

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS INEFISIENSI MATERIAL (*WASTE MATERIAL*)**  
**DALAM IMPLEMENTASI KONSTRUKSI RAMPING (*LEAN***  
***CONSTRUCTION*) PADA PROYEK PENGEMBANGAN**  
**KAWASAN DESA ALAM, KOTA BATAM**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan  
Pendidikan Program Sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Islam Sultan Agung Semarang



**Disusun Oleh :**

**Tiara Wahyu Adriani**

**NIM : 30202300224**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS INEFISIENSI MATERIAL (*WASTE MATERIAL*) DALAM IMPLEMENTASI KONSTRUKSI RAMPING (*LEAN CONSTRUCTION*) PADA PROYEK PENGEMBANGAN KAWASAN DESA ALAM, KOTA BATAM



Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 16 Mei 2025

Tim Penguji

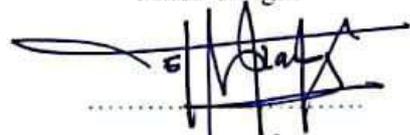
1. Eko Muliawan Satrio, S.T., M.T.

NIDN : 0610118101

2. Ari Sentani, S.T., M.Sc.

NIDN : 0604028502

Tanda Tangan


21/46  
11

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.

NIDN : 0625059102

## BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No : 69 / A.2 / SA-T / XI / 2025

Pada hari ini tanggal 16-05-2025 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama:

Nama : Eko Muliawan Satrio, S.T., M.T.

Jabatan Akademik : Lektor

Jabatan : Dosen Pembimbing

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Tiara Wahyu Adriani

NIM : 30202300224

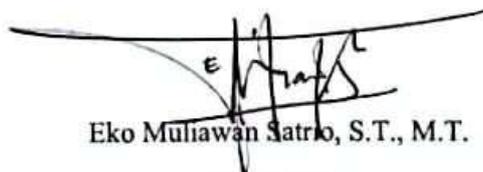
Judul : Analisis Inefisiensi Material (*Waste Material*) Dalam Implementasi Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam

Dengan tahapan sebagai berikut:

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	4/10/2024	ACC
2	Seminar Proposal	08/03/2025	ACC
3	Pengumpulan data	10/03/2025	ACC
4	Analisis data	17/03/2025	ACC
5	Penyusunan laporan	01/04/2025	ACC
6	Selesai laporan	16/05/2025	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

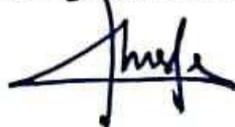
Dosen Pembimbing



Eko Muliawan Satrio, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng.

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : TIARA WAHYU ADRIANI

NIM : 30202300224

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**Analisis Inefisiensi Material (*Waste Material*) Dalam Implementasi Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam.**

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 16 Mei 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Tiara Wahyu Adriani

NIM : 30202300224

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : TIARA WAHYU ADRIANI

NIM : 30202300224

JUDUL : Analisis Inefisiensi Material (*Waste Material*) Dalam Implementasi Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam.

penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Semarang, 16 Mei 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Tiara Wahyu Adriani  
NIM : 30202300224

## MOTTO

“Dan Tuhanmu telah memerintahkan agar kamu jangan menyembah selain Dia dan hendaklah berbuat baik kepada ibu bapak...” – QS Al-Isra (17) ayat 23.

“... Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui” – QS Al-Baqarah (2) ayat 216.

“...dan katakanlah :’Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan.” – QS Taha (20) ayat 114

“Lihatlah orang yang lebih rendah (dalam hal dunia) darimu, dan jangan melihat orang lebih tinggi darimu, agar kamu tidak meremehkan nikmat Allah atasmu” – HR. Muslim no.2963

*“Everything you lose is a step you take”*



## PERSEMBAHAN

*Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:*

1. Diri saya sendiri, yang cukup nekat dan berani untuk melanjutkan kuliah lagi sembari bekerja. “*Sometimes your current plan won't make sense until you see how it led to something better, or even the best*” – Steve Jobs.
2. Kedua orang tua saya, Bapak Iswahyudi dan Ibu Eni Suryani yang tidak pernah berhenti memberikan curahan doa, perhatian serta kasih sayang kepada saya. Ucapan terimakasih tidak akan pernah cukup membalas segala pengorbanan yang kalian berikan kepada saya sejak saya kecil hingga bisa menyelesaikan pendidikan S1 saya ini.
3. Adik-adik saya, Intan, Bagas, dan Berlian yang selalu menjadi motivasi saya untuk selalu menjadi panutan sebagai kakak pertama. Terutama untuk Intan terimakasih telah membantu saya berkerja sama dalam ‘menjalankan’ kegiatan perkuliahan S1 ini hingga selesai.
4. Almarhum kakek saya baik dari pihak ayah maupun pihak ibu yang pastinya sangat bangga dengan saya sebagai cucu perempuan yang terjun ke dunia teknik yang mereka sempat cita-citakan dan mereka geluti.
5. Bapak Eko Muliawan Satrio, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing saya dalam penulisan tugas akhir ini. Terimakasih telah membimbing, memberikan saran serta masukan selama ini sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu.
6. Kepada Adam sebagai *support system* yang paling istimewa, yang selalu mendengarkan keluhan saya setiap hari serta selalu mendukung saya untuk menggapai cita-cita dalam menempuh pendidikan yang tinggi.
7. Kepada pimpinan PT. Megah Halim Abadi, Pak Hartono serta rekan-rekan kantor dan lapangan, terutama rekan-rekan perempuan sekantor saya Kak Nadine dan Karin yang telah mendukung serta berpartisipasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.



Tiara Wahyu Adriani

NIM : 30202300224

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobil'amin senantiasa saya panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, taufik, beserta hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Inefisiensi Material (*Waste Material*) Dalam Implementasi Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam dengan baik dan tepat waktu sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan serta saran dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, saya sebagai penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sulyan Agung Semarang.
3. Bapak Eko Muliawan Satrio, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing selama penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ari Sentani, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberi masukan dan saran terhadap Tugas Akhir ini.
5. Bapak Hartono selaku *Project Manager* PT. Megah Halim Abadi pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam.
6. Seluruh rekan karyawan PT. Megah Halim Abadi pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam.
7. Kepada kedua orangtua, keluarga, kerabat beserta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan dan doa terhadap saya.

Saya sebagai penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi materi, penulisan maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya untuk memperluas wawasan dibidang manajemen konstruksi.

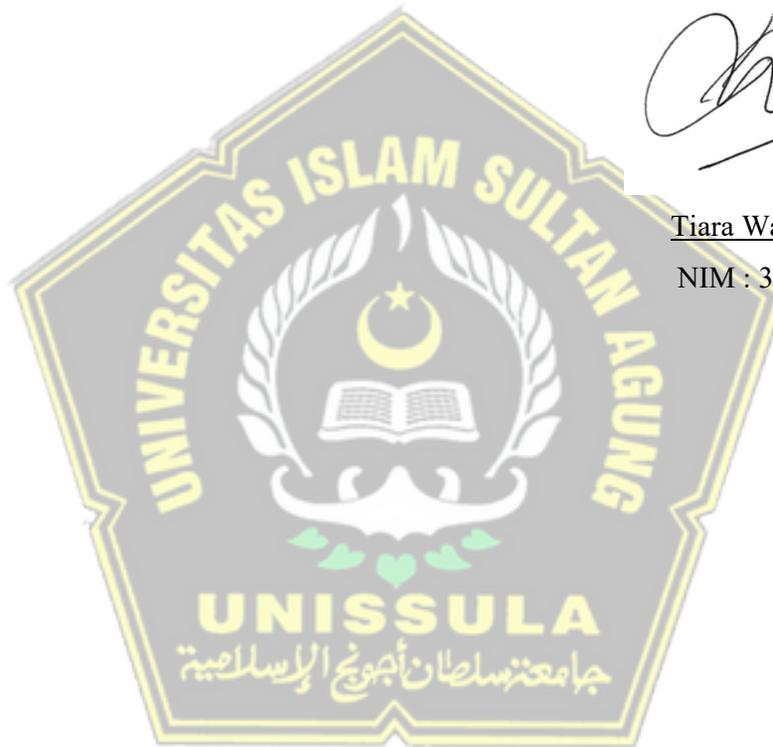
Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Semarang, Mei 2025



Tiara Wahyu Adriani

NIM : 30202300224



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
ABSTRAK.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. Landasan Teori .....	7
2.2.1. Proyek Konstruksi.....	7

2.2.2. Material Konstruksi .....	8
2.2.3. <i>Waste Material</i> .....	10
2.2.4. Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ).....	20
<b>2.3. Validitas.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4. Reliabilitas.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5. Analisis Korelasi Spearman Rank.....</b>	<b>29</b>
<b>2.6. Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu.....</b>	<b>31</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1. Lokasi Penelitian.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2. Metode Pengumpulan Data .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3. Populasi &amp; Sampel.....</b>	<b>40</b>
3.3.1. Populasi .....	40
3.3.2. Sampel .....	41
<b>3.4. Variabel Penelitian .....</b>	<b>44</b>
3.4.1. Variabel Penelitian Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ) .....	44
3.4.2. Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) .....	47
3.4.3. Variabel Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	54
<b>3.5. Penyusunan Kuesioner Penelitian.....</b>	<b>58</b>
3.5.1. Jenis - Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) .....	59
3.5.2. Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	60
3.5.3. Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	65

<b>3.6. Tahapan Penelitian.....</b>	<b>69</b>
<b>3.7. Tahapan Analisis Data .....</b>	<b>71</b>
<b>3.8. Bagan Alir Penelitian.....</b>	<b>77</b>
<b>BAB IV HASIL &amp; PEMBAHASAN.....</b>	<b>78</b>
<b>4.1. Tinjauan Umum.....</b>	<b>78</b>
<b>4.2. Profil Responden.....</b>	<b>79</b>
4.2.1. Usia Responden .....	79
4.2.2. Jenis Kelamin Responden.....	80
4.2.3. Jabatan Responden.....	81
4.2.4. Lama Pengalaman Kerja Responden .....	83
4.2.5. Jenjang Pendidikan Terakhir Responden .....	84
<b>4.3. Uji Validitas .....</b>	<b>85</b>
4.3.1. Uji Validitas Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ).....	86
4.3.2. Uji Validitas Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	91
4.3.3. Uji Validitas Variabel Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	100
<b>4.4. Uji Reliabilitas .....</b>	<b>107</b>
4.4.1 Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ).....	108
4.4.2. Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	108

4.4.3. Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	109
<b>4.5. Analisis Rata-Rata (Uji <i>Index Mean</i>).....</b>	<b>110</b>
4.5.1. Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ).....	110
4.5.2. Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	113
4.5.3. Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	120
<b>4.6. Analisis Korelasi <i>Spearman Rank</i> .....</b>	<b>125</b>
<b>BAB V KESIMPULAN &amp; SARAN.....</b>	<b>132</b>
<b>5.1. Kesimpulan .....</b>	<b>132</b>
<b>5.2. Saran .....</b>	<b>133</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>135</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>139</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Sumber dan Penyebab <i>Waste Material</i> Menurut Bossink & Brouwers (1996).....	16
<b>Tabel 2.2</b> Indikator dan Faktor Penyebab <i>Waste Material</i> Menurut Apni & Puspasari (2019).....	18
<b>Tabel 2.3</b> Kategori Interpretasi Nilai Validitas Instrumen Penelitian.....	26
<b>Tabel 2.4</b> Kategori Interpretasi Nilai Reliabilitas Instrumen Penelitian .....	29
<b>Tabel 3.1</b> Rencana dan Status Pembangunan Berdasarkan Perencanaan <i>Masterplan</i> .....	34
<b>Tabel 3.2</b> Kategori Penilaian Skala Likert Variabel Penelitian Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ) .....	36
<b>Tabel 3.3</b> Kategori Penilaian Skala Likert Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) .....	37
<b>Tabel 3.4</b> Kategori Penilaian Skala Likert Variabel Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) sebagai Cara untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) .....	39
<b>Tabel 3.5</b> Rincian dan Jumlah Populasi Penelitian.....	40
<b>Tabel 3.6</b> Variabel Penelitian Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	44
<b>Tabel 3.7</b> Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	47
<b>Tabel 3.8</b> Variabel Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Menurut Mudzakir dkk (2017) .....	54
<b>Tabel 3.9</b> Variabel Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Menurut Pratama (2023) .....	55
<b>Tabel 3.10</b> Variabel Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Menurut Yan & Nuswantoro (2024).....	57
<b>Tabel 3.11</b> Kuesioner Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ).....	59
<b>Tabel 3.12</b> Kuesioner Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	61

<b>Tabel 3. 13</b> Kuesioner Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	66
<b>Tabel 3. 14</b> Rentang & Kategori Capaian Nilai Rata-Rata ( <i>Mean</i> ) .....	75
<b>Tabel 3. 15</b> Rentang & Kategori Nilai Korelasi Spearman Rank.....	76
<b>Tabel 4. 1</b> Data Usia Responden.....	79
<b>Tabel 4. 2</b> Data Jenis Kelamin Responden.....	80
<b>Tabel 4. 3</b> Data Jabatan Responden .....	81
<b>Tabel 4. 4</b> Data Lama Pengalaman Kerja Responden.....	83
<b>Tabel 4. 5</b> Data Jenjang Pendidikan Terakhir Responden.....	84
<b>Tabel 4. 6</b> Hasil Kuesioner Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ).....	87
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil Uji Validitas Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ) .....	90
<b>Tabel 4. 8</b> Hasil Kuesioner Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) .....	92
<b>Tabel 4. 9</b> Lanjutan Hasil Kuesioner Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	95
<b>Tabel 4. 10</b> Hasil Uji Validitas Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	98
<b>Tabel 4. 11</b> Hasil Kuesioner Variabel Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Banyaknya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	101
<b>Tabel 4. 12</b> Lanjutan Hasil Kuesioner Variabel Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	104
<b>Tabel 4. 13</b> Hasil Uji Validitas Variabel Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	106
<b>Tabel 4. 14</b> Hasil Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) .....	108

<b>Tabel 4. 15</b> Hasil Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	109
<b>Tabel 4. 16</b> Hasil Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	109
<b>Tabel 4. 17</b> Urutan Ranking Hasil Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ) .....	110
<b>Tabel 4. 18</b> Urutan Ranking Hasil Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) .....	113
<b>Tabel 4. 19</b> Urutan Ranking Hasil Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) .....	120
<b>Tabel 4. 20</b> Hasil Analisis Korelasi Spearman Rank Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) yang Berpengaruh Terhadap Jenis Material yang Mengalami Inefisiensi ( <i>Waste Material</i> ) .....	126



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3. 1</b> <i>Masterplan</i> Lahan Lokasi Penelitian.....	34
<b>Gambar 4. 1</b> Denah Masterplan Area Pekerjaan Tahapan Konstruksi pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam.....	78
<b>Gambar 4. 2</b> Diagram Lingkaran ( <i>Pie Chart</i> ) Persentase Sebaran Usia Responden.....	80
<b>Gambar 4. 3</b> Diagram Lingkaran ( <i>Pie Chart</i> ) Persentase Sebaran Jenis Kelamin Responden.....	81
<b>Gambar 4. 4</b> Diagram Lingkaran ( <i>Pie Chart</i> ) Persentase Sebaran Jabatan Responden.....	82
<b>Gambar 4. 5</b> Diagram Lingkaran ( <i>Pie Chart</i> ) Persentase Sebaran Lama Pengalaman Kerja Responden.....	83
<b>Gambar 4. 6</b> Diagram Lingkaran ( <i>Pie Chart</i> ) Persentase Sebaran Jenjang Pendidikan Terakhir Responden.....	85
<b>Gambar 4. 7</b> Diagram Lingkaran ( <i>Pie Chart</i> ) Persentase Sebaran Tingkatan Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	112
<b>Gambar 4. 8</b> Diagram Lingkaran ( <i>Pie Chart</i> ) Persentase Sebaran Kategori Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	118
<b>Gambar 4. 9</b> Diagram Lingkaran ( <i>Pie Chart</i> ) Persentase Sebaran Kategori Penerapan Tools Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ).....	124

## DAFTAR PERSAMAAN

<b>Persamaan 2.1.</b> Rumus Persamaan Korelasi <i>Product Moment</i> .....	24
<b>Persamaan 2.2.</b> Rumus Pengujian Reliabilitas Instrumen.....	26
<b>Persamaan 2.3.</b> Rumus Koefisien Korelasi Spearman Rank.....	28
<b>Persamaan 3.1.</b> Rumus <i>Pearson Product Moment</i> .....	64
<b>Persamaan 3.2.</b> Rumus <i>Cronbach's Alpha</i> .....	65
<b>Persamaan 3.3.</b> Rumus Menentukan Nilai Rentang Kelas (R).....	66
<b>Persamaan 3.4.</b> Rumus Menentukan Panjang (Isi) Kelas Interval (i).....	66
<b>Persamaan 3.5.</b> Rumus Mencari Koefisien Korelasi Analisa Korelasi Spearman Rank.....	67



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Uji Hasil Validitas Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material Yang Dominan Terjadi Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) – Output SPSS Statistics 26 .....	A
Lampiran Hasil Uji Validitas Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) – Output SPSS Statistics 26 .....	F
Lampiran Hasil Uji Validitas Variabel Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) – Output SPSS Statistics 26 .....	HH
Lampiran Hasil Analisis Korelasi <i>Spearman Rank</i> Penerapan <i>Tools</i> Konstruksi Ramping ( <i>Lean Construction</i> ) Dengan Jenis-Jenis Material yang Mengalami Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) – Output SPSS Statistics 26 .....	VV
Lampiran Sampel Hasil Pengisian Kuesioner Oleh Responden .....	DDD
Surat Penunjukan Dosen Pembimbing (Dosbing) .....	NNN



# ANALISIS INEFISIENSI MATERIAL (*WASTE MATERIAL*) DALAM IMPLEMENTASI KONSTRUKSI RAMPING (*LEAN CONSTRUCTION*) PADA PROYEK PENGEMBANGAN KAWASAN DESA ALAM, KOTA BATAM

## ABSTRAK

Pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam, peneliti mendapati adanya inefisiensi material sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi material yang dominan terjadi inefisiensi, faktor penyebabnya, serta parameter capaian penerapan *tools* konstruksi ramping dan hubungan antara penerapan *tools* konstruksi ramping dengan jenis-jenis material yang mengalami inefisiensi untuk mengidentifikasi *tools* yang paling berpengaruh dalam meminimalisir inefisiensi material.

Data pada penelitian ini dikumpulkan melalui kuesioner kepada tim kontraktor PT. Megah Halim Abadi dan kemudian dianalisis menggunakan IBM SPSS Statistics 26 & Microsoft Excel.

Responden diidentifikasi berdasarkan usia, jenis kelamin, jabatan, pengalaman kerja dan jenjang pendidikan terakhir. Lalu didapatkan hasil material yang dominan terjadi inefisiensi adalah material batu bata dengan faktor penyebab yang sangat berpengaruh adalah faktor perubahan desain. Untuk penerapan konstruksi ramping (*lean construction*) berdasarkan *tools*-nya dalam proyek ini termasuk dalam kategori jarang diterapkan dengan persentase sebesar 79% serta *tools* yang memiliki pengaruh terbesar terhadap berkurangnya inefisiensi material adalah dengan menerapkan adanya bagan alur kerja disertai dengan rambu-rambu keselamatan (*safety chart*) terhadap material mortar acian dan *tools* yang memiliki pengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi material dengan jumlah material terbanyak adalah dengan menerapkan *briefing/meeting* dipagi hari rutin sebelum bekerja (*start of the day meeting*), yang dimana *tools* ini mempengaruhi sebanyak 8 (delapan) jenis material.

Kata Kunci: *inefisiensi material, konstruksi ramping, lean construction, waste material.*

Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Unissula

Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Unissula

***ANALYSIS OF MATERIAL INEFFICIENCY (WASTE MATERIAL) IN THE IMPLEMENTATION OF LEAN CONSTRUCTION IN THE DESA ALAM AREA DEVELOPMENT PROJECT, BATAM CITY***

***ABSTRACT***

*In Desa Alam Area Development Project, Batam City, researcher found material inefficiencies. Therefore, this study aims to identify the dominant materials experiencing inefficiency, the cause factors, the performance parameters of lean construction tools implementation, and the relationship between the implementation of lean construction tools and the types of materials experiencing inefficiency to identify the most influential tools in minimizing material inefficiency.*

*Data in this study were collected through questionnaires, distributed to the contractor team at PT. Megah Halim Abadi and analyzed using IBM SPSS Statistics 26 and Microsoft Excel.*

*Respondents were identified based on their age, gender, job position, work experience, and education level. The results showed that the most inefficient material was brick, with the most significant cause factor is design changes. The implementation of lean construction tools on this project was categorized as rarely applied, with a percentage of 79%. The tool that had the greatest impact in reducing material inefficiency was the use of workflow charts accompanied by safety signage (safety charts) for mortar plaster materials. Meanwhile, the tool that affected the largest number of inefficient material types was conducting routine morning briefings/meetings before work (start-of-the-day meetings), which influenced as many as eight (8) different material types.*

***Keywords:*** *material inefficiency, lean construction, waste material.*

*Students of the Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Unissula.*

*Lecturer at the Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Unissula*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan sebuah upaya yang melibatkan penggunaan sumber daya manusia, material, alat, dana dan metode untuk mencapai tujuan tertentu, yaitu menghasilkan fasilitas fisik yang berfungsi dan bermanfaat (Soeharto, 1997). Berdasarkan pengertian tersebut, diketahui bahwa material menjadi salah satu elemen penting pada pelaksanaan proyek konstruksi. Menurut Ritz (1994), material merupakan salah satu komponen penting dalam proyek konstruksi serta berkontribusi sebanyak 40-60% dari biaya total proyek keseluruhan. Hal ini juga memiliki arti bahwa penggunaan material selain menjadi salah satu komponen penting dalam pelaksanaan proyek, juga menjadi tolak ukur keberhasilan pelaksanaan suatu proyek. Apabila material digunakan secara efisien dan tepat sasaran maka proyek konstruksi dapat dikatakan berhasil, sebaliknya apabila material digunakan secara tidak efisien atau melebihi dari yang telah direncanakan maka dapat dikatakan proyek konstruksi mengalami inefisiensi dalam pelaksanaannya.

Salah satu hal yang menjadi bukti terjadinya inefisiensi pada komponen material adalah terdapatnya material sisa atau *waste material*. *Waste material* atau yang dapat disebut juga sebagai limbah material merupakan suatu kondisi dimana bahan yang digunakan sudah tidak berguna atau tidak bisa digunakan sebagaimana mestinya. Dalam konteks proyek konstruksi, dikutip dari Nurfadillah (2020) material sisa (*waste material*) adalah kondisi dimana terdapatnya kelebihan jumlah atau kuantitas material, namun hal ini tidak menambah nilai dari pekerjaan proyek itu sendiri.

Inefisiensi terhadap material ini dapat diatasi dengan penerapan metode konstruksi ramping (*lean construction*). Metode konstruksi ramping merupakan salah satu konsep pada manajemen proyek dengan tujuan untuk meminimalkan inefisiensi dan menghasilkan nilai proyek semaksimal mungkin (Tamallo & Nursin, 2020). Namun pada realisasinya, penerapan metode konstruksi ramping di

Indonesia masih sangat jarang dilakukan. Padahal metode ini dapat memberikan dampak positif seperti peningkatan efisiensi dalam penggunaan material, *manpower* dan metode pekerjaan sehingga kerugian berupa *waste material*, keterlambatan jadwal maupun *waste manpower* dapat diminimalisir dengan pendekatan pencegahan yang sesuai.

Pada pelaksanaan proyek konstruksi Pengembangan Kawasan Desa Alam yang terletak di Pulau Galang Baru, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau peneliti mendapati adanya inefisiensi berupa adanya material sisa atau *waste material*. Hal ini tentunya berdampak terhadap terhadap perubahan nilai (*value*) pada pelaksanaan proyek konstruksi Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam. Berangkat dari permasalahan tersebut, peneliti kemudian akan membahas terkait *waste material* pada proyek ini yang meliputi material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) dan faktor penyebab timbulnya inefisiensi material (*waste material*). Dengan diketahuinya material yang dominan terjadi *waste* serta faktor penyebabnya, maka selanjutnya dapat dilakukan pendekatan yang sesuai untuk meminimalisir banyaknya *waste* melalui penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*).

## 1.2. Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang telah dijelaskan, maka peneliti menyusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Material apakah yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam?
2. Faktor apakah yang menyebabkan timbulnya inefisiensi material (*waste material*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam?
3. Bagaimanakah parameter capaian penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam?
4. *Tools* manakah yang paling berpengaruh untuk meminimalisir inefisiensi material (*waste material*) berdasarkan hubungan antara penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) dengan jenis-jenis material yang

mengalami inefisiensi (*waste material*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam.
2. Mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam.
3. Mengidentifikasi parameter capaian penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam.
4. Menganalisis hubungan antara penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) dengan jenis-jenis material yang mengalami inefisiensi untuk mengidentifikasi *tools* yang paling berpengaruh dalam meminimalisir inefisiensi material (*waste material*).

### 1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu memberikan kontribusi secara langsung terhadap efisiensi material selama pelaksanaan proyek agar kedepannya *waste material* yang terjadi dapat diminimalisir dan diantisipasi dengan langkah yang tepat.
2. Berkontribusi secara ilmiah terhadap karya ilmiah dalam bidang manajemen konstruksi khususnya *waste material management*.
3. Menjadi referensi untuk penelitian sejenis di masa yang akan datang.

### 1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam *Phase-1* yang meliputi bangunan *Villa & Lobby Villa, Cabin & Reception Cabin, Club House*, dan *Back Office House (BOH)*.

2. Penelitian ini hanya akan melibatkan narasumber yang memiliki keterkaitan langsung pada tahapan konstruksi proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam *Phase 1*.
3. Analisa pada penelitian ini hanya fokus mengkaji jawaban dari kuesioner yang disebarakan kepada responden sebagai metode utama dalam penelitian sehingga untuk hasil dan kesimpulan pada penelitian ini merupakan hasil pengolahan data dari kuesioner.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tinjauan pustaka perbandingan dengan penelitian yang sejenis dan landasan teori mengenai proyek konstruksi, material konstruksi, *waste material*, dan konstruksi ramping (*lean construction*).

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi informasi umum proyek yang dijadikan objek penelitian dan informasi mengenai alur penelitian dari mulai bagaimana metode pengumpulan data hingga analisis data.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari metode yang telah ditentukan pada Bab III, kemudian data diolah berdasarkan metode tersebut. Hasil dari analisis data tersebut kemudian menghasilkan suatu jawaban untuk menjawab rumusan masalah yang tercantum pada Bab I dan dituangkan pada bab ini.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan juga disertai saran untuk topik penelitian dan penulisan tugas akhir ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Iswinarno (2017) menulis skripsi/tugas akhir dengan judul “Analisis Pemborosan Material (*Material Waste*) Pada Proyek Bangunan Gedung Bertingkat di Daerah Istimewa Yogyakarta”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis jenis *waste material*, faktor penyebabnya, tindakan pencegahan, serta mengidentifikasi sejauh mana dampak tindakan pencegahan *waste* untuk mengurangi banyaknya *material waste*. Metode penelitian dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada beberapa kontraktor yang berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil dari penelitian menunjukkan *waste material* yang paling banyak atau dominan pada proyek konstruksi di Yogyakarta adalah *non-consumable material* meliputi kayu bekisting dengan nilai 130, kemudian disusul *consumable material* berupa besi tulangan dengan nilai 100, batu bata dengan nilai 70, dan material keramik dengan nilai 59. Sedangkan untuk faktor dominan penyebab adanya *waste material* pada penelitian ini adalah pada faktor manajemen konstruksi dengan nilai 144, disusul dengan pekerja dengan nilai 141 dan pengelolaan sisa material dengan nilai 122. Untuk tindakan pencegahan *waste material* yang dapat paling efektif untuk dilakukan adalah dengan meningkatkan pemahaman dokumen kontrak yang baik dengan nilai 172, kemudian disusul dengan peningkatan perencanaan dan pengawasan pekerjaan dengan nilai 171 dan pengecekan berkala kuantitas dan perhitungan volume material secara tepat dengan nilai 170. Tindakan pencegahan yang memiliki korelasi paling besar dengan banyaknya *waste material* adalah dengan memberikan pelatihan kepada pekerja terhadap material besi tulangan. Hal ini memiliki arti bahwa semakin sering atau semakin rutin pelatihan diberikan kepada para pekerja, maka akan semakin sedikit pula jumlah *waste material* yang ditimbulkan.

