

**IDENTIFIKASI FAKTOR PENYEBAB WASTE KONSTRUKSI DENGAN  
MENGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN CONSTRUCTION* (STUDI KASUS:  
PROYEK X KABUPATEN KAPUAS)**

Doni Rahman Maulana dan Oryza Lhara Sari  
*Institut Teknologi Kalimantan*  
E-mail : donirahman012@gmail.com

**ABSTRACT**

Waste is a problem that often occurs in construction projects. Waste is an activity that utilizes resources but does not produce the expected added value. Waste can be eliminated with a lean approach where this approach is carried out by identifying and eliminating waste so that it can meet customer value. Therefore, it is necessary to identify waste, in this study to identify the factors causing the occurrence of construction waste in the rehabilitation and improvement of irrigation networks in the working area of block A, Kapuas Regency. There were 9 variables with 43 indicators of factors causing waste which became the basis for this research. The method used was the Borda method to get the factors causing the most frequent waste and also the severity index method to get the main factors causing the occurrence of waste. The results of this study are the waste that most often occurs, namely the planning error factor with a weight value of 0.031 and the main factor for the occurrence of waste, namely the planning error factor with an SI probability weight of 46.7% including category C (Enough) with a value of 3 while the SI impact weight is 65% belongs to category B (Large) with a value of 4

Keywords: Lean Construction, Value, Waste

**1. PENDAHULUAN**

Pada pelaksanaan proyek konstruksi sering terjadi masalah terutama dalam pemborosan (*Waste*) (rifqi, 2019). Menurut Abduh (2007) aktifitas yang memanfaatkan sumber daya tetapi tidak menghasilkan nilai tambah yang diharapkan disebut pemborosan. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Lean Construction Institute (LSI) menemukan bahwa industri konstruksi hanya menghasilkan 10% nilai tambah, sementara 57% pemborosan. (Abduh, 2007).

Dari penelitian tentang identifikasi pemborosan (*Waste*) proyek konstruksi di indonesia ditemukan faktor-faktor inti pemborosan yaitu perbaikan pada pekerjaan finishing, keterlambatan mobilisasi bahan, keterlambatan jadwal, pekerja yang terlambat, pemborosan bahan baku di tempat dan kurangnya pengawasan (alwi dkk, 2002). Sedangkan dalam penelitian Apni (2019) penambahan jenis pekerjaan dan perubahan desain adalah faktor yang sering menyebabkan pemborosan (*Waste*) konstruksi.

Menurut pendapat Koskela (1992) bahwa proyek konstruksi harus bergerak dalam pemikiran lean agar dapat meningkatkan *value* seperti pada konsep produksi yang ada selama ini.

Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi pemborosan, pada penelitian ini dilakukan identifikasi faktor penyebab *Waste* pada studi kasus Proyek X Kabupaten Kapuas Yang diharapkan mampu mengatasi permasalahan pemborosan dan dapat menjadi evaluasi bagi para stakeholder untuk proyek selanjutnya.

Tujuan yang ingin dicapai adalah:

- a. Menganalisa variabel *Waste* yang paling sering terjadi pada Proyek konstruksi
- b. Untuk mengetahui faktor utama penyebab terjadinya *Waste* pada Proyek konstruksi

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### **Waste Konstruksi**

*Limbah* dapat dibagi menjadi tiga kelompok: masing-masing yang berhubungan dengan pekerjaan tenaga, material, dan peralatan/mesin. Pemborosan konstruksi, sebagaimana dikemukakan oleh Al Moghany (2006), Pemborosan tidak selalu berfokus dari banyaknya pemborosan material atau secara fisik, tetapi juga berkaitan dengan pemborosan waktu.

Menurut Gasperz (2006), didalam buku “*Continuous Cost Reduction Through Lean Sigma Approach*”, terdapat 9 jenis pemborosan yang dapat dikenali dalam sebuah bisnis. *Waste* jenis ini biasanya disingkat dengan singkatan E-DOWNTIME. Penjelasan yang diberikan oleh E-DOWNTIME dapat dilihat sebagai berikut:

- a. *Environmental, Health and Safety*

Bentuk limbah yang dihasilkan bila prinsip-prinsip lingkungan, kesehatan, dan keselamatan tidak diikuti. Salah satu ilustrasinya adalah pekerjaan berbahaya yang mengakibatkan korban jiwa karena tidak menggunakan alat pengaman K3.

- b. *Defects*

Menurut terminologi bahasa, cacat didefinisikan sebagai kekurangan. Cacat dapat berupa kesalahan yang terjadi selama tahap konstruksi proses

- c. *Overproduction*

Salah satu penyebab pemborosan yang dapat dihasilkan dari suatu perusahaan adalah produksi yang berlebihan

d. *Waiting*

Konsep menunggu didasarkan pada penggunaan tidak ada waktu secara efektif; misalnya, seseorang mungkin menunggu mesin, peralatan, bahan mentah, atau pemasok, yang semuanya menghasilkan waktu menganggur.

e. *Not utilizing employee, knowledge and skill*

Jenis pemborosan yang disebabkan oleh aktivitas manusia, yang terjadi ketika seorang karyawan tidak memanfaatkan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuannya secara optimal.

f. *Transportation*

Jenis pemborosan yang disebabkan pergerakan orang, material dan informasi yang berlebihan sehingga menyebabkan waktu, biaya dan tenaga menjadi terbuang percuma.

g. *Inventory*

Jenis pemborosan yang disebabkan karena persediaan barang yang berlebih dan tidak diperlukan sehingga dapat menimbulkan kegiatan berupa penanganan tambahan yang seharusnya tidak diperlukan

h. *Motion*

segala sesuatu yang berkaitan dengan tempat kerja dan peralatan yang tidak ergonomis, yang dapat menyebabkan pekerja kurang produktif, yang menyebabkan masalah dalam pekerjaan mereka dan output yang dihasilkan.

i. *Excess processing*

Kegiatan penambahan yang terjadi karena proses yang tidak efisien yang tidak memberikan nilai tambahan pada pekerjaan yang telah diselesaikan.

