

## ANALISIS SISA MATERIAL PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK KONSTRUKSI

Rizky Sudiro<sup>1</sup>, Albani Musyafa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia  
Email : sudiro6692@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia  
Email : 955110102@uii.ac.id

### ABSTRAK

*Pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi, tidak akan dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi. Oleh karena itu, dibutuhkan mekanisme pengelolaan, teknologi, sistem penilaian dan pengelolaan sisa material yang komprehensif dan terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sisa material konstruksi yang memiliki banyaknya sisa pada pekerjaan struktur, faktor-faktor penyebab sisa material serta solusi efektif dalam mengatasi sisa material konstruksi yang terjadi. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan di gedung tingkat tinggi di Yogyakarta. Data penelitian diperoleh dengan survei menggunakan kuisioner. Narasumbernya adalah orang-orang yang berhubungan dengan penggunaan material pada pekerjaan struktur seperti pelaksana, cost control engineer, logistik serta gudang. Data diolah dengan analisis perbandingan dan keselarasan data dengan uji konkordansi Kendall, serta penjelasan korelasi antara persentase sisa material pekerjaan struktur dan tindakan pencegahannya dengan uji Spearman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa triplek memiliki kuantitas sisa material yang terbesar pada pekerjaan struktur, penyebab terjadinya sisa material yang dominan adalah perubahan desain, tindakan pencegahan dalam mengatasi sisa material yaitu monitoring pekerjaan.*

**Keywords::** Sisa material, Manajemen konstruksi, Pekerjaan struktur, Konstruksi gedung

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berpenduduk terbanyak keempat di dunia dengan laju pertumbuhan penduduk dan ekonomi yang pesat. Dengan jumlah penduduk 262 juta, laju pertumbuhan 1,38 % pertahun dan pertumbuhan ekonomi sekitar 4.71 % pertahun (BPS, 2016), bangsa ini memerlukan bangunan infrastruktur yang sangat banyak. Salah satu infrastruktur tersebut adalah bangunan gedung. Gedung yang merupakan salah satu bangunan konstruksi memiliki beberapa bagian pekerjaan seperti pekerjaan struktur, arsitektur serta mekanikal elektrik dan plumbing (MEP).

Pekerjaan struktur merupakan pekerjaan awal yang memiliki bagian-bagian yang membentuk bangunan. Setiap proyek konstruksi memerlukan suatu manajemen agar dapat memonitoring metode semua pekerjaan yang dilakukan selama masa

proyek berlangsung. Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya dan mutu (Ahadi, 2011). Material merupakan salah satu komponen penting yang memiliki pengaruh yang sangat erat dengan biaya, mutu dan waktu.

Setiap tahunnya, volume sisa material konstruksi selalu meningkat yang berdampak pada lingkungan, ekonomi dan sosial jangka panjang, serta pasokan lahan semakin berkurang. Oleh karena itu pengelolaan sisa material menjadi sangat penting untuk melindungi kesehatan masyarakat dan ekosistem alami (Yeheyis.M dkk, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: jenis sisa material pada pekerjaan struktur, faktor-faktor penyebabnya serta tindakan untuk mengatasi sisa material.

## SISA MATERIAL

Dalam tahap pelaksanaan, penggunaan material merupakan unsur sumber daya yang sangat penting dalam mewujudkan tujuan perencanaan suatu proyek konstruksi. Akan tetapi beda halnya jika dilihat pada kenyataan di lapangan dimana penggunaan material sering dialokasikan secara tidak optimal dan efisien. Hal ini akan berdampak terhadap banyaknya sisa material yang terbuang dengan sia-sia sehingga menyebabkan penyimpangan anggaran material rencana dengan kondisi aktualnya. Kondisi demikian yang sering disebut dengan istilah sisa material (Thoengsal, 2014).