Kusuma (2019) menulis skripsi/tugas akhir yang berjudul “Implementasi *Lean Construction* untuk Meminimalkan *Waste* pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Kejaksaan Tinggi Riau)”. Penelitian ini pada

dasarnya bertujuan untuk mengidentifikasi *waste level material* yang berbiaya besar disertai dengan *ranking* faktor penyebab terjadinya *waste* dikaji menggunakan metode konstruksi ramping (*lean construction*). Metode penelitian dilakukan dengan menghitung selisih volume RAB dengan catatan material terpakai di lapangan untuk mengetahui *waste level material* serta penyebaran kuesioner kepada responden. Hasil dari penelitian ini didapatkan material berbiaya besar yang terdiri dari material beton *ready mix* memiliki *waste level* sebesar 2%, kemudian disusul dengan material besi tulangan D22 memiliki *waste level* sebesar 8.87%, dan material besi tulangan D25 memiliki *waste level* sebesar 1.12%. Adapun penyebab *waste* dengan *ranking* tertinggi pada penelitian ini adalah dikarenakan terjadinya miskomunikasi dengan nilai rhitungan sebesar 0.861.

Devia dkk (2010) menulis jurnal yang berjudul “Identifikasi Sisa Material Konstruksi Dalam Upaya Memenuhi Bangunan Berkelanjutan”. Pada dasarnya penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis material beserta banyaknya kuantitas material yang mengalami sisa serta yang dominan timbul pada proyek perumahan dan proyek hotel tiga lantai di Kota Malang. Metode penelitian dilakukan dengan membandingkan volume yang tercantum pada *Bill of Quantity proyek (BOQ)* dengan volume material yang tersedia di lapangan. Hasil perbandingan ini kemudian dihitung untuk mengetahui besaran selisih kuantitas material. Selain dengan menghitung selisih, penelitian ini juga menyebarkan kuesioner sebagai data pendukung perhitungan selisih material. Hasil dari penelitian ini kemudian diketahui bahwa material yang banyak atau dominan menjadi *waste* atau sisa adalah batu bata dengan persentase *waste* sebesar 13.48% pada proyek perumahan dan 13.4% pada proyek hotel.

Bruantama & Pontan (2023) menulis jurnal yang berjudul “Identifikasi *Waste Material* Dan Faktor Penyebab Timbulnya *Waste* Pada Proyek Konstruksi”. Penelitian ini pada dasarnya bertujuan untuk mengidentifikasi faktor yang berpengaruh besar terhadap timbulnya *waste material*. Metode penelitian dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada responden terpilih. Hasil dari penelitian ini didapatkan faktor yang berpengaruh besar terhadap timbulnya *waste* atau sisa adalah faktor pekerja apabila terjadi pengulangan pekerjaan (*re-work*), disusul

dengan faktor perubahan desain, dan faktor manajemen konstruksi.

## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1. Proyek Konstruksi

Menurut Dipohusodo dalam (Apni & Puspasari, 2019) proyek konstruksi merupakan suatu upaya pembangunan infrastruktur yang umumnya mencakup pekerjaan dalam bidang teknik sipil maupun arsitektur.

Menurut M. Salu (Bruantama & Pontan, 2023) proyek konstruksi merupakan kegiatan yang dilakukan dengan jangka atau batasan waktu tertentu untuk diselesaikan awal hingga akhir. Proses ini melibatkan sumber daya proyek dengan partisipasi pihak terkait yang terorganisir dan terjadwal yang kemudian menghasilkan sebuah bangunan.

Menurut Ervianto (2005) proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang umumnya berjangka waktu pendek serta pelaksanaannya hanya satu kali. Pada rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil yang biasanya berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan berbagai pihak terkait, baik yang terlibat aktif secara langsung maupun yang tidak terlibat secara langsung.

Karakteristik proyek konstruksi menurut Ervianto (2005) terbagi dalam tiga dimensi, yaitu unik, melibatkan sejumlah sumber daya, dan membutuhkan organisasi. Kemudian, proses pelaksanaannya harus berpegang pada tiga prinsip atau tiga kendala (*triple constrain*) yang meliputi sesuai dengan spesifikasi, sesuai jadwal (*time schedule*), serta sesuai biaya yang direncanakan.

Menurut Soeharto (1999), adapun ciri pokok proyek konstruksi adalah sebagai berikut:

1. Bertujuan menghasilkan suatu lingkup yang bersifat *deliverable*, yaitu dapat berupa hasil atau produk kerja akhir;
2. Dalam proses mewujudkan suatu lingkup yang bersifat *deliverable* tersebut, harus ditentukan atau direncanakan biaya, jadwal, serta kriteria mutu;

3. Bersifat sementara (*temporary*), yang artinya pelaksanaannya dibatasi oleh kurun waktu tertentu dengan kata lain titik awal permulaan dan titik akhir ditentukan dengan jelas;
4. Nonrutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Menurut Rani (2016), proyek konstruksi terbagi menjadi 2 macam berdasarkan objek yang dihasilkan yang meliputi:

1. Konstruksi Bangunan Gedung

Konstruksi bangunan gedung terdiri dari bangunan gedung seperti perumahan, hotel, kantor, gudang, dll. Proyek ini umumnya memiliki tempat kerja pada lokasi yang relatif kecil dan menghasilkan suatu bangunan yang sifatnya untuk ditinggali.

2. Konstruksi Bangunan Sipil

Konstruksi bangunan sipil terdiri dari jembatan, jalan, lapangan terbang/landasan pacu, terowongan, irigasi, bendungan, dll. Pada dasarnya proyek ini dibuat untuk menunjang kepentingan manusia (non tempat tinggal).

### 2.2.2. Material Konstruksi

Material konstruksi pada dasarnya adalah bahan bangunan yang digunakan dalam proyek konstruksi untuk membuat suatu bangunan. Sumber material konstruksi dapat diperoleh dari sekitar lokasi proyek atau disebut juga dengan material alam dan dapat juga diperoleh dari luar lingkungan proyek, yang dapat berupa (1) hasil produksi industri, (2) material alam yang tidak tersedia di sekitar lokasi proyek yang sedang berjalan (Asnudin, 2010).

Menurut Nugraha dalam (Iswinarno, 2017) material merupakan salah satu komponen penting yang menentukan besaran biaya suatu proyek, bahkan lebih dari separuh biaya proyek terserap oleh material yang digunakan. Pada sebuah proyek konstruksi, material juga menjadi komponen penting yang menunjang keberhasilan pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Pemilihan material yang digunakan pada suatu proyek konstruksi harus dilakukan secara cermat dan selektif agar kualitas

bangunan yang dihasilkan sesuai dengan yang direncanakan (Allo & Bhaskara, 2022).

Menurut Cavilan & Bernold (1994), material konstruksi diklasifikasikan menjadi 2 golongan dengan uraian sebagai berikut:

1. *Consumable Material*

*Consumable material* merupakan material yang digunakan dalam proses konstruksi dan menjadi penyusun atau bagian utama pada struktur fisik bangunan seperti semen, batu bata, besi, beton, keramik, dll.

2. *Nonconsumable Material*

*Nonconsumable material* merupakan material yang juga digunakan dalam proses konstruksi namun tidak menjadi penyusun atau bagian utama pada struktur fisik bangunan melainkan hanya menjadi material bantu atau penunjang pada saat pengerjaan konstruksi. Contoh *nonconsumable material* seperti kayu dan triplek untuk bekisting, dinding penahan sementara, dll.

Sedangkan menurut Ervianto dalam (Putra dkk, 2018) material dibedakan menjadi 3 jenis kategori:

1. *Engineered Materials*

*Engineered material* adalah material yang dibuat khusus untuk suatu proyek konstruksi berdasarkan perencanaan dan perhitungan teknis tertentu atau disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan proyek masing-masing. Material ini umumnya digambarkan secara khusus selama pelaksanaan proyek. Jika terjadi penundaan terhadap penggambaran maupun produksi dari material ini maka dikhawatirkan hal ini dapat mempengaruhi jadwal pelaksanaan proyek.

2. *Bulk Materials*

*Bulk material* adalah material yang dibuat berdasarkan acuan standar industri tertentu karena jenisnya yang beraneka ragam dan sulit diperkirakan. Contoh dari *bulk material* adalah kabel dan pipa.

### 3. *Fabricated Materials*

*Fabricated material* adalah material yang disusun, dibuat ataupun dirakit diluar dari lokasi pelaksanaan proyek. Contoh dari *fabricated material* adalah seperti kusen dan rangka baja.

#### 2.2.3. *Waste Material*

Menurut Farmoso dalam (Pertiwi dkk, 2019) *waste* dapat diartikan sebagai kehilangan atau kerugian berbagai sumber daya, yang meliputi material, waktu (berkaitan dengan tenaga kerja dan peralatan) serta modal, yang disebabkan oleh berbagai kegiatan yang membutuhkan biaya tetapi tidak menambah nilai kepada produk akhir bagi pihak pengguna jasa konstruksi.

*Waste* yang dihasilkan proyek konstruksi didefinisikan sebagai material yang sudah tidak digunakan sebagai hasil dari proses konstruksi, perubahan, atau perbaikan (Kusuma, 2019).

Lee dalam (Kusuma, 2019) berpendapat bahwa terdapat persamaan antara waste pada proyek konstruksi maupun industry, yaitu sama-sama meliputi penundaan pelaksanaan waktu, biaya, kualitas, kurangnya keselamatan, *rework*, transportasi yang jauh dan tidak perlu, serta pilihan atau manajemen yang tidak tepat dari metode atau peralatan, dan *constructability* yang lemah.

Pada dasarnya, *waste material* atau sisa material konstruksi merupakan suatu kondisi dimana terdapat kelebihan kuantitas, kerusakan, dan hal lain yang mengakibatkan material konstruksi menjadi cenderung tidak dapat difungsikan kembali. Sisa material yang menjadi pemborosan tidak akan menambah nilai dari suatu pekerjaan, justru sisa material ini hanya akan membuat biaya (*cost*) terbuang secara percuma serta mengurangi nilai keuntungan dari suatu pekerjaan konstruksi (Herdiyanto, 2018).

Jenis – Jenis *waste material* menurut Suprpto & Wulandari (Herdiyanto, 2018) dikategorikan menjadi 4 (empat) jenis, yaitu:

#### 1. Limbah Alami (*Natural Waste*)

Limbah alami atau yang disebut juga dengan *natural waste* adalah limbah yang dalam produksinya tidak dapat dihindarkan seperti limbah hasil pemotongan kayu, cat yang menempel pada kaleng atau lantai pada saat pengecatan, dll.

2. Limbah Langsung (*Direct Waste*)

Limbah langsung atau yang disebut juga *direct waste* adalah limbah yang selalu dihasilkan pada setiap pelaksanaan proyek konstruksi. Limbah ini dapat terbentuk kapan saja pada saat penyimpanan material digudang, pada saat dipindahkan ke area kerja, ataupun pada saat proses pengerjaan pekerjaan itu sendiri.

3. Limbah Tidak Langsung (*Indirect Waste*)

Limbah tidak langsung atau yang disebut juga *indirect waste* adalah limbah yang dihasilkan akibat pembelian material yang dibeli dengan harga yang tidak sesuai seperti pembelian material yang lebih mahal dari harga pasaran umum.

4. Limbah Konsekuensi (*Consequential Waste*)

Limbah konsekuensi atau yang disebut juga *consequential waste* adalah limbah yang dihasilkan akibat kesalahan pada saat pelaksanaan pekerjaan yang kemudian sebagai konsekuensinya terjadi pemborosan material dikarenakan adanya penggantian material untuk mengganti kesalahan pekerjaan tersebut.

Jenis – jenis *waste material* menurut Skoyles (Herdiyanto, 2018) dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

1. *Direct Waste*

*Direct waste* merupakan material sisa yang dihasilkan langsung dalam proyek. *Direct waste* ini kemudian terbagi menjadi beberapa jenis:

a. *Transport & Delivery Waste*

*Waste material* ini yang timbul pada saat pengangkutan atau pendistribusian material seperti kerusakan saat pengiriman, material terjatuh, material salah kirim, dll.

b. *Site Storage Waste*

*Waste material* ini timbul akibat dari penyimpanan material yang salah serta area penyimpanan yang kurang memadai seperti penyimpanan semen dan

kayu pada tempat yang basah, penyimpanan batu bata pada tempat yang lembap, dll.

c. *Conversion Waste*

*Waste material* ini yang dihasilkan akibat perubahan bentuk ukuran dan dimensi dari desain awal seperti kesalahan pada pemotongan keramik, kayu, dll.

d. *Application & Residue Waste*

*Waste material* yang dihasilkan akibat adanya jatuhnya material dan material tersebut mengeras bukan pada tempatnya sehingga menimbulkan pemborosan seperti jatuhnya material pada saat pengerjaan acian & plester dinding di lantai, dll.

e. *Fixing Waste*

*Waste material* ini dihasilkan akibat penggunaan material secara kurang atau tidak efektif sehingga material tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya seperti pembuatan campuran semen yang salah perbandingan, dll.

f. *Management Waste*

*Waste material* ini dihasilkan akibat pengambilan keputusan yang kurang tepat oleh pihak manajemen yang berwenang pada pelaksanaan proyek sehingga material yang digunakan pada proyek mengalami kekurangan atau terbuang percuma.

g. *Cutting Waste*

Jenis *waste material* ini hampir sama dengan *conversion waste*, yaitu *waste material* yang dihasilkan akibat dari pemotongan material.

h. *Criminal Waste*

*Waste material* yang dihasilkan akibat adanya aksi kriminal seperti pencurian material.

i. *Wrong Use Waste*

*Waste material* ini dihasilkan akibat material digunakan pada saat pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan atau peruntukannya diawal sehingga terjadi pemborosan berupa pembongkaran dan pengulangan pekerjaan.

j. *Learning Waste*

*Waste material* yang dihasilkan akibat adanya pekerja yang tidak terampil sehingga terjadi kesalahan dalam penggunaan material.

2. *Indirect Waste*

*Indirect waste* merupakan material sisa yang berupa kehilangan nilai/*value* (*moneter loss*) akibat kelebihan pemakaian volume material dari yang direncanakan tetapi sisanya tidak ada/tidak tampak secara fisik di lapangan. *Indirect waste* terbagi menjadi beberapa jenis:

a. *Substitution Waste*

*Substitution waste* adalah *waste material* yang timbul akibat penggunaan material yang tidak sesuai dengan rencana yang telah ditentukan. Penyebab *waste* ini antara lain: (1) Material terlalu banyak dibeli. (2) Bertambahnya material tertentu yang dibutuhkan seperti material penunjang material utama. (3) Material banyak yang rusak karena suatu hal tertentu.

b. *Negligence Waste*

*Negligence waste* adalah *waste material* yang timbul akibat kesalahan atau kecerobohan di lokasi pelaksanaan pekerjaan (*site error*) sehingga kontraktor menggunakan material lebih banyak dari yang direncanakan, seperti penggalian pondasi yang terlalu lebar atau terlalu dalam akibat kesalahan pekerja serta kurangnya komunikasi yang mengakibatkan volume beton menjadi lebih banyak pada saat pengecoran pondasi.

c. *Production Waste*

*Production waste* adalah *waste material* yang timbul akibat pemakaian material yang berlebihan namun kontraktor tidak dapat mengklaim tagihan atas kelebihan volume tersebut dikarenakan perjanjian pembayaran berdasarkan volume kontrak yang terpasang. Misal pemasangan dinding bata yang tidak rata mengakibatkan kontraktor harus meratakannya dengan penggunaan mortar yang lebih tebal, namun penggunaan mortar berlebih ini tidak bisa diklaim oleh pihak kontraktor kepada pihak *owner*.

Sedangkan, menurut Tchobanoglous (Putra dkk, 2018) *waste material* dikategorikan menjadi dua kategori yang meliputi:

1. *Demolition Waste*

*Demolition waste* merupakan *waste material* yang timbul akibat pembongkaran atau penghancuran bangunan lama. Sisa materialnya dalam bentuk puing-puing bangunan.

2. *Construction Waste*

*Construction waste* merupakan *waste material* yang timbul dari konstruksi pembangunan yang dimulai dari awal ataupun renovasi bangunan eksisting, Sisa materialnya dalam bentuk berbagai macam material seperti kayu, beton, besi, dll.

*Waste material* konstruksi disebabkan oleh berbagai macam faktor. Gavilan & Bernold (1994) mengelompokkan sumber terjadinya *waste* secara garis besar dalam 6 (enam) kategori yang meliputi:

1. Desain (*Design*)

- Kesalahan dalam gambar kerja *blueprint*;
- Kesalahan dalam detail;
- Perubahan desain.

2. Pengadaan (*Procurement*)

- Kesalahan dalam pengiriman;

- Kesalahan dalam pemesanan.
3. Penanganan Material (*Handling of Materials*)
    - Penyimpanan material yang tidak tepat/tidak sesuai standar;
    - Penanganan material yang tidak tepat/tidak sesuai standar.
  4. Pelaksanaan (*Operation*)
    - *Human error*;
    - Malfungsi alat kerja;
    - Faktor alam (cuaca, insiden, dll).
  5. Residual (*Residual*)
    - Sisa material yang tidak bisa digunakan kembali;
    - Sisa material yang tidak bisa dihindari (selalu timbul).
  6. Dan lain-lain
- Waste material* pada kategori ini tidak dapat disebutkan secara spesifik dikarenakan adanya perbedaan karakteristik tiap proyek konstruksi.

Bossink & Brouwers (1996) mengemukakan sumber dan penyebab *waste material* dengan uraian sebagai berikut:

**Tabel 2.1** Sumber dan Penyebab Timbulnya *Waste Material* Menurut Bossink & Brouwers (1996)

Sumber	Penyebab
Desain ( <i>Design</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesalahan dalam dokumen kontrak.</li> <li>• Ketidaklengkapan dokumen kontrak sebelum dan pada saat pelaksanaan konstruksi.</li> <li>• Perubahan desain.</li> <li>• Memilih spesifikasi produk material yang akan digunakan.</li> <li>• Memilih material yang berkualitas rendah;</li> <li>• Kurangnya perhatian terhadap ukuran material yang digunakan.</li> <li>• Desainer tidak familiar dengan kemungkinan penggunaan material yang berbeda/pilihan material lain.</li> <li>• Kurangnya koordinasi dan pengalaman kontraktor terhadap pelaksanaan konstruksi.</li> </ul>
Pengadaan ( <i>Procurement</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesalahan pada saat pemesanan material seperti jumlah yang kelebihan atau jumlah yang kekurangan.</li> <li>• Material tidak dapat dipesan dalam kuantitas atau jumlah yang sedikit.</li> <li>• Material tidak dapat digunakan karna dipesan tidak sesuai spesifikasi.</li> </ul>
Penanganan Material ( <i>Materials Handling</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material rusak pada saat transportasi pengiriman menuju <i>site</i> atau pada saat <i>on site</i>.</li> <li>• Penyimpanan yang tidak tepat yang mengakibatkan kerusakan serta penurunan kualitas material.</li> <li>• Pembongkaran yang tidak baik/kasar.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material mengalami kerusakan akibat dilempar.</li> </ul>
Pelaksanaan ( <i>Operation</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenaga kerja yang kurang terampil.</li> <li>• Peralatan yang tidak memadai dan tidak berfungsi dengan baik.</li> <li>• Cuaca buruk.</li> <li>• Terjadinya insiden/kecelakaan kerja.</li> <li>• Penggunaan material atau pekerjaan yang salah/kurang tepat sehingga harus dibongkar dan diganti.</li> <li>• Metode pekerjaan yang tidak pasti/tidak jelas.</li> <li>• Jumlah kebutuhan (<i>quantity</i>) material tidak diketahui secara pasti akibat perencanaan yang kurang matang/kurang sempurna.</li> <li>• Informasi mengenai spesifikasi material seperti tipe dan ukuran yang akan digunakan diketahui terlambat oleh kontraktor.</li> </ul>
Residual ( <i>Residual</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sisa pemotongan material yang tidak dapat digunakan kembali.</li> <li>• Kesalahan pada saat pemotongan material.</li> <li>• Pencampuran material yang berlebihan sehingga tidak dapat digunakan kembali akibat dari kurangnya pengetahuan tentang persyaratan yang berlaku.</li> <li>• Sisa dari pelaksanaan pekerjaan.</li> <li>• Kemasan material.</li> </ul>
Dan lain-lain ( <i>Other</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Waste</i> akibat aktivitas kriminal seperti pencurian material.</li> <li>• Kurangnya control terhadap material <i>on site</i> dan manajemen terhadap <i>waste material</i>.</li> </ul>

Sumber: Bossink & Brouwers, 1996

Apni & Puspasari (2019) menyebutkan indikator dan faktor penyebab *waste material* dalam 8 (delapan) kategori sebagai berikut:

**Tabel 2.2** Indikator dan Faktor Penyebab *Waste Material* Menurut Apni & Puspasari (2019)

Indikator	Faktor Penyebab
Sumber Daya Manusia (SDM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurangnya <i>skill</i> tenaga kerja.</li> <li>• Tenaga kerja yang lambat/tidak efektif.</li> <li>• Pendistribusian tenaga kerja yang buruk.</li> <li>• Pengawasan &amp; pengecekan yang terlambat.</li> <li>• Kurangnya jumlah mandor.</li> <li>• Kontraktor yang kurang berpengalaman.</li> </ul>
Manajemen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perencanaan dan penjadwalan proyek yang buruk.</li> <li>• Informasi yang kurang jelas terkait perubahan, ketentuan dan persyaratan.</li> <li>• Koordinasi dan komunikasi yang buruk antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek.</li> <li>• Pengambilan keputusan yang lambat.</li> </ul>
Desain dan Dokumentasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spesifikasi yang terkait dengan pelaksanaan pekerjaan yang tidak jelas.</li> <li>• Gambar kerja yang tidak jelas.</li> <li>• Detail gambar yang rumit dan tidak lengkap.</li> <li>• Revisi dan distribusi gambar yang lambat.</li> <li>• Desain yang berubah-ubah.</li> <li>• Desain yang buruk.</li> <li>• Dokumen yang terkait dengan pelaksanaan pekerjaan tidak lengkap.</li> </ul>

Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelebihan &amp; kekurangan dalam pembelian material/bahan.</li> <li>• Penggunaan material/bahan yang berlebihan dari volume seharusnya.</li> <li>• Material yang tidak sesuai spesifikasi.</li> <li>• Material hilang.</li> <li>• Material berserakan dilapangan.</li> <li>• Material yang berkualitas buruk.</li> <li>• Material ditangani dengan buruk.</li> <li>• Keterlambatan pengiriman material akibat penjadwalan pengiriman yang buruk</li> <li>• Penyimpanan material yang buruk.</li> </ul>
Pelaksanaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi insiden/kecelakaan kerja.</li> <li>• Peralatan kurang memadai atau sering rusak.</li> <li>• Pengukuran yang tidak akurat di lapangan.</li> <li>• Penambahan jenis pekerjaan.</li> <li>• Metode kerja yang tidak tepat/tidak sesuai.</li> <li>• Adanya pekerjaan ulang (<i>rework</i>) dan perbaikan (<i>repair</i>).</li> </ul>
Waktu Tunggu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu tunggu instruksi pekerjaan yang tidak pasti.</li> <li>• Waktu tunggu datangnya material.</li> <li>• Waktu tunggu perbaikan peralatan.</li> <li>• Waktu tunggu kedatangan pekerja tambahan ke lokasi.</li> <li>• Waktu tunggu revisi gambar atau revisi perubahan desain.</li> <li>• Waktu tunggu kedatangan alat berat ke lokasi.</li> </ul>
Eskternal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi lokasi proyek yang tidak baik.</li> <li>• Cuaca yang tidak dapat diprediksi.</li> <li>• Kerusakan/kehilangan oleh pihak lain.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi tanah &amp; jenis tanah yang mengakibatkan terhambatnya pekerjaan.</li> </ul>
--	--

Sumber: Apni & Puspasari, 2019

#### 2.2.4. Konstruksi Ramping (*Lean Construction*)

Konstruksi ramping atau yang dikenal dengan *lean construction* merupakan adaptasi dari konsep yang dikemukakan Toyota oleh Taiichi Ohno pada tahun 1950-an. Koskela (1992) pertama kali mencetuskan ide *Lean Construction*, yang menyatakan bahwa aktivitas pekerjaan yang sekiranya menambah nilai (*value*) pada pekerjaan itu sendiri akan membuat pelaksanaannya menjadi lebih efisien. Sebaliknya, apabila aktivitas pekerjaan tidak memberikan nilai tambah, maka aktivitas tersebut harus dikurangi atau dihilangkan agar tidak menyebabkan pemborosan (Setiono dkk, 2023).

Menurut Mudzakir dkk (Faulida, 2022) penerapan konsep *lean construction* dapat digunakan untuk mengatur serta meningkatkan efisiensi pelaksanaan proses konstruksi sehingga hasil yang dihasilkan maksimal dalam produksi dengan biaya yang seminimal mungkin untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Konstruksi ramping (*lean construction*) yang diterapkan dalam bidang konstruksi bertujuan untuk meningkatkan nilai (*value*) pada proyek itu sendiri serta meminimalisir *waste* dari penggunaan segi material, waktu, dan usaha yang dikeluarkan.

Koskela dalam (Mudzakir dkk, 2017) menjelaskan beberapa teori mengenai *lean thinking*, yang meliputi:

1. Mengurangi aktivitas yang tidak menambah nilai;
2. Meningkatkan hasil atau *output* melalui pertimbangan yang sistematis tentang kebutuhan pelanggan;
3. Mengurangi variabilitas;
4. Mengurangi waktu siklus atau waktu pelaksanaan;
5. Menyederhanakan atau meminimalkan jumlah langkah;
6. Meningkatkan fleksibilitas;
7. Meningkatkan transparansi dalam proses;
8. Fokus mengawasi setiap langkah pada proses;

9. Membangun perbaikan berkelanjutan dalam pelaksanaan proses;
10. Mengimbangi aliran peningkatan dengan aliran perubahan;
11. Membuat standar acuan.

Womack & Jones (Faulida, 2022) mengemukakan prinsip-prinsip *lean*, yaitu:

1. *Value*

Prinsip ini mengedepankan hasil yang memberikan nilai dan kepuasan klien dari produk/keuntungan yang didapatkan.

2. *The Value Stream*

Prinsip ini merupakan prinsip dalam mengelola aliran dari satu kegiatan ke kegiatan lain, mulai dari kegiatan *problem solving* diawal, kemudian lanjut ke kegiatan pengelolaan informasi, dan terakhir kegiatan transformasi dari material mentah hingga produk akhir.

3. *Flow*

Prinsip ini memiliki arti bahwa perpindahan atau perputaran nilai harus dilakukan secara mengalir terus menerus, mengurangi hambatan, menghilangkan pemborosan (*waste*), serta mengurangi *lead time* dalam menghasilkan suatu produk/jasa.

4. *Pull*

Prinsip ini bertujuan untuk menghindari sesuatu yang tidak terpakai sebagai bagian dari mengurangi *waste*. Maka dari itu tahapan dalam menghasilkan produk sebaiknya diterapkan dengan benar agar penyelesaian proyek dapat lebih cepat dengan produktivitas yang meningkat.

5. *Perfection*

Prinsip ini merupakan kegiatan yang memperbaiki secara terus menerus dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti apa yang sedang dikerjakan, penyelesaian, dan pengetahuan dalam proses memperbaiki permasalahan untuk mencapai hasil yang maksimal.

Dalam penerapan konstruksi ramping (*lean construction*) itu sendiri, terdapat beberapa *tools* yang dapat diterapkan sebagai tolak ukur keberhasilan pelaksanaannya dan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Menurut Mudzakir dkk (2017), *tools*-nya meliputi:

1. Sistem Perencanaan Terakhir (*Last Planner System - LPS*)

Sistem perencanaan terakhir atau yang disebut juga dengan *last planner system (LPS)* merupakan metode pada *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) yang bentuknya berupa alur kerja (*workflow*) dengan tujuan untuk memetakan berbagai kegiatan pada proyek konstruksi. Pada *tools* ini, terdapat urutan pelaksanaan yang meliputi pembuatan jadwal proyek secara keseluruhan (*master schedule*), pembuatan rencana dimulai dari target selesai sampai waktu dimulai (*reverse phase schedules - RPS*), pembuatan rencana enam mingguan (*six-week lookahead*), pembuatan rencana mingguan (*weekly work plan - WWP*), dan pembuatan alat ukur tercapainya target mingguan (*percent plan complete - PPC*).

2. Peningkatan Visualisasi (*Increased Visualization*)

Peningkatan visualisasi atau yang disebut juga dengan *increased visualization* merupakan metode untuk menyampaikan pesan sebagai sara untuk meningkatkan komunikasi pada pelaksanaan proyek secara efektif kepada para pekerja melalui pemasangan berbagai tanda seperti spanduk, poster disekitar lokasi pelaksanaan pekerjaan konstruksi dengan tujuan untuk meningkatkan kesadaran pekerjaan terhadap pesan-pesan tertentu.

