



STUDI SISA MATERIAL KONSTRUKSI BERDASARKAN KEPEMILIKAN PROYEK DI INDONESIA

Fajar Susilowati¹ Syafrudin² Agung Nugroho³

^{1,2,3} Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro Semarang

Corresponding Author: fajar.susilowati@untidar.ac.id

Abstract. Sisa material konstruksi merupakan salah satu masalah yang saat ini menimbulkan kekhawatiran atas dampaknya terhadap lingkungan dan sumber daya alam. Penelitian ini menggunakan kuesioner dan observasi dalam pengambilan data di lapangan. Pengolahan data dengan statistik deskriptif dan perankingan. Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa jenis sisa material yang sering terjadi pada proyek pemerintah dan swasta memiliki jenis material sisa yang berbeda. Pada proyek pemerintah, jenis material sisa yang paling banyak adalah aspal yang banyak dipakai pada proyek jalan. Sedangkan pada proyek swasta, material sisa terbanyak adalah kayu/bekisting. Faktor utama penyebab terjadinya sisa material pada proyek konstruksi yang ada pada proyek pemerintah maupun swasta adalah sama, yaitu faktor desain khususnya terjadinya perubahan desain. Tindakan preventif untuk meminimalkan sisa material yang masih belum maksimal dilakukan pada proyek pemerintah dan swasta yaitu penggunaan Kembali material tersisa untuk keperluan lain dan pemberian pelatihan kepada personil konstruksi terhadap material.

Kata kunci: *sisa material, desain, pelatihan*

PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa, pemerintah telah mengatur proyek miliknya agar memenuhi standar sesuai dengan yang diharapkan. Namun demikian tidak dengan proyek swasta, beberapa proyek milik swasta lebih leluasa mengatur pengadaan barang dan jasanya sesuai dengan standar yang mereka miliki. Pada prakteknya beberapa perusahaan swasta juga menggunakan perpres tersebut untuk pengadaan barang dan jasa pada proyek-proyek mereka. Pembangunan infrastruktur telah menciptakan sejumlah besar sisa material konstruksi dan pembongkaran, yang telah menyebabkan masalah lingkungan dan sosial yang parah (Du, dkk., 2020). Namun demikian belum ada peraturan perundangan negara yang mengatur secara khusus terkait pengelolaan sisa material tersebut, peraturan yang ada saat ini hanya berupa standar prosedur yang dibuat parsial sesuai dengan kebutuhan

Sisa material didefinisikan sebagai sesuatu yang lebih dari yang dibutuhkan, baik dalam bentuk pekerjaan maupun bahan bangunan yang tertinggal, berserakan dan rusak sehingga tidak dapat digunakan kembali sesuai fungsinya. Dalam pelaksanaannya proyek konstruksi selalu menimbulkan sisa material konstruksi. Banyak faktor yang menjadi sumber sisa material

konstruksi, termasuk desain, sumber material, penanganan material, implementasi, dan residu. (Pertiwi, dkk., 2019).

Dampak buruk sisa material konstruksi semakin meresahkan masyarakat, sehingga dampak lingkungan terkait daur ulang sisa material konstruksi perlu mendapat perhatian (Mahpour, 2018) (Liu, Nie, & Yuan, 2020). Sejumlah besar sisa material konstruksi yang belum diproses menimbulkan masalah serius, terutama di area konstruksi perumahan, institusi, industri atau komersial. Oleh karena itu, aturan pengelolaan sisa material konstruksi dan pembongkaran mulai diperkenalkan untuk memastikan pengumpulan, penyimpanan, transportasi, pengolahan/pemrosesan, dan pembuangan sisa material terorganisir dan menjadi tanggung jawab semua pemangku kepentingan untuk pengelolaan sisa materialnya (Faruqi & Siddiqui, 2020).

Penelitian ini bermaksud melakukan kajian terhadap pengelolaan sisa material konstruksi pada proyek milik pemerintah dan swasta untuk meminimalkan sisa material konstruksi yang dihasilkan oleh proyek. Hal ini akan berpengaruh pada efisiensi volume dan biaya penggunaan material yang akan dikeluarkan untuk pengadaan material maupun pengelolaan sisa materialnya.



METODE PENELITIAN

Populasi yang digunakan sebagai objek penelitian adalah proyek konstruksi yang sedang beroperasi yang dipilih secara acak diseluruh wilayah Indonesia. Hasil pengumpulan data dilakukan terhadap responden dengan jabatan minimal setara *site manager* yang berasal dari 30 proyek yang tersebar diseluruh Indonesia yang dipilih secara acak. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner, didukung dengan observasi langsung dan wawancara untuk menggali informasi untuk menemukan solusi dari permasalahan penelitian yang ada.

