

## ANALISIS SISA MATERIAL PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN THE NEWTON 2

Salsabila Sa'adia Yudha<sup>1</sup>, Moch. Khamim<sup>2</sup>, Akhmad Suryadi<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil<sup>3</sup>

[salsabilasaadia@gmail.com](mailto:salsabilasaadia@gmail.com)<sup>1</sup>, [chamim@polinema.ac.id](mailto:chamim@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [akhmad.suryadi@polinema.ac.id](mailto:akhmad.suryadi@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Pemakaian material di lapangan seringkali menimbulkan sisa material yang cukup besar sehingga perlunya usaha dalam meminimalisir sisa material konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sisa material konstruksi serta faktor penyebab terjadinya sisa material konstruksi yang terjadi pada Proyek Pembangunan Gedung Apartemen The Newton 2. Metode pada penelitian ini menggunakan dua metode, metode parameter *waste* dan metode pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner. Hasil penelitian didapatkan material yang paling berpengaruh terhadap *waste cost* adalah beton ready mix dengan total kerugian sebesar Rp160.799.736,- (seratus enam puluh juta tujuh ratus sembilan puluh sembilan ribu tujuh ratus tiga puluh enam rupiah) dimana nilai tersebut setara dengan *waste level* sebesar 1,37%, yang disebabkan oleh faktor kesalahan pelaksanaan yang diakibatkan oleh tenaga kerja. Upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi hal tersebut adalah melakukan evaluasi terhadap jumlah sisa material yang dihasilkan ketika proyek telah selesai dengan mengidentifikasi penyebab terjadinya sisa material serta melakukan pengawasan yang ketat, dan melakukan penerapan reuse dengan menggunakan kembali sisa material beton ready mix menjadi urugan, *decking* beton, dan *car stopper*. Pemanfaatan sisa material yang memiliki nilai jual dapat diperjualbelikan kembali dengan keuntungan sebesar Rp 229.095.241,- (dua ratus dua puluh sembilan juta sembilan puluh lima ribu dua ratus empat puluh satu rupiah) meliputi besi beton/tulangan, beton ready mix, bata ringan. Sehingga, diharapkan lingkungan dapat terjaga dengan baik serta mengurangi peningkatan biaya.

**Kata kunci** : Sisa Material Konstruksi, *Waste Cost*, Beton Ready Mix, Besi Beton/Tulangan.

### ABSTRACT

*The use of materials in the site project often results in large waste materials so efforts are needed to minimize the waste construction materials. This study aims to analyze the waste construction materials and the factors causing the construction waste that occurred in The Newton 2 Apartment Building Development Project. The method in this study used two methods, the waste parameter method and the data collection method using a questionnaire. The results showed that the material that most contributes to the waste cost is ready mix concrete with a total loss of IDR 160,799,736 (one hundred sixty million seven hundred ninety-nine thousand seven hundred thirty-six rupiahs) where this value is equivalent to a waste level of 1.37%, which was caused by the implementation error factor caused by the workforce. Efforts that can be made to overcome this are to evaluate the amount of residual material produced when the project has been completed by identifying the causes of the occurrence of material waste and carrying out strict supervision, and implementing reuse by reusing the waste ready mix concrete material into backfill, concrete decking, and car stoppers. Utilization of the remaining material which has a sale value can be resell with a profit of IDR 229,095,241 (two hundred twenty-nine million ninety-five thousand two hundred and forty-one rupiahs) including concrete steel/reinforcement, ready mix concrete, bricks. Thus, it is expected that environment can be maintained properly and reduce costs.*

**Keywords** : Construction Material Waste, Waste Cost, Ready Mix Concrete, Reinforcement.

### 1. PENDAHULUAN

Pada proyek konstruksi, salah satu komponen penting dalam melaksanakan suatu proyek yaitu material. Material

konstruksi dapat menjadi sebuah penentuan pengeluaran anggaran biaya pada sebuah proyek. Biaya yang dikeluarkan untuk pembelian material pada suatu proyek dapat berkisar

40-60% dari biaya proyek (Intan et al., 2005). Sehingga, material dan biaya memiliki hubungan erat serta berperan penting dalam menunjang keberlangsungan proyek untuk menggapai suatu keberhasilan. Namun, tidak dapat dipungkiri dalam melaksanakan sebuah proyek konstruksi pastinya terdapat sisa material yang tidak dapat dihindari.

Pada proyek Pembangunan Gedung Apartemen The Newton 2 kerap kali terjadi sisa material proyek. Salah satunya ketika pengadaan pemesanan material beton untuk pekerjaan pengecoran yang melebihi volume yang telah ditentukan. Sehingga, menyebabkan sisa material yang terbuang sia-sia serta peningkatan biaya. Apabila, tidak ada pengendalian dari sebuah pengadaan material, maka dapat merugikan sebuah proyek. Oleh karena itu, upaya dalam meminimalisir sisa material konstruksi diperlukan kecermatan untuk menentukan jumlah kebutuhan material yang akan dipergunakan pada keberlangsungan pekerjaan dari sebuah proyek konstruksi serta perlunya melakukan evaluasi terhadap penggunaan sebuah material konstruksi.