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya sisa material adalah pengawasan yang kurang, area kerja yang tidak mendukung, peralatan bantu yang kurang memadai, tidak adanya pengklasifikasian bidang pekerjaan, tidak efektifnya jumlah tenaga kerja dalam suatu area kerja, dan kurangnya pengalaman para tukang (Prasetyo dan Septian, 2010),

Pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi, tidak akan dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi. Lebih dari 75% yang dihasilkan oleh industri konstruksi merupakan sisa material yang memiliki nilai residu dan dapat didaur ulang, diselamatkan dan/ atau digunakan kembali. (Yeheyis.M dkk, 2012). Oleh karena itu, dibutuhkan mekanisme pengelolaan, teknologi, sistem penilaian dan pengelolaan sisa material yang komprehensif dan terpadu.

Rencana pengelolaan material dan sisa material yang baik dapat meningkatkan efisiensi dalam logistik konstruksi sekitar 9% serta dapat mengurangi dampak lingkungan (Tischer dkk, 2013).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan cara yang sistematis dalam melakukan pengamatan, pengumpulan data, analisis informasi serta hasil dari analisis. Metode pengumpulan data pada penelitian

ini yaitu dengan menyebarkan kuisioner kepada kontraktor – kontraktor yang ditujukan langsung ke bagian pelaksana, logistik serta gudang untuk mendapatkan informasi tentang persentase sisa material yang ada di proyeknya masing-masing, pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan statistik non-parametrik, yaitu statistik bebas sebaran (tidak mensyaratkan bentuk sebaran parameter populasi, baik normal atau tidak). Selain itu, statistik non-parametrik biasanya menggunakan skala pengukuran sosial, yakni nominal dan ordinal yang umumnya tidak berdistribusi normal.

Kuisioner dalam penelitian ini disusun berdasarkan pada kejadian di lapangan yang berhubungan dengan sisa material, selain itu akan ada beberapa pertanyaan tentang penyebab serta solusi / tindakan pencegahan tentang bagaimana cara meminimalisir terjadinya sisa material. Penilaian responden menggunakan kuisioner dengan kategori jawaban persentase, serta pilihan tingkat sering atau tidak suatu kejadian.

Pada penelitian ini ada beberapa syarat yang dapat dijadikan sebagai responden, dimana syarat ini akan berpengaruh pada hasil penelitian. Ada beberapa syarat yang akan dijadikan sebagai responden yaitu orang-orang yang berhubungan dengan penggunaan material pada pekerjaan struktur seperti pelaksana, cost control engineer, logistik serta gudang.

## RESPONDEN

Dari sisi usia, persentase untuk umur responden yang berkisar 20 s/d 30 tahun sebanyak 51%, sedangkan sisanya masing-masing sebanyak 24% umur responden berkisar 31 s/d 40 dan > 40 tahun. Dari sisi Pendidikan, rata-rata memiliki pendidikan S1 sebanyak 60%, pendidikan SMA/Sederajat sebanyak 33%, dan sisanya untuk SD, SMP dan D3 masing-masing memiliki persentase hanya 3% saja.

Dari sisi jabatan responden, sebanyak 45% responden yang memiliki jabatan sebagai

pelaksana/supervisor, 18% responden yang memiliki jabatan sebagai logistik, dan 8% responden yang memiliki jabatan sebagai gudang. selain itu ada pula yang memiliki jabatan sebagai control engineer, bas borong, pengawas, site manager, dan direktur. Dari sisi pengalaman kerja, sebanyak 21 responden memiliki pengalaman kerja yang masih dibawah 5 tahun dengan persentase 53%, sedangkan untuk responden yang memiliki pengalaman kerja 5 s/d 10 dan 10 s/d 15 tahun masing-masing ada 8 orang dengan persentase 20%, tidak ada responden yang memiliki pengalaman kerja 15 s/d 20 tahun, serta untuk responden yang memiliki pengalaman kerja lebih dari 20 tahun ada sebanyak 3 orang dengan persentase 8%.