Variabel yang digunakan pada penelitian ini didapat dari studi literatur dan hasil penelitian terdahulu. Ada tiga hal pokok variabel dalam penelitian ini, yaitu jenis sisa material konstruksi dan pembongkaran yang terjadi, faktor penyebab terjadinya dan cara meminimalkan terjadinya sisa material tersebut. Variabel jenis sisa material konstruksi dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variabel Jenis Sisa Material Pembongkaran

No	Jenis Sisa Material Konstruksi	Kode	Referensi
1	Pasir	X1	(Iswinarno, 2017)
2	Batu pecah	X2	
3	Besi tulangan	X3	
4	Beton	X4	(Rachman & Tenriajeng, 2019)(Putra, Damayanti, & Dewi, 2018)
5	Semen	X5	
6	Dinding (batu bata/ bata ringan)	X6	(Devia, dkk., 2010) (Putra, dkk., 2018)
7	Kayu bekisting	X7	
8	Keramik	X8	
9	Mortar	X9	
10	Aspal	X10	

(Sumber: Data Olahan, 2022)

Variabel jenis sisa material konstruksi dan pembongkaran diukur menggunakan skala likert. Selanjutnya berdasarkan hasil yang ada dikategorikan berdasarkan 5 (lima) kriteria seperti pada Tabel 2 sebagai berikut (Iswinarno, 2017), (Uda, Nuswantoro, & Lestari, 2022).

Tabel 2. Kriteria Jenis Sisa Material Pembongkaran

Kategori	Keterangan
Sangat Rendah	terjadi sisa material 0-5% dari material yang diperlukan
Rendah	terjadi sisa material 6-10% dari material yang diperlukan
Sedang	terjadi sisa material 11-15% dari material yang diperlukan
Tinggi	terjadi sisa material 16-20% dari material yang diperlukan
Sangat Tinggi	terjadi sisa material >20% dari material yang diperlukan

Variabel faktor penyebab terjadinya sisa material konstruksi dan pembongkaran dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Variabel Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material

No	Sumber	Kode	Referensi
A	Faktor Desain	Y1	(Iswinarno, 2017) (Devia, dkk., 2010) (Putra, 2018)
1	Terjadinya perubahan desain	Y1.1	
2	Informasi desain yang kurang lengkap	Y1.2	
3	Spesifikasi produk yang tidak jelas	Y1.3	
4	Kesalahan dalam dokumen kontrak	Y1.4	
5	Pemilihan kualitas produk yang rendah	Y1.5	
6	Kurangnya detil ukuran produk yang digunakan	Y1.6	
7	Kurangnya pengetahuan kontraktor tentang konstruksi	Y1.7	
8	Detil gambar yang terlalu rumit	Y1.8	
9	Kurangnya koordinasi dalam perencanaan desain	Y1.9	
B	Faktor Pengadaan	Y2	
10	Kelebihan, dan kekurangan dalam pemesanan material	Y2.1	
11	Kesalahan spesifikasi dalam pemesanan barang	Y2.2	
12	Jumlah pesanan yang tidak memenuhi minimum pemesanan	Y2.3	
13	Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi	Y2.4	



No	Sumber	Kode	Referensi
14	Pengiriman barang yang tidak sesuai dengan spesifikasi	Y2.5	
15	Proses pengemasan barang yang buruk	Y2.6	
16	Pengiriman barang yang tidak sesuai standar	Y2.7	
17	Kerusakan barang akibat proses pengiriman ke lokasi	Y2.8	
18	Volume pesanan yang kurang atau tidak memenuhi standar	Y2.9	
C	Faktor Pelaksanaan	Y3	
19	Kesalahan pelaksanaan oleh tenaga kerja	Y3.1	
20	Dokumen yang tidak lengkap saat pelaksanaan	Y3.2	
21	Perubahan spesifikasi material setelah pelaksanaan	Y3.3	
22	Kecelakaan kerja di lapangan	Y3.4	(Putra, 2018)
23	Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti	Y3.5	(Iswinaro, 2017) (Devia, dkk., 2010)
24	Metode pelaksanaan yang tidak tepat	Y3.6	(Rachman & Tenriajeng, 2019)
25	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik saat pelaksanaan	Y3.7	
26	Pengukuran di lapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume	Y3.8	

(Sumber: Data Olahan, 2022)

Variabel faktor penyebab terjadinya sisa material diukur menggunakan skala likert. Selanjutnya berdasarkan hasil yang ada dikategorikan berdasarkan 5 (lima) kriteria seperti pada Tabel 4 sebagai berikut (Iswinaro, 2017), (Uda, dkk., 2022):

Tabel 4. Kriteria Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material

Kategori	Keterangan
Sangat Rendah	≤20% berdampak terjadinya sisa material
Rendah	21% - 40% berdampak terjadinya sisa material
Sedang	41% - 60% berdampak terjadinya sisa material
Tinggi	61% - 80% berdampak terjadinya sisa material

Kategori	Keterangan
Sangat Tinggi	81% - 100% berdampak terjadinya sisa material

Variabel cara meminimalkan terjadinya sisa material dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Variabel Cara Meminimalkan Terjadinya Sisa Material

No	Cara Meminimalkan Terjadinya Sisa Material	Kode	Referensi
1	Pemberian informasi dan detail gambar yang jelas	Z1	
2	Pemberian pelatihan kepada personil konstruksi terhadap material	Z2	
3	Penentuan spesifikasi material yang akurat	Z3	(Iswinaro, 2017)
4	Pengecekan secara berkala kualitas dan volume material secara tepat dan berkala	Z4	
5	Penggunaan peralatan konstruksi yang lebih efisien	Z5	
6	Peningkatan kualitas manajemen alat dan material	Z6	
7	Pelaksanaan koordinasi dari pihak <i>owner</i> , kontraktor, dan konsultan pengawas	Z7	
8	Penggunaan material tersisa untuk keperluan lain	Z8	(Nugrahardani, dkk., 2017)
9	Perpendekan jarak pengangkutan material dengan pemilihan suplier yang	Z9	



No	Cara Meminimalkan Terjadinya Sisa Material	Kode	Referensi
10	dekat dengan lokasi proyek Peningkatan kinerja pengawasan dari <i>project construction manager</i>	Z10	

(Sumber: Data Olahan, 2022)

Variabel cara meminimalkan terjadinya sisa material diukur menggunakan skala likert. Selanjutnya berdasarkan hasil yang ada dikategorikan berdasarkan 5 (lima) kriteria seperti pada Tabel 6 sebagai berikut (Iswinaro, 2017), (Uda, dkk., 2022):

Tabel 6. Kriteria Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material

Kategori	Keterangan
Sangat jarang/tidak pernah	dilakukan sebanyak $\leq 20\%$ selama proyek berlangsung
Jarang	dilakukan sebanyak 21%-40% selama proyek berlangsung
Kadang-kadang	dilakukan sebanyak 41% - 60% selama proyek berlangsung
Sering	dilakukan sebanyak 61% - 80% selama proyek berlangsung
Sangat Sering	dilakukan sebanyak $> 80\%$ selama proyek berlangsung

Uji validitas dilakukan untuk melihat apakah kuesioner tersebut valid. Cara untuk menguji keefektifan adalah dengan mengaitkan skor kontrak dengan skor keseluruhan. Alat investigasi adalah perbandingan R hitung dan R tabel. Penelitian dianggap valid jika R hitung lebih besar dari R tabel. Perhitungan validitas ini menggunakan aplikasi *software* SPSS (Wijaya & Huda, 2020).

Pada pengujian validitas digunakan rumus *Pearson Product Moment*, yaitu:

$$r_{hitung} = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\}\{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (1)$$

Keterangan:

r_{hitung}	= koefisien korelasi item total
$\sum xi$	= jumlah skor item
$\sum yi$	= jumlah skor total
n	= jumlah responden

Tes reliabilitas berkaitan dengan keakuratan alat ukur. Jika instrumen tersebut cukup baik, stabil (*reliable*) dan dapat diprediksi (*predictable*) cukup dipelihara, maka instrumen tersebut sangat reliabel karena selalu stabil atau dapat dipercaya. Alat reliabilitas ini menggunakan

metode cronbach alpha. Studi dianggap reliabel jika skor Cronbach alpha adalah 0,7. Tes ini menggunakan rumus berikut (Dewi, 2018):

$$r = \left(\frac{k}{k-1}\right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_1^2}\right) \quad (2)$$

Keterangan:

r	= reliabilitas instrumen penelitian
k	= banyak butir pertanyaan
$\sum \sigma_b^2$	= jumlah varian butir
σ_1^2	= jumlah varian total

Penelitian ini dianalisis berdasarkan metode statistik deskriptif. Metode ini dimaksudkan untuk mendeskripsikan profil dari responden, jenis sisa material konstruksi, faktor penyebab sisa material konstruksi dan cara meminimalkan sisa material konstruksi dalam penelitian ini. Pendeskripsian data penelitian diolah berdasarkan perhitungan nilai statistik yaitu *mean*/rata-rata (Hilgers, dkk., 2019):

$$X = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} + \frac{\sum x_i}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

X	= Rata-rata
x_1, x_2, x_3, \dots	= nilai variabel
n	= jumlah variabel

Distribusi frekuensi adalah suatu daftar yang membagi data yang ada ke dalam beberapa kelas. Distribusi frekuensi dalam penelitian ini digunakan untuk mengkategorikan tiap variabel yang ada. Penyusunan distribusi frekuensi menurut bilangan dapat dilakukan melalui beberapa tahap (Nasution, 2017):

a. Menentukan jumlah kelas

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (4)$$

$$K = 1 + 3,331 = 5,921 \approx 6$$

Keterangan:

K	= Banyaknya data
n	= Jumlah data

b. Menghitung *range* (rentang data)

Menentukan *range* dengan mencari selisih data terbesar dengan data terkecil

$$R = H - L. \quad (5)$$

$$R = 5 - 1 = 4$$

Keterangan:

R	= Rentang data (<i>Range</i>)
H	= Data tertinggi
L	= Data terendah

c. Menghitung lebar kelas (*interval class*)

$$C_i = \frac{R}{K} \quad (6)$$



$$C_i = \frac{4}{6} = 0,667 \approx 0,7$$

Keterangan:

C_i = Lebar kelas

d. Menentukan kelas

Setelah tahapan-tahapan distribusi frekuensi terpenuhi, maka tahap selanjutnya yaitu menentukan kategori dari masing-masing pertanyaan variabel. Sehingga didapatkan kategori hasil sebagai berikut.

Tabel 7. Kategori Hasil

Kelas (K)	Batas Kelas	Tanda Kelas	Kategori Sisa Material
1	0,90 – 1,59	1,250	Hampir Tidak Ada/Tidak Menyebabkan Sisa material
2	1,60 – 2,29	1,950	Sangat rendah
3	2,30 – 2,99	2,650	Rendah
4	3,00 – 3,69	3,350	Sedang
5	3,70 – 4,39	4,050	Tinggi
6	4,40 – 5,09	4,750	Sangat tinggi

(Sumber: Data Penelitian, 2022)

Rumus Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Metode pemeringkatan digunakan untuk mengetahui peringkat dari jenis sisa material dan faktor penyebab timbulnya sisa material konstruksi yang ada pada proyek konstruksi. Jawaban atas kuesioner dari responden yang telah ditabulasi kemudian dicari rata-rata untuk setiap itemnya. Skor untuk setiap item kemudian diurutkan berdasarkan nilai tertinggi, sehingga dapat diketahui jenis sisa material dan faktor penyebab timbulnya sisa material pada proyek konstruksi.

HASIL DAN DISKUSI

Jenis Sisa Material

Pengolahan data untuk menentukan jenis sisa material dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata dari jawaban responden untuk mencari peringkat jenis sisa material. Selanjutnya hasil tersebut, dikategorikan terhadap jenis sisa material sesuai dengan Tabel 7. Rekapitulasi hasil kuesioner untuk variabel jenis sisa material untuk mencari jenis material yang memiliki

sisa material paling besar pada proyek pemerintah dan swasta dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Kategori Sisa Material Pada Proyek Pemerintah

No	Jenis Sisa Material	Nilai Rata-rata	Ranking	Kategori
1	Pasir	1,73	6	Sangat Rendah
2	Batu pecah / kerikil	1,67	7	Sangat Rendah
3	Besi tulangan	1,93	3	Sangat Rendah
4	Batu bata/ bata ringan	1,60	9	Sangat Rendah
5	Keramik	1,67	8	Sangat Rendah
6	Kayu / bekisting	2,13	2	Sangat Rendah
7	Beton	1,93	4	Sangat Rendah
8	Semen	1,80	5	Sangat Rendah
9	Mortar	1,60	10	Sangat Rendah
10	Aspal	2,33	1	Sangat Rendah
Rata-rata		1,84		Sangat Rendah
Standar Deviasi		0,24		

(Sumber: Data Penelitian, 2022)

Tabel 9. Kategori Sisa Material Pada Proyek Swasta

No	Jenis Sisa Material	Nilai Rata-rata	Ranking	Kategori
1	Pasir	2,13	8	Sangat Rendah
2	Batu pecah / kerikil	2,13	9	Sangat Rendah
3	Besi tulangan	2,67	2	Rendah
4	Batu bata/ bata ringan	2,53	4	Rendah
5	Keramik	2,53	5	Rendah
6	Kayu / bekisting	2,87	1	Rendah
7	Beton	2,13	10	Sangat Rendah
8	Semen	2,33	7	Rendah
9	Mortar	2,47	6	Rendah
10	Aspal	2,60	3	Rendah
Rata-rata		2,44		Rendah
Standar Deviasi		0,25		

(Sumber: Data Penelitian, 2022)



Berdasarkan Tabel 8 dan Tabel 9 dapat diketahui bahwa proyek pemerintah memiliki nilai rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan proyek swasta dengan rata-rata 1,84 untuk proyek pemerintah dan 2,44 untuk proyek swasta. Pada proyek pemerintah hampir semua sisa material berada pada kategori sangat rendah, dan sisa material yang memiliki nilai rata-rata tertinggi adalah aspal dengan nilai rata-rata 2,33 dan yang memiliki nilai rata-rata terendah adalah mortar dengan nilai rata-rata 1,60. Hal ini disebabkan karena pemerintah saat ini sedang memfokuskan pembangunan pada infrastruktur jalan sehingga banyak proyek pemerintah berupa proyek jalan. Sedangkan pada proyek swasta sebagian besar sisa material berada pada kategori rendah, dan sisa material yang memiliki nilai rata-rata tertinggi adalah kayu/bekisting dengan nilai rata-rata 2,87 dan yang memiliki nilai rata-rata terendah adalah beton dengan nilai rata-rata 2,13. Hal ini disebabkan karena proyek swasta lebih banyak pada proyek meskipun beberapa proyek jalan dan bangunan air juga ada yang dikerjakan oleh pihak swasta. Sehingga jenis material aspal dan kayu/bekisting adalah dua jenis material sisa yang banyak ditemukan pada proyek konstruksi.

Berdasarkan hasil analisis yang didapat, selanjutnya dilakukan perbandingan menurut penelitian-penelitian sebelumnya. Perbandingan dilakukan untuk mendapatkan kesesuaian hasil analisis sisa material. Hasil penelitian pada proyek swasta mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa jenis sisa material yang paling sering terjadi pada proyek konstruksi gedung bertingkat adalah kayu bekisting (Putra, dkk., 2018). Hasil penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa sisa material yang paling dominan adalah *non-consumable material* yang berupa kayu bekisting, kemudian dengan *consumable material* yang terdiri dari besi tulangan (Iswirno, 2017). Namun hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa pada proyek pembangunan gedung, sisa material material besi merupakan sisa material terbesar yang dihasilkan oleh proyek (Mahendra, dkk., 2019). Oleh karena itu antara proyek pemerintah dan swasta memiliki jenis sisa material yang berbeda dan jenis proyek konstruksi juga menentukan jenis sisa materialnya.

Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material

Pengolahan data untuk menentukan faktor penyebab terjadinya sisa material dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata dari jawaban responden untuk mencari peringkat faktor penyebab. Selanjutnya hasil tersebut, dikategorikan terhadap faktor penyebab sisa material

sesuai dengan Tabel 3.7. Rekapitulasi hasil kuesioner untuk variabel faktor penyebab terjadinya sisa material pada proyek pemerintah dan swasta dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11 berikut.

Tabel 10. Kategori Faktor Penyebab Sisa Material Pada Proyek Pemerintah

N o	Faktor Penyebab Sisa Material	Mean	Rang king	Kategori
Faktor Desain				
1	Terjadinya perubahan desain	2,27	1	Sangat Rendah
2	Informasi desain yang kurang lengkap	2,07	4	Sangat Rendah
3	Spesifikasi produk yang tidak jelas	1,73	13	Sangat Rendah
4	Kesalahan dalam dokumen kontrak	1,67	18	Sangat Rendah
5	Pemilihan kualitas produk yang rendah	2,13	2	Sangat Rendah
6	Kurangnya detail ukuran produk yang digunakan	1,67	19	Sangat Rendah
7	Kurangnya pengetahuan kontraktor tentang konstruksi	1,73	14	Sangat Rendah
8	Detail gambar yang terlalu rumit	1,53	22	Tidak Menyebabkan Sisa material
9	Kurangnya koordinasi dalam perencanaan desain	1,87	7	Sangat Rendah
Rata-rata		1,85		Sangat Rendah
Standar Deviasi		0,25		
Faktor Pengadaan				
10	Kelebihan, dan kekurangan dalam pemesanan material	2,13	3	Sangat Rendah
11	Kesalahan spesifikasi dalam pemesanan barang	1,87	8	Sangat Rendah
12	Jumlah pesanan yang tidak memenuhi minimum pemesanan	1,73	15	Sangat Rendah
13	Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi	1,80	11	Sangat Rendah



No	Faktor Penyebab Sisa Material	Mean	Rangking	Kategori
14	Pengiriman barang yang tidak sesuai dengan spesifikasi	1,67	20	Sangat Rendah
15	Proses pengemasan barang yang buruk	1,47	24	Tidak Menyebabkan Sisa material
16	Pengiriman barang yang tidak sesuai standar	1,67	21	Sangat Rendah
17	Kerusakan barang akibat proses pengiriman ke lokasi	1,73	16	Sangat Rendah
18	Volume pesanan yang kurang atau tidak memenuhi standar	1,53	23	Tidak Menyebabkan Sisa material
Rata-rata		1,73		Sangat Rendah
Standar Deviasi		0,19		
Faktor Pelaksanaan				
19	Kesalahan pelaksanaan oleh tenaga kerja	2,00	5	Sangat Rendah
20	Dokumen yang tidak lengkap saat pelaksanaan	1,40	26	Tidak Menyebabkan Sisa material
21	Perubahan spesifikasi material setelah pelaksanaan	1,80	12	Sangat Rendah
22	Kecelakaan kerja di lapangan	1,47	25	Tidak Menyebabkan Sisa material
23	Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti	1,73	17	Sangat Rendah
24	Metode pelaksanaan yang tidak tepat	1,87	9	Sangat Rendah
25	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik saat pelaksanaan	1,87	10	Sangat Rendah
26	Pengukuran di lapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume	1,93	6	Sangat Rendah
Rata-rata		1,76		Sangat Rendah
Standar Deviasi		0,22		

(Sumber: Data Penelitian, 2022)

Tabel 11. Kategori Faktor Penyebab Sisa Material Pada Proyek Swasta

No	Faktor Penyebab Sisa Material	Mean	Rangking	Kategori
Faktor Desain				
1	Terjadinya perubahan desain	2,33	1	Rendah
2	Informasi desain yang kurang lengkap	2,33	2	Rendah
3	Spesifikasi produk yang tidak jelas	2,00	10	Sangat Rendah
4	Kesalahan dalam dokumen kontrak	1,80	16	Sangat Rendah
5	Pemilihan kualitas produk yang rendah	2,33	3	Rendah
6	Kurangnya detil ukuran produk yang digunakan	2,27	6	Sangat Rendah
7	Kurangnya pengetahuan kontraktor tentang konstruksi	1,53	23	Tidak Menyebabkan Sisa material
8	Detil gambar yang terlalu rumit	1,93	12	Sangat Rendah
9	Kurangnya koordinasi dalam perencanaan desain	2,00	11	Sangat Rendah
Rata-rata		2,06		Sangat Rendah
Standar Deviasi		0,28		
Faktor Pengadaan				
10	Kelebihan, dan kekurangan dalam pemesanan material	2,27	7	Sangat Rendah
11	Kesalahan spesifikasi dalam pemesanan barang	1,93	13	Sangat Rendah
12	Jumlah pesanan yang tidak memenuhi minimum pemesanan	1,73	18	Sangat Rendah
13	Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi	1,73	19	Sangat Rendah
14	Pengiriman barang yang tidak sesuai dengan spesifikasi	1,60	21	Sangat Rendah
15	Proses pengemasan barang yang buruk	1,53	24	Tidak Menyebabkan Sisa material
16	Pengiriman barang yang tidak sesuai standar	1,53	25	Tidak Menyebabkan Sisa material



No	Faktor Penyebab Sisa Material	Mean	Rangking	Kategori
17	Kerusakan barang akibat proses pengiriman ke lokasi	1,87	15	Sangat Rendah
18	Volume pesanan yang kurang atau tidak memenuhi standar	1,67	20	Sangat Rendah
Rata-rata		1,76		Sangat Rendah
Standar Deviasi		0,24		
Faktor Pelaksanaan				
19	Kesalahan pelaksanaan oleh tenaga kerja	2,33	4	Rendah
20	Dokumen yang tidak lengkap saat pelaksanaan	1,60	22	Sangat Rendah
21	Perubahan spesifikasi material setelah pelaksanaan	1,80	17	Sangat Rendah
22	Kecelakaan kerja di lapangan	1,53	26	Tidak Menyebabkan Sisa material
23	Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti	1,93	14	Sangat Rendah
24	Metode pelaksanaan yang tidak tepat	2,07	9	Sangat Rendah
25	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik saat pelaksanaan	2,33	5	Rendah
26	Pengukuran di lapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume	2,27	8	Sangat Rendah
Rata-rata		1,98		Sangat Rendah
Standar Deviasi		0,32		

(Sumber: Data Penelitian, 2022)

Berdasarkan Tabel 10 dan Tabel 11 dapat diketahui bahwa faktor penyebab sisa material berdasarkan nilai rata-ratanya memiliki pengaruh sangat rendah terhadap sisa material baik pada proyek swasta maupun pemerintah. Nilai rata-rata tertinggi berada pada faktor disain dimana pada proyek pemerintah nilai rata-ratanya lebih rendah daripada proyek swasta yang artinya bahwa pengaruh faktor terhadap sisa material pada proyek pemerintah lebih kecil daripada pengaruhnya terhadap

proyek swasta. Baik proyek pemerintah dan swasta sama-sama menjelaskan bahwa terjadinya perubahan desain merupakan faktor utama yang mempengaruhi terjadinya sisa material. Faktor-faktor penyebab sisa material pada proyek swasta dan pemerintah berdasarkan kedua tabel diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Desain

Selama konstruksi berlangsung, terkadang terjadi perubahan desain atau perubahan spesifikasi bahkan sebelum proyek dilaksanakan, desain tersebut disepakati bersama. Salah satu penyebabnya adalah perubahan desain karena lahan yang tidak mendukung, seperti perubahan desain pondasi, kolom, dan lain-lain. Ketika beberapa bagian bangunan sudah dilaksanakan, terpaksa dibongkar karena ada perubahan desain. Hal ini menyebabkan terjadinya sisa material.

2. Pengadaan

Saat melakukan wawancara, rata-rata kontraktor membeli bahan dalam jumlah yang banyak. Selain itu, dari beberapa barang dari *supplier* tidak bisa dibeli dalam jumlah sedikit. Hal tersebut yang menyebabkan biaya yang membengkak dan kelebihan material yang menyebabkan sisa material.

3. Pelaksanaan

Faktor pelaksanaan banyak menimbulkan sisa material, seperti kesalahan pada saat pemotongan material sehingga mengakibatkan tidak terpakainya material. Dari hasil wawancara, rata-rata pekerja proyek yang kurang berpengalaman sehingga menyebabkan kesalahan dalam pengerjaan, misalnya ketidakakuratan dalam pengukuran.

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan dilakukan perbandingan menurut penelitian-penelitian sebelumnya. Perbandingan dilakukan untuk mendapatkan kesesuaian hasil analisis faktor penyebab terjadinya sisa material. Berdasarkan penelitian sebelumnya, hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang menjelaskan bahwa faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material proyek gedung adalah perubahan desain, kesalahan estimasi volume pekerjaan, mendesain dengan pola yang rumit, kurangnya kontrol dan kordinasi (Wijaya & Huda, 2020). Hasil penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa faktor paling dominan penyebab timbulnya sisa material konstruksi yaitu perbedaan ukuran material yang disiapkan dengan ukuran material yang dibutuhkan yang merupakan bagian dari faktor desain (Widhiawati, dkk., 2019). Dari perbandingan dengan penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa faktor penyebab terjadinya sisa material yang paling dominan pada proyek konstruksi yaitu faktor yang bersumber dari desain khususnya terjadinya perubahan desain.



Tindakan Preventif Untuk Meminimalkan Terjadinya Sisa Material

Pengolahan data untuk mencari tindakan yang paling sering dilakukan untuk meminimalkan sisa material pada proyek konstruksi dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{mean kuesioner di lapangan}}{\text{nilai tertinggi}} \times 100\%$$

Setelah dilakukan perhitungan, kemudian diurutkan dari persentase yang terbesar ke yang terkecil untuk mendapatkan cara meminimalkan sisa material yang paling sering dilakukan. Berikut ini merupakan tabel kategori dan peringkat dari cara meminimalkan sisa material.

Tabel 12. Kategori Cara Meminimalkan Sisa Material Pada Proyek Pemerintah

N o	Cara Meminimalkan Sisa Material	Mean	Rang king	Persentase Penerapan
1	Pemberian informasi dan detail gambar yang jelas	3,93	3	79%
2	Pemberian pelatihan kepada personil kontruksi terhadap material	3,47	9	69%
3	Penentuan spesifikasi material yang akurat	4,00	1	80%
4	Pengecekan secara berkala kualitas dan volume material secara tepat dan berkala	4,00	2	80%
5	Penggunaan peralatan kontruksi yang lebih efisien	3,60	8	72%
6	Peningkatan kualitas manajemen alat dan material	3,73	5	75%
7	Pelaksanaan koordinasi dari pihak owner, kontraktor, dan konsultan pengawas	3,67	6	73%
8	Penggunaan material tersisa	3,20	10	64%

	untuk keperluan lain			
9	Perpendekan jarak pengangkutan material dengan pemilihan suplier yang dekat dengan lokasi proyek	3,67	7	73%
10	Peningkatan kinerja pengawasan dari project construction manager	3,93	4	79%

(Sumber: Data Penelitian, 2022)

Table 13. Kategori Cara Meminimalkan Sisa Material Pada Proyek Swasta

N o	Cara Meminimalkan Sisa Material	Mean	Rang king	Persentase Penerapan
1	Pemberian informasi dan detail gambar yang jelas	3,53	3	71%
2	Pemberian pelatihan kepada personil kontruksi terhadap material	2,87	9	57%
3	Penentuan spesifikasi material yang akurat	3,20	7	64%
4	Pengecekan secara berkala kualitas dan volume material secara tepat dan berkala	3,60	1	72%
5	Penggunaan peralatan kontruksi yang lebih efisien	3,47	5	69%
6	Peningkatan kualitas manajemen alat dan material	3,53	4	71%
7	Pelaksanaan koordinasi dari pihak owner, kontraktor, dan	3,60	2	72%



	konsultan pengawas			
8	Penggunaan material tersisa untuk keperluan lain	2,87	10	57%
9	Perpendekan jarak pengangkutan material dengan pemilihan suplier yang dekat dengan lokasi proyek	2,93	8	59%
10	Peningkatan kinerja pengawasan dari project construction manager	3,47	6	69%

(Sumber: Data Penelitian, 2022)

Berdasarkan Tabel 12, cara meminimalkan sisa material yang paling sering dilakukan oleh proyek pemerintah adalah *penentuan spesifikasi material yang akurat dan pengecekan secara berkala kualitas dan volume material secara tepat dan berkala* dengan prosentase sama sebesar 80%, sedangkan cara yang masih belum maksimal dilakukan dalam upaya meminimalkan sisa material adalah *penggunaan material tersisa untuk keperluan lain* dengan prosentase hanya sebesar 64%.

Berdasarkan Tabel 13, cara meminimalkan sisa material yang paling sering dilakukan oleh proyek swasta adalah *pengecekan secara berkala kualitas dan volume material secara tepat dan berkala dan pelaksanaan koordinasi dari pihak owner, kontraktor, dan konsultan pengawas* dengan prosentase sama sebesar 72%, sedangkan cara yang masih belum maksimal dilakukan dalam upaya meminimalkan sisa material adalah *penggunaan material tersisa untuk keperluan lain dan pemberian pelatihan kepada personil kontruksi terhadap material* dengan prosentase sama hanya sebesar 64%.

Berdasarkan kedua tabel di atas dapat dijelaskan bahwa proyek pemerintah dan swasta memiliki cara yang sama dalam upaya meminimalkan sisa material yaitu *pengecekan secara berkala kualitas dan volume material secara tepat dan berkala*, untuk mendukung upaya tersebut proyek pemerintah menambahkan upaya *penentuan spesifikasi material yang akurat*, sedangkan pada proyek swasta lebih menekankan pada *pelaksanaan koordinasi dari pihak owner, kontraktor, dan konsultan pengawas*. Namun dengan penerapan cara tersebut masih

perlu upaya untuk memaksimalkan beberapa cara yang masih belum maksimal diterapkan. Cara meminimalkan sisa material yang masih belum maksimal diterapkan oleh proyek pemerintah dan swasta adalah *penggunaan material tersisa untuk keperluan lain*. Dalam hal ini, pada proyek swasta menunjukkan *pemberian pelatihan kepada personil kontruksi terhadap material*, juga masih belum maksimal dilakukan sehingga masih perlu ditingkatkan pelaksanaannya agar dapat mendukung upaya dalam meminimalkan sisa material konstruksi. Oleh karena itu cara meminimalkan sisa material konstruksi perlu peningkatan upaya *penggunaan kembali material tersisa untuk keperluan lain dan pemberian pelatihan kepada personil kontruksi terkait dengan pengelolaan sisa material konstruksi*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis sisa material yang sering terjadi pada proyek pemerintah dan swasta memiliki jenis material sisa yang berbeda. Pada proyek pemerintah, jenis material sisa yang paling banyak adalah aspal yang banyak dipakai pada proyek jalan. Sedangkan pada proyek swasta, material sisa terbanyak adalah kayu/bekisting. Faktor utama penyebab terjadinya sisa material pada proyek konstruksi yang ada pada proyek pemerintah maupun swasta adalah sama, yaitu faktor desain khususnya terjadinya perubahan desain. Tindakan preventif untuk meminimalkan sisa material yang masih belum maksimal dilakukan pada proyek pemerintah dan swasta yaitu *penggunaan material tersisa untuk keperluan lain dan pemberian pelatihan kepada personil kontruksi terhadap material*.

Sisa material merupakan salah satu yang tidak bisa dihindari dalam pelaksanaan proyek, oleh karena itu dibutuhkan berbagai upaya untuk meminimalkan terjadinya sisa material. Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan informasi yang bermanfaat bagi pihak-pihak yang terlibat dalam proyek kontruksi dalam usaha meminimalkan terjadinya sisa material. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya, bisa dilakukan dengan objek penelitian yang lebih luas dan membandingkan antara sebelum dan sesudah adanya perubahan desain.

DAFTAR PUSTAKA

- Devia, Y. P., Unas, S. E., Safrianto, R. W., & Nariswari, W. (2010). Identifikasi Sisa Material Konstruksi Dalam Upaya Memenuhi Bangunan Berkelanjutan (Construction Waste Identification For Complying Sustainable Building). *Rekayasa Sipil*, 4(3), 195–



- 203.
- Dewi, D. A. N. N. (2018). Modul Uji Validitas Dan Hormonal. *Universits diponegoro*, (October).
- Du, L., Feng, Y., Lu, W., Kong, L., & Yang, Z. (2020). Evolutionary game analysis of stakeholders' decision-making behaviours in construction and demolition waste management. *Environmental Impact Assessment Review*, 84(April), 106408. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106408>
- Faruqi, M. H. Z., & Siddiqui, F. Z. (2020). A mini review of construction and demolition waste management in India. *Waste Management and Research*, 38(7), 708–716. <https://doi.org/10.1177/0734242X20916828>
- Hilgers, R.-D., Heussen, N., & Stanzel, S. (2019). *Statistik, deskriptive*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48986-4_2900
- Iswinaro, N. M. (2017). Analisis Pemborosan Material (Material Waste) Pada Proyek Bangunan Gedung Bertingkat Di Daerah Istimewa Yogyakarta. *dspace UII*.
- Liu, J., Nie, J., & Yuan, H. (2020). Interactive decisions of the waste producer and the recycler in construction waste recycling. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120403. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120403>
- Mahpour, A. (2018). Prioritizing barriers to adopt circular economy in construction and demolition waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 134(January), 216–227. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.026>
- Nasution, S. (2017). Konsep Dasar Statistik. *Raudhah*, 05(02), 1–9.
- Nugrahardani, A., Jatmiko, I. S., & Wibowo, M. A. (2017). Evaluasi Material Waste Dan Carbon Footprint Pada Penerapan Green Construction. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 375–384.
- Pertiwi, I. M., Herlambang, F. S., & Kristinayanti, W. S. (2019). Analisis Waste Material Konstruksi Pada Proyek Gedung (Studi Kasus Pada Proyek Gedung Di Kabupaten Badung). *Jurnal Simetrik*, 9(1), 185. <https://doi.org/10.31959/js.v9i1.204>
- Putra, I. G. P. A. S. (2018). Penanganan Waste Material Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat. *Jurnal Spektran*, 6(2), 176–185.
- Putra, I. G. P. A. S. (2021). Penerapan Waste Management pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Civronlit Unbari*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v6i1.76>
- Putra, I. G. P. A. S., Damayanti, G. A. P. C., & Dewi, A. A. D. P. (2018). Penanganan Waste Material Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat. *Jurnal Spektran*, 6(2), 176–185.
- Rachenjantono, E. (2008). Analisa dan Evaluasi Hukum Tentang Jasa Konstruksi. *Badan Pembinaan Hukum Nasional Departemen Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia*, 1–139. Diambil dari https://www.bphn.go.id/data/documents/jasa_konstruksi.pdf
- Rachman, U. D., & Tenriajeng, A. T. (2019). Analisis Pengaruh Faktor-Faktor Penyebab Sisa Material Terhadap Persentase Sisa Material. *Teknika*, 14(2), 75. <https://doi.org/10.26623/teknika.v14i2.1807>
- Reza Mahendra, E., Fajryanti Islami, Z., Damianto, B., Studi Konstruksi Gedung, P., Teknik Sipil, J., Negeri Jakarta, P., ... Beji, K. (2019). Identifikasi Karakteristik Dan Pengelolaan Limbah Material Tahap Konstruksi Pada Pembangunan Proyek Rumah Sakit Emc Tangerang.
- Uda, S. A. K. A., Nuswantoro, W., & Lestari, P. O. (2022). Identifikasi Penanganan Waste Material Berdasarkan Pandangan Kontraktor Dan Konsultan Kota Palangka Raya. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 21(1), 15–25. <https://doi.org/10.35760/dk.2022.v21i1.6150>
- Widhiawati, I. A. R., Astana, Y., & Indrayani, N. L. A. (2019). Kajian Pengelolaan Limbah Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gedung di Bali. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 55–61.
- Wijaya, M. I. R., & Huda, M. (2020). Analisis Penyebab Terjadinya Sisa Material Proyek Gedung Di Surabaya, 8(2), 149–158.