3. Pertemuan Harian (*Daily Huddle Meetings*)

Pertemuan harian atau yang disebut juga dengan *daily huddle meetings* adalah wujud komunikasi dua arah yang menjadi kunci utama seperti rapat harian tim dalam rangka mewujudkan keikutsertaan para pekerja. Konsep ini mirip dengan pelaksanaan *employee involvement* pada *lean manufacture* yang telah diterapkan pada proyek industri, yaitu dengan memberdayakan pekerja dan mengamati reaksinya saat menghadapi masalah, serta membuka komunikasi secara intensif dua arah melalui pelaksanaan *tool-box meeting*.

4. Studi Jangka Pertama (*First Run Studies*)

Studi jangka pertama atau yang disebut juga dengan *first run studies* merupakan kegiatan yang biasanya menunjukkan proses atau ilustrasi alur proyek menggunakan berbagai media seperti video, foto, atau grafik. Sebuah siklus *PDCA* (*plan, do, check, act*) disarankan sebagai dasar untuk meningkatkan pembelajaran kepada para pekerja pada penerapan *tools* ini.

5. 5R (5S)

5R yang meliputi resik, ringkas, rapi, rawat, dan rajin atau yang disebut juga 5S yang meliputi *shine, sort, straighten, standardize, dan sustain* adalah prinsip pada konstruksi ramping (*lean construction*) yang pada dasarnya memiliki lima tahap pembenahan yang dapat membantu meminimalkan *waste* (Kobayashi, 1995; Hirano, 1996), yaitu: *Seiri* (ringkas; *sort*), *Seiton* (rapi; *straighten*), *Seiso* (resik; *shine*), *Seiketsu* (rawat; *standardize*) dan *Shitsuke* (rajin; *sustain*).

6. Pemeriksaan Kualitas & Keselamatan (*Fail-safe for Quality & Safety*)

Pemeriksaan kualitas & keselamatan atau yang disebut juga dengan *fail safe for quality* yang dimana prinsip *tools* ini sangat bergantung pada gagasan untuk mewaspadaikan kemungkinan timbulnya kecacatan dan kecelakaan. Hal ini sama seperti pemeriksaan secara visual (*poka-yoke*) pada proyek industri.

### 2.3. Validitas

Menurut Sugiyono (2017), penelitian dikatakan valid apabila terdapat kesamaan antara data yang terkumpul dengan data yang sebenarnya ada dilapangan pada obyek atau lokasi yang diteliti. Valid memiliki arti bahwa instrumen penelitian dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Sedangkan menurut Masri Singarimbun dalam (Kusuma, 2019), validitas berguna untuk mengetahui sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu instrumen penelitian dalam melakukan fungsi pengukurannya yang berupa data yang diperoleh relevan/sesuai dengan tujuan diadakannya pengukuran tersebut. Terdapat beberapa metode untuk menguji validitas instrumen penelitian menurut Sugiyono (2017):

### 1. Pengujian Validitas Konstruksi (*Construct Validity*)

Pengujian validitas konstruksi dilakukan dengan menggunakan pendapat para ahli (*judgment experts*). Pada hal ini setelah instrumen penelitian dikonstruksikan dengan aspek-aspek yang akan diukur berlandaskan teori tertentu, maka langkah selanjutnya adalah mengkonsultasikannya dengan ahli. Para ahli ini kemudian diminta pendapatnya tentang instrumen yang telah disusun tersebut. Syarat jumlah tenaga ahli yang dapat melakukan validitas konstruksi ini adalah sebanyak minimal tiga orang dan telah bergelar doktor sesuai dengan lingkup ilmu pengetahuan yang diteliti.

Setelah dilakukan pengujian konstruksi berdasarkan pendapat dari para ahli dan pengalaman empiris di lapangan, maka selanjutnya adalah dilakukan uji coba instrument penelitian. Instrumen penelitian tersebut diujicobakan pada sampel yang telah ditentukan. Setelah data didapatkan kemudian data ditabulasikan, maka pengujian validitas konstruksi dapat dilakukan dengan metode analisis faktor, yaitu dengan mengkorelasikan skor masing-masing faktor dengan skor total.

### 2. Pengujian Validitas Isi (*Content Validity*)

Pada instrumen penelitian yang bentuknya berupa *test*, pengujian validitas isi dilakukan dengan membandingkan antara isi pada instrumen penelitian dengan sumber referensi pada literatur atau penelitian terkait yang sebelumnya telah diajarkan. Secara teknis pengujian validitas konstruksi dan validitas isi dapat dilakukan dengan bantuan kisi-kisi instrumen atau matriks pengembangan instrumen. Dalam kisi-kisi atau matriks pengembangan tersebut terdapat variabel yang diteliti ataupun indikator- indikator sebagai tolak ukur beserta dengan nomor butir (item) pertanyaan atau pernyataan yang telah dijabarkan dari masing-masing indikator. Pada setiap instrumen baik berupa *test* maupun berupa *nontest* terdapat butir-butir (item) pertanyaan atau pernyataan. Untuk menguji validitas butir-butir instrumen tersebut lebih lanjut, setelah dikonsultasikan dengan para ahli, maka langkah selanjutnya instrument penelitian dapat diujicobakan untuk setelahnya dianalisis dengan analisis item atau uji beda.

### 3. Pengujian Validitas Eksternal

Validitas eksternal instrumen pada dasarnya diuji dengan membandingkan (mencari kesamaan) antara kriteria yang ada pada instrumen dengan fakta-fakta empiris yang sebenarnya terjadi dilapangan. Apabila instrumen penelitian mempunyai validitas eksternal yang tinggi maka hasil penelitian tersebut akan mempunyai validitas eksternal yang tinggi pula dan hal ini berlaku sebaliknya. Penelitian dikatakan mempunyai validitas eksternal apabila hasil penelitian dapat diterapkan pada sampel lain dalam populasi yang diteliti. Untuk meningkatkan validitas eksternal penelitian selain dengan meningkatkan validitas eksternal instrumen, dapat juga dilakukan dengan memperbesar jumlah sampel penelitian.

Menurut Kusuma (2019), untuk menguji validitas tiap item pernyataan, maka perlu mengkorelasikan skor item tersebut dengan skor total keseluruhan. Skor tiap item pada **Persamaan 2.1** dinyatakan dalam variabel X dan skor total keseluruhan dinyatakan dalam variabel Y. Setelah diperoleh skor validitas setiap item, maka dapat diketahui item-item mana saja yang memenuhi syarat validitas. Syarat validitas data dapat dilihat pada **Tabel 2.3** yang dimana pada tabel tersebut juga dicantumkan skor dan interpretasi masing-masing kategori. Untuk menguji validitas instrumen salah satunya dapat dilakukan dengan menghitung korelasi *product moment* dengan persamaan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

$r_{xy}$  = koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y

$\sum XY$  = jumlah perkalian antara variabel X dan variabel Y

$\sum X^2$  = jumlah nilai kuadrat dari variabel X

$\sum Y^2$  = jumlah nilai kuadrat dari variabel Y

$(\Sigma X)^2$  = jumlah nilai variabel X kemudian dikuadratkan

$(\Sigma Y)^2$  = jumlah nilai variabel Y kemudian dikuadratkan

Nilai dari perhitungan validitas tersebut kemudian diinterpretasikan dalam beberapa kategori seperti yang tercantum pada **Tabel 2.3** sebagai berikut menurut Sugiyono dalam (Kusuma, 2019):

**Tabel 2. 3** Kategori Interpretasi Nilai Validitas Instrumen Penelitian

Nilai r	Kategori Interpretasi Validitas
0.81 – 1.00	Sangat Tinggi
0.61 – 0.80	Tinggi
0.41 – 0.60	Cukup
0.21 – 0.40	Rendah
0.00 – 0.20	Sangat Rendah

Sumber: Kusuma, 2019

#### 2.4. Reliabilitas

Reliabilitas menurut Anastasia dalam (Devi, 2021) merujuk pada konsistensi skor yang dicapai oleh sesuatu yang dapat berupa orang atau objek penelitian yang sama ketika mereka diuji dengan tes yang sama namun pada waktu atau kesempatan yang berbeda. Sedangkan menurut Kurniawan (2022), reliabilitas merupakan keakuratan pada alat ukur, yang dimana suatu alat ukur dapat dikatakan memiliki reliabilitas tinggi atau secara bahasa awam dapat dipercaya apabila alat ukur tersebut cukup baik dan stabil untuk dipegang atau memiliki *dependability* yang tinggi serta dapat diprediksi (*predictable*) sehingga alat ukur tersebut menghasilkan hasil yang konsisten dari waktu ke waktu. Pengujian reliabilitas instrumen dapat dilakukan secara eksternal maupun internal. Berikut adalah beberapa metode untuk melakukan pengujian instrumen secara internal menurut Sugiyono (2017):

### 1. *Test-retest*

Instrumen penelitian yang reliabilitasnya diuji secara internal menggunakan metode *test-retest*, dilakukan dengan cara mengujicobakan instrumen penelitian beberapa kali pada responden. Jadi dalam hal ini instrument penelitiannya sama, respondennya sama, namun waktu uji cobanya yang berbeda-beda. Reliabilitas kemudian diukur dengan membandingkan koefisien korelasi pada percobaan pertama dengan percobaan yang berikutnya. Apabila hasil atau nilai koefisien korelasi positif serta signifikan maka instrumen tersebut sudah dinyatakan reliabel. Pengujian reliabilitas dengan metode ini sering disebut juga dengan metode *stability*.

### 2. Ekuivalen

Instrumen penelitian yang reliabilitasnya diuji secara internal menggunakan ekuivalen memiliki arti penelitian dilakukan dengan mengajukan pertanyaan yang sama namun disampaikan dengan bentuk bahasa atau kalimat yang berbeda. Pengujian reliabilitas instrumen dengan metode ini cukup dilakukan sekali, tetapi instrumen atau pertanyaannya yang lebih dari satu, pada responden yang sama, dan waktu yang sama. Langkah selanjutnya pada pengukuran reliabilitas instrumen dengan metode ini adalah dengan menghitung korelasi antara data instrumen yang satu dengan data instrumen lain yang dijadikan ekuivalen. Apabila hasil nilai korelasi positif dan signifikan, maka instrumen dinyatakan reliabel.

### 3. Gabungan

Instrumen penelitian yang reliabilitasnya diuji secara internal menggunakan metode gabungan ini dilakukan dengan cara mengujicobakan dua instrumen yang ekuivalen beberapa kali ke responden yang sama. Pada dasarnya metode ini merupakan gabungan antara metode *test-retest* dengan ekuivalen. Langkah selanjutnya adalah mengukur reliabilitas instrumen dengan mengkorelasikan dua atau lebih instrumen yang ekuivalen untuk kemudian dikorelasikan pada pengujian kedua, dan kemudian dikorelasikan secara silang.

Selain dengan pengujian reliabilitas secara internal, untuk pengujian reliabilitas secara eksternal dapat dilakukan dengan metode mencobakan instrumen kepada sampel sekali untuk kemudian data yang diperoleh dianalisis dengan teknik tertentu. Hasil analisis pada metode ini adalah berupa angka yang menunjukkan reliabilitas serta dapat digunakan untuk memprediksi skala reliabilitas instrument pada penelitian. Terdapat beberapa rumus persamaan untuk melakukan uji reliabilitas secara eksternal seperti: menggunakan teknik Spearman Brown (*Split Half*), Kuder Richardson 20 (KR-20), Kuder Richardson 21 (KR-21) dan Anova Hoyt.

Selain dengan menggunakan metode internal dan eksternal, menurut Kusuma (2019), pengujian reliabilitas instrumen dapat dilakukan dengan menggunakan **Persamaan 2.2** sebagai berikut:

$$r_i = \left\{ \frac{n}{n-1} \right\} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{\sum st^2} \right\} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan :

- $r_i$  = koefisien reliabilitas instrumen
- $N$  = jumlah butir item pertanyaan
- $s_i^2$  = varian butir
- $st^2$  = varian total

Nilai hasil perhitungan  $r_i$  atau koefisien reliabilitas instrument ini kemudian dibandingkan  $r$  hitung pada  $\alpha = 5\%$  dengan kriteria jika nilai  $r_i > r$  hitung maka data dapat dikatakan reliabel, sebaliknya apabila nilai  $r_i < r$  hitung maka data dapat dikatakan tidak reliabel. Adapun nilai reliabilitas ini kemudian dapat diinterpretasikan dalam beberapa kategori seperti yang tercantum pada **Tabel 2.4** sebagai berikut menurut Sugiyono dalam (Kusuma, 2019):

**Tabel 2. 4** Kategori Interpretasi Nilai Reliabilitas Instrumen Penelitian

Nilai r	Kategori Interpretasi Reliabilitas
0.81 – 1.00	Sangat Tinggi
0.61 – 0.80	Tinggi
0.41 – 0.60	Cukup
0.21 – 0.40	Rendah
0.00 – 0.20	Sangat Rendah

Sumber: Kusuma, 2019

### 2.5. Analisis Korelasi Spearman Rank

Pada dasarnya, kata analisis korelasi berasal dari kata *correlation analysis* yang dalam bahasa Inggris memiliki arti arah hubungan, kuat hubungan, dan signifikansi kuatnya hubungan antara dua variabel atau lebih. Dua variabel dapat dikatakan berkorelasi apabila terdapat perubahan pada salah satu variabel maka akan mempengaruhi perubahan pada variabel lainnya secara linier, baik dalam arah yang sama ataupun arah sebaliknya. Kuatnya hubungan antara variabel ini kemudian digambarkan dalam angka ukuran statistik yang dinamakan koefisien korelasi (Roflin dkk, 2022).

Analisis korelasi *spearman rank* adalah salah satu uji *non parametric* yang memiliki tujuan untuk mengetahui hubungan antara dua sampel bebas dengan data skala ordinal (Mulianah dkk, 2024). Karena pengujiannya sendiri bersifat kesesuaian, maka sifat pada kedua variabel yang dikorelasikan adalah simetris masing-masing bukan korelasi timbal balik (Bonnet & Wright, 2000; Schober & Schwarte, 2018). Menurut penelitian Kim dkk (2016) disebutkan bahwa korelasi *spearman rank* cocok digunakan untuk analisis gabungan data yang non linear serta tidak sesuai dengan distribusi *bivariate* normal.

Menurut Roflin dkk (2022), korelasi *spearman* atau yang biasa disebut juga dengan korelasi Rho ( $\rho$ ) dapat digunakan sebagai alternatif dari penggunaan korelasi Pearson apabila syarat normalitas data tidak terpenuhi atau terdapat variabel yang sebarannya tidak terdistribusi normal. Syarat lain bagi data yang

dianjurkan untuk melakukan analisis korelasi spearman dijabarkan dalam beberapa kriteria sebagai berikut:

- a. Kedua variabel berskala numerik.
- b. Kedua variabel kedudukannya simetris (setara).
- c. Korelasi spearman dapat digunakan untuk sampel kecil (kurang dari 30) karena tidak memerlukan syarat normalitas sebaran data.
- d. Kedua variabel dianjurkan memiliki jumlah unti sampel besar.
- e. Kedua variabel berasal dari subjek yang berbeda.

Adapun rumus mencari koefisien *Spearman Rank* dapat terlihat pada **Persamaan 2.3** sebagai berikut:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan:

$\rho$  = nilai koefisien korelasi

$d_i$  = selisih antara variabel satu dengan variabel lain yang dikorelasikan

$n$  = jumlah sampel penelitian

Kemudian, hasil dari analisis ini diinterpretasikan dalam beberapa kategori seperti yang tercantum pada **Tabel 2.5** sebagai berikut menurut Sugiyono (2016):

**Tabel 2. 5** Kategori Interpretasi Nilai Koefisien Korelasi Spearman Rank

Rentang	Kategori
$0.000 \leq x \leq 0.200$	Korelasi sangat lemah
$0.200 < x \leq 0.400$	Korelasi lemah
$0.400 < x \leq 0.600$	Korelasi cukup kuat
$0.600 < x \leq 0.800$	Korelasi kuat
$0.800 < x \leq 1.000$	Korelasi sangat kuat

Sumber: Sugiyono, 2016

## 2.6. Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis, Tahun	Judul	Variabel	Hasil
1.	Nurul Mentari Iswinarno, 2017	Analisis Pemborosan Material ( <i>Material Waste</i> ) Pada Proyek Bangunan Gedung Bertingkat di Daerah Istimewa Yogyakarta	Jenis material yang dominan menjadi <i>waste</i> , faktor penyebab <i>waste material</i> dan cara meminimalisir <i>waste material</i> .	<i>Waste material</i> yang dominan berupa material <i>non-consumable</i> yang disebabkan oleh faktor manajemen konstruksi dan tindakan untuk meminimalisirnya adalah dengan pemahaman dokumen kontrak dengan baik.
2.	Dwi Putra Ardiansyah Kusuma, 2019	Implementasi <i>Lean Construction</i> untuk Meminimalkan <i>Waste</i> pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Kejaksaan Tinggi Riau)	<i>Waste level material</i> yang berbiaya besar, faktor penyebab <i>waste material</i> .	<i>Waste level material</i> yang berbiaya besar meliputi beton <i>ready mix</i> sebesar 2% dan besi ulir D22 sebesar 8.87% dan besi ulir D25 sebesar 1.12% dengan faktor yang memiliki ranking tertinggi sebagai penyebab <i>waste</i> berupa terjadinya miskomunikasi.

3.	Y.P. Devia, S.E Unas, R.W. Safrianto, W. Nariswari, 2010	Identifikasi Sisa Material Konstruksi dalam Upaya Memenuhi Bangunan Berkelanjutan	Kuantitas material yang dominan menjadi <i>waste</i> dan dampak <i>waste material</i> yang dominan terhadap lingkungan.	<i>Waste material</i> yang dominan terjadi berupa batu bata dengan persentase sekitar 13.40% - 13.48% dan dampak terhadap lingkungan yang tidak ada karena material masih bisa didaur ulang/digunakan kembali pada proyek-proyek selanjutnya.
4.	Daffa Miln Bruantama & Darmawan Pontan, 2023	Identifikasi <i>Waste Material</i> dan Faktor Penyebab Timbulnya pada Proyek Konstruksi	Faktor dominan yang memberikan pengaruh besar terhadap timbulnya <i>waste material</i> .	Faktor dominan yang memberikan pengaruh besar terhadap <i>waste material</i> meliputi pengulangan pekerjaan ( <i>re-work</i> ), faktor desain, faktor manajemen konstruksi dan faktor kesalahan estimasi volume pekerjaan.
5.	Tiara Wahyu Adriani, 2025	Analisis Inefisiensi Material ( <i>Waste Material</i> ) Dalam Implementasi Konstruksi Ramping ( <i>Lean</i>	Material yang dominan terjadi inefisiensi ( <i>waste material</i> ), faktor penyebab terjadinya inefisiensi	Material yang dominan terjadi inefisiensi ( <i>waste material</i> ) adalah batu bata dengan nilai rata-rata ( <i>mean</i> ) sebesar 3.03 dan termasuk dalam

		<p><i>Construction</i>) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam</p>	<p>material (<i>waste material</i>), parameter capaian penerapan konstruksi ramping (<i>lean construction</i>) serta hubungan antara penerapan <i>tools</i> konstruksi ramping (<i>lean construction</i>) dengan jenis-jenis material yang mengalami inefisiensi untuk mengidentifikasi <i>tools</i> yang paling berpengaruh dalam meminimalisir inefisiensi material (<i>waste material</i>).</p>	<p>kategori inefisiensi sedang. Sedangkan untuk faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (<i>waste material</i>) yang sangat berpengaruh adalah perubahan desain. Untuk penerapan <i>tools</i> konstruksi ramping (<i>lean construction</i>) secara garis besar masuk dalam kategori jarang diterapkan dengan persentase sebesar 79% sedangkan untuk <i>tools</i> yang berpengaruh paling signifikan terhadap jenis material yang mengalami inefisiensi adalah <i>briefing/meeting</i> dipagi hari rutin sebelum bekerja (<i>start of the day meeting</i>) yang dimana <i>tools</i> ini mempengaruhi sebanyak 8 (delapan) jenis material.</p>
--	--	--	--	--

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi obyek penelitian terletak pada Jl. Trans Bareleng, Kel. Galang Baru, Kecamatan Galang, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau dengan rincian koordinat 0°39'34"LU 104°14'58"BT.



**Gambar 3. 1** Masterplan Lahan Lokasi Penelitian

(Sumber: Dokumentasi PT. Megah Halim Abadi, 2024)

Luas lahan yang menjadi lokasi penelitian memiliki luas sebesar 16.50 ha dengan perencanaan pembangunan terbagi menjadi 3 *phase* sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Rencana dan Status Pembangunan Berdasarkan Perencanaan *Masterplan*

Rencana Bangunan (sesuai <i>masterplan</i> )	Status
<b>Phase – 1</b>	
<i>Koi Farm</i>	Sudah beroperasi

<i>Veranta Café</i>	Sudah beroperasi
<i>Villa Complex &amp; Reception</i>	Tahap konstruksi
<i>Cabin Complex &amp; Reception</i>	Tahap konstruksi
<i>Club House</i>	Tahap konstruksi
<i>Back Office House (BOH)</i>	Tahap konstruksi
<i>Waterpark &amp; Indoor Playground</i>	Tahap konstruksi
<b>Phase – 2</b>	
<i>Koi Farm Hotel</i>	Tahap perencanaan
<i>Sushi Resto &amp; Koi Showroom</i>	Tahap perencanaan
<i>Hotel Complex I &amp; Spa</i>	Tahap perencanaan
<b>Phase – 3</b>	
<i>Hotel Complex II</i>	Tahap perencanaan

Sumber: Penulis, 2025

Penelitian dilakukan pada bangunan yang sedang ada pada tahapan konstruksi yang terdapat pada *phase – 1* yang meliputi: *villa complex & reception, cabin complex & reception, club house, back office house (BOH)* dan *waterpark & indoor playground*.

### 3.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses dalam penelitian yang bertujuan untuk memperoleh hasil serta menjawab rumusan masalah yang tercantum dalam penelitian. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada kebutuhan data sebagai berikut:

#### 1. Data Primer

Data primer atau disebut juga dengan data utama merupakan data yang diperoleh langsung oleh peneliti dari lokasi yang menjadi objek penelitian. Data primer pada penelitian ini bersumber dari penyebaran kuesioner kepada sampel penelitian yang terpilih menjadi responden. Pengertian kuesioner menurut Sugiyono (2017) adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara

memberi atau menyebarkan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk diisi dan dijawab.

Kuesioner yang akan disebarakan kepada responden bertujuan untuk mendapatkan jawaban terkait jenis material yang dominan terjadi inefisiensi material (*waste material*), faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*), serta penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) sebagai cara untuk meminimalisir banyaknya inefisiensi material (*waste material*). Kuesioner akan disusun dalam bentuk formulir berisi pernyataan-pernyataan dengan pilihan jawaban yang tertutup, artinya responden hanya bisa memberikan jawaban sesuai dengan pilihan yang tersedia.

Pilihan jawaban yang tersedia pada kuesioner penelitian ini menggunakan indikator penilaian skala likert. Skala likert pada dasarnya digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, serta persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena yang terjadi yang dijadikan topik penelitian. Dengan skala likert, variabel yang diukur kemudian dijabarkan menjadi parameter pengukuran variabel (Sugiyono, 2017). Skala likert yang digunakan pada penelitian ini adalah skala likert 5 (lima) tingkatan dengan *range* jawaban dari sangat positif hingga sangat negatif.

Pada variabel penelitian jenis material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*), skala likert yang digunakan memiliki konversi frekuensi kejadian dan persentase kejadian yang bertujuan untuk memudahkan responden dalam mengkategorikan jawabannya. Kategori skala beserta keterangan, frekuensi kejadian dan persentase kejadiannya dapat dilihat pada **Tabel 3.2** sebagai berikut:

**Tabel 3. 2** Kategori Penilaian Skala Likert Variabel Penelitian Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi (*Waste Material*)

<b>Kategori Skala</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Frekuensi Kejadian (Hadiman, 2014)</b>	<b>Persentase Kejadian (Iswinarno, 2017)</b>
1	Sangat Rendah	Terjadi kejadian <i>waste material</i> sebanyak 0 kali	Terjadi kejadian <i>waste</i> 0%-5% dari material yang tersedia

2	Rendah	Terjadi kejadian <i>waste material</i> sebanyak 1-2 kali	Terjadi kejadian <i>waste</i> 6%-10% dari material yang tersedia
3	Sedang	Terjadi kejadian <i>waste material</i> sebanyak 3-4 kali	Terjadi kejadian <i>waste</i> 11%-15% dari material yang tersedia
4	Tinggi	Terjadi kejadian <i>waste material</i> sebanyak 5-6 kali	Terjadi kejadian <i>waste</i> 16%-20% dari material yang tersedia
5	Sangat Tinggi	Terjadi kejadian <i>waste material</i> sebanyak >6 kali	Terjadi kejadian <i>waste</i> >20% dari material yang tersedia

Sumber: Hadiman, 2014; Iswinarno, 2017

Sedangkan pada variabel penelitian faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*), skala likert yang digunakan memiliki konversi frekuensi kejadian dan persentase kejadian yang sama dengan yang tercantum pada variabel penelitian material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*). Konversi ini disamakan karena masih adanya hubungan antara variabel material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) dengan faktor apa yang menyebabkan timbulnya inefisiensi material tersebut. Untuk rincian skalanya dapat dilihat pada **Tabel 3.3** sebagai berikut:

**Tabel 3. 3** Kategori Penilaian Skala Likert Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Kategori Skala	Keterangan	Frekuensi Kejadian (Hadiman, 2014)	Persentase Kejadian (Iswinarno, 2017)
1	Sangat tidak berpengaruh	Menyebabkan kejadian <i>waste</i>	Menyebabkan kejadian <i>waste</i> 0%-5% dari material yang tersedia

		<i>material</i> sebanyak 0 kali	
2	Tidak berpengaruh	Menyebabkan kejadian <i>waste material</i> sebanyak 1-2 kali	Menyebabkan kejadian <i>waste</i> 6%-10% dari material yang tersedia
3	Cukup berpengaruh	Menyebabkan kejadian <i>waste material</i> sebanyak 3-4 kali	Menyebabkan kejadian <i>waste</i> 11%-15% dari material yang tersedia
4	Berpengaruh	Menyebabkan kejadian <i>waste material</i> sebanyak 5-6 kali	Menyebabkan kejadian <i>waste</i> 16%-20% dari material yang tersedia
5	Sangat berpengaruh	Menyebabkan kejadian <i>waste material</i> sebanyak >6 kali	Menyebabkan kejadian <i>waste</i> >20% dari material yang tersedia

Sumber: Hadiman, 2014; Iswinarno, 2017

Untuk variabel penelitian penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*), digunakan skala likert yang memiliki konversi frekuensi kejadian dan persentase kejadian yang sama seperti yang tercantum pada variabel material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) dan faktor penyebabnya. Konversi pada variabel ini disamakan karena peneliti bertujuan untuk mengatasi inefisiensi material yang terjadi beserta faktor penyebabnya melalui pendekatan penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*). Oleh karena itu, skala likert pada variabel ini kemudian menilai seberapa jauh penerapan *tools* konstruksi ramping telah berjalan terhadap banyaknya inefisiensi material (*waste material*). Untuk rincian skalanya dapat dilihat pada **Tabel 3.4** sebagai berikut:

**Tabel 3. 4** Kategori Penilaian Skala Likert Variabel Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) sebagai Cara untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

<b>Kategori Skala</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Frekuensi Kejadian (Hadiman, 2014)</b>	<b>Persentase Kejadian (Iswinarno, 2017)</b>
1	Tidak pernah diterapkan	Meminimalisir kejadian <i>waste material</i> sebanyak 0 kali	Meminimalisir kejadian <i>waste</i> 0%-5% dari material yang tersedia
2	Jarang diterapkan	Meminimalisir kejadian <i>waste material</i> sebanyak 1-2 kali	Meminimalisir kejadian <i>waste</i> 6%-10% dari material yang tersedia
3	Kadang-kadang diterapkan	Meminimalisir kejadian <i>waste material</i> sebanyak 3-4 kali	Meminimalisir kejadian <i>waste</i> 11%-15% dari material yang tersedia
4	Sering diterapkan	Meminimalisir kejadian <i>waste material</i> sebanyak 5-6 kali	Meminimalisir kejadian <i>waste</i> 16%-20% dari material yang tersedia
5	Sangat sering diterapkan	Meminimalisir kejadian <i>waste material</i> sebanyak >6 kali	Meminimalisir kejadian <i>waste</i> >20% dari material yang tersedia

Sumber: Hadiman, 2014; Iswinarno, 2017

## 2. Data Sekunder

Data sekunder pada dasarnya merupakan data pendukung/penunjang dari data primer penelitian. Sumber dari data sekunder pada penelitian ini adalah berupa *Bill of Quantity (BOQ)* masing-masing bangunan yang dalam tahapan konstruksi, studi literatur dari penelitian terdahulu, jurnal, artikel, buku dengan tema relevan. Data sekunder dari penelitian ini berupa variabel jenis material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*), faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*), serta *tools* penerapan konstruksi ramping (*lean construction*).