Dari sisi banyaknya proyek yang sudah dikerjakan responden, maka ada 22 responden dengan jumlah proyek yang sudah dikerjakan masih dibawah 5 proyek dengan persentase 55%, untuk jumlah 5 s/d

10 proyek ada 8 responden dengan persentase 20%, untuk jumlah proyek 10 s/d 15 ada 5 responden dengan persentase 13%, untuk jumlah proyek 15 s/d 20 hanya 1 responden saja dengan persentase 3%, dan untuk jumlah proyek yang lebih dari 20 ada 4 responden dengan persentase 10%.

### JENIS MATERIAL

Ada beberapa pekerjaan yang terdapat pada pekerjaan struktur, seperti pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran, dimana masing-masing pekerjaan memiliki material yang berbeda-beda sesuai dengan fungsinya. Pada pekerjaan bekisting terdapat 3 jenis material yaitu kayu, triplek dan paku. Adapun untuk pekerjaan pembesian terdapat 2 jenis material yaitu besi beton dan kawat bendrat. Pekerjaan pengecoran memiliki 4 jenis material yaitu beton ready mix, semen, pasir, dan split. Hasil rekap sisa material pada pekerjaan struktur dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Rekap Persentase Sisa Material Pekerjaan Struktur

No	Pekerjaan Struktur	Jenis Material	satuan	N	Median	Mean	Std Deviasi	Mean Rank	Rank
1.	Bekisting	- Kayu	/Batang	40	5%	5,99%	0,058	6,06	3
		- Triplek	/Lembar	40	5%	7,41%	0,082	6,94	1
		- Paku	/Kg	40	4%	6,00%	0,081	5,20	2
2.	Pembesian	- Besi beton	/Batang	40	4%	4,58%	0,033	6,36	4
		- Kawat bendrat	/Roll	40	2%	3,89%	0,042	5,06	5
3.	Pengecoran	- Beton ready mix	/Mixer	40	3%	3,80%	0,035	4,85	6
		- Semen	/Sak	40	2%	2,41%	0,027	3,55	8
		- Pasir	/Rit	40	2%	2,54%	0,031	3,69	7
		- Split	/Rit	40	2%	2,21%	0,024	3,29	9

Dari sembilan material pada pekerjaan struktur tersebut, responden menilai bahwa triplek memiliki tingkat persentase sisa material yang paling tinggi, triplek merupakan salah satu material dalam pekerjaan bekisting, sebagai material yang berfungsi sebagai cetakan, maka material ini sudah tidak digunakan lagi jika beton sudah memiliki umur yang cukup untuk dipisahkan dengan cetakannya. Triplek yang memiliki ukuran m<sup>2</sup> harus direncanakan terlebih dahulu dalam penggunaannya agar pemesanan yang direncanakan sesuai dengan kebutuhan dilapangan. Selain itu, paku juga memiliki tingkat persentase sisa material yang tertinggi kedua setelah triplek, kedua material termasuk dalam pekerjaan bekisting. Sedangkan Split memiliki tingkat persentase sisa material yang paling rendah, dimana split termasuk material dalam pekerjaan pengecoran.

Walaupun jumlah sampel ditambah, ranking atau peringkat tersebut dianggap tetap dan tidak berubah karena pada penelitian ini menggunakan uji Kendall's W untuk menunjukkan bahwa signifikansinya bernilai 0,000 yang berarti urutan tersebut tidak akan berubah secara signifikan. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Hasil uji Kendall's W *Coefficient of Concordance* terhadap persentase sisa material pekerjaan struktur

No.	Keterangan	Nilai
1	N	40
2	Kendall's W <sup>a</sup>	,284
3	Chi-Square	90,801
4	df	8
5	Asymp. Sig.	,000

