

TESIS

ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG

**(Studi Kasus: Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil**



Disusun Oleh:

GEYS ALI

21914010

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL-PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2024**

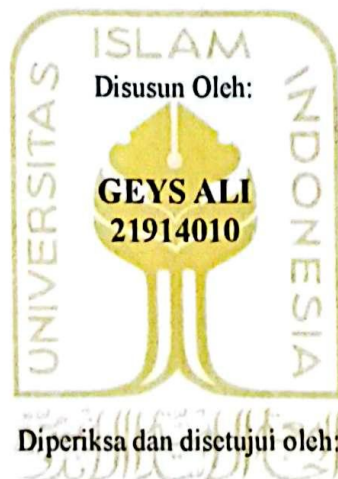
HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

ANALISIS *WASTE* MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG

(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil



Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M.

Dosen pembimbing

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG

(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta)

Disusun Oleh:

GEYS ALI
21914010

Telah diuji di depan Dewan Penguji
pada tanggal 04 September 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

**Ir. Fitri Nugraheni, S.T.,
M.T., Ph.D., IP-M.**

**Dr. Ir. Taufik Dwi L., ST.,
MT., IP-M.**

**Albani Musyafa, S.T., M.T.,
Ph.D.**

Yogyakarta, 05 FEB 2025

Universitas Islam Indonesia
Program Studi Teknik Sipil – Program Magister
Ketua Program,



(**Dr. Ir. Sri Amni Yuni Astuti, M.T.**)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program "Software" komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



Geys Ali

21914010

LEMBAR DEDIKASI

Tesis ini saya dedikasikan untuk kedua orang tua saya, Bapak Alm. Ali Karamah dan Ibu Khofifah serta kakak saya Meta Bakhite, Husni Mubarraq, Vikram, Ana Fatimah, dan Zakky Shouroff, serta Yumna, Salameh, dan Fahad Selaku kemenakan. Terima kasih telah mendidik dan selalu memberikan segala yang terbaik untuk hidup saya, selalu mendukung segala tujuan baik yang ingin saya capai, serta senantiasa mendoakan saya. Kalian adalah alasan saya untuk selalu berusaha menjadi pribadi yang lebih baik.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada teman-teman Manajemen Konstruksi Angkatan 2021 yang telah berbagi ilmu, tumbuh dan berkembang bersama selama masa kuliah. Semoga silaturahmi terus terjalin dan kesuksesan selalu menyertai kita.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta selawat kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga Tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Magister pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan Tesis ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat kritik, saran, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Tesis ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan hal tersebut, ucapan terima kasih yang tulus disampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M. selaku Dosen Pembimbing Tesis yang telah banyak memberikan inspirasi, motivasi, serta bimbingan selama Tesis ini berlangsung.
3. Bapak Dr. Ir. Taufik Dwi Laksono, ST., MT., IP-M. selaku Dosen Penguji I. Terima kasih atas ilmu, masukan, dan arahnya kepada penulis selama penyusunan Tesis ini.
4. Bapak Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji II. Terima kasih atas ilmu, masukan, dan arahnya kepada penulis selama penyusunan Tesis ini.
5. Bapak Erwan Dwi U., S.T., bapak Dimas Nur Adi Saabara, S.T., bapak Gunawan Sigit P., S.T., Bapak Ir. Arvi Zulham, S.T., IP-M., ASEAN Eng., dan Bapak Ir. Dwi Yulianto, S.T., IP-M., selaku responden dalam penelitian ini.
6. PT. Elcentro Engineering Consultant, selaku Perusahaan yang sudah memberikan izin kepada penulis dalam observasi dan pengambilan data penelitian.
7. Pihak-pihak lain yang berkontribusi dalam menyelesaikan Tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tesis ini masih sangat jauh dari kata sempurna, karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Tesis ini sangat diharapkan. Akhir kata semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan mencari referensi dalam penelitian ini. Tidak lupa permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kurang sempurnanya Tesis ini.

Yogyakarta, Oktober 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Geys Ali', with a long horizontal line extending to the left.

Geys Ali

21914010

DAFTAR ISI

TESIS	i
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR DEDIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ARTI NOTASI	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Definisi	6
2.2. Tinjauan Penelitian	6
2.2.1. Analisis Potensi Pemborosan Material dan Solusi Penanganannya pada Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus: Proyek Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan)	6
2.2.2. <i>Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study Construction Project in Indonesia</i>	7
2.2.3. Penerapan <i>Lean Construction</i> pada Proyek Perumahan terhadap Waste Material	7

2.2.4. Analisis Penerapan <i>Lean Warehouse</i> untuk Meminimalisir Waste Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> dan <i>Fishbone Diagram</i>	8
2.2.5. Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan <i>Fishbone Diagram</i> pada Proyek Pembangunan Rumah Tipe 72/125 di Perumahan Sawangan Permai	9
2.3. Perbandingan Penelitian	9
2.4. Kebaruan Penelitian	13
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1. Konstruksi Ramping	14
3.1.1. Definisi Konstruksi Ramping	14
3.1.2. Tujuan Konstruksi Ramping	14
3.1.3. Prinsip Konstruksi Ramping	15
3.1.4. Nilai Dalam Konstruksi Ramping	15
3.2. <i>Waste Construction</i>	16
3.2.1. Pengertian <i>Waste Construction</i>	16
3.2.2. <i>Waste</i> Material Konstruksi Pekerjaan Struktural	17
3.2.3. Faktor <i>Waste</i>	18
3.2.4. Analisis <i>Waste</i> Material	22
3.2.5. Hirarki Pengendalian <i>Waste</i>	23
3.2.6. Jenis <i>Waste</i>	25
3.3. Konstruksi Gedung	27
3.3.1. Definisi Konstruksi Gedung	27
3.3.2. Kegiatan Konstruksi Gedung	27
3.3.3. Pekerjaan Struktur	28
3.3.4. Komponen Struktur	29
3.4. Konsep Pareto	31
3.4.1. Definisi Konsep Pareto	31
3.4.2. Fungsi Konsep Pareto	33
3.4.3. Sistematika Konsep Pareto	34
3.5. <i>Cause Effect Diagram</i> (CED)	35
3.5.1. Definisi <i>Cause Effect Diagram</i>	35
3.5.2. Fungsi <i>Cause Effect Diagram</i>	37

3.5.3. Tahapan <i>Cause Effect Diagram</i>	38
3.6. Kepemimpinan	38
3.6.1. Definisi Kepemimpinan	38
3.6.2. Sejarah dan Perkembangan Kepemimpinan	39
3.6.3. Teori Kepemimpinan	40
3.6.4. Manajer Proyek	41
3.6.5. Kompetensi Manajer Proyek	41
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	46
4.1. Kerangka Pemikiran	46
4.2. Strategi Penelitian	46
4.3. Metode Penelitian	48
4.4. Jenis dan Sifat Penelitian	49
4.5. Subjek dan Objek Penelitian	50
4.5.1. Subjek Penelitian	50
4.5.2. Objek Penelitian	51
4.6. Variabel Penelitian	51
4.6.1. Variabel Bebas	51
4.6.2. Variabel Terikat	52
4.7. Data Penelitian	52
4.7.1. Data Primer	52
4.7.2. Data Sekunder	53
4.8. Teknik Pengumpulan Data	53
4.9. Instrumen Penelitian	54
4.9.1. Uji Validitas	54
4.9.2. Uji Reliabilitas	55
4.10. Tahapan Penelitian	55
4.11. Bagan Alir Penelitian	57
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	59
5.1. Gambaran Umum Proyek	59
5.1.1. Profil Proyek	59
5.1.2. Lokasi Proyek	59
5.2. Pengumpulan dan Analisis Data	60

5.2.1. Pengumpulan Data Sekunder	60
5.2.2. Analisis Pareto	63
5.2.3. Identifikasi <i>Waste Material</i>	67
5.2.4. Faktor Penyebab <i>Waste Material</i>	68
5.2.5. Pengendalian <i>Waste Material</i>	79
5.3. Pembahasan	90
5.3.1. Pekerjaan Dominan	90
5.3.2. Indikator Faktor <i>Waste Material</i>	92
5.3.3. Tindakan Pengendalian <i>Waste Material</i>	95
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	99
6.1. Kesimpulan	99
6.2. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya	10
Tabel 4.1 Strategi Penelitian	47
Tabel 4.2 Strategi Penelitian Saat Ini	47
Tabel 4.3 Kriteria Responden	55
Tabel 5.1 Rekapitulasi Kebutuhan Material	61
Tabel 5.2 Rekapitulasi <i>Monitoring</i> Material	61
Tabel 5.3 Rekapitulasi <i>Progress Report</i> Mingguan	62
Tabel 5.4 Volume <i>Waste</i> Material	64
Tabel 5.5 Bobot <i>Waste</i> Material	65
Tabel 5.6 Bobot <i>Waste</i> Material	66
Tabel 5.7 Kesesuaian Kriteria Responden	67
Tabel 5.8 Penyebab <i>Waste</i> Material	68
Tabel 5.9 Faktor <i>Waste</i> Material	69
Tabel 5.10 Verifikasi Faktor <i>Waste</i> Material Responden 1	69
Tabel 5.11 Verifikasi Faktor <i>Waste</i> Material Responden 2	70
Tabel 5.12 Verifikasi Faktor <i>Waste</i> Material Responden 3	71
Tabel 5.13 Verifikasi Faktor <i>Waste</i> Material Responden 4	72
Tabel 5.14 Verifikasi Faktor <i>Waste</i> Material Responden 5	74
Tabel 5.15 Rekapitulasi Verifikasi Faktor <i>Waste</i> Material	75
Tabel 5.16 Tindakan Pengendalian <i>Waste</i> Material Responden 1	79
Tabel 5.17 Tindakan Pengendalian <i>Waste</i> Material Responden 2	80
Tabel 5.18 Tindakan Pengendalian <i>Waste</i> Material Responden 3	82
Tabel 5.19 Tindakan Pengendalian <i>Waste</i> Material Responden 4	83
Tabel 5.20 Tindakan Pengendalian <i>Waste</i> Material Responden 5	84
Tabel 5.21 Rekapitulasi Tindakan Pengendalian <i>Waste</i> Material	85
Tabel 5.22 Indikator Faktor <i>Waste</i> Material	93
Tabel 5.23 Rekapitulasi Tindakan Pengendalian <i>Waste</i> Material	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pertumbuhan Konstruksi Gedung di Indonesia	1
Gambar 3.1 Hirarki Pengendalian <i>Waste</i>	23
Gambar 3.2 Diagram Pareto	35
Gambar 3.3 Ishikawa diagram/ <i>fishbone</i> diagram	37
Gambar 3. 4 PMI <i>Talent Triangle</i>	42
Gambar 4.1 Kerangka Pemikiran	46
Gambar 4.2. Bagan Alir Penelitian	58
Gambar 5.1 Lokasi Penelitian	60
Gambar 5. 2 Analisis Konsep Pareto	63
Gambar 5.3 <i>Cause Effect Diagram Waste of Overproduction</i>	76
Gambar 5.4 <i>Cause Effect Diagram Waste of Defects</i>	76
Gambar 5.5 <i>Cause Effect Diagram Waste of Material Movement</i>	77
Gambar 5.6 <i>Cause Effect Diagram Waste of Processing</i>	78
Gambar 5.7 <i>Cause Effect Diagram Waste of Inventory</i>	78
Gambar 5.8 Diagram Pareto	90
Gambar 5.9 Denah <i>Sloof</i> 1 Lantai 1 dan Detail Tangga Lantai 1	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Bill of Quantity</i>	L-1
Lampiran 2 Daftar Volume Pekerjaan	L-16
Lampiran 3 Rekapitulasi Kebutuhan Material	L-20
Lampiran 4 Penggunaan Material	L-21
Lampiran 5 Rekapitulasi Penggunaan Material	L-21
Lampiran 6 Realisasi Material Perperiode	L-22
Lampiran 7 Monitoring Material Pekerjaan Struktur	L-27
Lampiran 8 Koefisien Material	L-30
Lampiran 9 Rekapitulasi Faktor Penyebab	L-31
Lampiran 10 Rekapitulasi Faktor Penyebab	L-33
Lampiran 11 Rekapitulasi Pengendalian <i>Waste</i> Material	L-35
Lampiran 12 Lembar Konsultasi Wawancara	L-38
Lampiran 13 Surat Selesai Penelitian	L-40
Lampiran 14 Dokumentasi	L-41
Lampiran 15 Lembar Konsultasi Tesis	L-44

ARTI NOTASI

BoQ	= <i>Bill of Quantities</i>
CED	= <i>Cause Effect Diagram</i>
E-DOWNTIME	= <i>Environmental, Health, and Safety, Defect, Overproduction, Waiting, Not Utilizing Employees knowledge, skills and abilities, Transportation, Inventory, Motion, dan Excces Processing</i>
EHS	= <i>Environmental Health, and Safety</i>
MEP	= <i>Mechanical Electrical Plumbing</i>
PCE	= <i>Process Efficiency Cycle</i>
SKA	= <i>Sertifikat Keterangan Ahli</i>
TIMWOOD	= <i>Transportation, Inventory, Motion, Waiting, Overproduction, Overprocessing, dan Defects</i>
TL	= <i>Team Leader</i>
TPA	= <i>Tempat Pembuangan Akhir</i>
VAS	= <i>Value Added Service</i>
VSM	= <i>Value Stream Mapping</i>
WAM	= <i>Waste Assessment Model</i>

ABSTRAK

Pertumbuhan konstruksi bangunan gedung mengalami pertumbuhan dari tahun 2021-2023, pertumbuhan industri konstruksi tersebut perlu diimbangi dengan upaya manajemen dalam setiap tahapannya guna mengurangi terjadinya pemborosan pada setiap aktivitasnya, salah satu perkembangan upaya manajemen pada industri konstruksi adalah konstruksi ramping, dimana konstruksi ramping merupakan suatu keputusan dalam kegiatan konstruksi dengan memperhatikan penggunaan sumber daya guna mengurangi potensi timbulnya *waste material*, dampak dari *waste material* dapat menyebabkan kerugian dari segi biaya pada pelaksana konstruksi

Metode yang digunakan untuk mengetahui jenis material yang dominan adalah konsep Pareto. Konsep Pareto merupakan suatu konsep statistika yang kerap digunakan dalam ilmu manajemen untuk mencari apa saja kategori utama yang mempunyai dampak signifikan terhadap suatu masalah.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapat material yang dominan menghasilkan *waste material* pada pekerjaan bekisting, pembesian dan pembetonan *site mix*. Indikator *waste material* desain, pengadaan, pelaksanaan, dan lainnya. Adapun untuk tindakan yang dilakukan dalam meminimalisir terjadinya *waste material* terdiri dari 4 tindakan pengendalian *waste material* sebanyak 52 pengendalian yakni *reduce waste* sebanyak 48 tindakan pengendalian, *reuse waste* sebanyak 4 tindakan pengendalian, dan tidak terdapat pengendalian *recycle waste* dan *disposal waste*.

Kata Kunci: *Waste Material*, Pekerjaan Struktur, Konstruksi, Pareto

ABSTRACT

The growth of building construction increased from 2021-2023. In order to cut the waste in every step of the building process, management initiatives at every level must go hand in hand with the industry's growth. One of the management innovations in the construction industry is lean construction. Lean construction is an approach to construction activities that considers the use of resources to reduce the potential for waste material. The impact of waste material may result in financial losses for construction practitioners.

The method used to determine the most dominant type of material is the Pareto method. The Pareto concept is a statistical concept that is often used in management science to find out what are the main categories that have a significant impact on a problem.

Based on the results of the research conducted, it was found that the most dominant material producing waste material in formwork work, site mix ironing and concreting. Indicators of material waste design, procurement, implementation, and others. As for the actions taken to minimize the occurrence of material waste, it consists of 4 material waste control measures as many as 52 controls, namely reduce waste as many as 48 control actions, reuse waste as many as 4 control actions, and there is no recycle waste and waste disposal control.

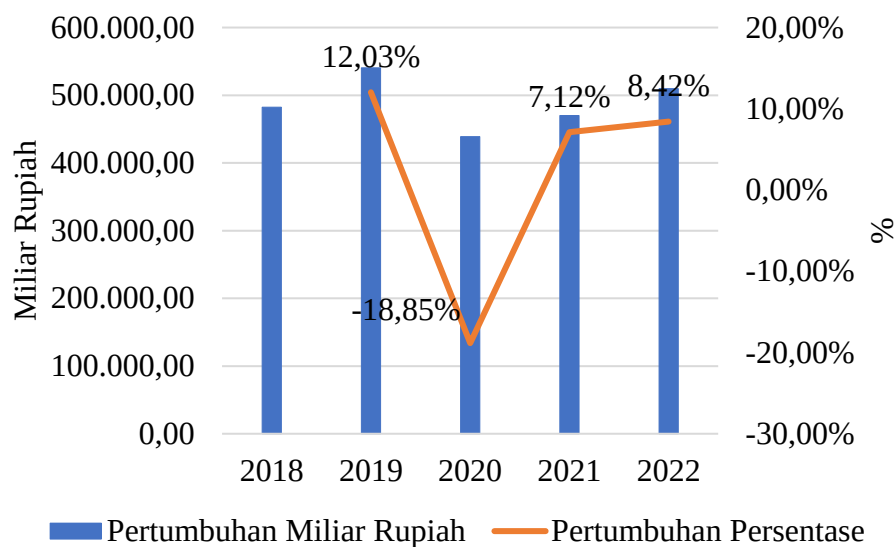
Keywords: Waste Material, Structural Work, Construction, Pareto

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri konstruksi merupakan sektor yang memiliki pengaruh cukup besar terhadap keberlangsungan hidup manusia, selain itu perkembangan konstruksi dapat memberikan indikasi pada laju perkembangan suatu negara. Pertumbuhan konstruksi bangunan gedung menurut Badan Pusat Statistik Indonesia (2023) di Indonesia mengalami pertumbuhan dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2022.



Gambar 1.1 Pertumbuhan Konstruksi Gedung di Indonesia

Pertumbuhan industri konstruksi tersebut perlu diimbangi dengan upaya manajemen dalam setiap tahapannya guna mengurangi terjadinya pemborosan dalam setiap aktivitas industri konstruksi, salah satu perkembangan upaya manajemen pada industri konstruksi adalah konstruksi ramping atau dikenal dengan istilah *lean construction*, menurut Koskela dkk. (2023) dalam penelitiannya dimana tujuan adanya *lean construction* adalah penerapan suatu keputusan dalam kegiatan konstruksi dengan memperhatikan penggunaan sumber daya dan meminimalisir pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah pada kegiatan proyek konstruksi. Dalam *lean construction* terdapat lima prinsip dari industri manufaktur yang diterapkan pada industri konstruksi guna meningkatkan nilai dan mengurangi *waste*

yaitu *value*, *the value stream*, *flow*, *pull*, dan *perfection* (Abduh, 2007), dengan adanya hal ini tentu para pelaku konstruksi harus memperhatikan penggunaan material dalam kegiatan konstruksi dengan pendekatan kelima prinsip tersebut guna mengurangi *waste*.

Banyaknya penggunaan material yang digunakan tentu memiliki potensi dalam menimbulkan *waste*, dalam studi yang dilakukan oleh *National Institute of Standards and Technology* di Inggris telah membuktikan bahwa 25%-50% *waste* terjadi akibat dari koordinasi tenaga kerja dalam mengelola, memindahkan, dan memasang material (Vilasini dkk., 2011). Selain itu beberapa penelitian sebelumnya menjelaskan terdapat beberapa faktor yang dapat menimbulkan *waste* material, terjadinya *waste* material dalam proses proyek konstruksi disebabkan oleh *deffects*, *overproduction*, dan *inventory* (Anggraini dkk., 2022; Nuciferani dkk., 2022; Nurulita dkk., 2023). Terjadinya *waste* material dapat memberikan dampak yang serius terhadap pelaku industri konstruksi dan lingkungan sekitar konstruksi.

Dampak dari *waste* material dapat menyebabkan kerugian dari segi biaya pada pelaksana konstruksi, dimana timbulnya kerugian tersebut dikarenakan kesalahan dalam estimasi kebutuhan material yang akan digunakan, sehingga menyebabkan persediaan material yang berlebihan dan kecacatan dari suatu produk yang dihasilkan, sedangkan kerugian waktu dapat terjadi karena terdapat pekerjaan ulang, keterlambatan dalam mendatangkan material sehingga menyebabkan *leadtime* dan waktu tunggu karena pekerjaan sebelumnya terlambat dalam menyelesaikan pekerjaannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi dan pengendalian terhadap *waste* material yang dihasilkan oleh kegiatan proyek konstruksi.

Langkah dalam mengidentifikasi *waste* material akibat kegiatan proyek konstruksi dapat menggunakan metode *Cause Effect Diagram* (CED) dan metode analisis Pareto, dimana penggunaan metode *Cause Effect Diagram* (CED) adalah suatu metode untuk memecahkan suatu masalah yang memiliki keterkaitan dengan kualitas dari suatu produk (Ishikawa, 1982), sedangkan analisis Pareto merupakan instrumen dalam mengidentifikasi pengaruh yang dibuat oleh komponen individu dari suatu sistem terhadap keseluruhan sistem (Koch & Sabri, 2018). Kegunaan *Cause Effect Diagram* untuk mengidentifikasi variabel apa saja yang dapat

menghasilkan *waste material* dan faktor penyebab *waste material* yang timbul akibat kegiatan proyek konstruksi, sedangkan analisis Pareto untuk mengetahui jenis *waste material* yang memiliki pengaruh cukup besar dalam kegiatan proyek konstruksi yang kemudian divisualisasikan menggunakan diagram dengan mengetahui faktor penyebab dan *waste material* yang dominan, sehingga dapat menentukan tindakan pencegahan maupun pengendalian terhadap *waste material* akibat proses proyek konstruksi agar dapat mengurangi timbulnya *waste material*.

Berdasarkan uraian latar belakang mengenai besarnya penggunaan material dalam sebuah proyek konstruksi perlu adanya manajemen material yang baik guna mengurangi terjadinya *waste material* dan dapat meminimalisir dari dampak *waste material*. Oleh karena itu, maka akan dilakukan penelitian tentang *waste material* pada pekerjaan struktur gedung dengan pendekatan analisis Pareto dan *Cause Effect Diagram* (CED) untuk melakukan pencegahan maupun pengendalian *waste material* pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Pekerjaan apa yang dominan dalam menimbulkan *waste material* pada proyek konstruksi?
2. Indikator apa yang dapat menyebabkan terjadinya *waste material* pada proyek konstruksi?
3. Bagaimana tindakan yang dilakukan dalam meminimalisir terjadinya *waste material* pada proses proyek konstruksi?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang didapat, maka tujuan dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menemukan jenis material yang memiliki potensi besar dalam menimbulkan *waste* pada proyek konstruksi.

2. Mengidentifikasi indikator apa saja yang menjadi penyebab terjadinya *waste material* pada proyek konstruksi.
3. Menentukan tindakan yang dilakukan dalam meminimalisir terjadinya *waste material* pada proses proyek konstruksi.

1.4. Batasan Penelitian

Penelitian ini perlu adanya batasan penelitian agar tidak terlalu luas dan tidak menyimpang dari topik pembahasan, maka diperlukan batasan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data primer dilakukan dengan wawancara semi-terstruktur kepada Manajer Proyek, Manajer Logistik, *Team Leader* Konsultan Pengawas pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dan dua praktisi di luar Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. *Waste* yang diteliti hanya material pada pekerjaan struktur (besi tulangan, beton *ready mix*, beton *site mix*, bekisting batako, dan bekisting multipleks pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Penggunaan *Cause Effect Diagram* hanya untuk mencari faktor penyebab *waste material*, mencari kategori *waste material* dan pengendalian *waste*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sebuah manfaat dan menambah wawasan dalam mengidentifikasi dan mengenal indikator apa saja yang dapat menimbulkan terjadinya *waste material* selama proses proyek konstruksi khususnya pada pekerjaan struktural. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu para penyedia jasa konstruksi dalam meminimalisir terjadinya *waste material* dan menentukan tindakan yang tepat dalam menangani *waste material*, sehingga pelaksanaan proyek konstruksi di lapangan dapat terlaksana dengan baik dan lancar untuk mencapai target yang tepat sasaran dengan waktu pelaksanaan dan kualitas

pengerjaan sesuai dengan yang sudah direncanakan tanpa menimbulkan *waste* material yang berlebih.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi

Tinjauan pustaka dapat membantu dalam mengumpulkan pengetahuan yang tersedia di lapangan dengan cara yang unik agar dapat memberikan alasan terhadap studi penelitian (Darwin dkk., 2021). Selain itu menurut Sekaran (2007) menjelaskan bahwa tinjauan pustaka merupakan tinjauan menyeluruh terhadap suatu karya publikasi dan non-publikasi dari sumber sekunder dalam berbagai bidang sesuai dengan minat khusus bagi peneliti.

2.2. Tinjauan Penelitian

2.2.1. Analisis Potensi Pemborosan Material dan Solusi Penanganannya pada Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus: Proyek Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan)

Handayani & Angreni (2020) dalam penelitiannya menjelaskan material memiliki pengaruh terhadap biaya dan kualitas dalam proyek. Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan untuk menganalisis potensi adanya pemborosan dari material yang digunakan dalam proyek konstruksi, dan mencari faktor penyebab dan penanganannya.

Hasil penelitian yang dilakukan diketahui ada 9 jenis material yang memiliki potensi sisa material dalam kegiatan proyek konstruksi pembangunan gedung bertingkat adalah kayu (1,63%), triplek (2,67%), paku (1,87%), besi beton (4,01%), kawat bendrat (2,30%), beton siap pakai (2,20%), semen (1,27%), pasir (0,93%), dan agregat split (0,97%). Faktor penyebab terjadinya pemborosan material adalah terdapat material terbuang, penggunaan material dengan kualitas rendah, metode pemasangan yang kurang tepat, pemesanan material dengan kualitas rendah, terdapat kesalahan dalam estimasi, material tercecer dalam perjalanan, tidak merencanakan penggunaan material dengan baik, dan rusaknya material akibat cuaca ekstrem. Penanganan yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan pemantauan pekerjaan, melakukan pengawasan dan melakukan bimbingan kepada

pekerja, meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material, meningkatkan kualitas tempat penyimpanan material sesuai dengan kebutuhan, pemberian informasi dan detail gambar yang jelas, serta meminimalkan kesalahan dalam pemotongan material.

2.2.2. Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study Construction Project in Indonesia

Anggraini dkk. (2022) dalam penelitiannya menjelaskan *Lean Construction* mempresentasikan praktik inovatif agar dapat memaksimalkan nilai produksi dan mengurangi pemborosan produksi selama masa konstruksi. Permasalahan yang sering muncul selama proses konstruksi adalah kelebihan waktu dan biaya dari keterlambatan pekerjaan proyek konstruksi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengeliminasi pemborosan yang dapat menyebabkan keterlambatan dan ketidakefisienan. Beberapa *tools* yang dapat dilakukan pada penerapan *lean construction* yaitu *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Efficiency Cycle* (PCE), *Waste Assessment Model* (WAM), dan Analisis diagram *Fishbone* (Ishikawa) untuk mendapatkan akar penyebab terjadinya *waste*.

Hasil penelitian yang dilakukan mendapatkan tiga *waste* tertinggi yaitu *defect* 14,06%, *over production* 21,44%, dan urutan tertinggi adalah inventori yang tidak perlu 31,73%. Setelah menerapkan teknik *lean construction*, PCE meningkat dari 72% menjadi 79%. Keterlibatan dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi kepada *stakeholder* proyek dalam menjalankan pembangunan gedung agar tidak terjadi keterlambatan dan ketidakefisienan.

2.2.3. Penerapan Lean Construction pada Proyek Perumahan terhadap Waste Material

Nuciferani dkk (2022) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa *lean construction* memiliki suatu fungsi untuk menghilangkan proses yang tidak menambahkan nilai atau proses yang dapat menimbulkan *waste* dan *lean construction* juga dapat meningkatkan hasil nilai tambah pada proyek konstruksi. Proyek pembangunan rumah sering ditemukan masalah-masalah yang dapat menimbulkan terjadinya *waste* material karena tidak layak nya tempat penyimpanan

material yang dapat menimbulkan *waste material* selain itu *waste material* terjadi karena proses pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk dapat menemukan pekerjaan yang memiliki potensi besar dalam menimbulkan *waste material* dengan menggunakan analisis Pareto dan kemudian dilakukan perhitungan *waste level* dengan menggunakan metode wawancara yang bersifat semi-struktur kepada narasumber.

Hasil yang didapat dari penelitian menggunakan analisis Pareto pekerjaan yang memiliki peran besar dalam menimbulkan *waste material* terdapat pada pekerjaan struktur beton pada lantai *basement* dan lantai satu yaitu pekerjaan besi Ø8 dengan tingkat *waste level* senilai 5,29%, timbulnya *waste material* pada pekerjaan tersebut diakibatkan oleh 3 rangkaian proses yaitu *defect*, *over production*, dan *inventory*.

2.2.4. Analisis Penerapan *Lean Warehouse* untuk Meminimalisir *Waste*

Menggunakan *Value Stream Mapping* dan *Fishbone Diagram*

Nurulita dkk. (2023) dalam penelitiannya *Value Added Service (VAS)* sering tidak mencapai target dari produksi perusahaan. Faktor penyebab utama keterlambatan yang terjadi yaitu menunggu datangnya material pendukung, dalam mengatasi masalah tersebut digunakan metode *lean warehouse* berdasarkan konsep *lean manufacturing*. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat menemukan akar permasalahan pemborosan dan mendapatkan solusi yang tepat agar dapat mengurangi *waste*.

Hasil penelitian persentase *waste* yang memiliki tingkatan tertinggi yaitu *defect waste* dengan nilai 22,40%, kemudian *overproduction waste* senilai 16,76% *motions waste* sebesar 16,32%, *inventory waste* sebesar 14,47%, *transportation waste* sebesar 10,70%, *process waste* sebesar 10,59%, dan *waiting waste* sebesar 8,77 %. Terdapat peningkatan pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, mula-mula berjumlah 430 detik menjadi 395 detik, sedangkan pada aktivitas yang memberikan nilai tambah, mula-mula berjumlah 700 detik menjadi 632,8 detik, setelah dilakukan penurunan waktu sebesar 0,35% pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, sedangkan pada aktivitas pekerjaan yang memberikan nilai tambah mengalami penurunan sebesar 0,672%.

2.2.5. Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan *Fishbone Diagram* pada Proyek Pembangunan Rumah Tipe 72/125 di Perumahan Sawangan Permai

Mokosuli dkk. (2023) dalam penelitiannya menjelaskan sisa material dari aktivitas konstruksi merupakan bagian material yang tidak menjadi komponen dari bangunan yang dibangun, karena tidak dapat digunakan kembali dalam pelaksanaan konstruksi. Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan untuk mengetahui biaya dan volume jenis material yang memiliki nilai tinggi, serta faktor penyebab dari timbulnya sisa material pada proyek.

Metode yang digunakan dalam menganalisis dan menentukan jenis material yang memiliki biaya sisa material yang dominan yaitu Metode Pareto, sedangkan untuk metode dalam mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor penyebab timbulnya sisa material menggunakan *fishbone diagram*. Hasil dalam penelitian yang dilakukan didapat lima material dominan yaitu besi beton, bata merah, keramik ukuran 40x40 cm, semen dan penggunaan baja ringan dengan total biaya dari kelima jenis material tersebut senilai Rp29,907,471.85. Hasil analisis menggunakan metode *fishbone diagram* yaitu faktor penyebab terjadinya atau timbulnya sisa material pada besi beton, bata merah, keramik 40x40 cm, dan baja ringan dikarenakan kurangnya pengalaman kerja pekerja yang menyebabkan kesalahan dalam pemotongan, keramik dalam keadaan pecah saat diterima pekerja karena proses pengiriman, bata merah yang belum mengeras secara sempurna diterima oleh pekerja, dan semen mengeras sebelum digunakan oleh pekerja.

2.3. Perbandingan Penelitian

Perbandingan penelitian yang akan dilakukan dengan beberapa penelitian di atas disajikan dalam bentuk tabel, dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	Aspek	Handayani & Angreni (2020)	Anggraini dkk. (2022)	Nuciferani dkk. (2022)	Nurulita dkk. (2023)	Mokosuli dkk. (2023)	Ali (2024)
1	Judul	Analisis Potensi Pemborosan Material dan Solusi Penanganannya pada Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus : Proyek Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan)	<i>Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study Construction Project in Indonesia</i>	Penerapan <i>Lean Construction</i> pada Proyek Perumahan terhadap Waste Material	Analisis Penerapan <i>Lean Warehouse</i> untuk Meminimalisir Waste Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> dan <i>Fishbone Diagram</i>	Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan <i>Fishbone Diagram</i> pada Proyek Pembangunan Rumah Tipe 72/125 di Perumahan Sawangan Permai	Analisis Waste Material Pada Pekerjaan Struktur Atas Bangunan Gedung (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta)
2	Tujuan	menganalisis potensi adanya pemborosan dari material yang digunakan dalam proyek konstruksi, dan mencari faktor penyebab dan penanganannya.	Mengeliminasi pemborosan yang dapat menyebabkan keterlambatan dan ketidakefisienan	Menemukan pekerjaan yang memiliki potensi cukup besar dalam menimbulkan waste material dengan menggunakan analisis Pareto dan Menghitung waste level dengan menggunakan metode wawancara yang bersifat semi-struktur kepada narasumber	Tujuan dari penelitian ini adalah dapat menemukan akar permasalahan pemborosan dan mendapatkan solusi yang tepat agar dapat mengurangi waste	Mengetahui biaya dan volume jenis material yang memiliki nilai cukup tinggi, serta faktor penyebab dari timbulnya sisa material pada proyek	1. Mengidentifikasi indikator apa saja yang menjadi penyebab terjadinya waste material. 2. Menemukan jenis material yang memiliki potensi besar dalam menimbulkan waste. 3. Menentukan tindakan yang dilakukan dalam meminimalisir terjadinya waste material
3	Metode	Menggunakan <i>Pearson</i> dan <i>Spearman</i>	Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> , <i>Process Efficiency Cycle</i> , dan <i>Waste Assessment Model</i>	Menggunakan statistik analisis deskriptif menggunakan nilai mean	<i>Lean Warehouse</i> menggunakan metode <i>Value Stream Mapping</i> dan evaluasi menggunakan <i>Fishbone Diagram</i>	Pareto dan <i>Fishbone diagram</i>	Menggunakan analisis Pareto, waste level, dan <i>Cause Effect Diagram</i> .

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	Aspek	Handayani & Angreni (2020)	Anggraini dkk. (2022)	Nuciferani dkk. (2022)	Nurulita dkk. (2023)	Mokosuli dkk. (2023)	Ali (2024)
4	Hasil	Hasil potensi sisa material dalam kegiatan proyek konstruksi pembangunan gedung bertingkat yaitu kayu (1,63%), triplek (2,67%), paku (1,87%), besi beton (4,01%), kawat bendrat (2,30%), beton siap pakai (2,20%), semen (1,27%), pasir (0,93%), dan agregat split (0,97%). Faktor penyebab terjadinya pemborosan material adalah terdapat material terbuang, penggunaan material dengan kualitas rendah, metode pemasangan yang kurang tepat, pemesanan material dengan kualitas rendah, terdapat kesalahan dalam estimasi, material tercecer dalam.	Pemotongan metode konvensional pada pekerjaan bekisting menimbulkan <i>waste level</i> rata-rata dari kedua jenis material sebesar 8,75% dan total <i>waste cost</i> dari kedua jenis material tersebut senilai Rp 10.098.174. Sedangkan hasil pada pekerjaan pembesian menimbulkan <i>waste level</i> rata-rata dari kelima jenis besi tulangan yang digunakan sebesar 9,3% kemudian untuk hasil total <i>waste cost</i> dari kelima jenis tulangan senilai Rp 20.403.359. Hasil pengamatan di lapangan dengan <i>software cutting optimization pro</i> pada pekerjaan bekisting sebesar 7.05% dan pekerjaan pembesian sebesar 5.2%.	Faktor tenaga kerja sudah bekerja efektif, sedangkan untuk faktor material, metode, dan manajemen masih bekerja kurang efektif. Hasil untuk valid dan reliabel dari 25 variabel yakni 13 variabel bekerja secara efektif dan 12 variabel bekerja kurang efektif. Variabel yang bekerja paling efektif yaitu variabel ketentuan dalam kontrak untuk pekerja dalam urusan mengelola pemborosan konstruksi dan variabel yang bekerja kurang efektif adalah variabel memasang peralatan untuk mendaur ulang limbah konstruksi di lokasi proyek.	Hasil penelitian persentase <i>waste</i> yang memiliki tingkatan tertinggi yaitu <i>defect waste</i> sebesar 22,40%, <i>overproduction waste</i> sebesar 16,76% <i>motions waste</i> sebesar 16,32%, <i>inventory waste</i> sebesar 14,47%, <i>transportation waste</i> sebesar 10,70%, <i>process waste</i> sebesar 10,59%, dan <i>waiting waste</i> sebesar 8,77 %. Terdapat peningkatan pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, mula-mula berjumlah 430 detik menjadi 395 detik, sedangkan pada aktivitas yang memberikan nilai tambah, mula-mula berjumlah 700 detik menjadi 632,8 detik, setelah dilakukan penurunan waktu sebesar 0,35% pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, sedangkan pada aktivitas pekerjaan yang memberikan nilai tambah mengalami penurunan sebesar 0,672%.	Lima material dominan yaitu besi beton, bata merah, keramik ukuran 40x40 cm, semen dan penggunaan baja ringan dengan total biaya dari kelima jenis material tersebut senilai Rp29,907,471.85. Hasil analisis menggunakan metode fishbone diagram yaitu faktor penyebab terjadinya atau timbulnya sisa material pada besi beton, bata merah, keramik 40x40 cm, dan baja ringan dikarenakan kurangnya pengalaman kerja pekerja yang menyebabkan kesalahan dalam pemotongan, keramik dalam keadaan pecah saat diterima pekerja karena proses pengiriman, bata merah yang belum mengeras secara sempurna diterima oleh pekerja, dan semen mengeras sebelum digunakan oleh pekerja.	Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapat material yang dominan menghasilkan <i>waste material</i> pada pekerjaan bekisting. pembesian dan pembetonan <i>site mix</i> . Indikator <i>waste material</i> desain, pengadaan, pelaksanaan, dan lainnya. Adapun untuk tindakan yang dilakukan dalam meminimalisir terjadinya <i>waste material</i> terdiri dari 4 tindakan pengendalian <i>waste material</i> sebanyak 52 pengendalian yakni <i>reduce waste</i> sebanyak 48 tindakan pengendalian, <i>reuse waste</i> sebanyak 4 tindakan pengendalian, dan tidak terdapat pengendalian <i>recycle waste</i> dan <i>disposal waste</i> .

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	Aspek	Handayani & Angreni (2020)	Anggraini dkk. (2022)	Nuciferani dkk. (2022)	Nurulita dkk. (2023)	Mokosuli dkk. (2023)	Ali (2024)
		perjalanan, tidak merencanakan penggunaan material dengan baik, dan rusaknya material akibat cuaca ekstrem. Penanganan yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan pemantauan pekerjaan, melakukan pengawasan dan melakukan bimbingan kepada pekerja, meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material, meningkatkan kualitas tempat penyimpanan material sesuai dengan kebutuhan, pemberian informasi dan detail gambar yang jelas, serta meminimalkan kesalahan dalam pemotongan material					

2.4. Kebaruan Penelitian

Kebaruan penelitian dibutuhkan sebagai bukti bahwa tidak ada plagiarisme antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, penelitian dengan topik *Waste material* konstruksi pada Pekerjaan Struktur Atas Bangunan Gedung belum pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Kebaruan pada penelitian ini teridentifikasi pada lokasi serta objek pekerjaan yang diamati, dimana pada penelitian sebelumnya lokasi dan objek pekerjaan adalah proses produksi manufaktur, pekerjaan *finishing* proyek gedung, pekerjaan *Retaining Wall* proyek gedung, serta proyek gedung bertingkat pada banyak lokasi dan menambahkan analisis *Cause Effect Diagram* sebagai instrumen untuk langkah yang dilakukan untuk meminimalisir *waste material* pada proyek konstruksi.

