

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	02	02	12 - 23	2017	2252 - 5009

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii

- Vol 2 Nomer 2/rekat/17 (2017)

PEMANFAATAN BATU APUNG DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN LUMPUR SIDOARJO (LUSI) SEBAGAI SUBTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS

Abdul Ra'uf Alfansuri, Arie Wardhono, 01 – 11

ANALISA SISA MATERIAL DAN PENANGANANNYA PADA PROYEK APARTEMEN *ROYAL CITYLOFT* SURABAYA

M. Alfin Ahfiyatna, Didiek Purwadi, 12 – 23



ANALISA SISA MATERIAL DAN PENANGANANNYA PADA PROYEK APARTEMEN ROYAL CITYLOFT SURABAYA

M. Alfin Ahfiyatna

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya,
e-mail: muhammadvind@yahoo.com

Drs. Didiek Purwadi, M.Si

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya,

Abstrak

Pada pelaksanaan proyek, Sisa material (*waste*) tidak dapat dihindari namun dapat diminimalkan jumlahnya. Penyebabnya beragam mulai dari faktor tenaga kerja, desain, metode, hingga pengadaan barang. Pada pelaksanaan proyek apartemen *Royal Cityloft* Surabaya ditemukan sisa-sisa material yang menumpuk pada lokasi proyek seperti besi, pipa, dan kayu. Untuk itu, dibutuhkan perhitungan secara teliti mengenai sisa material yang dihasilkan selama proyek berlangsung baik dari segi jumlah dan biaya.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai *waste level* dan *waste cost*, persentase *waste* terhadap nilai proyek, faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste*, serta upaya penanganan untuk meminimalkan terjadinya sisa material (*waste*).

Dari hasil penelitian, material-material yang memiliki nilai *waste* besar dari hasil analisa pareto diantaranya Besi Ø8, Besi D19, Semen PC, Bata ringan 600x200x100cm Ex. *Blesscon*, Cat *Acrylic Emulsion*, Besi D10, Cat *Acrylic Latex*, Keramik Platinum Ocre White 400x400cm, Besi D16, Multipleks 12mm, Pasir Pasang, Besi D13, Semen Instant UZIN TB, Besi D22, Batako 20x40x10cm, Plamir, Semen Instant UZIN SC dengan sisa material terbesar pada Besi Ø8 dengan nilai *waste level* 19,69% dan *waste cost* Rp. 148.321.150,19. Kemudian, besar persentase *waste* terhadap nilai proyek sebesar 2,750%. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* diantaranya: material yang terlalu cepat datang, kurang pengawasan saat pelaksanaan pekerjaan, adanya perubahan desain, kurangnya pemahaman pekerja terhadap metode pekerjaan, kesalahan metode, material yang tidak tahan dengan cuaca, ruang penyimpanan gudang yang terbatas, petalatan yang tidak valid, adanya pembongkaran di lapangan, kerusakan saat pengangkutan, kehilangan saat pelaksanaan, serta keterlambatan proyek. Upaya penanganan sisa material (*waste*) yang dapat dilakukan diantaranya: membuat rencana perhitungan dan penanganan material sisa, memberikan pelatihan kepada pekerja mengenai metode pekerjaan, penyediaan tempat yang memadai untuk material, penggunaan material untuk peralatan atau pekerjaan lain, pengalihan material ke proyek lain jika masih bisa digunakan, mendaur ulang material kepada pihak lain.

Kata kunci: sisa material, *waste level*, *waste cost*.

Abstract

On construction projects, waste material could not be avoided but could be minimized in quantity. Three are variety causes from manpower factors, designs, methods, and procurements. In project apartment *Royal Cityloft* in Surabaya were found the remnants of material that has accumulated in the project site, such as steels, pipes, and woods. Therefore, we need a thorough calculation of waste materials during construction, both the quantity and cost.

This study aims to find out the value of *waste level* and *waste costs*, the percentage of *waste* toward value of the project, factors that cause *waste*, as well as efforts to minimize waste materials (*waste*).

The research shows that, materials which have a greater value from Pareto analysis are Steel bar Ø8, Steel bar D19, Portland Cement, Brick 600x200x100cm Ex. *Blesscon*, Paint *Acrylic Emulsion*, Steel bar D10, Paint *Acrylic Latex*, Ceramics Platinum Ocre White 400x400cm, Steel bar D16, Multiplex 12mm, Sand, Steel bar D13, Instant Cement UZIN TB, Steel bar D22, Brick 20x40x10cm, Plamir, Instant Cement UZIN SC, with the most waste material is steel bar Ø8 with value of *waste level* by 19.69% and *waste cost* Rp. 148.321.150,19. Then, the percentage of *waste* to the project value is 2.750%. Factors that causing waste materials are: materials that arrives earlier, lack of supervision during working, changes of the design, lack of understanding from workers towards work methods, misuse of methods, materials which are not resistant to weather, storage space is limited, machine and equipment which could not be used, there is demolition on the ground, damage during transport, losses during construction, as well as project delays. The handling of waste material that could be do such as: making a plan for calculation and handling of waste materials, provide a training to workers about methods of work, provide an adequate place for materials, use materials as tools or other work, transfer the materials to another project if it still useful, recycle materials to other parties.

Keywords: waste material, *waste level*, *waste cost*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Material merupakan komponen yang cukup berpengaruh dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek. Lebih dari separuh biaya proyek diserap oleh material yang digunakan dalam pelaksanaan proyek tersebut. Pada pelaksanaan proyek, penggunaan material di lapangan sering menimbulkan adanya waste atau sisa material. Sisa material (*waste*) pada pelaksanaan proyek tidak dapat dihindari namun dapat diminimalkan jumlahnya. Sisa material (*waste*) adalah salah satu masalah serius pada pelaksanaan proyek. Karena itu, usaha meminimalkan sisa material konstruksi diperlukan untuk membantu meningkatkan keuntungan kontraktor dan juga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Gedung apartemen *Royal Cityloft* setinggi 8 lantai dibangun di atas tanah seluas $\pm 3743,668 \text{ m}^2$ pada kawasan perumahan *Royal Residence*. Berdasarkan pengamatan di lapangan pada pelaksanaan proyek, terdapat banyak sisa-sisa material menumpuk pada lokasi penyimpanan material seperti besi, pipa, dan kayu. Penyebabnya adalah tempat penyimpanan material yang kurang memadai serta proses bongkar muat material yang buruk, sehingga menyebabkan penumpukan material yang mengakibatkan kerusakan pada material tersebut. Kerusakan material tersebut merupakan salah satu penyebab terjadinya *waste*.