**Metode Borda**

Metode borda adalah salah satu yang dapat digunakan untuk tujuan menampung hasil pengambil keputusan. Perhitungan di borda menggunakan bobot berdasarkan peringkat setiap posisi, yang dihasilkan oleh keputusan masing-masing pembuat. (Zarghami, 2011 dikutip Rifqi, 2015).

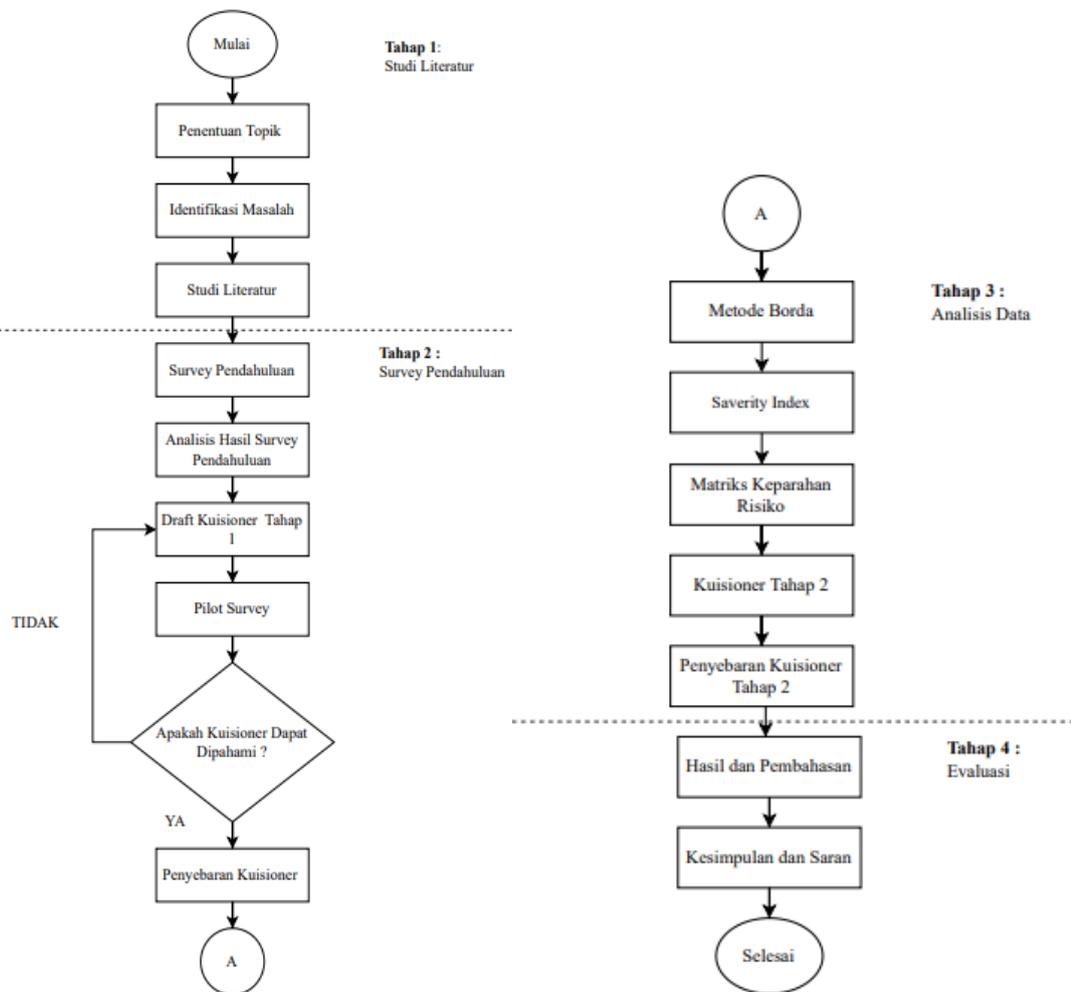
**Severity index**

*Severity index* adalah metode yang digunakan dalam perhitungan probabilitas skor dan dampaknya. Perhitungan Indeks Keparahan didasarkan pada responden. Menurut penelitian Faizal dan Arif (2009), penggunaan Indeks Keparahan lebih disukai dari pada menggunakan Nilai Rata-rata dan Metode *Variance*. Hal tersebut yang mengakibatkan

*Severity index* lebih akurat dan konsisten dalam memberikan tanggapan kepada responden.

