

ANALISIS SISA MATERIAL PEMBESIAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP BIAYA KONSTRUKSI PADA PEMBANGUNAN LOBBY MATAHATI RESORT TARO, GIANYAR

Ida Bagus Made Yudistira Permana¹, Kt. Wiwin Andayani², I Ketut Sutapa³

¹Jurusan Teknik Sipil, Program Studi S.Tr. Manajemen Proyek Kontruksi, Politeknik Negeri Bali,
Jl. Raya Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jl. Raya Kampus Bukit Jimbaran, Kuta
Selatan, Badung, Bali

E-mail: tugusyudis@gmail.com

ABSTRACT

Construction projects, particularly high-rise building developments, often generate leftover materials, primarily reinforcing steel bars, which can lead to inefficiencies in construction costs. Reinforcing steel frequently results in waste across various projects. The aim of this research is to analyze the volume of reinforcing steel waste, identify the type of reinforcement work that produces the most waste, calculate the costs incurred due to this waste, and assess its impact on the total construction cost. This study applies a descriptive quantitative method by collecting secondary data, including the Bill of Quantities (BoQ), daily reports, and shop drawings. Data analysis was conducted using Microsoft Excel to calculate material requirements, installed material volume, material waste, and the associated costs. The results of the analysis show that the total volume of reinforcing steel waste amounted to 30,548.47 kg, with the largest portion generated from pile cap reinforcement work at 7,377.178 kg. The total cost of reinforcing steel waste reached IDR 473,502,729.39, representing 0.38% of the overall construction cost of IDR 1,220,562,706.12.

Keywords: Reinforcement Steel Waste, Construction Cost, Project Efficiency, Pile Cap.

ABSTRAK

Proyek konstruksi, khususnya pembangunan gedung bertingkat, seringkali menghasilkan sisa material terutamanya yaitu sisa material besi tulangan yang dapat menyebabkan inefisiensi terhadap biaya konstruksi. Material besi seringkali meimbulkan sisa pada setiap proyek konstruksi. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis volume sisa material besi, mengetahui sisa material pembesian terbanyak, biaya akibat sisa material, dan pengaruhnya terhadap total biaya konstruksi. Metode pada penelitian ini menggunakan deskriptif kuantitatif, dengan mengumpulkan data sekunder yaitu rencana anggaran biaya (RAB), laporan harian, dan gambar shop drawing. Analisis data menggunakan Microsoft Excel. Data dianalisis untuk menghitung kebutuhan material, volume material terpasang, sisa material, dan biaya sisa material yang ditimbulkan. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa total volume sisa material besi tulangan sebanyak 30.548,47 kg, dengan volume sisa material terbanyak pada pembesian pondasi pile cap sebanyak 7.377,178 kg. Total biaya akibat sisa material besi mencapai Rp. 473.502.729,39, dengan presentase 0,38% dari total biaya konstruksi Rp. 1.220.562.706,12.

Kata Kunci: Sisa Material Besi Tulangan, Biaya Konstruksi, Efisiensi Proyek, Pile Cap.

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi gedung bertingkat merupakan kegiatan umum yang mendukung pengembangan infrastruktur, khususnya pariwisata di Bali. Salah satunya adalah pembangunan Matahati Resort di Desa Taro, Tegallalang, Gianyar, yang terbagi menjadi lima zona. Proyek dimulai 6 Juli 2024 dan ditargetkan selesai 18 Januari 2026 untuk semua zona pembangunan yang ada. Pada tahap awal, pembangunan lobby sudah menunjukkan adanya sisa material besi yang perlu dianalisis karena berpotensi memengaruhi efisiensi biaya proyek.

Dalam konstruksi, material merupakan salah satu sumber daya utama yang berkaitan dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Kelebihan material dapat menyebabkan pemborosan, sementara kekurangan material menghambat kelancaran pekerjaan. Oleh karena itu, pengendalian *waste* material sangat penting untuk menjaga efisiensi biaya. Sisa material sering timbul akibat kurangnya pengawasan, kondisi lapangan yang tidak mendukung, keterbatasan peralatan, klasifikasi pekerjaan yang kurang jelas, maupun pengalaman pekerja yang terbatas.