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk pembaharuan dan melengkapi penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga keaslian penelitian ini dapat dijaga. Selanjutnya pada Bab III akan dibahas tentang teori-teori terkait penelitian yang akan dilakukan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Konstruksi Ramping

3.1.1. Definisi Konstruksi Ramping

Konstruksi ramping merupakan suatu pendekatan yang dilakukan agar mendapatkan atau menghasilkan suatu produk konstruksi dengan meminimalkan praktik pemborosan dan memaksimalkan nilai (*value*) dengan kegiatan yang memiliki keterkaitan antara orang, teknologi, situasi dan keputusan yang dapat meningkatkan keunikan dan kompleksitas produk konstruksi, hal tersebut tentu membutuhkan koordinasi yang cerdas dari orang, bahan, peralatan, pabrikasi, dan peralatan yang digunakan guna mewujudkan efisiensi dan peningkatan kualitas produk (Emuze & Saurin, 2021). Sedangkan *lean construction* menurut Abdelhamid (2004) adalah suatu cara untuk merancang sistem produksi guna meminimalisir terjadinya pemborosan dari segi bahan material, waktu dan upaya dalam menghasilkan *value* semaksimal mungkin. Selain itu, *lean construction* adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk merancang sistem produk yang bertujuan untuk dapat mengurangi terjadinya pemborosan bahan, waktu, dan usaha untuk menghasilkan *value* yang semaksimal mungkin (L. J. Koskela dkk., 2002). Berdasarkan penjelasan dari beberapa ahli tersebut *lean construction* adalah suatu sistem yang memiliki tujuan untuk memberikan nilai yang maksimal pada hasil akhir proses konstruksi tanpa memberikan pemborosan yang berlebih atau pemborosan yang tidak diharapkan dalam setiap aktivitasnya.

3.1.2. Tujuan Konstruksi Ramping

Tujuan dari konstruksi ramping menurut Susanti & Suropto (2021) adalah meningkatkan suatu *value* dari produk yang dihasilkan, agar dapat menghilangkan atau memperkecil suatu masalah yang dapat mengubah biaya dan waktu. Tujuan konstruksi ramping juga dijelaskan dalam Emuze & Saurin (2021) adalah pengentasan masalah desain dan konstruksi dengan menyebarkan efisiensi dalam keputusan dan tindakan, tujuan umum dari konstruksi ramping yaitu

menghilangkan pemborosan dan menciptakan nilai. Selain itu tujuan dari konstruksi ramping adalah menerapkan *lean thinking* pada tahap perencanaan, konstruksi, penggunaan, dan dekonstruksi agar dapat menghilangkan pemborosan dalam setiap proses konstruksi berlangsung.

3.1.3. Prinsip Konstruksi Ramping

Terdapat lima prinsip dasar yang digunakan dalam filosofi *lean construction*. Kelima prinsip tersebut pada mulanya dikembangkan untuk industri manufaktur saja, seiring berkembangnya suatu prinsip tersebut dapat diimplementasikan pada industri konstruksi. Adapun untuk prinsip *lean* adalah sebagai berikut (Abduh, 2007; Womack & Jones, 1996):

1. *Value* merupakan suatu proses penilaian suatu produk oleh pelanggan akhir yang dilakukan dengan spesifik.
2. *The Value Stream* merupakan aktivitas perpindahan suatu nilai yang didapat dari suatu kegiatan terhadap kegiatan lainnya, mulai dari kegiatan yang dilakukan pada awal proses seperti pemecahan masalah, pengelolaan informasi, dan kegiatan perpindahan dari material mentah sampai menjadi produk akhir.
3. *Flow* merupakan suatu perpindahan dari produk yang dilakukan secara bebas dan mengalir tanpa adanya hambatan.
4. *Pull* merupakan proses produksi yang dilakukan sesuai dengan yang pelanggan harapkan, guna menghindari suatu produk yang tidak terpakai dan mengurangi terjadinya pemborosan (*waste*) dari proses produksi tersebut.
5. *Perfection* merupakan perbaikan proses yang dilakukan secara terus menerus agar mencapai kesempurnaan.

3.1.4. Nilai Dalam Konstruksi Ramping

Terciptanya nilai dalam proyek konstruksi memiliki peran yang sangat kuat dalam filosofi dari *lean construction* yang merupakan menjadi dasar dalam *lean construction*. Dimana kata *lean* merupakan cara untuk merancang sistem produksi untuk meminimalisir pemborosan bahan, waktu, dan upaya untuk menghasilkan jumlah nilai (*value*) semaksimal mungkin (L. J. Koskela dkk., 2002). Penjelasan lain mengenai nilai dalam konstruksi ramping menurut Emuze & Saurin (2021)

adalah tujuan dari suatu produksi tentang kegunaan produk, tentang fungsionalitas, utilitas dan manfaat yang diinginkan oleh seseorang yaitu pemasok, produsen atau *owner*. Oleh karena itu, dalam suatu proses harus memberikan nilai yang stabil dan adil bagi semua yang terlibat.

Pemborosan dan nilai merupakan suatu hal yang tidak dapat dipisahkan, jika ingin mendapatkan nilai yang maksimal tentu dalam tahap perencanaan dan pelaksanaan dapat menerapkan dari *lean thinking* agar pemborosan tidak dapat terjadi dari setiap kegiatan konstruksi yang belum ataupun sedang dilakukan Shingo (1981) dalam Emuze & Saurin (2021).

3.2. Waste Construction

3.2.1. Pengertian Waste Construction

Waste adalah sebuah masalah dari kehilangan dan eksekusi dari pekerjaan yang tidak perlu, dimana menghasilkan biaya tambahan tetapi tidak menambah nilai suatu produk (Koskela, 1992). *Waste* dapat juga digambarkan sebagai segala aktivitas manusia yang menyerap sumber daya dalam jumlah tertentu tetapi tidak menghasilkan nilai tambah, seperti kesalahan yang membutuhkan perbaikan, hasil produksi yang tidak diinginkan oleh pengguna, proses atau pengolahan yang tidak perlu, pergerakan tenaga kerja yang tidak berguna dan menunggu hasil akhir dari kegiatan-kegiatan sebelumnya (Womack & Jones, 1996).

Waste construction adalah sebagai segala macam kehilangan yang dihasilkan dari sebuah aktivitas yang menghasilkan biaya, baik secara langsung maupun secara tidak langsung, tetapi tidak menambah manfaat atau nilai suatu produk dari sudut pandang klien (Formoso dkk., 2002), sedangkan menurut Shen, Tam V W, Tam C M, & Drew (2004) dalam Fassa (2021) menjelaskan bahwa *waste constructioin* adalah semua material bangunan yang mengalami pemborosan dari proses kegiatan konstruksi, adapun material yang dihasilkan seperti beton, baja, kayu, dan material lainnya dalam proses kegiatan konstruksi. selain itu, menurut Shingo (1981) dalam Emuze & Saurin (2021) menjelaskan bahwa pemborosan adalah suatu kegiatan yang menghabiskan waktu dan sumber daya tetapi gagal menambah nilai pada produk akhir. Pemborosan juga dapat menjadi fungsi fisik yang tidak diinginkan

dari produk, serta penggunaan lebih banyak sumber daya daripada yang dibutuhkan, atau *output* yang tidak diharapkan oleh *owner*.

Menurut Gaspers, (2008) menjelaskan dalam bukunya yang berjudul *Lean Six Sigma*, pemborosan (*waste*) dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang memetakan suatu nilai. *Waste* dalam konstruksi dan industri meliputi penundaan waktu, biaya, kualitas, kurangnya keselamatan, *rework*, transportasi yang tidak perlu, jarak jauh, pilihan atau manajemen yang tidak tepat dari metode atau peralatan, serta *constructability* yang lemah (W. H. Lee dkk., 1999). Pemborosan material ini biasa terdiri dari beton, batu bata, plesteran, kayu, pipa dan lain-lain. *Waste* dapat digolongkan dalam dua bagian berdasarkan tipenya Tchobanoglous (2009) adalah sebagai berikut.

1. *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek yang disebabkan oleh kerusakan, hilang atau tidak dapat digunakan lagi.
2. *Indirect waste* adalah sisa material yang timbul di proyek yang disebabkan oleh volume pemakaian melebihi volume yang direncanakan, sehingga tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan dan mempengaruhi biaya secara tersembunyi.

3.2.2. Waste Material Konstruksi Pekerjaan Struktural

Waste material konstruksi tertuju pada bahan-bahan material yang terdapat pada lokasi konstruksi, dimana material tersebut tidak dapat digunakan kembali dengan tujuan konstruksi, sehingga material tersebut harus dibuang karena alasan apapun. Dalam hal ini pemborosan dari penggunaan material konstruksi didefinisikan sebagai bahan yang mungkin tidak dapat digunakan kembali, dimana bahan tersebut berasal dari proses konstruksi yang berjumlah besar dan berdampak negatif pada lingkungan sekitar, bahan-bahan tersebut bias berupa batu, beton, batu bata, atap, instalasi listrik dan lain sebagainya (Yahya & Boussabaine, 2004), sedangkan menurut Maulana dkk. (2017) menjelaskan bahwa *waste material* pada pekerjaan konstruksi terdiri dari tiga bagian sebagai berikut:

1. Pembesian

Pekerjaan pembesian merupakan bagian dari pekerjaan struktur. Pekerjaan ini memegang peranan penting dari aspek kualitas pelaksanaan mengingat fungsi tulangan yang penting dalam kekuatan struktur gedung. Dalam melakukan pekerjaan pembesian terkadang tukang melakukan kesalahan seperti kesalahan dalam menghitung besi yang dibutuhkan yang menyebabkan kesalahan dalam pemotongan. Dari hal itu dapat menimbulkan *waste material* konstruksi yang merugikan.

2. Bekisting

Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama proses penuangan beton hingga terbentuknya suatu struktur. Bekisting dibuat dengan menggunakan bahan kayu dan multipleks menyesuaikan bentuk struktur yang direncanakan. Bekisting dapat digunakan beberapa kali, namun terkadang karena kesalahan dalam pekerjaan sehingga membuat bekisting tidak dapat digunakan kembali dan menjadi *waste*.

3. Beton

Pekerjaan beton atau pengecoran adalah penuangan beton segar ke dalam cetakan suatu elemen struktur yang telah menggunakan besi tulangan dan bekisting. Tidak hati-hati dalam pekerjaan atau pemesanan dapat mengakibatkan timbulnya *waste material*.

3.2.3. Faktor Waste

Lahirnya *waste* (pemborosan) dalam suatu proses disebabkan oleh beberapa faktor, menurut Ohno (1988) dalam bukunya yang berjudul *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production* terdapat 7 faktor *waste* (pemborosan) yang dikenal dengan istilah *Seven plus One Type of Waste* atau yang biasanya disingkat dengan sebutan *TIMWOOD*, yang berarti *Transportation, Inventory, Motion, Waiting, Overproduction, Overprocessing*, dan *Defects*. Berikut 7 faktor *waste* atau pemborosan tersebut:

1. *Transportation*

Transportation ialah pemborosan yang berupa pergerakan di sekitar tempat produksi. Transportasi ini terjadi di antara langkah proses pembuatan, aliran

pengolahan serta pengiriman ke pihak terkait. Transportasi yang tidak perlu ini membawa barang dalam proses dan pada jarak yang jauh, menciptakan angkutan yang tidak efisien, atau proses pemindahan material, komponen, atau barang ke dalam maupun keluar gedung.

2. *Inventory*

Inventory adalah kelebihan material, bahan dalam proses atau barang jadi menyebabkan *leadtime* yang panjang, barang kadaluwarsa, barang rusak, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, dan keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak, dan waktu *setup* yang panjang.

3. *Motion*

Motion adalah setiap gerakan karyawan yang tidak memberikan nilai saat melakukan pekerjaannya, seperti mencari, meraih, atau menumpuk komponen dan alat, berjalan, dan lain sebagainya. Ini dikatakan pemborosan ketika melihat seorang operator yang aktif bergerak dan terlihat sibuk sehingga sering melakukan gerakan yang tidak diperlukan.

4. *Waiting*

Waiting disebabkan karena ketidakseimbangan pada lintasan produksi sehingga keterlambatan tampak melalui orang-orang yang sedang menunggu mesin, peralatan dan bahan baku. Para pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan atau berdiri menunggu langkah proses selanjutnya, alat, pasokan komponen selanjutnya, dan lain sebagainya atau menganggur saja karena kehabisan material, keterlambatan proses, mesin rusak, dan *bottleneck* (sumbatan) kapasitas.

5. *Overproduction*

Overproduction merupakan jenis pemborosan terburuk yang mempengaruhi keenam jenis pemborosan lainnya. *Overproduction* terjadi karena memproduksi suatu produk melebihi kebutuhan pelanggan yang mengakibatkan penumpukan pada produk sehingga memerlukan pengangkutan, penyimpanan, pemeriksaan, serta memungkinkan akan mengakibatkan kecacatan.

6. *Overprocessing*

Overprocessing adalah pemborosan pada proses disebabkan oleh proses yang berlebihan yang tidak diinginkan oleh pelanggan. Perusahaan membuat spesifikasi produk di luar keinginan pelanggan sehingga sering menciptakan pemborosan dalam produksi. Melakukan langkah yang tidak dilakukan untuk memproses komponen, melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat yang buruk dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan memproduksi barang cacat. Pemborosan terjadi ketika membuat produk yang memiliki kualitas lebih tinggi daripada yang diperlukan.

7. *Defects*

Memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang, *scrap*, memproduksi barang pengganti, dan inspeksi berarti tambahan penanganan, waktu, dan upaya yang sia-sia.

Seiring berkembangnya ilmu manajerial, terjadinya faktor *waste* (pemborosan) yang dulu hanya memiliki 7 jenis *waste* saja kini sudah memiliki 9 jenis *waste*, sebagaimana diungkapkan oleh Gaspersz (2006) dalam bukunya yang menjelaskan bahwa 9 jenis *waste* tersebut dikenal dengan E-DOWNTIME, dimana akronim tersebut diambil dari *Environmental, Health, and Safety, Defect, Overproduction, Waiting, Not Utilizing Employees knowledge, skills and abilities, Transportation, Inventory, Motion*, dan *Excces Processing*, dimana penjelasan dari 9 jenis *waste* tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Environmental, Health, and Safety* merupakan suatu jenis pemborosan yang muncul akibat kelalaian pekerja dalam memperhatikan hal-hal mengenai Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L).
2. *Defects* merupakan suatu jenis pemborosan yang timbul akibat adanya kecacatan atau kegagalan suatu produk akibat ketidaksesuaian mutu dari produk dan produk tidak sesuai dengan yang direncanakan.
3. *Overproduction* merupakan jenis pemborosan yang timbul karena adanya kelebihan proses produksi dari jumlah kebutuhan material yang dibutuhkan dalam membuat suatu produk.
4. *Waiting* merupakan jenis pemborosan yang timbul akibat adanya waktu yang tertunda atau menunggu hal-hal dalam membuat suatu produk.

5. *Not Utilizing Employees knowledge, skills and abilities* merupakan jenis pemborosan yang disebabkan karena ketidakterampilan, kurangnya pengetahuan, dan kemampuan yang kurang dari sumber daya manusia yang terlibat dalam pembuatan produk.
6. *Transportation* merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena adanya perpindahan manusia atau barang yang berlebihan selama proses pembuatan produk.
7. *Inventories* merupakan jenis pemborosan yang timbul akibat adanya penyimpanan material yang berlebihan dari volume yang dibutuhkan dalam membuat suatu produk.
8. *Motion* merupakan jenis pemborosan yang timbul akibat adanya pergerakan pekerja yang berlebihan atau pergerakan pekerja di luar metode kerja selama proses dalam menciptakan produk.
9. *Excess processing* merupakan jenis pemborosan yang timbul akibat panjangnya langkah-langkah di luar metode kerja yang dilakukan dalam menciptakan suatu produk.

Faktor *waste* menekankan pada awal proses terjadinya *waste*, yaitu pada bagaimana cara terwujudnya *waste* tersebut (Gaspersz, 2006; L. J. Koskela dkk., 2002; Ohno, 1988). Adapun terjadinya *waste* diakibatkan oleh faktor material (*the flow of material*) dan faktor aktivitas manusia atau tenaga kerja (*the work of men*). Adapun untuk penjelasan dari kedua faktor *waste* tersebut adalah sebagai berikut.

1. *Waste* yang terjadi akibat pergerakan material (*the flow of material*):
 - a. Akibat produksi yang berlebih (*Waste of Overproduction*)
 - b. Adanya kecacatan (*Waste of Defects*)
 - c. Pergerakan material (*Waste of Material Movement*)
 - d. Pada proses konstruksi (*Waste of Processing*)
 - e. *Inventory/logistik* (*Waste of Inventory*)
2. *Waste* yang didasarkan pada hubungannya dengan aktivitas manusia atau tenaga kerja (*the flow of material*):
 - a. Waktu terbuang (*Waste of Waiting*)
 - b. Gerakan atau aktivitas yang tidak perlu (*Waste of Motion*)

- c. Kerugian akibat kecelakaan kerja dan lingkungan sekitar lokasi kegiatan
(*Waste of Environmental, Health, and Safety*)

3.2.4. Analisis Waste Material

Dalam analisis *waste material* dimana perhitungan yang akan dilakukan adalah mengetahui besaran volume dan biaya kerugian yang diakibatkan dari pemborosan material pada pekerjaan struktur.

1. Volume waste material

Volume *waste material* konstruksi merupakan kuantitas dari material yang telah menjadi *waste* atau sudah tidak dapat digunakan lagi dalam pelaksanaan konstruksi. Volume *waste material* dapat dihitung menggunakan persamaan 3.1.

$$\text{Volume waste material} = \text{volume realisasi} - \text{volume monitor material} \quad (3.1)$$

Volume monitor material didapatkan dari data material yang didatangkan ke lokasi pekerjaan. Sedangkan volume monitor material didapatkan dari perhitungan laporan prestasi mingguan. Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan di atas, maka dilanjutkan dengan perhitungan bobot *waste material*.

2. Bobot waste material

Bobot *waste material* konstruksi merupakan hasil perhitungan *waste material* yang terdapat selama proses konstruksi dengan membagi dengan kebutuhan material sesuai dengan volume kontrak (BoQ). Adapun untuk perhitungan bobot *waste* dapat diketahui melalui persamaan 3.2.

$$\text{Bobot sisa material} = \text{vol. waste material} / \text{vol. monitoring material} \times 100 \quad (3.2)$$

Perhitungan bobot tersebut menggunakan hasil analisis *waste material* yang kemudian dibagi dengan volume dari kontrak (BoQ).

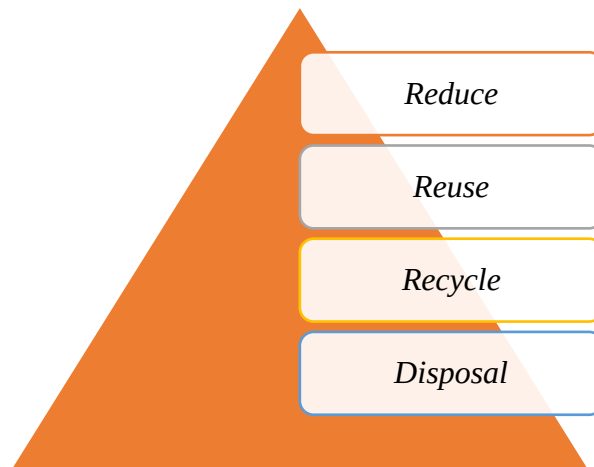
3. Persentase bobot waste material

Bobot *waste material* merupakan besaran persentase yang didapat dari masing-masing jenis material yang menghasilkan *waste*, pembobotan dilakukan untuk mengetahui jenis material mana yang memiliki bobot besar atau material mana yang memiliki pengaruh besar dari keseluruhan material yang menimbulkan *waste*. Adapun untuk perhitungan pembobotan dapat menggunakan persamaan 3.3

$$\text{Persentase bobot material} = \frac{\text{Bobot waste material}}{\text{Total bobot waste material}} \times 100 \quad (3.3)$$

3.2.5. Hirarki Pengendalian Waste

Secara umum pengendalian waste konstruksi terdiri dari *disposal*, *recycle*, *reuse* dan *reduce* (Fassa, 2021). Adapun penjelasan mengenai tingkatan pengendalian waste dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Hirarki Pengendalian Waste

(Sumber: Fassa, 2021)

Berdasarkan Gambar 3.2 Fassa (2021) menjelaskan dari masing-masing tingkatan yaitu sebagai berikut:

1. *Reduce*

Metode *reduce* atau pengurangan waste dimulai dengan melakukan pengaturan untuk mengurangi munculnya waste sejak awal, tujuannya adalah memastikan waste dapat diminimalisir sebelum menjadi lebih besar. Proyek konstruksi proses ini dapat dilakukan dengan cara mengurangi atau menghindari aktivitas yang dapat menyebabkan timbulnya pemborosan. Strategi pengurangan waste ini dapat dimulai tahap perencanaan proyek konstruksi, kemudian strategi pengurangan waste dapat diterapkan terus-menerus hingga proses pelaksanaan konstruksi selesai. Pengurangan waste *construction* dianggap metode yang efektif dan efisien dalam mengelola waste *construction*. Namun demikian tim proyek perlu

mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi timbulnya *waste constructioin* sebelum strategi pengurangan/*reduce* dapat diterapkan.

2. *Reuse*

Metode *reuse* merupakan salah satu metode yang dapat mengurangi pembuangan *waste constructioin* ke TPA, metode ini berbeda dengan metode daur ulang. Metode *reuse* merupakan penggunaan *waste* kembali dengan perubahan yang minimal artinya *waste* ini tidak mengalami perubahan pada keadaan fisiknya, dan tanpa perubahan pada unsur kimianya. Industri konstruksi, penggunaan material kembali telah diadopsi sebagai salah satu cara untuk membuang *waste* sendiri ke tempat yang membutuhkan *waste* tersebut. Umumnya *waste constructioin* jenis ini digunakan untuk reklamasi, urugan jalan atau bangunan. Salah satu contoh material yang bisa digunakan kembali adalah bekisting kayu, besi beton, bongkaran beton.

3. *Recycle*

Metode daur ulang (*recycle*) *waste* telah banyak diadopsi oleh banyak industri, termasuk oleh industri konstruksi. Strategi ini telah diakui sebagai salah satu metode dalam pengendalian *waste constructioin* sebagai alternatif pengganti dari metode pembuangan sisa material. Metode daur ulang adalah suatu strategi yang dapat diterapkan pada *waste constructioin* dengan cara memilih dan memilah *waste constructioin* apakah *waste* tersebut masih dapat digunakan. Untuk memastikan agar proses metode daur ulang agar dapat diterapkan ada beberapa syarat yang harus dilakukan, yaitu:

- a. Tersedianya area tanah yang dapat meletakkan *waste* sehingga dapat dilakukannya proses daur ulang terhadap *waste* tersebut;
- b. Akses yang mudah untuk melakukan proses daur ulang;
- c. Terdapat ahli dalam metode dan proses daur ulang *waste constructioin*;
- d. Tersedianya peralatan daur ulang yang sesuai.

4. *Disposal/dumping*

Dumping (Pembuangan) adalah kegiatan membuang, menempatkan, dan/atau memasukkan sisa material dan/atau bahan dalam jumlah, konsentrasi, waktu, dan lokasi tertentu dengan persyaratan tertentu ke media lingkungan hidup tertentu. Arti sederhana *disposal/dumping* adalah suatu kegiatan membuang material sisa yang

sudah tidak dapat diolah kembali. *Waste constructioin* yang sudah tidak dapat digunakan lagi biasanya dapat diatasi dengan dua cara yaitu dengan dibuang ke tempat pembuangan akhir dan kedua dengan cara dibakar. Metode pembakaran biasanya dipilih ketika lahan tempat pembuangan *waste* terbatas. Namun demikian secara hierarki metode *dumping* merupakan cara terakhir yang dipilih berdasarkan hierarki pengendalian *waste* konstruksi.

3.2.6. Jenis *Waste*

Jenis *waste construction* menurut Elizar dkk. (2015) menjelaskan bahwa terdapat jenis *waste* selain *waste material* seperti pemborosan waktu, pemborosan biaya, pemborosan tenaga kerja, dan lain-lain. Adapun untuk penjelasan dari masing-masing *waste construction* adalah sebagai berikut:

1. *Waste time*

Waste time (pemborosan waktu) adalah suatu kegiatan yang menyita waktu dan tidak memberikan manfaat yang maksimal (Atkinson, 1991). Dimana menurut Ervianto (2007) menjelaskan bahwa waktu merupakan salah satu kendala yang sering terjadi dalam proyek konstruksi. Terjadinya pemborosan waktu dalam proyek konstruksi karena kurang tepatnya alokasi penempatan sumber daya karena penyebarannya fluktuatif dan keterlambatan proyek dapat disebabkan oleh jumlah tenaga kerja yang terbatas, peralatan tidak mencukupi, kondisi alam yang tidak dapat diperkirakan, dan metode kerja yang kurang tepat (Sugiyanto, 2020).

2. *Waste manpower*

Waste manpower merupakan bagian penting dari pasokan dan permintaan tenaga kerja, dimana banyaknya *waste manpower* dapat mempengaruhi *output* suatu proyek konstruksi, banyaknya *waste manpower* karena tidak maksimalnya pengelolaan organisasi dalam mencapai tujuan dan strateginya (Mackenzie & Mackenzie, 1982). Menurut Soeharto (1999) dalam suatu proyek konstruksi perlu ada perencanaan mengenai perencanaan penggunaan sumber daya guna menghindari terjadinya fluktuasi yang tajam, sehingga dapat menimbulkan pemborosan maupun kerugian dari proyek konstruksi.

3. *Waste materials*

Penggunaan material memiliki persentase yang cukup banyak yakni sebesar 50%-70% dari biaya proyek konstruksi. Banyaknya material yang digunakan oleh proyek konstruksi dapat menimbulkan *waste material* yang tidak dapat dihindarkan. Menurut (Gavilan & Bernold, 1994) menjelaskan bahwa material yang digunakan dalam konstruksi dapat digolongkan dalam dua bagian besar yaitu *consumable material* dan *unconsumable material*. Dimana *consumable material* merupakan material yang akan menjadi bagian dari struktur fisik bangunan tersebut, misalnya material semen, pasir, kerikil, besi tulangan, dan lain-lain, sedangkan *unconsumable material* merupakan material yang bukan bagian dari bentuk fisik bangunan tersebut, misalnya perancah, bekisting, dan lain-lain.

Timbulnya *waste material* dalam proyek konstruksi disebabkan oleh *rework*, transportasi yang tidak perlu, pilihan atau manajemen yang tidak tepat dari metode, serta proses proyek konstruksi yang lemah (Lee dkk., 1999). Sedangkan menurut Poirier (2003) menjelaskan bahwa *waste material* dalam proses kegiatan proyek konstruksi meliputi beberapa faktor, seperti penggunaan material di luar perencanaan yang sudah ditentukan sebelumnya, terjadinya pekerjaan ulang (*rework*), kesalahan dalam desain, tidak efektifnya rantai persediaan (*supply chains*) dari proyek konstruksi tersebut. *Waste material* yang dihasilkan dari proses proyek konstruksi terdiri dari dua jenis yakni *waste* yang dihasilkan secara langsung selama kegiatan proyek konstruksi (*direct waste*) dan *waste material* yang timbul dari kegiatan tidak langsung yang disebabkan dari proses perencanaan, pelaksanaan, sampai dengan proses pengadaan (*indirect waste*) (Skoyles, 1976).

Waste material yang timbul dalam proyek konstruksi bukan terjadi saat pelaksanaan saja, melainkan *waste material* dapat timbul dalam tahap pra pelaksanaan karena tidak adanya perhatian khusus terhadap proses pengadaan material itu sendiri. Ajayi & Oyedele (2018) menjelaskan kurang optimal dalam pengadaan material dapat menimbulkan terjadinya *waste material* pada proyek konstruksi. Selain itu, *waste material* timbul dalam proyek konstruksi karena tidak efektifnya kegiatan dalam pengadaan material itu sendiri (Faniran & Caban, 1998). *Waste material* menurut Bell & Stukhart (1986) dapat dihasilkan karena kompleksnya suatu proses dalam perencanaan, estimasi, identifikasi pemasok, pembelian, transportasi dan penyimpanan bahan untuk kegiatan konstruksi.

Kesimpulan dari penjelasan di atas yang didapat mengenai *waste material* yakni adanya pemborosan yang terjadi karena aktivitas proyek yang tidak dapat memberikan nilai tambah karena kurang maksimalnya perhatian terhadap penggunaan material, kurang cermat pada tahap desain, dan aktivitas pekerjaan yang berlebihan dalam penerapan realisasi. Berdasarkan beberapa literatur di atas faktor penyebab *waste material* terdiri dari faktor desain, faktor pengadaan, faktor pelaksanaan, dan faktor lainnya.

3.3. Konstruksi Gedung

3.3.1. Definisi Konstruksi Gedung

Gedung menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung (2002) adalah “wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya”. Sedangkan konstruksi gedung menurut Widiyanti & Lenggogeni (2013) dalam bukunya menjelaskan bahwa konstruksi merupakan bangunan yang digunakan berdasarkan kebutuhan aktivitas manusia, gedung memiliki fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan tujuan pembangunan gedung itu sendiri, bangunan gedung dipergunakan sebagai fasilitas umum. Konstruksi bangunan gedung merupakan suatu kerangka pokok fisik bangunan yang dirancang untuk dapat menahan beban-beban bangunan. Konstruksi bangunan terdapat komponen struktur seperti balok, kolom, plat lantai, dan tangga. Struktur bangunan dengan perhitungan yang tepat memiliki fungsi memperkuat bangunan, bangunan yang tahan bencana, dapat menopang keberadaan elemen konstruksi lain dan membuat masing-masing struktur bangunan saling bekerja sama membentuk satu kesatuan (Ichwandri, 2014).

3.3.2. Kegiatan Konstruksi Gedung

Setiap proyek konstruksi terdiri dari beberapa kegiatan di dalamnya, adapun kegiatan utama dalam proyek konstruksi menurut Dimiyati & Nurjaman (2014) dalam bukunya yaitu studi kelayakan, *design engineering*, pengadaan dan konstruksi. Sedangkan menurut Santosa (2009) dalam bukunya menjelaskan

mengenai tahapan pelaksanaan pada pekerjaan proyek konstruksi yakni kegiatan desain, pengadaan, dan konstruksi (implementasi). Komponen kegiatan utama jenis proyek ini terdiri dari pengkajian kelayakan, desain *engineering*, pengadaan, dan konstruksi. Contoh proyek macam ini adalah pembangunan gedung, jembatan, pelabuhan, jalan raya, fasilitas industri (Soeharto, 1999). Sedangkan tahap pekerjaan konstruksi gedung menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2002) biasanya terdiri dari pekerjaan struktur bawah, pekerjaan basemen, pekerjaan struktur atas, pekerjaan arsitektur, dan pekerjaan *Mechanical Electrical Plumbing* (MEP). Setiap pekerjaan tersebut mempunyai kebutuhan yang berbeda-beda dan potensi menimbulkan *waste* yang dapat merugikan proyek. Dari berbagai macam pekerjaan yang terkandung dalam konstruksi gedung, penelitian ini hanya meneliti ini hanya meneliti satu pekerjaan yaitu struktur.

3.3.3. Pekerjaan Struktur

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2012) menjelaskan bahwa terdapat dua jenis struktur proyek gedung, yakni struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas yaitu bagian dari struktur bangunan gedung yang terdapat di atas muka tanah dimana struktur atas pada bangunan gedung seperti kolom, balok, pelat lantai, maupun atap, tangga dan dinding struktur sedangkan untuk struktur bawah merupakan bagian bangunan gedung yang terdapat di bawah muka tanah seperti fondasi, *basement*, dan dinding penahan tanah. Kedua jenis struktur pada struktur atas dan struktur bawah memiliki fungsi yang berbeda. Pekerjaan struktur bangunan gedung menurut Sajekti (2009) dalam bukunya menjelaskan terhadap beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam melakukan pekerjaan struktur yaitu pekerjaan cetakan beton (*bekisting*), pekerjaan pembesian untuk beton, pekerjaan pembetonan (penuangan beton ke dalam *bekisting*), pembongkaran *bekisting*. Pada tahap pekerjaan cetakan beton perlu diperhatikan beberapa aspek agar hasil dari pengecoran tersebut sesuai dengan kualitas yang sudah ditentukan pada tahap perencanaan, aspek yang harus diperhatikan seperti rencana campuran beton dan perawatan beton (*curing concrete*). Penggunaan *bekisting* banyak digunakan pada pekerjaan struktur atas, sedangkan pada struktur bawah penggunaan *bekisting* digunakan pada saat pengecoran pondasi *bore pile* saja, itu pun kegunaan *bekisting*

agar menahan tidak runtuhnya tanah yang terdapat di sekitar lubang hasil galian. Tepatnya metode kerja yang baik dan perhatian dalam setiap pekerjaan yang dilakukan pada pekerjaan struktural dapat mengurangi hal yang merugikan karena ketidaksesuaian dari pekerjaan struktur tersebut, sedangkan menurut Ichwandri (2014) menjelaskan bahwa konstruksi bangunan merupakan suatu kerangka pokok fisik bangunan yang dirancang untuk dapat menahan beban-beban bangunan. Struktur bangunan dalam perencanaan hingga pelaksanaan yang tepat dapat memperkuat bangunan, bangunan yang tahan bencana, dapat menopang keberadaan elemen konstruksi lain dan membuat masing-masing struktur bangunan saling bekerja sama membentuk satu kesatuan. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2012) menjelaskan bahwa terdapat dua jenis struktur proyek gedung, yakni struktur atas dan struktur bawah. Kedua jenis struktur tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Adapun penjelasan perbedaan struktur atas dan bawah adalah sebagai berikut:

1. Struktur atas

Struktur atas yaitu bagian dari struktur bangunan gedung yang terdapat di atas muka tanah dimana struktur atas pada bangunan gedung seperti kolom, balok, pelat lantai, maupun atap, tangga dan dinding struktur.

2. Struktur bawah

Struktur bawah merupakan bagian bangunan gedung yang terdapat di bawah muka tanah seperti fondasi, basemen, dan dinding penahan tanah.

3.3.4. Komponen Struktur

Konstruksi bangunan terdapat berbagai macam komponen yang saling terhubung dan memiliki fungsinya masing-masing. Adapun penjelasan terkait dari masing-masing komponen struktur yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Kolom

Kolom menurut Sudarmoko (1996) dalam Saptari (2020) kolom adalah salah satu elemen struktur yang vertikal berfungsi meneruskan beban aksial dan diteruskan ke fondasi. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu

kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang 28 bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur. Kolom didefinisikan oleh SNI nomor 2847 tahun 2013 adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melampaui tiga yang digunakan terutama untuk menumpu beban tekan aksial.

Dalam pembangunan gedung, terdapat dua bentuk kolom yang berbeda yaitu kolom utama dan kolom praktis.

a. Kolom Utama

Kolom utama pada struktur bangunan gedung adalah kolom utama yang memiliki fungsi untuk menyanggah beban aksial utama dan diteruskan ke fondasi. Pada SNI nomor 2847 tahun 2013 syarat kolom harus dirancang untuk menahan gaya aksial dari beban terfaktor pada semua lantai atau atap dan momen maksimum dari beban terfaktor pada satu bentang lantai atau atap bersebelahan yang ditinjau, kondisi pembebanan yang memberikan rasio momen maksimum terhadap beban aksial harus juga ditinjau.

b. Kolom Praktis

Kolom praktis adalah kolom yang berada antar dinding untuk membantu fungsi kolom utama. Menurut SNI 03 nomor 2834 tahun 1993 kolom praktis yang terbuat dari beton bertulang berfungsi sebagai pengaku dinding pasangan.

2. Balok

Balok menurut Daeli (2022) balok merupakan salah satu bagian struktur yang memiliki tugas untuk memikul beban lateral. Beban yang bekerja pada balok akan menghasilkan gaya reaksi pada titik tumpu. Balok dapat didefinisi sebagai salah satu elemen struktur dengan bentang yang arahnya horizontal. Beban yang diterima balok biasanya berupa beban lentur, beban geser dan torsi (momen puntir), dengan demikian perlu besi tulangan untuk menahan beban tersebut yang terdiri dari tulangan memanjang atau tulangan longitudinal (yang menahan beban lentur) serta tulangan geser atau begal (yang menahan beban geser dan torsi). Dalam membuat struktur balok sebuah bangunan harus mengetahui tinggi minimal penampang balok dalam hal mendukung beban lentur, volume balok sangat berpengaruh dalam menahan beban bangunan.

3. Plat beton

Plat beton menurut Asroni (2010) dalam bukunya menjelaskan merupakan suatu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Pelat beton bertulang ini sangat kaku sehingga pelat ini berfungsi sebagai unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok. Pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur. Oleh karena itu pelat juga direncanakan terhadap beban lentur seperti pada balok.

4. Tangga

Tangga menurut Andharsaputri dkk. (2021) adalah sebuah konstruksi penghubung vertikal antar tingkat dari sebuah bangunan. Secara prinsip tangga merupakan sarana untuk sirkulasi manusia atau barang dari satu lantai ke lantai di atasnya. Tujuan dari tangga adalah untuk memfasilitasi pendakian dan penurunan antar lantai, sedangkan menurut Kholiq (2015) secara umum tangga memiliki dua tipe yaitu lurus dan spiral serta memiliki tampak yang bermacam-macam berupa tangga jenis L, U, Spiral dan lain sebagainya.

5. Dinding Beton

Dinding beton menurut Endayanti dan Marpaung (2019) adalah suatu bangunan yang dibangun untuk mencegah material agar tidak longsor menurut kemiringan alamnya dimana kestabilannya dipengaruhi oleh kondisi topografinya. Selain itu dinding penahan tanah juga digunakan untuk menahan timbunan tanah serta tekanan-tekanan akibat beban-beban lain seperti beban merata, beban garis, tekanan air dan beban gempa.

3.4. Konsep Pareto

3.4.1. Definisi Konsep Pareto

Konsep Pareto pertama kali ditemukan oleh ahli ekonomi yang berasal dari negara Italia pada tahun 1950-an yaitu Vilfredo Pareto. Pada awal abad 19, Vilfredo Pareto

menggunakan konsep Pareto dalam menganalisa persebaran kekayaan atau pemasukan di negara Italia, yang mana dalam penelitiannya mendapatkan bahwa 80 persen pendapatan atau kekayaan di Italian dimiliki oleh 20 persen dari jumlah populasi penduduk di Italia pada awal abad 19 tersebut. Kemudian pada pertengahan abad 19 tepatnya pada tahun 1940 seorang insinyur dan konsultan manajemen yang berasal dari Negeri Paman Sam, yaitu Joseph Juran, Juran dalam penelitiannya menggunakan konsep Pareto dalam mengontrol kualitas dari proses produksi. Penelitian yang dilakukan oleh Juran dengan mendemonstrasikan bahwa 80 persen produk cacat diperoleh dari 20 persen masalah yang terjadi selama proses produksi yang kemudian dapat ditingkatkan, dengan pemahaman lain pada kegunaan konsep Pareto yaitu memecahkan permasalahan cacat dalam proses produksi yang diakibat dari 20 persen masalah yang terjadi (Koch & Sabri, 2018).