### 3. METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pada pendekatan kualitatif digunakan pada tahapan penyebaran kuisisioner. Sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk menilai probabilitas dan dampak dari *Waste* yang terjadi, *Waste* yang paling kritis. Berikut adalah diagram alir yang digunakan pada penelitian ini :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1.** Biodata Ahli (Expert)

No	Inisial	Pengalaman Kerja	Pendidikan
1	RR	5-10 Tahun	S1
2	MH	10-20 Tahun	S1
3	DP	>20 Tahun	S2
4	NH	5-10 Tahun	S2
5	M	>20 Tahun	S2
6	II	5-10 Tahun	S1

Analisa deskriptif bertujuan untuk melihat indikator mana saja yang dapat digunakan berdasarkan nilai tingkat relevansi yang diberikan para ahli pada setiap indikator faktor penyebab Waste. Jumlah skor maksimum yang didapatkan dengan mengalikan butir jumlah indikator dan jumlah responden =  $5 \times 6 \times 83 = 2490$ . Dengan demikian nilai tersebut dibuat presentase  $1683/2490$  dengan nilai 67,5%. Nilai tersebut termasuk dalam kategori “Berpengaruh” (Sugiyono, 2004). Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\frac{67,5\%}{100\%} = \frac{X}{5} \quad (2)$$

$$X = 3.375$$

**Tabel 2.** Rekapitulasi hasil mean indikator faktor penyebab waste

Kode	Indikator Penyebab Waste	Jumlah	Mean
D9	Kekurangan Manpower atau Pekerja tidak memadai	25	4,17
D1	Keterlambatan pekerjaan disebabkan oleh menunggu material yang dibutuhkan yang tidak sesuai dengan jadwal.	24	4,00
D7	Menunggu pekerjaan yang belum selesai	24	4,00
D12	Pandemi COVID-19, yang berdampak pada penyediaan sumber daya sebagai akibat dari peraturan pemerintah baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.	24	4,00
A1	Kecelakaan kerja	23	3,83
B1	Hasil dari produksi barang atau bahan yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan	23	3,83
B6	Kesalahan perencanaan	23	3,83
D8	Menunggu pengecekan kualitas material	23	3,83
D10	Kekurangan Equipment atau alat tidak memadai	23	3,83
D13	SDM yang tidak profesional	23	3,83
E6	Pekerja lambat/tidak efektif	23	3,83
I12	Kurang komunikasi dan miskomunikasi	23	3,83

A6	Tidak memakai alat keselamatan kerja	22	3,67
B2	Pekerja yang kurang teliti	22	3,67
B3	Kesalahan instruksi pekerjaan	22	3,67
C1	Menggunakan bahan baku yang tidak sesuai dengan kebutuhan	22	3,67
D4	Aktivitas kegiatan kerja terhenti karena cuaca buruk	22	3,67
F5	Jadwal pengiriman material yang tidak sesuai	22	3,67
I4	Kurangnya pengawasan metode kerja	22	3,67
I6	Ketidaksesuaian Peralatan	22	3,67
I7	Ketidaksesuaian prosedur kerja	22	3,67
I9	Kegagalan dalam mengkombinasikan alat	22	3,67
I11	Kerja tim yang tidak solid	22	3,67
A3	Kurangnya rambu keselamatan	21	3,50
B5	Proses pengiriman dan penyimpanan yang dapat menyebabkan kerusakan pada barang yang dikirim oleh supplier.	21	3,50
B7	Tidak adanya standarisasi pelaksanaan sebelum dilakukan pelaksanaan	21	3,50
C3	Penanganan material tidak sesuai standar	21	3,50
C5	Quary material setempat tidak sesuai spek.	21	3,50
C7	Kurang teliti dalam pengukuran dimensi	21	3,50
D5	Menunggu Alat Kerja	21	3,50
E1	Kurangnya skill tenaga kerja	21	3,50
E4	Waktu lembur yang berlebihan	21	3,50
F1	Area yang tidak dapat dijangkau oleh alat bantu	21	3,50
F4	Pemesanan Material yang terlalu jauh	21	3,50
F6	Lokasi proyek susah terjangkau	21	3,50
F8	Site Manajemen Proyek tidak memadai/ tidak ideal	21	3,50
G4	Material rusak akibat terlalu lama disimpan	21	3,50
H5	Peralatan yang tidak ergonomis (unsur keamanan, kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan produktivitas/kinerja)	21	3,50
I5	Istirahat saat jam kerja	21	3,50
F9	Jumlah alat kerja yang berlebihan	21	3,50
<b>Batas Nilai Indikator Dibawah Rata-Rata</b>			
B4	Adanya kerusakan pada alat kerja	20	3,33
C6	Tidak adanya planing kerja yg baik dari tim pelaksana	20	3,33
D3	Menunggu proses pengerjaan ulang akibat rework.	20	3,33
D6	Keterlambatan pintu air irigasi	20	3,33
D14	Schedule material tenaga dan pendukung yg tidak baik	20	3,33
D15	Menunggu selesainya jadwal pola tanam	20	3,33
E3	Pekerja yang tidak disiplin	20	3,33
F2	Pengangkutan yang berulang-ulang karena material jauh dari lokasi kerja	20	3,33