Analisis dan evaluasi sisa material ini dilaksanakan pada proyek Pembangunan Gedung Apartemen The Newton 2 yang memiliki luas lahan sebesar 49,076.00 m<sup>2</sup>. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yaitu berupa kuesioner untuk mengidentifikasi faktor penyebab sisa material dan menganalisa sisa material dengan pendekatan yang dapat digunakan sebagai tolak ukur dalam menghitung sisa material.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif, yang menggambarkan karakteristik subyek yang diteliti. Dalam penelitian ini menggunakan jenis data primer dan data sekunder. Berikut metode pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Data primer, survey dan membagikan kuesioner kepada pihak kontraktor utama yang terlibat langsung dalam objek penelitian pembangunan Gedung Apartemen The Newton 2.
2. Data sekunder, mengumpulkan data – data Proyek Pembangunan Gedung Apartemen The Newton 2 yang berupa rekapitulasi BOQ, laporan bulanan bagain logistik, daftar satuan harga standar guna meninjau harga dari setiap material, data spesifikasi proyek guna mengetahui nilai kontrak hingga luas area.

Untuk mengetahui kuantitas sisa material, dilakukan analisis data – data yang sudah dikumpulkan sebelumnya. Tahapan analisis data diawali dengan menentukan kriteria material yang akan diidentifikasi, setelah itu mengidentifikasi jenis – jenis sisa material dilanjutkan dengan menganalisis *waste level*, *waste cost*, dan *waste*

*index*, serta menganalisis faktor penyebab sisa material dengan riset melalui kuesioner dan membuat upaya penanganan sisa material tersebut. Pengumpulan data dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada pihak *project manager*, *site manager*, *quantity surveyor*, *quality control*, logistik, dan pekerja. Metode analisis data ini menggunakan regresi linier berganda. Pengujian diawali dengan melakukan uji validasi, uji reliabilitas, uji asumsi klasik, dan uji hipotesis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perhitungan Waste Level

*Waste level* ini dihitung untuk mengetahui volume *waste* dari masing-masing material. Analisa *Waste level* pada hasil pengamatan lapangan diperoleh dari volume material siap pakai di lapangan dikurangi dengan volume material disain berdasarkan gambar rencana dan *Bill of Quantity* (BOQ), kemudian dikurangi sisa stok material di lapangan. Hasil analisa kuantitatif ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Waste Level

No.	Material	Satuan	Vol. Material			Waste Level
			Siap Pakai	Terpasang	Sisa	
1	2	3	4	5	6 = (4) - (5)	7 = ((6) / (4)) x 100
1	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Type B	m <sup>2</sup>	892,28	859,98	32,30	3,76
2	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm (Matt)	m <sup>2</sup>	146,73	142,13	4,60	3,24
3	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Type A	m <sup>2</sup>	4749,28	4607,99	141,29	3,07
4	Mortar	kg	30093,31	29225,97	867,34	2,97
5	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Tipe C	m <sup>2</sup>	1217,36	1184,56	32,80	2,77
6	Plafond Gypsum Board tebal 9 mm	m <sup>2</sup>	27076,89	26373,45	703,45	2,67
7	Homogeneous Tile ukuran 150x600 mm (Matt)	m <sup>2</sup>	412,16	402,57	9,59	2,38
8	Bata ringan tebal 75 mm	m <sup>2</sup>	1569,24	1539,85	29,39	1,91
9	Bata ringan tebal 100 mm	m <sup>2</sup>	11421,55	11212,78	208,77	1,86
10	Plafond Gypsum Board tebal 12 mm	m <sup>2</sup>	202,28	198,86	3,42	1,72
11	Besi Beton/ Tulangan D25	kg	393115,38	386547,94	6567,44	1,70
12	Besi Beton/ Tulangan D19	kg	326459,77	321084,37	5375,40	1,67
13	Bata ringan tebal 2 x 75 mm	m <sup>2</sup>	495,52	487,42	8,10	1,66
14	Besi Beton/ Tulangan D10	kg	439382,71	432792,91	6589,80	1,52
15	Bata ringan tebal 125 mm	m <sup>2</sup>	6324,78	6232,27	92,51	1,48
16	Besi Beton/ Tulangan D22	kg	184862,46	182173,29	2689,17	1,48
17	Ready Mix	m <sup>3</sup>	11971,10	11809,24	161,86	1,37
18	Besi Beton/ Tulangan D13	kg	324706,24	320512,88	4193,36	1,31
19	Besi Beton/ Tulangan D16	kg	405798,19	401004,13	4794,06	1,20
20	Besi Beton/ Tulangan D32	kg	471796,23	467633,80	4162,43	0,89

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan analisa pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa *waste level* yang paling dominan adalah Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Type B dengan *waste level* sebesar 3,76%.

### 3.2 Perhitungan Waste Cost

Perhitungan *waste cost* bertujuan untuk menghitung biaya yang terkait dengan kerugian pembelian material yang dihasilkan selama proyek berlangsung terhadap nilai kontrak. *Waste cost* juga dapat membantu pengelola proyek dalam merencanakan strategi pengurangan limbah dan penghematan biaya. Perhitungan *waste cost* pada penelitian hanya menggunakan metode pendekatan, tidak sampai menghitung *true cost of waste*. Hasil perhitungan *waste cost* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perhitungan *Waste Cost*