Sisa material (*waste*) pada proyek ini tidak teridentifikasi jumlahnya sehingga kontraktor tidak mengetahui berapa besar kerugian yang ditimbulkan dari sisa material (*waste*) tersebut. Untuk mengetahui berapa besar kerugian yang ditimbulkan dari sisa material (*waste*), maka dibutuhkan perhitungan secara teliti terhadap sisa material (*waste*) baik dalam segi jumlah (*waste level*) dan biaya (*waste cost*). Perhitungan tersebut dilakukan sebagai bahan pertimbangan agar dalam pelaksanaan proyek dikemudian hari lebih memperhatikan material pada proyek agar dapat lebih meminimalkan terjadinya material sisa (*waste*).

Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dipaparkan diatas, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapakah besar *waste level* dan *waste cost* pada proyek?
2. Berapa besar persentase *waste* terhadap nilai proyek ?
3. Apa saja faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* pada proyek?
4. Upaya penanganan apa yang dapat diambil terhadap *waste* pada proyek?

Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang akan dibahas, tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui berapa besar *waste level* dan *waste cost* tiap material pada proyek.
2. Untuk mengetahui besar persentase *waste* terhadap nilai proyek.
3. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* pada proyek.
4. Mengetahui langkah penanganan yang dapat diambil terhadap *waste* pada proyek.

Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Harga material didasarkan pada harga satuan proyek yang diambil pada RAB dan bukan termasuk material yang bersifat *lump sum*/borongan.
2. Lingkup pekerjaan yang ditinjau hanya berdasarkan dari Material yang disediakan oleh kontraktor.
3. Material yang akan dihitung meliputi pekerjaan struktural dan arsitektural.
4. Material jadi yang dipesan dari pabrik atau supplier, (Pintu Jendela, Sanitair, *Railing*, Kanopi, dan *Sun screen*) tidak dihitung karena tidak menimbulkan *waste*.
5. Material-Material kecil, (Paku, Kawat, Skrup, Baut, Penggantungan, dan Pengunci) tidak dihitung karena memiliki *waste* kecil.

Manfaat

Dari penelitian ini, manfaat yang dapat dipelajari sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti: Dapat menambah ilmu dan wawasan tentang perhitungan *waste level* dan *waste cost* pada proyek apartemen *Royal Cityloft*, serta mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya *waste* pada pelaksanaan proyek.
2. Bagi Mahasiswa: Dapat menjadi referensi mengenai penelitian tentang menghitung besar *waste level* dan *waste cost* yang ditimbulkan pada sebuah pelaksanaan proyek konstruksi untuk dikembangkan mejadi lebih baik lagi.
3. Bagi Kontraktor: Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan suatu referensi dan pertimbangan mengenai perencanaan, perhitungan, pelaksanaan, serta penyediaan material untuk meminimalkan terjadinya *waste* untuk proyek-proyek yang dikerjakan selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Sisa Material Kontruksi

Beberapa definisi tentang sisa material (*waste*), menurut Arnold (dalam Joseph, 1999) *waste* adalah material apapun didalam pelaksanaan proyek yang tidak lagi mempunyai nilai didalam proyek tersebut.

Menurut Chandler (dalam Joseph, 1999) *waste* adalah penggunaan yang berlebihan atau penggunaan yang sia-sisa pada material konstruksi.

Menurut Illingworth dan Thain (dalam Joseph, 1999) *waste* adalah sesuatu yang dapat menyebabkan kehilangan uang didalam pelaksanaan proyek.

Menurut Tchobanoglous et al (dalam Valentino 2010), sisa material dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu:

1. *Demolition waste* adalah sisa material yang timbul dari hasil pembongkaran proses renovasi atau penghancuran bangunan lama.
2. *Construction waste* adalah sisa material konstruksi yang berasal dari proses pembangunan.

Menurut Skoyles (dalam Joseph, 1999), berdasarkan jenisnya sisa material dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

1. Sisa Material Langsung (*Direct Waste*)
Direct waste adalah sisa material yang timbul di proyek karena material yang rusak dan tidak dapat digunakan lagi, yang terdiri dari:
 - a. *Delivery Waste*
Sisa material yang terjadi ketika pengangkutan material di lokasi pekerjaan, termasuk juga pembongkaran dan penempatan pada lokasi penyimpanan.
 - b. *Site Storage Waste*
Sisa material yang terjadi karena penumpukan atau penyimpanan yang buruk pada tempat yang tidak aman pada proyek.
 - c. *Conversion Waste*
Sisa material yang terjadi karena perubahan ukuran yang tidak ekonomis, seperti material kayu, besi, dan sebagainya.
 - d. *Fixing Waste*
Sisa material akibat tercecer, terbuang, dan rusak selama proses pelaksanaan proyek.
 - e. *Cutting Waste*
Sisa material akibat pemotongan bahan akibat ukuran, atau sesuatu benda yang tidak beraturan.
 - f. *Criminal Waste*
Sisa material yang terjadi karena pencurian atau tindakan kriminal di dalam lokasi proyek.
 - g. *Management Waste*
Sisa material akibat pengambilan keputusan yang tidak sesuai atau dari kebimbangan dalam pengambilan keputusan. Hal tersebut terjadi karena struktur organisasi yang lemah dan kurangnya pengawasan pada proyek.
 - h. *Wrong use Waste*
Sisa material akibat pemakaian tipe dan kualitas yang tidak sesuai dengan spesifikasi dalam dokumen kontrak.

i. *Learning Waste*

Sisa material akibat pekerja seperti pekerja tidak terampil atau pekerja magang.

2. Sisa Material Tidak Langsung (*Indirect Waste*)

Indirect waste adalah sisa material yang terjadi dalam bentuk sebagai suatu kehilangan biaya (*moneter loss*), terjadi kelebihan pemakaian volume material dari yang direncanakan, dan tidak terjadi Sisa material secara fisik di lapangan, yang terdiri dari:

a. *Substitution Waste*

Sisa material akibat penggunaan yang menyimpang dari tujuan atau spesifikasi semula, sehingga menyebabkan terjadinya kehilangan biaya.

b. *Production Waste*

Sisa material yang disebabkan kelebihan pemakaian yang diperlukan dan kontraktor tidak berhak mengklaim atas kelebihan volume tersebut karena dasar pembayaran berdasarkan volume kontrak sesuai dengan dokumen kontrak.

c. *Negligence Waste*

Sisa material yang terjadi karena kesalahan di lokasi (*site error*), sehingga kontraktor menggunakan material lebih dari yang ditentukan.