## 3.3. Populasi & Sampel

### 3.3.1. Populasi

Populasi adalah generalisasi yang terdiri atas: objek/subjek yang mempunyai kualitas serta karakteristik tertentu yang oleh peneliti ditetapkan untuk dipelajari atau diteliti untuk kemudian ditarik kesimpulannya berdasarkan dari kelompok tersebut (Sugiyono, 2017). Populasi pada penelitian ini meliputi tim kontraktor dari PT. Megah Halim Abadi pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam yang memiliki keterkaitan langsung pada pelaksanaan proyek konstruksi. Untuk keseluruhan populasi dapat dilihat pada **Tabel 3.5** sebagai berikut:

**Tabel 3.5** Rincian dan Jumlah Populasi Penelitian

Jabatan/Divisi	Jumlah
<i>Project Manager</i>	1 orang
<i>Site Coordinator</i>	1 orang
Divisi Struktur	1 orang
Divisi Arsitek	4 orang
Divisi MEP	1 orang
<i>Quantity Surveyor/Estimator</i>	1 orang
<i>Quality Control</i>	1 orang

Pengawas Lapangan	1 orang
Logistik & Pengadaan	1 orang
Mandor	5 orang
Tenaga Kerja Harian	20 orang
<b>TOTAL POPULASI</b>	<b>37 orang</b>

Sumber: Dokumentasi Proyek, 2024

### 3.3.2. Sampel

Sampel merupakan bagian dari jumlah atau karakteristik yang dimiliki oleh populasi yang telah ditetapkan, sehingga sampel harus dipastikan mewakili atau bersifat representatif terhadap penelitian yang dilakukan (Sugiyono, 2017).

Menurut Sugiyono (2017) pada pengambilan sampel sendiri, terdapat 2 (dua) teknik *sampling* yang secara garis besar dapat dilakukan:

#### 1. *Probability Sampling*

*Probability sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang atau kesempatan yang sama bagi setiap anggota populasi untuk dapat dipilih menjadi sampel. Teknik ini kemudian terbagi lagi menjadi beberapa macam yang meliputi:

- a. *Simple random sampling*, dimana teknik ini dikatakan *simple* (sederhana) karena pengambilan sampel dari populasi dilakukan secara acak atau random tanpa memperhatikan kriteria atau tingkatan yang ada dalam populasi itu. Teknik ini dapat dilakukan apabila populasi pada penelitian dianggap atau diasumsikan bersifat homogen.
- b. *Proportionate stratified random sampling*, dimana teknik ini digunakan apabila populasi memiliki sifat tidak homogen atau memiliki tingkatan secara proporsional.
- c. *Disproportionate stratified random sampling*, dimana teknik ini digunakan untuk menentukan jumlah sampel apabila populasi memiliki tingkatan namun tingkatan tersebut kurang proporsional.

d. *Cluster sampling*, dimana teknik ini digunakan untuk menentukan sampel apabila objek yang diteliti sangat luas atau sangat banyak seperti penduduk dari suatu negara, provinsi, atau kabupaten, sehingga pada penentuan daerah populasinya sendiri didasarkan pada kriteria yang telah ditetapkan.

## 2. *Non Probability Sampling*

*Non probability sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang berkebalikan dengan *probability sampling*, dimana teknik ini tidak memberikan peluang atau kesempatan sama bagi setiap anggota populasi untuk dapat dipilih menjadi sampel. Teknik ini kemudian terbagi lagi menjadi beberapa macam:

a. *Sampling* sistematis, dimana teknik ini merupakan teknik pengambilan sampel berdasarkan urutan dari anggota populasi yang telah diberi nomor urut. Contohnya terdapat 100 populasi yang diberi label nomor 1 sampai 100, sampel yang diambil dapat berdasarkan kriteria tertentu seperti pemilihan nomor ganjil saja, genap saja, ataupun kelipatan bilangan tertentu.

b. *Sampling* kuota, dimana teknik ini merupakan teknik menentukan jumlah sampel dari populasi yang mempunyai ciri-ciri tertentu yang dijadikan kriteria penelitian untuk kemudian dipilih sampai jumlah atau kuota yang diinginkan tercapai. Contohnya adalah dilakukan penelitian tentang pendapat masyarakat terhadap pelayanan untuk urusan perizinan. Jumlah sampel yang ditentukan 500 orang. Apabila dalam pengumpulan data belum tercukupi 500 orang yang melakukan pengurusan izin bangunan, maka penelitian dipandang belum selesai karena belum memenuhi kuota yang ditentukan.

c. *Sampling incidental*, dimana teknik ini merupakan teknik menentukan sampel berdasarkan kebetulan atau siapa saja dapat menjadi sampel apabila bertemu dengan peneliti dan dirasa cocok sebagai sumber data oleh peneliti.

d. *Sampling purposive*, dimana teknik ini adalah teknik penentuan sampel dengan suatu pertimbangan atau kriteria tertentu. Contohnya dilakukan

penelitian terhadap kualitas makanan, maka sampel datanya adalah orang-orang yang ahli dibidang kuliner atau kualitas makanan.

- e. *Sampling* jenuh, dimana teknik ini adalah teknik penentuan sampel bila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel. *Sampling* ini sering dilakukan apabila jumlah populasi relatif sedikit (< 30 orang) atau peneliti ingin membuat generalisasi. Sampel jenuh dapat disebut juga sebagai sensus, dimana semua anggota populasi keseluruhan dijadikan sampel.
- f. *Snowball sampling*, dimana teknik ini adalah teknik menentukan sampel yang awalnya jumlahnya kecil atau sedikit, kemudian lama-lama membesar atau banyak. Penentuan sampel ini dapat terjadi apabila pada awalnya dipilih satu atau dua orang yang menjadi sampel. Namun karena peneliti merasa data kurang lengkap dari sampel tersebut, maka peneliti mencari orang lain sebagai sampel untuk melengkapi data yang kurang tersebut sampai jumlah sampel semakin banyak dan kebutuhan data tercukupi.

Berdasarkan teknik *sampling* yang telah dijabarkan diatas, penelitian ini menggunakan teknik *non probability sampling* jenis *sampling* jenuh. Teknik ini dipilih karena jumlah populasi yang sedikit, sehingga semua anggota populasi dapat langsung dijadikan sampel secara keseluruhan.

Adapun sampel total berjumlah 37 orang dengan rincian *project manager* sebanyak 1 orang, *site coordinator* sebanyak 1 orang, divisi struktur sebanyak 1 orang, divisi arsitek sebanyak 4 orang, divisi MEP sebanyak 1 orang, *quantity surveyor/estimator* sebanyak 1 orang, *quality control* sebanyak 1 orang, pengawas lapangan sebanyak 1 orang, logistik & pengadaan sebanyak 1 orang, mandor sebanyak 5 orang dan tenaga kerja harian sebanyak 20 orang.

### 3.4. Variabel Penelitian

#### 3.4.1. Variabel Penelitian Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Variabel penelitian untuk material yang dominan terjadi inefisiensi material (*waste material*) bersumber dari *Bill of Quantity (BOQ)* proyek yang saat ini sedang dalam masa konstruksi. Berdasarkan *Bill of Quantity (BOQ)*, didapatkan uraian material secara garis besar meliputi:

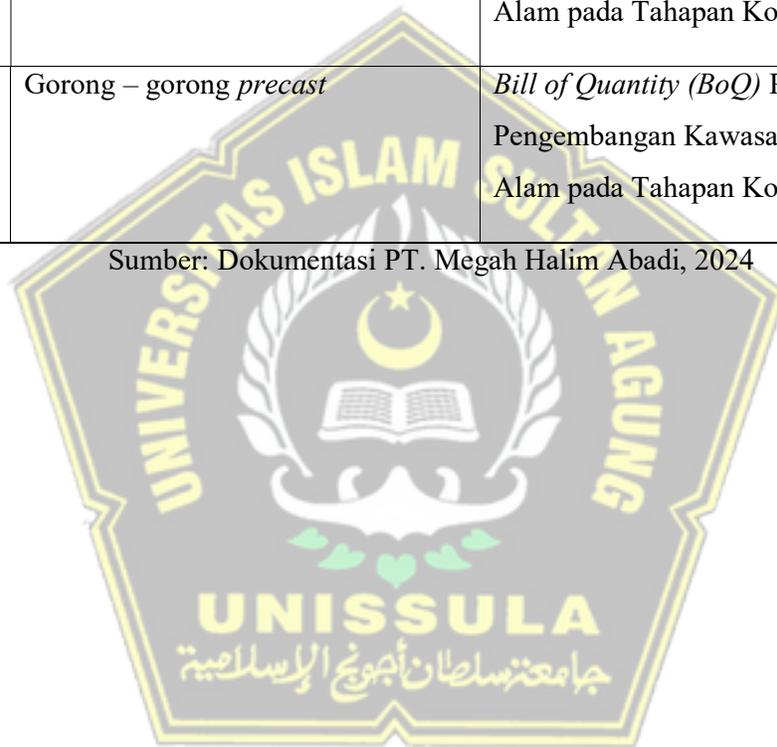
**Tabel 3.6** Variabel Penelitian Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi Material (*Waste Material*)

No.	Jenis Material	Sumber
1.	Semen	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
2.	Pasir	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
3.	Batu pecah	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
4.	Besi tulangan (ulir & polos)	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
5.	Beton	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi

6.	Tiang pancang ( <i>square pile</i> )	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
7.	Kayu bekisting	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
8.	Batu bata	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
9.	Keramik	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
10.	Kayu (pintu, jendela, atap dan dekoratif)	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
11.	Mortar acian	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
12.	Cat dinding	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
13.	Cat kusen	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
14.	Besi hollow plafond	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi

15.	Gypsumboard 9 mm	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
16.	Kaca pintu & jendela	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
17.	Pipa <i>plumbing</i> PVC	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi
18.	Gorong – gorong <i>precast</i>	<i>Bill of Quantity (BoQ)</i> Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam pada Tahapan Konstruksi

Sumber: Dokumentasi PT. Megah Halim Abadi, 2024



### 3.4.2. Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Variabel faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) bersumber dari kompilasi penelitian sejenis terdahulu dengan modifikasi untuk beberapa variabel/indikator yang memiliki kemiripan. Uraian dari setiap variabel tersebut dalam dilihat pada **Tabel 3.7** sebagai berikut:

**Tabel 3.7** Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

No.	Variabel/Indikator	Peneliti						
		Alwi (2002)	Apni & Puspasari (2019)	Herdiyanto (2018)	Iswinarno (2017)	Faulida (2022)	Kurniawan (2022)	Devia dkk (2010)
<b>A. Desain &amp; Dokumentasi</b>								
A1	Perubahan desain	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A2	Gambar kerja yang tidak/kurang jelas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A3	Spesifikasi yang tidak/kurang jelas	✓	✓	✓	✓	✓		✓

A4	Revisi dan distribusi gambar yang lambat	✓	✓	✓		✓		
A5	Detail gambar yang rumit		✓				✓	✓
A6	Dokumen kontrak yang tidak lengkap	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A7	Kesalahan dalam dokumen kontrak						✓	✓
A8	Perubahan spesifikasi material setelah pelaksanaan pekerjaan				✓		✓	
<b>B. Material/Bahan</b>								
B1	Kesalahan saat pembelian material (kelebihan atau kekurangan)		✓		✓	✓	✓	✓
B2	Material tidak sesuai dengan spesifikasi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B3	Tidak memperhatikan ukuran dari material yang digunakan sehingga material tidak dapat digunakan						✓	✓

B4	Pembelian material yang tidak dapat dilakukan dalam jumlah atau kuantitas kecil				✓		✓	✓
B5	Kerusakan material pada saat pengiriman ( <i>packaging</i> yang buruk, <i>handling</i> yang kasar seperti dibanting & dilempar)				✓		✓	✓
B6	Kualitas material mutu rendah	✓		✓	✓	✓	✓	✓
B7	Penyimpanan material yang buruk yang mengakibatkan penumpukan & kerusakan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B8	Kerusakan material akibat penanganan dilokasi pekerjaan	✓		✓	✓	✓	✓	✓
B9	Material hilang dilokasi akibat pencurian	✓		✓	✓	✓	✓	✓
B10	Penjadwalan pengiriman material yang buruk mengakibatkan keterlambatan material tiba dilokasi	✓	✓	✓		✓		

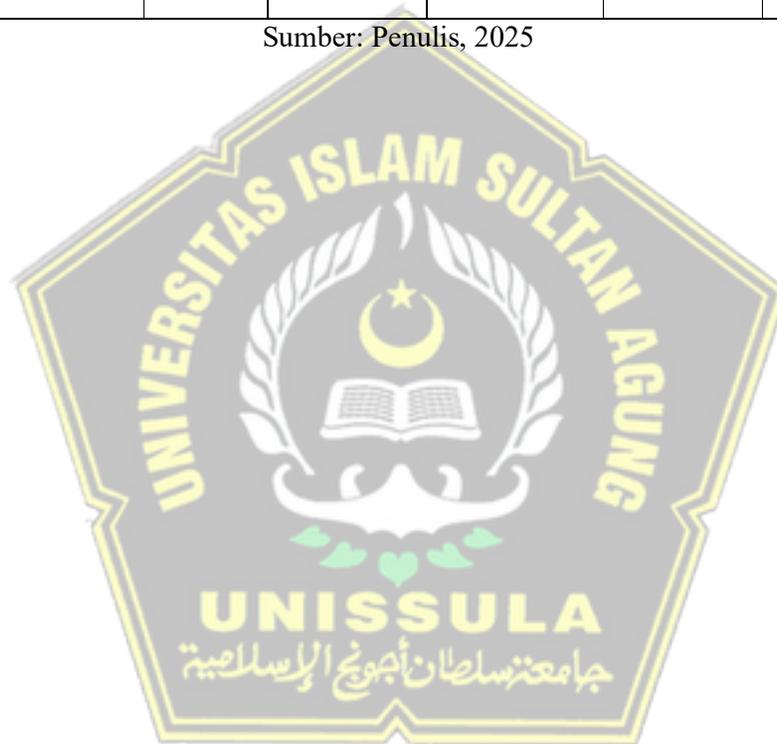
B11	Material yang berserakan atau tidak tersusun rapi di lokasi pekerjaan		✓					
B12	Sisa hasil pemotongan material yang sudah tidak bisa terpakai				✓		✓	✓
B13	Adanya limbah yang tidak bisa dihindari seperti kemasan material				✓		✓	✓
<b>C. Sumber Daya Manusia</b>								
C1	Pekerja yang kurang terampil & berpengalaman	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C2	Pendistribusian tenaga kerja yang buruk	✓	✓	✓		✓		
C3	Jam kerja yang tidak efektif			✓	✓			
C4	Pengawasan pekerjaan yang kurang	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
C5	Kontraktor yang kurang berpengalaman	✓	✓	✓		✓	✓	✓
C6	Kurangnya jumlah mandor & pengawas pekerjaan	✓	✓	✓		✓		

C7	Pengukuran di lapangan yang kurang akurat yang mengakibatkan estimasi material kurang tepat		✓				✓	✓
<b>D. Pelaksanaan</b>								
D1	Metode pekerjaan yang kurang tepat	✓	✓	✓	✓	✓		
D2	Peralatan yang tidak memadai dan tidak berfungsi dengan baik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D3	Kesalahan pada saat pelaksanaan pekerjaan yang mengakibatkan adanya pekerjaan bongkar dan perbaikan ( <i>rework &amp; repair</i> )		✓				✓	✓
D4	Kesalahan instruksi pekerjaan		✓					
D5	Kecerobohan dalam mencampur, mengolah material basah sehingga material tidak dapat digunakan kembali							✓
D6	Terjadi penambahan jenis pekerjaan		✓					

D7	Terjadi insiden/kecelakaan kerja		✓				✓	✓
<b>E. Manajemen</b>								
E1	Perencanaan dan penjadwalan proyek yang buruk	✓	✓	✓	✓	✓		✓
E2	Koordinasi yang buruk antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E3	Pengambilan keputusan yang lambat	✓	✓	✓		✓		
E4	Informasi yang kurang jelas mengenai ketentuan dan persyaratan	✓	✓	✓		✓		✓
E5	Kontrol terhadap manajemen penggunaan material yang kurang				✓		✓	✓
<b>F. Eksternal</b>								
F1	Cuaca buruk	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
F2	Kondisi lokasi/layout proyek yang buruk	✓	✓	✓	✓	✓		

F3	Kurangnya tindakan untuk melakukan pencegahan pemborosan material				✓		✓	✓
----	---	--	--	--	---	--	---	---

Sumber: Penulis, 2025



### 3.4.3. Variabel Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Variabel penerapan konstruksi ramping (*lean construction*) bersumber dari beberapa jurnal dan penelitian sejenis terdahulu. Salah satu sumbernya adalah jurnal Mudzakir dkk (2017) dengan uraian setiap *tools* sebagai berikut:

**Tabel 3.8** Variabel Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Menurut Mudzakir dkk (2017)

<b>Tools</b>	<b>Variabel/Indikator</b>
<i>Last Planner System</i> – <i>LPS</i>	<i>Master Schedule</i> – Pembuatan jadwal proyek secara menyeluruh
	<i>Reverse Phase Scheduling (RPS)</i> – Pembuatan rencana penjadwalan dimulai dari target selesai sampai waktu dimulai
	<i>Six-week Lookahead</i> – Rencana 6 mingguan
	<i>Weekly Work Plan (WWP)</i> – Rencana mingguan
	<i>Percent Plan Complete (PPC)</i> – Alat ukur tercapainya target mingguan
<i>Fail-safe for Quality &amp; Safety</i>	<i>Check for quality</i> – Pengecekan terhadap kualitas
	<i>Check for safety</i> – Pengecekan terhadap keselamatan
5S	<i>Sort</i> (Ringkas) – Pisahkan barang sesuai kategori
	<i>Straighten</i> (Rapi) – Menyimpan barang ditempat yang mudah dijangkau
	<i>Shine</i> (Resik) – Area kerja bersih dan rapi

	<i>Standardize</i> (Rawat) – Ringkas, rapi, resik, menjadi standar kerja
	<i>Sustain</i> (Rajin) – Membiasakan kedisiplinan
<i>Increased Visualization</i>	<i>Commitment Chart</i> – Target kinerja
	<i>Safety Chart</i> – Rambu-rambu keselamatan
	<i>Mobile Chart</i> – Jadwal kerja dan diagram kerja
<i>Huddle Meetings</i>	<i>All Foreman Meeting</i> – Pembahasan kerja kontraktor dengan mandor
	<i>Start of The Day Meeting</i> – <i>Briefing/meeting</i> dipagi hari sebelum kerja
<i>First-run Studies</i>	Menyesuaikan metode kerja dengan kondisi dan kendala yang ditemukan

Sumber: Mudzakir dkk, 2017

Selain yang terlampir dalam jurnal yang ditulis oleh Mudzakir dkk (2017), variabel penerapan *tools* konstruksi ramping juga terlampir pada skripsi yang ditulis oleh Pratama (2023) dengan uraian sebagai berikut:

**Tabel 3. 9** Variabel Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Menurut Pratama (2023)

<b>Tools</b>	<b>Variabel Tindakan</b>
<i>Last Planner System</i>	Membuat perencanaan jadwal proyek secara menyeluruh
	Membuat rencana penjadwalan proyek dimulai dari target selesai hingga waktu mulai
	Membuat rencana 6 mingguan

	Membuat rencana mingguan
	Membuat alat ukur tercapainya target mingguan
<i>Fail-safe for Quality &amp; Safety</i>	Mengecek kualitas material
	Mengecek kuantitas dan volume material secara berkala dan tepat
<i>5S (Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain)</i>	Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan
	Melakukan pengawasan dan pembimbingan berdasarkan prinsip 5S kepada pekerja
<i>Increased Visualization</i>	Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek
<i>Huddle Meetings</i>	Melakukan <i>briefing</i> pagi sebelum proyek berjalan
	Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material
<i>First-run Studies</i>	Menyesuaikan metode kerja dengan kondisi dan kendala yang ditemukan dilapangan
	Mengantisipasi perubahan cuaca

Sumber: Pratama, 2023

Variabel penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) juga terlampir pada jurnal yang ditulis oleh Yan & Nuswantoro (2024) dengan uraian tiap *tools* sebagai berikut:

**Tabel 3. 10** Variabel Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*)  
Menurut Yan & Nuswantoro (2024)

<b>Tools</b>	<b>Variabel Tindakan</b>
Sistem Perencanaan Terakhir ( <i>Last Planner System</i> )	Pembuatan jadwal proyek keseluruhan
	Membuat rencana penjadwalan mundur dimulai dari target selesai sampai waktu mulai
	Rencana kerja per 6 mingguan
	Rencana kerja mingguan
	Pengecekan progress mingguan
Pemeriksaan Kualitas & Keselamatan ( <i>Fail-safe for Quality &amp; Safety</i> )	Adanya pemeriksaan kualitas
	Adanya pemeriksaan keselamatan
5R – Resik, Ringkas, Rawat, Rapi, Rajin ( <i>5S – Sort, Straighten, Shine, Standardize, Sustain</i> )	Resik : Menerapkan area kerja yang bersih dan rapi
	Ringkas : Memisahkan barang sesuai kategori tertentu
	Rawat : Menerapkan ringkas, rapi, resik, sebagai standar kerja
	Rapi : Menyimpan barang pada tempat yang mudah dijangkau
	Rajin : Membiasakan kedisiplinan dalam bekerja
Peningkatan Visualisasi ( <i>Increased Visualization</i> )	Adanya bagan komitmen disertai dengan struktur organisasi proyek
	Adanya bagan rambu-rambu keselamatan disertai dengan alur kerja

	Adanya jadwal kerja dan diagram kerja yang jelas
	Adanya alur kerja yang jelas
Pertemuan Harian ( <i>Huddle Meetings</i> )	Pertemuan antar mandor
	Pertemuan rutin setiap hari sebelum memulai pekerjaan
Studi Jangka Pertama ( <i>First-run Studies</i> )	Adanya pemilihan metode kerja dalam proses perencanaan serta menganalisis proses pekerjaan
	Mencoba inovasi atau cara baru untuk pertama kali
	Adanya pengecekan dan pengukuran terhadap langkah-langkah kerja
	Adanya diskusi tim untuk membahas metode kerja untuk menghasilkan solusi yang tepat berdasarkan kendala yang terjadi dilapangan

Sumber: Yan & Nuswantoro, 2024

### 3.5. Penyusunan Kuesioner Penelitian

Penyusunan kuesioner pada penelitian ini dilakukan setelah mengumpulkan & menggabungkan variabel-variabel penelitian yang meliputi material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*), faktor penyebabnya serta penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) sebagai cara untuk meminimalisir banyaknya inefisiensi material (*waste material*). Berikut adalah daftar pertanyaan yang tercantum dalam kuesioner untuk disebarkan kepada responden:

### 3.5.1. Jenis – Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Dari beberapa jenis material dibawah ini, seberapa sering terjadi inefisiensi penggunaan material selama pelaksanaan konstruksi?

#### Keterangan Jawaban

- (1) **Tidak pernah** (terjadi *waste* dengan frekuensi kejadian 0 kali dengan persentase kejadian *waste* 0%-5% dari material yang tersedia)
- (2) **Jarang** (terjadi *waste* dengan frekuensi kejadian 1-2 kali dengan persentase kejadian *waste* 6-10% dari material yang tersedia)
- (3) **Kadang-kadang** (terjadi *waste* dengan frekuensi kejadian 3-4 kali dengan persentase kejadian *waste* 11-15% dari material yang tersedia)
- (4) **Sering** (terjadi *waste* dengan frekuensi kejadian 5-6 kali dengan persentase kejadian *waste* 16%-20% dari material yang tersedia)
- (5) **Sangat sering** (terjadi *waste* dengan frekuensi kejadian >6 kali dengan persentase kejadian *waste* >20% dari material yang tersedia)

**Tabel 3. 11** Kuesioner Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi (*Waste Material*)

No.	Jenis Material	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
P1	Semen					
P2	Pasir					

P3	Batu pecah					
P4	Besi tulangan (ulir & polos)					
P5	Beton					
P6	Tiang pancang ( <i>square pile</i> )					
P7	Kayu bekisting					
P8	Batu bata					
P9	Keramik					
P10	Kayu (pintu, jendela, atap dan dekoratif)					
P11	Mortar acian					
P12	Cat dinding					
P13	Cat kusen					
P14	Besi hollow plafond					
P15	Gypsumboard 9 mm					
P16	Kaca pintu & jendela					
P17	Pipa plumbing PVC					
P18	Gorong – gorong precast					

Sumber: Penulis, 2025

### 3.5.2. Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Dari beberapa faktor penyebab dibawah ini, seberapa berpengaruh faktor-faktor dibawah ini yang mengakibatkan terjadinya inefisiensi material (*waste material*)?

**Keterangan Jawaban:**

- (1) **Sangat tidak berpengaruh** (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 0 kali dan persentase kejadian *waste* 0%-5% dari material yang tersedia)
- (2) **Tidak berpengaruh** (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 1-2 kali dan persentase kejadian 6%-10% dari material yang tersedia)
- (3) **Cukup berpengaruh** (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 3-4 kali dan persentase kejadian 11%-15% dari material yang tersedia)
- (4) **Berpengaruh** (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 5-6 kali dan persentase kejadian 16%-20% dari material yang tersedia)
- (5) **Sangat berpengaruh** (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak >6 kali dan persentase kejadian 20% dari material yang tersedia)

**Tabel 3. 12** Kuesioner Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material  
(*Waste Material*)

No.	Faktor Penyebab	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
<b>A. Desain &amp; Dokumentasi</b>						
A1	Perubahan desain					
A2	Gambar kerja yang tidak jelas					

A3	Spesifikasi yang tidak jelas						
A4	Revisi dan distribusi gambar yang lambat						
A5	Detail gambar yang rumit						
A6	Ketidaklengkapan dokumen kontrak						
A7	Kesalahan dalam dokumen kontrak						
A8	Perubahan spesifikasi material setelah pelaksanaan pekerjaan						
<b>B. Material/Bahan</b>							
B1	Kesalahan saat pembelian material (kelebihan atau kekurangan)						
B2	Material tidak sesuai spesifikasi						
B3	Tidak memperhatikan ukuran dari material yang digunakan sehingga material tidak dapat digunakan						
B4	Pembelian material yang tidak dapat dilakukan dalam kuantitas kecil						
B5	Kerusakan material pada saat pengiriman ( <i>packaging</i> yang buruk, <i>handling</i> yang kasar seperti dibanting & dilempar)						
B6	Kualitas material mutu rendah						
B7	Penyimpanan material yang buruk yang mengakibatkan penumpukan & kerusakan						
B8	Kerusakan material akibat penanganan dilokasi pekerjaan						

<i>B9</i>	Material hilang dilokasi akibat pencurian					
<i>B10</i>	Penjadwalan pengiriman material yang buruk mengakibatkan keterlambatan material tiba dilokasi					
<i>B11</i>	Material yang berserakan di lokasi pekerjaan					
<i>B12</i>	Sisa hasil pemotongan material yang sudah tidak bisa terpakai					
<i>B13</i>	Adanya limbah yang tidak dapat dihindari seperti kemasan material					
<b>C. Sumber Daya Manusia</b>						
<i>C1</i>	Pekerja yang kurang terampil & berpengalaman					
<i>C2</i>	Pendistribusian tenaga kerja yang buruk					
<i>C3</i>	Jam kerja yang tidak efektif seperti lembur yang berlebihan					
<i>C4</i>	Pengawasan pekerjaan yang kurang					
<i>C5</i>	Kontraktor yang kurang berpengalaman					
<i>C6</i>	Kurangnya jumlah mandor & pengawas pekerjaan					
<i>C7</i>	Pengukuran di lapangan yang kurang akurat yang mengakibatkan estimasi material kurang tepat					
<b>D. Pelaksanaan</b>						
<i>D1</i>	Metode pekerjaan yang salah/kurang tepat					

D2	Peralatan yang tidak memadai dan tidak berfungsi dengan baik					
D3	Kesalahan pada saat pelaksanaan pekerjaan yang mengakibatkan adanya pekerjaan bongkar dan perbaikan ( <i>rework &amp; repair</i> )					
D4	Kesalahan instruksi pekerjaan					
D5	Kecerobohan dalam mencampur dan mengolah material basah sehingga material tidak dapat digunakan kembali					
D6	Terjadi penambahan jenis pekerjaan					
D7	Terjadi insiden/kecelakaan kerja					
<b>E. Manajemen</b>						
E1	Perencanaan dan penjadwalan proyek yang buruk					
E2	Koordinasi yang buruk antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek					
E3	Pengambilan keputusan yang lambat					
E4	Informasi yang kurang jelas mengenai ketentuan dan persyaratan					
E5	Kontrol terhadap manajemen penggunaan material yang kurang					
<b>F. Eksternal</b>						
F1	Cuaca buruk					
F2	Kondisi lokasi/layout proyek yang buruk					

F3	Kurangnya tindakan untuk melakukan pencegahan pemborosan material					
----	---	--	--	--	--	--

Sumber: Penulis, 2025

### 3.5.3. Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Dari *tools* konstruksi ramping dibawah ini, seberapa jauh penerapan setiap *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) dalam mengurangi banyaknya inefisiensi material (*waste material*) selama proyek konstruksi berlangsung?

