yang timbul akibat pengeluaran untuk pembelian material namun material tersebut tidak digunakan dalam konstruksi bangunan karena berbagai penyebab. Biaya ini dapat diketahui dari perhitungan volume sisa material dikalikan harga satuan material berdasarkan data proyek.

Metode Pareto merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk menemukan suatu masalah utama akibat timbulnya permasalahan berdasarkan berbagai gejala. Metode ini memiliki prinsip yang dikenal sebagai *Pareto's Law* 20-80. *Pareto's Law* dapat diartikan banyak kejadian atau akibat sebesar 80% dari total efeknya hanya disebabkan 20% dari sebabnya. Diagram Pareto merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Urutan ranking tertinggi menunjukkan suatu permasalahan yang paling penting/ harus segera diselesaikan, sedangkan ranking terendah menunjukkan permasalahan yang tidak harus segera diselesaikan.

Faktor penyebab timbulnya suatu permasalahan dapat diidentifikasi menggunakan Metode *Fishbone Diagram*. Metode ini penjabaran dan hasil identifikasinya berbentuk menyerupai kerangka tulang ikan yakni meliputi bagian kepala, sirip, dan duri. Bagian kepala digunakan untuk meletakkan permasalahan yang akan diidentifikasi, sedangkan bagian sirip dan duri digunakan untuk meletakkan

penyebab dari permasalahannya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan *Fishbone Diagram*, yaitu :

1. Membuat kerangka *Fishbone Diagram*.
2. Menentukan masalah yang akan diidentifikasi.
3. Menentukan kelompok penyebab masalah.
4. Menemukan penyebab pada masing-masing kategori/ kelompok penyebab dengan teknik diskusi (*brainstorming*).
5. Setelah masalah dan penyebab-penyebabnya diketahui, *Fishbone Diagram* dapat digambarkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data adalah pengamatan, penyebaran kuisioner, dan wawancara. Analisis data menggunakan analisis kuantitatif untuk mengetahui jenis dan volume sisa material konstruksi dengan Metode Pareto untuk memperoleh sisa material dominan. Selanjutnya sisa material konstruksi dievaluasi dan diidentifikasi secara deskriptif mengenai faktor penyebabnya.

Subyek penelitian ini adalah menganalisa sisa material konstruksi dengan Metode Pareto dan *Fishbone Diagram*. Sedangkan obyek penelitian adalah Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang.

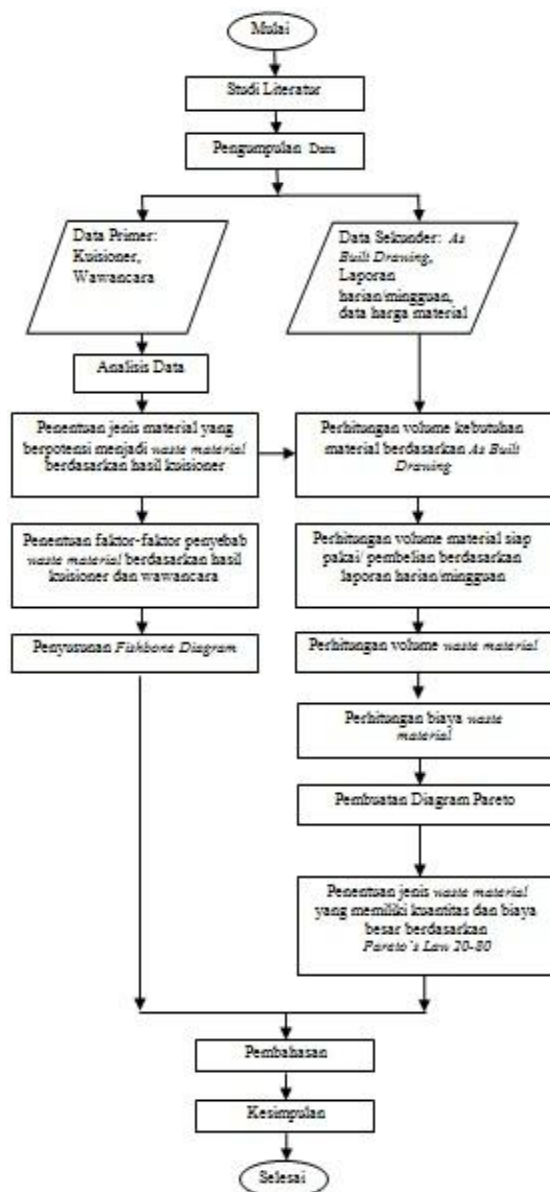
Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari obyek penelitian yang berupa kuisioner dan wawancara atau penjelasan dari pihak kontraktor mengenai jenis material yang berpotensi menjadi *waste material* dan faktor-faktor penyebab timbulnya *waste material* pada proyek konstruksi.