### **PENYEBAB SISA MATERIAL**

Ada banyak hal yang menyebabkan tingkat persentase sisa material tersebut tinggi, kejadian penyebab itu tidak terlepas dengan

material apa yang digunakan, semakin tinggi kejadian penyebabnya maka semakin tinggi pula tingkat persentase sisa material tersebut, sebaliknya semakin rendah atau jarang kejadian penyebabnya maka semakin rendah pula tingkat persentase sisa material. Berikut ada beberapa kejadian penyebab yang peneliti masukkan dalam kuisisioner, beserta hasil rekapan kejadian penyebab sisa material pekerjaan struktur yang dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Dari delapan belas kejadian penyebab sisa material tersebut, responden menilai bahwa perubahan desain merupakan kejadian penyebab sisa material pekerjaan struktur yang paling tinggi, kemudian bentuk bangunan yang rumit juga merupakan kejadian penyebab yang paling tinggi kedua setelah perubahan desain, ini berarti bahwasanya jika dalam masa pembangunan terdapat banyak perubahan desain maka akan sangat berpengaruh terhadap tingginya tingkat persentase sisa material.

Seperti halnya persentase sisa material, kejadian penyebab juga menggunakan uji kendall's W untuk menunjukkan bahwa hasil responden tersebut dianggap tetap dan tidak akan berubah secara signifikan jika jumlah sampel ditambah, setelah dilakukan pengujian, dapat dilihat tabel 4 dan diperoleh nilai signifikansinya hanya 0,000 yang berarti hasil responden dianggap tetap dan tidak akan berubah secara signifikan.

### **TINDAKAN PENCEGAHAN**

Ada beberapa tindakan yang dapat mencegah maupun mengurangi sisa material pekerjaan struktur, seperti meningkatkan kualitas penyimpanan material, meningkatkan koordinasi antar personil pelaksana proyek dan lain-lain. Semakin sering tindakan pencegahan tersebut dilakukan maka semakin rendah pula tingkat persentase sisa material, sebaliknya semakin jarang tindakan pencegahan tersebut dilakukan maka semakin tinggi pula tingkat persentase sisa material.

Tabel 3 Rekap Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur

No	Kejadian Penyebab sisa material	Median	Mean	Std Deviasi	Ranking	Mean Rank	N
1	Sisa pemotongan tidak dapat digunakan lagi	3	2,85	1,145	3	11,4125	40
2	Metode pemasangan yang kurang tepat	2	2,30	0,911	14	8,625	40
3	Metode pembongkaran yang kurang tepat	2,5	2,85	1,167	3	11,025	40
4	Menggunakan material dengan kualitas rendah	2	2,63	1,125	6	9,6625	40
5	Kesalahan yang dilakukan pekerja	3	2,83	1,010	5	11,1875	40
6	Pengawasan yang kurang intensif	2	2,45	0,986	7	9,05	40
7	Tidak merencanakan penggunaan material dengan baik	2	2,35	0,975	11	8,725	40
8	Material terbuang	2	2,33	1,095	13	9,0625	40
9	Pekerja tidak terampil	2	2,35	0,662	11	8,775	40
10	Material berkarat akibat terlalu lama disimpan	2	2,43	1,059	8	9,1875	40
11	Penyimpanan material yang tidak benar	2	2,18	0,958	17	7,9125	40
12	Membuang atau melempar material secara sengaja atau tidak	2	2,28	0,987	15	8,4	40
13	Perubahan desain	3	3,03	1,143	1	12,0375	40
14	Pemesanan yang tidak sesuai spesifikasi	2	2,05	0,714	18	7,6	40
15	Kesalahan estimasi	2	2,23	0,800	16	8,4125	40
16	Bentuk bangunan yang rumit	3	2,93	0,944	2	11,8875	40
17	Perubahan spesifikasi material	2	2,38	1,055	10	9,1375	40
18	Pemesanan material melebihi kebutuhan	2	2,40	1,033	9	8,9	40

Tabel 4. Hasil uji Kendall's W *Coefficient of Concordance* terhadap Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur

No.	Keterangan	Nilai
1	N	40
2	Kendall's W <sup>a</sup>	,088
3	Chi-Square	60,165
4	df	17
5	Asymp. Sig.	,000

Berikut dapat dilihat pada tabel 5 mengenai apa saja tindakan pencegahan yang dilakukan serta tindakan pencegahan apa yang sering dilakukan menurut responden.

