

ANALISIS PENERAPAN METODE *LEAN CONSTRUCTION* PADA PROYEK KONSTRUKSI DI KABUPATEN GRESIK (PERUMAHAN THE PERMATA VILLAS)

ANALYZE IMPLEMENTATION OF LEAN CONSTRUCTION METHOD IN CONSTRUCTION PROJECT IN GRESIK (THE PERMATA VILLAS HOUSING)

Reynaldi T Rahardian¹, Avisha G Prafitasiwi², Rahmat D Sutrisno³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik - Indonesia

*Email: reynalditrista@gmail.com

Artikel histori:

Submitted 22 Nov 2025

Revised 30 Nov 2025

Accepted 22 Des 2025

Online 22 Des 2025

ABSTRAK: Proyek konstruksi pada umumnya memiliki potensi terjadinya pemborosan (*waste*) yang dapat berdampak pada peningkatan biaya, keterlambatan pekerjaan, serta penurunan efisiensi penggunaan sumber daya. Salah satu bentuk pemborosan yang sering terjadi adalah *waste* material, khususnya pada material dengan kontribusi biaya besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis kategori *waste* dengan peringkat tertinggi berdasarkan konsep *Lean Construction*, menghitung *waste* level pada material berbiaya besar, serta menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* pada proyek pembangunan Perumahan The Permata Villas, Kabupaten Gresik. Metode penelitian yang digunakan meliputi analisis kuantitatif terhadap data Rencana Anggaran Biaya (RAB), *as-built drawing*, dan data logistik proyek untuk menghitung tingkat *waste* material *consumable* berbiaya besar, yaitu Beton K225, Besi Ø12, dan Besi Ø8. Selain itu, dilakukan penyebaran kuesioner kepada 15 responden yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek untuk mengidentifikasi faktor penyebab *waste* berdasarkan tujuh jenis pemborosan (*7 Waste*) *Lean Construction*. Data kuesioner dianalisis menggunakan skala Likert serta diuji validitas dan reliabilitasnya dengan bantuan aplikasi SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *waste* level Beton K225 sebesar 5,4% termasuk kategori *High*, Besi Ø12 sebesar 5,3% termasuk kategori Normal, dan Besi Ø8 sebesar 8,3% termasuk kategori *High*. Faktor penyebab *waste* tertinggi pada masing-masing variabel antara lain ketidaksesuaian proses pengerjaan dengan desain (*defect*), material tidak sesuai spesifikasi (*over production*), keterlambatan material ke lokasi (*waiting*), pembuatan laporan yang rumit dan berubah-ubah (*over processing*), pekerja tidak mengetahui letak alat dan material (*motion*), buruknya jadwal pengiriman material (*transportation*), serta kehilangan alat dan material (*inventory*). Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan konsep *Lean Construction* efektif dalam mengidentifikasi tingkat dan penyebab *waste* material. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi pihak pelaksana proyek dalam meningkatkan efisiensi penggunaan material, memperbaiki sistem logistik dan penjadwalan, serta meminimalkan pemborosan pada proyek konstruksi serupa di masa mendatang.

Kata kunci: *Lean Construction*; *waste* material; *waste* level; proyek perumahan; efisiensi material

ABSTRACT: Construction projects generally have the potential to experience inefficiencies in the form of waste, which may lead to increased costs, project delays, and reduced efficiency in the use of resources. One of the most common forms of waste is material waste, particularly in materials with a high cost

contribution. This study aims to identify the waste categories with the highest rankings based on the Lean Construction concept, calculate waste levels for high-cost materials, and analyze the factors causing material waste in the construction project of The Permata Villas Housing Development, Gresik Regency. The research method employed quantitative analysis using secondary data, including the project Bill of Quantities (BOQ), as-built drawings, and logistics data, to calculate the waste levels of high-cost consumable materials, namely K225 concrete, Ø12 reinforcing steel, and Ø8 reinforcing steel. In addition, questionnaires were distributed to 15 respondents directly involved in the project execution to identify waste-causing factors based on the seven waste categories (7 Wastes) in Lean Construction. The questionnaire data were analyzed using a Likert scale and tested for validity and reliability using SPSS software. The results indicate that the waste level of K225 concrete is 5.4%, classified as High waste, Ø12 reinforcing steel shows a waste level of 5.3% and is categorized as Normal, while Ø8 reinforcing steel has the highest waste level at 8.3%, classified as High. The dominant factors causing waste include nonconformity between work execution and design (defect), materials not meeting specifications (overproduction), delays in material delivery to the site (waiting), complicated and frequently changing reporting processes (overprocessing), workers' lack of knowledge regarding the location of tools and materials (motion), poor material delivery scheduling (transportation), and loss of tools and materials (inventory). Based on these findings, it can be concluded that the application of the Lean Construction approach is effective in identifying material waste levels and their underlying causes. This study is expected to serve as an evaluation reference for project stakeholders to improve material use efficiency, enhance logistics and scheduling systems, and minimize waste in similar construction projects in the future.

Keywords: *Lean Construction; material waste; waste level; housing project; material efficiency*

1. PENDAHULUAN

Kegiatan pekerjaan yang dilakukan pada proyek pembangunan konstruksi dapat berpotensi mengalami kegagalan, pemborosan, maupun kerugian yang dapat terjadi pada unsur manajemen yang terlibat dalam pekerjaan proyek. Pada proyek konstruksi masih banyak ditemukan permasalahan ketidakefisienan dalam pelaksanaannya. Kegiatan-kegiatan yang menggunakan sumber daya tetapi tidak menghasilkan nilai yang diharapkan (*value*) dapat mengakibatkan terjadinya pemborosan (*waste*). Biaya yang berlebih merupakan salah satu faktor yang dihadapi oleh pemangku pekerjaan. Biaya merupakan salah satu faktor terjadinya *waste* pada pekerjaan.