#### Keterangan Jawaban :

- (1) **Tidak pernah diterapkan** (Diterapkan untuk meminimalisir frekuensi kejadian *waste* sebanyak 0 kali dengan persentase kejadian *waste* 0%-5% dari material yang tersedia)
- (2) **Jarang diterapkan** (Diterapkan untuk meminimalisir frekuensi kejadian *waste* sebanyak 1-2 kali dengan persentase kejadian *waste* 6-10% dari material yang tersedia)
- (3) **Kadang-kadang diterapkan** (Diterapkan untuk meminimalisir frekuensi kejadian *waste* sebanyak 3-4 kali dengan persentase kejadian *waste* 11-15% dari material yang tersedia)
- (4) **Sering diterapkan** (Diterapkan untuk meminimalisir frekuensi kejadian *waste* sebanyak 5-6 kali dengan persentase kejadian *waste* 16%-20% dari material yang tersedia)
- (5) **Sangat sering diterapkan** (Diterapkan untuk meminimalisir frekuensi kejadian *waste* sebanyak >6 kali dengan persentase kejadian *waste* >20% dari material yang tersedia)

**Tabel 3. 13** Kuesioner Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

No.	Indikator/ <i>Tools</i>	Tanggapan				
		1	2	3	4	5
<b>A. Sistem Perencanaan Terakhir (<i>Last Planner System</i>)</b>						
A1	Pembuatan jadwal proyek secara keseluruhan ( <i>Master Schedule</i> )					
A2	Pembuatan rencana penjadwalan dimulai dari target selesai sampai waktu dimulai ( <i>Reverse Phase Scheduling – RPS</i> )					
A3	Pembuatan rencana kerja 6 mingguan ( <i>Six-week Lookahead</i> )					
A4	Pembuatan rencana mingguan ( <i>Weekly Work Plan – WWP</i> )					
A5	Pembuatan alat ukur tercapainya target mingguan ( <i>Percent Plan Complete – PPC</i> )					
A6	Pengecekan progress mingguan					
<b>B. Pemeriksaan Kualitas &amp; Keselamatan (<i>Fail-safe for Quality and Safety</i>)</b>						
B1	Pengecekan terhadap kualitas & kuantitas material secara berkala ( <i>Check for Quality</i> )					
B2	Pengecekan terhadap keselamatan ( <i>Check for Safety</i> )					
<b>C. 5R (5S)</b>						

C1	Resik ( <i>Shine</i> ) : Menerapkan area kerja bersih dan rapi					
C2	Ringkas ( <i>Sort</i> ) : Memisahkan barang sesuai kategori					
C3	Rapi ( <i>Straighten</i> ) : Menyimpan barang ditempat yang mudah dijangkau					
C4	Rawat ( <i>Standardize</i> ) : Menerapkan ringkas, rapi, resik, menjadi standar kerja					
C5	Rajin ( <i>Sustain</i> ) : Membiasakan kedisiplinan					
C6	Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan					
C7	Melakukan pengawasan dan pembimbingan berdasarkan prinsip 5S kepada pekerja					
<b>D. Peningkatan Visualisasi (<i>Increased Visualization</i>)</b>						
D1	Adanya bagan komitmen/target kinerja dan struktur organisasi proyek ( <i>Commitment Chart</i> )					
D2	Adanya bagan jadwal kerja dan diagram kerja ( <i>Mobile Chart</i> )					
D3	Adanya bagan alur kerja disertai dengan rambu-rambu keselamatan ( <i>Safety chart</i> )					
D4	Adanya alur kerja yang jelas					
D5	Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek					
<b>E. Pertemuan Harian (<i>Huddle Meetings</i>)</b>						

<i>E1</i>	Pembahasan kerja kontraktor dengan mandor ( <i>All Foreman Meeting</i> )					
<i>E2</i>	Briefing/meeting dipagi hari rutin sebelum bekerja ( <i>Start of The Day Meeting</i> )					
<i>E3</i>	Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material					
<b>F. Studi Jangka Pertama (<i>First-run Studies</i>)</b>						
<i>F1</i>	Menyesuaikan metode kerja dengan kondisi dan kendala yang ditemukan					
<i>F2</i>	Mengantisipasi perubahan cuaca					
<i>F3</i>	Adanya pemilihan metode kerja dalam perencanaan dan menganalisis proses pekerjaan					
<i>F4</i>	Mencoba inovasi atau cara baru untuk pertama kalinya					
<i>F5</i>	Adanya pengecekan dan pengukuran terhadap langkah kerja					
<i>F6</i>	Adanya diskusi dan pembahasan tim membahas metode yang sesuai dan solusi berdasarkan kendala yang terjadi					

Sumber: Penulis, 2025

### 3.6. Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian merupakan urutan atau langkah-langkah yang dilakukan peneliti secara sistematis agar pelaksanaan penelitian lebih terarah. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian ini secara garis besar adalah sebagai berikut:

#### 1. Mulai

Tahapan ini merupakan tahapan sebelum penelitian, dimana peneliti melakukan observasi terlebih dahulu terhadap objek yang dijadikan penelitian. Peneliti harus mengenali proyek secara mendalam agar dapat menemukan topik permasalahan untuk penelitian dengan pendekatan yang sesuai serta bermanfaat untuk kedepannya.

#### 2. Perumusan Masalah

Apabila pada observasi awal ditemukan adanya permasalahan yang dapat diangkat menjadi topik penelitian, peneliti kemudian merumuskannya dalam bentuk rumusan masalah yang terfokus pada jawaban apa yang ingin dicari. Pada penelitian ini peneliti mengamati adanya inefisiensi material (*waste material*) dengan jumlah yang cukup signifikan sehingga dari observasi ini peneliti kemudian tertarik untuk melakukan penelitian terkait *waste material*.

#### 3. Studi Literatur

Studi literatur adalah tahapan dimana peneliti mencari dan membaca referensi dari penelitian terdahulu, jurnal-jurnal, buku-buku, artikel, dll yang memiliki tema relevan dengan rumusan masalah pada penelitian ini. Studi literatur ini juga dapat menjadi acuan bagi peneliti untuk melaksanakan penelitian ini dengan pendekatan/metode yang disesuaikan dengan keadaan teknis lapangan.

#### 4. Metode Penelitian

Setelah melakukan studi literatur, peneliti kemudian dapat menentukan metode apa yang paling sesuai/cocok untuk diterapkan pada penelitian ini. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode penyebaran kuesioner sebagai metode

utama dalam pengumpulan data. Data jawaban yang dihasilkan dari kuesioner ini kemudian nantinya menjadi data primer pada penelitian ini.

#### 5. Penyusunan Kuesioner dari Data Sekunder

Langkah awal pada penyusunan kuesioner pada penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data sekunder. Data sekunder pada penelitian ini sendiri meliputi *Bill of Quantity (BOQ)* proyek dan studi literatur dari penelitian sejenis terdahulu. Setelah data sekunder terkumpul, peneliti menyusun kuesioner dengan modifikasi/penyesuaian sesuai dengan kondisi pada proyek yang menjadi lokasi penelitian.

#### 6. Penyebaran Kuesioner

Pada tahapan ini, kuesioner yang telah disusun kemudian disebarakan kepada sampel penelitian yang telah ditentukan. Sampel pada penelitian ini adalah seluruh anggota tim kontraktor dari PT. Megah Halim Abadi.

#### 7. Uji Validitas & Reliabilitas

Setelah kuesioner telah terisi dikumpulkan jawabannya, data jawaban dari responden kemudian diuji validitas dan reliabilitasnya. Pengujian validitas & reliabilitas pada penelitian ini menggunakan IBM Statistics 26.

#### 8. Analisis Rata-Rata (Uji *Index Mean*)

Apabila data hasil kuesioner valid dan reliabel, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis data dengan menghitung rata-rata dari jawaban tiap pernyataan kuesioner. Perhitungan nilai rata-rata ini dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26. Setelah dihitung rata-ratanya, pernyataan tiap variabel dapat diurutkan melalui *ranking* dari yang rata-rata paling tinggi sampai ke yang paling rendah.

#### 9. Analisis Korelasi Spearman Rank

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui hubungan atau korelasi antara jenis-jenis material yang mengalami inefisiensi (*waste material*) dengan penerapan *tools*

konstruksi ramping (*lean construction*) sebagai cara untuk meminimalisir banyaknya inefisiensi material (*waste material*). Analisis ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26. Hasil dari analisis ini adalah berupa koefisien korelasi yang menggambarkan kekuatan hubungan antar dua variabel ini untuk kemudian dapat ditarik kesimpulannya.

#### 10. Hasil & Pembahasan

Setelah dilakukan perhitungan rata-rata (*mean*) dan didapatkan urutan *ranking* tiap variabel dari yang rata-rata paling tinggi sampai ke yang paling rendah, maka selanjutnya dapat diketahui material apa yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) beserta tingkatan *waste*-nya, faktor penyebabnya serta parameter capaian penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*). Selain dari hasil nilai rata-rata (*mean*) beserta perankingannya, disajikan juga hasil analisis korelasi *spearman rank* berupa angka koefisien yang menginterpretasikan hubungan atau pengaruh penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) terhadap banyaknya jenis-jenis material yang mengalami inefisiensi (*waste material*). Selain itu, pada bagian ini juga disajikan data profil responden yang meliputi usia, jenis kelamin, jabatan, & lama pengalaman kerja dan jenjang pendidikan terakhir responden dalam bentuk diagram lingkaran (*pie chart*) beserta disertai dengan tabel distribusi frekuensinya.

#### 11. Kesimpulan dan Saran

Tahapan ini merupakan ringkasan dari hasil dan pembahasan penelitian yang bertujuan untuk menjawab rumusan masalah yang tercantum pada Bab I. Selain itu terdapat bagian saran yang dimana peneliti dapat memberikan saran atau masukan yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan untuk hasil yang lebih baik.

#### 12. Selesai

### 3.7. Tahapan Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis statik deskriptif. Analisis statik deskriptif merupakan metode statistik yang digunakan

untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul apa adanya tanpa tujuan membuat kesimpulan yang berlaku secara umum (Sugiyono, 2017). Dalam metode analisis statik deskriptif ini data disajikan dalam bentuk tabel, grafik, diagram lingkaran, serta perhitungan nilai rata-rata (*mean*). Metode ini selain bertujuan untuk mendeskripsikan jenis material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*), faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*), serta parameter capaian penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*), juga bertujuan untuk mendeskripsikan profil responden berupa nama, usia, jenis kelamin, jabatan, pengalaman kerja serta jenjang pendidikan terakhir.

Setelah kuesioner yang telah disebarakan terkumpul jawabannya, maka selanjutnya dilakukan tahapan analisis data dengan tahapan sebagai berikut:

1. Uji Validitas

Uji validitas pada penelitian ini menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26 dengan uji *pearson product moment* atau korelasi pearson. Pada perhitungan korelasi pearson, nilai *r* perhitungan (*product moment*) dibandingkan dengan nilai *r* pada tabel. Apabila  $r_{hitung} \geq r_{tabel}$  (signifikansi 5%) maka data dikatakan valid, dan sebaliknya apabila  $r_{hitung} < r_{tabel}$  (signifikansi 5%) maka data dikatakan tidak valid. Rumus mencari koefisien *product moment* dapat dilihat pada **Persamaan 3.1** sebagai berikut (Pearson, 1896):

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dengan:

- x* = skor yang diperoleh subjek dari seluruh item
- y* = skor total yang diperoleh dari seluruh item
- $\sum x$  = jumlah skor dalam distribusi *x*
- $\sum y$  = jumlah skor dalam distribusi *y*
- $\sum x^2$  = jumlah kuadrat dalam skor distribusi *x*
- $\sum y^2$  = jumlah kuadrat dalam skor distribusi *y*
- n* = banyaknya responden

Jumlah minimal kriteria butir/item pada suatu penelitian yang harus valid adalah apabila mayoritas atau sebagian besar variabelnya valid. Menurut Arikunto (2013) dalam buku literatur *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik* disebutkan bahwa suatu alat ukur dapat dikatakan valid apabila sebagian besar butir pertanyaan atau pernyataannya menunjukkan validitas yang tinggi. Kemudian, pernyataan ini juga sejalan dengan yang tercantum dalam buku *Statistika Terapan* menurut Widianto (2013) yang dimana disebutkan bahwa apabila sebagian besar item valid, maka instrumen penelitian tersebut dapat digunakan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini tidak ditetapkan secara eksplisit berapa butir item minimal yang harus valid, namun hal yang harus diperhatikan adalah proporsi antara item yang valid harus lebih dominan dibandingkan item yang tidak valid secara perhitungan persentase.

2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas pada penelitian ini dilakukan setelah pelaksanaan uji validitas, menggunakan IBM SPSS Statistics 26 dengan pendekatan nilai *Cronbach's Alpha*. Adapun rumus mencari nilai Cronbach's Alpha dapat dilihat pada **Persamaan 3.2** sebagai berikut (Cronbach, 1951).

$$r_{11} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma^2}{\sigma^2} \right) \dots \dots \dots (3.2)$$

Dengan:

$r_{11}$  = nilai koefisien reliabilitas (nilai *cronbach's alpha*)

$n$  = banyak butiran pernyataan

$\sigma^2$  = jumlah varians skor total

$\sum \sigma^2$  = jumlah varians skor soal ke-i

Dari hasil perhitungan koefisien *Cronbach's Alpha*, terdapat parameter yang mengkategorikan reliabilitas data menjadi beberapa kriteria (Faulida, 2022):

- a. Apabila nilai Cronbach's Alpha  $\geq 0.60$ , maka data reliabel
- b. Apabila nilai Cronbach's Alpha  $< 0.60$ , maka data tidak reliabel

3. Analisis Rata-Rata (Uji *Index Mean*)

Analisis rata-rata (uji *index mean*) dilakukan setelah data yang telah diuji valid dan reliabel. Uji *index mean* yang akan dilakukan pada penelitian ini pada dasarnya bertujuan untuk menunjukkan urutan/ranking pada variabel material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) dan faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) serta penerapan *tools* konstruksi ramping sebagai cara untuk meminimalisir adanya inefisiensi material (*waste material*). Hasil jawaban dari indikator variabel tersebut kemudian diurutkan berdasarkan hasil nilai bobot *mean* (rata-rata) dan disajikan dalam bentuk tabel ranking urutan. Nilai *mean* ini didapatkan dari pengolahan data dengan menggunakan IBM SPSS Statistics 26. Untuk data lain pada kuesioner yang meliputi profil responden berupa nama, usia, jenis kelamin, jabatan, lama pengalaman kerja dan jenjang pendidikan terakhir akan disajikan sebaran datanya dalam bentuk diagram lingkaran (*pie chart*) yang diolah menggunakan Microsoft Excel.

Setelah mendapatkan besaran nilai rata-rata (*mean*), langkah selanjutnya adalah mengklasifikasikan atau mengkategorikan nilai rata-rata tersebut ke dalam kategori yang telah ditentukan. Pengkategorian nilai ini bertujuan untuk memudahkan penarikan kesimpulan pada setiap variabel. Dalam penelitian ini, pengkategorian nilai menggunakan prinsip distribusi frekuensi berdasarkan interval. Menurut Mundir (2012), langkah-langkah menentukan distribusi frekuensi adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan nilai Rentang Kelas (R)

$$R = \text{Nilai tertinggi} - \text{Nilai terendah} \dots \dots \dots (3.3)$$

$$R = 5 - 1 = 4$$

- b. Menentukan banyak (jumlah) Kelas Interval (K). Pada penelitian ini, peneliti menentukan nilai K adalah sebesar 5.

- c. Menentukan Panjang (Isi) Kelas Interval (i)

$$\text{Panjang (Isi) Kelas Interval (i)} = \frac{R}{K} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$= \frac{4}{5} = 0.8$$

Maka interval untuk setiap kategori capaian nilai rata-rata adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. 14** Rentang & Kategori Capaian Nilai Rata-Rata (*Mean*)

<b>Rentang</b>	<b>Kategori</b>
$1.00 \leq x \leq 1.80$	Sangat rendah/Sangat tidak berpengaruh/Tidak pernah diterapkan
$1.80 < x \leq 2.60$	Rendah/Tidak berpengaruh/Jarang diterapkan
$2.60 < x \leq 3.40$	Sedang/Cukup berpengaruh/Kadang-kadang diterapkan
$3.40 < x \leq 4.20$	Tinggi/Berpengaruh/Sering diterapkan
$4.20 < x \leq 5.00$	Sangat Tinggi /Sangat sering diterapkan

Sumber: Penulis, 2025

4. Analisis Korelasi *Spearman Rank*

Analisis korelasi *spearman rank* dilakukan untuk mengetahui hubungan atau korelasi antara banyaknya frekuensi material yang mengalami inefisiensi (*waste material*) dengan penerapan konstruksi ramping (*lean construction*) sebagai langkah untuk meminimalisir banyaknya inefisiensi (*waste material*).

Adapun analisis korelasi pada penelitian ini menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26 dengan rumus persamaan yang dapat dilihat pada **Persamaan 3.5** sebagai berikut (Kurniawan, 2022):

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)} \dots \dots \dots (3.5)$$

Dengan:

$\rho$  = koefisien korelasi

$d_i$  = selisih antara kedua peringkat dari setiap pengamatan

$n$  = jumlah pengamatan

Hasil dari analisis korelasi ini menunjukkan angka kuatnya hubungan antara penerapan konstruksi ramping (*lean construction*) dengan banyaknya inefisiensi material (*waste material*), semakin mendekati nilai 1 (satu) maka semakin kuat hubungan yang terjadi antar dua variabel yang diuji, sebaliknya semakin mendekati nilai 0 (nol) maka semakin lemah hubungan yang terjadi antar dua variabel yang diuji. Namun sebelum melihat atau menentukan kuatnya hubungan berdasarkan angka korelasi, terlebih dahulu kriteria penilaian dari uji ini harus terpenuhi, yaitu nilai signifikansinya harus lebih kecil dari 0.05 (sig. < 0.05).

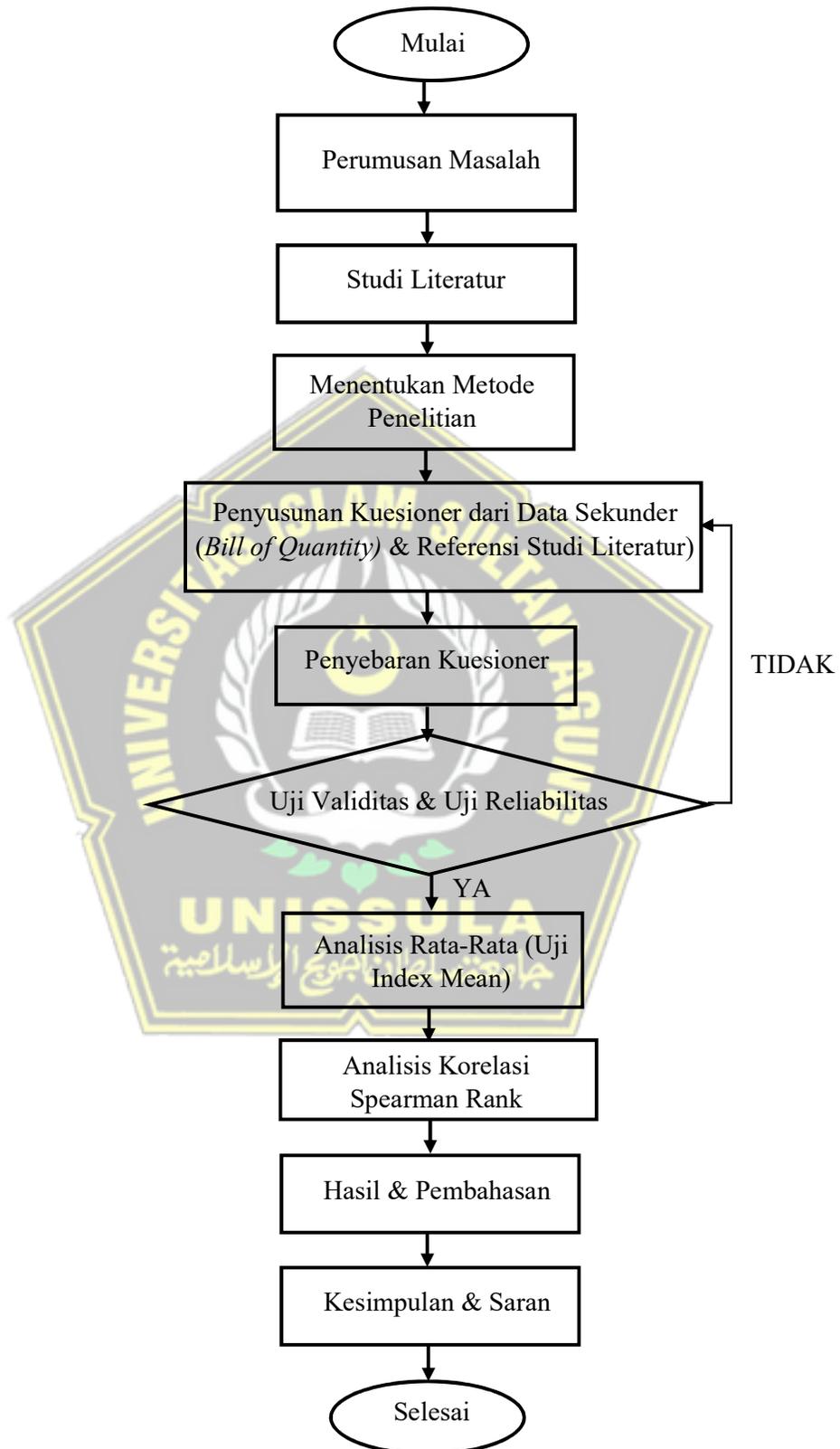
Selanjutnya arah hubungan analisis korelasi ini dinyatakan dalam bentuk positif dan negatif. Bentuk positif menandakan bahwa hubungan yang terjadi searah, artinya apabila terjadi peningkatan pada satu variabel maka variabel lain akan mengalami peningkatan juga. Sebaliknya, untuk bentuk negatif menandakan bahwa hubungan yang terjadi tidak searah, yang berarti apabila terjadi peningkatan pada satu variabel maka variabel lain akan mengalami penurunan. Interval nilai korelasi dikelompokkan dalam beberapa kriteria sebagai berikut menurut Sugiyono (2016):

**Tabel 3. 15** Rentang & Kategori Nilai Korelasi Spearman Rank

<b>Rentang</b>	<b>Kategori</b>
$0.000 \leq x \leq 0.200$	Korelasi sangat lemah
$0.200 < x \leq 0.400$	Korelasi lemah
$0.400 < x \leq 0.600$	Korelasi cukup kuat
$0.600 < x \leq 0.800$	Korelasi kuat
$0.800 < x \leq 1.000$	Korelasi sangat kuat

Sumber: Sugiyono, 2016

### 3.8. Bagan Alir Penelitian

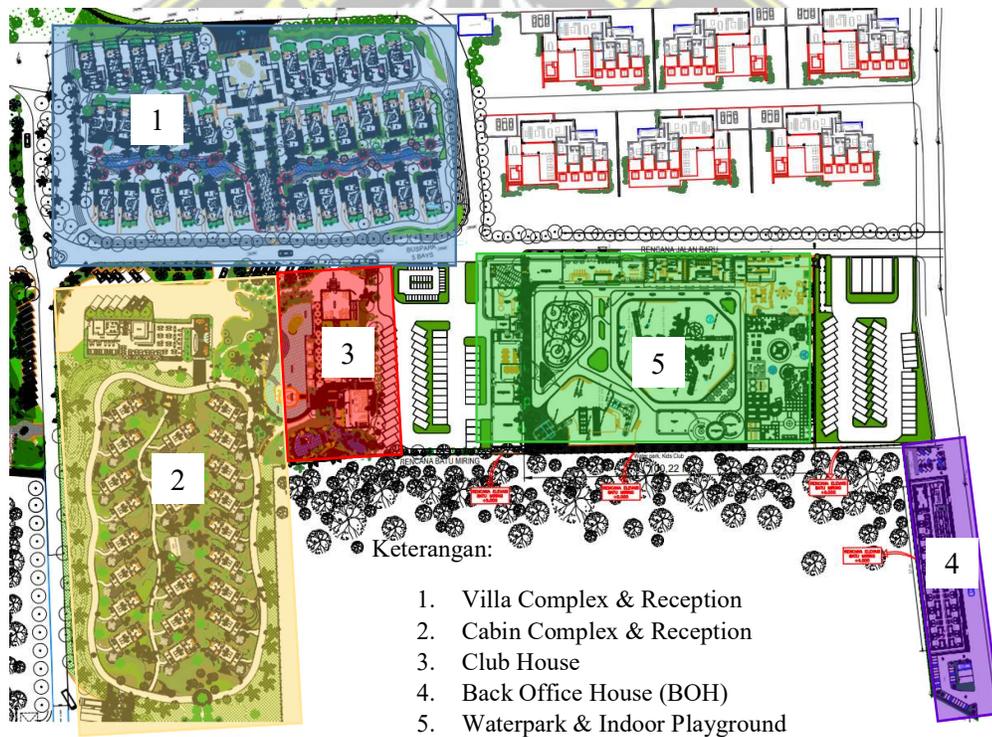


## BAB IV

### HASIL & PEMBAHASAN

#### 4.1. Tinjauan Umum

Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam ini merupakan proyek pembangunan swasta yang dimiliki, dikelola dan dikerjakan secara langsung oleh pemilik pekerjaan, yaitu PT. Megah Halim Abadi. Adapun objek penelitian terkait inefisiensi material (*waste material*) yang dilakukan mencakup area pekerjaan dalam tahapan konstruksi yang meliputi *villa complex & reception*, *cabin complex & reception*, *club house*, *back office house (BOH)* dan *waterpark & indoor playground*. Berikut untuk denah *masterplan* area pekerjaan tahapan konstruksi dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4. 1** Denah *Masterplan* Area Pekerjaan Tahapan Konstruksi pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam

(Sumber: Dokumentasi Proyek, 2025)

## 4.2. Profil Responden

Data profil responden pada penelitian ini didapatkan melalui lembar pengisian data diri kuesioner kepada para responden sebanyak 37 orang yang merupakan tim kontraktor dari PT. Megah Halim Abadi pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam. Pada dasarnya, profil responden merupakan informasi yang menggambarkan sebaran dari responden itu sendiri ditinjau dari beberapa aspek, sehingga informasi yang didapatkan ini dapat menjadi penunjang yang menunjukkan kualitas dari data berdasarkan responden yang dipilih. Responden pada penelitian ini memiliki karakteristik yang bervariasi ditinjau berdasarkan jabatan dan lama pengalaman kerja

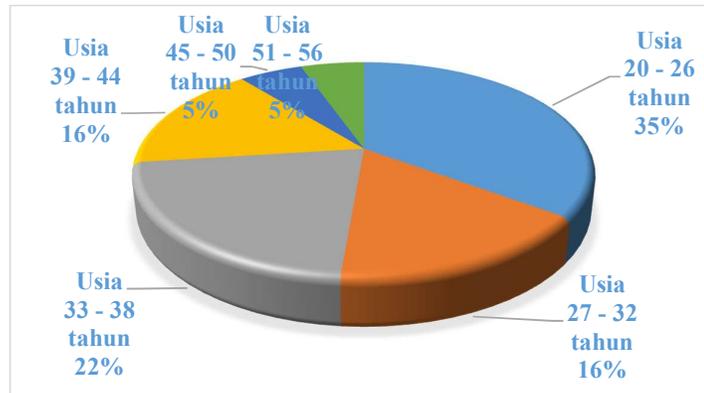
### 4.2.1. Usia Responden

Pendataan usia responden bertujuan untuk mengidentifikasi proporsi responden berdasarkan sebaran usianya. Usia responden pada penelitian ini dibagi beberapa kategori yang disajikan dalam **Tabel 4.1** dan diagram lingkaran (*pie chart*) pada **Gambar 4.2** sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Data Usia Responden

No.	Usia	Jumlah
1	20 – 26 tahun	13 orang
2	27 – 32 tahun	6 orang
3	33 – 38 tahun	8 orang
4	39 – 44 tahun	6 orang
5	45 – 50 tahun	2 orang
6	51 – 56 tahun	2 orang

Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025



**Gambar 4. 2** Diagram Lingkaran (*Pie Chart*) Persentase Sebaran Usia Responden

(Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025)

Berdasarkan **Tabel 4.1** dan diagram *pie chart* pada **Gambar 4.2**, didapatkan sebaran usia responden dengan persentase terbanyak terdapat pada rentang usia 20 – 26 tahun yaitu sebesar 35% (13 orang), selanjutnya berturut-turut pada rentang usia 33 – 28 tahun dengan persentase sebesar 22% (8 orang), rentang usia 27 – 32 tahun dan rentang usia 39 – 44 tahun dengan persentase masing-masing sebesar 16% (6 orang), dan urutan terakhir pada rentang usia 45 – 50 tahun dan rentang usia 51 – 56 tahun dengan persentase masing-masing sebesar 5% (2 orang).