Kuisioner terdiri dari kuisioner pendahuluan dan kuisioner tahap lanjut yang disebarkan kepada lima orang dari tim kontraktor di lapangan. Kemudian dilanjutkan dengan *brainstorming* dan wawancara kepada dua orang pelaksana di lapangan untuk mengevaluasi hasil kuisioner yang telah didapat dan untuk

memperoleh hasil akhir yang *valid*. Data sekunder diperoleh secara tidak langsung, didapatkan dari data-data Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang.

Data sekunder yang dipakai dalam penelitian ini antara lain *as built drawing* untuk menghitung volume material terpasang, laporan harian/mingguan untuk menghitung volume pembelian material, dan data harga material untuk mengetahui harga dan jenis-jenis material yang digunakan pada proyek.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Jenis- Jenis Material yang Berpotensi Menjadi Waste

Penentuan jenis-jenis material ini dilakukan melalui kuisioner. Kuisioner yang dilakukan merupakan kuisioner pendahuluan, yang mana berisi pilihan-pilihan atas beberapa jenis material yang pada akhirnya akan menjadi komponen fisik bangunan pada proyek (*consumable material*). Jenis-jenis material ini diketahui dari data harga material proyek UNISMA.

Kuisioner pendahuluan dilakukan hanya untuk mengetahui pendapat dari tiap responden, yang mana seluruh hasil pilihan responden akan dilakukan analisis lebih lanjut. Semua material terpilih dari hasil kuisioner ini dilakukan perhitungan besarnya volume kebutuhan material/terpasangnya.

Perhitungan Volume Material Terpasang

Volume material terpasang merupakan volume material yang digunakan atau telah menjadi komponen penyusun dari suatu elemen bangunan. Analisis perhitungan volume material terpasang dilakukan berdasarkan *as built drawing*.

Perhitungan Volume Pembelian Material

Volume pembelian material merupakan volume material siap pakai, yakni yang didatangkan ke lokasi proyek. Volume ini dihitung berdasarkan laporan mingguan proyek. Pada laporan mingguan dapat diketahui jenis material apa saja yang masuk atau dibeli selama pelaksanaan proyek konstruksi beserta kuantitasnya.

Perhitungan Volume dan Biaya Sisa Material

Volume sisa material diperoleh dari hasil perhitungan volume material siap pakai dikurangi volume material terpasang. Tidak dikurangi stok karena tidak dijumpai adanya stok material pada

proyek. Untuk perhitungan biaya sisa material diperoleh dari volume sisa material dikali harga satuan pembelian material.

Perhitungan volume sisa material dapat dilihat pada **Tabel 2** dan perhitungan biayanya dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 2 Perhitungan volume sisa material

No	Material	Satuan	Volume Material		
			Siap Pakai	Terpasang	Sisa
			a	b	c = a - b
1.	Tulangan D22	kg	125738,43	124786,6	951,82
2.	Tulangan D19	kg	50766,40	50300,42	465,98
3.	Tulangan D16	kg	19421,35	18625,53	795,82
4.	Tulangan D13	kg	6329,26	5884,53	444,73
5.	Tulangan D10	kg	131079,30	131003,31	75,99
6.	Beton ready mix	m ³	2038,50	2036,60	1,90
7.	Tiang Pancang	m ¹	2628,00	2223,60	404,40
8.	Batu Kali 15/20 cm	m ³	39,85	37,80	2,05
9.	Pasir Urug	m ³	88,00	85,81	2,19
10.	Bata Ringan 60x20x10 cm	m ³	140,40	138,80	1,60
11.	Keramik Granit Tile 60x60	m ²	4860,00	4847,82	12,18
12.	Keramik Granit Tile Tangga 30x60	m ²	179,82	176,88	2,94
13.	Tegel Keramik KM 40x40 Roman	m ²	277,44	265,25	12,19
14.	Tegel Keramik 20x20 dinding KM	m ²	680,00	677,91	2,09
15.	Genteng KIA 32 x 31,4 cm	bh	8540,00	8396,00	144,00
16.	Galvalum Hollow 4x4 cm	m ¹	3780,00	3673,10	106,90
17.	Galvalum Hollow 2x4 cm	m ¹	19020,00	18858,93	161,07
18.	Gypsum Board JAYABOARD 9 mm	lbr	1820,00	1800,26	69,74
19.	Aluminium 3inch SILVER INDAL	m ¹	3720,00	3700,27	19,73
20.	Aluminium 3,5 cm	m ¹	780,00	752,24	27,76