No.	Material	Sat.	Vol. Material Logistik	Harga Material (Rp)	Waste Level (%)	Jumlah Harga	Bobot Pekerjaan	Waste Cost
1	2	3	4	5	6	7 = (4) x (5)	8 = (7) / Nilai Kontrak	9 = (6) x (8) x Nilai Kontrak
1	Ready Mix	m <sup>3</sup>	11971,10	Rp 980.000,00	1,37	Rp 11.731.679.960	0,072480	Rp 160.799.736,42
2	Plafond Gypsum Board tebal 9 mm	m <sup>2</sup>	27076,89	Rp 160.000,00	2,67	Rp 4.332.302.880	0,026766	Rp 115.553.401,77
3	Besi Beton/ Tulangan D10	kg	439382,71	Rp 14.180,00	1,52	Rp 6.230.446.828	0,038493	Rp 94.866.124,33
4	Besi Beton/ Tulangan D25	kg	393115,38	Rp 14.180,00	1,70	Rp 5.574.376.088	0,034439	Rp 94.708.575,57
5	Besi Beton/ Tulangan D19	kg	326459,77	Rp 14.180,00	1,67	Rp 4.629.199.539	0,028600	Rp 77.499.277,92
6	Besi Beton/ Tulangan D16	kg	405798,19	Rp 14.180,00	1,20	Rp 5.754.218.334	0,035550	Rp 68.792.480,83
7	Besi Beton/ Tulangan D13	kg	324706,24	Rp 14.250,00	1,31	Rp 4.627.063.920	0,028587	Rp 60.537.239,35
8	Besi Beton/ Tulangan D32	kg	471796,23	Rp 14.180,00	0,89	Rp 6.690.070.541	0,041332	Rp 59.548.683,87
9	Bata ringan tebal 100 mm	m <sup>2</sup>	11421,55	Rp 185.000,00	1,86	Rp 2.112.986.750	0,013054	Rp 39.340.972,78
10	Besi Beton/ Tulangan D22	kg	184862,46	Rp 14.180,00	1,48	Rp 2.621.349.683	0,016195	Rp 38.695.370,25
11	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Type A	m <sup>2</sup>	4749,28	Rp 210.000,00	3,07	Rp 997.348.800	0,006162	Rp 30.581.626,58
12	Bata ringan tebal 125 mm	m <sup>2</sup>	6324,78	Rp 200.000,00	1,48	Rp 1.264.956.000	0,007815	Rp 18.777.375,10
13	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Type C	m <sup>2</sup>	1217,36	Rp 250.000,00	2,77	Rp 304.340.000	0,001880	Rp 8.427.471,58
14	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Type B	m <sup>2</sup>	892,28	Rp 195.000,00	3,76	Rp 173.994.600	0,001075	Rp 6.535.283,90
15	Bata ringan tebal 75 mm	m <sup>2</sup>	1569,24	Rp 165.000,00	1,91	Rp 258.924.600	0,001600	Rp 4.941.929,16
16	Homogeneous Tile ukuran 150x600 mm (Matt)	m <sup>2</sup>	412,16	Rp 320.000,00	2,38	Rp 131.891.200	0,000815	Rp 3.141.896,75
17	Bata ringan tebal 2 x 75 mm	m <sup>2</sup>	495,52	Rp 260.000,00	1,66	Rp 128.835.200	0,000796	Rp 2.142.173,37
18	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm (Matt)	m <sup>2</sup>	146,73	Rp 315.000,00	3,24	Rp 46.219.950	0,000286	Rp 1.495.560,79
19	Plafond Gypsum Board tebal 12 mm	m <sup>2</sup>	202,28	Rp 140.000,00	1,72	Rp 28.319.200	0,000175	Rp 487.034,42
Total								Rp 994.922.419,63

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa material yang memiliki *waste cost* terbesar adalah Ready Mix sebesar Rp 160.799.736,42. Namun, di sisi lain Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Type B memiliki *waste level* yang besar. Sehingga dapat disimpulkan, bahwa semakin tinggi bobot pekerjaan dan *waste level* maka, akan semakin tinggi pula *waste cost* yang akan terbentuk.

### 3.3 Perhitungan Waste Index

*Waste index* sendiri merupakan perbandingan antara material yang terpakai selama pembangunan dengan luasan proyek.

Adapun perhitungan *waste index* untuk Pembangunan proyek Apartemen The Newton 2 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Waste Index} &= \frac{W \cdot \text{Proyek}}{GFA} \\
 &= \frac{5 \times 4 \times 4 \times 128}{49.076} \\
 &= 0,209 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Nilai *waste* yang didapatkan dapat diartikan bahwa setiap 0,209 m<sup>3</sup> dari lahan proyek terbentuk *waste* sebesar.

### 3.4 Uji Validitas

Pada uji validitas, sampel yang digunakan sebanyak 16 responden yang merupakan staff kontraktor utama pada proyek Pembangunan Gedung The Apartemen The Newton 2. Berikut adalah hasil pengujian validitas dari program bantu SPSS seperti pada Tabel 3 - Tabel 5.

**Tabel 3.** Uji Validitas Variabel Faktor (X)

Variabel	Indikator	Perbandingan Rh dengan Rt	Status
Desain (X1)	X1.1	0,610 > 0,532	Valid
	X1.2	0,590 > 0,532	Valid
	X1.3	0,587 > 0,532	Valid
	X1.4	0,606 > 0,532	Valid
	X1.5	0,707 > 0,532	Valid
	X1.6	0,843 > 0,532	Valid
Pengadaan (X2)	X2.1	0,885 > 0,532	Valid
	X2.2	0,730 > 0,532	Valid
	X2.3	0,844 > 0,532	Valid
Penanganan (X3)	X3.1	0,830 > 0,532	Valid
	X3.2	0,691 > 0,532	Valid
	X3.3	0,728 > 0,532	Valid
	X3.4	0,827 > 0,532	Valid
Pelaksanaan (X4)	X4.1	0,654 > 0,532	Valid
	X4.2	0,705 > 0,532	Valid
	X4.3	0,625 > 0,532	Valid
	X4.4	0,787 > 0,532	Valid