Dari empat belas tindakan pencegahan tersebut, responden menilai bahwa tindakan pencegahan yang efektif agar mengurangi persentase sisa material pekerjaan struktur yaitu dengan melakukan monitoring pekerjaan, hal ini berarti jika monitoring pekerjaan sering dilakukan, maka material dapat diatur dan digunakan sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat meminimalisir terjadinya sisa material pekerjaan struktur pada proyek konstruksi. Tindakan yang efektif lainnya yaitu merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan. Selain itu tindakan pencegahan yang kurang efektif untuk mengurangi persentase sisa material pekerjaan struktur yaitu meminimalisir terjadinya perubahan desain, hal ini sangat jarang dilakukan karena, setiap proyek tetap ada perubahan desain walaupun sedikit, dan itu akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya persentase sisa material.

Uji kendall's W juga dilakukan pada tindakan pencegahan sisa material pekerjaan struktur. Dapat dilihat pada tabel 6 dibawah, dimana setelah dilakukan pengujian diperoleh nilai signifikansi 0,000 yang berarti hasil responden tersebut dianggap tetap dan tidak berubah secara signifikan walaupun ditambah jumlah sampelnya.

### **KORELASI ANTARA SISA MATERIAL DAN TINDAKAN PENCEGAHANNYA**

Pada pekerjaan struktur dibagi menjadi tiga jenis pekerjaan, yaitu pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran. Tiga jenis pekerjaan ini memiliki material yang berbeda-beda sesuai dengan fungsinya. Material tersebut yaitu kayu, paku, triplek, besi beton, kawat bendrat, beton ready mix, pasir, semen dan split. Tidak dipungkiri bahwa setiap pekerjaan konstruksi memiliki resiko terdapat sisa material baik itu banyak maupun sedikit. Oleh karena itu diperlukan tindakan-tindakan efektif yang dapat mengurangi tingkat persentase sisa material pada pekerjaan struktur.

Setiap material memiliki tindakan pencegahan yang berbeda satu sama lainnya, dibutuhkan korelasi atau hubungan antara jenis material dengan tindakan pencegahannya. Uji spearman dapat membantu untuk mencari pendekatan korelasi antara kedua variabel tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengetahui korelasi masing-masing jenis material dengan tindakan pencegahannya sehingga dapat menentukan tindakan yang efektif untuk mengurangi persentase sisa material pekerjaan struktur. Setelah dilakukan pengujian SPSS menggunakan uji spearman maka didapat korelasi yang menunjukkan bahwa ada beberapa tindakan pencegahan yang memiliki korelasi yang tinggi dengan jenis material pekerjaan struktur. Jika arah korelasi tindakan pencegahan bertolak belakang dengan jenis material maka tingkat korelasi kedua jenis variabel

tersebut sangat efektif, contohnya apabila tindakan pencegahan semakin tinggi/sering dilakukan maka tingkat persentase sisa material semakin kecil/rendah. Dari korelasi spearman dapat disimpulkan bahwa material yang sering berkorelasi dengan tindakan pencegahan yaitu semen,

pasir, dan split. Dan untuk material yang memiliki korelasi yang paling tinggi dengan tindakan pencegahannya yaitu meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek terhadap material paku agar tidak mengalami tingkat pemborosan yang tinggi.