Tabel 3 Perhitungan biaya sisa material

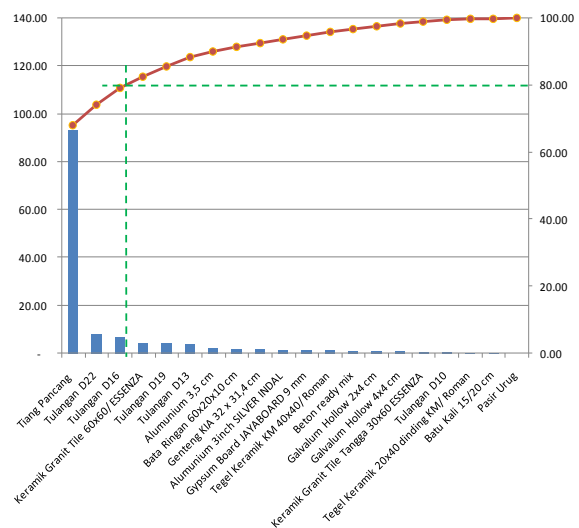
No.	Material	Satuan	Volume Sisa Material	Harga Material (Rp)	Biaya Sisa Material (Rp)
1.	Tulangan D22	kg	951,82	8.750,00	8.328.426,4
2.	Tulangan D19	kg	465,98	8.750,00	4.077.354,5
3.	Tulangan D16	kg	795,82	8.750,00	6.963.434,5
4.	Tulangan D13	kg	444,73	8.750,00	3.891.384,2
5.	Tulangan D10	kg	75,99	8.750,00	664.929,3
6.	Beton ready mix	m ³	1,90	690.000,00	1.313.710,32
7.	Tiang Pancang	m ¹	404,40	230.000,00	93.012.000,00
8.	Batu Kali 15/20 cm	m ³	2,05	105.000,00	215.460,00
9.	Pasir Urug	m ³	2,19	70.000,00	153.440,00
10.	Bata Ringan 60x20x10 cm	m ³	1,60	1.125.000,00	1.804.427,10
11.	Keramik Granit Tile 60x60	m ²	12,18	358.000,00	4.361.514,00
12.	Keramik Granit Tile Tangga 30x60	m ²	2,94	315.000,00	926.100,00
13.	Tegel Keramik KM 40x40 Roman	m ²	12,19	112.000,00	1.365.728,00
14.	Tegel Keramik 20x20 dinding KM	m ²	2,09	115.000,00	240.304,00
15.	Genteng KIA 32 x 31,4 cm	bh	144,00	12.500,00	1.800.000,00
16.	Galvalum Hollow 4x4 cm	m ¹	106,90	9.500,00	1.015.550,00
17.	Galvalum Hollow 2x4 cm	m ¹	161,07	7.000,00	1.127.466,67
18.	Gypsum Board JAYABOARD 9 mm	lbr	69,74	70.000,00	1.381.565,00
19.	Aluminium 3inch SILVER INDAL	m ¹	19,73	80.000,00	1.578.560,00
20.	Aluminium 3,5 cm	m ¹	27,76	80.000,00	2.220.800,00

Analisis Sisa Material yang Dominan

Untuk menganalisis sisa material yang dominan pada proyek ini, digunakan Metode Pareto. Cara dari metode ini yakni hasil perhitungan biaya sisa material yang telah didapat dari perhitungan sebelumnya diurutkan dari nilai/ biaya waste terbesar hingga yang terkecil. Perhitungan dengan Metode Pareto dapat dilihat pada **Tabel 4** dan **Gambar 2**.