**Tabel 4.** Uji Validitas Variabel Faktor Lanjutan (X)

Variabel	Indikator	Perbandingan Rh dengan Rt	Status
Pelaksanaan (X4)	X4.5	0,732 > 0,532	Valid
	X4.6	0,720 > 0,532	Valid
	X4.7	0,759 > 0,532	Valid
	X4.8	0,573 > 0,532	Valid
	X4.9	0,643 > 0,532	Valid
Residual (Sisa) (X5)	X5.1	0,790 > 0,532	Valid
	X5.2	0,807 > 0,532	Valid
	X5.3	0,870 > 0,532	Valid
Pengelolaan (X6)	X5.4	0,793 > 0,532	Valid
	X6.1	0,930 > 0,532	Valid
	X6.2	0,927 > 0,532	Valid

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

**Tabel 5.** Uji Validitas Variabel Efisiensi Pemakaian Material (Y)

Variabel	Indikator	Perbandingan Rh dengan Rt	Status
Peningkatan Biaya	Y1.1	0,696 > 0,532	Valid
	Y1.2	0,611 > 0,532	Valid
Material (Y)	Y1.3	0,728 > 0,532	Valid
	Y1.4	0,889 > 0,532	Valid

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil pada Tabel 3 - Tabel 5, menunjukkan bahwa seluruh variabel dengan tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ) dan nilai  $Rt = 0,532$  (nilai  $Rt$  untuk  $n = 16$ ) dinyatakan valid, karena hasil validitas dari seluruh variabel menunjukkan  $Rh > Rt$ . Dengan demikian, item pertanyaan pada instrumen penelitian valid untuk digunakan sebagai alat pengumpul data.

**3.5 Uji Reliabilitas**

Perhitungan pengujian reliabilitas pada penelitian ini menggunakan software SPSS dengan rumus *Cronbach's Alpha* yang memiliki nilai  $> 0,7$ . Adapun hasil uji reliabilitas yang telah dilakukan yang disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Uji Reliabilitas Variabel Faktor (X) dengan Efisiensi Pemakaian Material (Y)

Variabel	Cronbach's Alpha	N of Items	Hasil
Desain (X1)	0,730	6	Reliabel
Pengadaan (X2)	0,753	3	Reliabel
Penanganan (X3)	0,744	4	Reliabel
Pelaksanaan (X4)	0,856	9	Reliabel
Residual (Sisa) (X5)	0,794	4	Reliabel
Lain lain (X6)	0,840	2	Reliabel
Efisiensi Pemakaian Material (Y)	0,717	4	Reliabel

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil pada Tabel 6, menunjukkan bahwa nilai variabel yang diperoleh pada uji reliabel menunjukkan nilai yang lebih besar dari nilai kriteria *Cronbach's Alpha* (0,7). Dengan demikian, dapat disimpulkan seluruh variabel penelitian adalah reliabel dan layak untuk digunakan sebagai data penelitian.

**3.6 Uji Normalitas**

Deteksi suatu data terdistribusi secara normal atau tidak, dapat dilakukan dengan pengujian normalitas menggunakan *one sample kolmogorov-smirnov test* pada residual persamaan. Adapun kriteria pengujiannya, apabila  $Sig. > 0,05$  maka data terdistribusi normal dan jika  $Sig. < 0,05$  maka data terdistribusi tidak normal. Hasil dari uji normalitas data ditunjukkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil Uji Normalitas

Unstandardized Residual		
N		16
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	0,0000000
	Std. Deviation	1,09237417
Most Extreme Differences	Absolute	0,186
	Positive	0,186
	Negative	-0,143
Test Statistic		0,186
Asymp. Sig. (2-tailed)		,143 <sup>c</sup>

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil pada Tabel 7, menunjukkan bahwa nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* diperoleh sebesar  $0,143 > 0,05$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa nilai residual terdistribusi normal atau memenuhi syarat uji normalitas.

**3.7 Uji Multikolinearitas**

Gejala multikolinieritas terjadi apabila nilai toleransi (*tolerance value*) atau nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) melebihi batas. Batas *tolerance*  $> 0,10$  dan batas VIF  $< 10,00$ , sehingga dapat disimpulkan tidak terdapat multikolinearitas diantara variabel bebas. Berikut adalah hasil dan pembahasan uji multikolinearitas yang ditunjukkan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil Uji Multikolinearitas

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
(Constant)		
Desain (X1)	0,676	1,480
Pengadaan (X2)	0,463	2,159
Penanganan (X3)	0,339	2,952
Pelaksanaan (X4)	0,535	1,869
Residual (Sisa) (X5)	0,537	1,862
Pengelolaan (X6)	0,356	2,812