Konsep Pareto merupakan suatu prinsip yang memprioritaskan dalam mendapat keluaran produk yang maksimal, dengan memfokuskan pada akar permasalahan yang terjadi selama suatu proses dalam menghasilkan keluaran tersebut. Menurut Chandra (2014) dan Armando (2015) dalam Sarju dkk. (2022) menjelaskan salah satu cara untuk menentukan lingkup pekerjaan analisis *Value Engineering* adalah dengan menggunakan hukum distribusi Pareto. Menurut hukum distribusi Pareto (*Pareto's Law Distribution- Vilfredo Pareto, 1848-1923 Italian Political Economist and Engineer*) 20% dari bagian penting dari suatu item atau sistem akan mewakili 80% dari biaya seluruhnya. Dengan menyusun item secara berurutan dari biaya yang tertinggi ke terendah dalam bentuk *breakdown cost model*, lalu diplotkan ke dalam kurva hubungan biaya item dan biaya kumulatif item dan tentukan garis batas 80% biaya untuk menentukan sasaran studi.

Konsep Pareto merupakan suatu konsep yang dapat digunakan untuk menemukan suatu masalah utama akibat timbulnya permasalahan berdasarkan berbagai gejala. Diagram Pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian. Urutannya mulai dari jumlah permasalahan yang terbanyak terjadi sampai yang sedikit terjadi. Pengaplikasian Diagram Pareto atau sering disebut juga dengan Pareto *Chart* ini sangat bermanfaat dalam menentukan dan mengidentifikasi prioritas permasalahan yang akan diselesaikan. Permasalahan yang banyak dan sering terjadi adalah prioritas utama kita untuk melakukan tindakan (Sarju dkk., 2022).

Menurut Nasution (2005) menyebutkan bahwa konsep Pareto ialah suatu metode statistika yang biasa digunakan dalam ilmu manajemen untuk mencari apa saja kategori utama yang mempunyai dampak signifikan terhadap suatu kejadian atau masalah. Konsep Pareto dilakukan dengan cara mengukur besar dampak dari setiap kategori terhadap suatu masalah, sehingga dapat diketahui kategori mana yang mempunyai dampak signifikan terhadap masalah tersebut, sehingga kegiatan pengendalian akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada kategori-kategori yang mempunyai dampak yang signifikan terhadap kejadian, daripada meninjau seluruh proses yang berlangsung.

3.4.2. Fungsi Konsep Pareto

Fungsi konsep Pareto adalah untuk dapat mengetahui atau menemukan prioritas utama dari masalah yang akan dihadapi. Menurut (Ariani, 2004) menyebutkan bahwa diagram Pareto juga dapat mengidentifikasi masalah yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberi petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah. Pada dasarnya diagram Pareto dapat dipergunakan sebagai alat interpretasi untuk menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya masalah-masalah atau penyebab dari masalah yang ada dan memfokuskan perhatian pada isu-isu kritis dan penting melalui pembuatan *ranking* terhadap masalah-masalah atau penyebab dari masalah itu dalam bentuk signifikan.

Selain itu, fungsi konsep Pareto yaitu membantu dalam mengidentifikasi masalah, dengan memfokuskan kepada faktor yang memiliki dampak tinggi terhadap keluaran bagi penyedia jasa konstruksi dalam melakukan proses konstruksi harus memfokuskan pada pekerjaan yang memiliki potensi tinggi dalam menimbulkan masalah yang dapat berdampak pada hasil akhir proses tersebut. Selain itu, konsep Pareto juga memiliki fungsi dalam pengambilan keputusan dengan memvisualisasikan suatu permasalahan yang terjadi akibat pekerjaan struktur yang memiliki potensi besar untuk terjadinya *waste material*. Selanjutnya, konsep Pareto dapat digunakan dalam meningkatkan kualitas dalam mengidentifikasi kesalahan atau cacat dalam proses pembuatan suatu produk yang dapat mengakibatkan terjadinya pemborosan dalam setiap aktivitas berlangsung, sehingga keluaran yang dihasilkan dapat ditingkatkan dengan maksimal. Selain

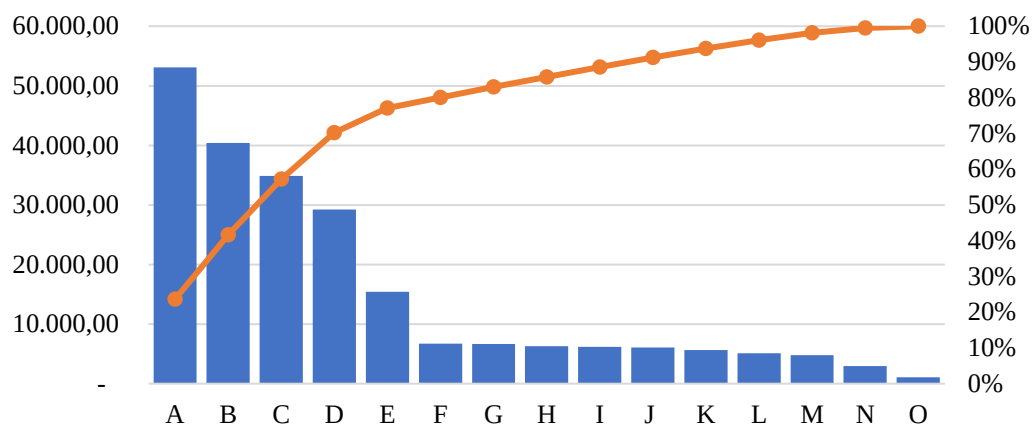
ketiga fungsi tersebut, konsep Pareto juga dapat membantu dalam mengalokasikan sumber daya agar keluaran produk yang direncanakan dapat lebih efektif dan efisien.

3.4.3. Sistematika Konsep Pareto

Dalam melakukan analisa konsep Pareto, kategori-kategori tersebut diurutkan berdasarkan satuan yang sama, yang akan menunjukkan kontribusi tiap kategori terhadap keseluruhan item yang ingin dianalisis. Menurut Mitra dan Besterfield dalam Ariani (2004) proses penyusunan diagram Pareto meliputi enam langkah, yaitu:

1. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik-karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit, dan sebagainya.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang diinginkan.
4. Merangkum data dan membuat ranking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
5. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan, sesuai dengan persamaan 3.1 dan persamaan 3.2.
6. Menggambar diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat prioritas.

Adapun untuk memahami diagram Pareto yang merupakan gabungan antara nilai vertikal (diagram batang) dan nilai horizontal (diagram garis) yang menunjukkan urutan banyaknya suatu kejadian, dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Pareto

3.5. *Cause Effect Diagram (CED)*

3.5.1. Definisi *Cause Effect Diagram*

Profesor Kaoru Ishikawa mengembangkan CED pada tahun 1943 untuk menjelaskan kepada kumpulan insinyur yang terdapat pada Kawasaki Steel Works mengenai faktor manufaktur dapat diurutkan dan saling terkait. Adapun kegunaan dari CED menurut Ishikawa (1982) menjelaskan bahwa CED dibuat untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan kualitas produk dan digunakan secara luas untuk kontrol kualitas di seluruh industri Jepang. *Cause Effect Diagram* atau biasa dikenal dengan istilah *Fishbone* diagram merupakan suatu instrumen untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan dengan rinci (Kuswardana dkk., 2017). Menurut Sproull (2001); Doggett (2005) dalam Nurlaelah (2022) keduanya menjelaskan bahwa CED dibuat seperti tulang ikan dan ketika penggunaannya menyebar ke negara-negara lain, dikenal sebagai diagram Ishikawa/*fishbone* diagram, sedangkan menurut Ilie, dkk. (2010) dalam Nurlaelah (2022) yang merepresentasikan korelasi antara suatu peristiwa (efek) dan beberapa penyebab yang terjadi. *Fishbone* diagram tidak hanya digunakan untuk menentukan risiko penyebab dan sub-penyebab masalah, tetapi juga risiko globalnya. Serta secara khusus untuk mengidentifikasi interaksi yang kompleks dari penyebab masalah atau peristiwa tertentu. Selain itu, diagram ini dapat menjadi kerangka teori yang komprehensif untuk mewakili dan menganalisis sumber-sumber inovasi baru (Ilie & Ciocoiu, 2010). Penggunaan *Cause Effect Diagram* oleh Dr. Ishikawa

dengan tujuan membantu suatu kelompok dalam mengidentifikasi akar penyebab suatu masalah dengan cara yang terstruktur dan sistematis dengan menggunakan pendekatan *Total Quality Management*. *Cause Effect Diagram* dalam pembuatannya terdiri dari beberapa bagian.

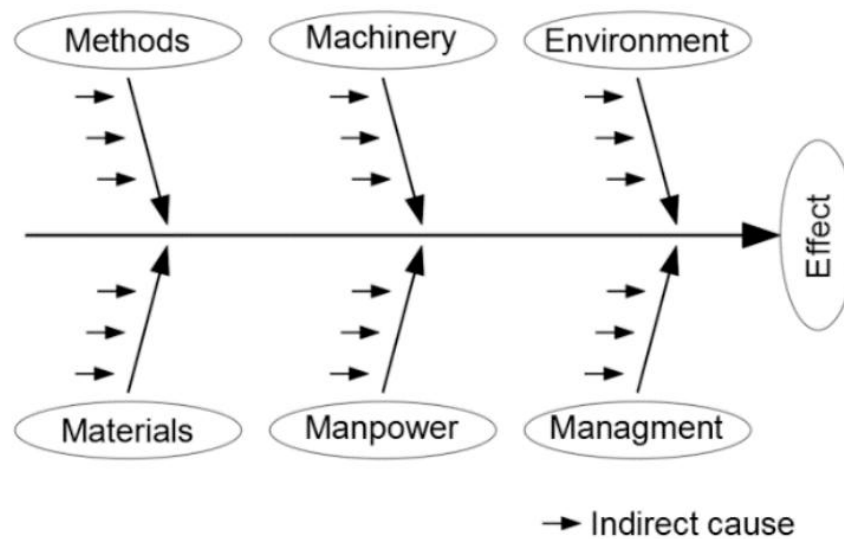
Bagian-bagian dalam *Cause Effect Diagram* adalah bagian kepala ikan dengan isi suatu masalah utama atau efek utama yang akan dipecahkan, kemudian bagian tulang ikan yaitu untuk mengelompokkan bagian penyebab dari masalah utama atau efek utama. *Fishbone diagram* memiliki kelebihan dimana diagram yang disajikan memiliki visual yang jelas dan mudah dipahami serta dapat menghimpun ide dengan detail yang mengacu pada kategori atau faktor 5M+E (*Man, Machine, Method, Material, Management/Measurement, dan Environment*) yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 (Hoła dkk., 2017). Adapun Manfaat dari diagram *Fishbone* menurut Nasution (2005) dalam bukunya yaitu sebagai berikut:

1. Menyimpulkan sebab-sebab variansi dalam proses.
2. Mengidentifikasi kategori dan sub kategori sebab-sebab yang mempengaruhi suatu karakteristik kualitas tertentu.
3. Memberikan petunjuk mengenai macam-macam data yang dibutuhkan.

Selain manfaat kegunaan dari diagram *fishbone* terdapat arti dari masing-komponen yang terdapat dalam diagram tersebut. Adapun arti dari komponen tersebut adalah sebagai berikut:

1. Masalah Utama (*Effect*) ditempatkan di kepala ikan, ini adalah masalah atau efek yang sedang dianalisis.
2. Tulang Utama (*Major Categories*) adalah tulang yang menyebar dari tulang punggung utama mewakili kategori utama dari kemungkinan penyebab.
3. Tulang Minor (*Sub-Categories*) adalah penyebab lebih spesifik yang terkait dengan kategori utama. Setiap tulang utama dapat memiliki beberapa tulang minor yang lebih rinci.

Seperti pada Gambar 3.3 tulang utama (*Major Categories*) merupakan faktor *manpower, machinery, methods, materials, management, dan environment*. Kemudian untuk tulang minor (*Sub-Categories*) isi dari tulang ke enam tulang utama tersebut.



Gambar 3.3 Ishikawa diagram/fishbone diagram

(Sumber: Hoła dkk., 2017)

3.5.2. Fungsi *Cause Effect Diagram*

Cause Effect Diagram sering kali digunakan dalam memecahkan suatu masalah dengan mencari faktor penyebabnya dari masing-masing aspek atau kategori. Adapun beberapa fungsi dalam menggunakan *Cause Effect Diagram* adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi akar penyebab dari suatu permasalahan yang terjadi dengan mencari dari beberapa aspek.
2. Memunculkan ide atau gagasan yang solutif dalam menyelesaikan suatu masalah.
3. Mempermudah dan membantu dalam mencari atau menyelidiki suatu masalah secara lebih lanjut.

Selain itu, penggunaan metode *Cause Effect Diagram* memiliki poin lebih dalam menyelesaikan suatu masalah untuk melihat suatu hubungan antara masalah dan penyebabnya secara visual, membantu dalam mengali akar penyebab masalah, dan dapat menyelesaikan berbagai jenis masalah di berbagai sektor industri (Sembiring dkk., 2022). Selain itu, fungsi dari *Cause Effect Diagram* adalah untuk mengorganisasi dan mengidentifikasi penyebab yang mungkin akan muncul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya, *Cause Effect*

Diagram banyak digunakan untuk membantu dalam mengidentifikasi penyebab potensinya timbulnya suatu masalah dan membantu dalam menemukan gagasan dalam menyelesaikan suatu masalah (Irawati & Prakoso, 2022).

3.5.3. Tahapan *Cause Effect Diagram*

Dalam membuat *Cause Effect Diagram* terdapat beberapa langkah dalam membuat *Cause Effect Diagram*. Adapun tahapan dalam membuatnya adalah sebagai berikut (Ardyansyah, 2020).

1. Mengidentifikasi masalah yang sedang dialami, kemudian dari masalah tersebut kemudian digambarkan dengan membentuk kotak sebagai kepala dari *Cause Effect Diagram*. Hasil masalah yang diidentifikasi yang akan menjadi pusat perhatian dalam proses pembuatan *Cause Effect Diagram*.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor masalah utama yang ada, maka ditentukan faktor-faktor utama apa saja yang menjadi bagian dari permasalahan yang ada, dimana faktor-faktor tersebut menjadi penyusun tulang utama dari *Cause Effect Diagram*, adapun faktor ini dapat berupa sumber daya manusia, metode yang digunakan, cara produksi, dan lain sebagainya.
3. Dari setiap faktor utama yang menjadi dasar suatu masalah, maka perlu ditemukan kemungkinan terjadi penyebabnya, kemungkinan dari setiap faktor akan digambarkan sebagai tulang kecil dalam tulangan utama. Kemudian setiap kemungkinan penyebab juga perlu dicari akar penyebabnya dan dapat digambarkan sebagai tulang pada tulang kecil kemungkinan penyebab sebelumnya. Kemungkinan penyebab dapat ditemukan dengan cara melakukan *brain storming*.
4. Melakukan analisa hasil diagram yang sudah dibuat, maka dapat melihat semua akar penyebab masalah, dari akar penyebab yang sudah dilakukan analisa, guna menemukan solusi dari menyelesaikan suatu masalah.

3.6. Kepemimpinan

3.6.1. Definisi Kepemimpinan

Dalam kenyataannya para pemimpin dapat mempengaruhi moral dan kekuasan kerja, keamanan, kualitas kehidupan kerja dan terutama tingkat prestasi suatu

organisasi. Para pemimpin juga memerankan peranan kritis dalam membantu kelompok serta dalam membangun kepercayaan diantara anggota tim, sehingga tujuan organisasi dapat tercapai. Kepemimpinan ini menurut Robbin (1998) dalam Pramesti (2013) dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a. Kepemimpinan Karismatik, merupakan kepemimpinan yang melakukan tindakan sendiri dengan kebiasaan dan kemampuan dalam memberikan pengaruh kepada pengikutnya. Biasanya kepemimpinan ini mempunyai pengaruh yang besar, semangat percaya diri yang besar, pendirian terhadap kebenaran moral yang dipercayai dimana hal-hal tersebut merupakan suatu syarat yang diperlukan untuk menjadi pemimpin.
- b. Kepemimpinan Transformasional dan kepemimpinan transaksional, kepemimpinan Transformasional didefinisikan Tjiptono dan Syakhroza (1999) dalam penelitian Pramesti (2013) sebagai kepemimpinan yang mencakup upaya perubahan organisasi. Adapun yang menjadi pertanyaan berikutnya adalah mengapa harus mengadakan perubahan dalam organisasi. Perubahan yang harus dilakukan organisasi ini dikarenakan cara-cara atau sasaran-sasaran organisasi yang lama sudah tidak sesuai lagi dengan kondisi pada saat mendatang.

3.6.2. Sejarah dan Perkembangan Kepemimpinan

Melalui pola interaksi manusia, kepemimpinan dapat dipahami dengan cara yang lebih sederhana. Merujuk pada Nienaber (2010), “sebagai sebuah konsep yang luas, kepemimpinan telah dimulai dari awal interaksi umat manusia”. Sehingga, kepemimpinan dapat terjadi dimana dan kapan saja organisasi kecil atau besar, sektor publik atau swasta, sosial, rumah, sekolah, dan komunitas (Lumban, 2020). Karena semakin banyak interaksi yang dilakukan, pada saat itu pula semakin dibutuhkan kepemimpinan yang relevan dalam organisasi. Sebagai contoh, dalam sebuah organisasi informal keluarga, interaksi sosial yang awalnya hanya dengan pola komunikasi suami dan istri, akhirnya setelah memiliki anak, secara perlahan keluarga tersebut membentuk perbedaan posisi antara anak dan bapak. Sehingga pada organisasi informal tersebut terjadi praktik kepemimpinan seperti memberikan pengaruh bagi keturunannya. Dari kondisi itu, berlanjutlah sebuah komunitas yang

lebih kompleks, misalnya di desa tersebut memiliki sejumlah keluarga yang banyak dan interaksinya lebih kompleks, terakhir dipilihlah pemimpin atau kepala desa.

Sesungguhnya, topik kepemimpinan menurut Bass & Bass (2008) dalam penelitian Lumban (2020) menjelaskan bahwa kepemimpinan telah ada semenjak ribuan tahun silam atau sejalan dengan peradaban umat manusia. Hal ini dapat diketahui dari adanya mitos, legenda, dan literatur keagamaan yang menceritakan tentang pemimpin. Meskipun demikian, tetapi ketika pada awal didokumentasikan, kepemimpinan adalah berarti *“lead”, “cause or go alongwith oneself, to bring a person or animal to a place”* (Nienaber, 2010). Pemaknaan istilah kepemimpinan tersebut ternyata masih cenderung menimbulkan kebingungan karena ketidakjelasan pendefenisannya. Yukl (2010) mencatat bahwa istilah kepemimpinan adalah sebuah kata yang diambil dari perbendaharaan kata umum dan disatukan ke dalam perbendaharaan kata teknis dari disiplin ilmiah tanpa pendefinisian ulang secara tepat. Akibatnya, istilah kepemimpinan menjadi ambigu karena memberikan konotasi yang tak berhubungan. Selain itu, penggunaan istilah lainnya yang tidak tepat seperti kekuatan, kekuasaan, manajemen, administrasi, kontrol, dan supervisi digunakan untuk mendeskripsikan fenomena yang mirip (Yukl, 2010).

3.6.3. Teori Kepemimpinan

Semenjak kemunculan istilah kepemimpinan, banyak teori kepemimpinan telah mengkajinya selama bertahun-tahun (Lumban, 2020). Kehadiran teori kepemimpinan tentunya sangat bermanfaat dalam memahami topik tersebut. Teori-teori memberikan sebuah fondasi untuk menganalisis dan memprediksi kompleksitas alamiah dari perilaku kepemimpinan (Lumban, 2020). Lussier dan Achua (2016) dalam Lumban (2020) menegaskan bahwa “Sebuah teori kepemimpinan adalah sebuah penjelasan beberapa aspek kepemimpinan; teori-teori memiliki nilai praktis karena teori tersebut digunakan untuk perbaikan dalam memahami, memprediksi, dan mengontrol kepemimpinan yang berhasil”. Selain itu, teori yang ada juga dapat digunakan sebagai pendukung untuk mengungkap sejarah dan perkembangan serta konsep kepemimpinan.

Berdasarkan referensi yang digunakan sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, maka teori kepemimpinan secara umum terdiri dari teori genetika (*genetic theory*), teori orang hebat (*the great man theory*), teori sifat (*trait theory*), teori perilaku (*behaviour theory*), teori kontingensi atau situasi (*contingency/situation theory*), teori jalur-tujuan (*path-goal theory*), teori transformasional (*transformational theory*), dan teori skill (*skill theory*). Sesuai dengan rentang waktunya, setiap teori kepemimpinan tersebut dibahas secara berurutan dari awal sampai dengan terbaru. Selanjutnya, konsep fundamental kepemimpinan juga dapat disajikan.

3.6.4. Manajer Proyek

Menurut *Project Mangement Body of Knowledge Guide Project Management Institute* (2008) mengatakan bahwa manajer proyek seseorang yang bertanggung jawab dalam mengurus sebuah proyek, Manajer proyek adalah seseorang yang memiliki tanggung jawab untuk memimpin suatu proyek konstruksi (Wiguna & Winoto, 2020).

Manajer proyek adalah seorang yang bertugas dan bertanggung jawab memimpin pelaksanaan proyek sesuai dengan perencanaan, mampu mengelola berbagai macam kegiatan, sejumlah besar tenaga kerja, peralatan dan menentukan metode yang dipergunakan untuk mencapai tujuan proyek. Manajer proyek merupakan seorang yang memegang kunci dalam melakukan kerjasama dengan seluruh stakeholder di proyek. Agar tujuan proyek tercapai (Wiguna & Winoto, 2020).

3.6.5. Kompetensi Manajer Proyek

Menurut *Project Management Institute* (PMI) yang dibahas khusus di dalam *PMBOK Guide Sixth Edition* (2017) seorang *Project Manager* yang berkompeten setidaknya membutuhkan tiga kemampuan di dalam hal penyelesaian proyek. Ketiga kemampuan itu disebut dengan *The PMI Talent Triangle* (Segitiga Bakat PMI).



Gambar 3. 4 PMI Talent Triangle

(Project Management Institute, 2017)

Technical Project Management Skill yaitu keterampilan manajemen proyek teknis didefinisikan sebagai keterampilan *project manager* secara efektif untuk menerapkan pengetahuan manajemen proyek agar mencapai hasil akhir yang diinginkan untuk proyek. Pada *Project Management Body of Knowledge (PMBOK) The Sixth Edition* (2017) dinyatakan bahwa sepuluh *knowledge area* yang akan dikelola *project manager* dalam proyek adalah *schedule management, cost management, scope management, quality management, risk management, resource management, communication management, integration management, procurement management, dan Stakeholder Management*.

Leadership Skill Menurut (PMBOK) *The Sixth Edition* (2017) menunjukkan kualitas atau keahlian kepemimpinan seorang *project manager* mencakup kemampuan dalam manajemen konflik, negosiasi, berkomunikasi, menjalankan tim dan kemampuan intrapersonal. *Strategic and Business Management Skill* dengan kemampuan ini, *project manager* dapat mengeksekusi proyek berdasarkan strategi perusahaan, jiwa kewirausahaan (*entrepreneurship*), dan ilmu industri pada proyek yang dijalani. Menurut PMBOK *The Sixth Edition* (2017) seorang *project manager* dalam mengelola proyek setidaknya memiliki kemampuan strategi dan manajemen bisnis antara lain *business acumen, strategic planning, analysis and alignment, operational function (finance), complexity management and contract management*.

a. Kualitas Manajer Proyek di Industri Konstruksi

Peranan Manajer Proyek dalam Industri Jasa Konstruksi: Manajer proyek memiliki peranan yang sangat penting dalam industri jasa konstruksi. Keberhasilan suatu proyek sangat dipengaruhi oleh ketepatan pemilihan Manajer Proyek. Menurut Williams (1996) dalam Emiyani & Rusmana (2023) menjelaskan bahwa terdapat dua hal pokok yang selalu dilakukan dalam manajemen proyek adalah kualitas dan produktivitas. Untuk menjamin dapat tercapainya kedua hal tersebut, peran dan kualitas Manajer Proyek yang handal tidak dapat diabaikan. Keahlian Manajer Proyek: Keahlian manajer proyek yang harus dimiliki oleh seorang Manajer Proyek adalah, sebagai berikut:

1. Keahlian menguasai teknologi
2. Keahlian komunikasi
3. Keahlian kepemimpinan
4. Keahlian organisasi
5. Keahlian membangun tim
6. Keahlian mengatasi masalah

Pengaruh Kualitas Manajer Proyek terhadap imbalan yang layak adalah kualitas manajer proyek sangat berpengaruh terhadap imbalan yang layak. Manajer proyek yang memiliki kualitas yang baik dapat meningkatkan kualitas proyek dan menghasilkan imbalan yang layak.

Analisis komprehensif terhadap peran manajer proyek dalam mengelola proyek yang kompleks seorang manajer proyek harus memiliki keterampilan dan pengetahuan yang komprehensif dalam berbagai aspek, termasuk manajemen risiko, manajemen sumber daya manusia, manajemen waktu, manajemen kualitas, manajemen komunikasi, dan lain-lain. Mereka juga perlu memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan dan mengambil keputusan yang tepat dalam situasi yang kompleks.

Analisis kualitas manajer proyek terhadap pelaksanaan proyek konstruksi, kualitas manajer proyek sangat berpengaruh terhadap pelaksanaan proyek konstruksi. Manajer proyek yang memiliki kualitas yang baik dapat meningkatkan kualitas proyek dan menghasilkan pelaksanaan yang efektif.

Kemampuan manajer proyek dalam menangani proyek konstruksi, seorang manajer proyek harus mempunyai kualifikasi tertentu, yaitu:

1. Mempunyai jiwa kepemimpinan yang berorientasi kuat pada pencapaian sasaran
2. Seorang yang generalis yang berpandangan luas dan spesialis
3. Memiliki kredibilitas secara teknis, latar belakang pengalaman yang cukup dan pendidikan yang memadai
4. Menguasai aspek sumber daya manusia

b. Skill Kepemimpinan

Kepemimpinan adalah suatu proses dimana seorang pemimpin mempengaruhi bawahan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Menurut Stogdill (1974) dalam Yukl (2010), beberapa definisi atau batasan kepemimpinan yang telah dikenal sejak kurun waktu 50 tahun terakhir diantaranya adalah sebagai berikut: "Kepemimpinan adalah suatu proses dimana seorang pemimpin mempengaruhi bawahan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan" dan "Kepemimpinan adalah suatu proses dimana seorang pemimpin mempengaruhi bawahan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan menggunakan berbagai cara dan strategi".

Gaya kepemimpinan adalah cara seorang pemimpin mempengaruhi bawahan yang bertujuan untuk mendorong gairah kerja, kepuasan, dan motivasi. Menurut Hasibuan (2017) dalam Emiyani & Rusmana (2023), gaya kepemimpinan dapat berupa autokrasi, demokrasi, dan *laissez-faire*. Gaya kepemimpinan autokrasi berfokus pada keputusan yang diambil oleh pemimpin tanpa melibatkan bawahan, demokrasi berfokus pada keputusan yang diambil oleh bawahan, dan *laissez-faire* berfokus pada keputusan yang diambil oleh bawahan dengan sedikit intervensi dari pemimpin

Motivasi adalah suatu proses dimana seorang pegawai dipengaruhi untuk melakukan sesuatu. Menurut Indrasari (2018) dalam Emiyani & Rusmana (2023), motivasi dapat berupa intrinsik dan ekstrinsik. Motivasi intrinsik berupa motivasi yang berasal dari dalam diri sendiri, seperti kepuasan kerja dan gairah kerja, sedangkan motivasi ekstrinsik berupa motivasi yang berasal dari luar diri sendiri, seperti penghargaan dan hadiah.

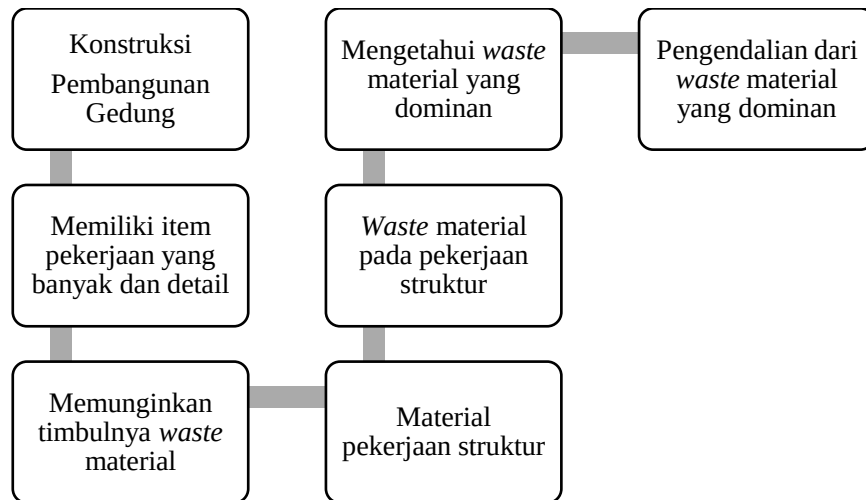
Kinerja adalah suatu fungsi dari motivasi dan kemampuan. Menurut Indrasari (2018) dalam Emiyani & Rusmana (2023), kinerja dapat meningkat jika seorang pegawai memiliki derajat kesediaan dan tingkat kemampuan tertentu. Kesediaan dan keterampilan seseorang tidaklah cukup efektif untuk mengerjakan sesuatu tanpa pemahaman yang jelas tentang apa yang akan dikerjakan dan bagaimana mengerjakannya.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan keterkaitan antara variabel yang diteliti dan dapat dijelaskan secara teoritis terhadap keterkaitan tersebut (Sugiyono, 2013), dimana dijelaskan Uma Sekaran (1992) dalam (Sugiyono, 2013) menjelaskan bahwa kerangka pemikiran adalah model konseptual yang memiliki hubungan dari berbagai faktor yang sudah diidentifikasi sebagai suatu masalah. Oleh karena itu adanya suatu kerangka pemikiran dapat mempermudah dalam mengaitkan antara variabel yang disusun dari teori-teori yang sudah dideskripsikan, kemudian dapat dilakukan analisis terhadap teori tersebut mengenai hubungan antara variabel yang akan diteliti. Adapun untuk kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kerangka Pemikiran

4.2. Strategi Penelitian

Strategi penelitian dilakukan guna mendapatkan hasil yang maksimal sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dalam pembuatan penelitian, dalam strategi penelitian terdapat berbagai cara untuk memudahkan dalam mencapai suatu tujuan. Menurut Sekaran & Bougie (2016) dalam Rustendi & Siliwangi (2022) pada penelitiannya menjelaskan strategi penelitian memiliki fungsi untuk memberi

kemudahan dalam menjawab suatu pertanyaan penelitian dan mencapai tujuan penelitian, penggunaan strategi tertentu dapat berbeda-beda sesuai dengan tujuan dari penelitian dan jenis-jenis pertanyaan yang diajukan, termasuk pengarahan dalam membuat penelitian yang baik, ketersediaan sumber data dan keterbatasan waktu penelitian. Selain itu, dalam strategi penelitian, penentuan tipe penelitian, karena dari setiap tipe penelitian memiliki cara atau teknik yang berbeda-beda dalam pelaksanaannya (Darwin dkk., 2021), terdapat beberapa tipe dalam penelitian yaitu penelitian eksperimen, survei, analisis, historis, dan studi kasus, dalam mencari jawaban penelitian dilakukan terlebih dahulu penentuan jenis penelitian (Yin, 2013).

Menjawab suatu pertanyaan dalam penelitian perlu digunakan strategi penelitian, dimana terdapat tiga faktor yang dapat mempengaruhi tipe strategi penelitian, yaitu jenis pertanyaan penelitian yang diajukan, tingkat kontrol atas peristiwa perilaku yang aktual, dan tingkatan fokus dari peristiwa masa kini dibandingkan dengan peristiwa masa lampau (Yin, 2009). Pertanyaan penelitian berdasarkan strategi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Strategi Penelitian

Strategi	Pertanyaan Penelitian	Kontrol	Kontemporer
Eksperimen	Bagaimana, mengapa	Ya	Ya
Survei	Siapa, apa, dimana, berapa banyak	Tidak	Ya
Analisis	Siapa, apa, dimana, berapa banyak	Tidak	Tidak
Historis	Bagaimana, mengapa	Tidak	Tidak
Studi kasus	Bagaimana, mengapa	Tidak	Ya

Sumber: Yin (2009)

Berdasarkan strategi penelitian dan pertanyaan penelitian yang terdapat pada tabel 4.1, pendekatan yang tepat dalam menjawab rumusan masalah atau pertanyaan penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Strategi Penelitian Saat Ini

Rumusan Masalah	Kontrol	Kontemporer	Strategi
1. Indikator apa yang dapat menyebabkan terjadinya <i>waste material</i> pada proyek konstruksi?	Tidak	Ya	Survei
2. Pekerjaan apa yang memiliki potensi besar dalam menimbulkan <i>waste material</i> pada proyek konstruksi?	Tidak	Tidak	Analisis
3. Bagaimana tindakan yang dilakukan dalam meminimalisir terjadinya <i>waste material</i> pada proses proyek konstruksi?	Tidak	Ya	Studi Kasus

Berdasarkan ketiga rumusan masalah pada Tabel 4.2 dapat diketahui pemilihan strategi yang akan digunakan dalam menjawab rumusan masalah atau pertanyaan penelitian. Adapun untuk strategi yang digunakan pada rumusan masalah 1 yakni strategi penelitian dengan jenis survei, karena tingkat kontrol yang sempit dan tingkatan fokus waktu saat ini. Untuk rumusan masalah 2 yakni dengan menggunakan strategi penelitian dengan jenis analisis, karena tidak memerlukan kontrol dan tidak adanya tingkatan fokus waktu. Sedangkan untuk rumusan masalah 3 menggunakan strategi penelitian dengan jenis studi kasus, karena tingkat kontrol yang sempit dan tingkatan fokus waktu saat ini.

4.3. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah teknik yang dapat digunakan untuk mempermudah dalam mendapatkan dan memahami data yang diperoleh. Usaha dalam metode penelitian kuantitatif untuk mendapatkan pengukuran yang akurat dan dapat diandalkan dengan menggunakan analisis statistik. Menurut Fauzi (2022) dalam bukunya menjelaskan bahwa metode penelitian merupakan proses dalam melakukan penelitian agar dapat mengetahui bagaimana penelitian dilaksanakan, bagaimana cara dalam memecahkan masalah penelitian, dimana pada metode penelitian diberikan lokasi penelitian, manajemen data penelitian seperti pengumpulan, pengolahan dan analisis data, dan termasuk waktu penelitian. Metode penelitian menurut Sugiyono (2013) dalam bukunya menjelaskan bahwa metode penelitian yaitu cara ilmiah untuk mendapat suatu data dengan kegunaan tertentu dan tujuan. Tujuan konsep dari metode penelitian yakni memberikan ruang dalam mempersembahkan penemuan baru yang dapat diimplementasikan ataupun dilanjutkan oleh penelitian setelahnya dan kemajuan ilmiah (Darwin dkk., 2021). Pada dasarnya suatu metode penelitian merupakan suatu cara untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu, serta mencari sumber suatu data. Metode penelitian studi kasus merupakan strategi yang digunakan dalam penelitian yang menggunakan jenis pertanyaan utama *how* atau *why*, dibutuhkan waktu agar dapat mengontrol peristiwa yang dipelajari, dan memiliki fokus penelitian yaitu fenomena masa ini (Nur'aini, 2020).

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi kasus yang menggunakan data yang bersumber dari observasi pada objek yang diteliti, serta wawancara semi-struktur terhadap aspek-aspek yang memiliki keterkaitan dengan objek penelitian tersebut.

4.4. Jenis dan Sifat Penelitian

Sebuah penelitian perlu dapat menggunakan metode empiris agar dapat memberi kemudahan dalam memahami penelitian yang akan dilakukan. Adapun pendekatan dalam penelitian ini yaitu pendekatan kuantitatif dengan sifat statistika deskriptif. Menurut Nugroho (2016) dalam buku Sugiyono (2013) menjelaskan bahwa penelitian kuantitatif merupakan suatu penelitian yang berlandaskan pada paradigma positivisme, dimana paradigma tersebut dikembangkan oleh ilmuwan filsuf yang berasal dari Perancis pada tahun 1798 sampai tahun 1857. Pendekatan kuantitatif memfokuskan suatu penelitian dalam analisis pada data-data dengan numerikal yang diolah melalui suatu metode statistika, penelitian dengan pendekatan kuantitatif lebih banyak digunakan pada penelitian ilmiah (Abdussamad, 2021). Sedangkan metode penelitian kuantitatif menurut Aliaga dan Gunderson (2002) dalam Fauzi (2022) yaitu:

“Penelitian yang bertujuan menjelaskan fenomena dengan mengumpulkan data berupa angka yang dianalisis menggunakan metode berbasis matematis atau statistik tertentu“

Penelitian kuantitatif menurut Sugiyono (2013) dalam bukunya menjelaskan bahwa pendekatan kuantitatif dikenal dengan pendekatan tradisional karena sudah cukup lama digunakan untuk metode penelitian, metode penelitian sebagai metode ilmiah karena telah memenuhi beberapa kaidah ilmiah yaitu, konkret atau empiris, obyektif, terukur, rasional dan sistematis. Penelitian kuantitatif merupakan suatu penelitian yang dijelaskan dengan angka-angka pasti atau valid (Darwin dkk., 2021).

Metode kuantitatif memiliki kelebihan cocok digunakan pada penelitian yang memiliki masalah sudah jelas, dan dilakukan pada populasi yang cukup luas yang menyebabkan hasil penelitian yang kurang mendalam (Sugiyono, 2013). Metode kuantitatif memiliki beberapa kelebihan yaitu metode yang digunakan secara

spesifik, jelas dan terperinci, perancangan penelitian dilakukan secara mantap sejak awal, tujuan dalam metode penelitian kuantitatif dapat menunjukkan keterikatan antara variabel. Selain itu, pada metode ini hubungan antara peneliti dengan responden dibuat jarak, usulan dari rancangan penelitian diuraikan secara jelas dan terperinci sebelum melakukan pengambilan data ke lapangan, jenis data yang didapat dari lapangan dilakukan pengukuran dengan menggunakan instrumen penelitian. Oleh karena itu, metode penelitian kuantitatif dapat dilakukan pada penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan memiliki sifat statistika deskriptif, karena setelah melakukan pengolahan dan analisis berdasarkan hasil pengumpulan data dari responden atau sumber lainnya. Statistika deskriptif menurut Purnomo (2017) dalam buku Fauzi (2022) adalah suatu statistik yang digunakan untuk menganalisis suatu data yang sudah terkumpul dengan cara mendeskripsikan tanpa tujuan untuk membuat suatu kesimpulan. Adapun tujuan dari melakukan penelitian deskriptif agar dapat menjelaskan suatu fakta, karakteristik, fenomena dari sebuah objek penelitian dengan detail dan terperinci.