Tabel 4 Perhitungan untuk Metode Pareto

No.	Material	Biaya Sisa Material (Juta)	Percent (%)	Percent Cumulative (%)
1.	Tiang Pancang	93,01	68,1695483	68,17
2.	Tulangan D22	8,33	6,10399806	74,27
3.	Tulangan D16	6,96	5,10358004	79,38
4.	Keramik Granit Tile 60x60	4,36	3,19660301	82,57
5.	Tulangan D19	4,08	2,9883393	85,56
6.	Tulangan D13	3,89	2,85203959	88,41
7.	Aluminium 3,5 cm	2,22	1,62764947	90,04
8.	Bata Ringan 60x20x10 cm	1,80	1,32248506	91,36
9.	Genteng KIA 32 x 31,4 cm	1,80	1,31924039	92,68
10.	Aluminium 3inch SILVER	1,58	1,1569445	93,84
11.	Gypsum Board JAYABOARD	1,38	1,01256443	94,85
12.	Tegel Keramik KM 40x40	1,37	1,00095752	95,85
13.	Beton ready mix	1,31	0,96283317	96,82
14.	Galvalum Hollow 2x4 cm	1,13	0,82633309	97,64
15.	Galvalum Hollow 4x4 cm	1,02	0,7443081	98,39
16.	Keramik Granit Tile Tangga 30x60	0,93	0,67874918	99,07
17.	Tulangan D10	0,66	0,48733424	99,55
18.	Tegel Keramik 20x40 dinding KM	0,24	0,17612152	99,73
19.	Batu Kali 15/20 cm	0,22	0,15791307	99,89
20.	Pasir Urug	0,15	0,11245791	100,00
Σ		136,44		



Gambar 2 Diagram Pareto

Pada **Gambar 2**, axis sebelah kanan menunjukkan *percent cumulative*, axis sebelah kiri menunjukkan biaya sisa material, dan axis sebelah bawah menunjukkan jenis-jenis material yang menimbulkan waste. Dari gambar di atas dapat dilihat, yakni bila pada grafik ditarik garis lurus yakni pada axis 80% hingga memotong garis kurva, kemudian titik perpotongan tersebut ditarik ke bawah, yakni menuju axis jenis material, akan dapat diketahui bahwa material yang dominan/ masuk dalam konsep *Pareto's*

Law 20-80 yakni yang nilainya masuk dalam kumulatif 80% antara lain tiang pancang, tulangan D22, dan tulangan D16. Sehingga didapatkan biaya sisa pada ketiga jenis material yang dominan tersebut sebesar Rp 108.303.861,00.