Analisa Sisa Material (*Waste*)

Dalam rangka penelitian untuk menganalisa jumlah *waste* pada proyek dikenal istilah-istilah sebagai berikut, (Farida dkk, 2013):

1. *Waste Level*

Waste level digunakan untuk mengetahui volume *waste* dari masing-masing material yang diteliti. *Waste level* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Waste Level} = \frac{V_{\text{waste}}}{V_{\text{material terpakai}}} \times 100\%$$

untuk menghitung volume *waste* tersebut digunakan rumus:

$$V_{\text{waste}} = V_{\text{material terpakai}} - V_{\text{material terpasang}}$$

2. *Waste cost*

Waste cost dihitung untuk mengetahui jumlah biaya yang terbuang akibat sisa material. *Waste cost* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Waste cost} = \text{Harga Satuan} \times V_{\text{waste}}$$

Upaya Meminimalisasi Sisa Material (*waste*)

salah satu penanganan erhadap sisa material dengan menggunakan konsep 3R yaitu *reduce* (mengurangi), *reuse* (penggunaan ulang), *recycle* (daur ulang) yang dijelaskan sebagai berikut, (Farida dkk, 2013):

1. 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 dengan cara mempersiapkan rencana penanganan sisa material konstruksi.

2. Reuse

Reuse (penggunaan ulang) merupakan proses penggunaan ulang dari sisa material konstruksi yang masih bisa digunakan.

3. Recycle

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

METODE

Lokasi Penelitian

Gedung apartemen *Royal Cityloft* terletak didalam kompleks perumahan *Royal Residence* di jalan Wiyung Surabaya.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan sebagai pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Lembar Wawancara
2. Dokumentasi

Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer
Data primer yang diambil meliputi:
 - a. Wawancara
2. Data Sekunder
 - a. *As Built Drawing*.
 - b. Laporan Logistik.
 - c. Rencana Anggaran Biaya (RAB).

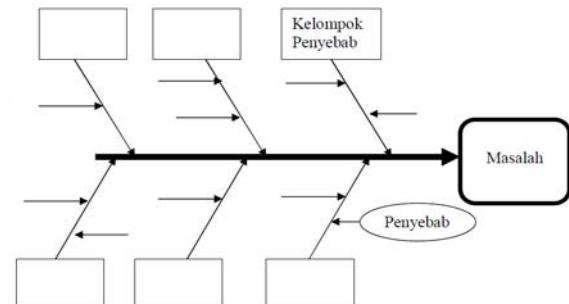
Teknis Analisis Data

1. Memilih Material yang akan Dianalisa.
Material yang dipilih berasal dari pekerjaan struktural dan arsitektural.
2. Menghitung Volume Material Terpasang.
Perhitungan volume material terpasang didapat dari *as built drawing*.
3. Menghitung Volume Material Terpakai.
Perhitungan volume material terpakai didapat dari laporan logistik.
4. Menghitung Sisa Material (Waste).
Perhitungan material sisa dilakukan dengan menghitung *waste level* dan *waste cost*.
5. Memilih Material yang Memiliki Nilai Waste yang Besar.

Material yang telah dihitung diranking dari yang memiliki *waste cost* terbesar hingga terkecil. Kemudian dilakukan analisa pareto untuk mendapatkan material sisa yang berpotensi menyebabkan waste yaitu dengan memilih hasil dari persentase kumulatif dari nilai waste yang kurang dari 80% dari total seluruh material.

6. Mengidentifikasi Penyebab Terjadinya Sisa Material (waste).

Identifikasi penyebab sisa material (waste) dilakukan dengan metode wawancara yang kemudian dianalisa dengan menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone*).



Gambar 1 Diagram Fishbone

Langkah-langkah dalam penyusunan diagram *fishbone* dijelaskan sebagai berikut:

- a. Membuat kerangka Diagram *fishbone* seperti dijelaskan pada gambar 1.
 - b. Merumuskan suatu titik permasalahan yang ditempatkan pada bagian kanan diagram.
 - c. Mencari faktor-faktor utama yang berpengaruh pada permasalahan. Permasalahan dikelompokkan menjadi enam yaitu, *Materials* (bahan baku), *Machines and Equipment* (mesin dan peralatan), *Manpower* (sumber daya manusia), *Management* (manajemen), *Method* (Metode) dan *Environment* (Lingkungan). Jika pada masalah utama tidak ada salah satu dari faktor-faktor tersebut, maka tidak usah dicantumkan.
 - d. Faktor-faktor penyebab masalah yang telah diketahui kemudian dapat digambarkan pada diagram *fishbone*.
- ### 7. Menentukan Upaya Penanganan Sisa Material (waste).

Upaya penanganan sisa material (waste) dilakukan dengan metode wawancara yang didasarkan pada konsep 3R, yaitu *Reduce* (Pengurangan), *Reuse* (Penggunaan ulang), *Recycle* (Daur ulang).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Material yang akan Dianalisa.

Material yang akan dianalisa ditentukan dari pekerjaan sebagai berikut:

Pekerjaan Struktural:

1. Pile cap
2. Sloof

3. Kolom
4. Balok
5. Pelat
6. Dinding Beton
7. Tangga, Rampway, Kolam renang

Material dari pekerjaan Struktural meliputi Beton Ready mix, bekisting, lantai kerja dan besi tulangan.

Pekerjaan Arsitektural:

1. Penutup Lantai
 - a. *Floor Hardener*
 - b. *Waterproofing Membrane*
 - c. *Waterproofing Coating*
 - d. *Dust Proof Paint*
 - e. *Paving block 110x160x80 dan 500x500x80*
 - f. *Cansteen*
 - g. *Pebble wash black*
 - h. PLATINUM OCRA WHITE 400X400
 - i. PLATINUM NIKO GREY 400X400
 - j. PLATINUM ARMANI BLACK 400X400
 - k. PLATINUM CARGO DARK GREY 300X300
 - l. KUDA LAUT MOSAICMASS IS-243 300X300
 - m. PLATINUM LEXUS CREAM 400x400
 - n. PLATINUM STRATA CREAM 400x400
 - o. ASIA TILE MURANO 200X200
 - p. NIRO GRANITE HARDROCK HAWK GHR-06
 - q. CONWOOD DECK 12" D1 300X3050X25
 - r. PLATINUM ALTIC GREY 400X400
2. Dinding
 - a. Bata ringan 600x200x100 Ex. Blesscon
 - b. Batu Bata 200x100x50
 - c. Dinding *gypsumboard 9mm* Ex. Jayaboard.
 - d. Plesteran dan acian
 - e. Keramik dinding PLATINUM NOLIA BASIC 250x400
 - f. Keramik dinding ALMOND GREY 200X333
 - g. Keramik dinding PLATINUM CARGO GREY 300X300
 - h. Pasangan batu Andesit Cirebon 200x400 & 400x400
 - i. Marmer STARWHITE
 - j. Cat Acrylic Emulsion (CENDANA)
 - k. Cat Acrylic Enamel (MOWILEX GLOSS)
 - l. Cat *Waterproof* (PROPAN ULTRAPROOF)
3. Plafond
 - a. Exposed Concrete
 - b. Plafond *gypsumboard 12mm* Ex. Jayaboard
 - c. Kalsiboard 6"6x1200x2400
4. Façade & Penutup Atap
 - a. Plesteran dan acian dinding luar
 - b. Plesteran dinding kasar (Kamprot)
 - c. Cat Dinding Luar
 - d. *Vent block 300x100x150*
 - e. Batu bata tempel terakota
 - f. Genteng GAF Royal Sovereign

g. Penutup Multipleks 9mm

Menghitung Volume Material Terpasang.