#### 4.2.2. Jenis Kelamin Responden

Pendataan jenis kelamin responden bertujuan untuk mengidentifikasi proporsi responden berdasarkan jenis kelaminnya. Pengelompokan jenis kelamin pada penelitian ini disajikan dalam tabel dan diagram lingkaran (*pie chart*) sebagai berikut:

**Tabel 4. 2** Data Jenis Kelamin Responden

No.	Jenis Kelamin	Jumlah
1	Perempuan	3 orang
2	Laki-Laki	34 orang

Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025



**Gambar 4. 3** Diagram Lingkaran (*Pie Chart*) Persentase Sebaran Jenis Kelamin Responden

(Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025)

Berdasarkan **Tabel 4.2** dan diagram *pie chart* **Gambar 4.3**, didapatkan sebaran jenis kelamin responden dengan persentase terbanyak adalah berjenis kelamin laki-laki sebesar 92% (34 orang) dan berjenis kelamin perempuan sebesar 8% (3 orang).

#### 4.2.3. Jabatan Responden

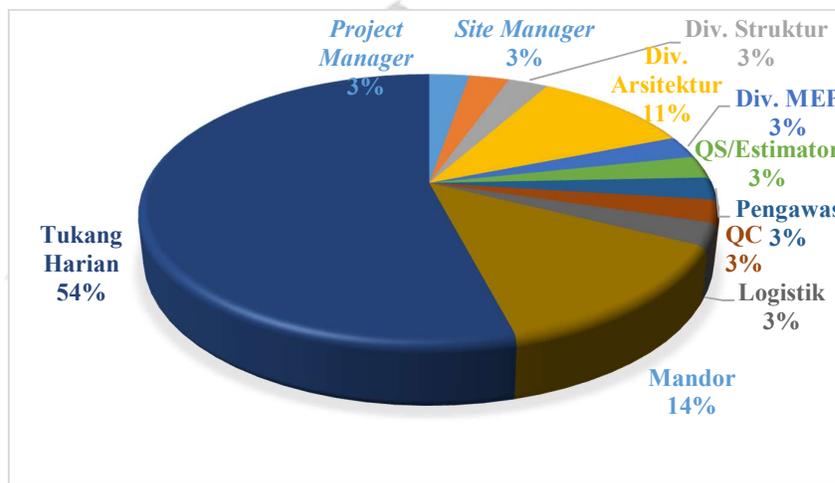
Pendataan jabatan responden bertujuan untuk mengidentifikasi proporsi responden berdasarkan jabatannya. Adapun pengelompokan jabatan pada penelitian ini disajikan dalam **Tabel 4.3** dan diagram lingkaran (*pie chart*) pada **Gambar 4.4** sebagai berikut:

**Tabel 4. 3** Data Jabatan Responden

No.	Jabatan	Jumlah
1	<i>Project Manager</i>	1 orang
2	<i>Site Manager</i>	1 orang
3	Div. Struktur	1 orang
4	Div. Arsitektur	4 orang
5	Div. MEP	1 orang

6	QS/Estimator	1 orang
7	Pengawas	1 orang
8	QC	1 orang
9	Logistik	1 orang
10	Mandor	5 orang
11	Tukang Harian	20 orang

Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025



**Gambar 4. 4** Diagram Lingkaran (*Pie Chart*) Persentase Sebaran Jabatan Responden

(Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025)

Berdasarkan **Tabel 4.3** dan diagram *pie chart* pada **Gambar 4.4**, didapatkan sebaran jabatan responden dengan persentase terbanyak terdapat pada jabatan tukang harian yaitu sebesar 54% (20 orang), selanjutnya berturut-turut pada jabatan mandor dengan persentase sebesar 14% (5 orang), divisi arsitektur dengan persentase sebesar 11% (4 orang), serta jabatan *project manager*, *site manager*, divisi struktur, divisi MEP, *quantity surveyor/estimator*, pengawas, *quality control*, logistik dengan persentase masing-masing sebesar 3% (1 orang).

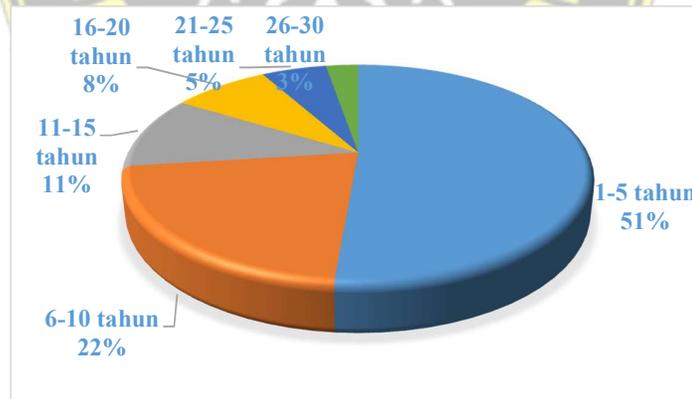
#### 4.2.4. Lama Pengalaman Kerja Responden

Pendataan lama pengalaman kerja responden bertujuan untuk mengidentifikasi proporsi responden berdasarkan lama pengalaman kerjanya pada bidang konstruksi. Adapun pengelompokan lama pengalaman kerja pada penelitian ini disajikan dalam **Tabel 4.4** dan diagram lingkaran (*pie chart*) pada **Gambar 4.5** sebagai berikut:

**Tabel 4. 4** Data Lama Pengalaman Kerja Responden

No.	Lama Pengalaman Kerja	Jumlah
1	1 – 5 tahun	19 orang
2	6 – 10 tahun	8 orang
3	11 – 15 tahun	4 orang
4	16 – 20 tahun	3 orang
5	21 – 25 tahun	2 orang
6	26 – 30 tahun	1 orang

Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025



**Gambar 4. 5** Diagram Lingkaran (*Pie Chart*) Persentase Sebaran Lama Pengalaman Kerja Responden

(Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025)

Berdasarkan **Tabel 4.4** dan diagram *pie chart* pada **Gambar 4.5**, didapatkan sebaran lama pengalaman kerja responden dengan persentase terbanyak terdapat pada lama pengalaman kerja selama 1 – 5 tahun yaitu sebesar 51% (19 orang), selanjutnya berturut-turut pada lama pengalaman kerja selama 6 – 10 tahun dengan persentase sebesar 22% (8 orang), lama pengalaman kerja selama 11 – 15 tahun dengan persentase sebesar 11% (4 orang), lama pengalaman kerja selama 21 – 25 tahun dengan persentase sebesar 8% (2 orang), dan urutan terakhir lama pengalaman kerja selama 26 – 30 tahun dengan persentase sebesar 3% (1 orang).

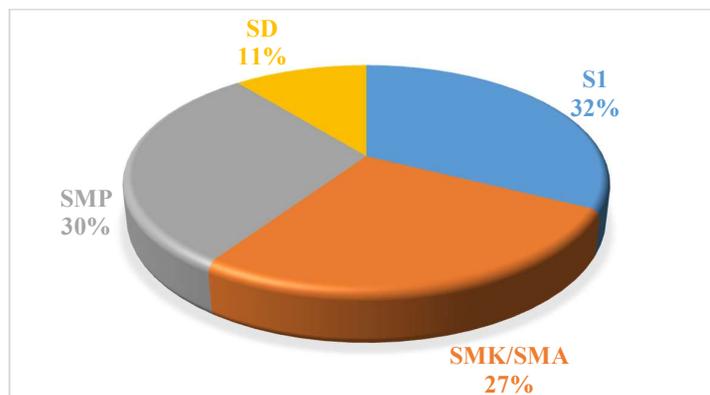
#### 4.2.5. Jenjang Pendidikan Terakhir Responden

Pendataan jenjang pendidikan terakhir responden bertujuan untuk mengidentifikasi proporsi responden berdasarkan jenjang pendidikan terakhirnya. Adapun pengelompokan jenjang pendidikan terakhir pada penelitian ini disajikan dalam **Tabel 4.5** dan diagram lingkaran (*pie chart*) pada **Gambar 4.6** sebagai berikut:

**Tabel 4.5** Data Jenjang Pendidikan Terakhir Responden

No.	Jenjang Pendidikan Terakhir	Jumlah
1	S1	12
2	SMA/K	10
3	SMP	11
4	SD	4

Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025



**Gambar 4. 6** Diagram Lingkaran (*Pie Chart*) Persentase Sebaran Jenjang Pendidikan Terakhir Responden

(Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025)

Berdasarkan **Tabel 4.5** dan diagram lingkaran (*pie chart*) pada **Gambar 4.6**, didapatkan sebaran jenjang pendidikan terakhir responden dengan persentase terbanyak adalah pada jenjang S1 yaitu sebesar 32% (12 orang), selanjutnya berturut-turut pada jenjang SMP dengan persentase sebesar 30% (11 orang), jenjang SMA dengan persentase sebesar 27% (10 orang) dan urutan terakhir pada jenjang SD dengan persentase sebesar 11% (4 orang).

#### 4.3. Uji Validitas

Uji validitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26 dengan metode analisis uji *pearson product moment* atau korelasi pearson. Valid atau tidaknya suatu data atau variabel ditentukan berdasarkan perbandingan nilai rhitung dengan rtabel yang tercantum pada lampiran dengan kriteria sebagai berikut:

- rhitung > rtabel, maka data atau variabel valid.
- rhitung < rtabel, maka data atau variabel tidak valid.

Nilai r hitung didapatkan dari *output* hasil perhitungan IBM SPSS Statistics 26 dan untuk nilai r tabel didapatkan dari tabel lampiran yang dimana untuk 37 orang responden nilai r tabel adalah sebesar 0.325.

#### **4.3.1. Uji Validitas Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi (*Waste Material*)**

Berdasarkan penyebaran kuesioner kepada para responden sebanyak 37 orang terhadap jenis-jenis material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*), didapatkan hasil/respon jawaban yang tercantum pada **Tabel 4.3** sebagai berikut.



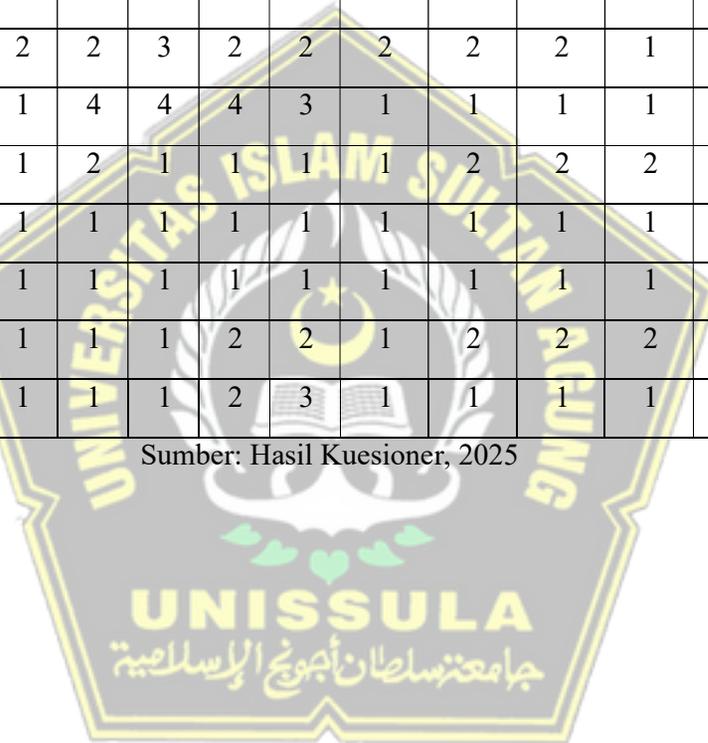
**Tabel 4. 6** Hasil Kuesioner Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi (*Waste Material*)

No. Responden/Pe nyataan Kuesioner	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
<b>R1</b>	4	5	3	4	4	4	3	5	3	1	2	1	1	3	3	1	5	1
<b>R2</b>	2	3	2	3	3	4	3	4	2	2	2	3	3	2	2	1	2	1
<b>R3</b>	2	2	4	3	3	3	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
<b>R4</b>	3	3	3	3	2	2	4	4	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2
<b>R5</b>	4	3	3	3	2	2	5	3	2	2	2	3	2	2	3	2	4	2
<b>R6</b>	3	5	3	5	2	2	2	4	4	2	2	4	4	1	1	1	4	1
<b>R7</b>	4	1	1	5	1	1	2	2	3	1	4	2	2	2	1	1	3	1
<b>R8</b>	5	4	4	4	5	3	3	5	3	3	3	3	4	4	2	2	3	3
<b>R9</b>	2	1	1	4	3	4	5	5	3	1	2	4	5	1	2	1	5	2
<b>R10</b>	4	4	3	3	3	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
<b>R11</b>	4	4	3	4	5	5	5	5	4	5	4	1	2	4	4	1	4	1
<b>R12</b>	4	4	2	2	2	4	2	2	1	1	1	2	4	2	1	2	2	1

<b>R13</b>	3	1	3	3	2	1	1	1	3	1	3	2	3	1	3	1	2	1
<b>R14</b>	1	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	1
<b>R15</b>	3	1	3	3	2	1	1	1	3	3	1	1	3	3	3	1	1	1
<b>R16</b>	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1
<b>R17</b>	1	2	3	2	1	1	1	4	4	4	1	1	1	4	1	2	4	1
<b>R18</b>	1	1	4	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>R19</b>	1	1	2	1	1	2	2	3	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
<b>R20</b>	1	1	3	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	3	3	1	3	2
<b>R21</b>	1	1	5	1	4	5	3	4	2	3	4	4	4	3	3	3	3	2
<b>R22</b>	1	2	3	2	1	1	4	4	4	1	1	1	4	1	2	3	4	1
<b>R23</b>	1	2	1	2	2	5	3	3	4	2	2	1	1	3	4	2	3	1
<b>R24</b>	1	2	1	2	2	5	3	3	4	2	1	1	3	3	4	2	3	1
<b>R25</b>	1	2	2	3	3	2	2	3	2	1	4	2	3	1	1	2	4	2
<b>R26</b>	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>R27</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	4	1	1	1	4	1	1	2	2	1
<b>R28</b>	2	1	1	1	1	1	3	4	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1

<b>R29</b>	2	2	1	3	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	
<b>R30</b>	1	2	3	4	2	1	4	4	4	1	1	1	4	1	2	1	1	1	
<b>R31</b>	1	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	
<b>R32</b>	3	3	2	2	1	4	4	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>R33</b>	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	
<b>R34</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>R35</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>R36</b>	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	
<b>R37</b>	1	1	2	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3

Sumber: Hasil Kuesioner, 2025



Dari hasil jawaban kuesioner pada **Tabel 4.3**, kemudian dilakukan pengujian validitas terhadap variabel penelitian jenis-jenis material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26. Hasil atau *output* dari pengujian validitas pada variabel penelitian ini dapat terlihat pada **Tabel 4.4** sebagai berikut:

**Tabel 4. 7** Hasil Uji Validitas Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi (*Waste Material*)

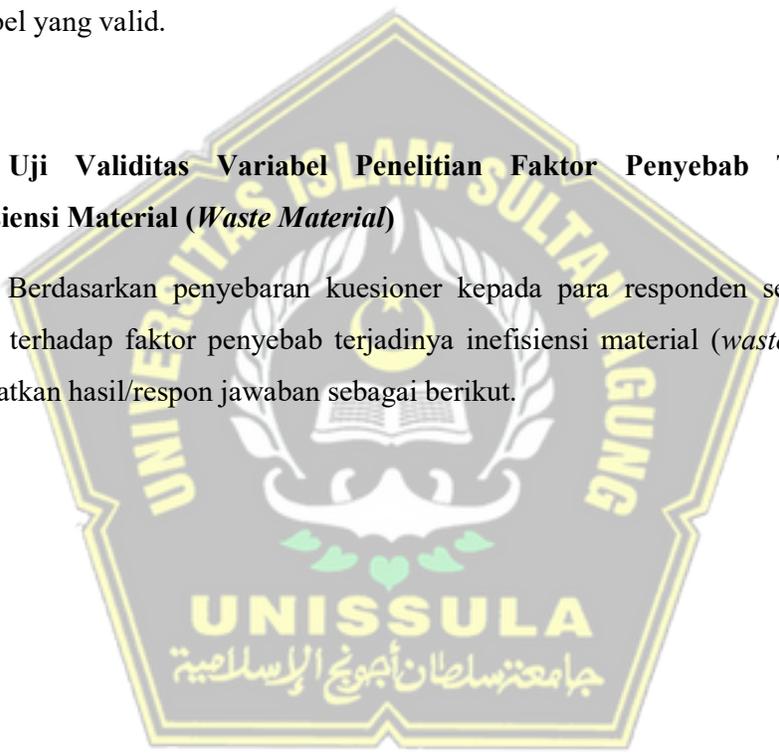
No.	Jenis Material	rhitung		rtabel	Keterangan
P1	Semen	0.581	>	0.325	Valid
P2	Pasir	0.676	>	0.325	Valid
P3	Batu pecah	0.469	>	0.325	Valid
P4	Besi tulangan (ulir & polos)	0.702	>	0.325	Valid
P5	Beton	0.843	>	0.325	Valid
P6	Tiang pancang ( <i>square pile</i> )	0.622	>	0.325	Valid
P7	Kayu bekisting	0.659	>	0.325	Valid
P8	Batu bata	0.725	>	0.325	Valid
P9	Keramik	0.512	>	0.325	Valid
P10	Kayu (pintu, jendela, atap dan dekoratif)	0.581	>	0.325	Valid
P11	Mortar acian	0.505	>	0.325	Valid
P12	Cat dinding	0.465	>	0.325	Valid
P13	Cat kusen	0.456	>	0.325	Valid
P14	Besi hollow plafond	0.581	>	0.325	Valid
P15	Gypsumboard 9 mm	0.538	>	0.325	Valid
P16	Kaca pintu & jendela	0.388	>	0.325	Valid
P17	Pipa plumbing PVC	0.700	>	0.325	Valid
P18	Gorong-gorong <i>precast</i>	0.323	<	0.325	Tidak Valid

Sumber: *Output* SPSS 26, 2025

Berdasarkan tabel uji validitas pada **Tabel 4.7** yang terdiri dari 18 variabel jenis material, terdapat 17 variabel yang valid (94.44% dari jumlah item variabel material keseluruhan) dan 1 variabel (5.55% dari jumlah item variabel material keseluruhan) yang tidak valid. Dikarenakan persentase item material yang valid lebih besar dari persentase item material yang tidak valid, maka uji reliabilitas selanjutnya dapat dilakukan. Variabel material yang tidak valid meliputi jenis material gorong-gorong *precast* yang dimana nilai r hitungnya  $< r$  tabel, sehingga selanjutnya pengujian reliabilitas variabel jenis material gorong-gorong *precast* tidak perlu dilakukan dan pengujian reliabilitas hanya akan dilakukan terhadap 17 variabel yang valid.

#### **4.3.2. Uji Validitas Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)**

Berdasarkan penyebaran kuesioner kepada para responden sebanyak 37 orang terhadap faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*), didapatkan hasil/respon jawaban sebagai berikut.



**Tabel 4. 8** Hasil Kuesioner Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

No. Responden/Pernyataan Kuesioner	A. Desain & Dokumentasi								B. Material & Bahan												
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13
<b>R1</b>	5	4	5	5	5	2	5	5	3	5	5	3	2	2	5	5	1	5	3	5	5
<b>R2</b>	5	3	3	2	2	2	2	4	4	4	2	2	4	3	4	3	1	5	3	4	4
<b>R3</b>	4	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	4	4	2	5	4	4	4
<b>R4</b>	3	3	2	1	1	2	1	3	3	3	2	2	2	3	4	2	2	5	5	5	4
<b>R5</b>	4	2	3	3	4	2	2	4	3	4	3	3	2	3	3	4	2	4	4	5	5
<b>R6</b>	5	2	4	4	4	5	5	5	3	3	2	5	2	4	3	4	1	5	4	5	3
<b>R7</b>	4	2	2	4	3	2	1	2	2	1	1	3	3	2	4	5	5	3	4	5	2
<b>R8</b>	5	3	4	4	5	2	2	2	3	4	3	3	2	3	5	4	1	5	3	4	1
<b>R9</b>	5	5	4	5	5	1	1	5	4	3	3	4	1	3	1	1	1	4	4	5	5
<b>R10</b>	3	3	2	2	3	2	1	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2

<b>R11</b>	5	5	4	2	3	4	4	4	3	3	4	4	3	2	3	3	3	1	4	5	5
<b>R12</b>	5	2	2	4	2	2	2	4	2	4	2	5	2	2	4	4	2	2	3	5	2
<b>R13</b>	5	4	4	3	3	4	4	5	3	2	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2	2
<b>R14</b>	4	4	3	4	2	2	2	2	4	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3
<b>R15</b>	5	4	4	4	4	4	3	5	4	1	1	2	2	3	2	2	1	2	1	2	2
<b>R16</b>	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>R17</b>	5	4	4	4	4	1	1	4	3	1	1	2	4	4	3	1	1	4	4	4	3
<b>R18</b>	4	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2
<b>R19</b>	4	3	3	3	3	2	2	1	2	3	3	3	1	2	1	1	1	1	2	2	2
<b>R20</b>	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	2	3	3	2	1	1	2	1	2
<b>R21</b>	5	5	4	5	5	3	5	5	2	1	2	4	1	1	1	2	1	2	5	4	1
<b>R22</b>	5	4	4	4	4	1	1	4	3	1	1	2	4	4	3	1	1	4	4	4	3
<b>R23</b>	5	3	4	5	4	5	5	5	4	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3
<b>R24</b>	5	3	4	5	4	5	5	5	4	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3
<b>R25</b>	4	4	3	4	3	2	2	3	4	4	3	3	2	3	1	3	2	5	4	4	4
<b>R26</b>	5	2	2	5	5	2	2	5	2	2	2	4	2	3	2	2	1	3	3	3	2

<b>R27</b>	2	2	1	4	4	4	4	5	3	5	3	3	3	1	1	3	1	4	1	1	3
<b>R28</b>	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
<b>R29</b>	3	3	1	2	4	1	1	3	3	1	4	1	3	3	1	1	1	1	2	3	1
<b>R30</b>	4	4	3	3	2	1	1	5	4	1	1	1	1	3	1	2	1	1	2	2	1
<b>R31</b>	5	3	3	2	3	2	2	3	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	3
<b>R32</b>	4	4	3	3	3	1	1	3	2	3	3	1	1	3	1	2	1	3	3	2	1
<b>R33</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3	5	5	5	5
<b>R34</b>	5	1	5	1	5	1	1	5	1	5	1	1	1	1	1	2	1	1	1	5	2
<b>R35</b>	5	5	5	5	5	3	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1
<b>R36</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	3	3	3	5	1	3	1
<b>R37</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	3	1	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	2

Sumber: Data Hasil Kuesioner, 2025



**Tabel 4. 9** Lanjutan Hasil Kuesioner Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

No. Responden/Pernyataan Kuesioner	C. Sumber Daya Manusia							D. Pelaksana							E. Manajemen					F. Eksternal		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	E1	E2	E3	E4	E5	F1	F2	F3
<b>R1</b>	1	1	1	3	2	5	3	2	5	5	2	1	5	5	5	5	5	5	5	3	2	5
<b>R2</b>	2	2	2	2	1	3	2	2	1	5	3	1	2	2	2	2	2	2	3	4	3	3
<b>R3</b>	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	3	2	2	2	2	3	3	3	3	4	3	3
<b>R4</b>	2	1	1	5	3	2	3	3	4	5	3	2	1	2	4	4	2	2	3	4	2	5
<b>R5</b>	4	3	2	4	2	3	4	3	3	2	3	3	3	2	4	4	3	3	4	3	2	4
<b>R6</b>	4	3	3	4	2	1	2	3	4	5	2	1	4	3	5	5	5	5	4	3	4	5
<b>R7</b>	4	2	4	2	3	5	3	2	3	4	3	2	5	2	4	1	2	1	3	2	3	4
<b>R8</b>	2	2	3	4	2	4	3	3	3	4	3	2	3	2	3	3	3	2	4	4	2	3
<b>R9</b>	2	1	1	2	4	5	4	3	4	5	5	2	4	2	5	5	4	3	3	5	1	5
<b>R10</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2
<b>R11</b>	5	3	1	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	2	1	4	3	3	3	4	3	3

<b>R12</b>	2	3	4	3	2	2	2	2	2	3	3	2	4	2	3	2	3	4	4	3	2	3
<b>R13</b>	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	3	1	5	3	1	1	4	4	4	3	3	1
<b>R14</b>	2	3	2	2	4	4	3	3	3	3	2	2	3	2	1	1	4	2	4	3	1	2
<b>R15</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	5	3	1	1	4	4	4	3	3	5
<b>R16</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1
<b>R17</b>	1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	2	1	4	3	2	3	3	3	3	5	1	1
<b>R18</b>	1	3	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1
<b>R19</b>	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	3	2	2
<b>R20</b>	1	1	3	1	2	2	3	1	2	1	1	2	3	3	1	2	1	2	1	3	1	1
<b>R21</b>	2	2	1	2	2	2	3	3	5	5	5	3	4	2	2	2	3	3	3	3	1	2
<b>R22</b>	1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	2	1	4	3	2	4	4	4	4		1	1
<b>R23</b>	2	2	2	1	1	1	5	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3
<b>R24</b>	2	3	2	1	1	1	5	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3
<b>R25</b>	3	3	2	3	2	2	2	4	4	4	5	2	4	2	3	3	4	2	3	3	2	3
<b>R26</b>	2	2	2	1	1	1	2	3	1	4	3	3	4	3	5	5	5	5	3	2	3	2
<b>R27</b>	1	1	1	1	3	4	3	3	2	5	3	1	5	4	5	5	4	2	3	3	1	5

<b>R28</b>	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2
<b>R29</b>	2	2	3	1	2	2	3	2	2	4	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2
<b>R30</b>	1	1	1	1	1	1	4	2	1	4	1	1	4	1	1	1	1	3	1	2	2	1
<b>R31</b>	2	2	1	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	3	2	2
<b>R32</b>	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	1	1	1	2	1	3	1	1
<b>R33</b>	1	1	4	2	3	2	2	1	5	5	5	3	4	1	3	3	4	4	2	5	5	4
<b>R34</b>	2	1	1	1	1	1	5	1	1	5	2	1	2	1	2	2	1	1	1	3	1	1
<b>R35</b>	1	1	1	1	1	1	5	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1
<b>R36</b>	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	4	3	4	1	1	3	3	1	1	1	3	3
<b>R37</b>	1	1	1	1	1	3	1	5	5	4	1	2	1	5	2	4	1	1	1	5	2	1

Sumber: Data Hasil Kuesioner, 2025



Dari hasil jawaban kuesioner pada **Tabel 4.5** dan **Tabel 4.6**, kemudian dilakukan pengujian validitas terhadap variabel penelitian faktor penyebab terjadinya inefisiensi (*waste material*) menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26. Hasil dari pengujian validitas pada variabel penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 4.7** sebagai berikut.