4.5. Subjek dan Objek Penelitian

4.5.1. Subjek Penelitian

“Subjek penelitian merupakan entitas yang mempengaruhi desain riset, pengumpulan data, dan keputusan analisis data” (Abdussamad, 2021). “Subjek penelitian adalah batasan penelitian dimana peneliti bisa menentukannya dengan benda, hal atau orang untuk melekatnya variabel penelitian” (Arikunto, 2016). Menurut Sugiyono (2013) dalam bukunya menjelaskan “subjek penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variabel tertentu yang ditetapkan untuk dipelajari dan ditarik kesimpulan”. Dalam penelitian ini, subjek penelitian adalah identifikasi *waste* material pada pekerjaan struktur kemudian melakukan pengendalian terhadap *waste* material menggunakan metode Analisis Pareto dan *Cause Effect Diagram* (CED).

4.5.2. Objek Penelitian

“Objek penelitian adalah sifat keadaan dari suatu benda, orang, atau yang menjadi pusat perhatian dan sasaran penelitian” (Ahyar dkk., 2020). Menurut Fauzi (2022) dalam bukunya menjelaskan “Objek penelitian adalah membuat pikiran artikel ilmiah secara umum dapat dipahami banyak orang, bisa kemungkinan besar jika penulis ilmiah sendirian maka tidak dapat melihat tulisannya secara objektif”. Berdasarkan uraian mengenai penjelasan dari objek penelitian, maka objek yang terdapat dalam penelitian ini yaitu Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, waktu penelitian dilakukan pada jam kerja proyek konstruksi dan disesuaikan dengan situasi dan kondisi di lapangan. Pelaksanaan observasi pada Agustus 2023 sampai September 2023.

4.6. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan suatu data apa saja yang ditentukan oleh peneliti untuk ditelaah, sehingga diperoleh suatu informasi tentang data tersebut yang kemudian dapat ditarik menjadi kesimpulan. Sedangkan variabel penelitian menurut Kuncoro (2018) dalam Darwin dkk. (2021) dalam bukunya menjelaskan variabel adalah sesuatu hal yang dapat mengubah atau membedakan nilai. Selain itu, variabel penelitian yaitu suatu obyek penelitian yang memiliki bentuk apa saja yang sudah ditetapkan oleh peneliti, kemudian dipelajari sehingga didapatkan informasi tentang hal tersebut dan dapat ditarik kesimpulan (Paramita dkk., 2021). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*).

4.6.1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi variabel terikat baik itu pengaruh positif atau juga pengaruh negatif, variabel bebas menjelaskan bagaimana suatu masalah dalam penelitian dapat diselesaikan (Paramita dkk., 2021). Sedangkan menurut Sugiyono (2013) dalam bukunya menjelaskan variabel independen (bebas) yaitu variabel yang dapat memberikan pengaruh atau dapat menjadi sebab berubahnya atau munculnya suatu variabel terikat (dependen). Dalam penelitian ini variabel bebas (independen) yaitu logistik material, *Bill of*

Quantities (BoQ), dan *progress report* mingguan pekerjaan struktur Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

4.6.2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi dan menjadi akibat dalam suatu penelitian karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2013). Sedangkan menurut Paramita dkk. (2021) dalam bukunya menjelaskan variabel terikat merupakan pusat perhatian peneliti atau menjadi perhatian utama dalam suatu penelitian, variabel terikat merupakan suatu pokok dari masalah dan tujuan dalam penelitian. Adapun untuk variabel terikat (*dependen*) yang digunakan dalam penelitian ini yakni tingkat *waste material*.

4.7. Data Penelitian

Data penelitian adalah angka atau fakta yang digunakan sebagai bahan dalam membuat atau menyusun suatu informasi (Arikunto, 2016). Sedangkan menurut Paramita dkk. (2021) dalam bukunya menjelaskan data adalah kumpulan dari informasi yang digunakan dan diperlukan untuk mengambil keputusan atau untuk melakukan analisis. Data penelitian yaitu suatu gambaran dari variabel yang diteliti dan data penelitian memiliki fungsi sebagai alat untuk analisis dalam memecahkan rumusan masalah (Fauzi, 2022). Dalam melakukan tahapan analisis, dibutuhkan data penelitian yang memiliki keterkaitan dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Adapun untuk data yang didapat dari sebagai sumber dengan menggunakan pendekatan yang beragam.

4.7.1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan dengan melakukan survei lapangan, observasi, atau sejenisnya yang menggunakan pendekatan pengumpulan data orisinal (Paramita dkk., 2021). Sedangkan menurut Sugiyono (2013) dalam bukunya menjelaskan data primer yaitu data yang didapatkan secara langsung dan dapat memberikan data kepada peneliti. Adapun data primer dalam penelitian ini yaitu wawancara semi-terstruktur kepada Manajer Proyek, Manajer Logistik, dan *Team Leader* Konsultan Pengawas terkait proses pelaksanaan pekerjaan struktur pada proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta dengan kriteria sebagai berikut. Adapun kriteria responden yang akan diwawancarai adalah sebagai berikut:

1. Ahli Teknik Bangunan Gedung
 - a. Memiliki pengalaman kerja di bidang Bangunan Gedung ≥ 5 tahun
 - b. Memiliki SKA Ahli Teknik Bangunan Gedung jenjang Madya atau Ahli Teknik Bangunan Gedung jenjang Utama
 - c. Berhubungan langsung dengan proyek terkait
2. Ahli Manajemen Konstruksi
 - a. Memiliki pengalaman kerja di bidang Manajemen Konstruksi ≥ 5 tahun
 - b. Memiliki SKA Ahli Manajemen Konstruksi jenjang Madya atau Ahli Manajemen Konstruksi jenjang Utama
 - c. Berhubungan langsung dengan proyek terkait
3. Penyedia Jasa
 - a. Pelaksana atau kontraktor pada proyek terkait
 - b. Divisi yang berkaitan dengan logistik

4.7.2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu jenis data yang diperoleh dan data yang dikumpulkan dengan cara tidak langsung atau melalui suatu instansi terkait (Darwin dkk., 2021). Sedangkan menurut Sugiyono (2013) dalam bukunya menjelaskan data sekunder merupakan data yang didapat dengan cara tidak langsung dan data tidak diberikan secara langsung kepada pengumpul data. Adapun untuk kebutuhan data sekunder yang dilakukan dalam penelitian ini yakni sebagai berikut:

1. Pustaka acuan terkait,
2. *Monitoring* material,
3. *Bill of Quantities* (BoQ), dan
4. *Progress Report* Mingguan

4.8. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang penting dalam suatu penelitian, karena hakikatnya tujuan dari penelitian yaitu mengumpulkan atau mendapatkan data (Sugiyono, 2013). Berdasarkan buku metode penelitian

pendekatan kuantitatif karya Darwin dkk (2021) menjelaskan bahwa teknik pengumpulan data yaitu suatu kegiatan dalam penelitian yang memiliki hubungan langsung dengan objek penelitian guna mendapatkan informasi yang berbentuk data.

1. Studi literatur atau studi pustaka, penggunaan metode ini guna mengumpulkan data-data dan informasi untuk mendukung penelitian ini yang didapatkan dari buku, jurnal, artikel, penelitian sebelumnya, internet dan laporan kerja.
2. Studi kasus, penggunaan metode ini dilakukan terhadap pekerjaan struktural pada proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

4.9. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati (Sugiyono, 2013). Sedangkan menurut Arikunto (2016) dalam bukunya menjelaskan bahwa instrumen penelitian merupakan suatu fasilitas yang digunakan dalam mengumpulkan informasi agar pekerjaan yang dilakukan lebih sederhana, lebih baik hasilnya, dalam artian informasi yang didapat lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga memudahkan dalam mengolah informasi tersebut.

4.9.1. Uji Validitas

Uji validitas merupakan suatu alat yang digunakan dalam mengukur suatu kebenaran dalam proses penelitian yang dilakukan. Selain itu, menurut Maxwell (1992) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa validitas didasarkan pada kepastian apakah hasil penelitian sudah akurat dari sudut pandang peneliti, partisipan, atau pembaca secara umum. Adapun penggunaan alat yang digunakan dalam pengujian validitas menggunakan kredibilitas dimana kredibilitas merupakan suatu keberhasilan dalam mencapai tujuannya memecahkan masalah atau mendeskripsikan proses dan kelompok sosial atau pola interaksi yang kompleks. Selain itu, Guba dan Lincoln (1989) dalam Afiyanti (2008) menjelaskan bahwa tingkat kredibilitas yang tinggi dalam suatu penelitian dapat dicapai jika para responden yang terdapat dalam penelitian tersebut mengenali atau memahami benar tentang berbagai hal tentang pelaksanaan proses konstruksi dan *waste material*.

Instrumen kredibilitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah kriteria responden. Adapun untuk responden yang dilakukan wawancara harus memenuhi dua kriteria yang terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kriteria Responden

Nama	Kriteria	Kesesuaian	Keterangan
	Berhubungan langsung dengan proyek		
	Pengalaman kerja ≥ 5 tahun		
	SKA Madya atau Utama		

4.9.2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas adalah suatu alat yang digunakan untuk menguji atau mengukur kepercayaan suatu alat dari wawancara yang merupakan indikator dari variabel yang berguna untuk mengetahui konsistensi alat ukur dan konsisten jika pengukuran tersebut diulang dari waktu ke waktu (Husna, 2022). Jika pengukuran suatu alat yang digunakan dapat digunakan dalam 2 atau lebih maka dapat dikatakan reliabel. Adapun pengujian reliabilitas menggunakan konsep dependabilitas. Menurut Streubert dan Carpenter (2003) dalam penelitian Afiyanti (2008) menjelaskan bahwa tingginya dependabilitas dalam suatu penelitian diperoleh dengan melakukan suatu analisis data yang terstruktur dan berupaya untuk menginterpretasikan hasil penelitian dengan baik sehingga dapat membuat kesimpulan yang sama dalam menggunakan perspektif, data mentah, dan dokumen analisis penelitian yang sedang dilakukan. Melalui penggunaan dependabilitas, perubahan menyangkut fenomena yang mungkin terjadi sudah diperhitungkan oleh peneliti, juga perubahan dalam desain sebagai hasil pemahaman yang lebih mendalam tentang alat yang diteliti.

4.10. Tahapan Penelitian

Penelitian memiliki tahapan dalam memecahkan suatu masalah dengan tahapan penelitian yang dilakukan secara berurutan, tahap-tahap penelitian ini merupakan panduan yang terdiri atas langkah-langkah dari awal sampai akhir proses penelitian. Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada penelitian ini dilakukan kajian literatur mengenai *Waste Material*, *Diagram Pareto*, *Cause Effect Diagram*, dan beberapa materi yang berkaitan dengan penelitian. Studi literatur ini dilakukan dengan cara membaca dan mendalami jurnal ilmiah maupun buku yang memiliki keterkaitan.

2. Menentukan objek dan lokasi penelitian

Dalam menentukan objek dan lokasi penelitian, perlu dilakukan observasi lapangan dan identifikasi permasalahan yang akan diteliti. Apabila kondisi di lapangan sesuai dengan topik yang akan diteliti, maka dilakukan proses perizinan kepada pihak terkait guna melakukan penelitian lebih dalam.

3. Pengumpulan data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan wawancara semi-terstruktur kepada Manajer Proyek, Manajer Logistik, dan *Team Leader* Konsultan Pengawas di lapangan secara langsung, sedangkan data sekunder yang digunakan ialah *monitoring material*, *Bill of Quantities* (BoQ), dan *Progress Report* Mingguan.

4. Analisis data

Analisis data dilakukan dalam penelitian sebagai tindak lanjut setelah dilakukannya pengumpulan data. Semua data sekunder yang dikumpulkan, kemudian dilakukan analisis menggunakan pendekatan Pareto guna mengetahui *waste material* struktur dominan. Kemudian hasil pengumpulan data primer berupa identifikasi *waste material* dengan observasi dan wawancara semi-terstruktur untuk mengetahui apakah material tersebut masih bisa digunakan kembali atau tidak dan mendapatkan uraian *waste material*, kemudian divisualisasikan dengan pendekatan *Cause Effect Diagram* untuk mengetahui sembilan jenis faktor *waste* yaitu *environmental health, and safety* (EHS), *defect*, *over production*, *waiting*, *non-utilizing employee*, *transportation*, *inventory*, *motion*, dan *excess processing*. Kemudian setelah melakukan analisis kemudian untuk selanjutnya yaitu melakukan verifikasi kepada narasumber atau ahli.

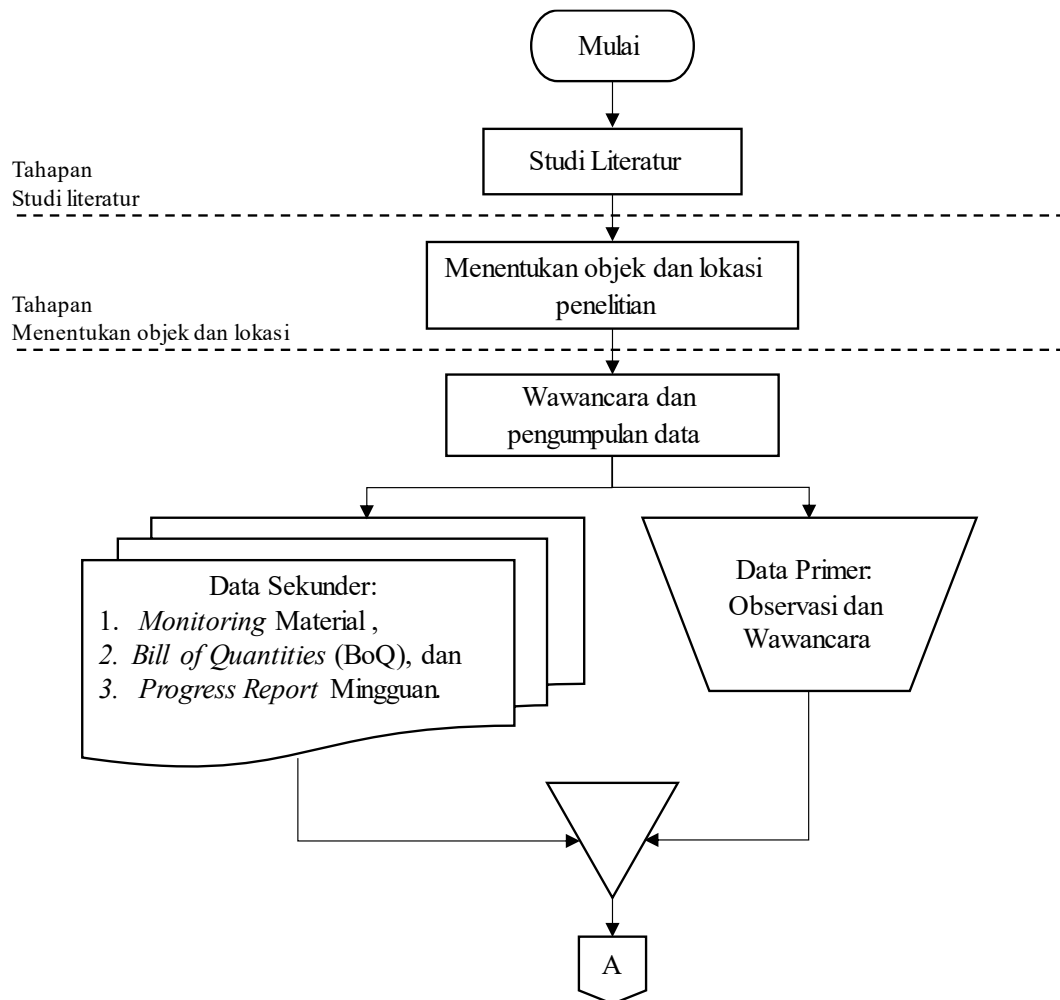
5. Pembahasan dan kesimpulan

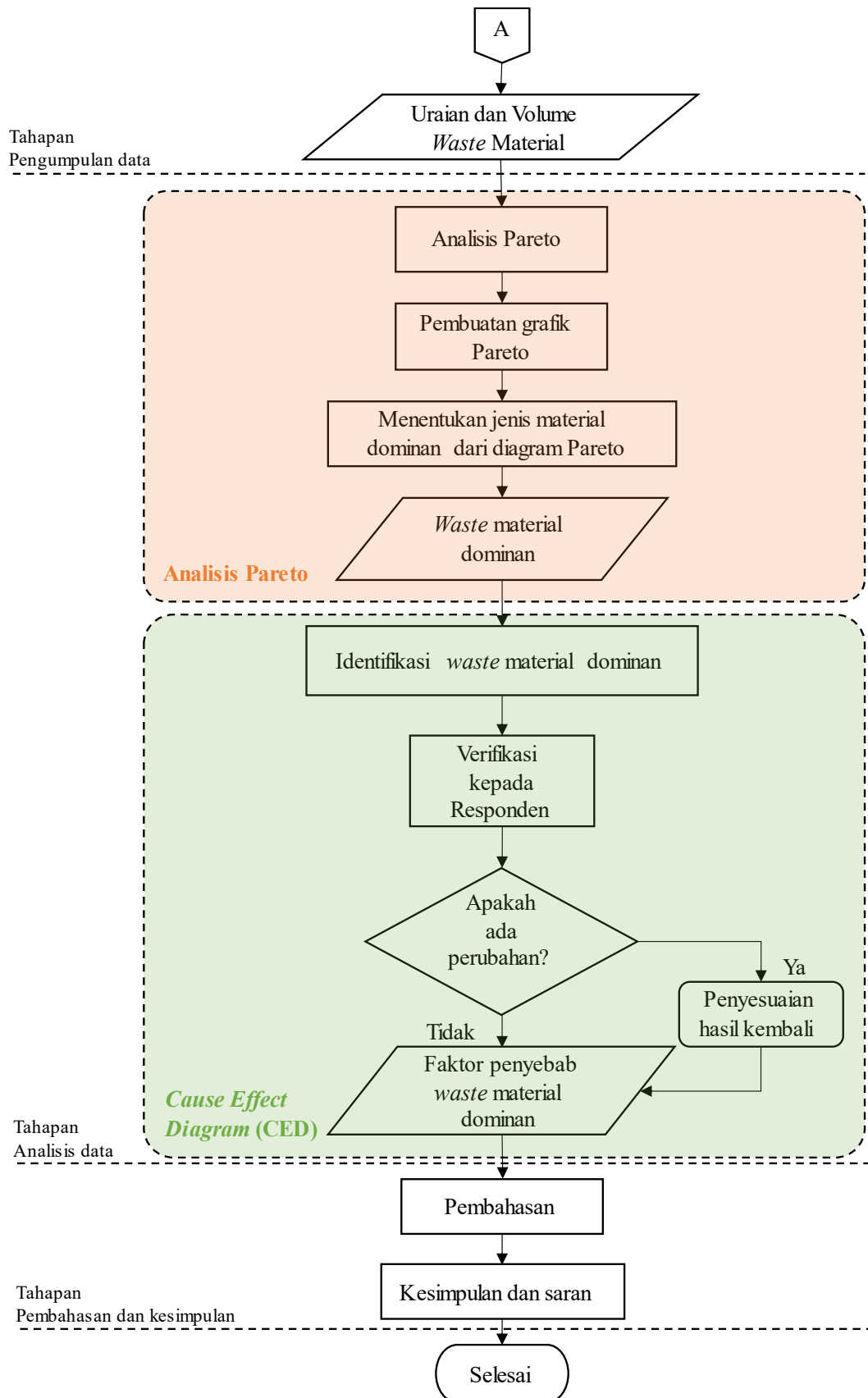
Setelah analisis data selesai, maka tahap selanjutnya ialah dilakukan pembahasan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan dengan membahas data-data yang diperoleh saat wawancara semi-terstruktur kepada setiap narasumber maupun data yang diperoleh dari instansi. Pembahasan ini akan

menjadi hasil akhir dari penelitian yang telah dilakukan. Setelah melakukan tahapan pembahasan, maka tahap terakhir dari penelitian ini ialah pada kesimpulan dan saran. Kesimpulan dan saran ini dapat ditarik berdasarkan tujuan penelitian pada Bab I dengan menjelaskan secara singkat, padat, dan meliputi semua proses penelitian yang dilakukan.

4.11. Bagan Alir Penelitian

Prosedur penelitian disusun agar tahapan-tahapan penelitian dapat dijabarkan dan diuraikan dengan jelas. Prosedur penyusunan penelitian yang terstruktur dibutuhkan dengan tujuan agar hasil penelitian dapat dicapai dengan baik. Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.





Gambar 4.2. Bagan Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Gambaran Umum Proyek

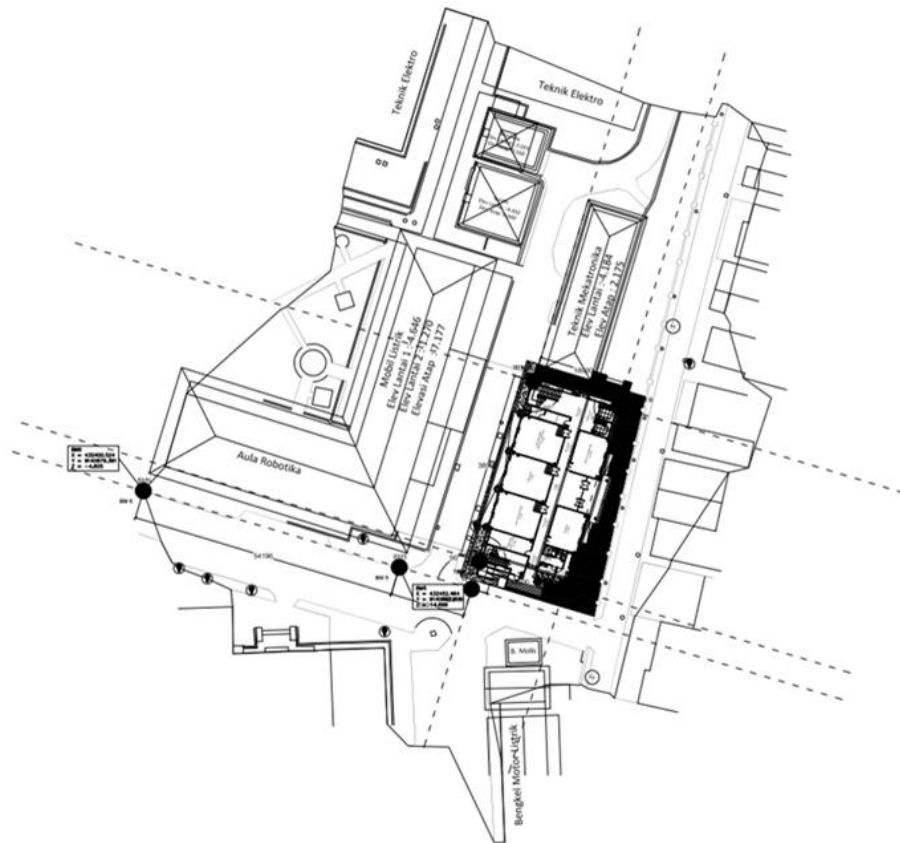
5.1.1. Profil Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dengan jumlah lantai sebanyak lima lantai dan satu lantai atap, kontraktor pelaksana dari pembangunan gedung ini yaitu PT. Heri Jaya Palung Buana. Adapun untuk data profil dari proyek secara umum adalah sebagai berikut.

Nama Proyek	: Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Lokasi Pekerjaan	: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Nomor Kontrak	: 049/UN34.05/LK/KONTRAK/PPK/2023
Tanggal Kontrak	: 05 Oktober 2023
Nomor SPMK	: 042/UN34.05/LK/BA/SPMK/2023
Tanggal SPMK	: 05 Oktober 2023
Pemilik Proyek	: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Universitas Negeri Yogyakarta
Kontraktor/ Pelaksana	: PT. Heri Jaya Palung Buana
Konsultan Pengawas	: PT. Elcentro Engineering Consultant
Nilai Kontrak	: Rp 27.550.000.000,-
Jenis Kontrak	: Harga Satuan (<i>unit price</i>)
Masa Pelaksanaan	: 240 (dua ratus empat puluh) hari kalender (05 Oktober 2023 s/d 02 Juni 2024)
Masa Pemeliharaan	: 180 (seratus delapan puluh) hari kalender

5.1.2. Lokasi Proyek

Lokasi penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Lokasi Penelitian

(Sumber: Dokumen Proyek, 2023)

5.2. Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan dengan membagi 2 jenis data yakni data primer dan data sekunder, dimana masing-masing data dikumpulkan dengan menggunakan cara masing-masing, sebagaimana dijelaskan pada bab sebelumnya.

5.2.1. Pengumpulan Data Sekunder

Penggunaan data sekunder digunakan untuk analisis menggunakan Konsep Pareto dengan hasil keluaran analisis tersebut adalah besaran *waste material* yang terjadi selama proses pekerjaan struktur berlangsung. Adapun untuk hasil pengumpulan data sekunder yang dikumpulkan dari dokumen kontrak berupa daftar volume pekerjaan (*BoQ*), kemudian data lapangan berupa *monitoring* material dari pihak kontraktor terkait pendatangan material sesuai dengan kebutuhan pekerjaan struktur yang akan dilaksanakan di lapangan dan volume realisasi yang dibuat oleh

konsultan pengawas yaitu berupa data *progress report* mingguan. Adapun untuk jumlah kebutuhan material secara keseluruhan berdasarkan jenis material pada pekerjaan struktur dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Kebutuhan Material

No.	Jenis Material	Jumlah	Satuan
1	Batako	2.800,00	Bh
2	Batu kali 15/20	504,31	M3
3	Kerikil	519,42	M3
4	Multipleks	9.910,39	M2
5	Pasir	388,19	M3
6	Portland Cement (PC)	216.998,82	Kg
7	Tulangan D10	110.877,35	Kg
8	Tulangan D13	3.739,34	Kg
9	Tulangan D16	19.518,17	Kg
10	Tulangan D19	43.384,33	Kg
11	Tulangan D22	53.262,34	Kg
12	Tulangan D25	49.182,42	Kg

Sumber: Dokumen Proyek (2023)

Setelah diketahui jumlah volume dari masing-masing jenis material pada pekerjaan struktur, kemudian merekapitulasi *monitoring* jenis material pada pekerjaan struktur yang datang ke lokasi pekerjaan setiap kurun waktu selama pelaksanaan pekerjaan struktur berlangsung mulai dari minggu ke-5 (30 Oktober 2023) sampai dengan minggu ke-22 (3 Maret 2024) selama proses konstruksi berlangsung, acuan dari kebutuhan material yang akan didatangkan oleh kontraktor adalah hasil rekapitulasi penggunaan material berdasarkan dokumen kontrak yang sudah dilakukan *mutual check* terlebih dahulu, kemudian hasil rekapitulasi *monitoring* material akan dibandingkan dengan rekapitulasi material yang direalisasikan. Adapun rekapitulasi *monitoring* material pada pekerjaan struktur dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Monitoring Material

No.	Jenis Material	Volume	Satuan
1	Semen 40 Kg	256.000,00	Kg
2	Pasir	490,00	M3
3	Kerikil	616,00	M3
4	Batu kali	642,00	M3
5	Multipleks	3.247,60	M2
6	Tulangan Sirip 10	92.305,67	Kg
7	Tulangan Sirip 13	3.888,74	Kg
8	Tulangan Sirip 16	20.072,16	Kg
9	Tulangan Sirip 19	31.787,28	Kg

Lanjutan Tabel 5.2 Rekapitulasi *Monitoring Material*

No.	Jenis Material	Volume	Satuan
10	Tulangan Sirip 22	43.864,80	Kg
11	Tulangan Sirip 25	42.074,76	Kg
12	<i>Ready Mix</i> 22.5 MPa	1.264,00	M3
13	<i>Ready Mix</i> 28 MPa	326,50	M3
14	Batako	3.000,00	Bh
15	<i>Wiremesh</i> M8	130,00	Lbr
16	Usuk 3M	1,89	M3

Sumber: Dokumen Proyek (2024)

Selanjutnya dokumen yang digunakan adalah *progress report* mingguan yang dibuat oleh konsultan pengawas, dokumen tersebut merupakan perhitungan material sesuai dengan yang terpasang di lapangan, kegunaan *progress report* mingguan yaitu untuk mengontrol seberapa banyak dan jenis material apa saja yang digunakan. Data *progress report* mingguan dari minggu ke-5 sampai dengan minggu ke-22 yang didapat dari konsultan pengawas dilakukan penjumlahan volume setiap minggunya dari masing-masing jenis material, setelah diketahui volume material yang terpasang setiap minggunya kemudian merekapitulasi dari keseluruhan material yang terpasang di lapangan. Adapun rekapitulasi *progress report* mingguan pada pekerjaan struktur dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi *Progress Report Mingguan*

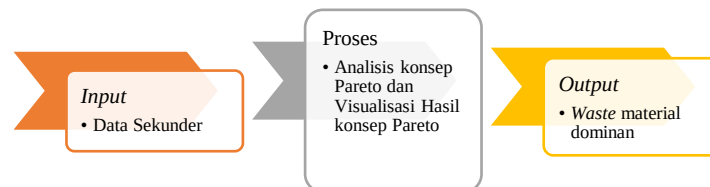
No.	Jenis Material	Volume	Satuan
1	Semen 40 Kg	248.147,15	Kg
2	Pasir	427,96	M3
3	Kerikil	582,58	M3
4	Batu kali	611,79	M3
5	Multipleks	3.183,92	M2
6	Tulangan Sirip 10	87.176,85	Kg
7	Tulangan Sirip 13	3.585,62	Kg
8	Tulangan Sirip 16	16.081,05	Kg
9	Tulangan Sirip 19	29.898,52	Kg
10	Tulangan Sirip 22	39.295,96	Kg
11	Tulangan Sirip 25	35.652,62	Kg
12	<i>Ready Mix</i> 22.5 MPa	1.254,27	M3
13	<i>Ready Mix</i> 28 MPa	317,03	M3
14	Batako	2.600,00	Bh
15	<i>Wiremesh</i> M8	117,36	Lbr
16	Usuk 3M	1,40	M3

Sumber: Dokumen Proyek (2024)

Setelah dilakukan pengumpulan data sekunder berupa daftar volume pekerjaan (*BoQ*), *monitoring* material, dan *progress report* mingguan, selanjutnya yaitu

melakukan analisis Pareto untuk mengetahui *waste* material yang dominan dalam pelaksanaan pekerjaan struktur pada Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

5.2.2. Analisis Pareto



Gambar 5. 2 Analisis Konsep Pareto

Penjelasan dari Gambar 5.2 diatas adalah sebagai berikut. Data sekunder berupa daftar volume pekerjaan (*BoQ*), *monitoring* material, dan *progress report* mingguan digunakan sebagai *input*, analisis Pareto sebagai proses, dan *waste* material dominan sebagai *output*. Penggunaan analisis Pareto memiliki fungsi dalam pengambilan keputusan dengan memvisualisasikan suatu permasalahan yang terjadi akibat pekerjaan struktur yang memiliki potensi besar untuk terjadinya *waste* material, tahapan yang dilakukan dalam analisis Pareto adalah perhitungan perbandingan volume antara rekap *monitoring* material atau rekap logistik dengan *progress report* mingguan atau volume realisasi agar diketahui berapa banyak volume *waste* material dari masing-masing jenis material pekerjaan struktur, kemudian hasil perbandingan tersebut dilakukan penyeragaman satuan dengan membagi volume hasil *waste* material dengan volume *monitoring* material, agar hasil dari masing-masing material berupa besaran bobot dari masing-masing jenis *waste* material, kemudian untuk langkah selanjutnya yaitu melakukan tingkatan sesuai dengan peringkat hasil analisis. Adapun untuk mengetahui besaran volume *waste* material dapat menggunakan persamaan 3.1, berikut contoh analisis untuk perhitungan material Semen 40 Kg dan Pasir.

$$\begin{aligned}\text{Volume waste semen 40 Kg} &= \text{volume } \textit{monitoring} \text{ material} - \text{volume realisasi} \\ &= 256.000,00 \text{ Kg} - 248.147,15 \text{ Kg} \\ &= 7.852,85 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume waste pasir} &= \text{volume monitoring material} - \text{volume realisasi} \\
 &= 490,00 \text{ M3} - 427,96 \text{ M3} \\
 &= 62,04 \text{ M3}
 \end{aligned}$$

Analisis untuk volume waste material untuk jenis material lainnya dapat menggunakan persamaan yang sama, berikut untuk waste material untuk jenis material lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Volume Waste Material

No	Jenis Material	Satuan	Volume Monitoring Material	Volume Realisasi	Volume Waste Material
1	Semen 40 Kg	Kg	256.000,00	248.147,15	7.852,85
2	Pasir	M3	490,00	427,96	62,04
3	Kerikil	M3	616,00	582,58	33,42
4	Batu kali	M3	642,00	611,79	30,21
5	Multipleks	M2	3.247,60	3.183,92	63,68
6	Tulangan Sirip 10	Kg	92.305,67	87.176,85	5.128,82
7	Tulangan Sirip 13	Kg	3.888,74	3.585,62	303,13
8	Tulangan Sirip 16	Kg	20.072,16	16.081,05	3.991,11
9	Tulangan Sirip 19	Kg	31.787,28	29.898,52	1.888,76
10	Tulangan Sirip 22	Kg	43.864,80	39.295,96	4.568,84
11	Tulangan Sirip 25	Kg	42.074,76	35.652,62	6.422,14
12	Ready Mix 22.5 MPa	M3	1.264,00	1.254,27	9,73
13	Ready Mix 28 MPa	M3	326,50	317,03	9,47
14	Batako	Bh	3.000,00	2.600,00	400,00
15	Wiremesh M8	Lbr	130,00	117,36	12,64
16	Usuk 3M	M3	1,89	1,40	0,49

Total volume hasil perbandingan antara volume realisasi dengan monitor material digunakan untuk mengetahui berapa banyak waste material yang terjadi pada pekerjaan struktur, selanjutnya yaitu menyeragamkan satuan dari masing-masing material dengan membagi volume waste material tersebut dengan volume monitoring material yang terdapat pada kontrak dari masing-masing jenis material pekerjaan struktur untuk diketahui seberapa banyak bobot waste material yang terjadi pada pekerjaan struktural. Adapun untuk mengetahui besaran bobot dari masing-masing jenis waste material dapat menggunakan persamaan 3.2, berikut contoh analisis untuk perhitungan bobot material Semen 40 Kg dan material Pasir.

$$\begin{aligned}
 \text{Bobot waste semen 40 Kg} &= \text{vol. waste material} / \text{vol. monitoring material} \times 100 \\
 &= 7.852,85 \text{ Kg} / 256.000,00 \text{ Kg} \times 100 \\
 &= 3,07 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bobot waste pasir} &= \text{vol. waste material} / \text{vol. monitoring material} \times 100 \\
 &= 62.04 \text{ M3} \times 490,00 \text{ M3} \times 100 \\
 &= 12,66 \%
 \end{aligned}$$

Analisis untuk bobot waste material untuk jenis material lainnya menggunakan persamaan yang sama, berikut untuk besaran bobot waste material untuk jenis material lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Bobot Waste Material

No	Jenis Material	Satuan	Volume Waste Material	Volume Monitoring Material	Bobot Waste Material (%)
1	Semen 40 Kg	Kg	7,852.85	256.000,00	3,07
2	Pasir	M3	62.04	490,00	12,66
3	Kerikil	M3	33.42	616,00	5,43
4	Batu kali	M3	30.21	642,00	4,71
5	Multipleks	M2	63.68	3.247,60	1,96
6	Tulangan Sirip 10	Kg	5,128.82	92.305,67	5,56
7	Tulangan Sirip 13	Kg	303.13	3.888,74	7,79
8	Tulangan Sirip 16	Kg	3,991.11	20.072,16	19,88
9	Tulangan Sirip 19	Kg	1,888.76	31.787,28	5,94
10	Tulangan Sirip 22	Kg	4,568.84	43.864,80	10,42
11	Tulangan Sirip 25	Kg	6,422.14	42.074,76	15,26
12	Ready Mix 22.5 MPa	M3	9.73	1.264,00	0,77
13	Ready Mix 28 MPa	M3	9.47	326,50	2,90
14	Batako	Bh	400.00	3.000,00	13,33
15	Wiremesh M8	Lbr	12.64	130,00	9,72
16	Usuk 3m	M3	0.49	1,89	26,00
Total Bobot Masing-masing Material					145,40

Bobot waste material tersebut digunakan untuk melakukan analisis selanjutnya, yakni analisis bobot dari masing-masing jenis waste material, perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan besaran persentase dari masing-masing jenis waste material. Adapun contoh dalam mencari besaran bobot dari jenis material Semen 40 Kg dan Pasir dengan menggunakan persamaan 3.3 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase bobot Semen 40 Kg} &= \frac{\text{Bobot waste material}}{\text{Total bobot waste material}} \times 100 \\
 &= \frac{7,852.85}{256.000,00} \times 100 \\
 &= 3,07 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase bobot Pasir} &= \frac{\text{Bobot waste material}}{\text{Total bobot waste material}} \times 100 \\
 &= \frac{62.04}{420} \times 100 \\
 &= 12,66 \%
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pembobotan dari masing-masing jenis material selanjutnya yaitu mengurutkan dari persentase yang terbesar sampai yang terkecil. Setelah itu, dilakukan kumulatif bobot setiap jenis material dari terbesar sampai terkecil untuk mengetahui persentase kumulatif dari jenis-jenis masing material. Adapun untuk hasil bobot persentase dan kumulatif bobot persentase dari keseluruhan material dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Bobot Waste Material

No	Jenis Material	Satuan	Bobot Waste Material (%)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Usuk 3m	M3	26,00	17,88%	17,88%
2	Tulangan Sirip 16	Kg	19,88	13,68%	31,56%
3	Tulangan Sirip 25	Kg	15,26	10,50%	42,05%
4	Batako	Bh	13,33	9,17%	51,22%
5	Pasir	M3	12,66	8,71%	59,93%
6	Tulangan Sirip 22	Kg	10,42	7,16%	67,10%
7	Wiremesh M8	Lbr	9,72	6,69%	73,78%
8	Tulangan Sirip 13	Kg	7,79	5,36%	79,14%
9	Tulangan Sirip 19	Kg	5,94	4,09%	83,23%
10	Tulangan Sirip 10	Kg	5,56	3,82%	87,05%
11	Kerikil	M3	5,43	3,73%	90,78%
12	Batu kali	M3	4,71	3,24%	94,02%
13	Semen 40 Kg	Kg	3,07	2,11%	96,13%
14	Ready Mix 28 MPa	M3	2,90	1,99%	98,12%
15	Multipleks	M2	1,96	1,35%	99,47%
16	Ready Mix 22.5 MPa	M3	0,77	0,53%	100,00%
Total Bobot			145,40		

Setelah diketahui hasil bobot waste dan kumulatif bobot persentase waste dari keseluruhan material, langkah selanjutnya adalah membuat diagram analisis Pareto, untuk diagram batang pada diagram analisis Pareto menggunakan data besaran bobot dari masing-masing jenis material yang sudah diurutkan terlebih dahulu, kemudian untuk diagram garis menggunakan data persentase kumulatif dari keseluruhan material. Setelah diketahui besaran waste material yang terjadi pada pekerjaan struktur pada Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, langkah selanjutnya yaitu mengidentifikasi waste material yang memiliki nilai dominan.