Tabel 5. Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur

No	Tindakan Pencegahan	Mean	Median	Std Deviasi	Ranking	Mean Rank	N
1	Meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material	3,58	4	1,010	12	5,9875	40
2	Melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja	4,08	4	0,829	4	8,4125	40
3	Spesifikasi material yang baik dan akurat	3,88	4	0,853	9	7,25	40
4	Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek	4,18	4	0,931	3	8,775	40
5	Merencanakan pemotongan material dengan baik	3,95	4	0,846	5	7,725	40
6	Meningkatkan kualitas penyimpanan material	3,83	4	0,984	11	7,1875	40
7	Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan	4,20	4	0,723	2	9	40
8	Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material	3,95	4	1,061	5	8,175	40
9	Pengecekan secara berkala kuantitas dan volume material secara tepat	3,85	4	1,075	10	7,675	40
10	Membuat perencanaan dalam pemasangan material yang digunakan	3,93	4	0,888	7	7,55	40
11	Meminimalisir terjadinya perubahan desain	3,25	3	1,032	14	4,2875	40
12	Pemberian informasi dan detail gambar yang jelas	3,93	4	0,944	7	7,5	40
13	Meminimalisir terjadinya perubahan spesifikasi material	3,43	4	1,174	13	5,525	40
14	Melakukan monitoring pekerjaan	4,38	5	0,868	1	9,95	40

Tabel 6. Hasil uji Kendall's W *Coefficient of Concordance* terhadap Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur

No.	Keterangan	Nilai
1	N	40
2	Kendall's W <sup>a</sup>	,198
3	Chi-Square	102,835
4	df	13
5	Asymp. Sig.	,000

### SISA MATERIAL DALAM RUPIAH

Telah diketahui sebelumnya pada penelitian ini bahwa persentase sisa material yang paling tinggi adalah triplek yang merupakan salah satu material dari pekerjaan bekisting. Tetapi pada umumnya, suatu perusahaan kontraktor akan lebih mementingkan cara yang dapat menghemat anggaran biaya yang akan dikeluarkan. Oleh karena itu,

akan dibuat perhitungan sisa material dalam bentuk biaya.

Dari hasil perhitungan, didapatkan bahwa jika persentase sisa material dikonversi kedalam bentuk rupiah maka beton *ready mix* adalah material yang memiliki rupiah yang paling tinggi seperti pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Perhitungan Persentase Sisa Material dalam bentuk Rupiah

No.	Pekerjaan	Jenis Material	Spesifikasi Material	Harga	Satuan	Sisa Material	Total Harga	Rank	
1.	Bekisting	- Kayu	Glugu (5x7x300)	20.000	Batang	5,99%	1.200	13	
			Kruing (5x7x400)	68.000	Batang		4.080	10	
		- Triplek	AK merah (4x8) 12 mm	145.000	Lembar	7,41%	10.150	7	
			Film bening (4x8) 18 mm	260.000	Lembar	6,00%	15.600	4	
			- Paku	2", 3", 4"	8.000		Kg	480	15
2.	Pembesian	- Besi beton	P8	40.800	Batang	4,58%	2.040	12	
			D10	65.000	Batang		3.250	11	
			D13	109.700	Batang		5.485	9	
			D16	166.700	Batang		8.335	8	
			D19	204.100	Batang		10.205	6	
		- Kawat bendrat	Bendrat	300.000	Roll	3,89%	12.000	5	
		3.	Pengecoran	- Beton <i>ready mix</i>	F'c = 30	5.313.000	Mixer (7 m3)	3,8%	212.520
- Semen	Semen Bima				41.500	Sak	2,41%	830	14
- Pasir	Merapi				990.000	Rit (6 m3)	2,54%	29.700	2
- Split	Split				1.350.000	Rit (6 m3)	2,21%	27.000	3

Beton *ready mix* dengan menggunakan F'c = 30 dengan harga Rp.759.000/m<sup>3</sup>, untuk penelitian ini satuan digunakan per mixer yang memiliki kapasitas 7 m<sup>3</sup> diperoleh total Rp. 5.313.000. Persentase sisa material beton *ready mix* adalah sebesar 4%, maka diperoleh sisa material dalam rupiah sebesar Rp.212.250/m<sup>3</sup>. Sedangkan paku merupakan material yang memiliki rupiah yang paling rendah jika dikonversi kedalam

bentuk rupiah. Paku dengan menggunakan spesifikasi 2", 3" dan 4" dengan harga Rp. 8.000/Kg. Persentase sisa material paku adalah sebesar 6%, maka diperoleh sisa material dalam rupiah sebesar Rp. 480/Kg.