**Tabel 4. 10** Hasil Uji Validitas Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Faktor Penyebab	Kode	rhitung		rtabel	Keterangan
A. Desain & Dokumentasi	A1	0.444	>	0.325	Valid
	A2	0.360	>	0.325	Valid
	A3	0.446	>	0.325	Valid
	A4	0.568	>	0.325	Valid
	A5	0.537	>	0.325	Valid
	A6	0.473	>	0.325	Valid
	A7	0.567	>	0.325	Valid
	A8	0.557	>	0.325	Valid
B. Material/Bahan	B1	0.575	>	0.325	Valid
	B2	0.466	>	0.325	Valid
	B3	0.623	>	0.325	Valid
	B4	0.721	>	0.325	Valid
	B5	0.469	>	0.325	Valid
	B6	0.444	>	0.325	Valid
	B7	0.602	>	0.325	Valid
	B8	0.670	>	0.325	Valid
	B9	0.421	>	0.325	Valid
	B10	0.702	>	0.325	Valid
	B11	0.533	>	0.325	Valid
	B12	0.620	>	0.325	Valid

	B13	0.631	>	0.325	Valid
C. Sumber Daya Manusia	C1	0.324	<	0.325	Tidak Valid
	C2	0.185	<	0.325	Tidak Valid
	C3	0.327	>	0.325	Valid
	C4	0.535	>	0.325	Valid
	C5	0.467	>	0.325	Valid
	C6	0.486	>	0.325	Valid
	C7	0.319	<	0.325	Tidak Valid
D. Pelaksanaan	D1	0.417	>	0.325	Valid
	D2	0.686	>	0.325	Valid
	D3	0.645	>	0.325	Valid
	D4	0.691	>	0.325	Valid
	D5	0.532	>	0.325	Valid
	D6	0.456	>	0.325	Valid
	D7	0.321	<	0.325	Tidak Valid
E. Manajemen	E1	0.630	>	0.325	Valid
	E2	0.707	>	0.325	Valid
	E3	0.734	>	0.325	Valid
	E4	0.559	>	0.325	Valid
	E5	0.616	>	0.325	Valid
F. Eksternal	F1	0.311	<	0.325	Tidak Valid
	F2	0.509	>	0.325	Valid
	F3	0.698	>	0.325	Valid

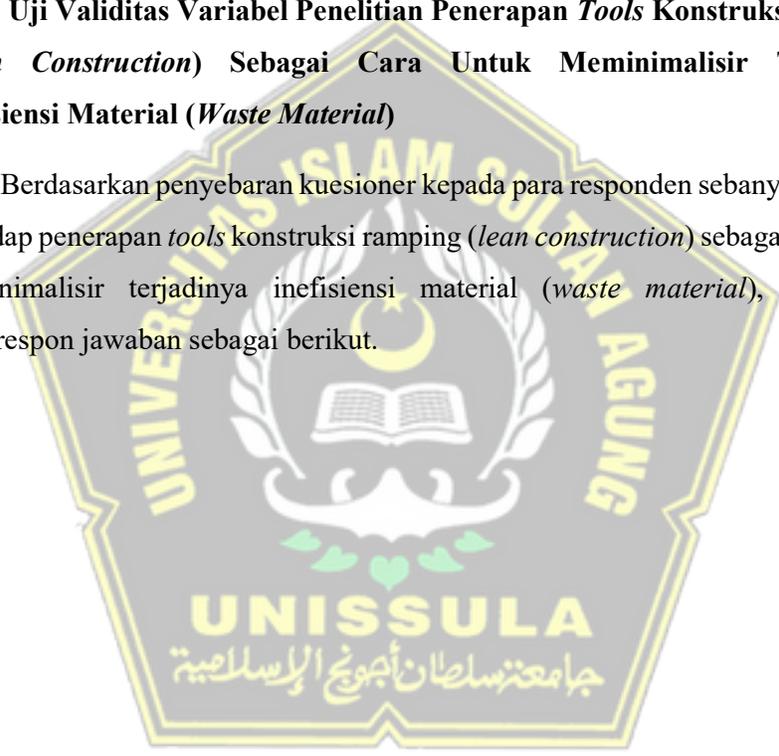
Sumber: *Output* SPSS 26, 2025

Berdasarkan tabel uji validitas yang tercantum pada **Tabel 4.10** yang terdiri dari 43 variabel faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*), didapatkan hasil sebanyak 38 variabel yang valid (88.37% dari jumlah item variabel faktor penyebab keseluruhan) dan 5 variabel yang tidak valid (11.62% dari jumlah item variabel faktor penyebab keseluruhan). Dikarenakan persentase item faktor

penyebab yang valid lebih besar dari persentase item faktor penyebab yang tidak valid, maka uji reliabilitas selanjutnya dapat dilakukan. Variabel yang tidak valid terdiri dari variabel desain dan dokumentasi (C1, C2 & C7), variabel pelaksanaan (D7) dan variabel eksternal (F1) yang dimana hasil masing-masing nilai rhitungnya < r tabel, sehingga selanjutnya pengujian reliabilitas untuk 5 variabel yang tidak valid tersebut tidak dilakukan dan uji reliabilitas hanya akan dilakukan terhadap 38 variabel yang valid.

#### **4.3.3. Uji Validitas Variabel Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)**

Berdasarkan penyebaran kuesioner kepada para responden sebanyak 37 orang terhadap penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) sebagai cara untuk meminimalisir terjadinya inefisiensi material (*waste material*), didapatkan hasil/respon jawaban sebagai berikut.



**Tabel 4. 11** Hasil Kuesioner Variabel Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Banyaknya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

No. Responden/Pe nyataan Kuesioner	A. Sistem Perencanaan Terakhir ( <i>Last Planner System</i> )						B. Pemeriksaan Kualitas & Keselamatan ( <i>Fail-safe for Quality &amp; Safety</i> )		C. 5R (5S)							D. Peningkatan Visualisasi ( <i>Increased Visualization</i> )				
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	D1	D2	D3	D4	D5
<b>R1</b>	1	1	1	3	2	1	1	3	1	3	4	5	3	3	5	1	1	1	1	2
<b>R2</b>	1	2	1	2	2	3	3	4	2	4	5	4	4	4	4	2	2	2	1	1
<b>R3</b>	2	2	1	4	3	2	3	4	1	4	4	5	5	5	5	3	1	2	1	3
<b>R4</b>	2	1	1	4	1	3	2	2	1	2	3	3	3	2	3	2	1	3	1	4
<b>R5</b>	1	1	1	5	1	3	2	3	1	5	5	5	5	5	5	3	3	2	1	2
<b>R6</b>	3	2	1	4	1	3	4	2	1	3	4	4	3	4	5	2	2	2	1	1
<b>R7</b>	2	1	2	3	1	1	2	3	2	3	3	4	3	3	4	2	3	2	1	2
<b>R8</b>	2	2	1	4	2	1	3	3	1	3	4	4	3	3	2	1	2	2	1	1
<b>R9</b>	3	2	1	3	1	1	1	4	1	3	4	3	4	4	4	2	1	3	1	1

<b>R10</b>	1	1	1	2	1	3	2	3	1	3	4	4	5	3	4	1	1	2	2	2
<b>R11</b>	2	3	3	2	1	2	1	1	3	3	3	1	3	3	2	1	1	2	2	2
<b>R12</b>	1	3	1	1	3	3	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	2	3	2	2
<b>R13</b>	1	2	2	2	3	1	2	2	2	1	3	1	3	3	1	1	3	3	3	3
<b>R14</b>	3	3	2	1	3	3	3	2	3	2	2	2	1	1	1	3	2	2	3	2
<b>R15</b>	3	1	3	2	3	3	3	2	1	2	2	3	3	1	2	2	2	1	2	3
<b>R16</b>	1	3	2	1	2	1	3	2	1	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2
<b>R17</b>	3	1	3	2	3	3	1	2	1	3	3	2	3	3	2	2	2	1	3	3
<b>R18</b>	3	3	1	1	3	3	1	1	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2
<b>R19</b>	2	2	1	3	2	2	1	3	1	3	3	3	2	1	3	2	3	3	3	2
<b>R20</b>	3	1	2	3	3	1	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3
<b>R21</b>	1	1	3	2	1	2	2	3	2	3	1	1	2	2	3	3	3	2	2	3
<b>R22</b>	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	1	1	1	1	3	3
<b>R23</b>	2	3	2	3	3	2	1	1	3	1	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3
<b>R24</b>	1	3	2	1	3	1	3	3	3	3	2	1	3	3	3	2	2	3	2	3
<b>R25</b>	2	1	3	1	2	1	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	1	2	1

<b>R26</b>	3	1	3	3	1	1	1	3	2	2	3	3	3	3	2	1	3	2	2	3
<b>R27</b>	3	2	2	3	2	3	3	1	3	1	3	2	3	1	2	3	2	3	3	2
<b>R28</b>	1	2	2	2	1	2	3	3	3	2	2	3	3	1	3	3	3	3	3	2
<b>R29</b>	3	3	3	2	2	2	2	1	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	1	3
<b>R30</b>	3	2	2	3	2	1	1	1	3	3	3	2	1	1	2	2	2	2	3	2
<b>R31</b>	2	3	2	2	3	1	2	1	1	1	1	1	3	1	2	3	2	3	1	1
<b>R32</b>	3	1	3	3	1	2	3	3	1	2	3	3	1	2	2	2	3	2	2	3
<b>R33</b>	2	2	1	2	2	2	2	1	3	2	3	3	2	1	2	2	3	2	1	2
<b>R34</b>	1	1	2	1	3	2	1	2	2	3	1	2	3	3	3	2	1	3	3	2
<b>R35</b>	2	2	1	2	2	3	1	2	1	1	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2
<b>R36</b>	3	1	3	2	1	3	1	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2
<b>R37</b>	1	3	3	2	3	1	3	1	2	2	3	1	2	3	3	2	3	1	3	1

Sumber: Data Hasil Kuesioner, 2025

**Tabel 4. 12** Lanjutan Hasil Kuesioner Variabel Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

No. Responden/ Pernyataan Kuesioner	E. Pertemuan Harian ( <i>Huddle Meetings</i> )			F. Studi Jangka Pertama ( <i>First-run Studies</i> )					
	E1	E2	E3	F1	F2	F3	F4	F5	F6
R1	3	1	1	5	3	4	5	1	5
R2	2	1	2	4	2	3	4	2	4
R3	3	2	3	4	1	3	5	1	5
R4	4	1	2	5	2	2	3	3	5
R5	5	1	1	3	4	4	5	2	5
R6	3	1	3	4	3	5	4	1	4
R7	2	1	1	5	2	4	4	3	4
R8	3	1	1	4	2	3	4	2	5
R9	4	1	4	4	3	4	5	2	5
R10	4	1	2	3	4	1	4	3	4
R11	3	1	2	2	2	3	1	2	2
R12	1	3	3	3	3	2	3	1	1
R13	2	1	3	3	2	1	2	2	3
R14	3	2	1	2	1	3	3	3	3
R15	2	3	2	3	3	2	2	2	2
R16	3	2	1	1	2	3	1	2	2
R17	2	2	3	3	3	3	3	1	1
R18	2	2	2	3	2	3	3	3	2
R19	3	2	1	2	3	3	2	1	3
R20	2	2	1	2	1	2	2	2	2

<b>R21</b>	2	1	1	3	3	3	2	1	1
<b>R22</b>	1	2	2	1	2	2	3	3	1
<b>R23</b>	1	1	1	1	1	3	1	2	3
<b>R24</b>	2	3	3	1	3	2	3	2	3
<b>R25</b>	2	3	2	1	1	3	3	1	1
<b>R26</b>	2	1	2	1	1	1	3	3	2
<b>R27</b>	2	3	1	2	3	3	2	3	2
<b>R28</b>	3	1	1	2	3	3	1	2	2
<b>R29</b>	2	3	3	2	1	3	2	3	2
<b>R30</b>	3	2	3	3	3	1	3	2	2
<b>R31</b>	1	2	1	1	1	2	2	2	2
<b>R32</b>	2	3	3	2	2	1	2	2	2
<b>R33</b>	3	2	2	3	3	2	1	1	2
<b>R34</b>	2	3	1	2	2	2	2	1	3
<b>R35</b>	3	3	1	3	3	1	1	3	2
<b>R36</b>	3	2	2	3	3	1	3	3	2
<b>R37</b>	3	1	2	3	3	3	3	2	2

Sumber: Data Hasil Kuesioner, 2025

**UNISSULA**  
 جامعته سلطان أبوبوع الإسلامية

Dari hasil jawaban kuesioner pada **Tabel 4.8** dan **Tabel 4.9**, kemudian dilakukan pengujian validitas terhadap variabel penelitian penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) sebagai cara untuk meminimalisir banyaknya inefisiensi material (*waste material*) menggunakan IBM SPSS Statistics 26. Hasil dari pengujian validitas pada variabel penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 4.10** sebagai berikut.

**Tabel 4. 13** Hasil Uji Validitas Variabel Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Indikator/ <i>Tools</i>	Kode	rhitung		rtabel	Keterangan
A. Sistem Perencanaan Terakhir ( <i>Last Planner System</i> )	A1	0.773	>	0.325	Valid
	A2	0.663	>	0.325	Valid
	A3	0.717	>	0.325	Valid
	A4	0.815	>	0.325	Valid
	A5	0.805	>	0.325	Valid
	A6	0.796	>	0.325	Valid
B. Pemeriksaan Kualitas & Keselamatan ( <i>Fail-safe for Quality and Safety</i> )	B1	0.727	>	0.325	Valid
	B2	0.792	>	0.325	Valid
C. 5R (5S)	C1	0.610	>	0.325	Valid
	C2	0.655	>	0.325	Valid
	C3	0.690	>	0.325	Valid
	C4	0.718	>	0.325	Valid
	C5	0.571	>	0.325	Valid
	C6	0.669	>	0.325	Valid
	C7	0.701	>	0.325	Valid
D. Peningkatan Visualisasi ( <i>Increased Visualization</i> )	D1	0.845	>	0.325	Valid
	D2	0.784	>	0.325	Valid
	D3	0.826	>	0.325	Valid

	D4	0.839	>	0.325	Valid
	D5	0.706	>	0.325	Valid
E. Pertemuan Harian ( <i>Huddle Meetings</i> )	E1	0.734	>	0.325	Valid
	E2	0.778	>	0.325	Valid
	E3	0.690	>	0.325	Valid
G. Studi Jangka Pertama ( <i>First-run Studies</i> )	F1	0.669	>	0.325	Valid
	F2	0.612	>	0.325	Valid
	F3	0.750	>	0.325	Valid
	F4	0.309	<	0.325	Tidak Valid
	F5	0.554	>	0.325	Valid
	F6	0.497	>	0.325	Valid

Sumber: *Output SPSS 26, 2025*

Berdasarkan tabel uji validitas yang tercantum pada **Tabel 4.13** diatas yang terdiri dari 29 variabel penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*), didapatkan hasil sebanyak 28 variabel yang valid (96.55% dari jumlah item variabel *tools* konstruksi ramping keseluruhan) dan 1 variabel yang tidak valid (3.44% dari jumlah item variabel *tools* konstruksi ramping keseluruhan). Dikarenakan persentase item *tools* konstruksi ramping yang valid lebih besar dari persentase item *tools* konstruksi ramping yang tidak valid, maka uji reliabilitas selanjutnya dapat dilakukan. Variabel yang tidak valid tersebut terdapat pada indikator Studi Jangka Pertama (*First-run Studies*) dengan kode F4 yang dimana hasil nilai rhitungnya < rtabel, sehingga selanjutnya pengujian reliabilitas untuk variabel yang tidak valid tersebut tidak dilakukan dan uji reliabilitas hanya akan dilakukan terhadap 28 variabel yang valid.

#### 4.4. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan apabila data telah diuji validitas terlebih dahulu. Apabila data valid, maka langkah selanjutnya data dapat diuji reliabilitasnya.

Sebaliknya apabila data tidak valid, maka tidak perlu dilakukan pengujian reliabilitas. Uji reliabilitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26 dengan pendekatan nilai *Cronbach's Alpha*. Adapun kriteria dari pendekatan nilai Cronbach's Alpha adalah sebagai berikut:

- Nilai *Cronbach's Alpha*  $\geq 0.60$ , maka data reliabel.
- Nilai *Cronbach's Alpha*  $< 0.60$ , maka data tidak reliabel.

#### 4.4.1. Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Uji reliabilitas terhadap variabel penelitian jenis-jenis material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 14** Hasil Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi Material (*Waste Material*)

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.885	17

Sumber: *Output SPSS 26, 2025*

Berdasarkan tabel hasil uji reliabilitas dari 17 variabel yang valid diatas, didapatkan nilai Cronbach's Alpha lebih besar dari 0.60 yaitu sebesar 0.885 ( $0.885 > 0.60$ ). Sehingga dapat dikatakan variabel penelitian ini tergolong reliabel.

#### 4.4.2. Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Uji reliabilitas terhadap variabel faktor penyebab terjadinya inefisiensi (*waste material*) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 15** Hasil Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

<b>Reliability Statistics</b>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.941	38

Sumber: *Output SPSS 26, 2025*

Berdasarkan tabel hasil uji reliabilitas dari 38 variabel yang valid diatas, didapatkan nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0.60 yaitu sebesar 0.941 ( $0.941 > 0.60$ ). Sehingga dapat dikatakan variabel penelitian ini tergolong reliabel.

#### 4.4.3. Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Uji reliabilitas terhadap variabel penelitian penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) sebagai cara untuk meminimalisir terjadinya inefisiensi material (*waste material*) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 16** Hasil Uji Reliabilitas Variabel Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

<b>Reliability Statistics</b>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.965	28

Sumber: *Output SPSS 26, 2025*

Berdasarkan tabel hasil uji reliabilitas dari 28 variabel yang valid diatas, didapatkan nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0.60 yaitu sebesar 0.965 (0.965 > 0.60). Sehingga dapat dikatakan variabel penelitian ini tergolong reliabel.

#### 4.5. Analisis Rata-Rata (Uji *Index Mean*)

Setelah data diuji validitas dan reliabilitasnya dan didapatkan data valid dan reliabel, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata (*mean*) dari masing-masing variabel. Dari nilai rata-rata (*mean*) ini kemudian didapatkanlah urutan *ranking* dari masing-masing variabel yaitu jenis-jenis material yang dominan terjadi inefisiensi, faktor penyebabnya, dan sejauh mana penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) telah diterapkan. Perhitungan rata-rata (*mean*) dilakukan dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26 melalui pendekatan deskriptif statistik.

##### 4.5.1. Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi (*Waste Material*)

Dari perhitungan analisis nilai rata-rata (*mean*) dengan menggunakan SPSS Statistics 26, didapatkan urutan *ranking* inefisiensi material (*waste material*) sebagai berikut:

**Tabel 4. 17** Urutan *Ranking* Hasil Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Jenis-Jenis Material yang Dominan Terjadi Inefisiensi (*Waste Material*)

No.	Jenis Material	Nilai Rata-Rata ( <i>Mean</i> )	Ranking	Kategori
P8	Batu bata	3.03	1	Sedang
P7	Kayu bekisting	2.51	2	Rendah
P9	Keramik	2.49	3	Rendah
P4	Besi tulangan (ulir & polos)	2.43	4	Rendah

P17	Pipa plumbing PVC	2.41	5	Rendah
P3	Batu pecah	2.38	6	Rendah
P6	Tiang pancang ( <i>square pile</i> )	2.27	7	Rendah
P13	Cat kusen	2.16	8	Rendah
P2	Pasir	2.11	9	Rendah
P1	Semen	2.08	10	Rendah
P5	Beton	2.05	11	Rendah
P15	Gypsumboard 9 mm	1.95	12	Rendah
P14	Besi hollow plafond	1.92	13	Rendah
P11	Mortar acian	1.84	14	Rendah
P10	Kayu pintu & jendela	1.68	15	Sangat rendah
P12	Cat dinding	1.65	16	Sangat rendah
P16	Kaca pintu & jendela	1.46	17	Sangat rendah

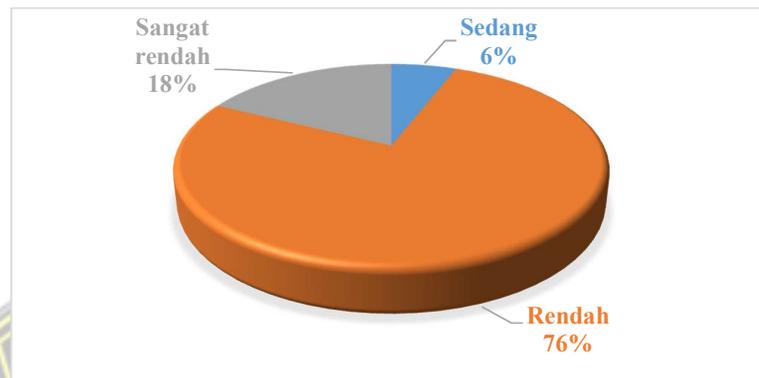
Sumber: *Output SPSS 26, 2025*

Merujuk pada **Tabel 3.2**, terdapat konversi skala dari setiap kategori/tingkatan inefisiensi material (*waste material*) dengan uraian sebagai berikut:

1. Sangat rendah (Terjadi *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 0 kali dan persentase kejadian *waste* 0%-5% dari material yang tersedia)
2. Rendah (Terjadi *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 1-2 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 6%-10% dari material yang tersedia)
3. Sedang (Terjadi *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 3-4 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 11%-15% dari material yang tersedia)
4. Tinggi (Terjadi *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 5-6 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 16%-20% dari material yang tersedia)

5. Sangat tinggi (Terjadi *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak > 6 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak >20% dari material yang tersedia)

Dari uraian berdasarkan kategori dan nilai rata-rata (*mean*) dari 17 jenis material yang tercantum pada Tabel 4.14, didapatkanlah persentase sebaran tingkatan inefisiensi material (*waste material*) sebagai berikut:



**Gambar 4. 7** Diagram Lingkaran (*Pie Chart*) Persentase Sebaran Tingkatan Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

(Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025)

Berdasarkan diagram lingkaran (*pie chart*) pada **Gambar 4.7**, terlihat mayoritas material yaitu sebanyak 13 dari 17 jenis material atau 76% dari jenis material yang digunakan keseluruhan dalam proyek konstruksi termasuk ke dalam kategori inefisiensi material (*waste material*) rendah, yang artinya diperkirakan terjadi *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 1-2 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 6%-10% dari material yang tersedia.

Pada urutan selanjutnya, yaitu sebanyak 3 dari 17 jenis material atau 18% dari jenis material yang digunakan keseluruhan termasuk ke dalam kategori inefisiensi material (*waste material*) sangat rendah, yang artinya diperkirakan terjadi *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 0 kali dan persentase kejadian *waste* 0%-5% dari material yang tersedia.

Kemudian pada urutan terakhir, sebanyak 1 dari 17 jenis material atau 6% dari jenis material yang digunakan keseluruhan termasuk ke dalam kategori inefisiensi material (*waste material*) sedang, yang artinya diperkirakan terjadi *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 3-4 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 11%-15% dari material yang tersedia.

#### 4.5.2. Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Dari perhitungan analisis nilai rata-rata (*mean*) dengan menggunakan SPSS Statistics 26, didapatkan urutan *ranking* faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) sebagai berikut:

**Tabel 4. 18** Urutan *Ranking* Hasil Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Kode	Faktor Penyebab	Rata-Rata ( <i>Mean</i> )	Ranking	Kategori
A1.	Perubahan desain	4.35	1	Sangat berpengaruh
A8.	Perubahan spesifikasi material setelah pelaksanaan pekerjaan	3.73	2	Berpengaruh
D3.	Kesalahan pada saat pelaksanaan pekerjaan yang mengakibatkan adanya pekerjaan bongkar dan perbaikan ( <i>rework &amp; repair</i> )	3.49	3	Berpengaruh
A5.	Detail gambar yang rumit	3.46	4	Berpengaruh

A4.	Revisi dan distribusi gambar yang lambat	3.43	5	Berpengaruh
B12	Sisa hasil pemotongan material yang sudah tidak bisa terpakai	3.35	6	Cukup berpengaruh
A2.	Gambar kerja yang tidak jelas	3.27	7	Cukup berpengaruh
A3.	Spesifikasi yang tidak jelas	3.22	8	Cukup berpengaruh
D6.	Terjadi penambahan jenis pekerjaan	3.16	9	Cukup berpengaruh
B10.	Penjadwalan pengiriman material yang buruk yang mengakibatkan keterlambatan material tiba dilokasi.	2.86	10	Cukup berpengaruh
B1.	Kesalahan saat pembelian material (kelebihan atau kekurangan)	2.84	11	Cukup berpengaruh
D2.	Peralatan yang tidak memadai dan tidak berfungsi dengan baik	2.78	12	Cukup berpengaruh
B11.	Material yang berserakan dilokasi pekerjaan	2.76	13	Cukup berpengaruh
E3.	Pengambilan keputusan yang lambat	2.76	13	Cukup berpengaruh

B2.	Material yang tidak sesuai spesifikasi	2.68	14	Cukup berpengaruh
E5.	Kontrol terhadap manajemen penggunaan material yang kurang	2.62	15	Cukup berpengaruh
E2.	Koordinasi yang buruk antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek	2.62	15	Cukup berpengaruh
B13.	Adanya limbah yang tidak dapat dihindari seperti kemasan material	2.62	15	Cukup berpengaruh
B4.	Pembelian material yang tidak dapat dilakukan dalam kuantitas kecil	2.62	15	Cukup berpengaruh
F3.	Kurangnya tindakan untuk melakukan pencegahan pemborosan material	2.59	16	Tidak berpengaruh
E4.	Informasi yang kurang jelas mengenai ketentuan dan persyaratan	2.57	17	Tidak berpengaruh
D1.	Metode pekerjaan yang salah/kurang tepat	2.57	17	Tidak berpengaruh
D4.	Kesalahan instruksi pekerjaan	2.57	17	Tidak berpengaruh
A6.	Ketidaklengkapan dokumen kontrak	2.54	18	Tidak berpengaruh

A7.	Kesalahan dalam dokumen kontrak	2.51	19	Tidak berpengaruh
B6.	Kualitas material mutu rendah	2.46	20	Tidak berpengaruh
B8.	Kerusakan material akibat penanganan dilokasi pekerjaan	2.43	21	Tidak berpengaruh
B7.	Penyimpanan material yang buruk yang mengakibatkan penumpukan dan kerusakan	2.35	22	Tidak berpengaruh
B3.	Tidak memperhatikan ukuran dari material yang digunakan sehingga material tidak dapat digunakan	2.32	23	Tidak berpengaruh
E1.	Perencanaan dan penjadwalan proyek yang buruk	2.32	23	Tidak berpengaruh
C6.	Kurangnya jumlah mandor & pengawas pekerjaan	2.11	24	Tidak berpengaruh
B5.	Kerusakan material saat pengiriman ( <i>packaging</i> buruk, <i>handling</i> yang kasar seperti dibanting dan dilempar)	2.11	24	Tidak berpengaruh
F2.	Kondisi lokasi/ <i>layout</i> proyek yang buruk	2.05	25	Tidak berpengaruh

C4.	Pengawasan pekerjaan yang kurang	1.86	26	Tidak berpengaruh
C5.	Kontraktor yang kurang berpengalaman	1.81	27	Tidak berpengaruh
D5.	Kecerobohan dalam mencampur dan mengolah material basah sehingga material tidak dapat digunakan kembali	1.78	28	Sangat tidak berpengaruh
C3.	Jam kerja yang tidak efektif seperti lembur yang berlebihan	1.76	29	Sangat tidak berpengaruh
B9.	Material yang hilang dilokasi akibat pencurian	1.51	30	Sangat tidak berpengaruh

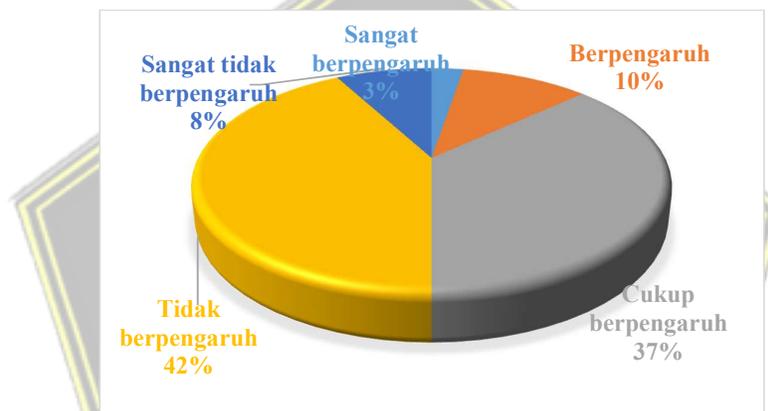
Sumber: *Output SPSS 26, 2025*

Merujuk pada **Tabel 3.3**, terdapat konversi skala dari setiap kategori/tingkatan faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) sebagai berikut:

1. Sangat tidak berpengaruh (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 0 kali dan persentase kejadian *waste* 0%-5% dari material yang tersedia)
2. Tidak berpengaruh (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 1-2 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 6%-10% dari material yang tersedia)
3. Cukup berpengaruh (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 3-4 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 11%-15% dari material yang tersedia)

4. Berpengaruh (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 5-6 kali dengan persentase kejadian waste sebanyak 16%-20% dari material yang tersedia)
5. Sangat berpengaruh (Menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak > 6 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak >20% dari material yang tersedia)

Dari uraian berdasarkan kategori dan nilai rata-rata (*mean*) dari 38 faktor penyebab yang tercantum pada **Tabel 4.15**, didapatkanlah persentase sebaran kategori faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) sebagai berikut:



**Gambar 4. 8** Diagram Lingkaran (*Pie Chart*) Persentase Sebaran Kategori Faktor Penyebab Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

(Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025)

Berdasarkan diagram lingkaran (*pie chart*) pada **Gambar 4.8**, terlihat mayoritas faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) pada penelitian ini termasuk dalam kategori tidak berpengaruh, dengan capaian persentase sebanyak 42% atau meliputi sebanyak 16 dari 38 faktor penyebab keseluruhan. Hal ini memiliki arti bahwa faktor-faktor tersebut diperkirakan menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 1-2 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 6%-10% dari material yang tersedia.