Rekapitulasi material terpasang yang dihitung dijelaskan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Volume Material Terpasang

No	Material	Volume	Satuan
1	Semen PC	4.130,56	zak
2	Batako 20x40x10	18.603,91	bh
3	Pasir pasang	654,02	m3
4	Pasir Cor	80,96	m3
5	Batu Pecah	85,13	m3
6	Multiplek 12mm	9.189,66	lbr
7	Rangka Bekisting	410,35	m3
8	Besi Ø8	85.429,68	kg
9	Besi D10	51.912,38	kg
10	Besi D13	74.228,17	kg
11	Besi D16	49.068,53	kg
12	Besi D19	206.473,05	kg
13	Besi D22	32.724,36	kg
14	Wiremesh M5	2.966,91	m2
15	Wiremesh M6	10.814,57	m2
16	Wiremesh M8	2.644,81	m2
17	Beton Ready Mix K-400	4.205,54	m3
18	<i>Floor Hardener</i>	9.581,13	kg
19	<i>Waterproofing Membrane</i>	2.120,16	m2
20	<i>Waterproofing Coating</i>	1.060,98	m2
21	<i>Dust Proof Paint</i>	791,46	m2
22	<i>Paving block 110x160x80</i>	976,34	m2
23	<i>Paving block 500x500x80</i>	177,18	m2
24	<i>Cansteen</i>	348,69	m'
25	<i>Pebble wash black</i>	245,54	m2
26	CONWOOD DECK 12" D1 300X3050X25	118,80	m2
27	MARMER STARWHITE	206,28	m2
28	PLATINUM OCRA WHITE 400X400	4.908,86	m2
29	PLATINUM NIKO GREY 400X400	600,40	m2
30	PLATINUM ARMANI BLACK 400X400	65,27	m2
31	PLATINUM CARGO DARK GREY 300X300	330,18	m2
32	KUDA LAUT MOSAICMASS IS-243 300X300	102,97	m2
33	PLATINUM LEXUS CREAM 400x400	1.033,47	m2
34	PLATINUM STRATA CREAM 400x400	159,46	m2
35	ASIA TILE MURANO 300x300	12,40	m2
36	NIRO GRANITE HARDROCK HAWK GHR-06	867,67	m2
37	PLATINUM ALTIC GREY 400X400	83,68	m2
38	Semen warna, ex AM 50 coloured ceramic grout	2.720,05	kg

No	Material	Volume	Satuan
39	Bata ringan 600x200x100 Ex. Blesscon	10.140,05	bh
40	Batu Bata 200x100x50	23.367,05	bh
41	Semen instant UZIN TB	1.911,41	zak
42	Gypsumboard 9mm Ex. Jayaboard	2.018,56	lbr
43	Rangka metal Stud 76	1.681,25	btg
44	Semen instant UZIN Plaster	12.780,95	zak
45	Semen instant UZIN SC	3.085,06	zak
46	Acrylic Emulsion (CENDANA)	3.950,14	kg
47	Acrylic Enamel (MOWILEX GLOSS)	188,04	kg
48	Waterproof (PROPAN ULTRAPROOF)	140,40	kg
49	Plamir	7.313,82	kg
50	PLATINUM NOLIA BASIC 250x400	1.823,08	m2
51	PLATINUM ALMOND GREY 200X330	229,99	m2
52	PLATINUM CARGO GREY 300x300	662,78	m2
53	Pasangan Batu ANDESIT CIREBON	229,18	m2
54	Besi Ø10	28.483,79	kg
55	GYPSUM BOARD 12x1200x2400 ex. Jayaboard	676,98	lbr
56	KALSIBOARD 6 6x1200x2400	338,28	lbr
57	Rangka Hollow 2x4 cm	1.493,93	btg
58	Rangka Hollow 4x4 cm	884,77	btg
59	Pasangan Vent Block 300x150x100	9.396,00	bh
60	Cat Acrylic Latex MOWILEX WEATHERSHIELD	1.033,72	kg
61	Cat alkali	1.237,99	kg
62	Pasangan Batu bata tempel terakota	434,56	m2
63	Genteng Aspal GAF	954,18	m2
64	Multipleks 9mm	320,52	lbr

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Menghitung Volume Material Terpakai

Rekapitulasi material terpakai yang didatangkan dijelaskan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Volume Pembelian dan Material yang Terpakai

No	Material	Volume	Satuan
1	Semen PC	5.953,00	zak
2	Batako 20x40x10	23.250	bh
3	Pasir pasang	904,50	m3
4	Pasir Cor	105,62	m3
5	Batu Pecah	90,67	m3
6	Multiplek 12mm	3.223	lbr
7	Rangka Bekisting	140,66	m3
8	Besi Ø8	105.678	kg
9	Besi D10	162.155	kg
10	Besi D13	78.462	kg
11	Besi D16	155.813	kg
12	Besi D19	223.232	kg

No	Material	Volume	Satuan
13	Besi D22	35.760	kg
14	Wiremesh M5	3.515,40	m2
15	Wiremesh M6	11.226,60	m2
16	Wiremesh M8	2.903,04	m2
17	Beton Ready Mix K-400	4.223,00	m3
18	Floor Hardener	9.820,00	kg
19	Waterproofing Membrane	2.250,00	m2
20	Waterproofing Coating	1.450,00	m2
21	Dust Proof Paint	870,00	m2
22	Paving block 110x160x80	1.007,00	m2
23	Paving block 500x500x80	180,00	m2
24	Cansteen	362,00	m'
25	Pebble wash black	255,00	m2
26	CONWOOD DECK 12" D1 300X3050X25	126,00	m2
27	MARMER STAR WHITE	210,00	m2
28	PLATINUM OCRA WHITE 400X400	5.808,00	m2
29	PLATINUM NIKO GREY 400X400	672,00	m2
30	PLATINUM ARMANI BLACK 400X400	76,80	m2
31	PLATINUM CARGO DARK GREY 300X300	351,45	m2
32	KUDA LAUT MOSAICMASS IS-243 300X300	110,88	m2
33	PLATINUM LEXUS CREAM 400x400	1.104,00	m2
34	PLATINUM STRATA CREAM 400x400	182,40	m2
35	ASIA TILE MURANO 300x300	14,85	m2
36	NIRO GRANITE HARDROCK HAWK GHR-06	942,84	m2
37	PLATINUM ALTIC GREY 400X400	94,05	m2
38	Semen warna, ex AM 50 coloured ceramic grout	3.225,00	kg
39	Bata ringan 600x200x100 Ex. Blesscon	121.630,00	bh
40	Batu Bata 200x100x50	26.900,00	bh
41	Semen instant UZIN TB	2.150,00	zak
42	Gypsumboard 9mm Ex. Jayaboard	2.170,00	lbr
43	Rangka metal Stud 76	2.010	btg
44	Semen instant UZIN Plaster	12.900,00	zak
45	Semen instant UZIN SC	3.300,00	zak
46	Acrylic Emulsion (CENDANA)	5.000,00	kg
47	Acrylic Enamel (MOWILEX GLOSS)	200,00	kg
48	Waterproof (PROPAN ULTRAPROOF)	175,00	kg
49	Plamir	7.825,00	kg
50	PLATINUM NOLIA BASIC 250x400	1.848,00	m2
51	PLATINUM ALMOND GREY 200X330	326,70	m2
52	PLATINUM CARGO GREY 300x300	693,00	m2
53	Pasangan Batu ANDESIT CIREBON	285,00	m2
54	Besi Ø10	28.830,00	kg