Analisis Faktor-Faktor Penyebab Sisa Material

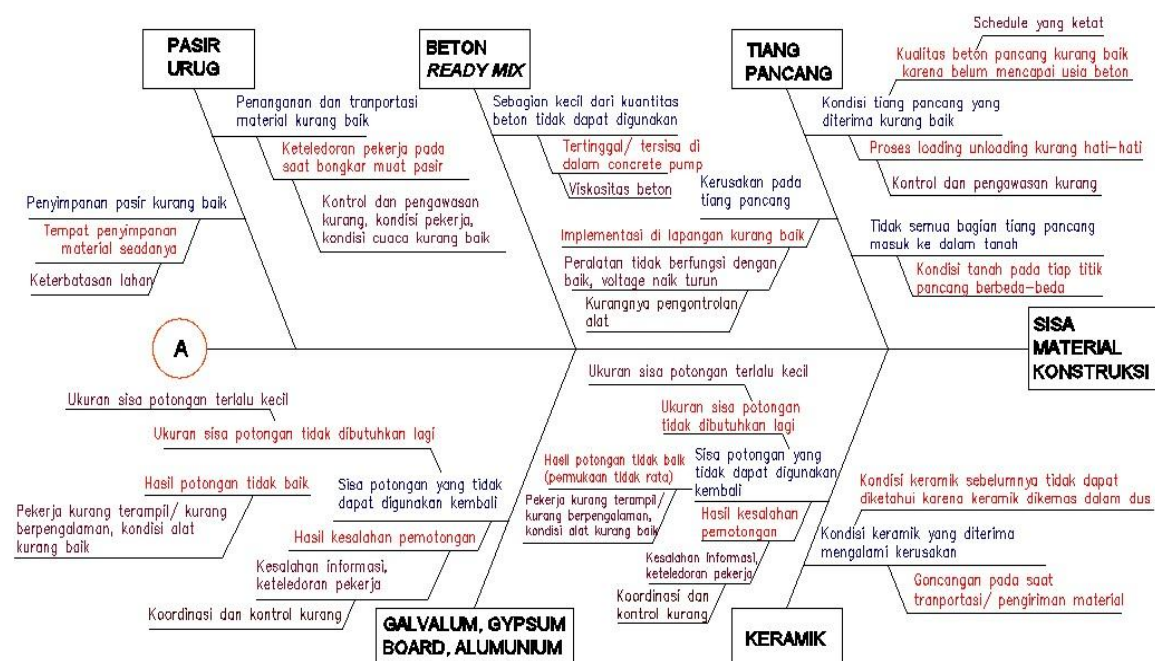
Faktor-faktor penyebab sisa material (*waste material*) diketahui dari hasil kuisioner dan wawancara yang dilakukan pada tim pelaksana di proyek, yang mana merupakan pihak yang mengerti dan mengetahui secara langsung pelaksanaan konstruksi terkait *waste material* di lapangan. Kuisioner dilakukan dua tahap, yakni pendahuluan dan lanjutan.

Kuisioner pendahuluan merupakan kuisioner yang disebarkan pada saat awal penelitian, yakni sama seperti kuisioner yang dilakukan sebelum perhitungan kuantitas terpasang. Hasil dari kuisioner ini adalah jenis-jenis material yang berpotensi menjadi atau menimbulkan sisa material di lapangan.

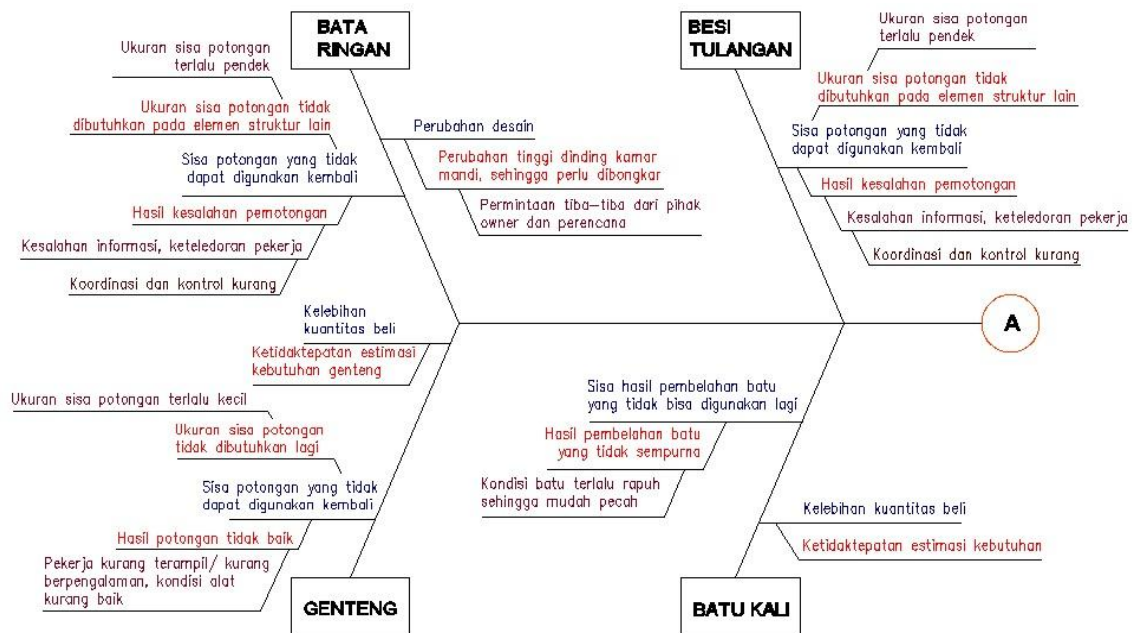
Kuisioner tahap lanjut merupakan kuisioner lanjutan dari kuisioner pendahuluan, yakni berisi pilihan-pilihan