5.2.3. Identifikasi Waste Material

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan untuk mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya waste material dominan pada pekerjaan struktur. Pekerjaan struktur pada Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang terdiri dari beberapa pekerjaan struktur mulai dari pekerjaan *cyclope*, pondasi *footplat*, *pitlift*, dinding beton, sloof, kolom, balok, plat lantai, tangga, dan penebalan plat, dari pekerjaan struktur yang dilakukan terdapat 3 kegiatan yaitu pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran. Dimana dari ketiga kegiatan tersebut yang memiliki dampak besar terhadap pemborosan waste material terjadi pada pekerjaan pembesian. Setelah diketahui pekerjaan yang memiliki nilai dominan, kemudian mencari faktor penyebab yang mungkin menimbulkan waste material yang terdiri dari faktor desain, pengadaan, pelaksanaan, dan lainnya. Sebelum melakukan wawancara terdapat langkah awal yang harus dilakukan yakni menentukan apakah narasumber yang akan diwawancarai sudah memenuhi kriteria yang sudah ditentukan pada Tabel 4.3. Adapun hasil dari kesesuaian responden yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Kesesuaian Kriteria Responden

Nama	Kriteria	Kesesuaian	Keterangan
Erwan Dwi Ujiantoro, S.T.	Pengalaman ≥ 5 tahun	Pengalaman 15 Tahun	Sesuai
	SKA Madya atau Utama	Ahli Madya Teknik Bangunan Gedung	Sesuai
	Berhubungan langsung dengan proyek	Manajer Proyek	Sesuai
Dimas Nur Adi Saabara, S.T.	Pengalaman ≥ 5 tahun	Pengalaman 12 Tahun	Sesuai
	SKA Madya atau Utama	Ahli Madya Teknik Bangunan Gedung	Sesuai
	Berhubungan langsung dengan proyek	Manajer Logistik	Sesuai
Gunawan Sigit P., S.T.	Pengalaman ≥ 5 tahun	Pengalaman 20 Tahun	Sesuai
	SKA Madya atau Utama	Ahli Madya Manajemen Konstruksi	Sesuai
	Berhubungan langsung dengan proyek	Team Leader Konsultan Pengawas	Sesuai
Ir. Arvi Zulham, S.T., IP-M, ASEAN Eng.	Pengalaman ≥ 5 tahun	Pengalaman 20 Tahun	Sesuai
	SKA Madya atau Utama	Ahli Madya Teknik Bangunan Gedung	Sesuai
	Berhubungan langsung dengan proyek	Tidak berhubungan langsung dengan proyek	Tidak Sesuai

Lanjutan Tabel 5.7 Kesesuaian Kriteria Responden

Nama	Kriteria	Kesesuaian	Keterangan
Ir. Dwi Yulianto, S.T., IP-M.	Pengalaman $\geq$ 5 tahun	Pengalaman 22 Tahun	Sesuai
	SKA Madya atau Utama	Ahli Madya Teknik Bangunan Gedung	Sesuai
	Berhubungan langsung dengan proyek	Tidak berhubungan langsung dengan proyek	Tidak Sesuai

Setelah kelima responden yang dilakukan sudah memenuhi semua kriteria yang ditentukan dan observasi di lapangan sudah mendapatkan hasil, langkah selanjutnya yaitu melakukan verifikasi awal mengenai faktor penyebab *waste* material hasil observasi yang sudah dilakukan. Adapun hasil observasi mengenai faktor penyebab *waste* material pada pekerjaan struktur dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Penyebab Waste Material

Aspek	Penyebab Waste Material
Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja
	Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja
	Terdapat perubahan desain dari gambar kerja
	Kurangnya komunikasi antara pelaksana lapangan dengan pekerja
	Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan
Pengadaan	Kelebihan pemesanan material
	Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas
	Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan
Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor
	Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan
	Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali
Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material
	Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan

5.2.4. Faktor Penyebab Waste Material

Faktor penyebab terjadinya *waste* material terdiri dari empat faktor yakni faktor desain, pengadaan, pelaksanaan dan faktor lainnya, kemudian dari keempat faktor tersebut diidentifikasi mengenai penyebab terjadi *waste* material sesuai dengan observasi awal di lapangan guna mengetahui aspek apa yang dapat menyebabkan *waste* material tersebut. Faktor penyebab hasil observasi awal tersebut digunakan untuk melakukan verifikasi awal kepada responden terkait faktor *waste* yang mungkin muncul akibat penyebab *waste* material. Adapun untuk faktor penyebab terjadinya *waste* material dan dampak dari *waste* material dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Faktor Waste Material

No.	Aspek	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	<i>Waste of Defect</i>
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	<i>Waste of Defect</i>
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	<i>Waste of Processing</i>
		Kurangnya komunikasi antar tim manajemen	<i>Waste of Overproduction</i> <i>Waste of Defect</i>
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	<i>Waste of Overproduction</i> <i>Waste of Processing</i>
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	<i>Waste of Material Movement</i>
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	<i>Waste of Inventory</i>
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	<i>Waste of Inventory</i>
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	<i>Waste of Overproduction</i> <i>Waste of Defect</i>
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	<i>Waste of Defect</i>
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	<i>Waste of Overproduction</i> <i>Waste of Defect</i>
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	<i>Waste of Inventory</i>
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	<i>Waste of Overproduction</i> <i>Waste of Defect</i> <i>Waste of Processing</i>

Setelah didapat hasil faktor *waste material* pada pekerjaan struktur pada Tabel 5.9 di atas, kemudian dilakukan verifikasi data dengan wawancara untuk mengoreksi kesesuaian hasil analisis dengan kondisi di lapangan. Verifikasi dilakukan kepada masing-masing responden dengan hasil sebagai berikut.

1. Verifikasi faktor penyebab *waste material* kepada responden 1

Verifikasi Responden 1 dengan bapak Erwan Dwi Ujiantoro, S.T., sebagai Manajer Proyek Konstruksi dilakukan dengan menambahkan data faktor penyebab dan faktor *waste* yang kurang, mengubah data faktor penyebab dan faktor *waste*, dan menghapus faktor penyebab dan faktor *waste* yang tidak sesuai dengan di lapangan. Adapun data yang ditambahkan menggunakan warna **hijau** diubah menggunakan warna **biru** dan data yang dihapus menggunakan warna **kuning** yang dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Verifikasi Faktor Waste Material Responden 1

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	<i>Waste of Defect</i>
			<i>Waste of Processing</i>
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	<i>Waste of Defect</i> <i>Waste of Processing</i>

Lanjutan Tabel 5.10 Verifikasi Faktor Waste Material Responden 1

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	Waste of Processing Waste of Overproduction
		Kurangnya komunikasi antar tim manajemen	Waste of Overproduction Waste of Defect
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Processing
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	Waste of Material Movement Waste of Inventory
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	Waste of Inventory Waste of Material Movement
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	Waste of Inventory > Waste of Processing Waste of Material Movement
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	Waste of Defect > Waste of Processing Waste of Overproduction
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Inventory
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Defect
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Inventory

2. Verifikasi faktor penyebab waste material kepada responden 2

Verifikasi Responden 2 dengan bapak Dimas Nur Adi Saabara, S.T., sebagai Manajer Logistik dilakukan dengan menambahkan data faktor penyebab dan faktor waste yang kurang, mengubah data faktor penyebab dan faktor waste, dan menghapus faktor penyebab dan faktor waste yang tidak sesuai dengan di lapangan. Adapun data yang ditambahkan menggunakan warna **hijau** diubah menggunakan warna **biru** dan data yang dihapus menggunakan warna **kuning** yang dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Verifikasi Faktor Waste Material Responden 2

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	Waste of Defect
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	Waste of Processing

Lanjutan Tabel 5.11 Verifikasi Faktor Waste Material Responden 2

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
		Kurangnya komunikasi antar tim manajemen	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Processing Waste of Inventory
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	Waste of Material Movement Waste of Inventory
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	Waste of Inventory Waste of Material Movement
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Processing
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	Waste of Overproduction Waste of Defect
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	Waste of Defect Waste of Processing
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Inventory
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	Waste of Inventory Waste of Material Movement
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Inventory

3. Verifikasi faktor penyebab waste material kepada responden 3

Verifikasi Responden 3 dengan bapak Gunawan Sigit P., S.T., sebagai *Team Leader* Konsultan Pengawas dilakukan dengan menambahkan data faktor penyebab dan faktor waste yang kurang, mengubah data faktor penyebab dan faktor waste, dan menghapus faktor penyebab dan faktor waste yang tidak sesuai dengan di lapangan. Adapun data yang ditambahkan menggunakan warna **hijau** diubah menggunakan warna **biru** dan data yang dihapus menggunakan warna **kuning** yang dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Verifikasi Faktor Waste Material Responden 3

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	Waste of Processing Waste of Overproduction

Lanjutan Tabel 5.12 Verifikasi Faktor Waste Material Responden 3

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
		Kurangnya komunikasi antar tim manajemen	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Processing Waste of Inventory
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	Waste of Material Movement
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	Waste of Inventory Waste of Processing
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	Waste of Inventory Waste of Processing
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	Waste of Defect Waste of Overproduction Waste of Processing
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	Waste of Overproduction Waste of Defect
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	Waste of Inventory
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Inventory

4. Verifikasi faktor penyebab waste material kepada responden 4

Verifikasi Responden 4 dengan bapak Ir. Arvi Zulham, S.T. IP-M, ASEAN Eng., sebagai Praktisi dilakukan dengan menambahkan data faktor penyebab dan faktor waste yang kurang, mengubah data faktor penyebab dan faktor waste, dan menghapus faktor penyebab dan faktor waste yang tidak sesuai dengan di lapangan. Adapun data yang ditambahkan menggunakan warna **hijau** diubah menggunakan warna **biru** dan data yang dihapus menggunakan warna **kuning** yang dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Verifikasi Faktor Waste Material Responden 4

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Inventory

Lanjutan Tabel 5.13 Verifikasi Faktor Waste Material Responden 4

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	Waste of Processing Waste of Overproduction Waste of Material Movement Waste of Inventory
		Kurangnya komunikasi antar tim manajemen	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Inventory
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Processing Waste of Inventory Waste of Defect
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	Waste of Material Movement Waste of Inventory
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Processing
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	Waste of Inventory Waste of Processing Waste of Material Movement
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	Waste of Defect Waste of Processing Waste of Overproduction
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Inventory Waste of Processing
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Defect
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Inventory

5. Verifikasi faktor penyebab waste material kepada responden 5

Verifikasi Responden 5 dengan bapak Ir. Dwi Yulianto, S.T. IP-M., sebagai Praktisi dilakukan dengan menambahkan data faktor penyebab dan faktor waste yang kurang, mengubah data faktor penyebab dan faktor waste, dan menghapus faktor penyebab dan faktor waste yang tidak sesuai dengan di lapangan. Adapun data yang ditambahkan menggunakan warna **hijau** diubah menggunakan warna **biru** dan data yang dihapus menggunakan warna **kuning** yang dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Verifikasi Faktor Waste Material Responden 5

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing Waste of Inventory
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	Waste of Processing Waste of Overproduction Waste of Inventory
		Kurangnya komunikasi antar tim manajemen	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Inventory
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Processing Waste of Inventory Waste of Defect
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	Waste of Material Movement Waste of Inventory
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Processing
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	Waste of Inventory Waste of Processing Waste of Material Movement
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	Waste of Defect Waste of Processing Waste of Overproduction
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Inventory Waste of Processing
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Defect
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Inventory

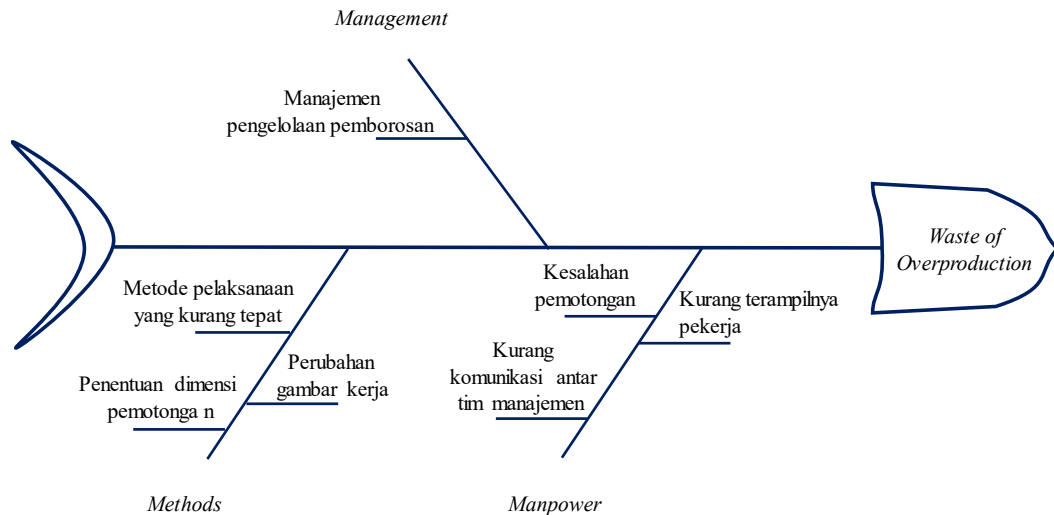
Berdasarkan hasil wawancara faktor penyebab waste material pada kelima responden, terdapat beberapa penyesuaian terhadap hasil analisis CED. Penyesuaian tersebut kemudian direkapitulasi dan diverifikasi sehingga didapatkan hasil berupa aspek faktor penyebab waste material yang dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5.15 Rekapitulasi Verifikasi Faktor Waste Material

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Inventory
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Overproduction Waste of Inventory
		Kurangnya komunikasi antar tim manajemen	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Inventory
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Processing Waste of Defect Waste of Inventory
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	Waste of Material Movement Waste of Inventory
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Processing
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	Waste of Inventory Waste of Processing Waste of Material Movement
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	Waste of Defect Waste of Processing Waste of Overproduction
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Inventory Waste of Processing
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Defect
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Inventory

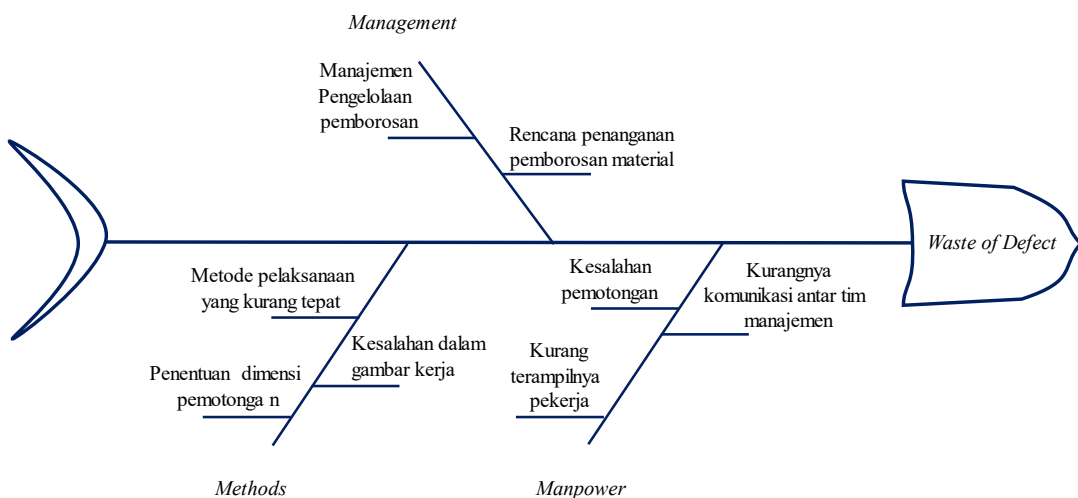
Hasil rekapitulasi tersebut kemudian dilakukan dengan membuat diagram CED atau diagram tulang ikan untuk memudahkan dalam memahami penyebab masalah utama dari potensi *waste material* pekerjaan pembesian struktur berdasarkan faktor-faktor dari *waste material*. Adapun untuk diagram tulang ikan berdasarkan faktor-faktor dari *waste material* yaitu *waste of overproduction*, *waste of defects*, *waste of*

material movement, waste of processing, dan waste of inventory. Adapun untuk CED pada masalah pada faktor waste of overproduction memiliki 3 penyebab masalah yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.



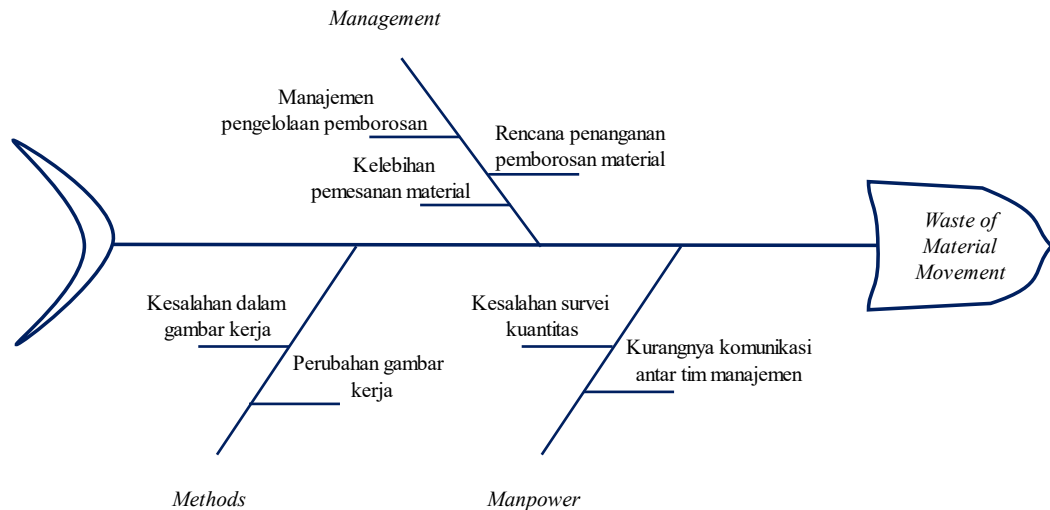
Gambar 5.3 Cause Effect Diagram Waste of Overproduction

Berdasarkan CED tersebut penyebab dari masalah *waste of overproduction* terdiri dari *manpower* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 3 faktor, *methods* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 3 faktor, dan *management* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 1 faktor. CED pada faktor *waste of defects* memiliki 3 penyebab masalah. Adapun untuk penyebab masalah dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



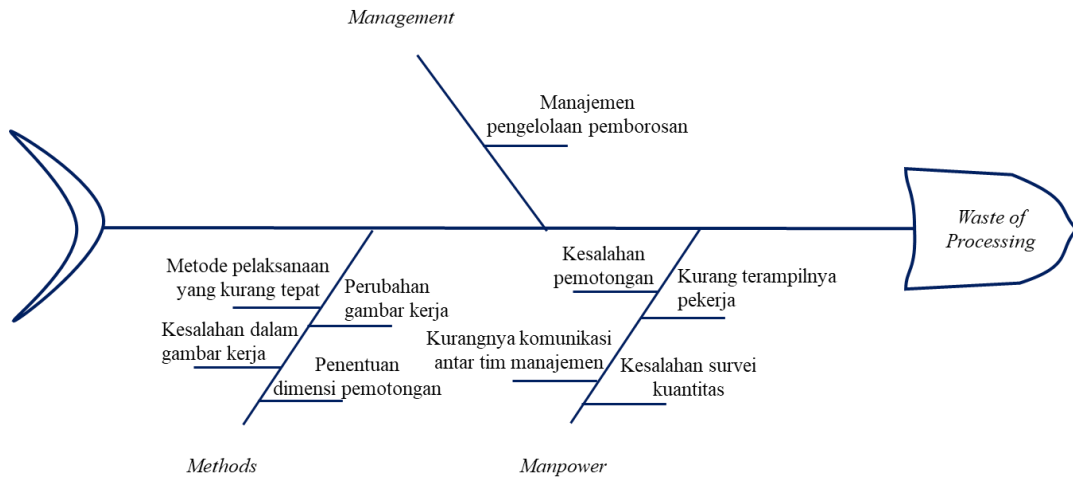
Gambar 5.4 Cause Effect Diagram Waste of Defects

Berdasarkan CED tersebut penyebab dari masalah *waste of defects* terdiri dari *manpower* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 3 faktor, *methods* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 3 faktor, dan *management* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 2 faktor. CED pada faktor *waste of material movement* memiliki 3 penyebab masalah. Adapun untuk penyebab masalah dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.



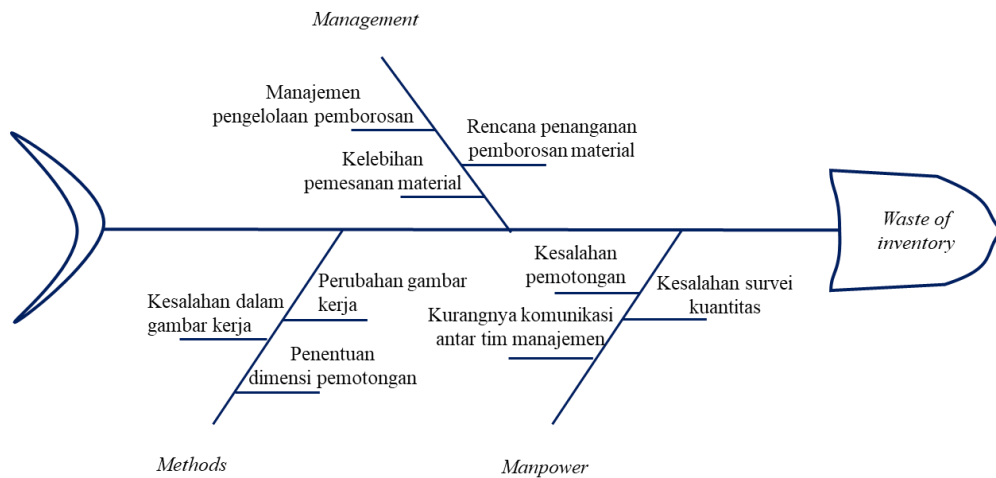
Gambar 5.5 Cause Effect Diagram Waste of Material Movement

Berdasarkan CED tersebut penyebab dari masalah *waste of material movement* terdiri dari *manpower* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 2 faktor, *methods* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 2 faktor, dan *management* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 3 faktor. CED pada faktor *waste of processing* memiliki 3 penyebab masalah. Adapun untuk penyebab masalah dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Cause Effect Diagram Waste of Processing

Berdasarkan CED tersebut penyebab dari masalah *waste of processing* terdiri dari *manpower* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 4 faktor, *methods* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 4 faktor, dan *management* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 1 faktor. CED pada faktor *waste of inventory* memiliki 3 penyebab masalah. Adapun untuk penyebab masalah dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Cause Effect Diagram Waste of Inventory

Berdasarkan CED tersebut penyebab dari masalah *waste of inventory* terdiri dari *manpower* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 3 faktor, *methods* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 3 faktor, dan *management* dengan jumlah faktor *waste* sebanyak 3 faktor.

5.2.5. Pengendalian Waste Material

Pengendalian waste material adalah suatu upaya atau usaha untuk mengurangi atau meminimalisir kemungkinan terjadinya waste material yang dapat merugikan kontraktor atau pemilik proyek. Adapun pengendalian waste material dilakukan mengacu pada tingkatan pengendalian waste material sesuai dengan Gambar 3.1 pada bab sebelumnya tentang landasan teori. Berdasarkan hasil wawancara tindakan pengendalian berdasarkan faktor penyebab waste material. Adapun hasil wawancara tindakan pengendalian faktor penyebab waste material adalah sebagai berikut.

1. Hasil wawancara tindakan pengendalian kepada responden 1

Hasil wawancara kepada Responden 1 yaitu bapak Erwan Dwi Ujiantoro, S.T., sebagai Manajer Proyek, adapun wawancara dilakukan dengan mengisi formulir tindakan pengendalian faktor penyebab waste material yang sudah diverifikasi. Adapun untuk hasil wawancara tindakan pengendalian waste material dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.16 Tindakan Pengendalian Waste Material Responden 1

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material Responden 1 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>	
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	1:	- Memberikan informasi dan detail gambar yang jelas
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	1:	- Melakukan <i>review design</i> - Memperbaiki gambar kerja
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	1:	- Mengajukan addendum kontrak
		Kurangnya komunikasi antara tim manajemen	1:	- Koordinasi kepada kepala pekerja guna mengurangi waste material
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	1:	- Membuat <i>bar bending schedule</i>
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	1:	- Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan - Pengecekan berkala <i>material on site</i>
			2:	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	1:	- Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Meningkatkan akurasi estimasi dan pemesanan
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara	1:	- Komunikasi dalam rapat untuk mengurangi waste material

Lanjutan Tabel 5.16 Tindakan Pengendalian Waste Material Responden 1

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material Responden 1 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>
		logistik dengan pelaksana lapangan	-
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	1: - Melakukan pemantauan pekerjaan secara berkala
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	1: - Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	1: - Membuat <i>bar bending schedule</i> 2: - Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	1: - Membuat <i>bar bending schedule</i> - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja
			1: - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Melakukan evaluasi manajemen material
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	

2. Hasil wawancara tindakan pengendalian kepada responden 2

Hasil wawancara kepada Responden 2 yaitu bapak Dimas Nur Adi Saabara, S.T., sebagai Manajer Logistik, adapun wawancara dilakukan dengan mengisi formulir tindakan pengendalian faktor penyebab *waste material* yang sudah diverifikasi. Adapun untuk hasil wawancara tindakan pengendalian *waste material* dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 Tindakan Pengendalian Waste Material Responden 2

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material Responden 2 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	1: - Memberikan informasi dan detail gambar yang jelas
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	1: - Memperbaiki gambar kerja
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	1: - Melakukan <i>review design</i> - Mengajukan adendum kontrak
		Kurangnya komunikasi antara tim manajemen	1: - Instruksi pekerjaan sebelum melakukan aktivitas

Lanjutan Tabel 5.17 Tindakan Pengendalian Waste Material Responden 2

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material Responden 2 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>	
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	1:	- Membuat <i>bar bending schedule</i>
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	1:	- Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan
				- Pengecekan berkala <i>material on site</i>
				- Membuat kebutuhan material per periode
			2:	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	1:	- Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja
				- Meningkatkan akurasi estimasi dan pemesanan
			2:	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	1:	- Komunikasi dalam rapat untuk mengurangi waste material
			2:	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	1:	- Mengevaluasi metode pelaksanaan
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	1:	- Melakukan pengawasan dan pembinaan kepada pekerja
				- Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	1:	- Membuat <i>bar bending schedule</i>
				- Melakukan pemantauan pekerjaan secara berkala
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	1:	- Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	1:	- Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja

3. Hasil wawancara tindakan pengendalian kepada responden 3

Hasil wawancara kepada Responden 3 yaitu bapak Gunawan Sigit P., S.T., sebagai *Team Leader* Konsultan Pengawas, adapun wawancara dilakukan dengan mengisi formulir tindakan pengendalian faktor penyebab waste material yang sudah diverifikasi. Adapun untuk hasil wawancara tindakan pengendalian waste material dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

Tabel 5.18 Tindakan Pengendalian Waste Material Responden 3

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material Responden 3 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>	
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	1:	- Melakukan <i>review design</i> - Memberikan informasi dan detail gambar yang jelas
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	1:	- Memperbaiki gambar kerja - Melakukan <i>review design</i>
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	1:	- Melakukan <i>review design</i> - Mengajukan adendum kontrak
		Kurangnya komunikasi antara tim manajemen	1:	- Instruksi pekerjaan sebelum melakukan aktivitas
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	1:	- Membuat <i>bar bending schedule</i> - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	1:	- Mengontrol jumlah material yang dikirim ke lokasi proyek
			2:	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	1:	- Meningkatkan akurasi estimasi dan pemesanan
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	1:	- Melakukan persetujuan kepada pelaksana sebelum mendatangkan material
			2:	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	1:	- Mengevaluasi metode pelaksanaan
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	1:	- Melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja - Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	1:	- Melakukan pemantauan pekerjaan secara berkala
			2:	-
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	1:	- Membuat <i>bar bending schedule</i>
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	1:	- Melakukan evaluasi manajemen material

4. Hasil wawancara tindakan pengendalian kepada responden 4

Hasil wawancara kepada Responden 4 yaitu bapak Ir. Arvi Zulham, S.T. IP-M. ASEAN Eng., sebagai Praktisi, adapun wawancara dilakukan dengan mengisi

formulir tindakan pengendalian faktor penyebab *waste material* yang sudah diverifikasi. Adapun untuk hasil wawancara tindakan pengendalian *waste material* dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut.

Tabel 5.19 Tindakan Pengendalian Waste Material Responden 4

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material Responden 4	
			1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>	
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	1:	- Melakukan <i>review design</i>
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	1:	- Memperbaiki gambar dengan menambahkan detail baik jenis maupun dimensi material yang akan digunakan
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	1:	- Melakukan evaluasi gambar kerja
		Kurangnya komunikasi antara tim manajemen	1:	- Melakukan koordinasi kepada pekerja terkait gambar <i>shop drawing</i> yang akan dilaksanakan
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	1:	- Memberikan informasi terkait gambar kerja pada kegiatan - Menjelaskan metode pelaksanaan kepada pekerja sebelum melaksanakan pekerjaan
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	1:	- Melakukan perhitungan kebutuhan material berdasarkan gambar kerja - Membuat <i>schedule</i> material
			2:	- Melakukan kajian analisis produk terkait perubahan jenis dan ukuran material
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	1:	- Membuat <i>barbending schedule</i> - Melakukan <i>stock opname</i> secara periodik
			2:	- Melakukan kajian analisis produk terkait perubahan jenis dan ukuran material
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	1:	- Melakukan koordinasi teknis antar divisi - Menjalankan komunikasi secara struktural
			2:	- Melakukan kajian analisis produk terkait perubahan jenis dan ukuran material
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	1:	- Melakukan evaluasi metode pelaksanaan secara periodik - Mengevaluasi kinerja para tukang atau pekerja - Melakukan perubahan metode pelaksanaan
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	1:	- Melakukan pemisahan para pekerja yang <i>skill</i> dan <i>non-skill</i> - Melakukan pengawasan secara periodik terhadap beban kerja yang diberikan
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	1:	- Membuat <i>barbending schedule</i>
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	1:	- Melakukan <i>stock opname</i> terhadap material yang digunakan
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	1:	- Mengevaluasi metode kerja secara keseluruhan - Melakukan audit internal

5. Hasil wawancara tindakan pengendalian kepada responden 5

Hasil wawancara kepada Responden 5 yaitu bapak Ir. Dwi Yulianto, S.T. IP-M., sebagai Praktisi, adapun wawancara dilakukan dengan mengisi formulir tindakan pengendalian faktor penyebab *waste material* yang sudah diverifikasi. Adapun untuk hasil wawancara tindakan pengendalian *waste material* dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.20 Tindakan Pengendalian Waste Material Responden 5

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material Responden 5 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>	
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	1:	- Melakukan <i>review design</i>
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	1:	- Memperbaiki gambar dengan menambahkan detail baik jenis maupun dimensi material yang akan digunakan
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	1:	- Melakukan evaluasi gambar kerja
		Kurangnya komunikasi antara tim manajemen	1:	- Memberikan pemahaman kerja terhadap metode pelaksanaan
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	1:	- Melakukan koordinasi kepada pekerja terhadap <i>barbending schedule</i> yang ada - Menjelaskan metode pelaksanaan kepada pekerja sebelum melaksanakan pekerjaan
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	1:	- Melakukan koordinasi teknis antar divisi - Melakukan pengecekan bersama hasil hitungan kebutuhan material berdasarkan gambar kerja
			2:	- Melakukan kajian analisis produk terkait perubahan jenis dan ukuran material
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	1:	- Melakukan koordinasi teknis antar divisi
			2:	- Melakukan koordinasi teknis kepada tim manajemen konstruksi
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	1:	- Melakukan evaluasi metode pelaksanaan secara periodik
			2:	- Melakukan koordinasi teknis kepada tim manajemen konstruksi
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	1:	- Memberikan penjelasan atau edukasi kepada para pekerja terkait metode pelaksanaan - Mengurangi tenaga kerja yang tidak bisa mengikuti metode pelaksanaan
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	1:	- Melakukan pengawasan secara periodik terhadap metode pelaksanaan
			2:	- Melakukan evaluasi hasil sisa potongan untuk digunakan
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	1:	- Menentukan struktur organisasi kegiatan

Lanjutan Tabel 5.20 Tindakan Pengendalian Waste Material Responden 5

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material Responden 5 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>	
			2:	- Melakukan bimbingan dan pelatihan kepada tim setiap divisi
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	1:	- Melakukan rapat tinjauan manajemen secara periodik
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	1:	- Mengevaluasi kinerja tim antar divisi - Mengevaluasi tenaga kerja konstruksi

Berdasarkan hasil verifikasi tindakan waste material kepada 5 responden, terdapat beberapa penyesuaian terhadap hasil wawancara tindakan pengendalian waste material. Penyesuaian tersebut kemudian direkapitulasi sehingga didapat hasil berupa data tindakan pengendalian waste material berdasarkan faktor penyebab yang dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5.21 Rekapitulasi Tindakan Pengendalian Waste Material

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>	
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	1:	- Melakukan <i>review design</i> - Memberikan informasi dan detail gambar yang jelas
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	1:	- Melakukan <i>review design</i> - Memperbaiki gambar kerja - Memperbaiki gambar dengan menambahkan detail baik jenis maupun dimensi material yang akan digunakan
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	1:	- Melakukan <i>review design</i> - Mengajukan adendum kontrak - Melakukan evaluasi gambar kerja
		Kurangnya komunikasi antara tim manajemen	1:	- Instruksi pekerjaan sebelum melakukan aktivitas - Koordinasi kepada kepala pekerja guna mengurangi waste material - Melakukan koordinasi kepada pekerja terkait gambar <i>shop drawing</i> yang akan dilaksanakan - Memberikan pemahaman kerja terhadap metode pelaksanaan
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	1:	- Membuat <i>bar bending schedule</i> - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Melakukan koordinasi kepada pekerja terhadap <i>barbending schedule</i> yang ada - Menjelaskan metode pelaksanaan kepada pekerja sebelum melaksanakan pekerjaan

Lanjutan Tabel 5.21 Rekapitulasi Tindakan Pengendalian Waste Material

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	1: - Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan - Pengecekan berkala <i>material on site</i> - Membuat kebutuhan material per periode - Mengontrol jumlah material yang dikirim ke lokasi proyek - Melakukan perhitungan kebutuhan material berdasarkan gambar kerja - Membuat <i>schedule</i> material - Melakukan <i>stock opname</i> secara periodik 2: - Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis - Melakukan kajian analisis produk terkait perubahan jenis dan ukuran material - Melakukan kajian analisis gambar terhadap perubahan dimensi
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	1: - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Meningkatkan akurasi estimasi dan pemesanan - Membuat <i>barbending schedule</i> - Melakukan <i>stock opname</i> secara periodik - Melakukan koordinasi teknis antar divisi - Melakukan pengecekan bersama hasil hitungan kebutuhan material berdasarkan gambar kerja 2: - Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis - Melakukan kajian analisis gambar terhadap perubahan dimensi
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	1: - Melakukan persetujuan kepada pelaksana sebelum mendatangkan material - Komunikasi dalam rapat untuk mengurangi waste material - Melakukan koordinasi teknis antar divisi - Menjalankan komunikasi secara struktural - Melakukan evaluasi metode pelaksanaan secara periodik 2: - Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis - Melakukan koordinasi teknis kepada tim manajemen konstruksi
		Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	1: - Melakukan pemantauan pekerjaan secara berkala - Mengevaluasi metode pelaksanaan - Mengevaluasi kinerja para tukang atau pekerja - Melakukan perubahan metode pelaksanaan - Memberikan penjelasan atau edukasi kepada para pekerja terkait metode pelaksanaan - Mengurangi tenaga kerja yang tidak bisa mengikuti metode pelaksanaan

Lanjutan Tabel 5.21 Rekapitulasi Tindakan Pengendalian Waste Material

No.	Aspek Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	1: - Melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja - Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Melakukan pemisahan para pekerja yang <i>skill</i> dan <i>non-skill</i> - Melakukan pengawasan secara periodik terhadap beban kerja yang diberikan - Melakukan evaluasi hasil sisa potongan untuk digunakan
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	1: - Membuat <i>bar bending schedule</i> - Melakukan pemantauan pekerjaan secara berkala - Menentukan struktur organisasi kegiatan
			2: - Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis - Melakukan bimbingan dan pelatihan kepada tim setiap divisi
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	1: - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Membuat <i>bar bending schedule</i> - Melakukan <i>stock opname</i> terhadap material yang digunakan - Melakukan rapat tinjauan manajemen secara periodik
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	1: - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Melakukan evaluasi manajemen material - Mengevaluasi metode kerja secara keseluruhan - Melakukan audit internal - Mengevaluasi kinerja tim antar divisi - Mengevaluasi tenaga kerja konstruksi

Berdasarkan Tabel 5.21 diatas dapat dilakukan analisis terkait tindakan pengendalian dalam mengurangi *waste material* pada pekerjaan pembesian berdasarkan beberapa aspek, berikut untuk analisis aspek *waste material* pada pekerjaan pembesian pada tabel tersebut.

1. Desain

Tindakan yang dapat dilakukan pada aspek desain yaitu dengan melakukan *review design* pada setiap gambar kerja pekerjaan struktur agar tidak menimbulkan suatu produk yang tidak diharapkan oleh pemilik proyek, selain itu tindakan yang dapat dilakukan yaitu memperbaiki gambar kerja (*shop drawing*) sesuai dengan

kondisi di lapangan dan mengecek detail dan informasi terkait tulangan yang akan digunakan sebelum dilakukan aktivitas pekerjaan pembesian, sehingga proses pelaksanaan pekerjaan pembesian di lapangan dapat maksimal tanpa harus melakukan pekerjaan berulang yang tidak diharapkan dan dapat memberikan kemudahan pada pekerja dalam proses pabrikan dan instalasi material pembesian. Selanjutnya tindakan yang dapat dilakukan dalam mengurangi timbulnya *waste material* pada pekerjaan pembesian dapat melakukan penjelasan dan pemahaman kerja terhadap metode pelaksanaan kepada kepala tukang sebelum melakukan pekerjaan pembesian, adanya pemahaman metode pelaksanaan tersebut dapat memberikan gambaran kepada pekerja setiap proses pabrikan dan pengaplikasian tulangan yang akan dilakukan, sehingga dapat mengurangi kemungkinan timbulnya *waste material* pada pekerjaan pembesian.

2. Pengadaan

Tindakan yang dapat dilakukan pada aspek pengadaan yaitu dengan meningkatkan ketepatan dari estimasi kebutuhan dari jenis material yang digunakan agar tidak membeli tulangan berlebih yang dapat menumpuknya material tersebut pada tempat penyimpanan material, penumpukan tulangan pada lokasi pekerjaan di luar tempat penyimpanan yang sudah tersedia, sehingga penumpukan tulangan tersebut dapat mengganggu produktivitas pekerja karena ruang gerak yang terbatas akibat penyimpanan tulangan tidak pada tempat yang sudah ditentukan atau pada lokasi penempatan material tulangan. Selain itu, tindakan yang dapat dilakukan dalam tahap pengadaan material pembesian yaitu membuat rekapitulasi kebutuhan material pembesian per periode baik mingguan ataupun bulanan, agar tidak terjadi penumpukan berlebih (*oversupply*) pada gudang. Selain itu, dapat melakukan *stock opname* secara periodik material besi yang tersedia di lapangan agar tidak terjadi penumpukan material maupun kehabisan material. Selanjutnya langkah yang dilakukan untuk mengurangi *waste material* pada aspek pengadaan dengan mengontrol jenis, dan ukuran, langkah ini dilakukan agar jenis material yang datang sudah sesuai dengan yang dipesan baik jenis dan jumlahnya. Selain itu, tindakan pengendalian pada aspek pengadaan yang dapat dilakukan adalah melakukan komunikasi dan mengevaluasi secara periodik agar peluang terjadinya *waste material* karena kesalahan komunikasi atau ketidaksamaan pemahaman terkait

metode pelaksanaan, selain itu melakukan pelatihan-pelatihan terkait cara penanganan material dan metode konstruksi yang baik kepada pekerja.