No	Material	Volume	Satuan
55	GYPSUM BOARD 12x1200x2400 ex. Jayaboard	745,00	lbr
56	KALSIBOARD 6 6x1200x2400	450,00	lbr
57	Rangka Hollow 2x4 cm	1.610,00	Btg
58	Rangka Hollow 4x4 cm	975,00	Btg
59	Pasangan Vent Block 300x150x100	9.534,00	Bh
60	Cat Acrylic Latex MOWILEX WEATHERSHIELD	1.700,00	kg
61	Cat alkali	1.340,00	kg
62	Pasangan Batu bata tempel terakota	498,24	m2
63	Genteng Aspal GAF	990,00	m2
64	Multipleks 9mm	344,00	lbr

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Menghitung Sisa Material (Waste)

Perhitungan sisa material (Waste) secara terperinci dilakukan dengan menghitung *waste level* dan *waste cost*. Langkah-langkah perhitungannya diambil contoh pada material Batako 20x40x10 yang dijelaskan sebagai berikut:

Jenis Material = Batako 20x40x10

$V_{\text{material terpasang}} = 18603,91 \text{ bh}$

$V_{\text{material terpakai}} = 23250 \text{ bh}$

Harga Satuan = Rp. 4750,00

$$V_{\text{waste}} = V_{\text{Material Terpakai}} - V_{\text{Material Terpasang}}$$

$$V_{\text{waste}} = 23250 - 18603,91$$

$$= 4646,09 \text{ bh}$$

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{Volume Waste}}{\text{Volume Material Terpakai}} \times 100\%$$

$$= \frac{4646,09}{23250} \times 100\%$$

$$= 19,98 \%$$

$$\text{Waste cost} = \text{Harga Satuan} \times V_{\text{waste}}$$

$$= 4750 \times 4646,09$$

$$= \text{Rp. } 22.068.909,69$$

Persentase waste terhadap nilai proyek dijelaskan sebagai berikut:

Nilai Proyek:

RAB Penawaran = Rp. 46.099.270.000,00

RAB Addendum = $\frac{\text{Rp. } 1.538.613.729,00}{\text{Rp. } 47.637.883.729,00} +$

Nilai Waste = Rp. 1.310.253.729,37

Persentase waste terhadap nilai proyek:

$$= \frac{\text{Rp. } 1.310.253.729,37}{\text{Rp. } 47.637.883.729} \times 100\%$$

$$= 2,750 \%$$

Memilih Material yang Memiliki nilai Waste yang Besar

Untuk menentukan material yang berpotensi memiliki waste yang besar pada proyek, dilakukan dengan meranking material pada tabel yang telah dibuat berdasarkan *waste cost* nya. Sehingga, pada tabel didapatkan secara urut material dengan *waste cost* dari yang terbesar hingga yang terkecil. Kemudian, dilakukan

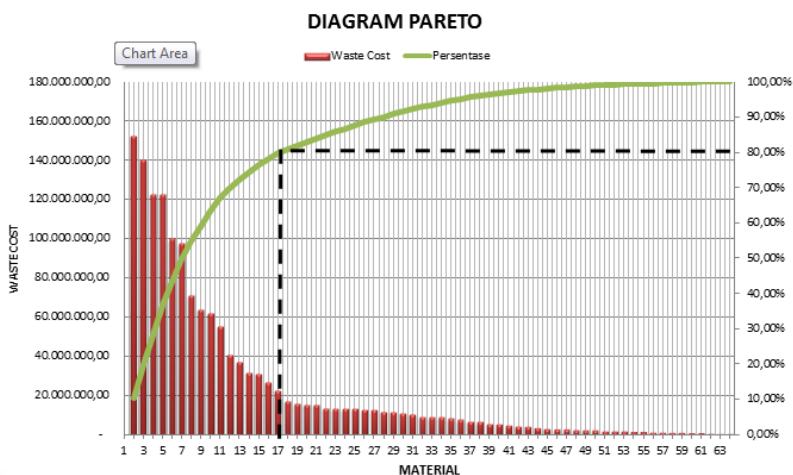
analisa pareto yaitu dengan menambahkan kolom kumulatif nilai dari *waste cost* dan menambahkan kolom persentase Analisa material yang memiliki waste besar dijelaskan pada tabel dan gambar sebagai berikut:

Tabel 3. Analisa Material yang Memiliki Waste Besar

No	Material	Satuan	Waste Cost	Persentase
1	Besi Ø8	Kg	148.321.150,19	11,32%
2	Besi D19	Kg	122.758.756,27	20,69%
3	Semen PC	Zak	122.604.450,45	30,05%
4	Bata ringan 600x200x100 Ex. Blesscon	Bh	99.722.547,79	37,66%
5	Acrylic Emulsion (CENDANA)	Kg	97.426.641,47	45,09%
6	Besi D10	Kg	75.025.702,56	50,82%
7	Cat Acrylic Latex MOWILEX WEATHERSHIELD	Kg	61.830.878,84	55,54%
8	PLATINUM OCRA WHITE 400X400	m2	54.802.583,00	59,72%
9	Besi D16	Kg	49.405.319,48	63,49%
10	Multiplek 12mm	Lbr	47.099.692,27	67,09%
11	Pasir pasang	m3	31.685.115,51	69,50%
12	Besi D13	Kg	31.011.049,91	71,87%
13	Semen instant UZIN TB	Zak	26.245.072,10	73,87%
14	Besi D22	Kg	22.236.051,33	75,57%
15	Batako 20x40x10	Bh	22.068.909,69	77,26%
16	Plamir	Kg	19.567.968,87	78,75%
17	Semen instant UZIN SC	Zak	17.087.334,09	80,05%
18	Beton Ready Mix K-400	m3	15.540.671,18	81,24%
19	KALSIBOARD 6 6x1200x2400	Lbr	15.305.278,47	82,41%
20	Semen warna, ex AM 50 coloured ceramic grout	Kg	13.355.813,10	83,43%
21	NIRO GRANITE HARDROCK HAWK GHR-06	m2	13.069.933,63	84,42%
22	Wiremesh M8	m2	12.524.155,00	85,38%
23	Wiremesh M6	m2	12.340.298,50	86,32%
24	Rangka metal Stud 76	Btg	11.787.331,25	87,22%
25	Rangka Bekisting	m3	11.627.534,52	88,11%
26	Gypsumboard 9mm Ex. Jayaboard	Lbr	11.067.560,00	88,95%
27	Wiremesh M5	m2	10.887.526,50	89,78%
28	Pasangan Batu ANDESIT CIREBON	m2	10.359.635,20	90,58%
29	Waterproofing Coating	m2	8.947.499,68	91,26%
30	Semen instant UZIN Plaster	Zak	8.869.090,90	91,93%
31	MARMER STARWHITE	m2	8.787.384,00	92,61%
32	Genteng Aspal GAF	m2	8.227.137,60	93,23%
33	Waterproofing Membrane	m2	7.465.981,12	93,80%