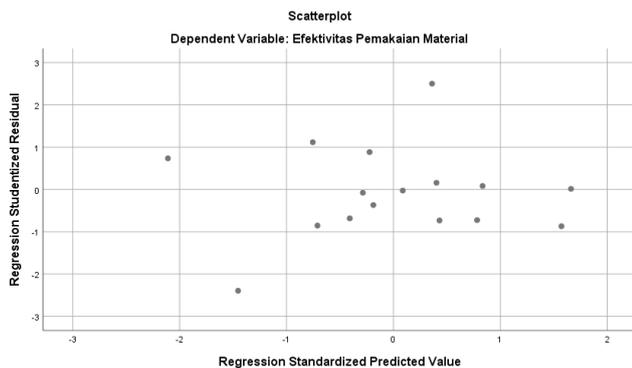
(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil pengujian multikolinieritas di atas, pada kolom *Variance Inflation Factor* (VIF) terlihat dari keenam variabel independen dengan nilai menunjukkan hasil kurang dari 10 ( $X1 = 1,480$ ;  $X2 = 2,159$ ;  $X3 = 2,952$ ;  $X4 = 1,869$ ;  $X5 = 1,862$ ;  $X6 = 2,812$ ). Sedangkan, pada kolom *tolerance* terlihat dari keenam variabel bebas dengan nilai menunjukkan hasilnya lebih dari 0,10 ( $X1 = 0,676$ ;  $X2 = 0,463$ ;  $X3 = 0,339$ ;  $X4 = 0,535$ ;  $X5 = 0,537$ ;  $X6 = 0,356$ ). Maka, dapat disimpulkan untuk riset model regresi yang dihasilkan tidak terdapat gejala multikolinearitas baik

melalui jumlah besaran VIF ataupun banyaknya besaran korelasi antara variabel satu dengan yang lainnya.

**3.8 Uji Heteroskedastisitas**

Apabila varian dari residual satu pengamatan ke pengamatan yang lainnya tetap, maka disebut homoskedastisitas dan apabila terjadi perbedaan maka disebut heteroskedastisitas. Model regresi yang baik merupakan model yang tidak terjadi heteroskedastisitas. Hasil uji heteroskedastisitas dengan menggunakan grafik scatterplot dapat dilihat pada Gambar 1.



(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

**Gambar 1.** Hasil Uji Heteroskedastisitas

Berdasarkan hasil grafik *scatterplot* di atas, dapat dilihat bahwa titik – titik menyebar secara acak serta tersebar pada bagian atas maupun bawah. Maka, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi masalah heteroskedastisitas pada model regresi yang digunakan.

**3.9 Analisis Regresi Linier Berganda**

Setelah hasil dari uji asumsi klasik terpenuhi, maka pembahasan selanjutnya dilakukan analisis regresi linier berganda. Analisis regresi berganda bertujuan untuk mengetahui ketergantungan antara variabel bebas dengan variabel terikat, atau dapat juga sebagai penduga pengaruh antar variabel bebas dengan variabel terikat. Berikut adalah hasil dari pengujian regresi linier berganda yang ditunjukkan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

Model	Unstandardized Coefficients	
	B	Std. Error
(Constant)	15,889	3,150
Desain (X1)	-0,170	0,111
Pengadaan (X2)	-0,853	0,229
Penanganan Material (X3)	-0,638	0,229
Pelaksanaan (X4)	-0,341	0,085
Residual (Sisa) (X5)	-0,408	0,170
Pengelolaan (X6)	-0,360	0,358

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil regresi linier berganda pada Tabel 9, model regresi linier berganda yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 15,889 - 0,170X_1 - 0,853X_2 - 0,638X_3 - 0,341X_4 - 0,408X_5 - 0,360X_6$$

Adapun interpretasi persamaan regresi linier berganda di atas adalah sebagai berikut:

- a = Nilai konstanta diperoleh sebesar 15,889 dapat diartikan apabila Desain, Pengadaan, Penanganan, Pelaksanaan, Residual, dan Pengelolaan maka besaran dari Efisiensi Pemakaian Material sebesar 15,889 satuan.
- X1 = Nilai koefisien regresi variabel desain (X1) diperoleh sebesar -0,170 dengan tanda negatif artinya apabila tingkat kesalahan desain naik satu satuan dengan asumsi variabel bebas lain bernilai tetap (konstan), maka kesalahan desain akan mengalami penurunan sebesar -0,170.
- X2 = Nilai koefisien regresi variabel pengadaan (X2) diperoleh sebesar -0,853 dengan tanda negatif artinya apabila tingkat kesalahan pengadaan naik satu satuan dengan asumsi variabel bebas lain bernilai tetap (konstan), maka kesalahan pengadaan akan mengalami penurunan sebesar -0,853.
- X3 = Nilai koefisien regresi variabel penanganan (X3) diperoleh -0,638 dengan tanda negatif artinya apabila tingkat kesalahan penanganan naik satu satuan dengan asumsi variabel bebas lain bernilai tetap (konstan), maka kesalahan penanganan akan mengalami penurunan sebesar -0,638.
- X4 = Nilai koefisien regresi variabel pelaksanaan (X4) diperoleh sebesar -0,341 dengan tanda negatif artinya apabila tingkat kesalahan pelaksanaan naik satu satuan dengan asumsi variabel bebas lain bernilai tetap (konstan), maka kesalahan pelaksanaan akan mengalami penurunan sebesar -0,341.
- X5 = Nilai koefisien regresi variabel residual (X5) diperoleh sebesar -0,408 dengan tanda negatif artinya apabila tingkat kesalahan residual naik satu satuan dengan asumsi variabel bebas lain bernilai tetap (konstan), maka kesalahan residual akan mengalami penurunan sebesar -0,408.
- X6 = Nilai koefisien regresi variabel pengelolaan (X6) diperoleh sebesar -0,360 dengan tanda negatif artinya apabila tingkat kesalahan pengelolaan naik satu satuan dengan asumsi variabel bebas lain bernilai tetap (konstan), maka kesalahan pengelolaan akan mengalami penurunan sebesar -0,360.