atas beberapa peristiwa yang memiliki kemungkinan menjadi faktor penyebab terjadinya *waste material* di lapangan. Pilihan-pilihan atas peristiwa yang menjadi penyebab timbulnya *waste material* didapatkan dari jurnal yang sebelumnya telah meneliti tentang sumber penyebab terjadinya sisa material pada proyek konstruksi. Hasil dari semua faktor penyebab *waste* yang terpilih pada kuisioner tahap lanjut digabungkan, yang kemudian diseleksi dan dievaluasi melalui teknik *brainstorming*.

Brainstorming adalah teknik diskusi atau sumbang/ tukar pikiran. Teknik ini dilakukan dengan dua orang dari tim pelaksana. Pada proses ini juga akan diketahui penyebab *waste material* yang lebih detail dari peristiwa yang menjadi penyebab sisa material, sehingga dapat diketahui secara lebih dalam penyebab sisa materialnya. Hasil dari *brainstorming* adalah jawaban akhir dari faktor penyebab permasalahan, yang kemudian digambarkan/ dijabarkan di dalam *Fishbone Diagram*. Hasil analisis dari *Fishbone Diagram* dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.



Gambar 3 Fishbone Diagram



Gambar 4 Fishbone Diagram Lanjutan

Pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**, dapat diketahui faktor penyebab terjadinya *waste material* pada tiang pancang adalah karena kondisi tiang pancang yang diterima kurang baik. Hal ini dapat disebabkan karena kualitas beton tiang pancang yang rendah dan proses *loading unloading* yang kurang hati-hati. Kualitas beton tiang pancang yang rendah disebabkan karena beton belum mencapai usia yang seharusnya, namun dapat digunakan karena sudah memenuhi syarat keamanan yang diketahui melalui proses pengujian. Hal sedemikian rupa ini bisa terjadi karena *schedule* yang ketat. *Waste* tiang pancang juga bisa berasal dari sisa hasil implementasinya, yakni tidak seluruh bagian tiang pancang masuk ke dalam tanah. Hal ini dikarenakan kondisi tanah pada tiap titik pancang berbeda-beda.

Waste material beton *ready mix* terjadi karena adanya sebagian kecil beton *ready mix* yang tertinggal di dalam *concrete pump*. Peristiwa ini terjadi karena *viskositas* atau kekentalan beton yang tinggi. Kekentalan beton yang tinggi dapat membuat beton tidak keluar dengan lancar dan tersisa di dalam *concrete pump*.

Waste material pasir dapat terjadi akibat penanganan dan transportasi material yang kurang baik. Hal ini dapat terjadi karena keteledoran pekerja pada saat bongkar muat pasir. Keteledoran ini dapat disebabkan karena kontrol dan pengawasan yang kurang dari pihak *supplier* maupun kontraktor, serta kondisi pekerja dan cuaca yang kurang baik. *Waste* pasir juga dapat terjadi karena penyimpanan material yang kurang baik, sehingga bisa saja material pasir terkikis oleh air maupun angin yang menyebabkan kuantitas atau volumenya berkurang. Hal ini terjadi karena keterbatasan lahan pada lokasi proyek konstruksi.

Penyebab terjadinya *waste material* batu kali adalah karena sisa hasil pembelahan batu yang tidak bisa digunakan lagi. Penyebabnya yaitu hasil pembelahan batu tidak sempurna karena kondisi batu terlalu rapuh atau mudah pecah. Selain itu juga terjadi karena kelebihan kuantitas beli. Kelebihan pembelian ini dapat terjadi karena ketidaktepatan estimasi kebutuhan material. Ketidaktepatan estimasi dapat terjadi akibat kurangnya pengetahuan akan spesifikasi material yang akan dibeli.

dan juga tenaga kerja yang kurang berpengalaman.

Waste material pada keramik terjadi akibat adanya keramik yang rusak/ pecah. Hal ini terjadi karena keramik yang diterima di lapangan dikemas di dalam dus, sehingga kondisi keramik sebelumnya tidak dapat diketahui. Rusaknya keramik dapat terjadi pada saat transportasi material, yakni bisa karena guncangan yang membuat keramik berbenturan satu sama lain bila tidak dikirim dengan penataan yang benar dan aman.