3. Pelaksanaan

Tindakan yang dapat dilakukan pada aspek pelaksanaan yaitu melakukan pemantau pekerjaan secara berkala guna mengurangi kesalahan dalam mengaplikasikan material, sehingga tidak terjadinya kecacatan dan pergerakan pekerja yang tidak memberikan nilai tambah karena kesalahan dalam mengaplikasikan material, penggunaan kembali dari material sejenis pada pekerjaan lainnya ataupun melakukan proses ulang dari material sejenis agar dapat digunakan kembali pada aktivitas lainnya sehingga material akibat *waste* dapat berkurang, dan hasil pemotongan dari material pada pekerjaan struktur yang tidak dapat digunakan kembali dikumpulkan pada tempat hasil *waste* material agar dapat dilakukan pembuangan material hasil *waste* tersebut ke tempat pembuangan terakhir. Selanjutnya tindakan yang dapat dilakukan membuat tabel mengenai ukuran dan bentuk dari setiap jenis material yang digunakan khususnya pada pekerjaan pembesian guna mengurangi potensi kesalahan dalam proses pabrikasi pekerjaan pembesian.

Tindakan lain yang dapat dilakukan saat pelaksanaan dengan menentukan struktur organisasi kegiatan yang jelas, agar koordinasi dan komunikasi dapat maksimal antar divisi, selain itu adanya struktur organisasi untuk mengetahui peranan dan tanggung jawab antar divisi, serta pengambilan keputusan sesuai dengan divisi dan tanggung jawabnya. Adanya pengambilan keputusan di luar tanggung jawab divisi dapat mengubah dari konsep yang sudah direncanakan sebelumnya. Melakukan pemisahan para pekerja yang memiliki kompetensi pada pekerjaan pembesian agar pekerja tersebut dapat memahami terkait metode pelaksanaan agar tidak terjadinya kesalahan dan produk keluaran dari pekerjaan pembesian sesuai dengan target yang ditentukan oleh kontraktor, selain itu, tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan mengurangi tenaga kerja yang tidak dapat mengikuti metode pelaksanaan pekerjaan.

4. Lainnya

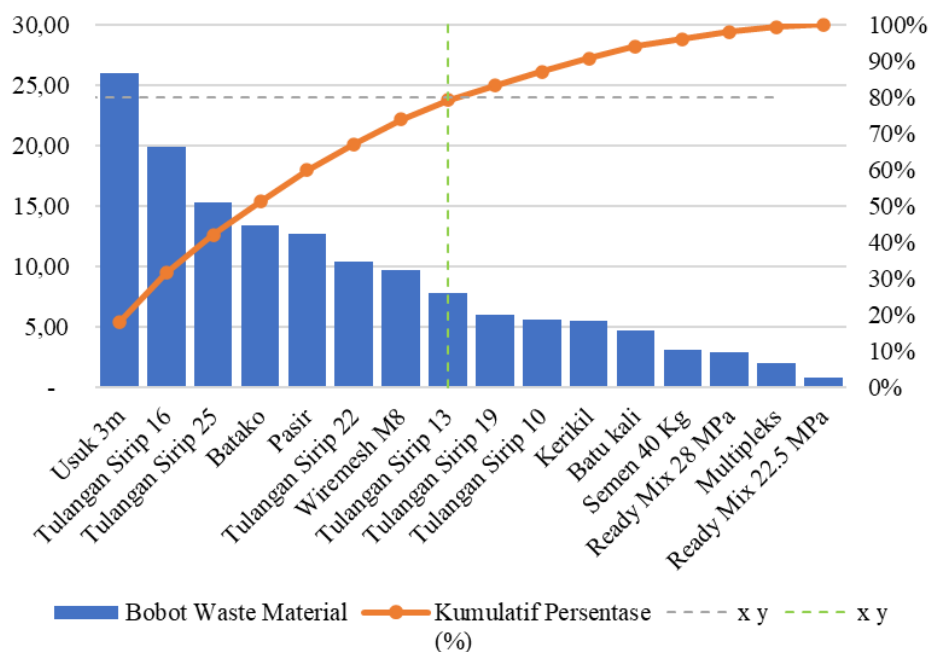
Tindakan yang dapat dilakukan pada aspek pelaksanaan yaitu melakukan pelatihan penanganan material maupun pelatihan metode kerja kepada pekerja, agar

pekerja dapat memahami bagaimana cara menangani material yang memiliki ukuran dan jenis berbeda, dan bagaimana cara yang baik dalam memaksimalkan penggunaan material tersebut. Selain itu tindakan lainnya yang dapat dilakukan yaitu melakukan evaluasi dari manajemen material secara periodik guna mengurangi timbulnya *waste* material akibat dari kesalahan penanganan. Tindakan lainnya yang dapat dilakukan dengan mengevaluasi tenaga kerja secara periodik, agar dapat mengurangi pelaksanaan pekerjaan di luar metode pelaksanaan yang sudah ditentukan oleh kontraktor, serta dapat mengurangi potensi timbulnya *waste* material dari pekerjaan pembesian. Selain itu, tindakan lainnya yaitu melakukan rapat tinjauan manajemen secara periodik guna mengurangi kendala atau masalah dari pelaksanaan pekerjaan pembesian.

5.3. Pembahasan

5.3.1. Pekerjaan Dominan

Pekerjaan yang dominan dan memberikan dampak besar terhadap *waste* material adalah pekerjaan bekisting, pembesian dan pembetonan *site mix*, dimana dalam pekerjaan bekisting, pembesian dan pembetonan *site mix* yang memberikan bobot *waste* material yang cukup signifikan. Adapun untuk hasil analisis diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Diagram Pareto

Berdasarkan diagram analisis Pareto material yang memiliki dampak terhadap 80% waste material pada pekerjaan struktur yakni usuk 3m dengan bobot 26,00 %, tulangan sirip 16 dengan bobot 19,88 %, tulangan sirip 25 dengan bobot 15,26 %, batako dengan bobot 13,33 %, pasir dengan bobot 12,66 %, tulangan sirip 22 dengan bobot 10,42 %, wiremesh m8 dengan bobot 9,72 %, dan tulangan sirip 13 dengan bobot 7,79 %. Adapun untuk total bobot dari masing-masing jenis material dan total bobot dari delapan jenis material senilai 79,14 % untuk persentase kumulatif, delapan jenis material yang memiliki dampak cukup besar terhadap waste material terdapat pada pekerjaan bekisting, pembesian dan pembetonan *site mix*.

Pekerjaan bekisting memiliki dua jenis material yang memiliki nilai cukup signifikan yakni material dengan jenis usuk 3m dan bekisting batako pada pekerjaan *footplat*, material usuk 3m hanya digunakan pada bekisting area anak tangga saja yang tidak digunakan kembali pada pekerjaan struktural lainnya, kemudian untuk bekisting batako pada pekerjaan *footplat* memiliki bobot yang cukup besar karena penggunaan material batako pada pelaksanaan proyek konstruksi tersebut hanya pada bekisting *footplat* saja dan tidak bisa digunakan kembali pada material lainnya, selain itu faktor lainnya yang menyebabkan bekisting batako memiliki nilai yang cukup signifikan dalam menghasilkan waste material karena pelaksanaan konstruksi, dimana pada saat pelaksanaan konstruksi berlangsung bekisting batako pekerjaan *footplat* yang sudah terpasang kemudian dilewati atau dilangkahi oleh pekerja untuk memberikan titik tengah kolom dan perakitan besi pada *footplat* yang dapat menyebabkan terjadinya runtuhnya bekisting batako. Oleh karena hal itu, bekisting yang rusak akibat aktivitas pekerjaan lainnya kemudian dilakukan perbaikan dan terdapat juga batako yang rusak akibat aktivitas pekerjaan lainnya. Kemudian pekerjaan struktural yang memiliki bobot waste material signifikan lainnya yakni pada pekerjaan pembesian.

Pekerjaan pembesian memiliki bobot yang dominan karena alur pekerjaan pembesian memiliki tahap yang kompleks dan mencakup dari semua proses manajemen material dan kegiatan pekerjaan pembesian mencakup perencanaan dan penjadwalan material, pembelian dan pengantaran, pemeriksaan kualitas material, penyimpanan material, fabrikasi (pemotongan dan pembengkokan), perakitan

material, dan volume material yang besar, sehingga potensi untuk terjadinya *waste material* juga semakin besar, selain tahapan yang kompleks material besi dalam proses fabrikasi pekerja harus memiliki ketelitian yang baik dalam proses pemotongan dan pembengkokan, karena pada tahap tersebut banyak terjadi kesalahan dalam prosesnya. Selain dari faktor pekerja, faktor lain seperti kurang lengkapnya informasi pada gambar kerja juga dapat mempengaruhi pemborosan material. Adapun jenis material pembesian yang memiliki bobot besar dalam *waste material* yakni tulangan sirip 16, tulangan sirip 25, dan tulangan sirip 22, selain pada tahap pelaksanaan konstruksi, terjadi *waste material* pada pekerjaan pembesian dapat terjadi pada tahap perencanaan, karena pada tahap perencanaan tidak memperhitungkan aspek *waste material*, seperti tidak mempertimbangkan dari hasil potongan-potongan besi yang akan dilaksanakan nantinya di lapangan. Kemudian pekerjaan selanjutnya yang memiliki bobot signifikan yakni pada pekerjaan pembetonan *site mix*.

Jenis material yang dominan dalam menimbulkan *waste material* pada pekerjaan pembetonan *site mix* yakni material pasir, dimana material jenis pasir memiliki nilai yang signifikan karena pada saat proses pelaksanaan pekerjaan pembetonan *site mix* material pasir banyak yang terbuang karena tercampur dengan tanah akibat dari aktivitas galian tanah untuk pondasi, selain itu faktor lainnya yaitu tidak memberikan alas atau tidak adanya *stockyard* pada area konstruksi sehingga material pasir berserakan pada area kerja. Selain pada proses pelaksanaan pekerjaan, *waste material* pasir terjadi karena perpindahan material pasir menggunakan alat berat, dimana pada saat proses pemindahan material terdapat beberapa pasir yang berserakan atau pasir yang tidak bisa dipindahkan secara maksimal karena sudah tercampur dengan tanah hasil galian pekerjaan struktur.

5.3.2. Indikator Faktor Waste Material

Setelah melakukan pengumpulan data, analisis, dan verifikasi data, didapat jumlah faktor penyebab *waste material* sebanyak 5 poin faktor *waste material* yaitu *waste of overproduction*, *waste of defect*, *waste of material movement*, *waste of processing*, dan *waste of inventory*. Adapun rekapitulasi faktor penyebab *waste material* dapat dilihat pada Tabel 5.22 berikut.

Tabel 5.22 Indikator Faktor Waste Material

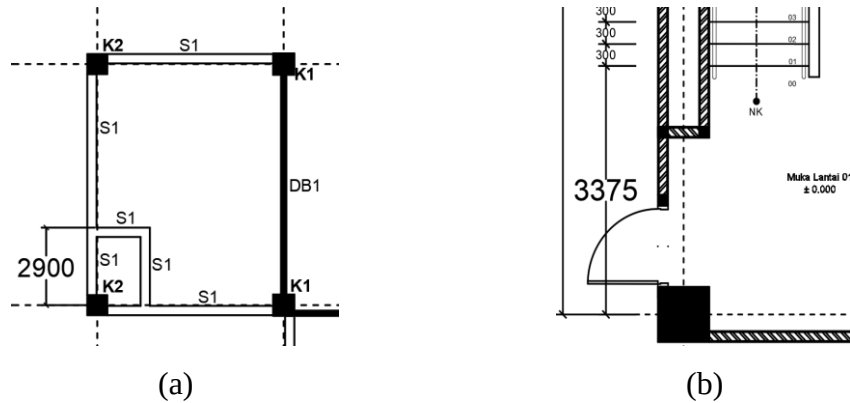
No.	Faktor Waste	Penyebab Waste Material
1	<i>Waste of Overproduction</i>	Terdapat perubahan desain dari gambar kerja Kurangnya komunikasi antar tim manajemen Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan
2	<i>Waste of Defect</i>	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja Kurangnya komunikasi antar tim manajemen Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan
3	<i>Waste of Material Movement</i>	Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja Terdapat perubahan desain dari gambar kerja Kelebihan pemesanan material Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan
4	<i>Waste of Processing</i>	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja Terdapat perubahan desain dari gambar kerja Kurangnya komunikasi antar tim manajemen Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan
5	<i>Waste of Inventory</i>	Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja Terdapat perubahan desain dari gambar kerja Kurangnya komunikasi antar tim manajemen Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan Kelebihan pemesanan material Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas

Lanjutan Tabel 5.22 Indikator Faktor Waste Material

No.	Faktor Waste	Penyebab Waste Material
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali
		Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan

Berdasarkan hasil dari indikator faktor *waste material* pada Tabel 5.22, dapat dilihat bahwa faktor *waste of processing* (pemborosan proses konstruksi) memiliki penyebab dengan jumlah 11 faktor penyebab *waste material*, kemudian indikator faktor *waste of inventory* dengan jumlah 10 faktor penyebab *waste material*, indikator faktor *waste of defect* dengan jumlah 9 faktor penyebab *waste material*, kemudian *waste of overproduction* dengan jumlah 7 faktor penyebab *waste material*, dan *waste of material movement* dengan jumlah 7 faktor penyebab *waste material*.

Terjadinya faktor *waste of processing* tersebut dikarenakan pada saat proses pelaksanaan pekerjaan di lapangan terdapat proses kerja yang belum bisa memberikan nilai tambah dengan optimal pada keluaran akhirnya, sebagai contoh pada pekerjaan bekisting batako *footplat* yang rusak akibat aktivitas kegiatan konstruksi di sekitar area bekisting tersebut dan pekerjaan pembesian terdapat material besi yang dilakukan repabrikasi karena kesalahan panjang tekukan besi tersebut yang disebabkan oleh kurang teliti dalam memperhatikan gambar serta tidak memberikan arahan maupun detail panjang tekukan dalam gambar kerja. Selanjutnya yaitu penyebab terdapat perubahan desain dari gambar kerja pada saat pekerjaan struktur sedang berlangsung, karena tidak adanya *review design* yang dilakukan pada tahap pra konstruksi, sebagai contoh pada pekerjaan *sloof* terdapat ketidaksesuaian antara gambar detail tangga pada lantai 1 Gambar 5.9 (b) dengan gambar denah lantai 1 Gambar 5.9 (a), dimana pada detail tangga lantai 1 letak *sloof* berada di anak tangga pertama, sedangkan pada denah lantai *sloof* posisi *sloof* tidak berada pada *joint* plat tangga.



Gambar 5.9 Denah *Sloof* 1 Lantai 1 dan Detail Tangga Lantai 1

(Sumber: Gambar Kerja, 2024)

5.3.3. Tindakan Pengendalian *Waste Material*

Tindakan pengendalian *waste* dilakukan terhadap 4 jenis faktor *waste material*, dimana masing-masing faktor tersebut terdapat penyebab dari *waste material* yang terjadi selama proses pekerjaan struktur pada Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta berlangsung. Faktor penyebab tersebut yang kemudian dilakukan tindakan pengendalian menggunakan 4 tingkatan dalam pengendalian *waste material*. Tingkatan pengendalian yang dilakukan pertama kali yaitu mengurangi terjadinya penyebab-penyebab yang dapat menimbulkan *waste material* (*reduce waste*), tindakan *reduce waste* memiliki jumlah tindakan yang banyak karena tindakan ini kontraktor dapat mengurangi potensi terjadinya *waste material* pada pekerjaan struktural dengan tindakan-tindakan sesuai pada Tabel 5.23, kemudian tindakan pengendalian dengan menggunakan kembali (*reuse waste*) material sejenis yang dapat diaplikasikan dalam proses pekerjaan struktur, pada tindakan ini kontraktor dapat melakukan pemanfaatan kembali dari material besi yang masih dapat digunakan. Pengendalian yang dilakukan terhadap 4 tingkatan tindakan faktor *waste material* sebanyak 52 tindakan, dimana 4 tingkatan faktor *waste* adalah tindakan *reduce waste* dengan jumlah 48 tindakan pengendalian dan kemudian pengendalian *reuse waste* dengan 4 tindakan pengendalian, kemudian *recycle waste* dan *disposal waste* tidak terdapat tindakan pengendalian. Adapun rekapitulasi dari pengendalian *waste material* setelah diverifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.23.

Tabel 5.23 Rekapitulasi Tindakan Pengendalian Waste Material

Tindakan Waste Material	Pengendalian Waste Material
<i>Reduce Waste</i>	- Melakukan <i>review design</i> - Memberikan informasi dan detail gambar yang jelas - Memperbaiki gambar kerja - Memperbaiki gambar dengan menambahkan detail baik jenis maupun dimensi material yang akan digunakan - Mengajukan addendum kontrak - Melakukan evaluasi gambar kerja - Instruksi pekerjaan sebelum melakukan aktivitas - Koordinasi kepada kepala pekerja guna mengurangi <i>waste material</i> - Melakukan koordinasi kepada pekerja terkait gambar <i>shop drawing</i> yang akan dilaksanakan - Memberikan pemahaman kerja terhadap metode pelaksanaan - Membuat <i>barbending schedule</i> - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Melakukan koordinasi kepada pekerja terhadap <i>barbending schedule</i> yang ada - Menjelaskan metode pelaksanaan kepada pekerja sebelum melaksanakan pekerjaan - Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan - Pengecekan berkala <i>material on site</i> - Membuat kebutuhan material per periode - Mengontrol jumlah material yang dikirim ke lokasi proyek - Melakukan perhitungan kebutuhan material berdasarkan gambar kerja - Membuat <i>schedule</i> material - Meningkatkan akurasi estimasi dan pemesanan - Membuat <i>barbending schedule</i> - Melakukan <i>stock opname</i> secara periodik - Melakukan koordinasi teknis antar divisi - Melakukan pengecekan bersama hasil hitungan kebutuhan material berdasarkan gambar kerja - Melakukan persetujuan kepada pelaksana sebelum mendatangkan material - Komunikasi dalam rapat untuk mengurangi <i>waste material</i> - Menjalankan komunikasi secara struktural - Melakukan evaluasi metode pelaksanaan secara periodik - Melakukan pemantauan pekerjaan secara berkala - Mengevaluasi metode pelaksanaan - Mengevaluasi kinerja para tukang atau pekerja - Melakukan perubahan metode pelaksanaan - Memberikan penjelasan atau edukasi kepada para pekerja terkait metode pelaksanaan - Mengurangi tenaga kerja yang tidak bisa mengikuti metode pelaksanaan - Melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja - Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material - Melakukan pemisahan para pekerja yang <i>skill</i> dan <i>non-skill</i> - Melakukan pengawasan secara periodik terhadap beban kerja yang diberikan - Melakukan evaluasi hasil sisa potongan untuk digunakan - Menentukan struktur organisasi kegiatan - Melakukan <i>stock opname</i> terhadap material yang digunakan - Melakukan rapat tinjauan manajemen secara periodik

Lanjutan Tabel 5.23 Rekapitulasi Tindakan Pengendalian Waste Material

Tindakan Waste Material	Pengendalian Waste Material
	- Melakukan evaluasi manajemen material
	- Mengevaluasi metode kerja secara keseluruhan
	- Melakukan audit internal
	- Mengevaluasi kinerja tim antar divisi
	- Mengevaluasi tenaga kerja konstruksi
<i>Reuse Waste</i>	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis
	- Melakukan kajian analisis produk terkait perubahan jenis dan ukuran material
	- Melakukan koordinasi teknis kepada tim manajemen konstruksi
	- Melakukan bimbingan dan pelatihan kepada tim setiap divisi
	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis

Berdasarkan hasil rekapitulasi tindakan pengendalian pada Tabel 5.23 yang sudah dilakukan kepada verifikator, dengan jumlah tindakan pengendalian yang banyak yaitu *reduce waste* dengan jumlah 48 pengendalian, tindakan pengendalian *reduce waste* merupakan cara yang efektif dalam meminimalisir potensi timbulnya *waste material* pada saat perencanaan bahkan pada saat proyek konstruksi berlangsung.

Tindakan pengendalian *reduce waste* memiliki tindakan pengendalian yang cukup banyak karena hasil *waste* yang terjadi saat pekerjaan bekisting karena material yang digunakan tidak dapat dipakai kembali pada pekerjaan struktural lainnya dan kurangnya kesadaran pekerja terhadap penanganan material bekisting batako tersebut, selain itu tindakan pengendalian *waste* yang terjadi pada pekerjaan pembesian berlangsung dapat dikurangi dengan beberapa tindakan pengendalian seperti pembuatan *barbending schedule*, pembuatan *barbending schedule* dilakukan agar dapat mengurangi kesalahan pemotongan atau kesalahan dalam proses pabrikasi pekerjaan pembesian, mengingat pekerjaan pembesian memiliki jenis, ukuran, dimensi, dan jumlah yang berbeda-beda dari masing-masing jenis struktur yang terdapat pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, selain itu dapat melakukan melakukan kajian analisis gambar terhadap perubahan penggunaan dimensi besi agar hasil pemotongan material besi yang masih bisa digunakan kembali pada bagian struktur lainnya dengan ukuran dan jenis berbeda, seperti melakukan konversi kebutuhan material besi dengan dimensi dan jumlah yang berbeda. Banyaknya

jenis, ukuran, dimensi, dan jumlah tersebut memungkinkan munculnya *waste material* pada pekerjaan pembesian yang dapat memberikan dampak kerugian bagi kontraktor. Selain itu, tindakan pengendalian *reduce waste material* pada pekerjaan pemebesian yaitu melakukan rapat koordinasi atau rapat evaluasi antar tim manajemen secara terkait dengan metode pelaksanaan pekerjaan struktural yang dominan, adanya rapat koordinasi atau rapat evaluasi tersebut dapat mengurangi dalam menimbulkan potensi terjadi *waste material*, karena potensi-potensi tersebut sudah diketahui lebih dahulu, kemudian tindakan lainnya dalam upaya mengurangi *waste material* pada pekerjaan struktural yang dominan dengan menjalankan tugas dan tanggung jawab dari struktur organisasi, dimana seorang manajer proyek dapat mengontrol para pekerja dan tukang dalam setiap aktivitas, agar tidak ada pekerja yang memegang dua tanggung jawab diluar tugas dan fungsinya, kemudian beban pekerjaan tidak dilepaskan langsung kepada mandor pekerja yang dapat menyebabkan metode pelaksanaan yang sudah ditentukan tidak dapat terlaksana secara sempurna. Selain itu, fungsi dari manajer proyek juga harus memiliki manajerial yang baik, karena kurang baiknya manajerial dari manajer proyek memiliki potensi dalam menyebabkan banyaknya *waste* yang terjadi. Sebagaimana dijelaskan dalam Project Management Institute (2017) menjelaskan bahwa seorang manajer harus memiliki keterampilan secara teknis dan non teknis agar mencapai hasil akhir yang diinginkan. Kemudian tindakan terakhir yaitu manajemen material dengan melakukan *stock opname* secara periodik untuk mengetahui jumlah ketersediaan dari besi, agar tidak terjadi penumpukan material ataupun menunggu material karena kehabisan material yang digunakan yang dapat menyebabkan keterlamabatan yang dapat berdampak pada kegiatan lainnya. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi perlu adanya upaya manajemen yang maksimal.

Salah satu upaya manajemen yang dapat dilakukan oleh pemimpin proyek konstruksi yaitu adalah manajemen terkait konstruksi ramping, karena dalam manajemen konstruksi ramping harus memperhatikan terkait penggunaan sumber daya baik itu manusia maupun alam dalam agar dapat menekan potensi terjadi pekerjaan-pekerjaan yang tidak memberikan nilai pada keluarannya atau produk akhirnya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan analisis serta uraian dari masing-masing poin pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil diagram analisis Pareto pekerjaan yang dominan dalam menimbulkan *waste* material adalah pekerjaan bekisting, pembesian, dan pembetonan *site mix*.
2. Indikator yang menyebabkan terjadi *waste* material dibagi menjadi 4 aspek yaitu aspek desain dengan faktor penyebab kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja, kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja, terdapat perubahan desain dari gambar kerja, kurangnya komunikasi antara pelaksana lapangan dengan pekerja, dan penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan. Aspek pengadaan dengan faktor penyebab kelebihan pemesanan material, kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas, dan kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan. Aspek pelaksanaan dengan faktor penyebab metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor, kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan, dan kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali. Aspek lainnya dengan faktor penyebab tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material dan tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan.
3. Tindakan yang dilakukan dalam meminimalisir terjadinya *waste* material yang dominan dalam proyek konstruksi dengan *reduce waste* terdapat pada aspek desain, aspek pengadaan, aspek pelaksanaan, dan aspek lainnya, sedangkan untuk tindakan dengan *reuse waste* terdapat pada aspek pengadaan dan aspek pelaksanaan.

6.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap analisis *waste material* pada pekerjaan struktur bangunan gedung pada Pembangunan Gedung Laboratorium Teknologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, berikut saran yang ingin disampaikan.

1. Proyek konstruksi

Upaya yang dapat dilakukan sebagai upaya meminimalisir *waste material* bagi kontraktor maupun pihak lainnya yang terlibat dalam keberlangsungan proyek konstruksi:

- a. Merencanakan manajemen *waste material* pada tahap pra pelaksanaan dan mengevaluasi manajemen *waste* pada tahap pelaksanaan.
- b. Melakukan pelatihan terhadap pekerja mengenai penanganan material dan metode kerja.
- c. Melakukan pengecekan material secara berkala baik ada yang ada di lokasi dan di tempat penyimpanan agar tidak kelebihan atau kekurangan saat pemesanan material.
- d. Melakukan komunikasi tim pekerja dengan melakukan rapat koordinasi dan rapat evaluasi
- e. Menjalankan tugas dan tanggung jawab dari struktur organisasi agar tercapainya tujuan dari proyek konstruksi tersebut.

2. Penelitian selanjutnya

Pengembangan hasil penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode, lokasi, dan juga objek pekerjaan yang berbeda serta pembaharuan terhadap landasan teori dan referensi yang digunakan. Selain itu, studi lanjutan dapat dilakukan untuk penerapan pengendalian *waste material* dan juga dapat membuktikan bahwa variabel bebas yang telah diperoleh pada penelitian ini mempengaruhi variabel terikat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhamid, T. (2004). The self-destruction and renewal of lean construction theory: a prediction from Boyd's Theory. *12th Nternational Group for Lean Construction*, 1–19.
- Abduh, M. (2007). *Konstruksi Ramping: Memaksimalkan Value dan Meminimalkan Waste*.
- Abdussamad, Z. (2021). *Metode Penelitian Kuliitatif* (P. Rapanna (ed.)). CV. Syakir Media Press.
- Afiyanti, Y. (2008). Validitas dan Reliabilitas Dalam Penelitian Kualitatif. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 12(2), 137–141. <https://doi.org/10.7454/jki.v12i2.212>
- Ajayi, S. O., & Oyedele, L. O. (2018). Waste-efficient materials procurement for construction projects: A structural equation modelling of critical success factors. *Waste Management*, 75, 60–69.
- Andharsaputri, R. L., Syahputra, E., & Prianto, I. W. (2021). Implementasi Rapid Application Development Pada Sistem Informasi Pengadaan Barang Dan Jasa. *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 5(1), 9–12.
- Anggraini, W., Harpito, Siska, M., & Novitri, D. (2022). Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study Construction Project in Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 23(1), 1–16.
- Ardyansyah, R. (2020). *Analisis Penyebab Cacat Produk Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada PT. Sinar Sanata Electronic Industry*. 48.
- Ariani, D. W. (2004). *Pengendalian kualitas statistik. (Pendekatan kuantitatif dalam manajemen kualitas)*. Andi Offset.
- Arikunto, S. (2016). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. PT Rineka Cipta.
- Asroni, A. (2010). Balok dan pelat beton bertulang. In *Yogyakarta: Graha Ilmu* (Pertama). Graha Ilmu.
- Atkinson, P. E. (1991). *Manajemen Waktu yang Efektif*. Binarupa Aksara.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023). *Statistik Konstruksi Vol. 42*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *SNI 1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bell, L. C., & Stukhart, G. (1986). Attributes of Materials Management Systems. *Journal of Construction Engineering and Management-Asce*, 112, 14–21.
- Daeli, K. (2022). *Analisis Metode Pelaksanaan Konstruksi Pada Struktur Balok*

- Dan Kolom Di Pembangunan Gedung Menara Bri Medan*. Universitas Quality.
- Darwin, M., Mamondol, M. R., Sormin, S. A., Nurhayati, Y., Tambunan, H., Sylvia, D., Adnyana, I. M. D. M., Prasetyo, B., Vianitati, P., & Gebang, A. A. (2021). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif* (T. S. Tambunan (ed.); Issue Juni). CV. Media Sains Indonesia.
- Dimiyati, H., & Nurjaman, K. (2014). *Manajemen Konstruksi*. CV. Pustaka Setia.
- Elizar, Wibowo, M. A., & Koestalam, P. (2015). Identification and Analyze of Influence Level on Waste Construction Management of Performance. *Procedia Engineering*, 125, 46–52.
- Emiyani, J., & Rusmana, G. (2023). Faktor-fakto yang mempengaruhi Kualitas Manajer Proyek di Industri Konstruksi: Skill Kepemimpinan, Spesialisasi bidang pekerjaan dan Aspek Sumber Daya Manusia. *Journal of Engineering and Transportation*, I(1). <https://ciptakind-publisher.com/jet/index.php/ojs/article/view/53/15>
- Emuze, F., & Saurin, T. (2021). *Value and Waste in Lean Construction* (1st ed.). Routledge.
- Endayanti, M., & Marpaung, K. (2019). Analisis Perkuatan Lereng Dengan Menggunakan Dinding Penahan Tanah Di Skyland Jayapura Selatan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 9(2), 22–35.
- Ervianto, W. I. (2007). *Manajemen Proyek Konstruksi* (Revisi). ANDI.
- Faniran, O. O., & Caban, G. (1998). Minimizing waste on construction project sites. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 5(2), 182–188.
- Fassa, F. (2021). *Manajemen Logistik Konstruksi*. Podomoro University Press.
- Fauzi, A. (2022). *Metodologi Penelitian*. CV. Pena Persada.
- Formoso, C. T., Lucio, ;, Asce, S. M., De Cesare, C., & Isatto, E. L. (2002). *Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention*.
- Gaspers, V. (2008). *The Excecutive Guide to Implementing*. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2006). *Continous [sic] cost reduction through Lean-Sigma approach: strategi dramatik reduksi biaya dan pemborosan menggunakan pendekatan Lean-Sigma*. Gramedia Pustaka Utama.
- Gavilan, R. M., & Bernold, L. E. (1994). Source Evaluation of Solid Waste in Building Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 120(3), 536–552.
- Handayani, J. T., & Angreni, I. A. A. (2020). Analisis Potensi Pemborosan Material dan Solusi Penanganannya pada Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus : Proyek Gedung Bertingkat di Tangerang Selatan). *Jurnal Teknik Sipil*, 27(3), 273. <https://doi.org/10.5614/jts.2020.27.3.9>
- Hardani, Auliya, N. H., Andriani, H., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif*

- & *Kuantitatif* (H. Abadi (ed.); Issue March). CV. Pustaka Ilmu.
- Hoła, B., Nowobilski, T., Szer, I., & Szer, J. (2017). Identification of factors affecting the accident rate in the construction industry. *Procedia Engineering*, 208, 35–42.
- Husna. (2022). Pengaruh Knowledge , Skill , dan Attitude terhadap Kinerja Pegawai pada Kantor Dinas Perhubungan Kabupaten Enrekang. *Universitas Hasanuddin*, 187.
- Ichwandri, Y. P. (2014). *Perencanaan Struktur Gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang Dengan Penahan Lateral Dinding Struktural*. Sriwijaya University.
- Ilie, G., & Ciocoiu, C. N. (2010). Application Of Fishbone Diagram To Determine The Risk Of An Event With Multiple Causes. *Management Research and Practice*, 2(1), 1–20.
- Irawati, N., & Prakoso, A. A. (2022). Strategi Manajemen Pemasaran Berbasis Fishbone Analysis Di Desa Wisata Kasongan Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. *Respati*, 17(1), 26. <https://doi.org/10.35842/jtir.v17i1.438>
- Ishikawa, K. (1982). *Guide to quality control*. Asian Productivity Organization.
- Kementerian PUPR. (2002). *Buku Panduan Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Gedung Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan UU No. 28 Tahun*.
- Kholiq, A. (2015). Analisis Struktur Tangga Proyek Pembangunan RSUD Cideres Majalengka. *J-ENSITEC*, 1(02).
- Koch, R., & Sabri, A. (2018). *Living the 80/20 way: prinsip pareto untuk mendapatkan hasil luar biasa tanpa usaha yang luar biasa*. Gramedia Pustaka Utama.
- Koskela, L., Ballard, G., & Bølviken, T. (2023). Waste: Why Economics Got Is So Wrong, and What Could Be the Remedy? *Proceedings of the 31st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31)*, 1–12. <https://doi.org/10.24928/2023/0300>
- Koskela, L. J. (1992). *Cifecenter for Integrated Facility Engineering Application of the New Production Philosophy to Construcion*.
- Koskela, L. J., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). *The foundations of lean construction Construction management in refurbishment projects*. January 2014.
- Kuswardana, A., Mayangsari, N. E., & Amrullah, H. N. (2017). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA (Fishbone Diagram Method And 5-Why Analysis) di PT. PAL Indonesia. *Conference on Safety Engineering and Its Application*, 1(1), 141–146.
- Lee, S.-H., Diekmann, J. E., Songer, A. D., & Brown, H. (1999). Identifying Waste: Applications of Construction Process Analysis. *7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 63–72.