No	Material	Satuan	Waste Cost	Persentase
34	PLATINUM LEXUS CREAM 400x400	m2	6.615.714,00	94,31%
35	Pasangan Batu bata tempel terakota	m2	6.495.360,00	94,80%
36	GYPSUM BOARD 12x1200x2400 ex. Jayaboard	lbr	5.363.442,71	95,21%
37	PLATINUM ALMOND GREY 200X330	m2	5.178.713,40	95,61%
38	Pasir Cor	m3	4.623.388,46	95,96%
39	PLATINUM NIKO GREY 400X400	m2	4.240.510,00	96,29%
40	Multipleks 9mm	lbr	3.949.790,26	96,59%
41	Cat alkali	kg	3.905.065,30	96,88%
42	Waterproof (PROPAN ULTRAPROOF)	kg	3.211.199,21	97,13%
43	Rangka Hollow 4x4 cm	btg	2.977.529,50	97,36%
44	Rangka Hollow 2x4 cm	btg	2.959.812,63	97,58%
45	CONWOOD DECK 12" D1 300X305X25	m2	2.898.000,00	97,80%
46	Dust Proof Paint	m2	2.709.729,36	98,01%
47	Batu Bata 200x100x50	bh	2.692.108,74	98,22%
48	Besi Ø10	kg	2.535.979,05	98,41%
49	PLATINUM STRATA CREAM 400x400	m2	2.476.373,00	98,60%
50	Paving block 110x160x80	m2	2.467.928,75	98,79%
51	PLATINUM CARGO GREY 300x300	m2	1.806.916,80	98,93%
52	Batu Pecah	m3	1.728.989,76	99,06%
53	Pasangan Vent Block 300x150x100	bh	1.725.000,00	99,19%
54	KUDA LAUT MOSAICMASS IS-243 300X300	m2	1.500.543,00	99,30%
55	Floor Hardener	kg	1.373.531,25	99,41%
56	PLATINUM NOLIA BASIC 250x400	m2	1.334.428,51	99,51%
57	PLATINUM CARGO DARK GREY 300X300	m2	1.272.245,00	99,61%
58	Cansteen	m'	1.147.599,38	99,69%
59	Acrylic Enamel	kg	1.109.496,99	99,78%
60	Pebble wash black	m2	924.324,00	99,85%
61	PLATINUM ARMANI BLACK 400X400	m2	868.497,25	99,92%
62	PLATINUM ALTIC GREY 400X400	m2	710.137,60	99,97%
63	Paving block 500x500x80	m2	259.716,00	99,99%
64	ASIA TILE MURANO 300x300	m2	129.605,00	100,00%

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 2. Analisa Pareto
(Sumber: Hasil Analisis)

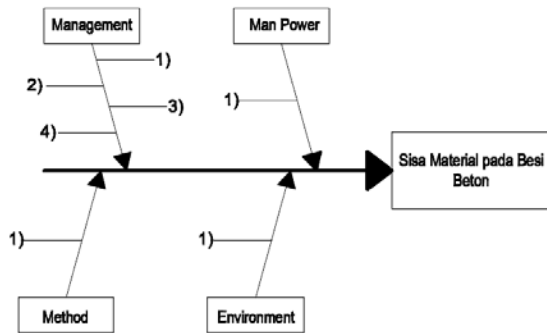
Mengidentifikasi Penyebab Terjadinya Sisa Material (Waste)

Identifikasi penyebab sisa material dilakukan dengan metode wawancara tidak terstruktur terhadap beberapa responden. Dari hasil wawancara tersebut, kemudian dikelompokkan menjadi beberapa akar penyebab yang digambarkan pada diagram *fishbone*. Material yang akan diidentifikasi penyebabnya dari hasil analisa pareto berjumlah 17 yaitu:

1. Besi Ø8
2. Besi D19
3. Semen PC
4. Bata ringan 600x200x100 Ex. Blesscon
5. Acrylic Emulsion (CENDANA)
6. Besi D10
7. Cat Acrylic Latex MOWILEX WEATHERSHIELD
8. PLATINUM OCRA WHITE 400X400
9. Besi D16
10. Multiplek 12mm
11. Pasir pasang
12. Besi D13
13. Semen instant UZIN TB
14. Besi D22
15. Batako 20x40x10
16. Plamir
17. Semen instant UZIN SC

Identifikasi penyebab material sisa dijelaskan sebagai berikut:

Besi Beton (Besi Ø8, Besi D10, Besi D13, Besi D16, Besi D22)



Gambar 3. Diagram *Fishbone* untuk Sisa Material Besi Beton.

(Sumber: Hasil Wawancara)

Management

1. Besi beton datang terlalu cepat.
2. Kurang pengawasan saat pabrikasi tulangan beton.
3. Besi yang telah terpasang tidak segera dicor.
4. Perubahan desain saat pelaksanaan di lapangan.

Man Power

1. Kurangnya pemahaman pekerja terhadap sambungan besi dan pemotongan besi.

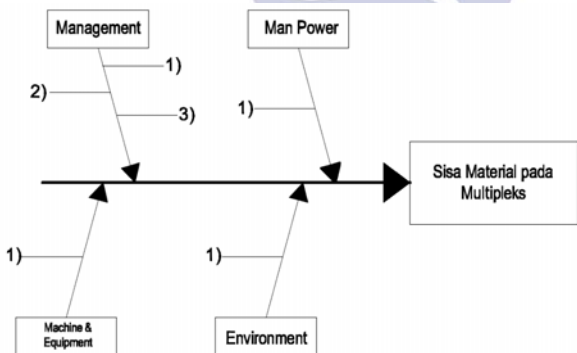
Method

1. Kesalahan ukuran pembengkokan dan pemotongan.

Environment

1. Besi yang tidak tahan dengan cuaca.

Multipleks 12mm



Gambar 4. Diagram *Fishbone* untuk Sisa Material Multipleks.