Namun, apabila dari sebuah proyek konstruksi mengalami adanya kegagalan dan beragam jenis kerugian yang mengakibatkan adanya tahapan perbaikan pada sistem perencanaan, dengan ini dapat digunakan metode *Lean Construction*. Konsep metode *Lean Construction* ialah dengan melakukan proses identifikasi pemborosan (*waste*) dan memberikan masukan perbaikan dalam pengurangan pemborosan (*waste*) serta meningkatkan nilai tambah (*value*) dengan *output* berupa produk maupun jasa. Penerapan metode *Lean Construction* sebagai salah satu topik yang dipilih oleh peneliti, dikarenakan dari perihal

material di beberapa kondisi yang pernah ditemui oleh peneliti, sering kali ditemukan banyaknya sisa material pada pekerjaan proyek yang masih dapat digunakan namun cenderung terbuang dan tidak dimanfaatkan kembali.

Gresik menjadi salah satu kota yang sedang mengalami perkembangan dan pertumbuhan yang cukup pesat dari segi residensial. Sehingga, dengan adanya hal ini, cukup menarik dalam pelaksanaan penerapan metode *Lean Construction* yang juga menjadi bagian dari adaptasi serta tantangan baru bagi pelaksana proyek-proyek konstruksi lokal dalam hal melakukan *manage* antar kebutuhan guna menekan pengeluaran berlebih sehingga meningkatkan nilai dari segi kualitas, produktivitas dan memenuhi standar yang tinggi. Selain itu, dalam hal menekan banyaknya pengeluaran yang tidak perlu, hal ini juga sebagai salah satu cara sebagai pengurangan limbah terhadap lingkungan sekitar.

Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan analisa skala Likert untuk penerapan fungsi guna meminimalisir pemborosan yang lebih besar di kemudian hari, serta memaksimalkan nilai produktivitas agar lebih efisien dan optimal di lingkup kerja proyek. Skala Likert menyediakan berbagai pilihan jawaban, mulai dari tanggapan sangat positif hingga sangat negatif. Kuesioner berupa pertanyaan dengan skala Likert dari 1-5

dengan interpretasi 1 = sangat tidak relevan, 2 = kurang relevan, 3 = cukup relevan, 4 = relevan dan 5 = sangat relevan. Skor 3 menjadi skor *cut off* sehingga variabel yang dianggap relevan adalah variabel dengan skor di atas 3 (Prafitasiwi, Rohman dan Alfianidah, 2023). Penelitian ini mengambil studi kasus di Proyek Perumahan The Permata Villas. Penelitian ini memiliki batasan masalah yakni *waste* material yang diteliti adalah *waste* material yang berbiaya besar dan merupakan *waste* material *consumable*. Penelitian ini tidak melihat produktivitas tukang serta tidak menghitung biaya dan waktu pada sisa *waste* material yang terbuang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kategori *waste* yang memiliki nilai peringkat 3 tertinggi dari *Lean Construction*. Selain itu juga untuk mengidentifikasi material yang berbiaya besar dan menghitung *waste levelnya*, serta mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya *waste* dengan menggunakan metode *Lean Construction*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di proyek Perumahan The Permata Villas. Perumahan The Permata Villas berada di Jalan Permata Regency, Kedayang, Kec. Kebomas, Kab. Gresik.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data diambil dari data primer atau data yang diperoleh di lapangan dan data sekunder sebagai data pendukung untuk melengkapi analisa perhitungan. Proses pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yakni: a) Data primer, yaitu data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan, dokumentasi dan wawancara dengan responden yang dianggap mengetahui faktor-faktor penyebab *waste*; b) Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari data umum proyek penggunaan material, *as-built drawing*, BOQ dan data limbah material proyek.

2.3. Identifikasi Variabel

Pertanyaan ditujukan kepada responden yang representatif seperti *developer*, kontraktor dan pekerja di lapangan yang memiliki pengalaman dalam proyek serupa terkait dengan penelitian ini. Dari hasil identifikasi variabel penyebab *waste*, diperoleh pertanyaan untuk kuesioner yang akan disebarkan dalam penelitian ini diambil dari hasil wawancara yang telah dilakukan. Hasil identifikasi variabel dapat dilihat pada **Tabel 1**.