F3	Material yang tidak langsung menuju lokasi proyek	20	3,33
F7	Tidak adanya analisis Masalah terlebih dahulu	20	3,33
G1	Bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan tertentu terlalu lama disimpan karena pelaksanaan kegiatan tersebut terhambat dan terlambat.	20	3,33
G3	Tidak adanya gudang khusus penyimpanan	20	3,33
G5	Banyaknya bahan yang dipesan melebihi kebutuhan sehingga menyebabkan penumpukan bahan di area tempat penyimpanan.	20	3,33
G7	Penjagaan logistik material tidak siaga	20	3,33
H4	Metode kerja yang tidak konsisten	20	3,33
I3	Proses memperbaiki kembali hasil kerja yang terkena perubahan desain gambar atau kesalahan selama proses pengerjaan.	20	3,33
I8	Maintenance peralatan yang kurang baik	20	3,33
A2	Kesejahteraan pekerja tidak diperhatikan	19	3,17
A4	Banjir Bandang	19	3,17
A5	Pelatihan health and safety tidak dilakukan	19	3,17
C4	Pengerjaan ulang atau desain ulang proyek pembangunan karena faktor geologi yang tidak terduga.	19	3,17
D2	Menunggu instruksi dari pihak customer dan konsultan perencana bersama dengan project manager.	19	3,17
E7	Tersendat Gaji	19	3,17
E9	Kurangnya tenaga yang bersertifikasi	19	3,17
H1	Material jauh dari tempat kerja	19	3,17
H6	Pekerja bersenda gurau dan melakukan gerakan yang tidak diperlukan seperti mondar mandir untuk memeriksa detail pekerjaan.	19	3,17
I2	Pembelian ulang bahan karena ada perubahan pada proyek atau karena bahan yang digunakan tidak dibuat kembali.	19	3,17
C9	Perubahan Volume akibat tinjauan lapangan kurang memadai	18	3,00
D11	Menunggu Proses Perizinan	18	3,00
E2	Gambar kerja yang kurang jelas	18	3,00
E5	Terdapat beberapa pekerja yang melakukan pekerjaan yang tidak sesuai dengan bidangnya. Seperti tukang kayu mengerjakan pekerjaan tukang bangunan.	18	3,00
E8	Terlalu perhitungan penggunaan tenaga terampil	18	3,00
G2	Tidak meletakkan dengan rapi	18	3,00
H2	Pekerja kurang memahami pekerjaan yang dilakukan	18	3,00
H8	Peralatan yang tradisonal masih banyak digunakan	18	3,00
I1	Redesain detail pekerjaan karena permintaan customer.	18	3,00
B8	Cuaca Buruk	17	2,83

C8	Waktu pemesanan bahan material yang terlalu cepat dikarenakan kesalahan koordinasi	17	2,83
G6	Area penyimpanan material mudah terganggu dan tidak aman	17	2,83
H7	Waktu istirahat yang terlalu lama akibat pekerjaan yang membutuhkan tenaga manusia	16	2,67
I10	Tenaga kerja yang menganggur	16	2,67
H3	Pengangkatan tanpa alat bantu	15	2,50
C2	Produksi lebih awal	14	2,33
<b>Grand Total</b>		1683	

Dimana pada tabel 2 indikator faktor penyebab yang berada di bawah rata-rata tidak digunakan sebagai kuisioner utama.

### Identifikasi Faktor Penyebab Waste

Survey utama pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui probability setiap faktor penyebab dan bagaimana impact yang terjadi akibat faktor penyebab tersebut. Survey utama menggunakan metode Borda dan Saverity Index. Adapun biodata responden utama sebagai berikut:

**Tabel 3.** Biodata Responden Utama

No	Pendidikan	Pengalaman Kerja	Jabatan
1	S1	<5 Tahun	Staff Engineer
2	SMA/SMK	<5 Tahun	Staff Teknik
3	S1	10-20 Tahun	Manager Teknik
4	S1	<5 Tahun	Assisten Quantity Surveyor
5	S1	<5 Tahun	QS
6	D3	<5 Tahun	Staff Teknik
7	S1	<5 Tahun	Staff Engineering
8	S1	5-10 Tahun	HSE Officer
9	S1	<5 Tahun	Drafter
10	SMA/SMK	<5 Tahun	Staff teknik
11	SMA/SMK	<5 Tahun	Staff teknik
12	S1	5-10 Tahun	Kepala Seksi Teknik
13	S2	5-10 Tahun	Quality Control
14	D3	<5 Tahun	Civil Drafter
15	S1	<5 Tahun	QS

Sebelum dilakukan survey utama , dilakukan terlebih dahulu pilot survey dengan tujuan pemahaman dan kejelasan pada isi kuisioner kepada responden. Jumlah responden pada pilot survey minimal berjumlah 10% dari jumlah sampel yang direncanakan

(Conelly, 2008), diambil 2 responden untuk pilot survey pada penelitian ini. Hasil pilot survey didapatkan responden dapat memahami isi dari kuisioner dengan jelas.

### Identifikasi Faktor Penyebab Waste Yang Sering Terjadi

Hasil dari kuisioner utama berupa probabilitas / kejadian yang kemudian diolah menggunakan metode Borda, Untuk hasil rekapitulasi faktor penyebab waste dengan metode borda disajikan pada tabel 4 berikut

**Tabel 4.** Hasil Rekapitulasi Metode Borda

Indikator Penyebab Waste	Peringkat					Skor Akhir	Bobot	Rank
	1	2	3	4	5			
Kecelakaan kerja	3	5	2	3	2	26	0.029	5
Kurangnya rambu keselamatan	5	3	2	3	2	24	0.027	9
Tidak memakai alat keselamatan kerja	5	3	2	3	2	24	0.027	9
Hasil dari produksi barang atau bahan yang tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan	3	5	6	1	0	20	0.022	33
Pekerja yang kurang teliti	3	4	2	6	0	26	0.029	5
Kesalahan instruksi pekerjaan	2	7	1	5	0	24	0.027	9
Barang yang diterima dari pemasok rusak, entah karena pengiriman atau disimpan dengan tidak benar.	4	4	4	3	0	21	0.023	31
<b>Kesalahan perencanaan</b>	3	1	6	5	0	28	0.031	1
Tidak adanya standarisasi pelaksanaan sebelum dilakukan pelaksanaan	6	1	3	5	0	22	0.024	20
Menggunakan bahan baku lebih banyak dari yang diperlukan sehingga timbul ketimpangan antara kebutuhan dan pekerjaan yang dilakukan.	4	5	5	1	0	18	0.020	38
Penanganan material tidak sesuai standar	4	2	5	4	0	24	0.027	9
Quary material setempat tidak sesuai spek.	4	3	5	3	0	22	0.024	20
Kurang teliti dalam pengukuran dimensi	3	4	5	3	0	23	0.025	14
Keterlambatan pekerjaan disebabkan oleh menunggu material yang dibutuhkan yang tidak sesuai dengan jadwal.	4	5	1	5	0	22	0.024	20
Aktivitas kegiatan kerja terhenti karena cuaca buruk	2	3	7	2	1	27	0.030	2
Menunggu Alat Kerja	4	2	6	3	0	23	0.025	14
Menunggu pekerjaan yang belum selesai	3	4	6	2	0	22	0.024	20
Menunggu pengecekan kualitas material	3	4	6	2	0	22	0.024	20
Kekurangan Manpower atau Pekerja tidak memadai	3	6	2	4	0	22	0.024	20
Kekurangan Equipment atau alat tidak	4	4	3	4	0	22	0.024	20