Pada urutan kedua, sebanyak 14 dari 38 faktor penyebab atau sebanyak 37% dari keseluruhan faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) pada penelitian ini termasuk dalam kategori cukup berpengaruh, yang artinya faktor-faktor tersebut diperkirakan menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 3-4 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 11%-15% dari material yang tersedia.

Pada urutan ketiga, sebanyak 4 dari 38 faktor penyebab atau sebanyak 10% dari keseluruhan faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) pada penelitian ini termasuk dalam kategori berpengaruh, yang artinya faktor-faktor tersebut diperkirakan menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 5-6 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 16%-20% dari material yang tersedia.

Pada urutan keempat, sebanyak 3 dari 38 faktor penyebab atau sebanyak 8% dari keseluruhan faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) pada penelitian ini termasuk dalam kategori sangat tidak berpengaruh, artinya faktor-faktor ini diperkirakan menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 0 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 0%-5% dari material yang tersedia.

Pada urutan kelima atau urutan terakhir, sebanyak 1 dari 38 faktor penyebab atau sebanyak 3% dari keseluruhan faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) pada penelitian ini termasuk dalam kategori sangat berpengaruh, yang artinya faktor ini diperkirakan menyebabkan terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak  $> 6$  kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak  $> 20\%$  dari material yang tersedia.

**4.5.3. Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)**

Dari perhitungan analisis nilai rata-rata (*mean*) dengan menggunakan SPSS Statistics 26, didapatkan urutan *ranking* penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 19** Urutan Ranking Hasil Analisis Rata-Rata Variabel Penelitian Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara Untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

Kode	Faktor Penyebab	Rata-Rata ( <i>Mean</i> )	<i>Ranking</i>	Kategori
C2	Ringkas ( <i>Sort</i> ): Memisahkan barang sesuai kategori	2.89	1	Kadang-kadang diterapkan
C4	Rawat ( <i>Standardize</i> ) : Menerapkan ringkas, rapi, resik menjadi standar kerja	2.76	2	Kadang-kadang diterapkan
F6	Adanya diskusi dan pembahasan tim membahas metode yang sesuai dan solusi berdasarkan kendala yang terjadi	2.73	3	Kadang-kadang diterapkan
C6	Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan	2.73	3	Kadang-kadang diterapkan
C3	Rapi ( <i>Straighten</i> ): Menyimpan barang ditempat yang mudah dijangkau	2.68	4	Kadang-kadang diterapkan

F1	Menyesuaikan metode kerja dengan kondisi dan kendala yang ditemukan	2.68	4	Kadang-kadang diterapkan
C5	Rajin ( <i>Sustain</i> ) : Membiaskan kedisiplinan	2.57	5	Jarang diterapkan
F3	Adanya pemilihan metode kerja dalam perencanaan dan menganalisis proses pekerjaan	2.54	6	Jarang diterapkan
E1	Pembahasan kerja kontraktor dengan mandor ( <i>All Foreman Meeting</i> )	2.51	7	Jarang diterapkan
C1	Resik ( <i>Shine</i> ) : Menerapkan area kerja bersih dan rapi	2.49	8	Jarang diterapkan
A4	Pembuatan rencana mingguan ( <i>Weekly Work Plan – WWP</i> )	2.41	9	Jarang diterapkan
B1	Pengecekan terhadap kualitas & kuantitas material secara berkala ( <i>Check for Quality</i> )	2.35	10	Jarang diterapkan
F2	Mengantisipasi perubahan cuaca	2.32	11	Jarang diterapkan
D2	Adanya bagan jadwal kerja dan diagram kerja ( <i>Mobile Chart</i> )	2.22	12	Jarang diterapkan

D5	Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek	2.22	12	Jarang diterapkan
D4	Adanya alur kerja yang jelas	2.19	13	Jarang diterapkan
C7	Melakukan pengawasan dan pembimbingan berdasarkan prinsip 5S kepada pekerja	2.16	14	Jarang diterapkan
D1	Adanya bagan komitmen/target kinerja dan struktur organisasi proyek ( <i>Commitment Chart</i> )	2.14	15	Jarang diterapkan
A6	Pengecekan progress mingguan	2.14	15	Jarang diterapkan
D3	Adanya bagan alur kerja disertai dengan rambu-rambu keselamatan ( <i>Safety chart</i> )	2.05	16	Jarang diterapkan
A5	Pembuatan alat ukur tercapainya target mingguan ( <i>Percent Plan Complete – PPC</i> )	2.03	17	Jarang diterapkan
F5	Adanya pengecekan dan pengukuran terhadap langkah kerja	2.03	18	Jarang diterapkan
A1	Pembuatan jadwal proyek secara keseluruhan ( <i>Master Schedule</i> )	2.03	18	Jarang diterapkan

A3	Pembuatan rencana kerja 6 mingguan ( <i>Six week Lookahead</i> )	1.92	19	Jarang diterapkan
E3	Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material	1.89	20	Jarang diterapkan
A2	Pembuatan rencana penjadwalan dimulai dari target selesai sampai waktu dimulai ( <i>Reverse Phase Scheduling – RPS</i> )	1.89	20	Jarang diterapkan
B2	Pengecekan terhadap keselamatan ( <i>Check for Safety</i> )	1.86	21	Jarang diterapkan
E2	<i>Briefing/meeting</i> dipagi hari rutin sebelum bekerja ( <i>Start of The Day Meeting</i> )	1.81	22	Jarang diterapkan

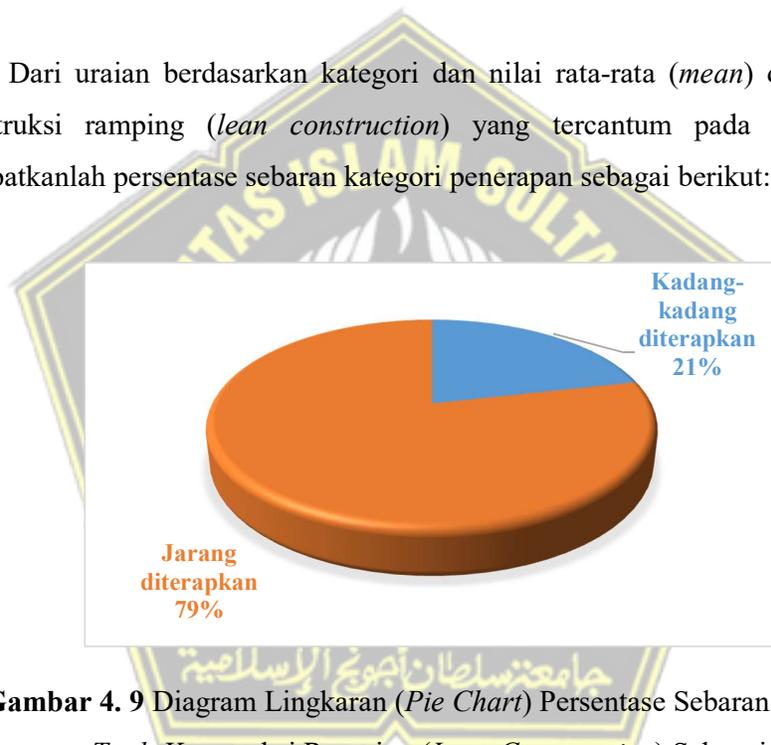
Sumber: *Output SPSS 26, 2025*

Merujuk pada **Tabel 3.4**, terdapat konversi skala dari setiap kategori/tingkatan faktor penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) dengan rincian sebagai berikut:

1. Tidak pernah diterapkan (Diterapkan untuk meminimalisir terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 0 kali dan persentase kejadian *waste* 0%-5% dari material yang tersedia)
2. Jarang diterapkan (Diterapkan untuk meminimalisir terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 1-2 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 6%-10% dari material yang tersedia)

3. Kadang-kadang diterapkan (Diterapkan untuk meminimalisir terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 3-4 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 11%-15% dari material yang tersedia)
4. Sering diterapkan (Diterapkan untuk meminimalisir terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 5-6 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 16%-20% dari material yang tersedia)
5. Sangat sering diterapkan (Diterapkan untuk meminimalisir terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak > 6 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak >20% dari material yang tersedia)

Dari uraian berdasarkan kategori dan nilai rata-rata (*mean*) dari 28 *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) yang tercantum pada **Tabel 4.16**, didapatkanlah persentase sebaran kategori penerapan sebagai berikut:



**Gambar 4. 9** Diagram Lingkaran (*Pie Chart*) Persentase Sebaran Kategori Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) Sebagai Cara untuk Meminimalisir Terjadinya Inefisiensi Material (*Waste Material*)

(Sumber: Hasil Data Kuesioner, 2025)

Berdasarkan diagram lingkaran (*pie chart*) pada **Gambar 4.9**, didapatkan mayoritas penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) pada penelitian ini berada pada kategori jarang diterapkan dengan persentase sebesar 79% atau meliputi sebanyak 22 *tools* dari 28 *tools* keseluruhan. Hal ini memiliki arti bahwa

*tools* konstruksi ramping (*lean construction*) yang tergolong dalam kategori ini diperkirakan dapat meminimalisir terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 3-4 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 11%-15% dari material yang tersedia.

Kemudian, sebanyak 21% atau meliputi 6 *tools* dari 28 *tools* penerapan konstruksi ramping (*lean construction*) keseluruhan masuk dalam kategori kadang-kadang diterapkan. Hal ini memiliki arti bahwa *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) yang tergolong dalam kategori ini diperkirakan dapat meminimalisir terjadinya *waste material* dengan frekuensi kejadian sebanyak 1-2 kali dengan persentase kejadian *waste* sebanyak 6%-10% dari material yang tersedia

#### **4.6. Analisis Korelasi Spearman Rank**

Analisis korelasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 26 untuk mencari hubungan atau korelasi antara frekuensi jenis material yang mengalami inefisiensi (*waste material*) dengan penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) sebagai cara untuk meminimalisir terjadinya inefisiensi (*waste material*).

Berdasarkan pengolahan dengan menggunakan SPSS, hasil analisis korelasi penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) yang berpengaruh atau memiliki signifikansi terhadap frekuensi jenis material yang mengalami inefisiensi (*waste material*) dapat diringkas dalam **Tabel 4.15** sebagai berikut:

**Tabel 4. 20** Hasil Analisis Korelasi *Spearman Rank* Penerapan *Tools* Konstruksi Ramping (*Lean Construction*) yang Berpengaruh Terhadap Jenis Material yang Mengalami Inefisiensi (*Waste Material*)

<b>Tools Konstruksi Ramping (Lean Construction)</b>		<b>Material</b>		<b>Nilai Signifikasi (sig. &lt; 0.05)</b>	<b>Koefisien Korelasi</b>
A3	Pembuatan rencana kerja 6 mingguan ( <i>Six-week lookahead</i> )	P12	Cat Dinding	0.039	-0.341
A5	Pembuatan alat ukur tercapainya target mingguan ( <i>Percent plan complete – PPC</i> )	P1	Semen	0.010	-0.416
		P7	Kayu bekisting	0.037	-0.344
		P8	Batu bata	0.013	-0.404
		P11	Mortar acian	0.026	-0.366
B2	Pengecekan terhadap keselamatan ( <i>Check for safety</i> )	P1	Semen	0.035	-0.348
C7	Melakukan pengawasan dan pembimbingan berdasarkan prinsip 5S kepada pekerja	P4	Besi tulangan	0.044	-0.333
		P9	Keramik	0.010	-0.416
D1	Adanya bagan komitmen/target kinerja dan struktur organisasi proyek ( <i>Commitment chart</i> )	P2	Pasir	0.011	-0.415
		P4	Besi tulangan	0.035	-0.348
		P7	Kayu bekisting	0.047	-0.328
		P8	Batu bata	0.017	-0.390

D3	Adanya bagan alur kerja disertai dengan rambu-rambu keselamatan ( <i>Safety chart</i> )	P1	Semen	0.002	-0.493
		P2	Pasir	0.003	-0.479
		P4	Besi tulangan	0.001	-0.541
		P5	Beton	0.013	-0.404
		P6	Tiang pancang ( <i>square pile</i> )	0.008	-0.431
		P11	Mortar acian	0.000	-0.550
		P12	Cat dinding	0.001	-0.521
D4	Adanya alur kerja yang jelas	P12	Cat dinding	0.005	-0.451
E2	<i>Briefing/meeting</i> dipagi hari rutin sebelum bekerja ( <i>Start of the day meeting</i> )	P1	Semen	0.022	-0.375
		P4	Besi tulangan	0.041	-0.338
		P5	Beton	0.025	-0.367
		P8	Batu bata	0.013	-0.404
		P11	Mortar acian	0.000	-0.547
		P12	Cat dinding	0.016	-0.395
		P15	Gypsumboard 9 mm	0.018	-0.386
		P17	Pipa plumbing PVC	0.003	-0.473

F5	Adanya pengecekan dan pengukuran terhadap langkah kerja	P6	Tiang pancang ( <i>square pile</i> )	0.045	-0.332
----	---	----	--------------------------------------	-------	--------

Sumber: *Output SPSS 26, 2025*

Berdasarkan **Tabel 4.20**, *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) yang berpengaruh paling signifikan atau yang memiliki koefisien korelasi terbesar terhadap material yang mengalami inefisiensi adalah penerapan *tools* adanya bagan alur kerja disertai dengan rambu-rambu keselamatan (*safety chart*) terhadap material mortar acian, dengan koefisien korelasi sebesar -0.550. Koefisien korelasi pada *tools* ini tergolong dalam kategori cukup kuat dan memiliki arah negatif, artinya semakin diterapkan *tools* ini, maka akan semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi material mortar acian.

Sedangkan, urutan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) yang berpengaruh secara signifikan terhadap jenis-jenis material yang mengalami inefisiensi secara berurutan berdasarkan banyaknya material yang terpengaruh & besaran nilai koefisien korelasi adalah sebagai berikut:

1. *Briefing/Meeting* Dipagi Hari Rutin Sebelum Bekerja (*Start of The Day Meeting*)

*Tools* ini berdasarkan hasil korelasi *spearman rank* berpengaruh secara signifikan terhadap 8 (delapan) jenis material dengan urutan dari yang memiliki korelasi cukup kuat ke korelasi lemah berturut-turut meliputi mortar acian dengan koefisien korelasi sebesar -0.547 (cukup kuat), pipa plumbing PVC dengan koefisien korelasi sebesar -0.473 (cukup kuat), batu bata dengan koefisien korelasi sebesar -0.404 (cukup kuat), cat dinding dengan koefisien korelasi sebesar -0.395 (lemah), gympsumboard 9 mm dengan koefisien korelasi sebesar -0.386 (lemah), semen dengan koefisien korelasi sebesar -0.375 (lemah), beton dengan koefisien korelasi sebesar -0.367 (lemah), dan besi tulangan dengan koefisien korelasi sebesar -0.338 (lemah). Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools* ini, maka semakin berpengaruh terhadap

berkurangnya inefisiensi masing-masing material yang disini meliputi 8 (delapan) jenis material.

2. Adanya Bagan Alur Kerja Disertai dengan Rambu-Rambu Keselamatan (*Safety Chart*)

*Tools* ini berdasarkan hasil korelasi *spearman rank* berpengaruh secara signifikan terhadap 7 (tujuh) jenis material dengan urutan yang memiliki korelasi cukup kuat berturut-turut meliputi mortar acian dengan koefisien korelasi sebesar -0.550 (cukup kuat), besi tulangan dengan koefisien korelasi sebesar -0.541 (cukup kuat), cat dinding dengan koefisien korelasi sebesar -0.521 (cukup kuat), semen dengan koefisien korelasi sebesar -0.493 (cukup kuat), pasir dengan koefisien korelasi sebesar -0.479 (cukup kuat), tiang pancang (*square pile*) dengan koefisien korelasi sebesar -0.431 (cukup kuat), dan beton dengan koefisien korelasi sebesar -0.404 (cukup kuat). Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools* ini, maka semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi masing-masing material yang disini meliputi 7 (delapan) jenis material.

3. Pembuatan Alat Ukur Tercapainya Target Mingguan (*Percent Plan Complete – PPC*)

*Tools* ini berdasarkan hasil korelasi *spearman rank* berpengaruh secara signifikan terhadap 4 (empat) jenis material dengan urutan yang memiliki korelasi cukup kuat ke korelasi lemah berturut-turut meliputi semen dengan koefisien korelasi sebesar -0.416 (cukup kuat), batu bata dengan koefisien korelasi sebesar -0.404 (cukup kuat), mortar acian dengan koefisien korelasi sebesar -0.366 (lemah), dan kayu bekisting dengan koefisien korelasi sebesar -0.344 (lemah). Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools* ini, maka semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi masing-masing material yang disini meliputi 4 (empat) jenis material.

4. Adanya Bagan Komitmen/Target Kinerja dan Struktur Organisasi Proyek  
(*Commitment Chart*)

*Tools* ini berdasarkan hasil korelasi *spearman rank* berpengaruh secara signifikan terhadap 4 (empat) jenis material dengan urutan yang memiliki korelasi cukup kuat ke korelasi lemah berturut-turut meliputi pasir dengan koefisien korelasi sebesar -0.415 (cukup kuat), batu bata dengan koefisien korelasi sebesar -0.390 (lemah), besi tulangan dengan koefisien korelasi sebesar -0.348 (lemah), dan kayu bekisting dengan koefisien korelasi sebesar -0.328 (lemah). Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools* ini, maka semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi masing-masing material yang disini meliputi 4 (empat) jenis material. Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools* ini, maka semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi masing-masing material yang disini meliputi 4 (empat) jenis material.

5. Melakukan Pengawasan dan Pembimbingan Berdasarkan Prinsip 5S Kepada Pekerja

*Tools* ini berdasarkan hasil korelasi *spearman rank* berpengaruh secara signifikan terhadap 2 (dua) jenis material dengan urutan yang memiliki korelasi cukup kuat ke korelasi lemah meliputi keramik dengan koefisien korelasi sebesar -0.416 (cukup kuat) dan besi tulangan dengan koefisien korelasi sebesar -0.333 (lemah). Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools* ini, maka semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi masing-masing material yang disini meliputi 2 (dua) jenis material.

6. Adanya Alur Kerja yang Jelas

*Tools* ini berdasarkan hasil korelasi *spearman rank* berpengaruh secara signifikan terhadap 1 (satu) jenis material dengan kategori korelasi cukup kuat yaitu material cat dinding dengan koefisien korelasi sebesar -0.451. Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools*

ini, maka semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi material yang disini meliputi 1 (satu) jenis material.

7. Pengecekan Terhadap Keselamatan (*Check for Safety*)

*Tools* ini berdasarkan hasil korelasi *spearman rank* berpengaruh secara signifikan terhadap 1 (satu) jenis material dengan kategori korelasi lemah yaitu material semen dengan koefisien korelasi sebesar -0.348. Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools* ini, maka semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi material yang disini meliputi 1 (satu) jenis material.

8. Pembuatan Rencana Kerja 6 Mingguan (*Six-Week Lookahead*)

*Tools* ini berdasarkan hasil korelasi *spearman rank* berpengaruh secara signifikan terhadap 1 (satu) jenis material dengan kategori korelasi lemah yaitu material cat dinding dengan koefisien korelasi sebesar -0.341. Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools* ini, maka semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi material yang disini meliputi 1 (satu) jenis material.

9. Adanya Pengecekan dan Pengukuran Terhadap Langkah Kerja

*Tools* ini berdasarkan hasil korelasi *spearman rank* berpengaruh secara signifikan terhadap 1 (satu) jenis material dengan kategori korelasi lemah yaitu material tiang pancang (*square pile*) dengan koefisien korelasi sebesar -0.332. Nilai koefisien korelasi yang berbentuk negatif memiliki arti bahwa semakin diterapkannya *tools* ini, maka semakin berpengaruh terhadap berkurangnya inefisiensi material yang disini meliputi 1 (satu) jenis material.

## BAB V

### KESIMPULAN & SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menyebarkan kuesioner mengenai inefisiensi material (*waste material*), faktor penyebabnya serta cara untuk meminimalisirnya berdasarkan penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Material yang dominan terjadi inefisiensi (*waste material*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam adalah material batu bata. Hal ini ditunjukkan dari nilai rata-rata (*mean*) tertinggi diantara 17 (tujuh belas) jenis material lain yaitu sebesar 3.03 dan termasuk dalam kategori inefisiensi sedang.
2. Faktor penyebab terjadinya inefisiensi material (*waste material*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam yang signifikan termasuk dalam kategori sangat berpengaruh dan berpengaruh. Pada kategori sangat berpengaruh yaitu faktor perubahan desain dengan nilai rata-rata sebesar 4.35. Kemudian yang termasuk dalam kategori berpengaruh meliputi faktor perubahan spesifikasi material setelah pelaksanaan pekerjaan dengan nilai rata-rata sebesar 3.73, faktor kesalahan pada saat pelaksanaan pekerjaan yang mengakibatkan adanya pekerjaan bongkar dan perbaikan (*rework & repair*) dengan nilai rata-rata sebesar 3.49, faktor detail gambar yang rumit dengan nilai rata-rata sebesar 3.46, dan faktor revisi dan distribusi gambar yang lambat dengan nilai rata-rata sebesar 3.43.
3. Penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) pada Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam secara garis besar termasuk dalam kategori jarang diterapkan dengan persentase sebesar 79% (22 dari 28 *tools*).
4. Penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) yang memiliki koefisien korelasi tertinggi atau yang memiliki kekuatan pengaruh paling

besar terhadap berkurangnya inefisiensi material adalah dengan menerapkan *tools* adanya bagan alur kerja disertai dengan rambu-rambu keselamatan (*safety chart*) terhadap material mortar acian dengan nilai koefisien korelasi sebesar -0.550. Sedangkan untuk penerapan *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) yang berpengaruh untuk mengurangi jenis-jenis inefisiensi material (*waste material*) dengan jumlah material terbanyak adalah dengan menerapkan *tools briefing/meeting* dipagi hari rutin sebelum bekerja (*start of the day meeting*), yang dimana *tools* ini mempengaruhi sebanyak 8 (delapan) jenis material yang meliputi material secara berurutan yaitu mortar acian dengan koefisien korelasi sebesar -0.547, pipa plumbing PVC dengan koefisien korelasi sebesar -0.473, batu bata dengan koefisien korelasi -0.404, cat dinding dengan koefisien korelasi sebesar -0.395, gypsumboard 9 mm dengan koefisien korelasi sebesar -0.386, semen dengan koefisien korelasi sebesar -0.375, beton dengan koefisien korelasi sebesar -0.367, dan besi tulangan dengan koefisien korelasi sebesar -0.338.

## 5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian diatas, disarankan untuk *tools* konstruksi ramping (*lean construction*) lebih ditingkatkan penerapannya secara disiplin dan konsisten pada pelaksanaan Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam. Meskipun secara garis besar inefisiensi material (*waste material*) pada proyek ini mayoritas tergolong rendah, diharapkan dengan penerapan konstruksi ramping (*lean construction*) tetap dijalankan karena untuk penerapan *tools*-nya sendiri mayoritas masih tergolong jarang diterapkan.

Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi yang bermanfaat terutama bagi tim kontraktor Proyek Pengembangan Kawasan Desa Alam, Kota Batam untuk menindaklanjuti dalam rangka mengurangi inefisiensi material (*waste material*). Selain itu, pada penelitian ini, peneliti ingin memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini secara keseluruhan didasarkan kepada hasil jawaban responden terhadap kuesioner yang disebarkan sehingga untuk menunjang jawaban dan respon yang terkumpul dari responden diperlukan adanya

penelitian lebih lanjut untuk memperkuat hasil penelitian seperti melakukan observasi atau melakukan perhitungan material secara langsung yang terjadi dilapangan untuk mengetahui seberapa banyak material yang terjadi inefisiensi (*waste material*).

2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan terhadap objek selain bangunan gedung seperti infrastruktur dan drainase kawasan untuk analisa secara keseluruhan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Allo, R. I. G., Bhaskara, A. (2022). Analisis *Waste Material* Dengan Penerapan *Lean Construction*. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 343-355. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i2.4494>
- Alwi, S., Hampson, K., Mohamed, S. (2002). *Waste in The Indonesian Construction Projects*. Proceedings of the 1st CIB-W107 International Conference – Creating Sustainable Construction Industry in Developing Countries (pp. 305-315). <https://eprints.qut.edu.au/4163/>
- Apni, N., Puspasari, V. H. (2019). Faktor-Faktor Penyebab *Construction Waste* Pada Proyek Konstruksi di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknika*, 3(1), 31-42. <https://doi.org/10.52868/jt.v3i1.1328>
- Arikunto, Suharsimi. (2013). *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik (Edisi Revisi)*. Rineka Cipta.
- Bossink, B. A. G., Brouwers, H. J. H. (1996). *Construction Waste : Quantification and Source Evaluation*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 122(1), 55-60. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1996\)122:1\(55\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1996)122:1(55))
- Bruantama, D. M., Pontan, D. (2023). Identifikasi *Waste Material* dan Faktor Penyebab Timbulnya Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 1(2), 396-401. <https://doi.org/10.25105/jrltb.v1i2.17993>
- Devia, Y.P., Unas, S. E., Safrianto, R.W., Nariswari, W. (2010). Identifikasi Sisa Material Konstruksi Dalam Upaya Memenuhi Bangunan Berkelanjutan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4(3), 195-203. <https://rekayasasipil.ub.ac.id/index.php/rs/article/view/173>

Faulida, A. C. R. (2022). *Evaluasi Inefisiensi Dengan Penerapan Konstruksi Ramping Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Muhammadiyah Semarang*. (Skripsi, Universitas Tidar).

Gavilan, R. M., Bernold, E. (1994). *Source Evaluation of Solid Waste in Building Construction*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 120(3), 536-552. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1994\)120:3\(536\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1994)120:3(536))

Hadiman, H., Hatmoko, J. U. D., Kristiani, F. (2014). *Evaluasi Waste Pada Proyek Gedung di Wilayah Semarang*. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 1120-1135. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/7733>

Herdiyanto, M. R. (2018). *Analisis Pemborosan Material Pekerjaan Arsitektural Pada Pembangunan Konstruksi Rumah Tinggal*. (Skripsi, Universitas Islam Indonesia). <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/11969>

Iswinarno, N. M. (2017). *Analisis Pemborosan Material (Material Waste) Pada Proyek Bangunan Gedung Bertingkat di Daerah Istimewa Yogyakarta* (Skripsi, Universitas Islam Indonesia). <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/36557>

Kurniawan, H. A. (2022). *Studi Penerapan Construction Waste Management Dalam Meminimalkan Sisa Material Konstruksi*. (Skripsi Universitas Tidar).

Kusuma, D. P. A. (2019). *Implementasi Lean Construction Untuk Meminimalkan Waste Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Kejaksaan Tinggi Riau)*. (Skripsi, Universitas Islam Riau). <http://repository.uir.ac.id/id/eprint/9284>

Lubis, A. K. (2021). *Evaluasi Waste Konstruksi Pada Proyek di Pekanbaru*. (Skripsi, Universitas Islam Riau). <http://repository.uir.ac.id/id/eprint/8501>

Mudzakir, A.C., Setiawan, A., Wibowo, M., Khasani, R.R. (2017). Evaluasi *Waste* dan Implementasi *Lean Construction* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 145-158. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/16261>

Mulianah, S., Tjalla, A., Mahdiyah,. (2024). Analisis Spearman Rank pada Persepsi Civitas Akadmik Tentang Pelaksanaan dan Dampak Program MBKM. *Reslaj : Religion Eduction Social Laa Roiba Journal*, 6(3), 2246-2254.

Pertiwi, I. M., Herlambang, F. S., Kristinayanti, W. S. (2019). Analisis *Waste Material* Konstruksi Pada Proyek Gedung (Studi Kasus Pada Proyek Gedung di Kabupaten Badung). *Jurnal Simetrik*, 9(1), 185. <https://doi.org/10.31959/js.v9i1.204>

Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Deepublish.

Rinengga B. A., Trisiana, A. Widiarti, W. Y. (2024). Perhitungan *Waste Material* Pada Proyek Pembangunan Gedung ICU RS Ngudi Waluyo Blitar. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 8(1), 15-25. <https://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/119954>

Roflin, E., Rohana., Riana, F. (2022). *Analisis Korelasi dan Regresi*. Penerbit NEM.

Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. (Jilid 1, edisi ke-2). Erlangga.

Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

Sulistio, H., Waty, M. (2021). Kerugian Kontraktor Akibat Waste Material Proyek Konstruksi Gedung Beringkat. *Jurnal PADURAKSA*, 10(1), 84-98. <https://doi.org/10.22225/pd.10.1.2385.84-98>

Tamallo, M. G., Nursin, A. (2020). Evaluasi *Non-Physical Waste* Dengan *Lean Construction* Pada Proyek Gedung Sanggala. *Jurnal Prokons*, 14(2), 61-67. <https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/PROKONS/article/view/5353>

Widianto, Wahyu. (2013). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi