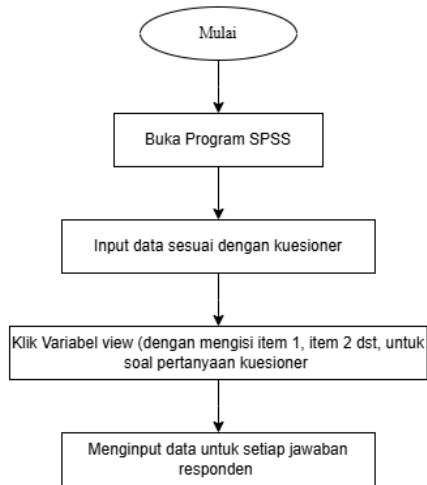
Tabel 1. Hasil Identifikasi Variabel

No	Kode	Variabel
1	X1	<i>Defect</i>
2	X1.1	Material yang tidak sesuai spesifikasi
3	X1.2	Tidak sesuainya proses pengerjaan dengan desain
4	X1.3	Metode konstruksi yang tidak tepat
5	X1.4	Kurangnya keterampilan kerja
6	X2	<i>Over Production</i>
7	X2.1	Pengawas yang tidak berpengalaman
8	X2.2	Jenis material tidak sesuai dengan spesifikasi
9	X2.3	Sering terjadinya perubahan
10	X2.4	Kurangnya informasi ke pihak produksi
11	X3	<i>Waiting</i>
12	X3.1	Menunggu instruksi pekerjaan
13	X3.2	Perencanaan dan penjadwalan yang buruk
14	X3.3	Keterlambatan material ke lokasi
15	X3.4	Alat yang rusak
16	X4	<i>Over Processing</i>
17	X4.1	Melakukan langkah yang tidak perlu dalam pengerjaan
18	X4.2	Alat kerja yang tidak sesuai
19	X4.3	Ketidaksesuaian material yang dipesan
20	X4.4	Pembuatan laporan yang rumit dan berubah-ubah
21	X5	<i>Motion</i>
22	X5.1	Kurangnya <i>skill</i> tenaga kerja
23	X5.2	Kurangnya pengalaman pengawas
24	X5.3	Kondisi lapangan yang tidak memadai
25	X5.4	Pekerja tidak tahu letak alat dan material
26	X6	<i>Transportation</i>
27	X6.1	Keterlambatan material datang ke lokasi
28	X6.2	Buruknya jadwal pengiriman material
29	X6.3	Letak lokasi kerja yang kurang memadai
30	X6.4	Faktor cuaca
31	X7	<i>Inventory</i>
32	X7.1	Penyimpanan material yang buruk
33	X7.2	Kehilangan alat dan material
34	X7.3	Perencanaan dan penjadwalan yang tidak menentu
35	X7.4	Material ditambah 3% dari perencanaan untuk berjaga-jaga

2.4. Tahapan Analisa Data Menggunakan SPSS

Pengujian dilakukan dengan SPSS untuk mengetahui tingkat validitas penelitian yang dilakukan. Sebuah penelitian dikatakan valid apabila r hitung $>$ r tabel. Adapun uji reliabilitas pada SPSS digunakan untuk mengetahui konsistensi responden dalam menjawab pertanyaan yang termasuk variabel dan disusun dalam bentuk kuesioner. Uji reliabilitas dilakukan dengan perhitungan *Alpha Cronbach*,

yang menunjukkan indikator yang digunakan dalam penelitian ini cukup reliabel dengan syarat hasil *Alpha Cronbach* > 0.6. Diagram alir penelitian dengan SPSS dapat dilihat pada **Gambar 1**.

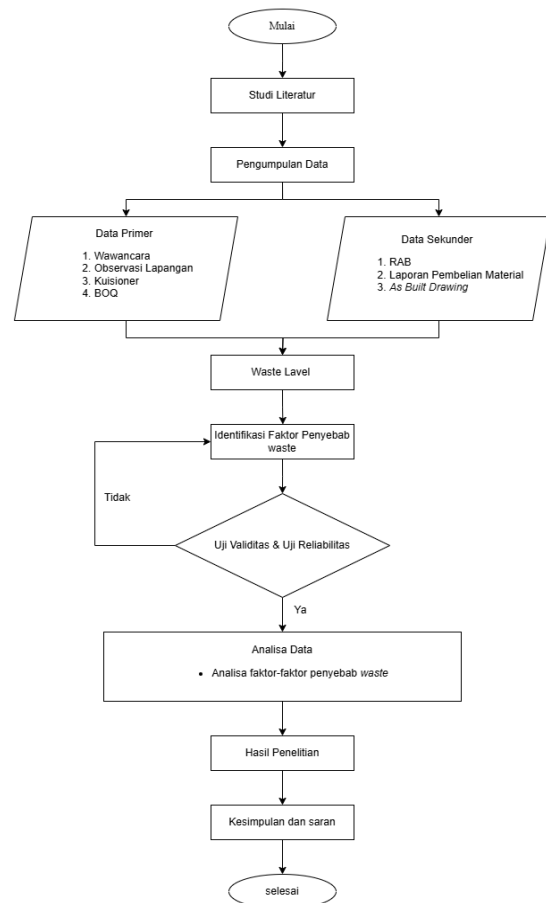


Gambar 1. Tahapan Input Data SPSS

2.5. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut: a) Studi literatur, tahap ini dilakukan untuk memperoleh dasar teori dan kerangka konseptual yang mendukung penelitian khususnya terkait konsep *waste* dalam konstruksi, metode *Lean Construction*, faktor-faktor penyebab terjadinya *waste*, teknik pengukuran *waste level*, instrumen validitas dan reliabilitas dalam penelitian kuantitatif; b) Pengumpulan data, dimana data primer diperoleh langsung dari lapangan melalui observasi langsung terhadap aktivitas proyek, wawancara terstruktur, kuesioner yang disusun berdasarkan hasil wawancara dan literatur. Data sekunder diperoleh dari data Rencana Anggaran Biaya (RAB), data logistik dan gambar *as-built drawing*; c) *Waste level*, analisa ini dilakukan untuk mengukur tingkat pemborosan material khususnya material dengan biaya tinggi; d) Identifikasi faktor penyebab terjadinya *waste* bertujuan mengetahui akar permasalahan dan elemen-elemen penting penyebab pemborosan material dalam proyek. Bentuk kuesioner tertutup dengan skala Likert 1-5, dimana responden diminta menilai tingkat pengaruh setiap faktor penyebab *waste*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh karyawan proyek pembangunan Perumahan The Permata Villas yang berkaitan dengan pengelolaan material, pelaksanaan pekerjaan atau perencanaan proyek. Teknik *sampling* yang digunakan ialah *probability sampling* dengan metode *simple random sampling*. Faktor-faktor penyebab *waste* diidentifikasi berdasarkan hasil wawancara terstruktur dengan praktisi proyek, hasil observasi lapangan dan analisis terhadap dokumen proyek dan perilaku pelaksanaan pekerjaan; e) Uji validitas dan reliabilitas, uji ini

bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan dapat dipercaya. Uji validitas menggunakan korelasi *product moment* dan uji reliabilitas menggunakan koefisien *Alpha Cronbach*; f) Analisis faktor-faktor penyebab *waste*, yaitu dengan analisis rata-rata (*mean analysis*) untuk mengetahui tingkat pengaruh setiap faktor penyebab *waste* berdasarkan penilaian responden. Skor *mean* dihitung untuk setiap item pertanyaan kuesioner. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan hasil kuesioner dan wawancara sesuai faktor utama, seperti perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, material, dan tenaga kerja. Kemudian dianalisis untuk menentukan faktor dominan yang paling berkontribusi terhadap terjadinya *waste* di proyek; g) Hasil dan pembahasan, yakni dengan melakukan pembahasan hasil penelitian terhadap perhitungan menggunakan *waste level* untuk memperoleh nilai berapa persen *waste* material berbiaya besar yang dihasilkan proyek dan penanganannya melalui wawancara; h) Kesimpulan dan saran atas hasil yang diperoleh dari penelitian ini. Tahapan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi material yang digunakan dalam proyek, analisa waste level, analisa faktor penyebab waste dengan menggunakan pertanyaan kuesioner tentang waste, uji validitas, uji reliabilitas, dan analisa deskriptif.

2.1. Identifikasi Material

Identifikasi dilakukan dengan mengurutkan material berdasarkan total harga (hasil perkalian volume dan harga satuan). Daftar material berdasarkan total harga dapat dilihat pada **Tabel 2** di bawah ini.

Tabel 3. Daftar Material Berdasarkan Total Harga

No	Materi	Volume	Satuan	Harga Satuan HSPK	Total
1	Besi Ø12	1065,60	kg	Rp 12.336,00	Rp 13.145.241,60
2	Beton K225	8,49	m ³	Rp 1.204.714,93	Rp 10.228.029,75
3	Besi Ø8	455,04	kg	Rp 10.970,00	Rp 4.991.788,80
4	Rangka Plafond	80,00	kg	Rp 33.737,04	Rp 2.698.962,96
5	Rangka Atap Galvalume	147,04	kg	Rp 18.985,51	Rp 2.791.628,99

Berdasarkan **Tabel 2**, dapat diketahui material dengan total biaya tertinggi secara berurutan yaitu Besi Ø12 sebesar Rp13.145.241,60, Beton K225 sebesar Rp10.228.029,75, dan Besi Ø8 sebesar Rp4.991.788,80. Ketiga material tersebut akan dianalisis karena memiliki proporsi paling besar terhadap total biaya proyek, selanjutnya volume material terpasang akan dihitung dengan membandingkan data RAB dan hasil pengukuran aktual pada gambar *as-built drawing* untuk memperoleh volume realisasi material di lapangan.

3.1.1 Hasil Analisa Material Beton K225

Beton K225 merupakan Beton mutu K-225 setara dengan kuat tekan f'_c sebesar 18,68 MPa. Nilai ini mengacu pada kuat tekan minimum beton setelah 28 hari, yang diukur menggunakan benda uji silinder. Tujuan dari perhitungan Beton K225 ini adalah untuk mendapatkan volume hitung atau terpakai dalam satuan m³. Hasil perhitungan volume Beton K225 dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 2. Perhitungan Beton K225

No	Uraian Pekerjaan	Volume Hitung	Satuan
1	Pondasi Pilecap 50/50/30	1,20	m ³
2	Pondasi Strous	0,47	m ³
3	Sloof 15/20	2,48	m ³
4	Ring Balok 12/15	1,55	m ³
5	Kolom Praktis	1,91	m ³
6	Balok Latei 12/12	0,46	m ³
Total Volume		8,05	m ³

Berdasarkan **Tabel 3**, dapat diketahui total volume Beton K225 sebesar 8,05 m³. Beton K225 dipakai paka pekerjaan pengecoran pondasi pilecab, pengecoran pondasi strous, pengecoran sloof, pengecoran ring balok, pengecoran kolom praktis, pengecoran balok latei.

3.1.2 Hasil Analisa Material Besi Ø12 & Ø8

Besi Ø12 & Ø8 adalah besi polos yang berdiameter 12 mm dan 8 mm dengan panjang 1 batang 12 m. Tujuan dari perhitungan pembesian ini adalah untuk mendapatkan berat total besi yang terpasang dalam satuan kilogram (Kg). Hasil perhitungan Besi Ø12 & Ø8 dapat dilihat pada **Tabel 4** dan **Tabel 5** berikut.

Tabel 4. Perhitungan Besi Ø12

Uraian Pekerjaan	Ø T. Utama	Berat (kg)	Ø T. Sengkang	Berat (kg)
Pilecab	12	85,248	-	-
Strous	12	26,640	8	-
Sloof 15/20	12	293,04	8	-
Ring Balok	12	304,88	8	-
Kolom	12	301,21	8	-
Balok Latei	8	-	8	-
Total Berat (kg)		1011,02		

Tabel 5. Perhitungan Besi Ø8

Uraian Pekerjaan	Ø T. Utama	Berat (kg)	Ø T. Sengkang	Berat (kg)
Pilecab	12	-	-	-
Strous	12	-	8	11,50
Sloof 15/20	12	-	8	130,35
Ring Balok	12	-	8	103,97
Kolom	12	-	8	89,32
Balok Latei	8	49,99	8	34,99
Total Berat (kg)		420,13		

Berdasarkan **Tabel 4** dan **Tabel 5**, dapat diketahui total berat Besi Ø12 sebesar 1011,02 kg sedangkan total berat Besi Ø8 sebesar 420,13 kg. Besi Ø12 dipakai paka pekerjaan pilecab, strous,

sloof, ring balok, dan kolom sedangkan Besi Ø8 dipakai pada pekerjaan balok latei dan begel.

2.2. Hasil Analisa Waste Level

Berdasarkan hasil perhitungan keseluruhan volume material Beton K225, Besi Ø12 dan Besi Ø8 dari *as-built drawing* dan data logistik untuk Perumahan The Permata Villas, *waste level* dapat dihitung sesuai Persamaan (1) sebagai berikut.

$$\text{Waste level} = \frac{[(M \text{ Purchased} - \text{Inventory}) - M \text{ field measurements}]}{M \text{ field measurements}} \times 100 \quad (1)$$

Hasil rekap perhitungan *waste level* untuk Beton K225, Besi Ø12 dan Besi Ø8 dapat dilihat pada **Tabel 6** di bawah ini.

Tabel 6. Rekap *Waste Level*

No	Waste Level	Average Waste (%)	Keterangan
1	Beton K225	5,4	High
2	Besi Ø 12	5,3	Normal
3	Besi Ø 8	8,3	High

Tabel 6 menunjukkan tingkat pemborosan (*waste*) dari tiga jenis material utama pada pekerjaan struktur, yaitu Beton K225, Besi Ø12 dan Besi Ø8. Berdasarkan data pada **Tabel 6** dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- Beton K225** memiliki *average waste* sebesar **5,4%**, yang masuk dalam kategori **High**. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan beton di lapangan mengalami pemborosan di atas batas wajar, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap metode pengecoran, penjadwalan, dan kontrol volume pemesanan.
- Besi Ø12** memiliki *average waste* sebesar **5,3%**, dan dikategorikan **Normal**. Nilai ini masih berada pada rentang pemborosan yang dapat diterima dalam pekerjaan struktur, sehingga manajemen penggunaan Besi Ø12 dianggap cukup efektif dan sesuai perencanaan.
- Besi Ø8** memiliki *average waste* terbesar, yaitu **8,3%**, yang termasuk kategori **High**. *Waste* yang tinggi ini mengindikasikan adanya ketidakefisienan, terutama pada proses pemotongan dan pemasangan besi berdiameter kecil. Hal ini perlu ditindaklanjuti dengan perbaikan kontrol pemakaian dan optimalisasi pemotongan material.

2.3. Faktor Penyebab Waste dengan Menggunakan Pertanyaan Kuesioner Tentang 7 Waste

Berdasarkan hasil analisa *waste level*, selanjutnya dilakukan penyebaran kuesioner kepada responden yang terlibat langsung dalam pelaksanaan pembangunan Perumahan The Permata Villas.

Penentuan jumlah responden dilakukan menggunakan Persamaan (2) sebagai berikut.

$$N = \frac{N}{N(d^2)+1} \quad (2)$$

Dari hasil penentuan jumlah reponden dengan jumlah populasi pekerja (N) sebanyak 16 orang dan taraf signifikansi 5% (0,05), maka diperoleh responden sebanyak 15 orang. Data profil responden yang terpilih dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Data Profil Responden

No	Kode	Jabatan	Masa Jabatan
1	R1	Project Manager	10 Tahun
2	R2	Site Engineer	7 Tahun
3	R3	Site Engineer	4 Tahun
4	R4	Site Administration	3 Tahun
5	R5	Site Administration	8 Tahun
6	R6	Marketing	10 Tahun
7	R7	Marketing	5 Tahun
8	R8	Marketing	11 Bulan
9	R9	Supervisor	9 Tahun
10	R10	Supervisor	5 Tahun
11	R11	Drafter	5 Tahun
12	R12	Drafter	8 Bulan
13	R13	Estimator	8 Tahun
14	R14	Logistic	10 Tahun
15	R15	Logistic	2 Tahun

2.4. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana pertanyaan kuesioner dapat mengukur variabel penelitian. Sebuah instrumen dikatakan valid apabila pernyataan di dalamnya benar-benar mampu menggambarkan atau mengukur objek yang ingin diteliti.

Pada penelitian ini, uji validitas dilakukan berdasarkan hasil kuesioner yang telah disebarkan kepada 15 responden karyawan proyek Perumahan The Permata Villas di bawah pengelolaan PT. Karunia Mulia Rizqi. Kriteria penilaian validitas menggunakan korelasi *Pearson Product Moment*, dengan acuan sebagai berikut:

- Jika $r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$, maka butir pernyataan dikatakan valid.
- Jika $r \text{ hitung} < r \text{ tabel}$, maka butir pernyataan dikatakan tidak valid.

Nilai $r \text{ tabel}$ diperoleh dari distribusi nilai korelasi *Pearson* dengan derajat bebas (df) = $n - 2 = 15 - 2 = 13$. Berdasarkan tabel $r \text{ kritis}$ pada taraf signifikansi 5% (0,05), maka diperoleh $r \text{ tabel} = 0,553$. Hasil uji validitas ditampilkan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Hasil Pengujian Validitas Menggunakan SPSS

Variabel	Indikator	R-Hitung	R-Tabel	Hasil
Defect	X1.1	0,968	0,553	Valid
	X1.2	0,910	0,553	Valid
	X1.3	0,925	0,553	Valid
	X1.4	0,880	0,553	Valid
Over Production	X2.1	0,958	0,553	Valid
	X2.2	0,908	0,553	Valid
	X2.3	0,837	0,553	Valid
	X2.4	0,884	0,553	Valid
Waiting	X3.1	0,955	0,553	Valid
	X3.2	0,891	0,553	Valid
	X3.3	0,898	0,553	Valid
	X3.4	0,924	0,553	Valid
Over Processing	X4.1	0,982	0,553	Valid
	X4.2	0,923	0,553	Valid
	X4.3	0,821	0,553	Valid
	X4.4	0,942	0,553	Valid
Motion	X5.1	0,983	0,553	Valid
	X5.2	0,892	0,553	Valid
	X5.3	0,844	0,553	Valid
	X5.4	0,927	0,553	Valid
Transportation	X6.1	0,970	0,553	Valid
	X6.2	0,888	0,553	Valid
	X6.3	0,878	0,553	Valid
	X6.4	0,970	0,553	Valid
Inventory	X7.1	0,973	0,553	Valid
	X7.2	0,885	0,553	Valid
	X7.3	0,878	0,553	Valid
	X7.4	0,908	0,553	Valid

Tabel 8 menunjukkan data hasil uji validitas menggunakan *software* SPSS. Diketahui bahwa semua variabel dengan tingkat kepercayaan 99% dan nilai r tabel 13 (0,553) dinyatakan valid karena semua hasil validitas menunjukkan r hitung lebih besar daripada r tabel, sehingga instrumen penelitian valid digunakan sebagai alat pengumpul data.

2.5. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan terhadap item pernyataan yang dinyatakan valid. Suatu variabel dikatakan reliabel atau handal apabila jawaban terhadap pertanyaan selalu konsisten. Konsisten reliabilitas instrumen dimaksudkan untuk melihat

konsistensi jawaban dari butir-butir pernyataan yang diberikan kepada responden. Perhitungannya dilakukan menggunakan aplikasi SPSS dengan rumus “*Alpha Cronbach*”. Tabel item pertanyaan reliabilitas dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 9. Item Pertanyaan Reliabilitas

<i>Case Processing Summary</i>			
		N	%
Cases	<i>Valid</i>	15	100.0
	<i>Excluded^a</i>	0	.0
	<i>Total</i>	15	100.0

Listwise deletion based on all variables in the procedure

Berdasarkan **Tabel 9**, menunjukkan bahwa 15 responden telah memberikan jawaban dengan total 100% tanpa adanya data yang terhapus (*excluded cases* = 0%). Seluruh responden memberikan jawaban secara lengkap pada setiap item pernyataan, sehingga data dapat diolah secara keseluruhan tanpa ada kehilangan data (*missing value*). Sehingga, proses pengujian validitas dapat dilakukan secara optimal karena seluruh data responden memenuhi syarat kelengkapan untuk dianalisis.

Tabel 10. Hasil Uji Reliabilitas

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
.957	28

Tabel 10 di atas menunjukkan uji reliabilitas dilakukan terhadap item pertanyaan yang dinyatakan reliabel karena berada di antara koefisien korelasi 0,81 sampai 1, yang mana menunjukkan kriteria reliabilitas **Sangat Tinggi**. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa masing-masing item pertanyaan dinyatakan reliabel.

2.6. Analisa Deskriptif

Analisa deskriptif dilakukan untuk mengurutkan faktor penyebab *waste* sehingga diketahui faktor yang paling banyak terjadi dan memicu terjadinya *waste* (pemborosan) (Prafitiasiwi et al., 2023). Faktor penyebab *waste* dapat dilihat pada **Tabel 11** berikut.

Tabel 11. Faktor Penyebab *Waste* Tertinggi Berdasarkan Variabel

Variabel <i>Waste</i>	Kode	Faktor Penyebab <i>Waste</i>	Mean	Standar Deviasi
Defect	X1.1	Material yang tidak sesuai spesifikasi	3,40	1,121
	X1.2	Tidak sesuai proses pengerjaan dengan desain	3,73	0,883
	X1.3	Metode konstruksi yang tidak tepat	3,53	1,125
	X1.4	Kurangnya keterampilan kerja	3,53	0,990
Over Production	X2.1	Pengawas yang tidak berpengalaman	3,53	1,060
	X2.2	Jenis material tidak sesuai dengan spesifikasi	3,73	0,883

	X2.3	Sering terjadinya perubahan	3,66	0,899
	X2.4	Kurangnya informasi ke pihak produksi	3,73	0,883
<i>Waiting</i>	X3.1	Menunggu instruksi pekerjaan	3,66	1,046
	X3.2	Perencanaan dan penjadwalan yang buruk	3,60	0,985
	X3.3	Keterlambatan material ke lokasi	3,73	1,032
	X3.4	Alat yang rusak	3,73	1,032
<i>Over Processing</i>	X4.1	Melakukan langkah yang tidak perlu dalam pengejaran	3,53	1,060
	X4.2	Alat kerja yang tidak sesuai	3,60	0,985
<i>Motion</i>	X4.3	Ketidaksesuaian material yang dipesan	3,73	0,883
	X4.4	Pembuatan laporan yang rumit dan berubah-ubah	3,73	0,961
	X5.1	Kurangnya <i>skill</i> tenaga kerja	3,46	1,060
	X5.2	Kurangnya pengalaman pengawas	3,73	0,883
	X5.3	Kondisi lapangan yang tidak memadai	3,66	0,899
<i>Transportation</i>	X5.4	Pekerja tidak tahu letak alat dan material	3,73	0,961
	X6.1	Keterlambatan material datang ke lokasi	7,73	1,032
	X6.2	Buruknya jadwal pengiriman material	3,86	0,915
	X6.3	Letak lokasi kerja yang kurang memadai	3,86	0,833
<i>Inventory</i>	X6.4	Faktor cuaca	3,73	1,032
	X7.1	Penyimpanan material yang buruk	3,46	1,060
	X7.2	Kehilangan alat dan material	3,73	0,883
	X7.3	Perencanaan dan penjadwalan yang tidak menentu	3,60	0,985
	X7.4	Material ditambah 3% dari perencanaan untuk berjaga-jaga	3,73	0,883

Tabel 11 menunjukkan bahwa terdapat masing-masing satu faktor tertinggi penyebab *waste* tiap variabel selama pembangunan Perumahan The Permata Villas. Validitas variabel *mean* dan standar deviasi dapat dilihat pada **Tabel 12** berikut.

Tabel 12. *Mean & Standar Deviasi*

<i>Item Statistics</i>			
	<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	N
X1.1	3.4000	1.12122	15
X1.2	3.7333	0.88372	15
X1.3	3.5333	1.12546	15
X1.4	3.5333	0.99043	15
X2.1	3.5333	1.06010	15
X2.2	3.7333	0.88372	15
X2.3	3.6667	0.89974	15
X2.4	3.7333	0.88372	15
X3.1	3.6667	1.04654	15
X3.2	3.6000	0.98561	15
X3.3	3.7333	1.03280	15
X3.4	3.7333	0.96115	15
X4.1	3.5333	1.06010	15
X4.2	3.6000	0.98561	15
X4.3	3.7333	0.88372	15
X4.4	3.7333	0.96115	15
X5.1	3.4667	1.06010	15
X5.2	3.7333	0.88372	15
X5.3	3.6667	0.89974	15
X5.4	3.7333	0.96115	15
X6.1	3.7333	1.03280	15
X6.2	3.8667	0.91548	15
X6.3	3.8667	0.83381	15
X6.4	3.7333	1.03280	15
X7.1	3.4667	1.06010	15
X7.2	3.7333	0.88372	15
X7.3	3.6000	0.98561	15
X7.4	3.7333	0.88372	15

Berdasarkan **Tabel 12**, dapat diketahui bahwa nilai *mean* antar variabel menunjukkan angka yang sama tetapi nilai standar deviasi berbeda. Hal ini menggambarkan bahwa tingkat keragaman atau penyebaran jawaban responden pada masing-masing variabel tidak sama. Walaupun rata-rata persepsi responden terhadap setiap variabel seimbang, namun konsistensi jawaban responden berbeda-beda. Variabel dengan standar deviasi lebih kecil memberi arti bahwa jawaban responden lebih seragam, sedangkan variabel dengan standar deviasi lebih besar bermakna jawaban responden lebih bervariasi.

2.7. Diskusi dan Pembahasan

3.7.1 Analisa *Waste Level*

Berdasarkan perhitungan *waste level* material Beton K225, Besi Ø12 dan Besi Ø8 pada proyek pembangunan Perumahan The Permata Villas,

diperoleh informasi yaitu **Beton K225 memiliki *waste* sebesar 5,4%** yang berada pada kategori ***High Waste*** karena melebihi batas wajar umum proyek bangunan gedung (sekitar 2-5%), **Besi Ø12 menunjukkan *waste* sebesar 5,3%** yang masih termasuk kategori **Normal** dan dapat diterima untuk pekerjaan struktur dengan toleransi pemborosan di lapangan, sedangkan **Besi Ø8 memiliki *waste* tertinggi sebesar 8,3%** sehingga masuk kategori ***High Waste*** dan mengindikasikan perlunya perbaikan dalam proses pemotongan, pemasangan, atau perencanaan jumlah kebutuhan.

Secara keseluruhan, hasil analisa ini dapat menjadi dasar evaluasi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan material serta memperbaiki perencanaan kebutuhan pada pekerjaan selanjutnya. Adanya *waste* yang tinggi pada beberapa material menunjukkan perlunya pengawasan lebih ketat, perbaikan metode kerja, serta peningkatan akurasi estimasi material. Hasil penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa pengendalian material melalui perencanaan yang akurat dan pelaksanaan yang disiplin berperan penting dalam menekan tingkat *waste* material di proyek konstruksi.

3.7.2 Analisa Deskriptif

Hasil analisa pada **Tabel 11** dan **Tabel 12** menunjukkan bahwa pada proyek pembangunan Perumahan The Permata Villas memiliki masing-masing satu faktor penyebab *waste* tiap variabel, yakni sebagai berikut:

1. *Defect*, merupakan ketidaksesuaian hasil pekerjaan dengan desain, dengan nilai mean 3,73 dan standar deviasi 0,883. Nilai mean menunjukkan responden cenderung setuju bahwa masalah ini sering terjadi di proyek, sedangkan standar deviasi mengindikasikan variasi jawaban yang moderat. Di lapangan, defect umumnya terjadi karena pekerjaan tidak mengikuti gambar kerja atau spesifikasi, seperti dimensi pengecoran yang tidak sesuai, pemasangan tulangan kurang rapat, atau hasil finishing yang tidak standar. Penyebabnya antara lain kurangnya pengawasan, pekerja tidak memahami gambar, serta perubahan desain yang tidak tersampaikan. Hal ini sejalan dengan penelitian Kevin Liman & Hendrik Sulistio (2020) yang menyatakan bahwa informasi gambar yang kurang detail dapat menyebabkan kesalahan dalam pelaksanaan desain.
2. *Over Production*, yaitu penggunaan material tidak sesuai spesifikasi dengan mean 3,73 dan standar deviasi 0,883. Nilai mean menunjukkan responden setuju bahwa masalah ini sering terjadi, sedangkan standar deviasi menandakan penilaian cukup konsisten. Di lapangan, over production terjadi karena

- material tidak sesuai permintaan, seperti mutu beton tidak sesuai K225, diameter besi berbeda, atau material finishing tidak sesuai standar. Penyebabnya adalah kurangnya koordinasi antara pembelian, vendor, dan pelaksana. Hal ini sejalan dengan Kevin Liman & Hendrik Sulistio (2020) yang menemukan waste akibat kesalahan pemesanan, kelebihan, dan kekurangan material.
3. *Waiting*, yaitu keterlambatan material dengan mean 3,73 dan standar deviasi 1,032. Mean menunjukkan masalah ini cukup signifikan, sedangkan standar deviasi yang lebih tinggi menandakan perbedaan pendapat responden. *Waiting* terjadi karena keterlambatan pengiriman dari supplier, sehingga pekerjaan terhenti, mandor menunggu, dan pekerja tidak dapat melanjutkan pekerjaan.
 4. *Over Processing*, yaitu laporan yang rumit dan sering berubah dengan mean 3,73 dan standar deviasi 0,961. Mean menunjukkan responden setuju ini menjadi hambatan, sedangkan standar deviasi menunjukkan variasi moderat. Perubahan format laporan dan permintaan data mendadak menyebabkan pekerjaan administrasi tidak efisien, biasanya karena tidak adanya standar pelaporan tetap atau permintaan tambahan dari manajemen.
 5. *Motion*, yaitu pekerja tidak mengetahui letak alat dan material dengan mean 3,73 dan standar deviasi 0,961. Nilai mean 3,73 mengindikasikan bahwa responden mengakui ketidaktahuan pekerja terhadap lokasi alat/material sebagai masalah yang cukup sering terjadi. Standar deviasi 0,961 menggambarkan adanya perbedaan pandangan, namun sebagian besar responden masih berada pada kategori penilaian yang mirip. *Motion* waste di lapangan umum terjadi ketika peralatan kecil seperti meteran, palu, atau alat potong tidak tersimpan di tempat yang seharusnya. Pekerja harus berjalan mencari alat atau material yang tercecer, sehingga menghabiskan waktu. Biasanya ini terjadi karena penyimpanan tidak terorganisir atau tidak adanya sistem penandaan lokasi material (material storage layout). Hal ini sejalan dengan penelitian Ramadhan Rizki Faruki & Henny Wiyanto, 2023 menemukan bahwa perlu dilakukan penetapan material pada gambar kerja sebelum perincian material pada bill of quantity serta sistem pengawasan dan manajemen kontrol yang diperketat untuk menghindari terjadinya material hilang atau tata letak.
 6. *Transportation*, yaitu buruknya jadwal pengiriman material dengan mean 3,86 dan standar deviasi 0,915. Mean tertinggi menunjukkan ini masalah paling dominan, sedangkan standar deviasi menunjukkan pendapat responden cukup beragam. Masalah muncul karena jadwal pengiriman tidak konsisten, terlambat, atau tidak sesuai kebutuhan, sehingga mengganggu pekerjaan. Penyebabnya adalah kurangnya koordinasi antara logistik, supplier, dan jadwal proyek. Hal ini sejalan dengan Istiqomah Khoirunnisa dkk. (2021) yang menemukan pekerja sering menunggu material, alat, dan kondisi pendukung.
 7. *Inventory*, yaitu kehilangan alat dan material dengan mean 3,73 dan standar deviasi 0,883. Mean menunjukkan masalah ini cukup sering terjadi, sedangkan standar deviasi menunjukkan pendapat yang relatif seragam. Kehilangan terjadi karena penyimpanan tidak aman, kurang pengawasan, serta inventarisasi yang tidak rapi. Hal ini sejalan dengan Felicia T. Nuciferani dkk. (2022) yang menyatakan pengelolaan logistik yang kurang efektif dapat menyebabkan penumpukan, kerusakan, dan peningkatan biaya proyek.
- Sementara itu, faktor dengan nilai mean terendah yaitu material yang tidak sesuai spesifikasi ($mean = 3,40$) menunjukkan bahwa proses pengadaan material di proyek ini telah berjalan relatif baik. Hasil ini berbeda dengan temuan Michael Alan Kristianto, Erwin Panucci Ajie, Hermawan, dan Budi Setiyadi., 2019 yang melaporkan bahwa ketidaksesuaian spesifikasi material menjadi salah satu penyebab *waste* tertinggi pada proyek gedung bertingkat akibat lemahnya sistem kontrol kualitas.
- Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat pandangan bahwa efektivitas sistem logistik dan penjadwalan material memiliki peranan penting dalam menekan tingkat *waste* pada proyek konstruksi, serta menunjukkan bahwa pengawasan mutu material di tahap pengadaan sudah berjalan cukup optimal dibandingkan dengan penelitian terdahulu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat diambil kesimpulan yaitu *waste* material yang memiliki biaya terbesar ada 3 yaitu Beton K225 dengan biaya sebesar Rp. 10.228.029,75 serta Besi Ø12 dengan biaya sebesar Rp. 13.145.241,60 dan Besi Ø8 dengan biaya sebesar Rp. 4.991.788,80. Hasil perhitungan *waste* Beton K225 adalah sebesar 5,4 %, *waste* Besi Ø12 sebesar 5,3%, *waste* besi Ø8 sebesar 8,3%. Proyek pembangunan Perumahan The Permata Villas memiliki masing-masing satu faktor penyebab *waste* tiap variabel, diantaranya yakni *Defect* yaitu tidak sesuainya *progress* pengerjaan dengan desain dengan $mean$ 3,73 dan standar deviasi 0,883. *Over Production* yaitu jenis material tidak sesuai dengan spesifikasi dengan $mean$ 3,73 dan standar deviasi 0,883. *Waiting* yaitu keterlambatan material ke lokasi dengan $mean$ 3,73 dan standar

deviasi 1,032. *Over Processing* yaitu pembuatan laporan yang rumit dan berubah ubah dengan *mean* 3,73 dan standar deviasi 0,961. *Motion* yaitu pekerja tidak tau letak alat dan material dengan *mean* 3,73 dan standar deviasi 0,961. *Transportation* yaitu buruknya jadwal pengiriman material dengan *mean* 3,86 dan standar deviasi 0,915. *Inventory* yaitu kehilangan alat dan material dengan *mean* 3,73 dan standar deviasi 0,883.

DAFTAR PUSTAKA

- Felicia T. Nuciferani, M Ferdaus N. Aulady, Siti Choiriyah, Daniel S.B. Sumarsono. (2022). Penerapan *Lean Construction* pada Proyek Perumahan terhadap *Waste Material*.
- Istiqomah Khoirunnisa, Zures Gustiabani, B,Eng., M.sc, Muhammad Alif Ridwan, S.T., M.T. (2025). Analisa *Waste Material* pada Proyek Pelebaran Jalan Hang Tuah dengan Metode *Lean Construction*.
- Kevin Liman & Hendrik Sulistio. (2020). *Waste Material Beton* pada Proyek Konstruksi di Jakarta.
- Michael Alan Kristianto, Erwin Panucci Ajie, Hermawan, Budi Setiyadi. (2019). Analisis *Waste Material* Konstruksi pada Pekerjaan Struktur Atas Beton Bertulang Bangunan Tingkat Tinggi
- Prafitasiwi, A. G., Rohman, M. A., & Alfianidah, R. (2023). Identifikasi Hambatan Pada Bangunan Gedung Kampus Dalam Ketercapaian Kebijakan Sustainable Development Goals. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan; Vol 7 No 1 (2023): Jurnal Rekayasa Sipil Dan LingkunganDO - 10.19184/Jrsl.V7i1.37643* .
<https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JRSL/article/view/37643>
- Ramadhan Rizki Faruki & Henny Wiyanto. (2023). Analisis *Waste Material* dan Faktor Penyebab pada Proyek Apartemen