Indikator Penyebab Waste	Peringkat					Skor Akhir	Bobot	Rank
	1	2	3	4	5			
memadai								
Pandemi COVID-19, yang berdampak pada penyediaan sumber daya sebagai akibat dari peraturan pemerintah baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.	3	5	2	3	2	26	0.029	5
SDM yang tidak profesional	5	5	1	4	0	19	0.021	37
Kurangnya skill tenaga kerja	3	4	6	2	0	22	0.024	20
Lembur yang berlebihan	3	5	3	3	1	24	0.027	9
Pekerja lambat/tidak efektif	3	5	3	4	0	23	0.025	14
Area yang tidak dapat dijangkau oleh alat bantu	3	6	1	5	0	23	0.025	14
Pemesanan Material yang terlalu jauh	2	6	2	5	0	25	0.028	8
Jadwal pengiriman material yang tidak sesuai	4	2	7	2	0	22	0.024	20
Lokasi proyek susah terjangkau	3	2	6	3	1	27	0.030	2
Site Manajemen Proyek tidak memadai/tidak ideal	5	2	4	4	0	22	0.024	20
Jumlah alat kerja yang berlebihan	4	3	6	2	0	21	0.023	31
Material rusak akibat terlalu lama disimpan	4	5	5	1	0	18	0.020	38
Peralatan yang tidak ergonomis (unsur keamanan, kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan produktivitas/kinerja)	5	4	2	4	0	20	0.022	33
Kurangnya pengawasan metode kerja	3	4	5	3	0	23	0.025	14
Istirahat saat jam kerja	4	4	3	4	0	22	0.024	20
Ketidaksesuaian Peralatan	4	5	3	3	0	20	0.022	33
Ketidaksesuaian prosedur kerja	5	3	4	3	0	20	0.022	33
Kegagalan dalam mengkombinasikan alat	6	4	3	2	0	16	0.018	40
Kerja tim yang tidak solid	3	5	3	4	0	23	0.025	14
Kurang komunikasi dan miskomunikasi	2	3	6	4	0	27	0.030	2
<b>Bobot Peringkat</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>905</b>	<b>1.000</b>	

Dimana didapatkan faktor penyebab Waste yang paling sering terjadi yaitu dengan kode B5 kesalahan perencanaan dengan bobot nilai sebesar 0.031.

Dalam mengidentifikasi faktor utama penyebab terjadinya waste dapat dilakukan dengan penyebaran kuisioner utama yang berisikan hasil penilaian terhadap skala probability dan skala impact. Hasil dari penilaian probability dan impact tersebut kemudian diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode Severity index (SI)

dengan tujuan untuk mendapatkan hasil kombinasi penilaian kemungkinan (probability) dan dampak (impact). Adapun rumus severity index (SI) adalah sebagai berikut:

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i - x_i}{4 \sum_{i=0}^4 x_i} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

SI = Saverity Index

$a_i$  = Konstanta Penilaian

$x_i$  = Frekuensi Responden

$i$  = 0,1,2,3...n

**Tabel 5.** Klasifikasi severity index

Skala	Kategori	Keterangan	SI
1	Sangat Rendah (SR)	Jarang terjadi, hanya pada kondisi tertentu	$0.00 \leq SI < 12.5$
2	Rendah (R)	Kadang terjadi pada kondisi tertentu	$12.5 \leq SI < 37.5$
3	Sedang (S)	Terjadi pada kondisi tertentu	$37.5 \leq SI < 62.5$
4	Tinggi (T)	Sering terjadi pada kondisi tertentu	$62.5 \leq SI < 87.5$
5	Sangat Tinggi (ST)	Selalu terjadi pada setiap kondisi	$87.5 \leq SI < 100$

(Majid dan MsCaffer, 1997)

Berikut adalah hasil rekapitulasi menggunakan severity index dari penilaian probability sebagai berikut:

**Tabel 6.** Rekapitulasi hasil probability

Indikator Penyebab Waste	Peringkat					Jumlah	SI %	Kategori	Angka
	1	2	3	4	5				
Kecelakaan kerja	3	5	2	3	2	15	43.3%	S	3
Kurangnya rambu keselamatan	5	3	2	3	2	15	40.0%	S	3
Tidak memakai alat keselamatan kerja	5	3	2	3	2	15	40.0%	S	3
Produk atau bahan yang dikerjakan namun tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan.	3	5	6	1	0	15	33.3%	R	2
Pekerja yang kurang teliti	3	4	2	6	0	15	43.3%	S	3
Kesalahan instruksi pekerjaan	2	7	1	5	0	15	40.0%	S	3
Barang-barang yang dikirim oleh pemasok rusak, entah disebabkan oleh pengiriman atau penyimpanannya.	4	4	4	3	0	15	35.0%	R	2
Kesalahan perencanaan	3	1	6	5	0	15	46.7%	S	3
Tidak adanya standarisasi pelaksanaan sebelum dilakukan pelaksanaan	6	1	3	5	0	15	36.7%	R	2