**3.10 Koefisien Determinasi (R Square)**

Nilai dari koefisien determinasi berada di antara 0 sampai dengan 1. Maka, apabila nilai koefisien determinasi (*R Square*) semakin mendekati 1 artinya variabel terikat pada penelitian akan memberikan seluruh informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi tiap – tiap variabel. Hasil uji koefisien determinasi pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Hasil Koefisien Determinasi (*R Square*)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,917a	0,841	0,735	1,410

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil uji koefisien determinasi di atas, dapat diketahui nilai koefisien regresi/ Adjusted R Square adalah 0,735 atau sama dengan 73,5%. Dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat sangat kuat. Sedangkan sisanya 26,5% (100% - 73,5%) dipengaruhi oleh variabel lain di luar persamaan regresi ini atau variabel tidak dilakukan pada penelitian ini.

### 3.11 Uji T (Parsial)

Dalam melakukan Uji T, pengambilan keputusan dapat dilihat berdasarkan nilai Sig. pada penelitian ini. Derajat signifikansi yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,05. Adapun ketentuan dalam pengambilan keputusan adalah sebagai berikut.

- Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima
- Jika  $t_{hitung} < t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak
- Jika  $-t_{hitung} < -t_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima
- Jika  $-t_{hitung} > -t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak

Atau

- Jika  $Sig. < \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima
- Jika  $Sig. > \alpha$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak

Berikut ini adalah hasil uji t yang ditunjukkan pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Hasil Uji T (Parsial)

Model	Unstandardized Coefficients		t	Sig.
	B	Std. Error		
(Constant)	15,889	3,150	5,044	0,001
Desain (X1)	-0,170	0,111	-1,526	0,161
Pengadaan (X2)	-0,853	0,229	-3,725	0,005
Penanganan (X3)	-0,638	0,229	-2,793	0,021
Pelaksanaan (X4)	-0,341	0,085	-4,017	0,003
Residual (Sisa) (X5)	-0,408	0,170	-2,392	0,040
Pengelolaan (X6)	-0,360	0,358	-1,006	0,341

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

#### 1. Pengujian Hipotesis Desain (X1)

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 11, menunjukkan bahwa  $-t_{hitung} (-1,526) > -t_{tabel} (-2,26216)$  dan  $0,161 > 0,05$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dengan demikian, secara parsial kesalahan desain tidak berpengaruh terhadap efisiensi pemakaian material.

#### 2. Pengujian Hipotesis Pengadaan (X2)

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 11, menunjukkan bahwa  $-t_{hitung} (-3,725) < -t_{tabel} (-2,26216)$  dan  $0,005 < 0,05$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_2$  diterima. Dengan demikian, secara parsial kesalahan pengadaan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi pemakaian material.

#### 3. Pengujian Hipotesis Penanganan (X3)

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 11, menunjukkan bahwa  $-t_{hitung} (-2,793) < -t_{tabel} (-2,26216)$  dan  $0,021 < 0,05$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_3$  diterima. Dengan demikian, secara parsial penanganan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi pemakaian material.

#### 4. Pengujian Hipotesis Pelaksanaan (X4)

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 11, menunjukkan bahwa  $-t_{hitung} (-4,017) < -t_{tabel} (-2,26216)$  dan  $0,003 < 0,05$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_4$  diterima. Dengan demikian, secara parsial kesalahan pelaksanaan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi pemakaian material.

#### 5. Pengujian Hipotesis Residual (Sisa) (X5)

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 11, menunjukkan bahwa  $-t_{hitung} (-2,392) < -t_{tabel} (-2,26216)$  dan  $0,040 < 0,05$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_5$  diterima. Dengan demikian, secara parsial kesalahan residual (sisa) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi pemakaian material.

#### 6. Pengujian Hipotesis Pengelolaan (X6)

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 11, menunjukkan bahwa  $-t_{hitung} (-1,006) > -t_{tabel} (-2,26216)$  dan  $0,341 > 0,05$ . Maka, dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima dan  $H_6$  ditolak. Dengan demikian, secara parsial kesalahan pengelolaan tidak berpengaruh terhadap efisiensi pemakaian material.

### 3.12 Uji F (Simultan)

Uji F dilakukan dengan membandingkan nilai Sig. dengan nilai  $\alpha$  (alpha). Apabila nilai Sig.  $< \alpha$  (0,05), maka  $H_0$  ditolak. Sehingga, dapat diartikan terdapat pengaruh secara simultan antara variabel bebas dengan variabel terikat, dan sebaliknya. Berikut ini adalah hasil uji f yang ditunjukkan pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Hasil Uji F (Simultan)

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	94,538	6	15,756	7,923	,003b
Residual	17,899	9	1,989		
Total	112,438	15			

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil dari uji f, dapat diketahui bahwa hasil signifikansi diperoleh sebesar  $0,003 < 0,05$  dan nilai Fhitung ( $7,923$ )  $> F_{tabel}$  ( $3,482$ ). Maka, dapat disimpulkan bahwa secara simultan variabel Desain, Pengadaan, Penanganan,

Pelaksanaan, Residual, dan Pengelolaan berpengaruh signifikan secara simultan terhadap variabel Efisiensi Pemakaian Material.