- Lee, W. H., Kim, J. Y., Ko, Y. K., Reucroft, P. J., & Zondlo, J. W. (1999). Surface analysis of carbon black waste materials from tire residues. *Applied Surface Science*, 141(1–2), 107–113. [https://doi.org/10.1016/S0169-4332\(98\)00600-X](https://doi.org/10.1016/S0169-4332(98)00600-X)
- Lumban, G. N. T. (2020). Teori Kepemimpinan : Kajian Dari Genetika. *BENEFIT: Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 5(2), 158–173.
- Mackenzie, K. D., & Mackenzie, K. D. (1982). Manpower waste. *Human Systems Management*, 3(2), 136–142.
- Maulana, I., Hermansyah, H., Shallyta, A., & Yuliani, H. (2017). Biodegradation of Phenolic Hydrocarbon Waste Using Bacterial Consortium from Cattle Rumen. *International Journal of Environmental Science and Development*, 8(3), 200.
- Maxwell, J. (1992). Understanding and Validity in Qualitative Research. *Harvard Educational Review*, 62, 279–300.
- Mokosuli, T. A. P. J., Mangare, J. B., & Tjakra, J. (2023). Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan Fishbone Diagram pada Proyek Pembangunan Rumah Tipe 72/125 di Perumahan Sawangan Permai. *TEKNO*, 21(85).
- Nasution, M. N. (2005). *Manajemen mutu terpadu (total quality management) (Kedua)*. Ghalia Indonesia.
- Nienaber, H. (2010). Conceptualisation of management and leadership. *Management Decision*, 48(5), 661–675. <https://doi.org/10.1108/00251741011043867>
- Nuciferani, F. T., Aulady, M. F. N., Choiriyah, S., Sumarsono, D. S. B., Sipil, T., Teknologi, I., & Tama, A. (2022). Penerapan Lean Construction pada Proyek Perumahan terhadap Waste Material. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 1–6.
- Nur'aini, R. D. (2020). Penerapan Metode Studi Kasus Yin Dalam Penelitian Arsitektur Dan Perilaku. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 16(1), 92–104.
- Nurlaelah, N. (2022). Analisis Waste Proses Pembangunan Perumahan Sederhana (Low Cost Housing) Menggunakan Root Cause Analysis (RCA). *IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(1), 69–76.
- Nurulita, S., Ramadhanti, C., & Pramestiana, I. (2023). Analisis Penerapan Lean Warehouse untuk Meminimalisir Waste Menggunakan Value Stream Mapping dan Fishbone Diagram. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 9(2).
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*.
- Paramita, R. W. D., Rizal, N., & Sulistyan, R. B. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif: Buku Ajar Perkuliahan Metodologi Penelitian Bagi Mahasiswa Akuntansi & Manajemen* (3rd ed.). Widya Gama Press.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2002). *Undang-Undang Republik Indonesia*

- Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung (28; p. 41).
- Poirier, M. R. (2003). *Modeling Pilot-scale Cross-flow Filtration of Simulated Nuclear Waste*. American Institute of Chemical Engineers.
- Pramesti, N. P. (2013). Hubungan Gaya Kepemimpinan Manajer Proyek, Kepercayaan Dan Keberhasilan Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil UAJY*, 12(2). <https://doi.org/10.24002/jts.v12i2.611>
- Project Management Institute. (2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge Fourth Edition*. Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge Sixth Edition* (Sixth). Project Management Institute, Inc.
- Rustendi, T., & Siliwangi, U. (2022). Pendekatan Kuantitatif Dalam Studi Kasus. *JURNAL AKUNTANSI*, 17(1), 24–37.
- Sajekti, A. (2009). *Metode Kerja Bangunan Sipil* (Pertama). Graha Ilmu.
- Santosa, B. (2009). *Manajemen Proyek Konsep & Implementasi* (I). Graha Ilmu.
- Saptari, A. S. (2020). *Analisis Perbandingan Kinerja Bangunan Gedung Bertingkat Kolom Persegi Dengan Kolom Bulat Berdasarkan Metode*. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Sarju, Dwi Vera Asmarayani, & Nindyo Cahyo Kresnanto. (2022). Penilaian Efektivitas Implementasi Building Information Modelling (Bim) Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(4), 247–260.
- Sembiring, M. T., Meliala, A. R. S., & Harahap, M. Z. (2022). Analisis Permasalahan Menggunakan Cause and Effect Diagram , Fault Tree Analysis dan Afinity Diagram Proses Produksi Stasiun Persiapan TALENTA Conference Series Analisis Permasalahan Menggunakan Cause and Effect Diagram , Fault Tree Analysis dan Afinity D. *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*, Vol. 5(No. 2), 0–6. <https://doi.org/10.32734/ee.v5i2.1561>
- Skoyles, E. R. (1976). Materials wastage – a misuse of resources. *Batiment International, Building Research and Practice*, 4(4), 232.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)* (Kedua). Erlangga. <https://doi.org/10.3938/jkps.60.674>
- Sugiyanto. (2020). *Manajemen Pengendalian Proyek*. Scopindo Media Pustaka.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (19th ed.). Alfabeta.
- Susanti, A. R., & Suropto, S. (2021). Evaluasi Waste dan Implementasi Lean Construction Proyek Gedung Kampus X. *Jurnal Rivet*, 1(02), 65–72. <https://doi.org/10.47233/rivet.v1i02.331>
- Tchobanoglous, G. (2009). Solid waste management. *Environmental Engineering: Environmental Health and Safety for Municipal Infrastructure, Land Use and Planning, and Industry*. Wiley, New Jersey, 177–307.
- Vilasini, N., Neitzert, T. R., & Gamage, J. R. (2011). Lean Methodology to Reduce

- Waste in a Construction Environment. *15th Pacific Association of Quantity Surveyors Congress, July*, 555–564.
- Widiasanti, I., & Lenggogeni. (2013). *Manajemen Konstruksi* (P. Latifah (ed.)). PT. Remaja Rosdakarya Offset.
- Wiguna, A., & Winoto, S. (2020). *PENGARUH GAYA KEPEMIMPINAN MANAJER PROYEK TERHADAP KINERJA KARYAWAN PADA PERUSAHAAN JASA KONSTRUKSI*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:235083507>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection. *Harvard Business Review*, 74(5), 140–151.
- Yahya, K., & Boussabaine, A. H. (2004). Eco-costs of sustainable construction waste management. *Proceedings of the 4th International Postgraduate Research Conference, Salford*, 142–150.
- Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and methods* (Vol. 5). Sage.
- Yukl, G. A. (2010). *Leadership in Organizations*. Prentice Hall. <https://books.google.co.id/books?id=hPooAQAAMAAJ>

LAMPIRAN

Lampiran 1 *Bill of Quantity*

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
D	PEKERJAAN BETON		
	LANTAI 01		
	<i>Catatan :</i>		
	<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pembongkaran bekisting</i>		
1	Rabat beton bawah lantai, tebal 100 mm (1 pc : 3 ps : 5 kr)	74,83	m3
2	Rabat beton bawah pitlift, tebal 100 mm (1 pc : 3 ps : 5 kr)	2,99	m3
3	Pondasi cyclope Cy1, 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 sp)	600,00	m3
4	Pondasi cyclope Cy2, 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 sp)	128,00	m3
5	Pondasi cyclope Cy3, 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 sp)	140,00	m3
	PONDASI FOOTPLAT, ELV. -4.100		
6	Footplat F1		
-	Bekisting dengan pasangan batako	153,60	m2
-	Besi tulangan	15.342,80	Kg
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	153,60	m3
7	Footplat F2		
-	Bekisting dengan pasangan batako	38,40	m2
-	Besi tulangan	2.566,00	Kg
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	28,80	m3
8	Footplat F3		
-	Bekisting dengan pasangan batako	32,00	m2
-	Besi tulangan	3.673,79	Kg
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	38,40	m3
	PITLIFT A, ELV. (-1.900) s/d (-0.050)		
9	Dinding beton pitlift, tebal 250 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	72,40	m2
-	Besi tulangan	1.595,70	Kg
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	9,05	m3
-	Waterstop	24,85	m1
-	Waterproofing cementious	88,82	m2
10	Plat beton lantai pitlift, tebal 300 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	25,57	m2
-	Besi tulangan	819,48	Kg
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	7,67	m3
-	Waterproofing	17,21	m2
	DINDING BETON, ELV. (-0.800) S/D (-0.050)		
11	Dinding beton DB1, tebal 200 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	24,60	m2
-	Besi tulangan	1.138,75	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	2,46	m3
-	Waterstop	16,40	m1
-	Waterproofing cementious	12,30	m2
12	Dinding beton DB2, tebal 200 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	32,40	m2
-	Besi tulangan	1.514,76	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	3,24	m3
-	Waterstop	21,60	m1
-	Waterproofing cementious	16,20	m2
	KOLOM PEDESTAL, ELV. (-3.300) s/d (-0.050)		
13	Kolom K1, uk. 800 x 800 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	124,80	m2

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
-	Besi tulangan	7.413,79	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	24,96	m3
14	Kolom K2, uk. 750 x 750 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	58,51	m2
-	Besi tulangan	3.447,34	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	10,97	m3
15	Kolom K3, uk. 500 x 500 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	13,04	m2
-	Besi tulangan	413,33	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,63	m3
	KOLOM PEDESTAL, ELV. (-1.600) s/d (-0.050)		
16	Kolom K4, uk. 250 x 250 x 500 mm (L)		
-	Bekisting dipakai 3x	6,19	m2
-	Besi tulangan	134,05	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,58	m3
17	Kolom K5, uk. 250 x 500 x 500 mm (T)		
-	Bekisting dipakai 3x	6,19	m2
-	Besi tulangan	134,05	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,58	m3
	KOLOM, ELV. (-0.050) s/d (+4.000)		
18	Kolom K1, uk. 800 x 800 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	155,50	m2
-	Besi tulangan	8.331,98	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	31,10	m3
19	Kolom K2, uk. 750 x 750 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	72,91	m2
-	Besi tulangan	3.874,16	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	13,67	m3
20	Kolom K3, uk. 500 x 500 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	16,24	m2
-	Besi tulangan	442,09	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,03	m3
21	Kolom K4, uk. 250 x 250 x 500 mm (L)		
-	Bekisting dipakai 3x	16,21	m2
-	Besi tulangan	308,01	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,52	m3
22	Kolom K5, uk. 250 x 500 x 500 mm (T)		
-	Bekisting dipakai 3x	16,21	m2
-	Besi tulangan	308,01	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,52	m3
	SLOOF, ELV. -0.800		
23	Sloof S1, uk. 350 x 700 mm		
-	Bekisting menggunakan bekisting balok dipakai 3x	110,20	m2
-	Besi tulangan	5.498,72	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	14,63	m3
	SLOOF, ELV. -0.100		
24	Sloof S1, uk. 350 x 700 mm		
-	Bekisting menggunakan bekisting balok dipakai 3x	21,02	m2
-	Besi tulangan	1.048,63	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,79	m3
25	Sloof S2, uk. 250 x 400 mm		
-	Bekisting menggunakan bekisting balok dipakai 3x	3,60	m2
-	Besi tulangan	117,33	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,30	m3

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
	SLOOF, ELV. -0.050		
26	Sloof S1, uk. 350 x 700 mm		
-	Bekisting menggunakan bekisting balok dipakai 3x	185,75	m2
-	Besi tulangan	9.268,52	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	24,66	m3
27	Sloof S2, uk. 250 x 400 mm		
-	Bekisting menggunakan bekisting balok dipakai 3x	4,56	m2
-	Besi tulangan	148,62	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,38	m3
	DINDING LIFT, ELV. (-0.050) s/d (+4.000)		
28	Dinding lift, tebal 250 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	14,80	m2
-	Besi tulangan	326,19	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,85	m3
	BALOK, ELV. +1.400		
29	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +1.400		
-	Bekisting dipakai 3x	15,33	m2
-	Besi tulangan	444,24	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,46	m3
	BALOK, ELV. +2.100		
30	Balok B7 300 x 600 mm, Elv. +2.100		
-	Bekisting dipakai 3x	18,67	m2
-	Besi tulangan	500,79	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,24	m3
	BALOK, ELV. +2.600		
31	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +2.600		
-	Bekisting dipakai 3x	5,46	m2
-	Besi tulangan	158,22	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,52	m3
	BALOK, ELV. +2.700		
32	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +2.700		
-	Bekisting dipakai 3x	15,33	m2
-	Besi tulangan	444,24	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,46	m3
	TANGGA BETON		
33	Tangga Beton tipe A, tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	63,81	m2
-	Besi tulangan	1.731,39	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	4,33	m3
34	Tangga Beton tipe B, tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	75,60	m2
-	Besi tulangan	2.015,64	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	5,21	m3
	PLAT BETON, ELV. -0.800		
35	Plat beton A0, tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	19,23	m2
-	Besi <i>wiremesh</i> # M8-150 mm (1 lapis)	239,33	m2
-	Besi dowel	151,50	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	35,90	m3
36	Penebalan plat		
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	11,69	m3
	PLAT BETON, ELV. -0.100		
37	Plat beton A0, tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	5,05	m2

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
-	Besi wiremesh # M8-150 mm (1 lapis)	62,80	m2
-	Besi dowel	39,75	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	9,42	m3
	PLAT BETON, ELV. -0.050		
38	Plat beton A0, tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	33,96	m2
-	Besi wiremesh # M8-150 mm (1 lapis)	422,67	m2
-	Besi dowel	267,55	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	63,40	m3
39	Penebalan plat		
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	6,83	m3
	LANTAI 02		
	Catatan :		
	<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pembongkaran bekisting</i>		
	KOLOM, ELV. (+4.000) s/d (+8.050)		
1	Kolom K1a, uk. 800 x 800 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	155,50	m2
-	Besi tulangan	6.000,65	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	31,10	m3
2	Kolom K2a, uk. 750 x 750 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	72,91	m2
-	Besi tulangan	2.703,01	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	13,67	m3
3	Kolom K3, uk. 500 x 500 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	16,24	m2
-	Besi tulangan	442,09	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	2,03	m3
4	Kolom K4, uk. 250 x 250 x 500 mm (L)		
-	Bekisting dipakai 3x	16,21	m2
-	Besi tulangan	308,01	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	1,52	m3
5	Kolom K5, uk. 250 x 500 x 500 mm (T)		
-	Bekisting dipakai 3x	16,21	m2
-	Besi tulangan	308,01	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	1,52	m3
	BALOK, ELV. +4.000		
6	Balok B1 400 x 800 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	173,54	m2
-	Besi tulangan	8.755,94	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	26,82	m3
7	Balok B2 350 x 700 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	109,20	m2
-	Besi tulangan	3.380,97	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	14,68	m3
8	Balok B3 300 x 600 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	47,08	m2
-	Besi tulangan	1.320,85	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	5,38	m3
9	Balok B4 300 x 600 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	115,41	m2
-	Besi tulangan	2.740,04	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	13,19	m3

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
10	Balok B5 300 x 500 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	55,51	m2
-	Besi tulangan	1.830,08	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	5,97	m3
11	Balok B6 250 x 400 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	23,14	m2
-	Besi tulangan	641,73	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,00	m3
12	Balok B8 300 x 500 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	38,12	m2
-	Besi tulangan	960,23	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	4,10	m3
13	Balok B9 250 x 400 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	16,66	m2
-	Besi tulangan	537,60	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,44	m3
14	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	3,24	m2
-	Besi tulangan	117,94	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,28	m3
15	Balok L1 150 x 500 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	91,96	m2
-	Besi tulangan	1.138,04	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	5,76	m3
16	Balok L2 150 x 450 mm, Elv. +4.000		
-	Bekisting dipakai 3x	14,89	m2
-	Besi tulangan	199,12	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,91	m3
	BALOK, ELV. +6.000		
17	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +6.000		
-	Bekisting dipakai 3x	15,33	m2
-	Besi tulangan	444,24	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,46	m3
	BALOK, ELV. +6.150		
18	Balok B7 300 x 600 mm, Elv. +6.150		
-	Bekisting dipakai 3x	18,67	m2
-	Besi tulangan	500,79	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,24	m3
	BALOK, ELV. +6.650		
19	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +6.650		
-	Bekisting dipakai 3x	5,46	m2
-	Besi tulangan	158,22	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,52	m3
	BALOK, ELV. +8.000		
20	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +8.000		
-	Bekisting dipakai 3x	2,94	m2
-	Besi tulangan	85,20	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,28	m3
	DINDING LIFT, ELV. (+4.000) s/d (+8.050)		
21	Dinding lift, tebal 250 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	14,80	m2
-	Besi tulangan	326,19	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,85	m3
	TANGGA BETON		

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
22	Tangga Beton tipe A tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	59,24	m2
-	Besi tulangan	1.607,44	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	4,02	m3
23	Tangga Beton tipe B tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	70,23	m2
-	Besi tulangan	1.872,49	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	4,84	m3
	PLAT BETON, ELV. +4.000		
24	Plat beton A1 tebal 120 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	216,38	m2
-	Besi tulangan	3.169,89	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	24,18	m3
25	Plat beton A2 tebal 110 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	178,82	m2
-	Besi tulangan	2.575,03	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	19,67	m3
26	Plat beton A5 tebal 135 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	450,59	m2
-	Besi tulangan	6.463,90	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	60,83	m3
27	Penebalan plat		
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	22,97	m3
	LANTAI 03		
	Catatan :		
	<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pembongkaran bekisting</i>		
	KOLOM, ELV. (+8.050) s/d (+12.100)		
1	Kolom K1b, uk. 800 x 800 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	155,50	m2
-	Besi tulangan	5.056,91	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	31,10	m3
2	Kolom K2b, uk. 750 x 750 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	72,91	m2
-	Besi tulangan	2.469,82	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	13,67	m3
3	Kolom K4, uk. 250 x 250 x 500 mm (L)		
-	Bekisting dipakai 3x	16,21	m2
-	Besi tulangan	308,01	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,52	m3
4	Kolom K5, uk. 250 x 500 x 500 mm (T)		
-	Bekisting dipakai 3x	16,21	m2
-	Besi tulangan	308,01	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,52	m3
	BALOK, ELV. +8.050		
5	Balok B1 400 x 800 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	173,54	m2
-	Besi tulangan	8.755,94	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	26,82	m3
6	Balok B2 350 x 700 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	109,20	m2
-	Besi tulangan	3.380,97	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	14,68	m3

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
7	Balok B3 300 x 600 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	47,08	m2
-	Besi tulangan	1.320,85	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	5,38	m3
8	Balok B4 300 x 600 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	115,41	m2
-	Besi tulangan	2.740,04	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	13,19	m3
9	Balok B5 300 x 500 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	55,23	m2
-	Besi tulangan	1.820,88	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	5,94	m3
10	Balok B6 250 x 400 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	23,26	m2
-	Besi tulangan	644,94	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,01	m3
11	Balok B8 300 x 500 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	20,36	m2
-	Besi tulangan	512,90	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,19	m3
12	Balok B9 250 x 400 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	7,87	m2
-	Besi tulangan	253,87	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,68	m3
13	Balok L1 150 x 500 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	58,75	m2
-	Besi tulangan	727,08	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	3,68	m3
14	Balok L2 150 x 450 mm, Elv. +8.050		
-	Bekisting dipakai 3x	3,93	m2
-	Besi tulangan	52,51	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,24	m3
	BALOK, ELV. +10.000		
15	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +10.000		
-	Bekisting dipakai 3x	15,33	m2
-	Besi tulangan	444,24	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,46	m3
	BALOK, ELV. +10.200		
16	Balok B7 300 x 600 mm, Elv. +10.200		
-	Bekisting dipakai 3x	10,42	m2
-	Besi tulangan	279,46	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,25	m3
	BALOK, ELV. +10.700		
17	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +10.700		
-	Bekisting dipakai 3x	5,46	m2
-	Besi tulangan	158,22	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,52	m3
	BALOK, ELV. +12.000		
18	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +12.000		
-	Bekisting dipakai 3x	2,94	m2
-	Besi tulangan	85,20	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,28	m3
	DINDING LIFT, ELV. (+8.050) s/d (+12.100)		
19	Dinding lift, tebal 250 mm		

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
-	Bekisting dipakai 3x	14,80	m2
-	Besi tulangan	326,19	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,85	m3
	TANGGA BETON		
20	Tangga Beton tipe A tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	59,24	m2
-	Besi tulangan	1.607,44	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	4,02	m3
21	Tangga Beton tipe B tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	70,23	m2
-	Besi tulangan	1.872,49	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	4,84	m3
	PLAT BETON, ELV. +8.050		
22	Plat beton A1 tebal 120 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	240,63	m2
-	Besi tulangan	3.525,15	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	26,89	m3
23	Plat beton A2 tebal 110 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	14,82	m2
-	Besi tulangan	213,39	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,63	m3
24	Plat beton A5 tebal 135 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	451,19	m2
-	Besi tulangan	6.472,41	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	60,91	m3
25	Penebalan plat		
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	28,32	m3
	LANTAI 04		
	Catatan :		
	<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pembongkaran bekisting</i>		
	KOLOM, ELV. (+12.100) s/d (+16.150)		
1	Kolom K1b, uk. 800 x 800 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	155,50	m2
-	Besi tulangan	5.056,91	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	31,10	m3
2	Kolom K2b, uk. 750 x 750 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	72,91	m2
-	Besi tulangan	2.469,82	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	13,67	m3
3	Kolom K4, uk. 250 x 250 x 500 mm (L)		
-	Bekisting dipakai 3x	16,21	m2
-	Besi tulangan	308,01	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,52	m3
4	Kolom K5, uk. 250 x 500 x 500 mm (T)		
-	Bekisting dipakai 3x	16,21	m2
-	Besi tulangan	308,01	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,52	m3
	BALOK, ELV. +12.100		
5	Balok B1 400 x 800 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	173,54	m2
-	Besi tulangan	8.755,94	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	26,82	m3

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
6	Balok B2 350 x 700 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	97,82	m2
-	Besi tulangan	3.028,59	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	13,15	m3
7	Balok B3 300 x 600 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	47,08	m2
-	Besi tulangan	1.320,85	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	5,38	m3
8	Balok B4 300 x 600 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	115,41	m2
-	Besi tulangan	2.740,04	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	13,19	m3
9	Balok B5 300 x 500 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	55,23	m2
-	Besi tulangan	1.820,88	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	5,94	m3
10	Balok B6 250 x 400 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	23,26	m2
-	Besi tulangan	644,94	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,01	m3
11	Balok B8 300 x 500 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	22,13	m2
-	Besi tulangan	557,40	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,38	m3
12	Balok B9 250 x 400 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	5,09	m2
-	Besi tulangan	164,27	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,44	m3
13	Balok L1 150 x 500 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	58,75	m2
-	Besi tulangan	727,08	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	3,68	m3
14	Balok L2 150 x 450 mm, Elv. +12.100		
-	Bekisting dipakai 3x	3,93	m2
-	Besi tulangan	52,51	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,24	m3
	BALOK, ELV. +14.000		
15	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +14.000		
-	Bekisting dipakai 3x	15,33	m2
-	Besi tulangan	444,24	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,46	m3
	BALOK, ELV. +14.250		
16	Balok B7 300 x 600 mm, Elv. +14.250		
-	Bekisting dipakai 3x	18,67	m2
-	Besi tulangan	500,79	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,24	m3
	BALOK, ELV. +14.750		
17	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +14.750		
-	Bekisting dipakai 3x	5,46	m2
-	Besi tulangan	158,22	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,52	m3
	BALOK, ELV. +16.000		
18	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +16.000		
-	Bekisting dipakai 3x	2,94	m2

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
-	Besi tulangan	85,20	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	0,28	m3
	DINDING LIFT, ELV. (+12.100) s/d (+16.150)		
19	Dinding lift, tebal 250 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	14,80	m2
-	Besi tulangan	326,19	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	1,85	m3
	TANGGA BETON		
20	Tangga Beton tipe A tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	59,24	m2
-	Besi tulangan	1.607,44	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	4,02	m3
21	Tangga Beton tipe B tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	70,23	m2
-	Besi tulangan	1.872,49	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	4,84	m3
	PLAT BETON, ELV. +12.100		
22	Plat beton A1 tebal 120 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	241,71	m2
-	Besi tulangan	3.540,89	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	27,01	m3
23	Plat beton A5 tebal 135 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	451,19	m2
-	Besi tulangan	6.472,41	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	60,91	m3
24	Penebalan plat		
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	6,71	m3
	LANTAI 05		
	Catatan :		
	<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pembongkaran bekisting</i>		
	KOLOM, ELV. (+16.150) s/d (+20.200)		
1	Kolom K1b, uk. 800 x 800 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	25,90	m2
-	Besi tulangan	842,28	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	5,18	m3
2	Kolom K1c, uk. 700 x 700 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	90,74	m2
-	Besi tulangan	3.214,69	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	15,88	m3
3	Kolom K2b, uk. 750 x 750 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	24,32	m2
-	Besi tulangan	823,88	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	4,56	m3
4	Kolom K2c, uk. 650 x 650 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	42,09	m2
-	Besi tulangan	1.506,57	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	6,84	m3
5	Kolom K4, uk. 250 x 250 x 500 mm (L)		
-	Bekisting dipakai 3x	8,11	m2
-	Besi tulangan	154,00	Kg
-	Beton ready mix F'c 22,5 MPa	0,76	m3
6	Kolom K5, uk. 250 x 500 x 500 mm (T)		

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
-	Bekisting dipakai 3x	8,11	m2
-	Besi tulangan	154,00	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,76	m3
7	Kolom K6, uk. 250 x 500 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	6,12	m2
-	Besi tulangan	91,78	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,51	m3
8	Kolom K7, uk. 250 x 375 x 500 mm (L)		
-	Bekisting dipakai 3x	1,01	m2
-	Besi tulangan	18,95	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,09	m3
	BALOK, ELV. +16.150		
9	Balok B1 400 x 800 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	174,25	m2
-	Besi tulangan	8.791,86	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	26,93	m3
10	Balok B2 350 x 700 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	99,08	m2
-	Besi tulangan	3.067,75	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	13,32	m3
11	Balok B3 300 x 600 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	47,60	m2
-	Besi tulangan	1.335,59	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	5,44	m3
12	Balok B4 300 x 600 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	149,54	m2
-	Besi tulangan	3.550,22	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	17,09	m3
13	Balok B5 300 x 500 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	54,95	m2
-	Besi tulangan	1.811,68	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	5,91	m3
14	Balok B6 250 x 400 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	18,63	m2
-	Besi tulangan	516,59	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,61	m3
15	Balok B8 300 x 500 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	24,45	m2
-	Besi tulangan	615,95	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,63	m3
16	Balok B9 250 x 400 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	5,44	m2
-	Besi tulangan	175,47	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,47	m3
17	Balok L1 150 x 500 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	58,59	m2
-	Besi tulangan	725,11	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	3,67	m3
18	Balok L2 150 x 450 mm, Elv. +16.150		
-	Bekisting dipakai 3x	3,76	m2
-	Besi tulangan	50,33	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,23	m3
	BALOK, ELV. +18.000		
19	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +18.000		

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
-	Bekisting dipakai 3x	15,33	m2
-	Besi tulangan	444,24	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,46	m3
	BALOK, ELV. +18.800		
20	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +18.800		
-	Bekisting dipakai 3x	5,88	m2
-	Besi tulangan	170,39	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,56	m3
	BALOK, ELV. +20.000		
21	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +20.000		
-	Bekisting dipakai 3x	15,33	m2
-	Besi tulangan	444,24	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,46	m3
	DINDING LIFT, ELV. (+16.150) s/d (+20.200)		
22	Dinding lift, tebal 250 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	14,80	m2
-	Besi tulangan	326,19	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,85	m3
	PLAT BETON, ELV. +16.150		
23	Plat beton A1, tebal 120 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	240,01	m2
-	Besi tulangan	3.515,98	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	26,82	m3
24	Plat beton A5 tebal 135 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	448,81	m2
-	Besi tulangan	6.438,40	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	60,59	m3
25	Penebalan plat		
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	3,86	m3
	LANTAI ATAP		
	Catatan :		
	<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pembongkaran bekisting</i>		
	KOLOM, ELV. (+20.200) s/d (+22.290)		
1	Kolom K1b, uk. 800 x 800 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	6,70	m2
-	Besi tulangan	245,19	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,34	m3
2	Kolom K1c, uk. 700 x 700 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	40,97	m2
-	Besi tulangan	1.641,04	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	7,17	m3
3	Kolom K2b, uk. 750 x 750 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	12,53	m2
-	Besi tulangan	478,89	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,35	m3
4	Kolom K2c, uk. 650 x 650 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	21,72	m2
-	Besi tulangan	880,38	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	3,53	m3
	KOLOM, ELV. (+20.200) s/d (+21.500)		
5	Kolom K4, uk. 250 x 250 x 500 mm (L)		
-	Bekisting dipakai 3x	2,56	m2

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
-	Besi tulangan	55,02	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,24	m3
6	Kolom K5, uk. 250 x 500 x 500 mm (T)		
-	Bekisting dipakai 3x	2,56	m2
-	Besi tulangan	55,02	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,24	m3
7	Kolom K6, uk. 250 x 500 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	1,92	m2
-	Besi tulangan	32,91	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,16	m3
8	Kolom K7, uk. 250 x 375 x 500 mm (L)		
-	Bekisting dipakai 3x	2,24	m2
-	Besi tulangan	47,49	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,20	m3
	BALOK, ELV. +20.200		
9	Balok B1a 400 x 800 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	87,48	m2
-	Besi tulangan	3.204,31	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	13,52	m3
10	Balok B2 350 x 700 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	9,52	m2
-	Besi tulangan	294,80	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,28	m3
11	Balok B2a 350 x 700 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	104,14	m2
-	Besi tulangan	2.422,89	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	14,00	m3
12	Balok B3 300 x 600 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	7,88	m2
-	Besi tulangan	220,96	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,90	m3
13	Balok B5 300 x 500 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	13,20	m2
-	Besi tulangan	435,29	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,42	m3
14	Balok B6 250 x 400 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	3,93	m2
-	Besi tulangan	109,09	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,34	m3
15	Balok B8 300 x 500 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	25,38	m2
-	Besi tulangan	639,37	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,73	m3
16	Balok B9 250 x 400 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	5,09	m2
-	Besi tulangan	164,27	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,44	m3
17	Balok B10 350 x 700 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	7,44	m2
-	Besi tulangan	214,40	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	1,00	m3
18	Balok L1 150 x 500 mm, Elv. +20.200		
-	Bekisting dipakai 3x	57,47	m2
-	Besi tulangan	711,28	Kg

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	3,60	m3
	BALOK, ELV. +21.500		
19	Balok B11 250 x 400 mm, Elv. +21.500		
-	Bekisting dipakai 3x	31,01	m2
-	Besi tulangan	1.128,81	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	2,68	m3
	BALOK, ELV. +22.290		
20	Balok B1a 400 x 800 mm, Elv. +22.290		
-	Bekisting dipakai 3x	58,49	m2
-	Besi tulangan	2.142,53	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	9,04	m3
21	Balok B2a 350 x 700 mm, Elv. +21.970		
-	Bekisting dipakai 3x	104,14	m2
-	Besi tulangan	2.422,89	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	14,00	m3
22	Balok B10 350 x 700 mm, Elv. +22.290		
-	Bekisting dipakai 3x	111,20	m2
-	Besi tulangan	3.205,33	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	14,95	m3
23	Balok L3 - Sesuai detail, Elv. +22.290		
-	Bekisting dipakai 3x	384,30	m2
-	Besi tulangan	3.849,87	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	20,27	m3
	DINDING LIFT, ELV. (+20.200) s/d (+21.500)		
24	Dinding lift, tebal 250 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	0,88	m2
-	Besi tulangan	19,40	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,11	m3
	PLAT BETON, ELV. +20.200		
25	Plat beton A1, tebal 120 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	104,34	m2
-	Besi tulangan	1.528,57	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	11,66	m3
26	Plat beton A3, tebal 160 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	18,88	m2
-	Besi tulangan	563,36	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	3,02	m3
	TANGGULAN ROOFTANK		
27	Tanggulan <i>rooftank</i>		
-	Bekisting dipakai 3x	6,13	m2
-	Besi tulangan	91,13	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	0,46	m3
	PLAT BETON, ELV. +21.500		
28	Plat beton A4, tebal 120 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	26,67	m2
-	Besi tulangan	492,34	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	3,20	m3
	PLAT BETON, ELV. +21.700		
29	Plat beton A2, tebal 110 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	326,36	m2
-	Besi tulangan	4.699,73	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa	35,90	m3
VII	PEKERJAAN RUMAH POMPA & GWT		
	PEKERJAAN STRUKTUR		

No.	Item Pekerjaan	Volume	Sat.
B	PEKERJAAN BETON		
1	Rabat beton bawah plat, tebal 100 mm (camp. 1 PC : 3 PS : 5 KR)	8,66	m3
	PLAT BETON, ELV. -5.750		
2	Plat beton A0, tebal 300 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	5,71	m2
-	Besi tulangan	1.177,98	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	11,72	m3
-	<i>Waterproofing</i>	39,05	m2
	PLAT BETON, ELV. -3.300		
3	Plat beton A1, tebal 300 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	5,45	m2
-	Besi tulangan	1.123,70	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	11,18	m3
-	<i>Waterproofing</i>	37,28	m2
	PLAT BETON, ELV. +0.000		
4	Plat beton A2, tebal 250 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	4,75	m2
-	Besi tulangan	1.751,08	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	9,76	m3
-	<i>Waterproofing</i>	39,05	m2
	PLAT BETON, ELV. +0.500		
5	Plat beton A2, tebal 250 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	4,54	m2
-	Besi tulangan	1.672,13	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	9,32	m3
-	<i>Waterproofing</i>	37,28	m2
	DINDING BETON		
6	Dinding beton DB, tebal 250 mm		
-	Bekisting dipakai 2x	501,68	m2
-	Besi tulangan	9.878,38	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	62,71	m3
-	<i>Waterproofing</i>	250,84	m2
-	<i>Waterstop</i> , lebar 150 mm	48,30	m1
	BALOK		
7	Balok B14 250 x 400 mm		
-	Bekisting dipakai 3x	7,79	m2
-	Besi tulangan	525,48	Kg
-	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	0,73	m3
	Rumah pompa sumpit		
1	Plat lantai rumah pompa, tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai (2x)	0,72	m2
-	Besi Tulangan	90,37	Kg
-	Beton <i>Ready Mix</i> F'c 28 MPa	0,22	m3
2	Dinding beton, tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai (2x)	14,40	m2
-	Besi Tulangan	536,13	Kg
-	Beton <i>Ready Mix</i> F'c 28 MPa	1,08	m3
3	Plat atas rumah pompa, tebal 150 mm		
-	Bekisting dipakai (2x)	0,11	m2
-	Besi Tulangan	13,56	Kg
-	Beton <i>Ready Mix</i> F'c 28 MPa	0,03	m3
4	Plat penutup, tebal 80 mm	0,04	m3

Lampiran 2 Daftar Volume Pekerjaan

Lantai Ke-	Pekerjaan	Jenis Material	Rencana Volume	Satuan
Lantai 1	Rabat beton bawah lantai, tebal 100 mm (1 PC : 3 PS : 5 KR)		77,82	m3
		Portland Cement (PC)	17.665,14	kg
		Pasir	48,30	m3
		Kerikil	57,64	m3
	Pondasi cyclope Cy1, 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 SP)		868,00	m3
		Batu kali 15/20	504,31	m3
		Portland Cement (PC)	197.470,00	kg
		Pasir	328,91	m3
		Kerikil	461,78	m3
	Footplat			
	Bekisting pasangan batako		224,00	m2
		Batako	2.800,00	bh
		Portland Cement (PC)	1.863,68	kg
		Pasir	10,98	m3
	Besi tulangan		21.582,59	Kg
		Tulangan D16	7.856,03	Kg
		Tulangan D22	13.726,56	Kg
	Beton ready mix f'c 28 Mpa		220,80	m3
	Kolom			
	Bekisting	Multipleks	485,80	m2
	Besi tulangan		24.806,81	Kg
		Tulangan D10	4.837,33	Kg
		Tulangan D25	19.969,48	Kg
	Beton ready mix F'c 22,5 MPa		88,56	m3
	Sloof			
	Bekisting	Multipleks	325,13	m2
	Besi tulangan		16.081,82	Kg
		Tulangan D10	3.618,41	Kg
		Tulangan D22	12.463,41	Kg
	Beton ready mix F'c 22,5 MPa		42,76	m3
	Balok B2-B11			
	Bekisting	Multipleks	54,79	m2
	Besi tulangan		1.547,49	Kg
		Tulangan D10	441,03	Kg
		Tulangan D19	1.106,46	Kg
	Beton ready mix F'c 22,5 MPa		5,68	m3
	Dinding beton			
	Bekisting	Multipleks	57,00	m2
	Besi tulangan	Tulangan D16	2.653,51	Kg
	Beton ready mix F'c 22,5 MPa		5,70	m3
	Dinding beton pitlift			
	Bekisting	Multipleks	72,40	m2
	Besi tulangan	Tulangan D13	1.595,70	Kg
	Beton ready mix F'c 22,5 MPa		9,05	m3
	Plat beton lantai pitlift			
	Bekisting	Multipleks	25,57	m2
	Besi tulangan	Tulangan D13	819,48	Kg
	Beton ready mix F'c 22,5 MPa		7,67	m3
	Plat			
	Bekisting	Multipleks	83,81	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	1.544,28	Kg

Lantai Ke-	Pekerjaan	Jenis Material	Rencana Volume	Satuan
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		466,47	m3
	Penebalan plat			
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		18,52	m3
	Tangga			
	Bekisting	Multipleks	139,41	m2
	Besi tulangan		3.747,03	Kg
		Tulangan D10	1.367,67	Kg
		Tulangan D16	2.379,36	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		9,54	m3
Lantai 2	Kolom			
	Bekisting	Multipleks	277,07	m2
	Besi tulangan		9.761,77	Kg
		Tulangan D10	1.903,55	Kg
		Tulangan D25	7.858,22	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		49,84	m3
	Balok B1 & B1a			
	Bekisting	Multipleks	173,54	m2
	Besi tulangan		8.755,94	Kg
		Tulangan D10	2.889,46	Kg
		Tulangan D22	5.866,48	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		26,82	m3
	Balok B2-B11			
	Bekisting	Multipleks	450,76	m2
	Besi tulangan		12.717,89	Kg
		Tulangan D10	3.624,60	Kg
		Tulangan D19	9.093,29	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		51,54	m3
	Balok L1-L3			
	Bekisting	Multipleks	106,85	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	1.337,16	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		6,67	m3
	Dinding beton pitlift			
	Bekisting	Multipleks	14,80	m2
	Besi tulangan	Tulangan D13	326,19	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		1,85	m3
	Plat			
	Bekisting	Multipleks	845,79	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	12.208,82	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		104,68	m3
	Penebalan plat			
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		22,97	m3
	Tangga			
	Bekisting	Multipleks	129,47	m2
	Besi tulangan		3.479,93	Kg
		Tulangan D10	1.270,17	Kg
		Tulangan D16	2.209,76	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		8,86	m3
Lantai 3	Kolom			
	Bekisting	Multipleks	260,83	m2
	Besi tulangan		8.142,75	Kg
		Tulangan D10	1.587,84	Kg
		Tulangan D25	6.554,91	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		47,81	m3
	Balok B1 & B1a			

Lantai Ke-	Pekerjaan	Jenis Material	Rencana Volume	Satuan
	Bekisting	Multipleks	173,54	m2
	Besi tulangan		8.755,94	Kg
		Tulangan D10	2.889,46	Kg
		Tulangan D22	5.866,48	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		26,82	m3
	Balok B2-B11			
	Bekisting	Multipleks	409,62	m2
	Besi tulangan		11.556,37	Kg
		Tulangan D10	3.293,57	Kg
		Tulangan D19	8.262,80	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		47,30	m3
	Balok L2-L3			
	Bekisting	Multipleks	62,68	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	779,59	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		3,92	m3
	Dinding beton pitlift			
	Bekisting	Multipleks	14,80	m2
	Besi tulangan	Tulangan D13	326,19	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		1,85	m3
	Plat			
	Bekisting	Multipleks	706,64	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	10.210,95	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		89,43	m3
	Penebalan plat			
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		28,32	m3
	Tangga			
	Bekisting	Multipleks	129,47	m2
	Besi tulangan		3.479,93	Kg
		Tulangan D10	1.270,17	Kg
		Tulangan D16	2.209,76	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		8,86	m3
Lantai 4	Kolom			
	Bekisting	Multipleks	260,83	m2
	Besi tulangan		8.142,75	Kg
		Tulangan D10	1.587,84	Kg
		Tulangan D25	6.554,91	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		47,81	m3
	Balok B1 & B1a			
	Bekisting	Multipleks	173,54	m2
	Besi tulangan		8.755,94	Kg
		Tulangan D10	2.889,46	Kg
		Tulangan D22	5.866,48	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		26,82	m3
	Balok B2-B11			
	Bekisting	Multipleks	408,42	m2
	Besi tulangan		11.465,42	Kg
		Tulangan D10	3.267,64	Kg
		Tulangan D19	8.197,78	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		46,99	m3
	Balok L1-L3			
	Bekisting	Multipleks	62,68	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	779,59	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		3,92	m3
	Dinding beton pitlift			

Lantai Ke-	Pekerjaan	Jenis Material	Rencana Volume	Satuan
	Bekisting	Multipleks	14,80	m2
	Besi tulangan	Tulangan D13	326,19	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		1,85	m3
	Plat			
	Bekisting	Multipleks	692,90	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	10.013,30	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		87,92	m3
	Penebalan plat			
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		6,71	m3
	Tangga			
	Bekisting	Multipleks	129,47	m2
	Besi tulangan		3.479,93	Kg
		Tulangan D10	1.270,17	Kg
		Tulangan D16	2.209,76	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		8,86	m3
Lantai 5	Kolom			
	Bekisting	Multipleks	206,40	m2
	Besi tulangan		6.806,15	Kg
		Tulangan D10	1.327,20	Kg
		Tulangan D25	5.478,95	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		34,58	m3
	Balok B1 & B1a			
	Bekisting	Multipleks	174,25	m2
	Besi tulangan		8.791,86	Kg
		Tulangan D10	2.901,31	Kg
		Tulangan D22	5.890,55	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		26,93	m3
	Balok B2-B11			
	Bekisting	Multipleks	436,23	m2
	Besi tulangan		12.132,12	Kg
		Tulangan D10	3.457,65	Kg
		Tulangan D19	8.674,47	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		49,95	m3
	Balok L1-L3			
	Bekisting	Multipleks	62,35	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	775,44	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		3,90	m3
	Dinding beton pitlift			
	Bekisting	Multipleks	14,80	m2
	Besi tulangan	Tulangan D13	326,19	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		1,85	m3
	Plat			
	Bekisting	Multipleks	688,82	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	9.954,38	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		87,41	m3
	Penebalan plat			
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		3,86	m3
Lantai Atap	Kolom			
	Bekisting	Multipleks	91,20	m2
	Besi tulangan		3.435,94	Kg
		Tulangan D10	670,01	Kg
		Tulangan D25	2.765,93	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		15,23	m3
	Balok B1 & B1a			

Lantai Ke-	Pekerjaan	Jenis Material	Rencana Volume	Satuan
	Bekisting	Multipleks	145,97	m2
	Besi tulangan		5.346,84	Kg
		Tulangan D10	1.764,46	Kg
		Tulangan D22	3.582,38	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		22,56	m3
	Balok B2-B11			
	Bekisting	Multipleks	422,93	m2
	Besi tulangan		11.258,10	Kg
		Tulangan D10	3.208,56	Kg
		Tulangan D19	8.049,54	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		53,74	m3
	Balok L1-L3			
	Bekisting	Multipleks	441,77	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	4.561,15	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		23,87	m3
	Dinding beton <i>pitlift</i>			
	Bekisting	Multipleks	0,88	m2
	Besi tulangan	Tulangan D13	19,40	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		0,11	m3
	Plat			
	Bekisting	Multipleks	476,25	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	7.284,00	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		53,78	m3
	Tanggulan			
	Bekisting	Multipleks	6,13	m2
	Besi tulangan	Tulangan D10	91,13	Kg
	Beton <i>ready mix</i> F'c 22,5 MPa		0,46	m3

Lampiran 3 Rekapitulasi Kebutuhan Material

No.	Item	Jumlah	Satuan
1	Batako	2.800,00	bh
2	Batu kali 15/20	504,31	m3
3	Kerikil	519,42	m3
4	Multipleks	9.910,39	m2
5	Pasir	388,19	m3
6	<i>Portland Cement</i> (PC)	216.998,82	Kg
7	Tulangan D10	110.877,35	Kg
8	Tulangan D13	3.739,34	Kg
9	Tulangan D16	19.518,17	Kg
10	Tulangan D19	43.384,33	Kg
11	Tulangan D22	53.262,34	Kg
12	Tulangan D25	49.182,42	Kg