Pada penelitian terdahulu material besi merupakan material dengan nilai sisa terbesar dibandingkan dengan material yang lainnya seperti keramik, beton *ready mix*, tiang pancang, pasir, batu bata, dan batu pecah yaitu dengan nilai sisa sebesar 34,68%[1]. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa *waste* besi beton ulir D16 memiliki *waste cost* terbesar, yaitu Rp.53.618.041,938 pada proyek ruko San Diego di Pakuwon City Surabaya[2]. Berdasarkan penelitian sebelumnya pada pembangunan gedung, material yang paling banyak menyisakan sisa, yaitu tiang pancang, besi tulangan D22, dan D16, dengan total sisa dari ketiganya mencapai Rp.108.303.861,00[3]. Kondisi ini menegaskan perlunya analisis terhadap sisa material besi pada pekerjaan struktur, seperti pondasi, *sloof*, kolom, dan balok.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis sisa material pembesian pada pembangunan lobby Matahati Resort Taro, Gianyar. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi jenis sisa material yang dominan, faktor penyebab, serta presentase biaya akibat sisa material besi terhadap total biaya konstruksi. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu kontraktor dalam mengurangi sisa material dan meningkatkan efisiensi biaya pelaksanaan proyek.

Berdasarkan dari latar belakang yang telah di kemukakan diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Berapa besar sisa material pembesian pada pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar ?
2. Pada elemen struktur manakah yang menghasilkan sisa material pembesian terbanyak pada pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar ?

3. Berapa biaya yang timbul akibat dari sisa material pembesian pada pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar?
4. Bagaimana pengaruh dari biaya sisa material besi terhadap total biaya konstruksi pada pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar?

Sebagai dasar pelaksanaan penelitian harus dilandasi dengan tujuan yang dipakai acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis sisa material pembesian pada pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar.
2. Menganalisis elemen struktur manakah yang menghasilkan sisa material besi paling dominan pada pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar.
3. Menganalisis berapa besar biaya yang timbul akibat dari sisa material pembesian pada pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar.
4. Menganalisis bagaimana pengaruh dari biaya sisa material pembesian terhadap total biaya konstruksi pada pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar.

Manfaat dari penelitian ini terdiri dari tiga yaitu manfaat penelitian bagi peneliti dan manfaat penelitian bagi institusi dan manfaat bagi perusahaan sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Peneliti

Sebagai bagian dari persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi di Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali dan sebagai bentuk penerapan atas ilmu dan teori yang telah dipelajari selama masa perkuliahan.

2. Manfaat Bagi Institusi

Sebagai referensi tambahan mengenai manajemen material, khususnya perhitungan dari sisa material besi.

3. Manfaat Bagi Perusahaan

Sebagai evaluasi dari permasalahan terkait timbulnya sisa material besi yang besar pada saat pelaksanaan proyek konstruksi dilapangan.

Adanya ruang lingkup penelitian ini agar penelitian yang dilakukan tidak terlalu jauh menyimpang dan diperoleh langkah yang sistematis, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar.
2. Sisa material pembesian yang akan dihitung yaitu:
 - a. Struktur Pondasi

- b. Struktur *Sloof*
 - c. Struktur Kolom
 - d. Struktur Balok
3. Evaluasi sisa material besi tidak memperhitungkan kualitas akhir dari pekerjaan, mutu dianggap sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, dengan tujuan menganalisis sisa material pembesian dan dampaknya terhadap biaya konstruksi pada proyek pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar. Data yang digunakan terdiri dari data primer (observasi langsung sisa material besi di lapangan) dan data sekunder (RAB, laporan harian, AHSP, serta gambar *shop drawing*). Lokasi penelitian berada di Jalan Raya Patas, Desa Taro, Kecamatan Tegallalang, Gianyar – Bali.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan untuk memantau sisa material, survei untuk mengukur panjang besi sisa, serta dokumentasi berupa foto dan pencatatan. Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar observasi, alat dokumentasi (kamera, alat ukur, peralatan tulis), serta perangkat lunak seperti AutoCAD dan Microsoft Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Kebutuhan Material Besi Berdasarkan *Breakdown Material* dan Gambar *Shop Drawing*. Pada pekerjaan pembesian struktur kebutuhan material dihitung berdasarkan *breakdown material* dan gambar *shop drawing* sehingga mendapatkan hasil yang lebih pasti dan detail. Kebutuhan dari besi tulangan yang akan dihitung yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Perhitungan Kebutuhan Material Besi Pondasi *Borepile*