(Sumber: Hasil Wawancara)

Management

1. Multipleks datang terlalu cepat.
2. Penyimpanan gudang yang terbatas.
3. Kurang pengawasan saat perakitan Pemotongan Bekisting.

Man Power

1. Kurangnya pemahaman pekerja terhadap Metode pelaksanaan bekisting di lapangan.

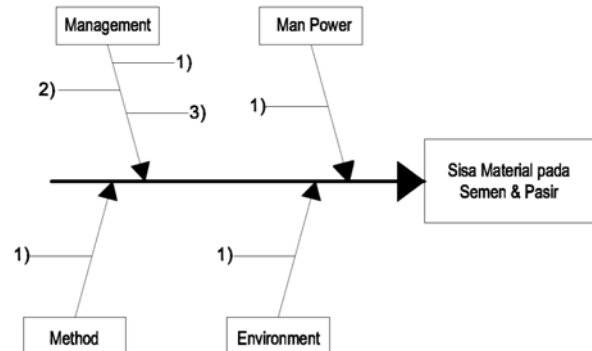
Machine & Equipment

1. Alat Pemotong yang tidak valid.

Environment

1. Multipleks yang tidak tahan dengan air hujan.

Semen & Pasir (Semen PC, Semen UZIN TB, Semen UZIN SC, Pasir Pasang)



Gambar 5. Diagram *Fishbone* untuk Sisa Material Semen dan Pasir.

(Sumber: Hasil Wawancara)

Management

1. Semen & Pasir datang terlalu cepat.
2. Penyimpanan gudang yang terbatas.
3. Adanya pembongkaran ruangan Panel.

Man Power

1. Kurangnya pengalaman pekerja tak terampil.

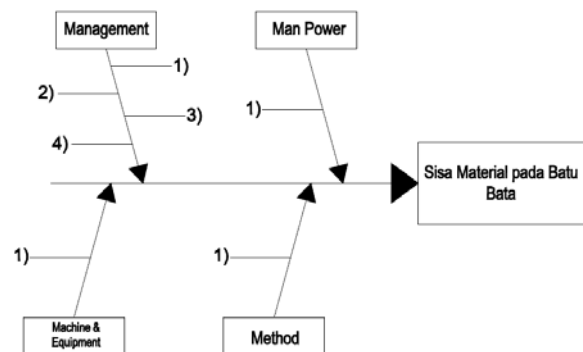
Method

1. Kesalahan pencampuran semen dan pasir:

Environment

1. Pasir yang tidak tahan dengan air hujan:

Batu Bata (Batako, Bata Ringan)



Gambar 6. Diagram *Fishbone* untuk Sisa Material Batu Bata.

(Sumber: Hasil Wawancara)

Management

1. Kerusakan saat pengangkutan ke lokasi proyek.
2. Bata ringan datang terlalu cepat.
3. Kurang pengawasan saat Pemasangan batako & bata ringan.
4. Adanya pembongkaran ruangan Panel:

Man Power

1. Kurangnya pengalaman pekerja tak terampil.

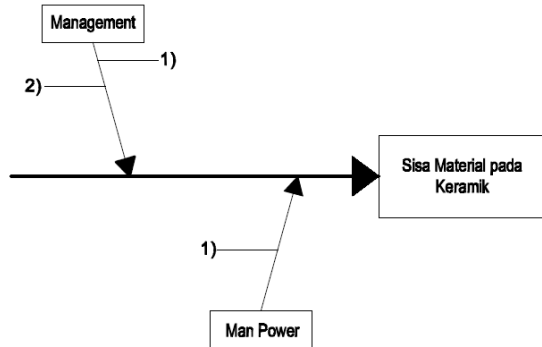
Method

1. Pemasangan bata ringan yang tidak rata.

Machine & Equipment

1. Alat Pemotong yang tidak valid.

Keramik Ocra White 400x400



Gambar 7. Diagram Fishbone untuk Sisa Material Keramik.

(Sumber: Hasil Wawancara)

Management

1. Keramik datang terlalu cepat.
2. Kurang pengawasan saat pemasangan keramik.

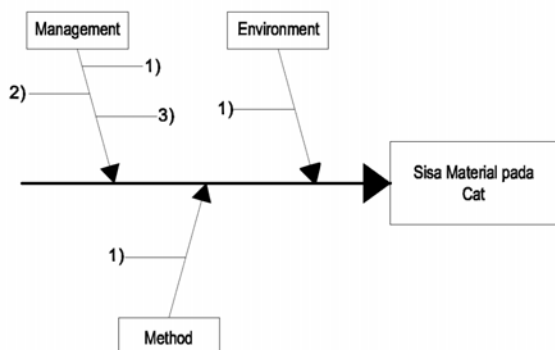
Method

1. Kesalahan Pemasangan Keramik Lantai.

Man Power

1. Kurangnya pengalaman pekerja tak terampil.

Bahan Cat (Acrylic Emulsion, Acrylic Latex, Plamir)



Gambar 8. Diagram Fishbone untuk Sisa Material Bahan Cat.

(Sumber: Hasil Wawancara)

Management

1. Kurang pengawasan saat pengecatan.
2. Kehilangan ember cat saat pelaksanaan.
3. Pelaksanaan proyek yang mengalami keterlambatan selama satu tahun.

Method

- 1) Pelaksanaan pekerjaan dinding, plesteran dan acian yang kurang sempurna.

Environment

1. Pengecatan yang dilaksanakan pada musim hujan.

Menentukan Upaya Penanganan Sisa Material (Waste)

Penanganan sisa material pada proyek didasarkan pada konsep 3R (*Reduce*, *Reuse*, *Recycle*) yang dijelaskan sebagai berikut:

Besi Beton (Besi Ø8, Besi D10, Besi D13, Besi D16, Besi D22)

Reduce

1. Membuat rencana perhitungan *barbending* lebih rinci lagi serta rencana penanganan sisa besi material.
2. Memberikan pelatihan kepada pekerja.
3. Penyediaan tempat untuk besi yang memadai.

Reuse

1. Besi dapat dialihkan ke proyek lain.
2. Jika sisa potongan tidak terlalu kecil, besi dapat dimanfaatkan ke pekerjaan lain

Recycle

1. Sisa besi beton dapat dijual untuk didaur ulang oleh pihak lain.

Multipleks 12mm

Reduce

1. Membuat rencana perhitungan pemotongan bekisting lebih rinci lagi serta rencana penanganan sisa material.
2. Penyediaan tempat yang memadai untuk multipleks.
3. Memberikan pelatihan kepada pekerja kurang terampil.

Reuse

1. Pemanfaatan multipleks sebagai peralatan lain seperti *platform* pada scaffolding, alas untuk katrol sederhana, dll.
2. Multipleks dapat dialihkan ke proyek lain jika masih dalam keadaan utuh.