Dari hasil perhitungan sisa material yang dikonversi kedalam bentuk rupiah, diketahui bahwa terjadinya pemborosan pada material yang memiliki persentase sisa

material tertinggi belum tentu memiliki pemborosan yang tertinggi juga, karena hal itu akan dipengaruhi juga dari besarnya harga satuan material tersebut.

## PEMBAHASAN

Memeriksa operasi konstruksi dan produksi dari sudut pandang logistik dapat memberikan wawasan penting mengenai kinerja rantai pasokan industri. Sifat industri yang memiliki karakter sementara dari organisasinya bertentangan dengan pengetahuan dasar tentang manajemen logistik. Akan tetapi, hal ini seharusnya dapat dijadikan sebagai tantangan eksplorasi bagi keseluruhan industri dan komunitas riset, terutama dengan adanya kepercayaan bahwa manfaat potensial dari perbaikan logistik dapat menghasilkan penghematan yang substansial hingga 30 persen (Vidalakis dkk, 2011). Rencana pengelolaan material dan sisa material yang baik dapat meningkatkan efisiensi dalam logistik konstruksi sekitar 9% serta dapat mengurangi dampak lingkungan (Tischer dkk, 2013).

Di sisi lain, desain konstruksi yang berkelanjutan pada tahap perancangan menyajikan kemungkinan untuk mengurangi secara signifikan volume sisa material konstruksi yang dihasilkan. Pada tahap ini, kita dapat mengidentifikasi dan menghitung volume dan jenis sisa material konstruksi. Berdasarkan hal ini, dimungkinkan untuk mengevaluasi ukuran sebenarnya dari sisa material dan dapat membuat keputusan yang memadai untuk meminimalkan serta mengelola sisa material yang akan terjadi (Kozlovská dan Spišáková, 2013).

Ukuran sebenarnya dari sisa material dapat dilihat jika sisa material tersebut dikonversi dalam bentuk rupiah. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui berapa rupiah yang dikeluarkan dengan adanya sisa material yang terjadi jika dihubungkan dengan biaya yang dikeluarkan. Menurut Harimurti dkk (2016), jenis-jenis material yang dominan menimbulkan sisa material 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.