No	Diameter <i>Borepile</i> (cm)	Jenis Tulangan	Diameter Besi (mm)	Jarak Begel (m)	Berat / m	Jumlah Tulangan (buah)	Panjang Tulangan (m)	Jumlah Titik Pondasi	Volume (kg)
1	30	Tulangan Utama	13 Ulir		1,042	8	10,00	129	10.753,44
		Tul. Begel	8 Polos	0,10	0,39	50	0,93	129	2.339,42
		Tumpuan							
		Tul. Begel Lapangan	8 Polos	0,15	0,39	34	0,93	129	1.590,80
Total Volume <i>Borepile</i>									14.683,66

Berdasarkan hasil perhitungan tabel 1 diatas untuk mengetahui volume kebutuhan material besi

$$\text{Volume (Kg)} = \text{Berat/m} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Panjang Tulangan} \times \text{Jumlah Titik Pondasi}$$

harus berdasarkan gambar *shop drawing* dan menggunakan rumus berikut:

Tabel 2. Perhitungan Kebutuhan Material Besi Pondasi *Pile Cap*

No	Tipe <i>Pile cap</i>	Jenis Tulangan	Diameter Besi (mm)	Jarak Begel (m)	Berat / m	Jumlah Tulangan (buah)	Panjang Tulangan (m)	Jumlah Titik Pondasi	Volume (kg)
1	F3 (1800/1680/500)	Tulangan Atas D16-150	16	0,15	1,58	22	4,68	35	5.693,69
		Tulangan Samping 2D16	16		1,58	2	3,28	35	362,77
		Tulangan Bawah D16-100	16	0,1	1,58	33	4,68	35	8.540,53
Total Volume <i>Pile cap</i> Tipe F3									14.596,99

Berdasarkan hasil perhitungan tabel 2 diatas untuk mengetahui volume kebutuhan material besi harus berdasarkan gambar *shop drawing* dan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Volume (Kg)} = \text{Berat/m} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Panjang Tulangan} \times \text{Jumlah Titik Pondasi}$$

Tabel 3. Perhitungan Kebutuhan Material Besi Pondasi *Sloof*

No	Tipe Sloof	Jenis Tulangan	Diameter Besi (mm)	Decking (cm)	Jarak Begel (m)	Keliling (m)	Berat / m	Panjang Tulangan (m)	Kuantitas (A&B)	Volume (kg)
1	TB1 (400/500)	Tulangan Utama 16D19	19	2,50		52,07	2,23		16,00	1.857,86
		Tulangan Samping 2D16	16			52,07	1,58		2,00	164,54
		Tulangan Begel D12-100,150								
		Tulangan Begel Tumpuan	12		0,10		0,89	1,80	260	416,52
		Tulangan Begel Lapangan	12		0,15		0,89	1,80	174	278,75
Total Volume Sloof TB1										2.717,67

Berdasarkan hasil perhitungan tabel 3 diatas untuk mengetahui volume kebutuhan material besi harus berdasarkan gambar *shop drawing* dan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Volume (Kg)} = \text{Keliling Tulangan} \times \text{Berat/m} \times \text{Kuantitas Tulangan}$$

$$\text{Volume (Kg)} = \text{Berat/m} \times \text{Panjang Tulangan} \times \text{Kuantitas Tulangan}$$

Tabel 4. Perhitungan Kebutuhan Material Besi Kolom

No	Tipe Balok	Jenis Tulangan	Diameter Besi (mm)	Decking (cm)	Jarak Begel (m)	Berat / m	Panjang Tulangan (m)	Kuantitas (A&B)	Keliling (m)	Volume (kg)
1	Volume (Kg) = Panjang Tulangan x Kuantitas Tulangan x Kuantitas Kolom									02
		Samping D16 Tulangan Begel D12	16			2,30		2,00	0,21,77	1.010,79
		Tulangan Begel Tumpuan	12		0,10	0,89	1,50	1609,00		2.148,02
		Tulangan Begel Lapangan	12		0,15	0,89	1,50	1073,00		1.432,5
Total Volume B4										12.490,28

Berdasarkan hasil perhitungan tabel 4 diatas untuk mengetahui volume kebutuhan material besi harus berdasarkan gambar *shop drawing* dan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Volume (Kg)} = \text{Berat/m} \times \text{Panjang Tulangan} \times \text{Kuantitas Kolom} \times \text{Kuantitas Begel}$$

Tabel 5. Perhitungan Kebutuhan Material Besi Balok

No	Tipe Kolom	Jenis Tulangan	Diameter Besi (mm)	Decking (cm)	Jarak Begel (m)	Berat / m	Panjang Tulangan (m)	Kuantitas Tulangan	Kuantitas Kolom	Kuantitas Begel	Tinggi Kolom (m)	Volume (kg)
1	C3 (400/400) Grid A-D	Tul.Kolom Pedestal (overlapping) D19	19	4,00		2,23		16,00	26,00		3,00	2.783,04
		Tulangan Utama D19	19	4,00		2,23		16,00	26,00		3,00	2.783,04
		Tulangan Begel D12	12		0,10	0,89	1,54		26,00	15		534,53
		Tulangan Begel Tumpuan	12		0,15	0,89	1,54		26,00	10		356,36
Total Volume Kolom C3 Grid A-D												6.456,97

Berdasarkan hasil perhitungan tabel 5 untuk mengetahui volume kebutuhan material besi harus berdasarkan gambar *shop drawing* dan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Volume (Kg)} = \text{Berat/m} \times \text{Panjang Tulangan} \times \text{Kuantitas Tulangan}$$

$$\text{Volume (Kg)} = \text{Berat/m} \times \text{Kuantitas Tulangan} \times \text{Keliling Balok}$$

Tabel 6. Rekapitulasi Kebutuhan Material Besi

No	Item Pekerjaan	Kebutuhan Besi Tulangan	Satuan
1	Pembesian Pondasi <i>Borpile</i> D30	14.683,66	Kg
2	Pembesian Pondasi <i>Pile Cap</i> (F3 & F4)	17.272,24	Kg
3	Pembesian <i>Sloof</i> (TB1, TB2, TB3 & TB4)	14.271,35	Kg
4	Pembesian Kolom (C3 & C5)	13.221,81	Kg
5	Pembesian Balok (B4, B5 & B8)	15.343,99	Kg
Total Keseluruhan		74.793,05	Kg

Tabel 6 merupakan hasil rekapitulasi kebutuhan material besi selama kegiatan proyek pembangunan lobby Matahati Resort Taro, Gianyar.

Untuk mengetahui jumlah dari material besi tulangan yang didatangkan dapat dihitung berdasarkan laporan harian proyek pada pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 7. Rekapitulasi Volume Pengadaan Material Besi

Volume Pengadaan Material Besi				
Jenis Material	Spesifikasi	Hari/tgl/th	Jumlah	Satuan
Besi ulir dan polos	D8 Polos Tp 280	Senin, 29/07/2024	1.160,00	Kg
	D8 Polos Tp 280	Jumat, 02/08/2024	928,00	Kg
	D8 Polos Tp 280	Rabu, 07/08/2024	185,60	Kg
	D8 Polos Tp 280	Sabtu, 21/09/2024	696,00	Kg
Volume Pengadaan Material Besi				
Jenis Material	Spesifikasi	Hari/tgl/th	Jumlah	Satuan
	D13 Ulir Ts 420	Senin, 29/07/2024	4.501,44	Kg
	D13 Ulir Ts 420	Jumat, 02/08/2024	3.751,20	Kg
	D16 Ulir Ts 420	Rabu, 18/09/2024	12.324,00	Kg
	D16 Ulir Ts 420	Kamis, 19/09/2024	10.428,00	Kg
	D13 Ulir Ts 420	Kamis, 03/10/2024	1.000,32	Kg
	D19 Ulir Ts 420	Kamis, 03/10/2024	5.342,00	Kg
	D19 Ulir Ts 280	Selasa, 15/10/2024	6.677,50	Kg
	D12 Ulir Ts 400		1.060,00	Kg
	D13 Ulir Ts 420	Kamis, 24/10/2024	3.126,00	Kg
	D13 Ulir Ts 420		3.751,20	Kg
	D8 Polos Tp 280	Senin, 28/10/2024	1.206,40	Kg
	D16 Ulir Ts 420		2.844,00	Kg
	D10 Ulir Ts 280	Selasa, 05/11/2024	1.116,00	Kg
	D12 Ulir Ts 400	Rabu, 13/11/2024	3.204,00	Kg
	D19 Ulir Ts 420	Jumat, 23/11/2024	2.270,35	Kg
	D12 Ulir Ts 400	Jumat, 13/12/2024	4.806,00	Kg
	D19 Ulir Ts 420	Jumat, 27/01/2025	2.671,00	Kg
	D16 Ulir Ts 400		1.896,00	Kg

D19 Ulir Ts 400	Kamis, 13/02/2025	8.013,00	Kg
D12 Ulir Ts 400	Rabu, 19/02/2025	4.240,00	Kg
D10 Ulir Ts 280	Senin, 24/02/2025	853,20	Kg
D13 Ulir Ts 420		187,56	Kg
D19 Ulir Ts 420	Senin, 03/03/2025	2.136,80	Kg
D19 Ulir Ts 420		4.006,50	Kg
D13 Ulir Ts 420	Rabu, 05/03/2025	250,08	Kg
D16 Ulir Ts 420		1.042,80	Kg
D19 Ulir Ts 420	Sabtu, 08/03/2025	4.006,50	Kg
Total		99.681,45	Kg

Untuk mengetahui jumlah material besi yang terpasang di lapangan, diperlukan pengukuran volume besi pada setiap pekerjaan struktur. Data hasil pengukuran ini kemudian menjadi dasar dalam perhitungan biaya sisa material besi.

Tabel 7. Rekapitulasi Volume Material Besi Tulangan Terpasang

No	Item Pekerjaan	Material Besi Tulangan Terpasang	Satuan
1	Pembesian Pondasi <i>Borpile</i> D30	14.007,98	Kg
2	Pembesian Pondasi <i>Pile Cap</i> (F3 & F4)	15.374,82	Kg
3	Pembesian <i>Sloof</i> (TB1, TB2, TB3 & TB4)	13.611,34	Kg
4	Pembesian Kolom (C3 & C5)	12.706,60	Kg
5	Pembesian Balok (B4, B5 & B8)	15.369,64	Kg
Total Keseluruhan		71.070,37	Kg

Tabel 8. Volume Sisa Material Besi

No	Item Pekerjaan	Jenis Material Besi	Satuan	Volume Material Besi (Kg)			
				Pengadaan Material Besi (A)	Material Besi Terpasang (B)	Sisa Material Besi (A-B)	Jenis Sisa Material
1	Pembesian <i>Borepile</i> D30	Besi Ulir D13	Kg	16.130,16	10.732,80	5.397,36	<i>direct waste</i>
		Besi ø8 Polos	Kg	4.176,00	3.275,18	900,82	<i>direct waste</i>
		Sub total	Kg	20.306,16	14.007,98	6.298,18	
2	Pembesian <i>Pilecap</i> (F3 & F4)	Besi Ulir D16	Kg	22.752,00	15.374,82	7.377,18	<i>direct waste & indirect waste</i>
		Sub total	Kg	22.752,00	15.374,82	7.377,18	
3	Pembesian <i>Sloof</i> (TB1, TB2, TB3 & TB4)	Besi Ulir D19	Kg	12.019,50	8.113,28	3.906,22	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D16	Kg	2.844,00	1.367,93	1.476,07	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D12	Kg	4.264,00	3.595,38	668,62	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D10	Kg	1.116,00	534,75	581,25	<i>direct waste</i>
		Sub total	Kg	20.243,50	13.611,34	6.632,16	
4	Pembesian Kolom (C3 & C5)	Besi Ulir D19	Kg	12.954,35	10.746,82	10.746,82	<i>direct waste & indirect waste</i>
		Besi Ulir D12	Kg	4.806,00	1.959,78	1.959,78	
		Sub total	Kg	17.706,35	12.706,60	12.706,60	
5		Besi Ulir D19	Kg	10.149,80	8.474,11	1.757,97	<i>direct waste</i>