Penyebab *waste galvalum, gypsum board*, alumunium, genteng, bata ringan, dan baja tulangan, dapat terjadi karena sisa hasil pemotongan yang tidak dapat digunakan kembali. Hal ini bisa karena ukuran sisa yang tidak dapat dipakai lagi karena terlalu pendek, hasil potongan yang tidak baik karena pekerja kurang terampil/ kurang berpengalaman, dan juga hasil dari kesalahan pemotongan karena kesalahan informasi maupun keteledoran pekerja. Kesalahan informasi dan keteledoran ini dapat terjadi karena koordinasi dan kontrol yang kurang baik.

KESIMPULAN

Jenis-jenis material yang dominan menimbulkan sisa pada proyek konstruksi berdasarkan analisis Metode Pareto antara lain tiang pancang, tulangan D22, dan tulangan D16. Dengan total biaya sisa dari ketiga jenis material tersebut sebesar Rp 108.303.861,00. Berdasarkan analisis menggunakan *Fishbone Diagram*, faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material pada tiang pancang yakni karena kondisi tiang pancang yang diterima kurang baik, hal ini bisa karena proses loading unloading kurang hati-hati. Selain itu, tidak semua bagian tiang pancang masuk ke dalam tanah karena kondisi pada tiap titik pancang berbeda-beda. Untuk besi tulangan, sisa material yang timbul merupakan hasil sisa dari proses pemotongan tulangan.

SARAN

Untuk mengurangi terjadinya sisa material pada saat pelaksanaan konstruksi, sebaiknya hal-hal yang dapat menyebabkan terjadinya sisa material hendaknya dihindari. Diperlukan juga peningkatan terhadap koordinasi dan pengawasan dalam pengelolaan, pembelian, dan penyimpanan material. Selain itu sebaiknya tenaga yang dipekerjakan sudah memiliki pengalaman dan terampil dalam melakukan pekerjaan.

Bagi mahasiswa yang menggunakan penelitian ini sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut, perlu diperhatikan mengenai pembelian dan ukuran material yang diteliti. Hendaknya dilakukan survey secara tepat dan pengukuran langsung pada obyek penelitian (material) di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. 2010. *Manajemen Produksi Untuk Jasa Konstruksi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Dahlgaard, J.J., Kristensen, K & Kanji, G.K. 2007. *Fundamentals of Total Quality Management*. London: Taylor and Francis.
- Formoso, C.T., et al. 2002. Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. *Journal of Construction Engineering and Management*. pp 316–325.
- Gavilan, R. M., & L.E Bernold. 1994. Source Evaluation of Solid Waste in Building Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*. pp 536 – 552.
- Intan, S. R.S Alifen, L. Arijanto. 2005. Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi : Sumber penyebab, Kuantitas, dan Biaya. *Jurnal Dimensi Teknik Sipil* Vol 7 no 1 hal 36–45.
- Kusuma, V.A. 2010. Evaluasi Sisa Material pada Proyek Gedung Pendidikan dan Laboratorium 8

- Lantai Fakultas Kedokteran UNS
Tahap 1. *Skripsi*. Tidak
dipublikasikan. Surakarta: Universitas
Sebelas Maret.
- Nurlina, S. 2008. *Struktur Beton*. Malang:
Bargie Media.
- Rahmawati, F. D.W Hayati. 2013.
Analisa Sisa Material Konstruksi dan
Penanganannya pada Proyek Gedung
Pendidikan Profesi Guru Universitas
Negeri Surabaya (177K). *Jurnal
Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 K*
181-187.
- Sagel, R., Kole, P & Kusuma,G. 1993.
*Pedoman Pekerjaan Beton
Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*.
Jakarta: Erlangga.
- SNI03-2847-2002. 2002. *Tata Cara
Perhitungan Struktur Beton Untuk
Bangunan Gedung*. Bandung:
Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI07-2052-2002. 2002. *Baja Tulang
Beton..* Bandung: Departemen
Pekerjaan Umum.
- Suseno, H. 2010. *Bahan Bangunan Untuk
Teknik Sipil*. Malang: Bargie Media.