Lampiran 4 Penggunaan Material

No.	Item Pekerjaan	Realisasi		
		Koef	Volume	Satuan
1	Pondasi <i>cyclope</i> 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 sp)		627,50	M3
-	Batu Kali	0,58	364,58	M3
-	Semen Portland	227,50	142.756,25	Kg
-	Pasir	0,38	237,78	M3
-	Kerikil	0,53	333,83	M3
2	Beton <i>ready mix</i> F'c 22.5 MPa		23,69	M3
3	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa		175,02	M3
4	Besi tulangan D 10		12.490,39	Kg
5	Besi tulangan D 13		1.173,64	Kg
6	Besi tulangan D 16		6.085,75	Kg
7	Besi tulangan D 19		-	Kg
8	Besi tulangan D 22		13.794,09	Kg
9	Besi tulangan D 25		12.088,94	Kg
10	Besi <i>wiremesh</i> # M8-150 mm (1 lapis)		-	Lbr
11	Bekisting Batako		101,60	M2
-	Batako	12,5000	1.270,00	Bh
-	<i>Portland Cement</i> (PC)	8,3200	845,31	Kg
-	Pasir	0,0490	4,98	M3
12	Bekisting dipakai 2x		14,86	M2
-	Multipleks	0,1750	7,62	M2
13	Bekisting dipakai 3x		140,57	M2
-	Multipleks	0,1167	48,02	M2
14	Rabat beton bawah pitlift, tebal 100 mm (1 PC : 3 PS : 5 KR)		8,66	M3
-	<i>Portland Cement</i>	227,000	1.965,82	Kg
-	Pasir	0,621	5,38	M3
-	Kerikil	0,741	6,41	M3
15	Usuk 0.05x0.07x3		-	M3

Lampiran 5 Rekapitulasi Penggunaan Material

No.	Jenis Material	Volume	Satuan
1	Semen 40 Kg	145.567,38	Kg
2	Pasir	427,96	M3
3	Kerikil	340,24	M3
4	Batu kali	364,58	M3
5	Multipleks	55,63	M2
6	Tulangan Sirip 10	12.490,39	Kg
7	Tulangan Sirip 13	1.173,64	Kg
8	Tulangan Sirip 16	6.085,75	Kg
9	Tulangan Sirip 19	-	Kg
10	Tulangan Sirip 22	13.794,09	Kg
11	Tulangan Sirip 25	12.088,94	Kg
12	<i>Ready Mix</i> 22.5 MPa	23,69	M3
13	<i>Ready Mix</i> 28 MPa	175,02	M3
14	Batako	1.270,00	Bh
15	<i>Wiremesh</i> M8	-	Lbr
16	Usuk 3m	-	M3

Lampiran 6 Realisasi Material Perperiode

No	Item Pekerjaan	Sat.	Volume Minggu Ke-			
			M5	M6	M7	M8
			30-10-23	6-11-23	13-11-23	20-11-23
			s/d	s/d	s/d	s/d
			5-11-23	12-11-23	19-11-23	26-11-23
1	Pondasi <i>cyclope</i> 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 SP)	M3	161,50	123,00	121,00	222,00
-	Batu Kali	M3	93,83	71,46	70,30	128,98
-	Semen Portland	Kg	36.741,25	27.982,50	27.527,50	50.505,00
-	Pasir	M3	61,20	46,61	45,85	84,12
-	Kerikil	M3	85,92	65,44	64,37	118,10
2	Beton <i>ready mix</i> F'c 22.5 MPa	M3	-	-	-	23,69
3	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	M3	49,87	54,66	5,70	64,80
4	Besi tulangan D 10	Kg	4.083,13	640,36	6.166,50	1.600,41
5	Besi tulangan D 13	Kg	1.173,64	-	-	-
6	Besi tulangan D 16	Kg	2.942,54	854,92	-	2.288,29
7	Besi tulangan D 19	Kg	-	-	-	-
8	Besi tulangan D 22	Kg	2.035,09	2.297,89	2.473,12	6.988,00
9	Besi tulangan D 25	Kg	3.233,59	3.228,68	2.363,77	3.262,90
10	Besi <i>wiremesh</i> # M8-150 mm	M2	-	-	-	-
11	Bekisting Batako	M2	28,00	9,60	-	64,00
-	Batako	Bh	350,00	120,00	-	800,00
-	<i>Portland Cement</i> (PC)	Kg	232,96	79,87	-	532,48
-	Pasir	M3	1,37	0,47	-	3,14
12	Bekisting dipakai 2x	M2	14,86	-	-	-
13	Bekisting dipakai 3x	M3	20,24	75,38	14,08	30,87
14	Rabat beton bawah pitlift, tebal 100 mm (1 PC : 3 PS : 5 KR)	M3	8,66	-	-	-
-	<i>Portland Cement</i>	Kg	1.965,82	-	-	-
-	Pasir	M3	5,38	-	-	-
-	Kerikil	M3	6,41	-	-	-
15	Usuk 0.05x0.07x3	M3	-	-	-	-

Lanjutan Lampiran 6 Realisasi Material Perperiode

No	Item Pekerjaan	Sat.	Volume Minggu Ke-			
			M9	M10	M11	M12
			27-11-23	4-12-23	11-12-23	18-12-23
			s/d	s/d	s/d	s/d
			3-12-23	10-12-23	17-12-23	24-12-23
1	Pondasi <i>cyclope</i> 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 SP)	M3	143,00	282,50	-	-
-	Batu Kali	M3	83,08	164,13	-	-
-	Semen Portland	Kg	32.532,50	64.268,75	-	-
-	Pasir	M3	54,19	107,05	-	-
-	Kerikil	M3	76,08	150,29	-	-
2	Beton <i>ready mix</i> F'c 22.5 MPa	M3	25,68	5,54	35,65	225,62
3	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	M3	74,81	38,40	-	-
4	Besi tulangan D 10	Kg	1.741,11	690,95	5.599,86	15.629,43
5	Besi tulangan D 13	Kg	2.161,90	250,08	-	-
6	Besi tulangan D 16	Kg	2.076,54	1.820,25	832,15	-
7	Besi tulangan D 19	Kg	-	626,42	4.321,91	1.824,44
8	Besi tulangan D 22	Kg	5.538,24	2.372,25	6.680,76	-
9	Besi tulangan D 25	Kg	4.516,63	1.960,00	2.948,85	-
10	Besi <i>wiremesh</i> # M8-150 mm	M2	-	-	-	-
11	Bekisting Batako	M2	68,00	38,40	-	-
-	Batako	Bh	850,00	480,00	-	-
-	<i>Portland Cement</i> (PC)	Kg	565,76	319,49	-	-
-	Pasir	M3	3,33	1,88	-	-
12	Bekisting dipakai 2x	M2	5,86	-	179,84	491,52
13	Bekisting dipakai 3x	M3	175,86	68,08	511,19	458,18
14	Rabat beton bawah pitlift, tebal 100 mm (1 PC : 3 PS : 5 KR)	M3	2,80	-	-	-
-	<i>Portland Cement</i>	Kg	635,60	-	-	-
-	Pasir	M3	1,74	-	-	-
-	Kerikil	M3	2,07	-	-	-
15	Usuk 0.05x0.07x3	M3	-	-	-	-

Lanjutan Lampiran 6 Realisasi Material Perperiode

No	Item Pekerjaan	Sat.	Volume Minggu Ke-			
			M13	M14	M15	M16
			25-12-23	1-1-24	8-1-24	15-1-24
			s/d	s/d	s/d	s/d
			31-12-23	7-1-24	14-1-24	21-1-24
1	Pondasi <i>cyclope</i> 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 SP)	M3	-	-	-	-
-	Batu Kali	M3	-	-	-	-
-	Semen Portland	Kg	-	-	-	-
-	Pasir	M3	-	-	-	-
-	Kerikil	M3	-	-	-	-
2	Beton <i>ready mix</i> F'c 22.5 MPa	M3	13,55	203,87	11,47	264,36
3	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	M3	-	-	-	-
4	Besi tulangan D 10	Kg	4.512,19	9.911,93	3.898,59	20.474,50
5	Besi tulangan D 13	Kg	-	-	-	-
6	Besi tulangan D 16	Kg	151,68	75,84	954,91	1.848,86
7	Besi tulangan D 19	Kg	2.778,70	4.914,57	4.112,15	5.542,54
8	Besi tulangan D 22	Kg	3.724,24	-	1.358,59	3.724,24
9	Besi tulangan D 25	Kg	2.034,38	5.350,36	1.526,48	3.641,09
10	Besi <i>wiremesh</i> # M8-150 mm	M2	-	-	-	131,48
11	Bekisting Batako	M2	-	-	-	-
-	Batako	Bh	-	-	-	-
-	<i>Portland Cement</i> (PC)	Kg	-	-	-	-
-	Pasir	M3	-	-	-	-
12	Bekisting dipakai 2x	M2	122,36	406,95	-	897,44
13	Bekisting dipakai 3x	M3	427,83	588,83	735,89	694,83
14	Rabat beton bawah pitlift, tebal 100 mm (1 PC : 3 PS : 5 KR)	M3	-	-	18,76	-
-	<i>Portland Cement</i>	Kg	-	-	4.257,67	-
-	Pasir	M3	-	-	11,64	-
-	Kerikil	M3	-	-	13,89	-
15	Usuk 0.05x0.07x3	M3	-	-	0,35	0,35

Lanjutan Lampiran 6 Realisasi Material Perperiode

No	Item Pekerjaan	Sat.	Volume Minggu Ke-			
			M17	M18	M19	M20
			22-1-24	29-1-24	5-2-24	12-2-24
			s/d	s/d	s/d	s/d
			28-1-24	4-2-24	11-2-24	18-2-24
1	Pondasi <i>cyclope</i> 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 SP)	M3	-	-	-	-
-	Batu Kali	M3	-	-	-	-
-	Semen Portland	Kg	-	-	-	-
-	Pasir	M3	-	-	-	-
-	Kerikil	M3	-	-	-	-
2	Beton <i>ready mix</i> F'c 22.5 MPa	M3	213,26	62,34	90,17	26,60
3	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	M3	-	-	-	28,80
4	Besi tulangan D 10	Kg	5.708,95	2.163,57	4.355,38	-
5	Besi tulangan D 13	Kg	-	-	-	-
6	Besi tulangan D 16	Kg	-	2.210,46	24,62	-
7	Besi tulangan D 19	Kg	3.938,47	261,81	1.577,50	-
8	Besi tulangan D 22	Kg	-	1.435,14	-	286,46
9	Besi tulangan D 25	Kg	-	-	1.585,89	-
10	Besi <i>wiremesh</i> # M8-150 mm	M2	224,31	-	-	-
11	Bekisting Batako	M2	-	-	-	-
-	Batako	Bh	-	-	-	-
-	<i>Portland Cement</i> (PC)	Kg	-	-	-	-
-	Pasir	M3	-	-	-	-
12	Bekisting dipakai 2x	M2	142,76	-	235,77	-
13	Bekisting dipakai 3x	M3	268,96	601,64	234,67	172,32
14	Rabat beton bawah pitlift, tebal 100 mm (1 PC : 3 PS : 5 KR)	M3	-	-	-	-
-	<i>Portland Cement</i>	Kg	-	-	-	-
-	Pasir	M3	-	-	-	-
-	Kerikil	M3	-	-	-	-
15	Usuk 0.05x0.07x3	M3	-	0,70	-	-

Lanjutan Lampiran 6 Realisasi Material Perperiode

No	Item Pekerjaan	Sat.	Volume Minggu Ke-	
			M21	M22
			19-2-24	26-2-24
			s/d	s/d
			25-2-24	3-3-24
1	Pondasi <i>cyclope</i> 40% batu kali 60% beton (1 PC: 2 PS: 3 SP)	M3	-	-
-	Batu Kali	M3	-	-
-	Semen Portland	Kg	-	-
-	Pasir	M3	-	-
-	Kerikil	M3	-	-
2	Beton <i>ready mix</i> F'c 22.5 MPa	M3	17,59	34,88
3	Beton <i>ready mix</i> F'c 28 MPa	M3	-	-
4	Besi tulangan D 10	Kg	-	-
5	Besi tulangan D 13	Kg	-	-
6	Besi tulangan D 16	Kg	-	-
7	Besi tulangan D 19	Kg	-	-
8	Besi tulangan D 22	Kg	381,95	-
9	Besi tulangan D 25	Kg	-	-
10	Besi <i>wiremesh</i> # M8-150 mm	M2	283,84	-
11	Bekisting Batako	M2	-	-
-	Batako	Bh	-	-
-	<i>Portland Cement</i> (PC)	Kg	-	-
-	Pasir	M3	-	-
12	Bekisting dipakai 2x	M2	121,20	-
13	Bekisting dipakai 3x	M3	273,70	40,22
14	Rabat beton bawah pitlift, tebal 100 mm (1 PC : 3 PS : 5 KR)	M3	-	-
-	<i>Portland Cement</i>	Kg	-	-
-	Pasir	M3	-	-
-	Kerikil	M3	-	-
15	Usuk 0.05x0.07x3	M3	-	-

Lampiran 7 Monitoring Material Pekerjaan Struktur

Tanggal	Jenis Material	Qty	Sat	Volume	Sat.	Ket.
23 Oktober 2023	Semen 40 Kg	600,00	Zak	24.000,00	Kg	
	Tulangan Sirip 25	100,00	Btg	4.623,60	Kg	
26 Oktober 2023	Tulangan Sirip 10	600,00	Btg	4.442,40	Kg	
	Tulangan Sirip 13	36,00	Btg	450,14	Kg	
	Tulangan Sirip 16	600,00	Btg	11.361,60	Kg	
	Tulangan Sirip 22	650,00	Btg	23.275,20	Kg	
	Tulangan Sirip 25	460,00	Btg	21.268,56	Kg	
31 Oktober 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Tulangan Sirip 10	2.200,00	Btg	16.288,80	Kg	
	Tulangan Sirip 13	250,00	Btg	3.126,00	Kg	
	Tulangan Sirip 16	400,00	Btg	7.574,40	Kg	
	Tulangan Sirip 19	450,00	Btg	12.020,40	Kg	
	Tulangan Sirip 22	400,00	Btg	14.323,20	Kg	
01 November 2023	Pasir	4,00	Rit	28,00	M3	
	Multipleks	80,00	Lbr	234,24	M2	
02 November 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Batako			900,00	Bh	
03 November 2023	Semen 40 Kg	800,00	Zak	32.000,00	Kg	
	Batu kali	4,00	Rit	24,00	M3	
	Kerikil	6,00	Rit	42,00	M3	
04 November 2023	Kerikil	6,00	Rit	42,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
05 November 2023	Pasir	4,00	Rit	28,00	M3	
	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
	Semen 40 Kg	600,00	Zak	24.000,00	Kg	
06 November 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Batu kali	4,00	Rit	24,00	M3	
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Ready Mix 28 MPa			6,00	M3	
	Multipleks	50,00	Lbr	146,40	M2	
	Batako			300,00	Bh	
07 November 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Multipleks	100,00	Lbr	292,80	M2	
	Batako			300,00	Bh	
08 November 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Batu kali	4,00	Rit	24,00	M3	
09 November 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	6,00	Rit	42,00	M3	
	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
	Semen 40 Kg	800,00	Zak	32.000,00	Kg	
	Batako			600,00	Bh	
	Ready Mix 28 MPa			80,50	M3	
10 November 2023	Batu kali	4,00	Rit	24,00	M3	
11 November 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
12 November 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	

Tanggal	Jenis Material	Qty	Sat	Volume	Sat.	Ket.
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Batu kali	5,00	Rit	30,00	M3	
	Batako			300,00	Bh	
13 November 2023	Pasir	1,00	Rit	7,00	M3	
	Kerikil	5,00	Rit	35,00	M3	
	Batu kali	4,00	Rit	24,00	M3	
	Semen 40 Kg	400,00	Zak	16.000,00	Kg	
	Tulangan Sirip 10	700,00	Btg	5.182,80	Kg	
	Tulangan Sirip 16	60,00	Btg	1.136,16	Kg	
	Tulangan Sirip 19	40,00	Btg	1.068,48	Kg	
	Tulangan Sirip 22	175,00	Btg	6.266,40	Kg	
	Tulangan Sirip 25	100,00	Btg	4.623,60	Kg	
14 November 2023	Pasir	3,00	Rit	21,00	M3	
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Semen 40 Kg	1.000,00	Zak	40.000,00	Kg	
	Multipleks Phenol	80,00	Lbr	234,24	M2	
	Ready Mix 28 MPa			29,00	M3	
15 November 2023	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
	Batako			300,00	Bh	
16 November 2023	Pasir	4,00	Rit	28,00	M3	
	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
17 November 2023	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Ready Mix 28 MPa			49,00	M3	
19 November 2023	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
20 November 2023	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Pasir	1,00	Rit	7,00	M3	
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Semen 40 Kg	600,00	Zak	24.000,00	Kg	
	Ready Mix 28 MPa			14,00	M3	
21 November 2023	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	5,00	Rit	35,00	M3	
	Ready Mix 28 MPa			21,00	M3	
22 November 2023	Pasir	3,00	Rit	21,00	M3	
23 November 2023	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Pasir	1,00	Rit	7,00	M3	
	Kerikil	3,00	Rit	21,00	M3	
	Ready Mix 28 MPa			15,00	M3	
	Ready Mix 22.5 MPa			35,00	M3	
	Tulangan Sirip 25	100,00	Btg	4.623,60	Kg	
24 November 2023	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	2,00	Rit	14,00	M3	
25 November 2023	Semen 40 Kg	600,00	Zak	24.000,00	Kg	
	Ready Mix 28 MPa			13,00	M3	
26 November 2023	Batu kali	7,00	Rit	42,00	M3	
	Pasir	4,00	Rit	28,00	M3	
	Batako			300,00	Bh	
27 November 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Tulangan Sirip 10	6.400,00	Btg	47.385,60	Kg	
	Tulangan Sirip 13	25,00	Btg	312,60	Kg	
	Tulangan Sirip 25	90,00	Btg	4.161,24	Kg	
28 November 2023	Batu kali	1,00	Rit	6,00	M3	

Tanggal	Jenis Material	Qty	Sat	Volume	Sat.	Ket.
29 November 2023	Pasir	1,00	Rit	7,00	M3	
	Ready Mix 28 MPa			21,00	M3	
	Batu kali	6,00	Rit	36,00	M3	
	Pasir	1,00	Rit	7,00	M3	
30 November 2023	Ready Mix 28 MPa			11,00	M3	
	Pasir	3,00	Rit	21,00	M3	
	Batu kali	4,00	Rit	24,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
01 Desember 2023	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Semen 40 Kg	600,00	Zak	24.000,00	Kg	
	Ready Mix 28 MPa			11,00	M3	
	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
02 Desember 2023	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Ready Mix 28 MPa			14,00	M3	
	Multipleks	100,00	Lbr	292,80	M2	
03 Desember 2023	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Batu kali	4,00	Rit	24,00	M3	
	Pasir	3,00	Rit	21,00	M3	
04 Desember 2023	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Ready Mix 22.5 MPa			21,00	M3	
	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
05 Desember 2023	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
	Batu kali	1,00	Rit	6,00	M3	
	Pasir	1,00	Rit	7,00	M3	
	Kerikil	1,00	Rit	7,00	M3	
06 Desember 2023	Semen 40 Kg	200,00	Zak	8.000,00	Kg	
	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	3,00	Rit	21,00	M3	
07 Desember 2023	Ready Mix 28 MPa			14,00	M3	
	Batu kali	6,00	Rit	36,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	3,00	Rit	21,00	M3	
08 Desember 2023	Ready Mix 28 MPa			14,00	M3	
	Batu kali	3,00	Rit	18,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Kerikil	4,00	Rit	28,00	M3	
09 Desember 2023	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
10 Desember 2023	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
	Batu kali	2,00	Rit	12,00	M3	
	Pasir	2,00	Rit	14,00	M3	
11 Desember 2023	Ready Mix 28 MPa			14,00	M3	
	Semen 40 Kg	200,00	Zak	8.000,00	Kg	
	Ready Mix 22.5 MPa			65,50	M3	
	Ready Mix 22.5 MPa			7,00	M3	
13 Desember 2023	Multipleks	100,00	Lbr	292,80	M2	
	Multipleks	110,00	Lbr	322,08	M2	
	Multipleks	110,00	Lbr	322,08	M2	
	Multipleks	100,00	Lbr	100,00	M2	
20 Desember 2023	Ready Mix 22.5 MPa			155,00	M3	
	Multipleks	30,00	Lbr	87,84	M2	
	Multipleks	93,00	Lbr	272,30	M2	
	Multipleks					

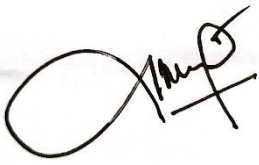
Tanggal	Jenis Material	Qty	Sat	Volume	Sat.	Ket.
26 Desember 2023	Multipleks	50,00	Lbr	146,40	M2	
28 Desember 2023	Ready Mix 22.5 MPa			71,50	M3	
29 Desember 2023	Multipleks	52,00	Lbr	152,26	M2	
	Multipleks	20,00	Lbr	58,56	M2	
02 Januari 2024	Tulangan Sirip 19	250,00	Btg	6.678,00	Kg	
	Multipleks	100,00	Lbr	292,80	M2	
	Usuk 3m	180,00	Btg	1,89	M'	
03 Januari 2024	Tulangan Sirip 19	150,00	Btg	4.006,80	Kg	
06 Januari 2024	Tulangan Sirip 25	60,00	Btg	2.774,16	Kg	
08 Januari 2024	Wiremesh M8			130,00	Lbr	
	Ready Mix 22.5 MPa			44,00	M3	
14 Januari 2024	Multipleks	80,00	Lbr	234,24	M2	
15 Januari 2024	Ready Mix 22.5 MPa			164,00	M3	
17 Januari 2024	Ready Mix 22.5 MPa			85,50	M3	
22 Januari 2024	Tulangan Sirip 10	167,00	Btg	1.236,47	Kg	
	Tulangan Sirip 19	135,00	Btg	3.606,12	Kg	
24 Januari 2024	Tulangan Sirip 10	600,00	Btg	4.442,40	Kg	
	Tulangan Sirip 19	165,00	Btg	4.407,48	Kg	
	Ready Mix 22.5 MPa			64,50	M3	
26 Januari 2024	Tulangan Sirip 10	1.200,00	Btg	8.884,80	Kg	
27 Januari 2024	Ready Mix 22.5 MPa			177,50	M3	
31 Januari 2024	Ready Mix 22.5 MPa			64,00	M3	
01 Februari 2024	Tulangan Sirip 10	300,00	Btg	2.221,20	Kg	
03 Februari 2024	Ready Mix 22.5 MPa			37,50	M3	
07 Februari 2024	Ready Mix 22.5 MPa			88,00	M3	
12 Februari 2024	Ready Mix 22.5 MPa			34,00	M3	
01 Februari 2024	Tulangan Sirip 10	300,00	Btg	2.221,20	Kg	
27 Februari 2024	Ready Mix 22.5 MPa			78,00	M3	
28 Februari 2024	Ready Mix 22.5 MPa			23,00	M3	
10 Maret 2024	Ready Mix 22.5 MPa			49,00	M4	

Lampiran 8 Koefisien Material

Jenis Material	Volume	Sat.	Volume	Sat.
Batu Kali	1	Rit =	6,00	M3
Pasir	1	Rit =	7,00	M3
Kerikil	1	Rit =	7,00	M3
Tulangan Sirip 10	1	Btg =	7,40	Kg
Tulangan Sirip 13	1	Btg =	12,50	Kg
Tulangan Sirip 16	1	Btg =	18,94	Kg
Tulangan Sirip 19	1	Btg =	26,71	Kg
Tulangan Sirip 22	1	Btg =	35,81	Kg
Tulangan Sirip 25	1	Btg =	46,24	Kg
Multipleks	1	Lbr =	2,93	M2
Usuk 3m	1	Btg =	0,01	M3

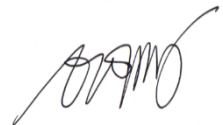
Lampiran 9 Rekapitulasi Faktor Penyebab

No.	Sumber Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	Waste of Defect Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Inventory
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	Waste of Processing Waste of Material Movement Waste of Overproduction Waste of Inventory
		Kurangnya komunikasi antara pelaksana lapangan dengan pekerja	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing Waste of Inventory
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Processing Waste of Defect Waste of Inventory
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	Waste of Material Movement Waste of Inventory
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Processing
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	Waste of Inventory Waste of Processing Waste of Material Movement
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Processing
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	Waste of Defect Waste of Processing Waste of Overproduction
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	Waste of Overproduction Waste of Defect Waste of Inventory Waste of Processing
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	Waste of Inventory Waste of Material Movement Waste of Defect
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	Waste of Overproduction Waste of Defect

No.	Sumber Waste	Penyebab Waste Material	Faktor Waste
			<i>Waste of Processing</i> <i>Waste of Material Movement</i> <i>Waste of Inventory</i>
Disahkan dan Ditinjau ulang oleh:   (Erwan Dwi U., S.T.) Manajer Proyek  (Dimas Nur Adi Saabara, S.T.) Manajer Logistik  (Gunawan Sigit P., S.T.) TL Konsultan Pengawas  (Ir. Arvi Zulham, S.T., IP-M, ASEAN Eng.) Praktisi  (Ir. Dwi Yulianto, S.T., IP-M.) Praktisi			

Lampiran 10 Rekapitulasi Faktor Penyebab

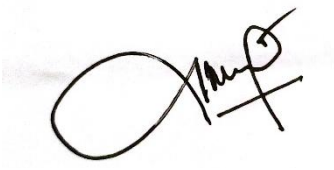
No	Faktor Waste	Penyebab Waste Material
1	<i>Waste of Overproduction</i>	Terdapat perubahan desain dari gambar kerja Kurangnya komunikasi antar tim manajemen Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan
2	<i>Waste of Defect</i>	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja Kurangnya komunikasi antar tim manajemen Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan
3	<i>Waste of Material Movement</i>	Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja Terdapat perubahan desain dari gambar kerja Kelebihan pemesanan material Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan
4	<i>Waste of Processing</i>	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja Terdapat perubahan desain dari gambar kerja Kurangnya komunikasi antar tim manajemen Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan
5	<i>Waste of Inventory</i>	Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja Terdapat perubahan desain dari gambar kerja Kurangnya komunikasi antar tim manajemen Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan Kelebihan pemesanan material

No	Faktor Waste	Penyebab Waste Material
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali
		Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan
Disahkan dan Ditinjau ulang oleh:  <u>(Erwan Dwi U., S.T.)</u> Manajer Proyek  <u>(Dimas Nur Adi Saabara, S.T.)</u> Manajer Logistik  <u>(Gunawan Sigit P., S.T.)</u> TL Konsultan Pengawas  <u>(Ir. Arvi Zulham, S.T., IP-M, ASEAN Eng.)</u> Praktisi  <u>(Ir. Dwi Yulianto, S.T., IP-M.)</u> Praktisi		

Lampiran 11 Rekapitulasi Pengendalian Waste Material

No	Sumber Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material	
			1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>	
1	Desain	Kurang lengkapnya detail ukuran pada gambar kerja	1 :	- Melakukan <i>review design</i> - Memberikan informasi dan detail gambar yang jelas
			2 :	
			3 :	
			4 :	
		Kesalahan jenis dan ukuran material dalam gambar kerja	1 :	- Melakukan <i>review design</i> - Memperbaiki gambar kerja - Memperbaiki gambar dengan menambahkan detail baik jenis maupun dimensi material yang akan digunakan
			2 :	
			3 :	
			4 :	
		Terdapat perubahan desain dari gambar kerja	1 :	- Melakukan <i>review design</i> - Mengajukan adendum kontrak - Melakukan evaluasi gambar kerja
			2 :	
			3 :	
			4 :	
		Kurangnya komunikasi antara pelaksana lapangan dengan pekerja	1 :	- Instruksi pekerjaan sebelum melakukan aktivitas - Koordinasi kepada kepala pekerja guna mengurangi <i>waste material</i> - Melakukan koordinasi kepada pekerja terkait gambar <i>shop drawing</i> yang akan dilaksanakan - Memberikan pemahaman kerja terhadap metode pelaksanaan
			2 :	
			3 :	
			4 :	
		Penentuan dimensi pemotongan material tanpa mempertimbangkan pemborosan	1 :	- Membuat <i>bar bending schedule</i> - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Melakukan koordinasi kepada pekerja terhadap <i>bar bending schedule</i> yang ada - Menjelaskan metode pelaksanaan kepada pekerja sebelum melaksanakan pekerjaan
			2 :	
			3 :	
			4 :	
2	Pengadaan	Kelebihan pemesanan material	1 :	- Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan - Pengecekan berkala <i>material on site</i> - Membuat kebutuhan material per periode - Mengontrol jumlah material yang dikirim ke lokasi proyek - Melakukan perhitungan kebutuhan material berdasarkan gambar kerja - Membuat <i>schedule material</i> - Melakukan <i>stock opname</i> secara periodik
			2 :	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis - Melakukan kajian analisis produk terkait perubahan jenis dan ukuran material

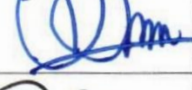
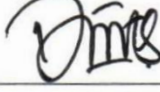
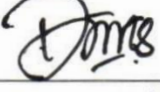
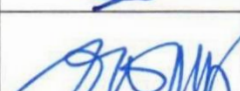
No	Sumber Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material	
			1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>	
		Kelebihan pemesanan akibat kesalahan dalam survei kuantitas	3 :	
			4 :	
			1 :	- Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Meningkatkan akurasi estimasi dan pemesanan - Membuat <i>barbending schedule</i> - Melakukan <i>stock opname</i> secara periodik - Melakukan koordinasi teknis antar divisi - Melakukan pengecekan bersama hasil hitungan kebutuhan material berdasarkan gambar kerja
			2 :	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis - Melakukan kajian analisis gambar terhadap perubahan dimensi
		Kelebihan pemesanan karena kurangnya komunikasi antara logistik dengan pelaksana lapangan	3 :	
			4 :	
			1 :	- Melakukan persetujuan kepada pelaksana sebelum mendatangkan material - Komunikasi dalam rapat untuk mengurangi waste material - Melakukan koordinasi teknis antar divisi - Menjalankan komunikasi secara struktural - Melakukan evaluasi metode pelaksanaan secara periodik
			2 :	- Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis - Melakukan koordinasi teknis kepada tim manajemen konstruksi
			3 :	
			4 :	
3	Pelaksanaan	Metode pelaksanaan yang kurang tepat dari kontraktor	1 :	- Melakukan pemantauan pekerjaan secara berkala - Mengevaluasi metode pelaksanaan - Mengevaluasi kinerja para tukang atau pekerja - Melakukan perubahan metode pelaksanaan - Memberikan penjelasan atau edukasi kepada para pekerja terkait metode pelaksanaan - Mengurangi tenaga kerja yang tidak bisa mengikuti metode pelaksanaan
			2 :	
			3 :	
			4 :	
		Kurang terampilnya pekerja saat melakukan pekerjaan	1 :	- Melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja - Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Melakukan pemisahan para pekerja yang <i>skill</i> dan <i>non-skill</i> - Melakukan pengawasan secara periodik terhadap beban kerja yang diberikan - Melakukan evaluasi hasil sisa potongan untuk digunakan
			2 :	
			3 :	
			4 :	
		Kesalahan pemotongan bentuk sehingga tidak dapat digunakan kembali	1 :	- Membuat <i>bar bending schedule</i> - Melakukan pemantauan pekerjaan secara berkala - Menentukan struktur organisasi kegiatan

No	Sumber Waste	Penyebab Waste Material	Pengendalian Waste Material 1. <i>Reduce</i> 2. <i>Reuse</i> 3. <i>Recycle</i> 4. <i>Disposal</i>
			2 : - Menggunakan kembali sisa material untuk pekerjaan sejenis - Melakukan bimbingan dan pelatihan kepada tim setiap divisi 3 : 4 :
4	Lainnya	Tidak ada perencanaan dalam menangani pemborosan material	1 : - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Membuat <i>bar bending schedule</i> - Melakukan <i>stock opname</i> terhadap material yang digunakan - Melakukan rapat tinjauan manajemen secara periodik 2 : 3 : 4 :
		Tidak ada manajemen dalam pengelolaan pemborosan	1 : - Pelatihan material dan metode konstruksi kepada pekerja - Melakukan evaluasi manajemen material - Mengevaluasi metode kerja secara keseluruhan - Melakukan audit internal - Mengevaluasi kinerja tim antar divisi - Mengevaluasi tenaga kerja konstruksi 2 : 3 : 4 :
Disahkan dan Ditinjau ulang oleh:  <u>(Erwan Dwi U., S.T.)</u> Manajer Proyek  <u>(Dimas Nur Adi Saabara, S.T.)</u> Manajer Logistik  <u>(Gunawan Sigit P., S.T.)</u> TL Konsultan Pengawas  <u>(Ir. Arvi Zulham, S.T., IP-M, ASEAN Eng.)</u> Praktisi  <u>(Ir. Dwi Yulianto, S.T., IP-M.)</u> Praktisi			

Lampiran 12 Lembar Konsultasi Wawancara

LEMBAR KONSULTASI

Pemohon : Geys Ali
 Manajer Proyek : Erwan Dwi U., S.T.
 Manajer Logistik : Dimas Nur Adi Saabara, S.T.
 TL Konsultan Pengawas : Gunawan Sigit P., S.T.
 Praktisi 1 : Ir. Arvi Zulham, S.T., IP-M., ASEAN Eng.
 Praktisi 2 : Ir. Dwi Yulianto, S.T., IP-M.

No	Kegiatan	Tanggal	TTD	Keterangan
1	Identifikasi penyebab <i>waste</i> material	06/02/2024		Manajer Proyek
2	Verifikasi penyebab <i>waste</i> material	10/02/2024		Manajer Proyek
3	Wawancara faktor penyebab Responden 1	16/02/2024		Manajer Proyek
4	Wawancara faktor penyebab Responden 2	17/02/2024		Manajer Logistik
5	Wawancara faktor penyebab Responden 3	21/02/2024		Team Leader Konsultan Pengawas
6	Verifikasi rekapitulasi faktor penyebab	28/02/2024		Manajer Proyek
7	Wawancara tindakan pengendalian Responden 1	20/03/2024		Manajer Proyek
8	Wawancara tindakan pengendalian Responden 2	25/03/2024		Manajer Logistik
9	Wawancara tindakan pengendalian Responden 3	02/04/2024		Team Leader Konsultan Pengawas
10	Verifikasi rekapitulasi tindakan pengendalian dan finalisasi hasil	22/04/2024		Manajer Proyek
11	Verifikasi rekapitulasi tindakan pengendalian dan finalisasi hasil	29/04/2024		Team Leader Konsultan Pengawas
12	Verifikasi rekapitulasi tindakan pengendalian dan finalisasi hasil	25/04/2024		Manajer Logistik

No	Kegiatan	Tanggal	TTD	Keterangan
13	Wawancara faktor penyebab Responden 4	18/06/2024		Praktisi
14	Wawancara faktor penyebab Responden 5	24/06/2024		Praktisi
15	Verifikasi rekapitulasi faktor penyebab Responden 4	27/06/2024		Praktisi
16	Wawancara tindakan pengendalian Responden 4	27/06/2024		Praktisi
17	Verifikasi rekapitulasi faktor penyebab Responden 5	03/07/2024		Praktisi
18	Wawancara tindakan pengendalian Responden 5	03/07/2024		Praktisi
19	Verifikasi rekapitulasi tindakan pengendalian dan finalisasi hasil Responden 4	05/07/2024		Praktisi
20	Verifikasi rekapitulasi tindakan pengendalian dan finalisasi hasil Responden 5	11/07/2024		Praktisi

Lampiran 13 Surat Selesai Penelitian



Yogyakarta, 10 Juni 2024

Nomor : 095/EEC.PENELITIAN/VI/2024
Lampiran : -
Perihal : Keterangan Selesai Penelitian

Kepada Yth:

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil
Universitas Islam Indonesia

Dengan Hormat,

Melalui surat ini, kami dari PT. Elcentro Engineering Consultant menyatakan bahwa mahasiswa yang identitasnya tertera dibawah ini:

No	Nama	NPM	Program Studi
1	Geys Ali	21914010	Teknik Sipil Program Magister

Telah selesai melaksanakan Penelitian Tesis di Lokasi Proyek PT. Elcentro Engineering Consultant, pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Riset dan Teknologi Universitas Negeri Yogyakarta sejak tanggal 05 Oktober 2023 - 10 Juni 2024 dengan hasil : BAIK.
Demikian surat ini kami sampaikan dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,
Direktur

Iwan Gunawan, S.Pd.T.

Head Office : Jl. Munggur No.22 Rt. 006 Rw. 038 Sinduharjo Ngaglik Sleman Yogyakarta Phone : 0274-2833617
Email : project.elcentro@gmail.com

Anggota INKINDO : 14304/P/0190.DIY

Lampiran 14 Dokumentasi



Lanjutan Lampiran 14 Dokumentasi



Lanjutan Lampiran 14 Dokumentasi



Lampiran 15 Lembar Konsultasi Tesis



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Selasa, 12 Juli 2023	- Disajikan : BAB 1 terkait penulisan - Perbaiki : terkait permasalahan mengenai topik penelitian - Rapihan : Tata letak pustaka, label, dll. - lanjutkan BAB 3 dan 4.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 12 Juli 2023
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Kamis, 27 Juli 2023	- Perbanyak hinyawen pustaka - pendalaman lagi teori terkait topik penelitian - perbaiki bab 4. metodologi penelitian

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 27 Juli 2023
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Senin, 21 Agustus 2023	- perjelas kembali teknik pengumpulan data, variabel penelitian dan bagan alir.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST, MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 21 Agustus 2023
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Rabu, 30 Agustus 2023.	- Perbaiki Bagan Alir Pervai dengan cara pengambilan data - Perbaiki penulisan / tabel pada bab 2 - diurutkan kembali footnote landasan teori - lanjut daftar seminar proposal.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 30 Agustus 2024
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Rabu , 4 Oktober 2023	- Pertaham mengenai strategi penelitian dan metode penelitian sebelum melakukan observasi - perjelas terkait variabel penelitian dan teknik pengumpulan data.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 04 Oktober 2023
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



PROGRAM

MAGISTER TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Senin, 15 Januari 2024	- Tambahkan kriteria responden pada metodologi penelitian - cek kembali data sekunder apakah data yang digunakan dapat menjawab rumusan masalah

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 15 Januari 2024
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Selasa, 20 Februari 2024.	- perbaiki format dan penulisan analisis data

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 20 Februari 2024
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Jum'at, 3 Mei 2024	- Melakukan verifikasi awal sebelum melakukan wawancara - Perbaiki uraian data sekunder yang sudah dibekukan agar mudah dipahami

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 3 Mei 2024
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Senin, 20 Mei 2024	- melakukan verifikasi kepada ahli sesuai dengan kriteria responden yang sudah ditentukan sebelumnya. - belum fatal di deskripsikan terlebih dahulu.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 20 Mei 2024
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Senin, 10 Juni 2024	- Perbaiki Analisa Pareto - Lanjut pembahasan, kesimpulan dan saran

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 10 Juni 2024
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Rabu, 19 Juni 2024	- Perbaiki pembahasan ferral dengan hasil analisis dan wawancara - perbaiki kesimpulan dan saran dipertanya Bisa daftar Seminar hasil setelah memperbaiki laporan.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 19 Juni 2024
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Ramis, 4 Juli 2024	Perbaiki bab 5 dan bab 6 sesuai dengan hasil seminar kesimpulan dan saran harus menjawab dari rumusan masalah.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 4 Juli 2024
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)



LEMBAR KONSULTASI TESIS

Nama Mahasiswa : Geys Ali
NIM : 21914010
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Semester/Tahun : 5 (Lima)/2023
Topik Tesis : ANALISIS WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
Senin, 12 Agustus 2024	Lengkapi taperan seperti lampiran dan lain-lain Bisa mendaftar pendaftaran setelah melengkapi laporan.

*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Ir. Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D., IP-M.
(Dosen Pembimbing)

Yogyakarta, 12 Agustus 2024
Mahasiswa,

Geys Ali
(Nama & Tanda Tangan)