### 3.13 Penentuan Variabel Dominan

Penentuan variabel bebas yang paling berpengaruh dominan terhadap variabel terikat dapat dilakukan dengan membandingkan koefisien regresi ( $\beta$ ) pada tiap – tiap variabel. Variabel bebas yang memiliki koefisien regresi paling besar adalah variabel yang paling berpengaruh dominan terhadap variabel terikat. Perbandingan koefisien regresi tiap – tiap variabel bebas dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Hasil Penentuan Variabel Dominan

Model	Standardized Coefficients Beta	Sig.
(Constant)		0,001
Desain (X1)	-0,247	0,161
Pengadaan (X2)	-0,728	0,005
Penanganan (X3)	-0,638	0,021
Pelaksanaan (X4)	-0,730	0,003
Residual (Sisa) (X5)	-0,434	0,040
Pengelolaan (X6)	-0,224	0,341

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil uji variabel dominan pada Tabel 13, menunjukkan bahwa *beta coefficients* tertinggi diperoleh pada variabel pelaksanaan (X4) dengan nilai 0,730 dan 0,003 < 0,05. Sehingga, dapat dikatakan variabel yang berpengaruh negatif paling dominan terhadap efektivitas pemakaian material adalah pelaksanaan.

### 3.14 Implikasi dan Upaya Meminimalisir Sisa Material

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda yaitu pengaruh faktor terjadinya sisa material terhadap efisiensi pemakaian material, maka dapat melakukan upaya untuk meminimalisir sisa material konstruksi sebagaimana yang dirincikan di bawah ini.

- Variabel Desain**  
Pihak kontraktor dan owner harus meninjau kembali dan memverifikasi dokumen kontrak secara menyeluruh.
- Variabel Pengadaan**  
Pihak kontraktor harus melakukan perencanaan yang matang serta teliti dalam menghitung kebutuhan material untuk proyek konstruksi.
- Variabel Penanganan**  
Pihak kontraktor harus melakukan inspeksi ketika material yang dikirim telah tiba di lokasi proyek.
- Variabel Pelaksanaan**  
Pihak kontraktor harus memilih pekerja yang memiliki pengalaman dan keterampilan yang sesuai untuk pekerjaan yang dilakukan.
- Variabel Residual**  
Pihak kontraktor dapat mendaur ulang atau menggunakan kembali material – material yang bersisa di lapangan.
- Variabel Pengelolaan**

Pihak kontraktor perlu menerapkan prinsip-prinsip *Lean Construction* dalam pengelolaan proyek.

### 3.15 Pemanfaatan Sisa Material Konstruksi

Dalam meminimalisir terjadinya sisa material konstruksi selama pelaksanaan, terdapat upaya pengelolaan limbah konstruksi yang bertujuan sebagai pemanfaatan jenis – jenis material yang tersisa. pengelolaan limbah konstruksi dapat dilakukan dengan menggunakan konsep *waste hierarchy*, yaitu menerapkan *Reduce, Reuse, Recycle*. Pemanfaatan sisa material dapat dilihat pada Tabel 14.

**Tabel 14.** Pemanfaatan Sisa Material Konstruksi

No	Material	Reduce	Reuse	Recycle
1	Ready Mix	Memperhitungkan pemesanan kebutuhan beton dengan seakurat mungkin	Stop car, Beton decking, Pot Tanam, Urugan	Bahan lapis pondasi pekerasan jalan
2	Besi Beton/ Tulangan D10, D13, D16, D19, D22, D25, D32	Pemotongan tulangan besi menggunakan program dan memperhitungkan kebutuhan besi dengan menggunakan bantuan <i>software</i>	Portable Platform, Shaft, Ceker Ayam, Sepatu kolom, Penangkal petir, Bracing kolom/shearwall	Bahan baku produk besi/baja baru
3	Plafond Gypsum Board tebal 9 mm	Memperhitungkan pemesanan kebutuhan gypsum dengan seakurat mungkin	-	Bahan stabilitas tanah, Pengganti semen, Pengganti agregat kasar
4	Bata Ringan	Pemesanan kebutuhan dan pemotongan material dengan akurat	Urugan	Bahan campuran agregat halus
5	Homogeneous Tile	Pemesanan kebutuhan dan pemotongan material dengan akurat	Step nosing	Bahan stabilitas tanah
6	Mortar	Memperhitungkan pemesanan kebutuhan mortar dengan seakurat mungkin	Dipergunakan kembali untuk konstruksi selanjutnya	-

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Di sisi lain, material – material di atas masih memiliki nilai jual. Sehingga, limbah material tersebut dapat diperjualbelikan kembali. Berikut adalah contoh perhitungan nilai jual material Besi Beton/ Tulangan D13.

$$\begin{aligned}
 \text{Harga Besi Beton Bekas} &= \text{Rp } 5.500/\text{kg} \\
 \text{Sisa Material} &= 7051,07 \text{ kg} \\
 \text{Nilai Jual} &= 5632841,96 \text{ kg} \times \text{Rp } 5.500 \\
 &= \text{Rp } 38.780.885,00
 \end{aligned}$$

Adapun jenis material selain Besi Beton/ Tulangan yang masih memiliki nilai jual. Jenis material yang masih memiliki nilai jual dapat ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Nilai Jual Sisa Material Konstruksi