Recycle

1. Sisa multipleks yang sudah tidak bisa digunakan dapat dijual untuk didaur ulang oleh pihak lain.

Semen & Pasir (Semen PC, Semen UZIN TB, Semen UZIN SC, Pasir Pasang)

Reduce

1. Membuat kesepakatan dengan supplier atau penjual misalnya jika sak semen bocor saat pengangkutan maka menjadi tanggung jawab supplier untuk mengganti.
2. Penyediaan tempat yang memadai untuk semen & pasir.
3. Memberikan pelatihan kepada pekerja kurang.

Reuse

1. Pasir & Semen berlebih dapat dialihkan ke proyek lain jika masih dalam keadaan utuh.

Batu Bata (Batako, Bata Ringan)

Reduce

1. Penyediaan tempat yang memadai untuk batako dan bata ringan.
2. Membuat kesepakatan dengan supplier atau penjual seperti jika batu bata rusak saat pengangkutan maka menjadi tanggung jawab supplier untuk mengganti.
3. Memberikan pelatihan kepada pekerja kurang terampil.

Reuse

1. Penggunaan batako dapat dimanfaatkan sebagai pekerjaan lain seperti badukan, dll.
2. Batu bata/batako dapat dialihkan ke proyek lain jika masih dalam keadaan utuh.

Keramik Ocra White 400x400

Reduce

1. Membuat rencana perhitungan pemotongan keramik lebih rinci lagi serta rencana penanganan sisa keramik pasca proyek nantinya.
2. Penyediaan tempat yang memadai untuk keramik.
3. Membuat kesepakatan dengan supplier atau penjual seperti jika keramik rusak saat pengangkutan maka menjadi tanggung jawab supplier untuk mengganti.
4. Memberikan pelatihan kepada pekerja kurang terampil.

Reuse

1. Keramik dapat dialihkan ke proyek lain jika masih dalam keadaan utuh.

Bahan Cat (Cat Acrylic Emulsion, Acrylic Latex, Plamir)

Reduce

1. Memberikan pelatihan kepada pekerja kurang terampil.

Reuse

1. Sisa Cat dapat dialihkan ke proyek lain.

SIMPULAN DAN SARAN

1. Material yang memiliki nilai waste besar pada proyek Apartement Royal Cityloft diantaranya: Besi Ø8 (waste level 19,69%, waste cost Rp.148.321.150,19), Besi D19 (waste level 7,51%, waste cost Rp. 122.758.756,27), Semen PC (waste level 30,61%, waste cost Rp. 122.604.450,45), Bata ringan 600x200x100 Ex.Blesscon (waste level 9,45%, waste cost Rp. 99.722.547,79), Cat Acrylic Emulsion (waste level 21,00%, waste cost Rp. 97.426.641,47), Besi D10 (waste level 6,32%, waste cost Rp. 75.025.702,56), Cat Acrylic Latex (waste level 39,19%, waste cost Rp. 61.830.878,84), Keramik Platinum Ocra White 400x400 (waste level 15,48%, waste cost Rp. 54.802.583,00), Besi D16 (waste level 4,43%, waste cost Rp. 49.405.319,48), Multipleks 12mm (waste level 4,96%, waste cost Rp. 47.099.692,27), Pasir Pasang (waste level 27,69%, waste cost Rp. 31.685.115,51), Besi D13 (waste level 5,40%, waste cost Rp. 31.011.049,91), Semen Instant UZIN TB (waste level 11,10%, waste cost Rp. 26.245.072,10), Besi D22 (waste level 8,49%, waste cost Rp. 22.236.051,33), Batako 20x40x10 (waste level 19,98%, waste cost Rp. 22.068.909,69), Plamir (waste level 6,53%, waste cost Rp. 19.567.968,87),

Semen Instant UZIN SC (waste level 6,51%, waste cost Rp. 17.087.334,09).

2. Besar persentase waste terhadap nilai proyek adalah 2,750%.
3. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya waste diantaranya: material yang terlalu cepat datang, kurang pengawasan saat pelaksanaan pekerjaan, adanya perubahan desain, kurangnya pemahaman pekerja terhadap metode pekerjaan, kesalahan metode, material yang tidak tahan dengan cuaca, ruang penyimpanan gudang yang terbatas, peralatan yang tidak valid, adanya pembongkaran di lapangan, kerusakan saat pengangkutan, kehilangan saat pelaksanaan, dan keterlambatan proyek.
4. Upaya penanganan sisa material (waste) yang dapat dilakukan diantaranya: membuat rencana perhitungan dan penanganan material sisa, memberikan pelatihan kepada pekerja mengenai metode pekerjaan, penyediaan tempat yang memadai untuk material, penggunaan material untuk peralatan atau pekerjaan lain, pengalihan material ke proyek lain jika masih bisa digunakan, dan mendaur ulang material kepada pihak lain.

Saran

Saran yang bisa diambil dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk meminimalisir terjadinya sisa material, pihak kontraktor sebaiknya lebih memperhatikan perhitungan volume material yang akan dibutuhkan dan dibeli.
2. Pada saat pelaksanaan, pihak kontraktor sebaiknya lebih memperhatikan pengawasan terhadap pekerjaan yang dilaksanakan oleh pekerja di lapangan agar meminimalisir terjadinya kesalahan metode.
3. Perlu adanya pengembangan dengan judul serupa namun yang ditinjau berbeda, misalnya analisa waste bahan bakar pada alat berat/peralatan proyek, analisa waste tenaga kerja pada pelaksanaan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Asad. 2005 "Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi pada Pembangunan Gedung Bertingkat Rendah di Makassar." Group Teknik Sipil, Vol 6.
- Bossink, B. A. G., and Brouwers, H. J. H. 1996 "Construction waste: Quantification and source evaluation." *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol 122, No. 1, 55-60.
- Budiadi, Yohanes. 2008. "Evaluasi Faktor Penyebab, Kuantitas, Akibat dan Tindak Lanjut terhadap Sisa Material pada Proyek Rumah Tinggal." Tesis, Universitas Kristen Petra Surabaya, tidak dipublikasikan.

- Farida, R., Diana W. H. 2013. *"Analisa Sisa Material dan Konstruksi dan Penanganannya pada Proyek Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya."* Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November, tidak dipublikasikan.
- Intan, Suryanto. 2005 *"Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi: Sumber Penyebab, Kuantitas, dan Biaya."* Civil Engineering Dimension, Vol 7, No. 1, 36-45.
- Kusuma, Valentino Arya. 2010. *"Evaluasi Sisa Material pada Proyek Gedung Pendidikan dan Laboratorium 8 Lantai Fakultas Kedokteran UNS tahap 1"*. Skripsi, Universitas Sebelas Maret.
- Samman, Joseph. 1999. *"A Survey Material on Building Sites."* Dissertation, University of Witwatersrand.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