Pembesian Balok (B4, B5 & B8)	Besi Ulir D16	Kg	2.938,80	2.013,24	2.780,57	<i>direct waste</i>
	Besi Ulir D13	Kg	437,64	188,29	249,35	<i>direct waste</i>
	Besi Ulir D12	Kg	4.240,00	3.987,20	252,80	<i>direct waste</i>
	Besi Ulir D10	Kg	853,20	706,80	146,40	<i>direct waste</i>
Sub total		Kg	18.619,44	15.369,64	5.187,09	
Total Keseluruhan		Kg	81.921,10	71.070,37	12.788,02	

Tabel 9. Volume Sisa Material Besi Yang Paling Dominan

No	Item Pekerjaan	Jenis Material	Volume Sisa Material	Satuan	Jenis Sisa Material
1	Pembesian <i>Borepile</i> (D30)	Besi Ulir D13	5.397,360	Kg	<i>direct waste</i>
		Besi Polos P8	900,82	Kg	<i>direct waste</i>
	SubTotal		6.298,18	Kg	
2	Pembesian <i>Pile Cap</i> (F3 & F4)	Besi Ulir D16	7.377,178	Kg	<i>direct waste & indirect waste</i>
		Total		7.377,178	Kg
3	Pembesian <i>Sloof</i> (TB1, TB2, TB3 dan TB4)	Besi Ulir D19	3.906,225	Kg	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D16	1.476,068	Kg	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D12	668,623	Kg	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D10	581,250	Kg	<i>direct waste</i>
	SubTotal		6.632,16	Kg	
4	Pembesian Kolom (C3 dan C5)	Besi Ulir D19	2.207,534	Kg	<i>direct waste & indirect waste</i>
		Besi Ulir D12	2.846,220	Kg	<i>direct waste</i>
	Sub Total		5.053,754	Kg	
No	Item Pekerjaan	Jenis Material	Volume Sisa Material	Satuan	Jenis Sisa Material
5	Pembesian Balok (B4, B5 dan B8)	Besi Ulir D19	1.757,966	Kg	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D16	2.780,574	Kg	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D13	249,351	Kg	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D12	252,800	Kg	<i>direct waste</i>
		Besi Ulir D10	146,400	Kg	<i>direct waste</i>
Sub Total			5.187,09	Kg	
Total Keseluruhan			30.548,37	Kg	

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sebagian besar sisa material besi pada proyek pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar tergolong sebagai *direct waste* atau tidak dapat digunakan kembali. Volume sisa terbesar berasal dari pekerjaan pembesian pondasi *pile cap* dengan total 7.377,178 kg.

No	Item Pekerjaan	Jenis Material Besi	Satuan	Volume Material Besi (Kg)				Harga Satuan Material	Biaya Sisa Material
				Pengadaa n Material Besi (A)	Material Besi Terpasang (B)	Sisa Material Besi (A-B)	Jenis Sisa Material		
1	Pembesian Borepile D30	Besi Ulir D13	Kg	16.130,16	10.732,80	5.397,36	direct waste	Rp 15.500,10	83.659.619,74
		Besi ø8 Polos	Kg	4.176,00	3.275,18	900,82	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 13.962.784,58
		Sub total	Kg	20.306,16	14.007,98	6.298,18		Rp 15.500,10	Rp 97.622.404,32
2	Pembesian Pilecap (F3 & F4)	Besi Ulir D16	Kg	22.752,00	15.374,82	7.377,18	direct waste & indirect waste	Rp 15.500,10	Rp 114.346.996,72
		Sub total	Kg	22.752,00	15.374,82	7.377,18		Rp 15.500,10	Rp 114.346.996,72
3	Pembesian Sloof (TB1, TB2, TB3 & TB4)	Besi Ulir D19	Kg	12.019,50	8.113,28	3.906,22	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 60.546.875,02
		Besi Ulir D16	Kg	2.844,00	1.367,93	1.476,07	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 22.879.195,41
		Besi Ulir D12	Kg	4.264,00	3.595,38	668,62	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 10.363.715,61
		Besi Ulir D10	Kg	1.116,00	534,75	581,25	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 9.009.433,13
		Sub total	Kg	20.243,50	13.611,34	6.632,16		Rp 15.500,10	Rp 102.799.219,17
4	Pembesian Kolom (C3 & C5)	Besi Ulir D19	Kg	12.954,35	10.746,82	2.207,53	direct waste & indirect waste	Rp 15.500,10	Rp 34.216.997,75
		Besi Ulir D12	Kg	4.806,00	1.959,78	2.846,22	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 44.116.694,62
		Sub total	Kg	17.760,35	12.706,60	5.053,75		Rp 15.500,10	Rp 78.333.692,38
5	Pembesian Balok (B4, B5 & B8)	Besi Ulir D19	Kg	10.149,80	8.474,11	1.757,97	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 27.248.648,80
		Besi Ulir D16	Kg	2.938,80	2.013,24	2.780,57	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 43.099.168,86
		Besi Ulir D13	Kg	437,64	188,29	249,35	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 3.864.959,24
		Besi Ulir D12	Kg	4.240,00	3.987,20	252,80	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 3.918.425,28
		Besi Ulir D10	Kg	853,20	706,80	146,40	direct waste	Rp 15.500,10	Rp 2.269.214,64
		Sub total	Kg	18.619,44	15.369,64	5.187,09		Rp 15.500,10	Rp 80.400.416,81
Total Keseluruhan			Kg	99.681,45	71.070,37	30.548,37		Rp 15.500,10	Rp 473.502.729,39

Untuk mengetahui presentase dari biaya sisa material besi terhadap biaya konstruksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Presentase Total} = \frac{\text{Total biaya sisa material}}{\text{Total biaya pelaksanaan}} \times 100\% \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase Total} &= \frac{\text{Rp. 473.502.729,39}}{\text{Rp. 1.220.562.706,12}} \times 100\% \quad (5) \\ &= 0,38 \% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya sisa material besi pada Proyek Pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar mencapai 0,38% dari total biaya konstruksi

KESIMPULAN

Dari hasil analisis sisa material besi tulangan pada Proyek Pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar dapat disimpulkan bahwa :

Hasil penelitian menunjukkan bahwa total sisa material besi pada pekerjaan pembesian struktur pembangunan Lobby Matahati Resort Taro, Gianyar mencapai 30.548,47 kg. Sisa tersebut berasal dari pemotongan maupun besi yang tidak terpakai pada berbagai elemen struktur, yaitu *borepile*, *pile cap*, *sloof*, kolom, dan balok. Dari seluruh pekerjaan, sisa terbesar terjadi pada pembesian pondasi pile cap dengan volume 7.377,178 kg, kemudian disusul oleh *sloof* sebesar 6.632,16 kg, *borepile* sebesar 6.298,18 kg, balok sebesar 5.187,09 kg, dan kolom sebesar 5.035,75 kg. Data ini memperlihatkan bahwa jenis pekerjaan tertentu, terutama pile cap, lebih dominan dalam menghasilkan sisa material.

Secara finansial, akumulasi sisa material besi tersebut menimbulkan biaya sebesar Rp. 473.502.729,39 atau sekitar 0,38% dari total biaya konstruksi. Walaupun persentasenya terbilang kecil, jumlah tersebut tetap memberikan dampak terhadap efisiensi anggaran serta berpotensi menimbulkan pemborosan sumber daya jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, pengelolaan material yang lebih optimal sangat diperlukan, baik melalui perencanaan yang akurat, pengendalian pemotongan, maupun pemanfaatan kembali sisa material, sehingga efisiensi biaya dan efektivitas pelaksanaan konstruksi dapat tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Intan, R. S. Alifen, and L. Arijanto, “Analisa Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi :,” *Civ. Eng. Dimens.*, vol. 7, no. 1, pp. 36–45.
- [2] H. Sulistio and M. Wati, “Analisis Faktor Kerugian Waste Material Besi Beton Gedung Bertingkat,” *J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. dan Ilmu Kesehat.*, vol. 5, no. 1, p. 235, 2021, doi: 10.24912/jmstkik.v5i1.10120.
- [3] N. A. Aulia, “Analisis Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto Dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang),” *Occup. Med. (Chic. Ill).*, vol. 53, no. 4, p. 130, 2016.