No.	Material	Sat.	Vol. Sisa Material	Harga Jual	Nilai Jual
1	2	3	4	5	6 = (4) x (5)
1	Ready Mix	m <sup>3</sup>	161,8627986 Rp	80.000 Rp	12.949.024
2	Plafond Gypsum Board tebal 9 mm	m <sup>2</sup>	703,4460867 Rp	- Rp	-
3	Besi Beton/ Tulangan D10	kg	6589,798024 Rp	5.500 Rp	36.243.889
4	Besi Beton/ Tulangan D25	kg	6567,444284 Rp	5.500 Rp	36.120.944
5	Besi Beton/ Tulangan D19	kg	5375,40162 Rp	5.500 Rp	29.564.709
6	Besi Beton/ Tulangan D16	kg	4794,060168 Rp	5.500 Rp	26.367.331
7	Besi Beton/ Tulangan D13	kg	4193,364303 Rp	5.500 Rp	23.063.504
8	Besi Beton/ Tulangan D32	kg	4162,434 Rp	5.500 Rp	22.893.387
9	Bata ringan tebal 100 mm	m <sup>2</sup>	208,766947 Rp	80.000 Rp	16.701.356
10	Besi Beton/ Tulangan D22	kg	2689,173 Rp	5.500 Rp	14.790.451
11	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Type A	m <sup>2</sup>	141,2942975 Rp	- Rp	-
12	Bata ringan tebal 125 mm	m <sup>2</sup>	92,51357702 Rp	80.000 Rp	7.401.086
13	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Tipe C	m <sup>2</sup>	32,80157861 Rp	- Rp	-
14	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm Type B	m <sup>2</sup>	32,30104064 Rp	- Rp	-
15	Bata ringan tebal 75 mm	m <sup>2</sup>	29,390135 Rp	80.000 Rp	2.351.211
16	Homogeneous Tile ukuran 150x600 mm (Matt)	m <sup>2</sup>	9,589976066 Rp	- Rp	-
17	Bata ringan tebal 2 x 75 mm	m <sup>2</sup>	8,104375 Rp	80.000 Rp	648.350
18	Homogeneous Tile ukuran 600x600 mm (Matt)	m <sup>2</sup>	4,599 Rp	- Rp	-
19	Plafond Gypsum Board tebal 12 mm	m <sup>2</sup>	3,42 Rp	- Rp	-
20	Mortar	kg	867,34 Rp	- Rp	-
Total				Rp	229.095.241,31

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

Sehingga dari analisa di atas, material yang masih memiliki nilai jual adalah ready mix, bata ringan, dan besi beton. Sehingga, apabila nilai jual tersebut dijumlahkan diperoleh sebesar Rp 229.095.241,31. Dengan itu, nilai jual dari material tersebut tergolong cukup besar yang memungkinkan dapat menutupi biaya kebutuhan lainnya.

#### 4. KESIMPULAN

- Berdasarkan analisis sisa material, jenis material yang paling dominan berpengaruh terhadap *waste cost* adalah ready mix dengan biaya sebesar Rp 160.799.736,- (seratus enam puluh juta tujuh ratus sembilan puluh dua ribu tujuh ratus tiga puluh enam rupiah) serta diperoleh *waste level* sebesar 1,37%.
- Berdasarkan analisis dengan menggunakan uji B sebagai penentu faktor yang paling berpengaruh dominan terhadap efisiensi pemakaian material adalah kesalahan dalam pelaksanaan.
- Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir terjadinya sisa material adalah memilih tenaga kerja yang terlatih dan kompeten.

- Pemanfaatan sisa material dilakukan dengan prinsip *Waste Hierarchy* yang tahapannya berupa *Reduce, Reuse, Recycle*. Selain itu, pemanfaatan sisa material yang memiliki nilai jual dapat diperjualbelikan kembali, salah satunya material beton ready mix sebesar Rp12.949.024,- (dua belas juta sembilan ratus empat puluh sembilan ribu dua puluh empat rupiah).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Handayani, J. T., & Angreni, I. A. A. (2020). Analisis Potensi Pemborosan Material dan Solusi Penanganannya pada Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus : Proyek Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan). *Jurnal Teknik Sipil*, 27(3), 273. <https://doi.org/10.5614/jts.2020.27.3.9>
- Intan, S., Alifen, R. S., & Arijanto, L. (2005). Analisa Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi: *Civil Engineering Dimension*, 7(1), 36–45.
- Lestari Dewi, N. M. P. (2021). Analisis Sisa Material Konstruksi dan Penanganannya pada Proyek Pembangunan Gedung IRD dan Lanjutan Tahap 2 Rumah Sakit Payangan, Kabupaten Gianyar, Bali. *Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipilan Bidang Vokasional IX*.
- Mahapatni, I. A. P. S., & Juliana, I. K. I. (2022). Analisis Waste Level Dan Waste Cost Bekisting Dan Pembesian Pada Pekerjaan Struktur Proyek Konstruksi. *Widya Teknik*, 17(01), 74–82. <https://doi.org/10.32795/widyateknik.v17i01.2977>
- Muammar, V. S. C. M. (2018). Evaluasi Sisa Material Pada Proyek Gedung Pendidikan dan Laboratorium Fakultas Teknik Tahap 1 Universitas Ubudiyah Indonesia. *Journal Of Engineering*, 4(1).
- 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>
- Singarimbun, P. L. N., Waluyo, R., & Gawei, A. B. P. (2021). Analisis Penanganan Waste Material Consumable Dan Non Consumable Pada Proyek Perumahan Sederhana Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 83–92. <https://doi.org/10.24002/jts.v16i2.4774>
- Thoengsal, J. (2022). *Model Manajemen Sisa Material Konstruksi Dalam Upaya Efisiensi Proyek Konstruksi* (Issue July). <https://toharmedia.co.id>