Indikator Penyebab Waste	Peringkat					Jumlah	SI %	Kategori	Angka
	1	2	3	4	5				
Menggunakan bahan baku yang lebih dari yang dibutuhkan sehingga terjadi ketidaksinkronan antara kebutuhan dan pekerjaan yang dilakukan.	4	5	5	1	0	15	30.0%	R	2
Penanganan material tidak sesuai standar	4	2	5	4	0	15	40.0%	S	3
Quary material setempat tidak sesuai spek.	4	3	5	3	0	15	36.7%	R	2
Kurang teliti dalam pengukuran dimensi	3	4	5	3	0	15	38.3%	S	3
Menunggu material yang dibutuhkan terlalu lama secara tidak tepat waktu, mengakibatkan keterlambatan dalam pengerjaan selanjutnya.	4	5	1	5	0	15	36.7%	R	2
Aktivitas kegiatan kerja terhenti karena cuaca buruk	2	3	7	2	1	15	45.0%	S	3
Menunggu Alat Kerja	4	2	6	3	0	15	38.3%	S	3
Menunggu pekerjaan yang belum selesai	3	4	6	2	0	15	36.7%	R	2
Menunggu pengecekan kualitas material	3	4	6	2	0	15	36.7%	R	2
Kekurangan Manpower atau Pekerja tidak memadai	3	6	2	4	0	15	36.7%	R	2
Kekurangan Equipment atau alat tidak memadai	4	4	3	4	0	15	36.7%	R	2
Pandemi COVID-19, yang berdampak pada penyediaan sumber daya sebagai akibat dari peraturan pemerintah baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.	3	5	2	3	2	15	43.3%	S	3
SDM yang tidak profesional	5	5	1	4	0	15	31.7%	R	2
Kurangnya skill tenaga kerja	3	4	6	2	0	15	36.7%	R	2
Waktu lembur yang berlebihan	3	5	3	3	1	15	40.0%	S	3
Pekerja lambat/tidak efektif	3	5	3	4	0	15	38.3%	S	3
Area yang tidak dapat dijangkau oleh alat bantu	3	6	1	5	0	15	38.3%	S	3
Pemesanan Material yang terlalu jauh	2	6	2	5	0	15	41.7%	S	3
Jadwal pengiriman material yang tidak sesuai	4	2	7	2	0	15	36.7%	R	2
Lokasi proyek susah terjangkau	3	2	6	3	1	15	45.0%	S	3
Site Manajemen Proyek tidak memadai/ tidak ideal	5	2	4	4	0	15	36.7%	R	2
Jumlah alat kerja yang berlebihan	4	3	6	2	0	15	35.0%	R	2
Material rusak akibat terlalu lama disimpan	4	5	5	1	0	15	30.0%	R	2
Peralatan yang tidak ergonomis (unsur keamanan, kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan produktivitas/kinerja)	5	4	2	4	0	15	33.3%	R	2
Kurangnya pengawasan metode kerja	3	4	5	3	0	15	38.3%	S	3
Istirahat saat jam kerja	4	4	3	4	0	15	36.7%	R	2
Ketidaksesuaian Peralatan	4	5	3	3	0	15	33.3%	R	2

Indikator Penyebab Waste	Peringkat					Jumlah	SI %	Kategori	Angka
	1	2	3	4	5				
Ketidaksesuaian prosedur kerja	5	3	4	3	0	15	33.3%	R	2
Kegagalan dalam mengkombinasikan alat	6	4	3	2	0	15	26.7%	R	2
Kerja tim yang tidak solid	3	5	3	4	0	15	38.3%	S	3
Kurang komunikasi dan miskomunikasi	2	3	6	4	0	15	45.0%	S	3

Didapatkan hasil metode severity index pada kuisioner penilaian probability dengan menggunakan cara yang sama digunakan pada penilaian impact sebagai berikut:

**Tabel 7.** Rekapitulasi hasil impact

Indikator Penyebab Waste	Peringkat					Jumlah	SI %	Kategori	Angka
	1	2	3	4	5				
Kecelakaan kerja	2	3	5	1	4	15	53.3%	S	3
Kurangnya rambu keselamatan	4	7	4	0	0	15	25.0%	R	2
Tidak memakai alat keselamatan kerja	5	2	3	4	1	15	40.0%	S	3
Produk atau bahan yang dikerjakan namun tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan.	2	3	3	7	0	15	50.0%	S	3
Pekerja yang kurang teliti	1	6	4	4	0	15	43.3%	S	3
Kesalahan instruksi pekerjaan	1	7	3	3	1	15	43.3%	S	3
Barang-barang yang dikirim oleh pemasok rusak, entah disebabkan oleh pengiriman atau penyimpanannya.	3	6	4	2	0	15	33.3%	R	2
Kesalahan perencanaan	2	2	0	7	4	15	65.0%	T	4
Tidak adanya standarisasi pelaksanaan sebelum dilakukan pelaksanaan	2	2	2	8	1	15	56.7%	S	3
Menggunakan bahan baku yang lebih dari yang dibutuhkan sehingga terjadi ketidaksinkronan antara kebutuhan dan pekerjaan yang dilakukan.	4	5	3	3	0	15	33.3%	R	2
Penanganan material tidak sesuai standar	3	5	4	3	0	15	36.7%	R	2
Quary material setempat tidak sesuai spek.	3	5	4	3	0	15	36.7%	R	2
Kurang teliti dalam pengukuran dimensi	3	5	5	1	1	15	36.7%	R	2
Menunggu material yang dibutuhkan terlalu lama secara tidak tepat waktu, mengakibatkan keterlambatan dalam pengerjaan selanjutnya.	4	3	3	1	4	15	46.7%	S	3
Aktivitas kegiatan kerja terhenti karena cuaca buruk	2	5	4	2	2	15	45.0%	S	3
Menunggu Alat Kerja	5	5	2	3	0	15	30.0%	R	2
Menunggu pekerjaan yang belum selesai	3	7	2	3	0	15	33.3%	R	2
Menunggu pengecekan kualitas material	2	8	3	2	0	15	33.3%	R	2
Kekurangan Manpower atau Pekerja tidak	4	4	3	4	0	15	36.7%	R	2

Indikator Penyebab Waste	Peringkat					Jumlah	SI %	Kategori	Angka
	1	2	3	4	5				
memadai									
Kekurangan Equipment atau alat tidak memadai	4	4	2	5	0	15	38.3%	S	3
Pandemi COVID-19, yang berdampak pada penyediaan sumber daya sebagai akibat dari peraturan pemerintah baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.	5	1	6	3	0	15	36.7%	R	2
SDM yang tidak profesional	4	1	4	4	2	15	48.3%	S	3
Kurangnya skill tenaga kerja	3	6	2	4	0	15	36.7%	R	2
Waktu lembur yang berlebihan	1	5	6	4	0	16	45.3%	S	3
Pekerja lambat/tidak efektif	3	3	4	5	0	15	43.3%	S	3
Area yang tidak dapat dijangkau oleh alat bantu	3	6	4	2	1	16	37.5%	R	2
Pemesanan Material yang terlalu jauh	3	6	4	0	1	14	32.1%	R	2
Jadwal pengiriman material yang tidak sesuai	5	3	3	2	2	15	38.3%	S	3
Lokasi proyek susah terjangkau	3	5	3	2	2	15	41.7%	S	3
Site Manajemen Proyek tidak memadai/tidak ideal	3	6	2	2	2	15	40.0%	S	3
Jumlah alat kerja yang berlebihan	4	4	4	1	2	15	38.3%	S	3
Material rusak akibat terlalu lama disimpan	3	5	5	2	0	15	35.0%	R	2
Peralatan yang tidak ergonomis (unsur keamanan, kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan produktivitas/kinerja)	3	2	5	5	0	15	45.0%	S	3
Kurangnya pengawasan metode kerja	4	3	6	2	0	15	35.0%	R	2
Istirahat saat jam kerja	6	5	4	0	0	15	21.7%	R	2
Ketidaksesuaian Peralatan	3	4	5	3	0	15	38.3%	S	3
Ketidaksesuaian prosedur kerja	5	5	2	2	1	15	31.7%	R	2
Kegagalan dalam mengkombinasikan alat	4	4	4	3	0	15	35.0%	R	2
Kerja tim yang tidak solid	4	4	3	4	0	15	36.7%	R	2
Kurang komunikasi dan miskomunikasi	2	4	4	4	1	15	46.7%	S	3

Selanjutnya, nilai probability dan impact yang didapat, disesuaikan dengan kategori yang matriks penilaian risiko yang disajikan pada gambar 2 berikut:

Kemungkinan	<i>Very High</i>	5	10	16	20	25
	<i>High</i>	4	8	12	18	20
	<i>Moderate</i>	3	6	9	12	15
	<i>Low</i>	2	4	6	8	10
	<i>Very Low</i>	1	2	3	4	5
	<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>	
	Dampak					

	Major Risk
	Moderate
	Minor Risk

**Gambar 2.** Matriks Penilaian Risiko

Berdasarkan gambar 2 diatas, didapatkan hasil rekapitulasi penilaian risiko yang dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

**Tabel 8.** Rekapitulasi hasil matriks penilaian risiko

Variabel Waste	Kode	Indikator Penyebab Waste	P	I	Skor (PXI)	Kategori Risiko
Environment, health and safety	A1	Kecelakaan kerja	3	3	9	Moderate
	A3	Kurangnya rambu keselamatan	3	2	6	Minor
	A6	Tidak memakai alat keselamatan kerja	3	3	9	Moderate
Defect	B1	Produk atau bahan yang dikerjakan namun tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan.	2	3	6	Minor
	B2	Pekerja yang kurang teliti	3	3	9	Moderate
	B3	Kesalahan instruksi pekerjaan	3	3	9	Moderate
	B5	Barang-barang yang dikirim oleh pemasok rusak, entah disebabkan oleh pengiriman atau penyimpanannya.	2	2	4	Minor
	B6	Kesalahan perencanaan	3	4	12	Moderate
	B7	Tidak adanya standarisasi pelaksanaan sebelum dilakukan pelaksanaan	2	3	6	Minor