Dalam hal persentase sisa material, triplek merupakan material yang memiliki tingkat persentase sisa yang tertinggi pada pekerjaan struktur konstruksi. Akan tetapi, hal ini belum bisa menjamin bahwa triplek juga yang memiliki anggaran biaya yang tertinggi terhadap sisa material. Hal ini dibuktikan dengan adanya perhitungan persentase sisa material yang dikonversi ke dalam bentuk rupiah. Setelah dilakukan perhitungan, maka beton ready mix pada pekerjaan pengecoran merupakan material yang memiliki rupiah tertinggi dari material-material lainnya pada pekerjaan struktur yang memiliki biaya Rp. 212.520/mixer dengan persentase sisa material sebanyak 4% per mixer. Oleh karena itu, selain memperhatikan tingkat persentase sisa material tertinggi, sebaiknya kontraktor juga memperhitungkan persentase sisa material yang dikonversi ke dalam bentuk rupiah karena salah satu prioritas dalam pekerjaan konstruksi adalah cara agar pekerjaan konstruksi dapat dilaksanakan dengan biaya yang irit dan efisien.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka pengelolaan sisa material sangat penting dilakukan karena selain untuk meminimalisir terjadinya sisa material, hal tersebut juga sangat berpengaruh terhadap anggaran biaya yang akan dikeluarkan oleh pihak kontraktor pada proyek konstruksi. Apabila pengelolaan sisa material dilakukan dengan benar, maka sisa material akan dapat diminimalisir dan anggaran biaya yang dikeluarkan juga akan dapat ditekan. Sebaliknya, jika pengelolaan sisa material kurang diperhatikan, maka akan dipastikan terjadinya sisa material yang besar serta anggaran biaya yang dikeluarkan juga semakin tinggi.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Triplek memiliki kuantitas sisa material yang terbesar pada pekerjaan struktur, karena triplek memiliki banyak sisa potongan yang tidak akan bisa digunakan untuk pekerjaan bekisting.
2. Perubahan desain merupakan faktor utama kejadian penyebab sisa material pekerjaan struktur yang paling tinggi. Hal ini berarti jika saat pelaksanaan pembangunan terdapat banyak perubahan desain, maka akan sangat berpengaruh terhadap tingginya tingkat persentase sisa material.
3. Melakukan monitoring pekerjaan merupakan solusi efektif dalam mengatasi sisa material konstruksi yang terjadi. Hal ini berarti jika monitoring pekerjaan sering dilakukan, maka material dapat diatur dan digunakan sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat meminimalisir terjadinya sisa material pekerjaan struktur pada proyek konstruksi, terutama melakukan monitoring pekerjaan bekisting untuk material triplek yang memiliki persentase sisa material terbanyak.

## SARAN

Berdasarkan penelitian ini, ada beberapa saran yaitu :

1. Merencanakan kebutuhan material pekerjaan bekisting yang real sesuai dengan kebutuhan di lapangan.
2. Memonitoring pekerjaan secara berkala agar dapat meminimalisir terjadinya sisa material pekerjaan struktur pada proyek konstruksi.
3. Peneliti selanjutnya dapat menganalisis sistem pengendalian sisa material pada pekerjaan arsitektur, MEP, serta landscape pada proyek konstruksi gedung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahadi. 2011. 'Manajemen Proyek'. (<http://www.ilmusipil.com/manajemen-proyek>, diakses 2 April 2017)
- Harimurti, dkk. 2016. 'Analisis Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto Dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang)'. *Jurnal (Online)*. (<http://sipil.studentjournal.ub.ac.id>, diakses, 27 Mei 2017)
- Kozlovská dan Spišáková. 2013. 'Construction waste generation across construction project life-cycle'. *Jurnal (online)*. (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Musyafa, Albani. 2017. 'Pemborosan Material Dan Tindakan Pencegahannya: Survai Pada Proyek Pembangunan Gedung Di Yogyakarta'. *Prosiding Konteks 11 (Online)*. (<https://konteks.id/>, diakses, 27 Januari 2018)
- Prasetyo, M. Arie dan Septian. 2010. 'Analisa Waste Tenaga Kerja Konstruksi Pada Proyek Gedung Bertingkat'. *Jurnal (Online)*. (<http://eprints.undip.ac.id/34305/>, diakses 25 Mei 2017)
- Thoengsal, James, 2014. 'Efisiensi Penggunaan Material Konstruksi Dalam Mereduksi Timbulnya Material Sisa (Waste Material)'. ([http://jamesthoeengsal.blogspot.co.id/p/blog-page\\_20.html](http://jamesthoeengsal.blogspot.co.id/p/blog-page_20.html), diakses 25 Juni 2017).
- Tischer, Andre dkk. 2013. 'Efficient Waste Management in Construction Logistic : a Refurbishment Case Study'. *Jurnal (online)*. (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Vidalakis dkk. 2011. 'The logistics of construction supply chains: the builders' merchant perspective'. *Jurnal*

(online). (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)  
Yeheyis.M dkk. 2012. 'An overview of construction and demolition waste

management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability'. Jurnal. (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017).