Variabel Waste	Kode	Indikator Penyebab Waste	P	I	Skor (PXI)	Kategori Risiko
Overproduction	C1	Menggunakan bahan baku yang lebih dari yang dibutuhkan sehingga terjadi ketidaksinkronan antara kebutuhan dan pekerjaan yang dilakukan.	2	2	4	Minor
	C3	Penanganan material tidak sesuai standar	3	2	6	Minor
	C5	Quary material setempat tidak sesuai spek.	2	2	4	Minor
	C7	Kurang teliti dalam pengukuran dimensi	3	2	6	Minor
Waiting	D1	Menunggu material yang dibutuhkan terlalu lama secara tidak tepat waktu, mengakibatkan keterlambatan dalam pengerjaan selanjutnya.	2	3	6	Minor
	D4	Aktivitas kegiatan kerja terhenti karena cuaca buruk	3	3	9	Moderate
	D5	Menunggu Alat Kerja	3	2	6	Minor
	D7	Menunggu pekerjaan yang belum selesai	2	2	4	Minor
	D8	Menunggu pengecekan kualitas material	2	2	4	Minor
	D9	Kekurangan Manpower atau Pekerja tidak memadai	2	2	4	Minor
	D10	Kekurangan Equipment atau alat tidak memadai	2	3	6	Minor
	D12	Pandemi COVID-19, yang berdampak pada penyediaan sumber daya sebagai akibat dari peraturan pemerintah baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.	3	2	6	Minor
Not utilizing employee, knowledge and skill	D13	SDM yang tidak profesional	2	3	6	Minor
	E1	Kurangnya skill tenaga kerja	2	2	4	Minor
	E4	Waktu lembur yang berlebihan	3	3	9	Moderate
Transportation	E6	Pekerja lambat/tidak efektif	3	3	9	Moderate
	F1	Area yang tidak dapat dijangkau oleh alat bantu	3	2	6	Minor
	F4	Pemesanan Material yang terlalu jauh	3	2	6	Minor
	F5	Jadwal pengiriman material yang tidak sesuai	2	3	6	Minor
	F6	Lokasi proyek susah terjangkau	3	3	9	Moderate

Variabel Waste	Kode	Indikator Penyebab Waste	P	I	Skor (PXI)	Kategori Risiko
						e
	F8	Site Manajemen Proyek tidak memadai/ tidak ideal	2	3	6	Minor
	F9	Jumlah alat kerja yang berlebihan	2	3	6	Minor
Inventory	G4	Material rusak akibat terlalu lama disimpan	2	2	4	Minor
Motion	H5	Peralatan yang tidak ergonomis (unsur keamanan, kenyamanan, kemudahan penggunaan, dan produktivitas/kinerja)	2	3	6	Minor
	I4	Kurangnya pengawasan metode kerja	3	2	6	Minor
	I5	Istirahat saat jam kerja	2	2	4	Minor
	I6	Ketidaksesuaian Peralatan	2	3	6	Minor
Excess processing	I7	Ketidaksesuaian prosedur kerja	2	2	4	Minor
	I9	Kegagalan dalam mengkombinasikan alat	2	2	4	Minor
	I11	Kerja tim yang tidak solid	3	2	6	Minor
	I12	Kurang komunikasi dan miskomunikasi	3	3	9	Moderate

Berdasarkan tabel 8 diatas, dipilih kategori risiko *moderate* sebagai faktor dominan terjadinya *waste*, berikut merupakan rekapitulasi faktor dominan penyebab terjadinya *waste*.

**Tabel 9.** Faktor dominan penyebab waste

Kode	Indikator Penyebab Waste	Skor (PXI)	Kategori Risiko
A1	Kecelakaan kerja	9	<i>Moderate</i>
A6	Tidak memakai alat keselamatan kerja	9	<i>Moderate</i>
B2	Pekerja yang kurang teliti	9	<i>Moderate</i>
B3	Kesalahan instruksi pekerjaan	9	<i>Moderate</i>
B6	Kesalahan perencanaan	12	<i>Moderate</i>
D4	Aktivitas kegiatan kerja terhenti karena cuaca buruk	9	<i>Moderate</i>
E4	Waktu lembur yang berlebih	9	<i>Moderate</i>
E6	Pekerja lambat/tidak efektif	9	<i>Moderate</i>
F6	Lokasi proyek susah terjangkau	9	<i>Moderate</i>
I12	Kurang komunikasi dan miskomunikasi	9	<i>Moderate</i>

## 5. KESIMPULAN

1. Setelah dilakukan analisis menggunakan penilaian probability terhadap indikator faktor penyebab Waste maka didapatkan faktor penyebab Waste yang paling sering terjadi yaitu kesalahan perencanaan dengan bobot nilai 0.031.
2. Setelah dilakukan analisis menggunakan penilaian matriks probability dan impact terhadap indikator faktor penyebab Waste maka didapatkan faktor utama penyebab terjadinya Waste yaitu kesalahan perencanaan dengan bobot nilai probability Sebesar 3 dan memiliki bobot nilai impact 4.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., 2007, **Konstruksi Ramping: Memaksimalkan Value dan Meminimalkan Waste**, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Al-Moghany, S.S., 2006, **Managing and Minimizing Construction Waste in Gaza Strip**. Islamic University of Gaza, Palestine.
- Alwi, S., Mohamed, S., & Hampson, K., 2002, **Waste in the Indonesian construction projects**. In *Proceedings of the 1st CIB-W107 International Conference- Creating a Sustainable Construction Industry in Developing Countries* (pp. 305-315), CSIR.
- Archia, Itqan, 2012, **Penerapan Metode Lean Construction dan Penjadwalan Critical Chain Project Management Dalam Pembangunan Proyek Konstruksi Gedung Universitas Widya Mandala (UWM) Surabaya**, Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ariyanti, F. D., Putri, A. C., & Ningtyas, D. A., 2021, **Implementation of Lean Construction and critical chain project management (CCPM) for Waste management and work estimation on the Ciawi dam construction project**, In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 794, No. 1, p. 012074), IOP Publishing
- Koskela, L dkk., 2002, **The Foundation of Lean Construction**. In: Best R., and Valence, G. D., eds. **Design and Construction: Building in Value**, Butterworth-Heinemann, 211- 255.